

IV ERSTE AUSWERTUNG DER MATERIALANALYSEN BYZANTINISCHER KLEINFUNDE IN EPHEOS MIT BEZUG AUF ARCHÄOLOGIE, TECHNOLOGIE- GESCHICHTE UND HERSTELLUNGSTECHNIKEN

IV.1 EINLEITUNG

Aus den Materialanalysen und ihrer Auswertung, durchgeführt von M. Schreiner und M. Melcher (s. Kap. II), hat sich der Bedarf erhoben, die Ergebnisse nicht nur aus naturwissenschaftlichen, sondern auch aus archäologischen, herstellungstechnischen und technologiegeschichtlichen Aspekten zu betrachten und zu interpretieren. Dementsprechend konzentriert sich dieser Beitrag auf die Bewertung der materiellen Zusammensetzung bestimmter Fundgattungen vor allem der früh- bis mittelbyzantinischen Zeit (4./5.–12. Jh.).

Eine der grundlegenden Fragen an das Material war, ob bestimmte Objekttypen und/oder typologische Objektgruppen bezüglich ihrer Legierungszusammensetzung Ähnlichkeiten oder Unterschiede zueinander aufweisen. Daher wurden die untersuchten Artefakte in verschiedene Legierungsgruppen, abhängig vom verwendeten Grundmaterial, unterteilt, die eventuell auf gemeinsame herstellungstechnologische Gruppen hinweisen, um in weiterer Folge eine Herkunft aus selben oder verschiedenen Werkstätten oder Werkstattkreisen zu überprüfen. Zusätzlich sollte der Vergleich der Materialzusammensetzungen von chronologisch ähnlichen und unterschiedlichen Objekten und Objektgruppen dazu führen, mögliche Tendenzen in der Verwendung bestimmter Legierungstypen in unterschiedlichen Phasen der byzantinischen Zeit (in einer bestimmten Region) aufzuzeigen.

Bislang stehen nur sehr wenige Vergleichsdaten, vorwiegend aus zerstörungsfreien Analysen, zu den Materialzusammensetzungen von metallenen Kleinfunden im Kerngebiet des Byzantinischen Reichs, vor allem aus der Provinz Asia Minor (ab dem 7. Jh. Thema Thrakesion), zur Verfügung. Dafür sind mehrere Ursachen verantwortlich: Einerseits wurde bisher den Artefakten niedriger bis mittlerer Qualität während der Zeitspanne zwischen Spätantike und Mittelalter in der archäologischen Forschung wenig Aufmerksamkeit zuteil¹⁴⁴², andererseits sind zerstörende Materialanalysen an Metallobjekten in der Türkei nicht und auch zerstörungsfreie Analysen nur in seltenen Fällen erlaubt¹⁴⁴³. Aufgrund dieser besonderen Umstände und der sich bietenden Gelegenheit wurde daher versucht, so viele Objekte wie möglich im zeitlich begrenzten Projektrahmen zu untersuchen¹⁴⁴⁴. Obwohl die durchgeführten Oberflächenmessungen (Röntgenfluoreszenzanalyse/RFA und Mikroröntgenfluoreszenzanalyse/ μ -RFA) hauptsächlich wegen der Korrosionsschichten manchmal wenig zuverlässige Ergebnisse liefern¹⁴⁴⁵, wurde trotzdem

¹⁴⁴² Eine Ausnahme stellt die Publikation von J. C. Waldbaum (Waldbaum 1983) über die Metallobjekte aus Sardes dar, in der die naturwissenschaftlichen Analyseergebnisse verschiedener Bunt- und Edelmetallfunde veröffentlicht wurden; s. ferner die Publikation von M. J. Ponting über die Materialanalysen der Buntmetallobjekte (ab der Spätantike bis zu den Mamelucken) auch mit weiterer Lit. (Ponting 1999, 1311–1315).

¹⁴⁴³ Unser besonderer Dank gilt daher dem Ephesos Museum Selçuk und hier besonders dem Direktor Cengiz Topal sowie der zuständigen Kuratorin Feride Kat.

¹⁴⁴⁴ s. ausführlich zum Messvorgang den Beitrag von M. Melcher und M. Schreiner in diesem Band (Kap. II).

¹⁴⁴⁵ Es muss erwähnt werden, dass die Entfernung der Korrosionsschichten nicht erlaubt war. Abgesehen von den Korrosionsschichten liefern die Oberflächenmessungen verschiedener Legierungen von der tatsächlichen Zusammensetzung des Objekts etwas abweichende Ergebnisse. Während das Kupfer abgereichert wird, reichert auf der Oberfläche der Gegenstände aus Silberlegierungen das Gold an: Meyers 1992, 170. Im Fall der Artefakte aus Messing kann das Zink aufgrund der sog. Entzinkung von der Oberfläche teilweise oder völlig aufgelöst werden: Craddock 1978, 4. Dementsprechend können die Materialanalysen des Kerns im Vergleich

versucht, die bestmöglichen und umfassenden Informationen zu den Materialzusammensetzungen zu erreichen¹⁴⁴⁶.

Es soll an dieser Stelle kurz auf die unterschiedlichen Vorgangsweisen in Methode und Interpretation in der naturwissenschaftlichen und der archäologisch/herstellungstechnologischen Forschung hingewiesen werden, die beide in diesem Band behandelt werden. Erstere stellt eine statistische/chemische Herangehensweise dar, wobei dementsprechend häufig der Mittelwert für die Messergebnisse der unterschiedlichen Komponenten von mehrteiligen Objekten (wie beispielsweise bei Gürtelschnallen: Beschläg, Bügel, Dorn) berechnet wurde, der in der statistischen Auswertung die Zusammensetzung des gesamten Objekts repräsentiert. Falls der Unterschied zwischen den Messwerten zu groß und Angaben eines Durchschnittsgehalts nicht mehr möglich waren, wurden die Bestandteile getrennt behandelt (s. Kap. II). In vorliegendem Beitrag wird ein anderer Zugang angestrebt, nämlich aus herstellungstechnischer Sicht, wobei die einzelnen Bestandteile eines Objekts immer separat betrachtet werden. Dieser grundlegende Unterschied in der Methode und die sich daraus ergebenden Abweichungen in den Ergebnissen der Auswertungen (vgl. RFA-Beitrag in Kap. II und diesen Beitrag) muss bei einer späteren Verwendung der Resultate unbedingt berücksichtigt werden.

Im Folgenden werden die Objekte nach Legierungsgruppen eingeteilt: 1. Edelmetalle (Gold- und Silberlegierungen), 2. Kupferlegierungen, 3. Blei. Aufgrund der großen Anzahl der Objekte aus Kupferlegierungen sind diese nach Gattungen geordnet. Für die Auswertung wurden drei Fundgruppen, nämlich die Gürtelbestandteile, die Fingerringe und die Kreuze, ausgewählt, da die übrigen Fundgruppen und Fundtypen im Material entweder unterrepräsentiert oder ihre Fundumstände und/oder ihre Datierung unbekannt sind¹⁴⁴⁷.

Um die verschiedenen Artefakte nach Legierungstypen einzuteilen, war ihre Hauptkomponente von entscheidender Bedeutung. Eine zusätzliche Unterteilung in weitere Legierungsgruppen richtet sich nach den ersten, zweiten und in manchen Fällen auch dritten NebenkompONENTEN¹⁴⁴⁸. Eine Untersuchung der einzelnen Spurenelemente war aufgrund der Unsicherheit der vorliegenden Analyseergebnisse nicht möglich. Bei der Bewertung der unterschiedlichen Legierungen der Objekte wurde versucht, sie aufgrund der Analyseergebnisse bezüglich der oben erwähnten Ansätze in Legierungs- und Subgruppen zu ordnen. Dennoch muss an dieser Stelle nochmals betont werden, dass die Ergebnisse von den wahren Zusammensetzungen der Objekte deutlich abweichen können; dementsprechend kann die Auswertung nur als Richtungsanzeiger für zukünftige Forschungen herangezogen werden.

In der Interpretation werden die Funde ebenfalls nach ihren Hauptlegierungsgruppen behandelt, wobei in gegebenem Fall auf die speziellen Eigenschaften ihrer Zusammensetzung hingewiesen wird. Beispielsweise sind die Kleidungsbestandteile aus Messing aufgrund ihres Kupfer-Zink-Blei-Verhältnisses in vier Subgruppen geordnet, jedoch sind sie in der Interpretation als Messing oder hoch bleihaltiges Messing beschrieben.

Letztendlich stellt die Identifizierung verschiedener Feinschmiedetechniken (Vergoldung, Löten – Lotlegierungen) einen weiteren Schwerpunkt dar, der am Ende des Beitrags ebenfalls behandelt wird.

zu den Oberflächenmessungen zu deutlich unterschiedlichen Zusammensetzungen führen. s. ausführlicher zu diesem Thema: Lutz – Pernicka 1996, 316. 318. 322; und zuletzt Roxburgh u. a. 2019, 56–58.

¹⁴⁴⁶ Da es aus zeitlichen Gründen nicht möglich war, die Ergebnisse an Ort und Stelle auszuwerten, sondern erst nachträglich in Wien, war eine Überprüfung der fraglichen Ergebnisse leider nicht möglich.

¹⁴⁴⁷ Ein beträchtlicher Teil des Fundmaterials besteht aus den in das Ephesos Museum in Selçuk gelangten Streufunden, die im Umkreis von max. 60 km um Ephesos stammen. Die chronologische Einordnung dieser Objekte ist ohne Vergleichsbeispiele kaum möglich. Der Grund für den allgemeinen Mangel an publizierten Analogien aus dem östlichen Mittelmeerraum kann vielleicht damit erklärt werden, dass die byzantinischen Kleinfunde bis vor Kurzem eher außerhalb des allgemeinen Forschungsinteresses gelegen haben.

¹⁴⁴⁸ Die Legierungen werden abhängig von den Anzahl der NebenkompONENTEN auch als Zwei- oder Dreistofflegierungen bezeichnet.

IV.2 DIE OBJEKTE AUS EDELMETALL

IV.2.1 Allgemeine Eigenschaften der Edelmetalle und ihre Legierungen

Im Periodensystem gehören Gold und Silber (ebenso wie Kupfer) zur Kupfergruppe. Häufiger werden sie aber unter dem Begriff »Edelmetalle«, die eine Untergruppe der Nichteisenmetalle darstellen, zusammengefasst. Neben ihren zahlreichen hervorragenden Eigenschaften wie gute Formbarkeit, Dehnbarkeit und Polierbarkeit, werden sie dadurch ausgezeichnet, dass sie weder im kalten noch im warmen Zustand eine Reaktion mit Sauerstoff eingehen. Somit erlangten Edelmetalle aufgrund ihrer Beständigkeit den Status höchster Kostbarkeit und Ewigkeit.

Gediegenes Gold kann bis mehr als 50 % Silber als natürliches Begleitelement enthalten. Falls der Silberanteil die etwa 25 %ige Grenze überschreitet, wird das Metall als Elektron bezeichnet¹⁴⁴⁹. Je mehr Silber (sowohl als natürliche Verunreinigung als auch als künstlich zulegierte Nebekomponente) die Zusammensetzung des Goldes (oder der Goldlegierung) bildet, desto heller und blasser wird die Farbe des Grundmetalls. Weitere Nebenelemente sind Kupfer, das üblicherweise bis maximal 2 % im gediegenen Gold präsent sein kann, und Platinmetalle, deren bestimmter prozentueller Anteil, der auch trotz Raffinieren, Legieren oder Gießen des Grundmetalls beständig bleibt, durch Spurenanalysen auf die Herkunft des Goldes hinweisen kann.

Aufgrund dieser Verunreinigungen ist es notwendig, das »rohe Gold« zu raffinieren und dementsprechend seine Qualität zu verfeinern¹⁴⁵⁰. Zur Feinheitsbestimmung des Goldes wird heutzutage die Maßeinheit Karat verwendet, dessen Wurzeln in der frühbyzantinischen Ära zu finden sind¹⁴⁵¹. Dennoch tritt der Begriff »Karat« vermutlich erst ab dem Spätmittelalter als Feinheitsbezeichnung in Erscheinung¹⁴⁵². Um einen bestimmten Feinheitsgrad zu erlangen, muss das (raffinierte) Gold mit Silber und/oder Kupfer legiert werden. Beide Legierungsstoffe vermindern den Schmelzpunkt und beeinflussen die Farbe des Grundmetalls¹⁴⁵³. Nach unserem modernen Qualitätsstandard verfügt das 22-karätige Gold (91,7 % Goldgehalt) über eine der besten Eigenschaften zur Bearbeitung der Goldlegierungen¹⁴⁵⁴. Die Legierungen mehrerer untersuchter Goldobjekte früh- bis mittelbyzantinischer Zeitstellung verfügen um 91–92 % Gold, wobei diese Zusammensetzung vermutlich die oben erwähnte Legierungsqualität erzielen sollte¹⁴⁵⁵. Aus dem ephesischen Fundmaterial können beispielsweise die Ohrringe **S 20** (Taf. 13 Farbt. 11) und **S 21** (Taf. 13 Farbt. 11) sowie der Anhänger **S 61** (Taf. 18 Farbt. 17) erwähnt werden, deren Legierungen vermutlich diesen Feinheitsgrad widerspiegeln.

Silber wird in der Antike aus niedrig silberhaltigen Bleierzen (Galenit – Bleisulfid) gewonnen. Aufgrund des erhöhten Goldanteils als Spurenelement in der Legierung verschiedener analysierter Silberobjekte konnte nachgewiesen werden, dass die primäre Quelle für die Silbergewinnung in der byzantinischen Zeit oxidierte Bleierze (Zerussit – Bleikarbonat) darstellte¹⁴⁵⁶. Nachdem die Bleierze auf Blei reduziert wurden, konnte das Silber durch »Kupellieren« erhalten werden¹⁴⁵⁷. Trotz des Raffinierens bleibt Blei, dessen Isotopen auf die Provenienz des Silbers hinweisen

¹⁴⁴⁹ Ogden 2000, 162–163. s. auch unten Kap. IV.2.2.

¹⁴⁵⁰ Solche Methoden sind in mehrere schriftliche Quellen seit der Antike beschrieben. s. z. B. bei Plin. nat. (übers. v. H. Rackham 1961, reprint) 76–78; Theophilus 3, 33, 34 (zitiert nach Brepohl 1999, 85–88).

¹⁴⁵¹ Im 4. Jh. wurde der Solidus als primäre Goldwährung eingeführt und sein Gewicht wurde anhand des Kerns des Johannisbrotbaums in 24 *keration* (Karat) bestimmt. Somit repräsentierte der Solidus die höchste Feinheit des Goldes, weshalb das 24-karätige Gold vermutlich im Laufe der Zeit mit dem 100 % reinen Gold identifiziert wurde: Oddy – La Niece 1986, 25; Ogden 1992, 263.

¹⁴⁵² Ogden 1992, 263.

¹⁴⁵³ s. die detaillierten Beschreibungen der Legierungseigenschaften (Zweistofflegierungen, Au-Ag und Au-Cu) bei Brepohl 1984, 37–41.

¹⁴⁵⁴ Vgl. die bevorzugten Zusammensetzungen der Goldlegierungen zur Goldschmiedearbeiten ab dem 7. Jh. bis in unsere Zeit: Ogden 1994, 156–161.

¹⁴⁵⁵ Oddy – La Niece 1986, 25; Ogden 1994, 157.

¹⁴⁵⁶ Meyers 1992, 170; vgl. Ogden 2000, 170.

¹⁴⁵⁷ Beim »Kupellieren« wird entweder das oben beschriebene silberhaltige Blei oder das unraffinierte Silber durch Bleizusatz in einem speziellen Tiegel oder Gefäß (»Kupelle«) unter oxidierenden Bedingungen erhitzt, wobei

könnten, immer in Spuren zurück. Jedoch müssen solche Analyseergebnisse mit Vorsicht behandelt werden, da Blei während des Raffinierungsprozesses auch zusätzlich hinzugefügt werden kann¹⁴⁵⁸.

Um der Weichheit des reinen Silbers entgegenzuwirken, wurde Kupfer zulegiert, dessen Verunreinigungen (wie z. B. Arsen, Zink und Zinn) in der Legierungszusammensetzung deutlich nachgewiesen werden können¹⁴⁵⁹. Der Schmelzpunkt der Silber-Kupfer-Legierungen vermindert sich, bis der Kupferanteil 280 % erreicht¹⁴⁶⁰. Bei steigendem Kupferzusatz wird auch der Schmelzpunkt allmählich erhöht. Als Nebenelement beeinflusst das Kupfer auch die Farbe der Silberlegierung: So wird etwa ab 20 % Kupferanteil die Farbe immer gelblicher und ab etwa 50 % wirkt die Legierung rötlich¹⁴⁶¹.

IV.2.2 Goldlegierungen

Im vorliegenden Fundmaterial sind acht Ohrringe der früh- bis mittelbyzantinischen Periode sowie zwei Ohrringe und drei Anhänger spätrömischer (3.–4. Jh.) sowie unbekannter Zeitstellung aus Goldlegierungen hergestellt. Durch ihr Grundmaterial, nämlich einem über 80 % liegenden Goldgehalt, und ihre feinschmiedetechnischen Eigenschaften repräsentieren alle Artefakte eine höhere Qualitätsstufe. In Tabelle 45 sind die wichtigsten Angaben zu den Objekten je nach Legierungsgruppen mit absteigender Qualität zusammengefasst¹⁴⁶². Aufgrund der jeweiligen Zusammensetzungen können drei Legierungsgruppen unterschieden werden:

Legierungsgruppe 1 (LG1) besteht aus Objekten von über 90 % Gold und 4–9 % Silber als Nebenelement. Kupfer kommt in dieser Gruppe nur in vernachlässigbaren Mengen vor. Der überwiegende Teil der Objekte gehört dieser Legierungsgruppe an, nämlich die Ohrringe **S 11**¹⁴⁶³, **S 18**, **S 20**, **S 21**, **S 23** sowie die Anhänger **S 61**, **S 62** und **S 63**.

Legierungsgruppe 2 (LG2) fasst Legierungen mit niedrigerem Goldanteil, nämlich zwischen 83 und 86 %, und somit höheren Silberwerten, um 13 %, zusammen. Die Ohrringe **S 9**, **S 17** und **S 24** lassen sich dieser Gruppe zuweisen.

Legierungsgruppe 3 (LG 3) umfasst Silber/Gold-Legierungen mit ähnlichem Silber- und Goldgehalt (sog. Elektron). Dies betrifft allein den Ohrring **S 10**.

Vorab soll festgehalten werden, dass aufgrund der niedrigen Anzahl und des unsicheren chronologischen Rahmens der Goldobjekte die folgenden Schlussfolgerungen mit Vorsicht behandelt werden sollten. Drei (vermutlich) frühbyzantinische Goldohrringe (**S 18**, **S 20**, **S 21**) gehören durch ihre 90–94 % Goldgehalt der Legierungsgruppe 1 an. Von den mittelbyzantinisch datierten Objekten ist nur ein Ohrringpaar, nämlich **S 23**, zu dieser Legierungsgruppe zu zählen. Zwei Ohrringe ähnlicher Zeitstellung¹⁴⁶⁴ (**S 9**, **S 24**) verfügen über 83–85 % Goldanteil und fallen somit in Legierungsgruppe 2. Ein weiterer Ohrring (**S 17**) ist durch seine sehr ähnliche Zusammensetzung

Bleiglätte (Bleioxid) entsteht, das in die poröse Wände der »Kupelle« absorbiert wird und nur das reine Silber zurücklässt: Brown 1998, 59; s. ausführlicher Healy 1978, 152–158.

¹⁴⁵⁸ Dementsprechend würden die Ergebnisse auf die Herkunft des hinzugefügten Bleis verweisen: Ogden 2000, 170.
¹⁴⁵⁹ Meyers 1992, 170 f.

¹⁴⁶⁰ Dies bedeutet, dass eine Legierung (theoretisch) von 1 000 g aus 720 g Silber und 280 g Kupfer besteht.

¹⁴⁶¹ Brepohl 1984, 41–44. Eine Vorstellung der Eigenschaften der höher kupferhaltigen Silberlegierung war notwendig, weil die Zusammensetzung mehrerer Objekte im untersuchten Fundmaterial einen ungewöhnlich hohen Kupferanteil aufweist. s. unten Legierungsgruppe 2 der Objekte aus Silberlegierungen.

¹⁴⁶² Eine zusätzliche Zeile wurde für Angaben eingefügt, wenn für Objekte, wie z. B. die Ohrringe **S 20** oder **S 21**, zwei unterschiedliche Messungen vorgenommen wurden.

¹⁴⁶³ Der 100 %ige Goldgehalt des Ohrrings **S 11** stellt einen relativen Wert dar, dementsprechend wurde das Objekt der LG1 zugeordnet und nicht separat behandelt.

¹⁴⁶⁴ Wie bereits erwähnt, wurde die Datierung der Artefakte aus verschiedenen Gründen (z. B. Einfachheit der typologischen Formen oder das Fehlen vom Fundkontext und/oder den Analogien) erschwert. Die Ohrringe **S 9** und **S 17** belegen diese Problematik. **S 9** kann aufgrund seiner einfachen Form sowohl in die frühbyzantinische als auch in die mittelbyzantinische Zeit datiert werden. Die Datierung des Ohrrings **S 17** war überhaupt nicht möglich.

Tab. 45 Die wichtigsten Angaben der Goldobjekte je nach Legierungsgruppen mit absteigender Qualität. Das Hauptelement ist mit Rot, die zweite und dritte Komponente (mehr als 2 %) sind mit Orange und Blau markiert. Abkürzungen: LG1 (Au über 90 %); LG2 (Au 83–86 %); LG3 (Au ≈ Ag)

	Kat.	Objekt	Datierung	Messstelle/ Messpunkte	Au	Ag	Cu
LG1	S 11	verzierter Ohrring aus Runddraht	–	1 MP: Draht	100	0	Sp
	S 18	Ohrring aus Runddraht mit Anhängerverzierung	6./7. Jh. (?)	2 MP, MW: Draht (Körper [?])	94,2	5,7	0,03
	S 63	Anhänger	3./4. Jh. (?)	2 MP, MW: Draht	93,9	6,1	Sp
	S 23	Drahtohrring mit Filigran und frei stehender Dreiecksgranulation	9.–10. Jh.	1 MP: Draht (Körper)	93,6	4,7	1,7
	S 23	Drahtohrring mit Filigran und frei stehender Dreiecksgranulation	9.–10. Jh.	1 MP: Draht (Körper)	93,9	4,5	1,6
	S 21	Ohrring aus Runddraht mit Blechverzierung	6./7. Jh. (?)	1 MP: Blech	91,4	7,0	1,2
				1 MP: Draht	94,8	4,4	0,6
	S 61	Anhänger	–	2 MP, MP: Blech, VS, RS	92,2	6,8	0,1
	S 20	Ohrring aus Runddraht mit Blechverzierung	6./7. Jh. (?)	1 MP: Draht	92,3	7,7	Sp
				1 MP: Blech	90,3	8,6	0,6
	S 62	Anhänger	3./4. Jh. (?)	1 MP: Blech (?)	89,9	7,8	1,2
LG2	S 9	einfacher Ohrring aus Runddraht	6./7. Jh. oder 11./12. Jh. (?)	2 MP, MW: Draht	85,6	13,2	1,0
	S 17	Ohrring mit aufgesteckten Perlen	–	2 MP, MW: (hohler) Draht	84,8	12,5	2,6
	S 24	halbmondförmiger Ohrring mit frei stehender Dreiecksgranulation	10. Jh.	1 MP: Draht	82,9	12,7	4,4
LG3	S 10	einfacher Ohrring aus Runddraht	6./7. oder 11./12. Jh. (typologischer Vgl.); 7. Jh. (FK)	2 MP: MW: Draht	46,3	48,5	5,2

zung ebenfalls dieser Legierungsgruppe zuzuordnen, jedoch ist seine chronologische Einstellung aufgrund fehlender Parallelen nicht bestimmbar¹⁴⁶⁵.

Der normalerweise übliche Qualitätsstandard der (hochwertigen) Goldobjekte liegt ab hellenistischer bis in byzantinische Zeit um 92,5–96 %¹⁴⁶⁶; dieses Intervall deckt ungefähr die Goldwerte unserer Legierungsgruppe 1 ab. In früh- bis mittelbyzantinischer Zeit waren vermutlich Goldmünzen eine der primären Rohstoffquellen für die Herstellung verschiedener Goldobjekte¹⁴⁶⁷, da die staatlich kontrollierte Münzprägung wohl am zuverlässigsten die Feinheit der Goldlegierungen sichern konnte. Obwohl die Münzprägestätten in verschiedenen Regionen nach etwas unterschiedlichen Feinheitsstandards gearbeitet haben, wurde die wichtigste Goldmünze, der Solidus, in Konstantinopel ab dem 4. bis in das 11. Jahrhundert auf gleichwertig hohem Qualitätsstandard geprägt.

¹⁴⁶⁵ Auf die zwei Anhänger S 62 und S 63, die vermutlich in das 3./4. Jh. zu datieren sind, und die Goldobjekte ohne Datierung (S 11, S 61) wird in dieser Zuordnung verzichtet.

¹⁴⁶⁶ Ogden 1994, 161.

¹⁴⁶⁷ Craddock u. a. 2010, 56.

Der niedrigere Goldgehalt der beiden (vermutlich) mittelbyzantinischen Ohrringe (S 9, S 24) könnte die Forschungsergebnisse von A. Oddy und S. La Niece bestätigen¹⁴⁶⁸, die die Beziehung zwischen dem Goldgehalt verschiedener Goldobjekte und der Goldwährung zwischen dem 6. und 13. Jahrhundert untersucht haben. Ihre Analyseergebnisse haben gezeigt, dass die Herstellung mancher Goldobjekte aus dem 10.–12. Jahrhundert, die um 80 % Gold enthalten, mit der Einführung der neuen Währung Hyperperon in Verbindung stehen könnte. Als Teil der radikalen Währungsreform Alexius' I. wurde Hyperperon im Jahr 1092 eingeführt, und dieses Qualitätsniveau von 80–85 % Gold wurde ein Jahrhundert lang beibehalten¹⁴⁶⁹.

Natürlich darf nicht vergessen werden, dass das Einschmelzen von Goldmünzen nicht die einzige Rohstoffquelle war. Goldlegierungen höherer oder niedrigerer Qualität konnten etwa auch als Rohstoffe (Barren) direkt von den Bergabbaustellen, durch Raffinierung oder Legieren der damaligen/aktuellen Goldwährung/Goldmünzen oder eventuell anderer Goldobjekte (>Metallrecycling<) erstellt werden. Da eine direkte Verbindung zwischen der Qualität der Goldmünzen und den übrigen Objekten aus Gold nicht direkt nachweisbar ist, muss auch deren Zusammensetzung nicht unbedingt den gleichzeitigen Goldmünzen folgen.

S 10 ist der einzige Ohrring im untersuchten Fundmaterial, der über einen ähnlichen Anteil an Gold (46 %) und Silber (49 %) in seiner Legierung verfügt und damit zur Legierungsgruppe 3 zählt. Eine derartige Zusammensetzung könnte als Elektron bezeichnet werden, wobei diese Benennung in der Fachliteratur oftmals unterschiedlich verwendet wird. Im Allgemeinen werden Gold-Silber-Legierungen, deren Goldgehalt unter 75 % und dementsprechend der Silbergehalt über 25 % liegt, als Elektron bezeichnet¹⁴⁷⁰. Da Silber in den Golderzen als natürliche Verunreinigung bis zu 80 % präsent sein kann¹⁴⁷¹, wird der Begriff Elektron von J. F. Healy ausschließlich für die künstlich hergestellten Gold-Silber-Legierungen verwendet¹⁴⁷². Als Beispiel sei das – nach derzeitigem Kenntnisstand – der Stadt Ephesos am nächsten gelegene natürliche Gold-/Elektronvorkommen erwähnt: Aufgrund der bereits untersuchten Rohmaterialien aus dem Fluss Pactolus bei Sardes könnte hier das natürliche Elektron mit einem 17–24 %igen Silberanteil erzeugt worden sein¹⁴⁷³. Diese Werte unterscheiden sich jedoch deutlich von jenen des Ohrrings aus Ephesos (S 10).

Wie schon erwähnt, verliert die Goldlegierung bei steigendem Silbergehalt ihre goldene Farbe und wird blasser, fast weißlich¹⁴⁷⁴. Um dieser Farbe entgegenzuwirken, wird die Legierung raffiniert und/oder Kupfer zulegiert¹⁴⁷⁵. Obwohl in der Zusammensetzung des Ohrrings S 10 5 % Kupfer gefunden wurde, treten andere Verunreinigungen des eventuell zulegierten Kupfers (z. B. Zink oder Zinn) nicht einmal in Spuren auf¹⁴⁷⁶. Somit sollte die Anwesenheit eines ziemlich niedrigen Anteils von Kupfer als Indiz für eine künstlich hergestellte Goldlegierung mit Vorsicht behandelt werden¹⁴⁷⁷. Dementsprechend kann das Grundmaterial des Ohrrings S 10 aufgrund der vorliegenden Analyseergebnisse weder als künstlich hergestelltes noch als natürliches Elektron interpretiert werden.

¹⁴⁶⁸ Oddy – La Niece 1986, 25 f.

¹⁴⁶⁹ Oddy – La Niece 1986, 20. s. auch die ausführlicheren Untersuchungen zur Abwertung der Goldmünzen, die in Konstantinopel im 11. Jh. geprägt wurden: Grierson 1961, 94–96 mit weiterführender Lit.

¹⁴⁷⁰ Vgl. Ogden 2000, 162.

¹⁴⁷¹ Ogden 1982, 18.

¹⁴⁷² Healy 1978, 201.

¹⁴⁷³ Waldbaum 1983, 5. 7 Anm. 61.

¹⁴⁷⁴ Vermutlich aus diesem Grund wurde in griechischen und römischen Quellen *elektron* als »Weißgold« bezeichnet: Waldbaum 1983, 7; vgl. auch Healy 1978, 75. 201–203.

¹⁴⁷⁵ Tylecote 1992, 44. Obwohl Kupfer auch als Verunreinigung in der natürlichen Legierung vorhanden sein kann, sollte sein Wert 2 % kaum überschreiten: Ogden 1982, 18.

¹⁴⁷⁶ Vgl. Waldbaum 1983, 189 in Verbindung mit den Silberlegierungen.

¹⁴⁷⁷ Ogden 2000, 163.

IV.2.3 Silberlegierungen

Die in diesem Projekt untersuchten Silberobjekte, die ab spätrömischer bis in byzantinische Zeit zu datieren sind, repräsentieren ein sehr breites Spektrum der verwendeten Silberlegierungen, da der höchste Silberwert um 98 % und der niedrigste um 19 % liegt. Insgesamt bestehen 21 Objekte (24 Bestandteile) aus Silberlegierungen unterschiedlicher Zusammensetzung, die sich in zwei Hauptgruppen differenzieren lassen:

Legierungsgruppe 1 (LG1): Silberlegierungen mit höherem Silber- als Kupfergehalt

Legierungsgruppe 2 (LG2): Silberlegierungen mit niedrigerem Silber- als Kupfergehalt

Die wichtigsten Daten der Silberobjekte sind in der Tabelle nach Hauptgruppen und nach absteigendem Silbergehalt zusammengefasst (s. Tab. 46).

Innerhalb der ersten Hauptgruppe (LG1) sind vier Fingerringe (**S 75**, **S 93**, **S 92**, **S 95**) und ein Plättchen mit Heiligendarstellung (**A 3**) zu nennen, deren Legierungen über 90–98 % Silber und 2–9 % Kupfer verfügen. Ein erhöhter Kupfergehalt, um 14–32 %, wurde in der Legierung eines Anhängers (**S 59**), eines Ohrings (**S 2**), eines Fingerrings (**S 198**), im Griff eines Stempels (**G 55**) und eines Anhängerkreuzes (**K 20**) gefunden. Ein halbmondförmiger Ohring (**S 25**) und die Kopfplatte des Stempels (**G 55**) enthalten den höchsten Kupferanteil (40–44 %) in dieser Gruppe. An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass die Messergebnisse des einteiligen Stempels (**G 55**) am Griff und mit einem fast doppelt so hohem Kupferwert auf der Kopfplatte unterschiedliche Zusammensetzungen aufweisen, deren Grund bisher nicht geklärt werden konnte. Aufgrund der unsicheren Aussage von Oberflächenmessungen ist die Interpretation des Unterschieds zwischen den gemessenen Werten des Stempels (**G 55**) wenig aussagekräftig. Die abweichenden Analyseergebnisse könnten sowohl durch die unterschiedlichen Kontaminationen oder An- und Abreicherung der Hauptelemente auf der Oberfläche als auch mit einer eventuellen Versilberungsschicht (?), die (durch den intensiven Gebrauch) auf der Kopfplatte kaum erhalten ist, zu erklären sein.

Während der Durchführung der Materialanalysen an der Riemenzunge **T 81** blieb vermutlich unberücksichtigt, dass das Objekt aus zwei Einzelteilen besteht, die durch eine Scharnierkonstruktion verbunden und mit einem (Eisen-)Niet befestigt sind. Die breite Streuung der Analyseergebnisse kann wahrscheinlich damit erklärt werden, dass die zwei Teile aus unterschiedlichen Legierungen hergestellt wurden. Dementsprechend besteht eines der Glieder vermutlich aus Zinn-Bronze mit sehr hohem Zinngehalt (ca. 55 %), während die Messergebnisse des anderen Teils – auch nach der Trennung der Messwerte der zwei Einzelteile – hohe Auslenkungen (41–80 % Ag) zeigen. Man kann daher nur vermuten, dass es sich um eine Silberlegierung handelt. Eine andere Interpretationsmöglichkeit wäre, dass während den Messungen irrtümlicherweise eine Versilberungsschicht erwischt wurde.

Zur zweiten Hauptgruppe (LG2), deren Objekte durch 32–43 % Silber- und 45–75 % Kupferanteil gekennzeichnet sind, zählen fünf Ohringe (**S 22**, **S 25**, **S 26** und das Ohringpaar **S 1**), ein Schlüsselring (**S 212**), ein Plättchen (**A 1**) und ein Reliquienkreuz (**K 38**). Die Legierungszusammensetzung des aus zwei Hälften bestehenden Plättchens (**A 1**), des Ohringpaares (**S 1**) und des halbmondförmigen Ohrings (**S 25**) sind sich durch ihren 34–37 % Silber- und 61–65 % Kupfergehalt sehr ähnlich. Weitere Nebenelemente konnten nur in Spuren (unter 2 %) festgestellt werden. Der Schlüsselring **S 212** verfügt über ähnliche Werte seiner Hauptelemente (32 % Silber und 56 % Kupfer) wie die eben genannten Objekte, jedoch sind Nebenelemente wie Blei, Zinn und Zink bis zu 6 % in seiner Legierung vorzufinden. Obwohl im Bereich der großflächigen Filigranverzierung des halbmondförmigen Ohrings **S 25** 19 % Silber nachgewiesen wurde, fehlt dieses Element beim runden (Haupt-)Draht des Ohrings. Aufgrund der flächendeckenden Korrosionsschicht kann leider nicht bestimmt werden, ob die unterschiedlichen Bestandteile aus verschiedenen Legierungen bestehen, oder ob mit einer Versilberungsschicht im Bereich der Filigranverzierung gerechnet werden muss.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Silberobjekte bezüglich ihrer Legierungszusammensetzung, Fundgattung und Chronologie ein sehr heterogenes Bild abgeben. Arte-

Tab. 46 Die quantitativ ausgewerteten Objekte aus Silberlegierungen sind nach Legierungsgruppen und absteigendem Silbergehalt geordnet. Unter Sonst* sind jene sonstige Elemente gekennzeichnet, deren Wert über 2 % liegt. Das Hauptelement ist mit Rot, die zweite und dritte Komponente (mehr als 5 %) sind mit Orange und Blau markiert. Klassifikation: FR = Fingerring; TG = Typologische Gruppe; TG1 = Schlüsselringe; TG2 = Ringe mit Monogramm, Inschrift oder Kreuz; TG3 = Ringe mit Kreispunktzier; TG4 = Ringe mit Pentagramm; TG5 = Ringe mit spitzovaler Ringplatte und graviertem ornamentalem Motiv; TG6 = Ringe mit unterschiedlichen Ringplatten und gravierten geometrischen Motiven; TG7 = Fingerringe mit vertikalen gravierten Linien (arabisch [?]) als Motiv; TG8 = Ringe mit unverzierter Ringplatte; TG9 = Ringe mit Fassungen und Einlagen; TG10 = Fingerringe mit figürlichen Darstellungen

	Kat.	Objekt	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Ag (%)	Cu (%)	Sonst* (%)
LG1 (Ag > Cu)	S 75	Monogramm FR (TG2)	7. Jh.	1 MP: SI	97,7	1,5	–
				1 MP: PI	97,3	1,5	–
	A 3	Plättchen mit Heiligen- darstellung	–	2 MP, MW: VS, RS	94,6	4,2	–
	S 93	FR mit arabischer Inschrift (TG2)	osmanisch	3 MP, MW: PI, SI	91,6	6,5	–
	S 92	FR mit arabischer Inschrift (TG2)	osmanisch	3 MP, MW: PI, SI	90,9	7,0	Hg
	S 95	FR mit pyramidalem Ringkopf und Greifen- darstellung (TG10)	–	3 MP, MW: PI, SI	89,9	8,7	–
	S 59	Anhänger	–	2 MP, MW: RS	82,6	14,2	1,6 Au, Hg
	S 2	einfacher Ohrring ohne Verzierung	6.–8. Jh.	2 MP, MW: Draht	81,7	15,5	1,7 Pb
	S 198	unverzierter, offener FR	7. Jh.	1 MP	75,9	23,0	–
	G 55	Stempel	9.–10. Jh. (?)	1 MP: Stiel	71,9	27,2	–
	K 20	Anhängerkreuz	nach dem 11. Jh. (?)	1 MP, RS	66,1	31,5	Hg
	S 25	halbmondförmiger Ohr- ring mit frei stehender Dreiecksgranulation (1)	10.–12. Jh. (?)	1 MP: Draht	58,2	40,2	–
	G 55	Stempel	9.–10. Jh. (?)	1 MP: Kopfplatte	55,4	44,1	–
	T 81	Riemenzunge	3. Jh.	1 MP (= MP1), Glied 1 (?), (RS) (?)	41,3	43,5	11,1 Au; 2,2 Sn
				1 MP (= MP3), Glied 1 (?), (RS) (?)	79,9	15,9	–
				1 MP (= MP2), Glied 2 (?)	–	54,3	37,2 Sn
				1 MP (= MP4), Glied 2 (?)	–	55,2	36,7 Sn, 1,9 Pb
LG2 (Ag < Cu)	S 22	Drahtohrring mit Filigran und frei stehender Drei- ecksgranulation	10.–12. Jh. (FK: Grab 7.–10. Jh.)	1 MP: Draht	43,2	55,2	–
	K 38	Reliquienkreuz	12.–13. Jh. (?)	1 MP: VS	38,2	44,5	6,7 Fe, 2,8 Zn, 4,7 Pb
	S 1	einfaches Ohrringpaar aus Runddraht	6./7. oder 11./12. Jh. (typ. Vgl.); 7.–12. Jh. (FK)	1 MP: Draht	34,1	65,3	–
				2 MP, MW: Draht	37,1	61,7	–
	A 1	Votivblech Teil 1: hl. Demetrios Teil 2: hl. Nikólaos	11.–14. Jh. (?)	Teil 1, 3 MP: VS, RS	37,1	60,8	–
				Teil 2, 3 MP: VS, RS	36,0	61,9	–
	S 25	halbmondförmiger Ohr- ring mit frei stehender Dreiecksgranulation (2)	10.–12. Jh. (?)	1 MP: Draht	36,6	61,9	–
	S 212	Schlüsselring (TG1)	4. Jh. (?)	3 MP, MW: PI, SI	31,6	56,1	2,0 Zn, 4,1 Sn, 5,7 Pb
	S 26	halbmondförmiger Ohr- ring mit frei stehender Dreiecksgranulation	10.–12. Jh.	1 MP: um die Filigranverzierung	18,7	75,1	5,6 Sn
				1 MP: Draht	–	89,4	10,4 Sn

fakte aus Silber finden sich in allen fünf Fundgattungen, nämlich Ausstattung (A), Schmuck (S), Kleidungsbestandteile (T), Kreuze (K) und Geräte (G). Das untersuchte Fundmaterial setzt sich aus drei spätantik-frühbyzantinischen (Ohrring S 2, Monogrammfigerring S 75, Schlüsselring S 212), drei früh-/mittelbyzantinischen (Ohrringpaar S 1, Ohrring S 22) und acht vermutlich mittel- vielleicht auch spätbyzantinischen (zwei Plättchen A 1, Ohrringpaar S 25, Ohrring S 26, Anhängerkreuz K 20, Reliquienkreuz K 38, Stempel G 55) Artefakten zusammen. Mit Bezug auf den chronologischen, auf die byzantinische Periode beschränkten Rahmen des Forschungsprojekts werden die Objekte aus römischer Zeit (T 81), diejenigen mit unsicherer Zeitstellung (A 3, S 59, S 95, S 198) und solche osmanischen Ursprungs (S 92, S 93) in der Auswertung nur erwähnt, aber nicht berücksichtigt.

Unter den spätantik-frühbyzantinischen Silberobjekten sind beide Legierungsgruppen zu finden (LG1: S 2, S 75; LG2: S 212), jedoch unterscheiden sich die Zusammensetzungen der einzelnen Schmuckstücke, die derselben Legierungsgruppe angehören, stark voneinander: Der Monogrammfigerring S 75 besteht aus fast reinem Silber, demgegenüber setzt sich die Legierung des einfachen Ohrrings aus 82 % Silber und 16 % Kupfer zusammen. Von den mittelbyzantinisch datierten Artefakten zählen drei Objekte zur Legierungsgruppe 1 (G 55, K 20, S 25: Ohrring 1) und fünf zur Legierungsgruppe 2 (A 1, K 38, S 25: Ohrring 2; S 26).

Vergleicht man den Silbergehalt der Legierungsgruppe 1, in welcher Silber die Hauptkomponente bildet, beider zeitlicher Perioden, kann festgehalten werden, dass der höchste Wert der mittelbyzantinischen Objekte (Stempelgriff G 55 mit 72 %) immer noch um 10 % niedriger liegt als der niedrigste Wert der frühbyzantinischen Objekte (einfacher Ohrring ohne Verzierung S 2 mit 82 %). Dies könnte eventuell darauf hinweisen, dass Kleinfunde etwa ab dem 9. Jahrhundert häufiger aus Silberlegierung niedriger Qualität (60–70 %) hergestellt wurden, wobei jedoch die geringe Anzahl der oben erwähnten Objekte nicht unbedingt repräsentativ ist.

Von der Legierungsgruppe 2, in der Kupfer die primäre und Silber die sekundäre Komponente darstellt, sollen sechs Objekte (spätantiker bis zumindest mittelbyzantinischer Zeitstellung) aufgrund der Ähnlichkeit in ihrem Kupfer-Blei-Verhältnis erwähnt werden (s. auch o. bei Legierungsgruppe 2): das Ohrringpaar S 1, der Ohrring S 25, der Schlüsselring S 212 und die zwei Motivbleche A 1 sind aus einer Legierung hergestellt, die über ca. 60 % Kupfer und 30–40 % Silber verfügt. Folglich beträgt das Kupfer-Silber-Verhältnis ca. 2 : 1. Da keines der oben erwähnten Objekte, die dieser besonderen »Subgruppe« der Legierungsgruppe 2 angehören, eindeutig datiert werden kann, ist eine kultur- und technikgeschichtliche Interpretation hier kaum möglich. Eine der plausibelsten Erklärungen für die Verwendung eines derartigen Legierungstyps wäre die, dass zur Herstellung dieser Gegenstände aus ökonomischen (?) Gründen eine Silberlegierung – ungewöhnlich – niedriger Qualität verwendet wurde, die eventuell die Farbe der Edelmetalle (silbrig-goldig [?]) rein optisch imitieren sollte. Bei steigendem Kupferzusatz wird die Farbe der Silberlegierung gelblicher, falls jedoch der Kupferanteil bereits zwei Drittel der Legierungszusammensetzung ausmacht, ist die rote Farbe des zulegierten Kupfers deutlich sichtbar¹⁴⁷⁸. Möglicherweise kann diese spezielle Silber-Kupfer-Legierung, deren Hauptkomponente Kupfer bildet, hypothetisch in Beziehung zu den sog. goldfarbenen Legierungen gesetzt werden. Diese sind in verschiedenen schriftlichen Quellen, wie z. B. in der *Mappae Clavicula* (um 820 n. Chr.)¹⁴⁷⁹ und dem byzantinischen Traktat »Über die edle und hochberühmte Goldschmiedekunst« (11. Jh.)¹⁴⁸⁰, erwähnt. Grundsätzlich handelt es sich um verschiedene Varianten ähnlicher Rezepturen, die die Herstellung silber- und/oder goldfarbiger Legierungen durch die Verwendung von wenig Silber und mehr Kupfer (mit einem Silber-Kupfer-Anteil von ca. 1 : 4) oder anderen Inhaltsstoffen, wie z. B. Zink und Auripigment, beschreiben. Leider sind weder

¹⁴⁷⁸ Brepohl 1984, 44.

¹⁴⁷⁹ Eine karolingische Rezeptsammlung, die sogar Rezepte aus älteren Schriftquellen enthält: Smith – Hawthorne 1974, 3–22; s. Rezept 15, 83. 209 (vgl. Smith – Hawthorne 1974, 32 Anm. 19. 39. 209).

¹⁴⁸⁰ Das Traktat »Über die edle und hochberühmte Goldschmiedekunst« wurde von einem anonymen griechischen Autor verfasst und als Teil einer in 1478 auf Kreta angefertigten Kopie eines heute verschollenen Originals erhalten. Diese Sammelhandschrift umfasst Texte spätantiken Ursprungs und spätere Ergänzungen aus dem 13.–15. Jh.: Wolters 2004, 162; Kap. 17. und 40b nach Wolters 2004, 168. 174.

vorliegende Analyseergebnisse noch die Beschreibungen der Rezepturen präzise genug, um eine deutliche Beziehung zwischen ihnen nachweisen zu können.

Abschließend soll nochmals darauf hingewiesen werden, dass mehrere Untersuchungen erforderlich gewesen wären, um ein aussagekräftiges Ergebnis zu erhalten. Die geringe Quantität der erforschten Objekte kann leider kaum dafür herangezogen werden, die unterschiedlichen Epochen der byzantinischen Zeit zu repräsentieren, dementsprechend ist die obige Zusammenfassung nur als Hypothese für zukünftige Forschungen, nicht aber als gesicherte Schlussfolgerung zu betrachten.

IV.3 DIE OBJEKTE AUS KUPFERLEGIERUNGEN

IV.3.1 Allgemeine Eigenschaften des Kupfers und seiner Legierungen

Das Kupfer gehört im Periodensystem der Kupfergruppe an. Kupfer und seine Legierungen (Messing, Bronze, Rotguss) werden innerhalb der Nichteisenmetalle ebenfalls den Buntmetallen zugeordnet. Diese Sammelbezeichnung weist vor allem auf das breite Farbspektrum der zur Gruppe gehörenden Grundmetalle und ihren Legierungen hin.

Bezüglich der Gewinnung ist Kupfer sowohl als gediegenes Metall in der Natur als auch in verschiedenen kupferhaltigen Erzen (z. B. Kupfersulfide oder Cuprit/Kupferoxid, Malachit/Kupfercarbonat) zu finden¹⁴⁸¹. Infolge der Raffinierung wird das erhaltene reine rötlich rosafarbene Kupfer sehr weich¹⁴⁸², weshalb es eine gute Schmied- und Dehnbarkeit aufweist. Um die Härte und die Gießbarkeit zu verbessern, ist das Legieren mit anderen Metallen erforderlich.

Die wichtigsten Zusatzmetalle der Kupferlegierungen sind Zinn, Zink und Blei. Die Eigenschaften des Grundmetalls (Kupfer) werden durch den Zusatz dieser Metalle, abhängig vom Verhältnis der Haupt- und Nebenkomponten, unterschiedlich beeinflusst. Wird Kupfer ausschließlich mit Zinn legiert, entsteht die Zweistofflegierung (Zinn-)Bronze. Bei steigendem Zinnzusatz wird die Farbe der Bronzelegierungen etwas heller, ihr Schmelzpunkt niedriger, die Härte erhöht und damit eine bessere Gießbarkeit gewährleistet¹⁴⁸³. Im Gegensatz dazu werden die guten Formbarkeitseigenschaften ab etwa 6–8 %igem Zinnanteil vermindert und gehen ab etwa 10–14 % völlig verloren¹⁴⁸⁴, wodurch sie für eine Kaltbearbeitung nicht mehr geeignet sind.

Das zweite wichtige Zweistoffsystem der Kupferlegierungen ist die Kupfer-Zink-Legierung, die als Messing bezeichnet wird. Hier wird Kupfer mit zunehmendem Zinkanteil weniger als im Fall von Zinn beeinflusst, jedoch hat Zink eine ähnliche Wirkung auf die Eigenschaften des Grundmetalls: Härte und Festigkeit nehmen zu, während die Dehnbarkeit abnimmt¹⁴⁸⁵. Die Farbe jedoch wird dadurch intensiver beeinflusst: Bereits bei niedrigem Zinkzusatz (ca. bis 14 %) wirkt die Legierung goldfarbig, wobei der rötliche Farbton des Grundmetalls beibehalten wird¹⁴⁸⁶. Erst ab ungefähr 20 % Anteil verleiht Zink dem Messing eine goldene hellgelbe Farbe¹⁴⁸⁷, die »unerfahrene Kunden« ohne Zweifel mit echtem Gold verwechseln konnten¹⁴⁸⁸. Obwohl dem Kupfer Zink als Zusatzstoff in höheren Mengen zulegiert werden kann, liegt die Höchstgrenze des Zinkzusatzes in der antiken Welt aus technologischen Gründen um 28 %¹⁴⁸⁹. Wie schon bei den Objekten aus Goldlegierungen erwähnt wurde, haben die staatlich geprägten Münzen den Metall-

¹⁴⁸¹ Ogden 1982, 26.

¹⁴⁸² Trotz der Raffinierung bleiben im Fall des Kupfers, gleich wie bei Gold und Silber, Verunreinigungen (z. B. Zink, Nickel etc.) als Spurenelemente zurück, deren Anteile auf die Herkunft des Metalls und die Verfahren der Metallgewinnung oder den Verhüttungsprozess hindeuten können: Healy 1978, 209–210; Ogden 1982, 26; Ogden 2000, 151.

¹⁴⁸³ Furger – Riederer 1995, 146; Brepohl 2000, 91; Ogden 2000, 153.

¹⁴⁸⁴ Hammer – Voß 1997, 25; vgl. Healy 1978, 228; Brepohl 2000, 91.

¹⁴⁸⁵ Brepohl 2000, 89–90; Hammer – Voß 1997, 25.

¹⁴⁸⁶ Furger – Riederer 1995, 146; vgl. Brepohl 2000, 90.

¹⁴⁸⁷ Furger – Riederer 1995, 146; vgl. Brepohl 2000, 90.

¹⁴⁸⁸ Ogden 1982, 27.

¹⁴⁸⁹ Craddock – Eckstein 2003, 224; vgl. Healy 1978, 213.

handwerkern als sichere Rohstoffquelle gedient. Ab dem 1. bis zum Ende des 2. Jahrhunderts sind die römischen Sesterzen aus Messing (75–90 % Cu, 9–22 % Zn) hergestellt¹⁴⁹⁰. Es ist anzunehmen, dass verschiedene Objekte wie z. B. die Schlüsselringe in römischer Zeit und vermutlich auch noch danach durch »Recyclen« dieser »Messingwährung« erzeugt wurden. Dennoch ist der Nachweis solcher Vermutungen schwierig, da maximal 10 % Zink beim Wiedereinschmelzen der Messinglegierung verdampfen können¹⁴⁹¹. Wird die Höchstgrenze des Zinkzusatzes (28 %) mit dem Zinkverlust beim »Recyclen« (10 %) gemeinsam betrachtet, lässt sich behaupten, dass ausschließlich die Artefakte aus Messing mit einem Zinkanteil um 20 % eindeutig als primäre Messinglegierungen interpretiert werden können. Der niedrigere Zinkgehalt (weniger als 14 %) bestimmter Messinglegierungen ist entweder mit technologischen Gründen oder mit dem Wiedereinschmelzen des Altmetalls zu erklären¹⁴⁹².

Eine Dreistofflegierung, die neben Kupfer, Zink und Zinn als zweiten und dritten Zusatzstoff in (ähnlich) beträchtlichen Mengen enthält, wird in der Fachliteratur mit dem Begriff »Rotguss« (»gunmetal«) bezeichnet¹⁴⁹³. Abhängig vom Anteil der NebenkompONENTEN zählen die gute Festigkeit und vor allem die bessere Gießbarkeit (inklusive eines niedrigeren Schmelzpunkts) zu den Vorteilen des Rotgusses¹⁴⁹⁴. Im Fundmaterial aus Ephesos wurden nur Legierungen derjenigen Objekte, deren Zinn- und Zinkanteil die 5 %ige Grenze erreicht, als Rotguss bezeichnet, dementsprechend sind die Rotgüsse in der Auswertung etwas unterrepräsentiert.

Im Gegensatz zu Zink und Zinn ist Blei mit Kupfer und seinen Legierungen nur teilweise mischbar, und es bleibt in bestimmten Legierungen (und dementsprechend auf der Oberfläche des bestimmten Objekts auch verstreut¹⁴⁹⁵) als Bleipartikel vorhanden¹⁴⁹⁶. Obwohl Blei den Legierungen für die Gießbarkeit sehr vorteilhafte Eigenschaften wie beispielsweise niedrigerer Schmelzpunkt und erhöhte Dünnschmelzbarkeit verleiht, werden die mechanischen Eigenschaften, etwa durch verminderte Festigkeit und erhöhte Sprödigkeit, stark (negativ) beeinträchtigt¹⁴⁹⁷. Wenn ein bestimmter (künstlich zulegiertes) Bleianteil in einer Legierung nachgewiesen werden kann, wird sie als bleihaltige Legierung (z. B. bleihaltiges Kupfer, bleihaltiges Messing etc.) beschrieben¹⁴⁹⁸. In der vorliegenden detaillierten Auswertung der Objekte aus Kupferlegierungen werden die Legierungen, bestehend aus Kupfer mit höherem Bleizusatz, als Kupfer-Blei-Legierungen bezeichnet. Folgendermaßen werden die Bronze-Legierungen, deren Bleianteil den Zinngehalt überwiegt, als Blei/Zinn-Bronzen und, falls die Werte umgekehrt sind, als Zinn/Blei-Bronzen beschrieben.

Es gilt zu beachten, dass die oben vorgestellten Charakteristika des Kupfers und seiner Legierungen den Idealfall darstellen, nämlich dann, wenn deren Eigenschaften weder von natürlichen Verunreinigungen noch von weiteren künstlichen Zusatzstoffen (nicht einmal in Spuren) beeinflusst sind. Im archäologischen Fundmaterial sind solche ausschließlich »reinen« Legierungen selten nachzuweisen¹⁴⁹⁹.

¹⁴⁹⁰ Riederer 1974, 95–97 Abb. 8.

¹⁴⁹¹ Ponting 1999, 1315.

¹⁴⁹² Ponting 1999, 1315 f.

¹⁴⁹³ Diese Legierung war bereits um das 3. Jh. im Römischen Reich regelmäßig in Verwendung: Craddock 1978, 1; vgl. die Definition bei Tylecote 1992, 189 und Brepohl 2000, 91.

¹⁴⁹⁴ Tylecote 1992, 69; Furger – Riederer 1995, 176; Brepohl 2000, 91.

¹⁴⁹⁵ Aufgrund dieser Bleipartikel, die auf der Oberfläche der Objekte aus bleihaltigen Kupferlegierungen erhalten bleiben, muss man mit der Bewertung der Oberflächenmessungen sehr vorsichtig sein. Die Vermessung einer solchen bleihaltigen Stelle kann zu falschen Analyseergebnissen führen. s. »smearing« bei Lutz – Pernicka 1996, 318.

¹⁴⁹⁶ Hammer – Voß 1997, 25.

¹⁴⁹⁷ Furger – Riederer 1995, 176; Hammer – Voß 1997, 25; Ogden 2000, 154.

¹⁴⁹⁸ Vgl. Ponting 1999, 1311 und 1312 Abb. 2.

¹⁴⁹⁹ Die weiteren dritten, vierten etc. NebenkompONENTEN können die Eigenschaften bestimmter Legierungen wesentlich ändern, wie es durch komplexe Analysen (Bohrproben, Beobachtungen der Bohrspänen und Materialanalysen) verschiedener Buntmetallobjekte (Halbfabrikate und Werkstattabfälle) im römischen Militärlager Augst bewiesen wurde: s. dazu Furger – Riederer 1995, 147–150.

IV.3.2 Gewandschmuck

Die Auswertung dieser Gruppe vereint in sich die verschiedenen Gürtelbestandteile, die wegen ihrer Anzahl und der quantitativen Ergebnisse eine der am besten repräsentierten Fundgruppen darstellt. Insgesamt 49 Objekte respektive, da die Schnallen aus mehreren Einzelteilen (wie Beschläg, Bügel und Dorn) zusammengesetzt sind, 64 Bestandteile wurden untersucht, von denen 22 Objekte (31 Bestandteile) qualitativ und 27 Objekte (33 Bestandteile) quantitativ ausgewertet wurden (vgl. Tab. 47). In ihrer Zusammensetzung lassen sich die Artefakte in vier Hauptgruppen der Kupferlegierungen einteilen, nämlich Messing (Legierungsgruppe 1: LG1), Bronze (Legierungsgruppe 2: LG2), Kupfer bzw. Kupfer/Blei-Legierungen (Legierungsgruppe 3: LG3) und Rotgüsse (Legierungsgruppe 4: LG4). Als Ausnahme muss die Schnalle **T 64** mit rechteckigem Beschläg und Tierdarstellung vom Typ G2 erwähnt werden, die sich überwiegend aus Blei zusammensetzt (s. dazu die Auswertung der Bleiobjekte).

Statistisch gesehen (vgl. Diagramm 9) dominieren die Gürtelbestandteile aus Messing mit 15 Bestandteilen (LG1: **T 1**, **T 2** [Dorn, Bügel], **T 5**, **T 27**, **T 49**, **T 50**, **T 51** [Dorn, Beschläg/Körper: Beschläg + Bügel], **T 52** [Dorn, Körper], **T 71**, **T 72**, **T 80**), gefolgt von neun Bestandteilen aus Zinn-Blei-Bronzen (LG2: **T 35**, **T 39** [Dorn, Bügel], **T 42** [Bügel, Beschläg], **T 55**, **T 56**, **T 63**, **T 86**), sechs Bestandteilen aus Kupfer oder Kupfer-Blei-Legierungen (LG3: **T 7** [Bügel und Körper] **T 20**, **T 26**, **T 84**, **T 92**) und zwei Bestandteilen aus Rotgüssen (LG4: **T 8**, **T 62**).

Aufgrund des Verhältnisses der Elemente Kupfer, Zink, Zinn und Blei zueinander können aus der LG1 (Messing) vier Subgruppen gebildet werden: Zu der Subgruppe 1 gehört lediglich das Objekt **T 99**, das als Zweistoff-Legierung neben Kupfer und Zink keine weiteren Komponenten in signifikanter Menge enthält. Die übrigen Subgruppen sind durch ihre verschiedenen Anteile an Kupfer, Zink und Blei als Dreistoff-Legierungen zu charakterisieren. Subgruppe 2 wird durch den höheren Zink- (8–14 %) als Bleigehalt (5–7 %) gekennzeichnet. Sechs Objekte/Bestandteile können dieser Gruppe zugeordnet werden: **T 1**, **T 2** (Dorn), **T 51** (Dorn), **T 52** (Dorn und Beschläg) und **T 80**. In der Subgruppe 3 ist das Verhältnis dieser Elemente in ihrer Zusammensetzung umgekehrt – der Zinkanteil liegt bei 6–10 %, der Bleianteil bei 12–18 %. Dies betrifft fünf Objekte/Bestandteile: **T 2** (Bügel), **T 5**, **T 50**, **T 71** und **T 72**. Die Subgruppe 4 beinhaltet drei Objekte/Bestandteile, **T 27**, **T 49**, **T 51** (Beschläg), die über eine ähnliche Menge an Zink und Blei, nämlich an die 10–13 %, verfügen, jedoch unterscheidet sich die Schnalle **T 49** insofern, als dass in ihrer Legierung zusätzlich noch 4 % Zinn vorgefunden wurde¹⁵⁰⁰.

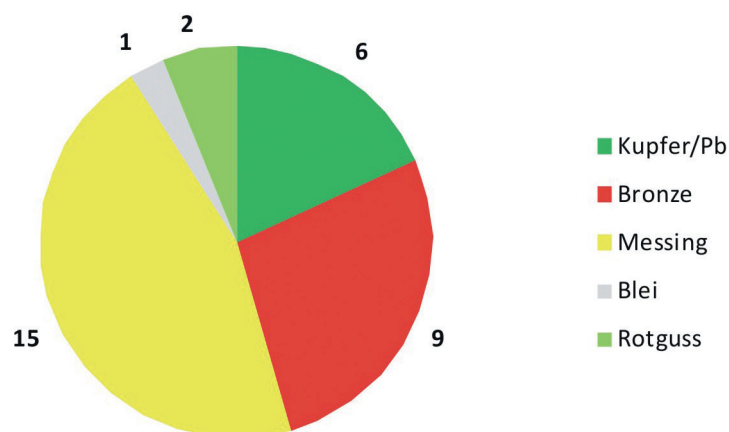


Diagramm 9 Verteilung der Gürtelbestandteile aus verschiedenen Legierungen im untersuchten Fundmaterial

¹⁵⁰⁰ Da die Zinnwerte der Schnalle **T 49** die 5 %ige Grenze nicht erreicht, wurde sie der Subgruppe 4 und nicht der LG4 (Rotgüsse) zugeordnet.

Bei der Legierungsgruppe 2, den Zinn/Blei-Bronzelegierungen, muss eine weitere Einteilung in Subgruppen ausbleiben, da die Objekte mit ähnlicher Zusammensetzung mehrere kleinere oder größere Unterschiede aufweisen. Die Schnallen **T 35** und **T 42** bestehen vermutlich aus Zinn-Bronze mit 7–9 % Zinn, wobei eine niedrigere Menge an Blei oder auch Zinn (max. 3 %) in ihrer Zusammensetzung nachzuweisen ist. Die Schnallen **T 39** und **T 55** verfügen über einen ähnlichen oder etwas höheren Zinn- als Bleigehalt, jedoch sind diese Elemente in der Legierung bei **T 55** doppelt so hoch. Die Schnallen **T 39** (Dorn), **T 42** (Beschläg), **T 56**, **T 63** und **T 86** sind Blei/Zinn-Bronzen, wobei jedoch große Schwankungen des Zinn- (6–18 %) und Bleigehalts (13–23 %) festzustellen sind.

Tab. 47 Die quantitativ ausgewerteten Gürtelbestandteile sind nach Legierungsgruppen und absteigendem Kupfergehalt geordnet. Das Hauptelement ist mit Rot, die zweite und dritte Komponente (mehr als 5 %) sind mit Orange und Blau markiert. Die Objekte um die Jahrhundertwende zwischen dem 6. und 7. Jahrhundert sind durch gestrichelte Linien angezeigt

		Kat.	Objekt	Datierung	Messstelle/ Messpunkt	Cu (%)	Zn (%)	Sn (%)	Pb (%)
LG1, Messing (Cu – Zn – Pb)	SG1 Messing (Cu – Zn)	T 99	Gürtelzierde	200–400 n. Chr. (?)	2 MP, MW: VS, RS	88,8	7,5	0,8	2,2
	SG2 Messing-Pb (Cu – Zn > Pb)	T 52	Schnalle mit gekehlt- tem Beschläg und Endmedaillon	6.–7. Jh. (?)	1 MP: Dorn	84,5	8,9	–	5,0
		T 2	herzförmige Schnalle (Typ A9)	2. H. 5.– 1. H. 6. Jh.	2 MP, MW: Dorn	84,1	7,9	0,5	6,6
		T 52	Schnalle mit gekehlt- tem Beschläg und Endmedaillon	6.–7. Jh. (?)	1 MP: Körper	83,2	10,6	–	4,6
		T 1	nierenförmige Schnalle mit Ripp- dekor (Typ A5 oder B4)	E. 5. – frühes 6. Jh. (oder 1. H. 5. Jh.)	3 MP, MW: Bügel, VS, RS	83,1	7,7	1,9	6,4
		T 51	Schnalle mit wappenförmigem Beschläg	2. D.– 2. H. 6. Jh.	1 MP: Dorn	78,8	14,1	2,0	4,7
		T 80	Riemenzunge	4.–7. Jh. (?) (FK)	2 MP, MW: Körper	78,1	12,4	0,3	6,9
	SG3 Messing-Pb (Cu – Zn < Pb)	T 5	herzförmige Schnalle (Typ A9)	2. H. 5.– 1. H. 6. Jh.	2 MP, MW: Bügel, VS, RS	76,0	9,7	–	12,7
		T 50	Schnalle mit Rie- menschnalle, Typ »Salona Histria«	letztes D. 6.– A. 7. Jh.	3 MP, MW: Körper	74,1	7,3	2,9	14,0
		T 2	herzförmige Schnalle (Typ A9)	2. H. 5.– 1. H. 6. Jh.	1 MP: Bügel	73,0	8,6	1,5	16,2
		T 72	Schnallendorn/Halb- fabrikat (?)	–	2 MP, MW: Dorn	72,7	8,2	0,2	18,4
		T 71	Halbfabrikat/ »Falschguss«	4.–7. Jh. (?) (FK)	2 MP: Dorn, MW	68,4	6,0	3,1	17,4
	SG4 Messing-Pb (Cu – Zn = Pb)	T 27	Schnalle mit kreuz- förmigem Beschläg (Typ D22)	1. H. 7. Jh.	1 MP: Körper	73,5	11,9	0,5	12,9
		T 51	Schnalle mit wappenförmigem Beschläg	2. D.– 2. H. 6. Jh.	1 MP: Körper	72,8	12,7	1,9	11,8
		T 49	Schnalle mit gekehlt- tem schildförmigem Schnallendorn/Halb- fabrikat (?)	1. H.–frühe 2. H. 7. Jh.	1 MP: Körper, VS	72,2	10,8	4,4	9,6

Tab. 47 Fortsetzung

		Kat.	Objekt	Datierung	Messstelle/ Messpunkt	Cu (%)	Zn (%)	Sn (%)	Pb (%)
LG2, Bronzelegierungen (Cu – Sn – Pb)	Zinn-Bronze (Cu – Sn)	T 35	Schnalle mit durchbrochenem Dreiecksbeschlag, Typ ›Korinth‹ (Typ E6)	2. H. 7. Jh.	1 MP: Körper, VS	89,8	0,4	6,9	2,5
		T 42	Schnalle, Typ ›Bologna‹ (Typ E8, Variante)	1. H. 7. Jh. (?)	1 MP: Bügel	84,3	3,0	8,7	3,0
	Zinn/Blei-Bronze (Cu – Sn > Pb)	T 39	Schnalle, Typ ›Bologna‹ (Typ E8)	1. H. 7. Jh.	1 MP: Bügel	77,4	3,8	9,0	8,6
		T 55	Schnalle mit rechteckigem Beschlag und Tierdarstellung (Typ G2)	E. 9.–A. 11. Jh.	2 MP, MW: Körper, VS, RS	63,2	1,0	18,7	15,6
	Blei/Zinn-Bronze (Cu – Sn < Pb)	T 42	Schnalle, Typ ›Bologna‹ (Typ E8, Variante)	1. H. 7. Jh. (?)	1 MP: Körper	78,2	2,0	6,2	12,8
		T 39	Schnalle vom Typ ›Bologna‹ (Typ E8)	1. H. 7. Jh.	1 MP: Dorn	68,6	4,0	7,2	18,6
		T 56	Schnalle mit rechteckigem Beschlag und Tierdarstellung (Typ G2)	E. 9.–A. 11. Jh.	1 MP: Körper, VS	66,8	1,2	7,0	21,0
		T 63	Schnalle mit rechteckigem Beschlag und Tierdarstellung (Typ G2)	E. 9.–A. 11. Jh.	1 MP: Körper, VS	55,7	1,1	17,4	22,7
		T 86	Riemendurchzug (?)	6.–10. Jh. (?)	2 MP, MW	55,0	0,3	18,0	23,4
LG3, Kupfer / Kupfer-Blei-Legierungen (Cu und Cu-Pb)	Kupfer (Cu)	T 26	Schnalle mit kurzem trapezförmigem Beschlag	1.–2. H. 7. Jh.	1 MP: Körper	99,8	–	–	SP
		T 7	Schnalle mit D-förmigem Laschenbeschlag	M.–2. H. 5. Jh.	1 MP: Bügel 1 MP: Körper, MW	96,5 95,8	0,1 0,01	– 0,4	3,2 3,5
	Kupfer-Blei-Leg. (Cu-Pb)	T 84	Riemenverteiler (?)	–	1 MP: RS	90,8	0,5	1,5	5,1
		T 92	Gürtelzierde	osmanisch (17.–18. Jh.) (?)	1 MP: VS	87,9	2,3	1,8	6,7
		T 20	Schnalle mit nierenförmig durchbrochenem Beschlag, Typ ›Balgota‹, Variante a (Typ D9)	spätes 6.–M. 7. Jh.	1 MP, MW: Körper, VS	73,3	3,7	3,3	18,3
LG4, Rotgüsse (Cu-Zn-Sn)		T 62	Schnalle mit rechteckigem Beschlag und Tierdarstellung (Typ G2)	E. 9.–A. 11. Jh.	1 MP: Körper, VS	71,0	12,0	6,1	10,4
		T 8	Schnalle mit rechteckigem Hohlbügel (Typ B19?)	2. H. 6.–2. H. 7. Jh.	2 MP, MW: Bügel	68,7	6,4	6,3	18,3

Die Legierungsgruppe 3 (Kupfer bzw. Kupfer-Blei-Legierungen) umfasst sechs Objekte respektive deren Bestandteile, die überwiegend aus Kupfer oder aus Kupfer mit verschiedenen Anteilen an zulegiertem Blei bestehen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Bestandteile von **T 7** und **T 26** (Bügel und Beschläg) nur eine niedrige Menge an Blei (unter 4 %) beinhalten, während die Legierungen der Objekte **T 84** und **T 92** einen höheren Bleigehalt, nämlich 6–7 %, und im Fall der Schnalle **T 20** sogar 18 % aufweisen.

In die Legierungsgruppe 4 sind die Schnallen **T 8** (Taf. 1 Farbt. 1) und **T 62** (Taf. 5 Farbt. 5) zu zählen. Ihre Legierungszusammensetzung enthält, neben Kupfer, Zink, Zinn und eine hohe Menge an Blei, dementsprechend werden sie als hoch bleihaltige Rotgüsse bezeichnet. Trotz der Einordnung beider Objekte in diese Legierungsgruppe zeigen die Nebenkomponten ihrer Legierungen unterschiedliche Verhältnisse: Die Zink- und Zinnwerte der Schnalle **T 8** sind ähnlich (um 6 %), während der Zinkanteil in der Legierung der Schnalle **T 62** doppelt so hoch liegt (12 %) wie der Zinnanteil. Außerdem wurde die fast doppelte Menge an Blei der Legierung der Schnalle **T 8** (18 %) als der Schnalle **T 62** (10 %) zulegiert.

Die obige Einteilung der Objekte/Bestandteile in Hauptlegierungs- und Subgruppen kann als Versuch zur systematischen Anordnung der verschiedenen möglichen Legierungstypen anhand der Analyseergebnisse betrachtet werden. Auch hier darf der Unsicherheitsfaktor der Oberflächenmessungen nicht vergessen werden. Aufgrund fehlender vergleichbarer Materialanalysen von byzantinischen Kleinfunden aus anderen Fundorten des Byzantinischen Reichs muss die Richtigkeit unserer RFA-Messergebnisse unsicher bleiben. Ebenfalls kann die hier durchgeführte, sehr detaillierte Klassifikation der Kupferlegierungen nur als richtungsweisendes Ergebnis für zukünftige Analysen dienen. Dementsprechend werden die Objekte/Bestandteile im Folgenden nach Hauptlegierungsgruppen (wie Messing, Bronze und Kupfer bzw. Kupfer-Blei-Legierungen) und in speziellen Fällen mit Bezug auf ihre ›besondere‹ Zusammensetzung behandelt.

Ein kurzer Überblick über eine ausgewählte frühbyzantinische und die einzige mittelbyzantinische typologische Schnallengruppe, die aufgrund von Quantität und den erfolgten Analyseergebnissen am repräsentativsten erscheinen, zeigt folgendes Ergebnis:

IV.3.2.1 SCHNALLENTYP E8 (1. HÄLFTE 7. JAHRHUNDERT)

Von den Schnallen des Typs ›Bologna‹ (Typ E8 und Variante) wurden insgesamt sechs Exemplare in und um Ephesos gefunden, davon sind zwei quantitativ und drei qualitativ ausgewertet; ein weiteres Objekt wurde nicht analysiert. Fast alle untersuchten Exemplare bestehen aus verschiedenen Zinn/Blei- oder Blei/Zinn-Bronzelegierungen (LG2). Eine detailliertere Auswertung ist leider nicht möglich, da nur zwei Objekte (zusammengesetzt aus vier Bestandteilen: **T 39**: Bügel und Dorn, **T 42**: Bügel und Körper) quantitativ ausgewertet wurden. Keines der beiden Ergebnisse weist engere Ähnlichkeiten zueinander auf (die Werte liegen um 70–84 % Kupfer, 6–9 % Zinn, 3–19 % Blei und 2–4 % Zink). Von den drei qualitativ analysierten Schnallen wurden **T 37** und **T 38** (insgesamt sechs Bestandteile: **T 37**: Beschläg, Dorn und Bügel, **T 38**: Beschläg, Dorn und Bügel) unter Verwendung von Zinn/Blei- oder Blei/Zinn-Bronze-Legierungen hergestellt. Im Fall des Objekts **T 40** konnte das Grundmaterial des Beschlägs ebenfalls als Zinn/Blei-Bronze bestimmt werden.

IV.3.2.2 SCHNALLENTYP G2 (ENDE 9. – ANFANG 11. JAHRHUNDERT)

Nach Quantität bilden die Schnallen mit rechteckigem Beschläg und Tierdarstellung (Typ G2) die größte typologische Gruppe. Unter den fünf quantitativ (**T 55**, **T 56**, **T 62**, **T 63**, **T 64**) und sieben qualitativ (**T 57**, **T 58**, **T 59**, **T 60**, **T 61**, **T 65**, **T 66**) analysierten Stücken dominieren die Zinn/Blei- oder Blei/Zinn-Bronzelegierungen (LG2). Lediglich die Schnalle **T 62** ist aus Rotguss mit höherem Anteil an Blei hergestellt. Das Objekt **T 64** stellt vermutlich ein Gussmodell dar, da Blei die Hauptkomponente bildet.

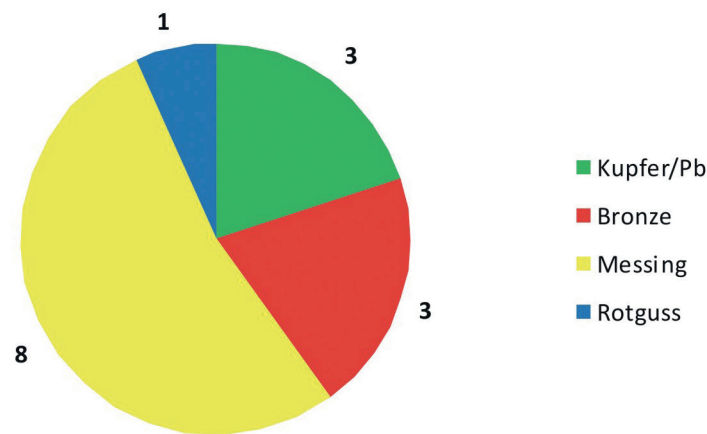


Diagramm 10 Verteilung der frühbyzantinischen Schnallen aus Buntmetall im untersuchten Fundmaterial

Das Zinn-Blei-Verhältnis der quantitativ analysierten Bronzeschnallen unterscheidet sich deutlich voneinander: Im Grundmaterial des Objekts **T 55** sind Zinn und Blei in annähernd ähnlichen Mengen, nämlich 16–19 %, vorhanden, während **T 56** und **T 63** über einen wesentlich höheren Bleigehalt, nämlich 21–22 %, verfügen, wobei aber eine 10 %ige Differenz zwischen dem Zinngehalt der beiden Letzteren (**T 56**: 7 % und **T 63**: 17 %) zu beobachten ist.

Die anderen ausschließlich frühbyzantinischen Schnallen werden aufgrund ihrer geringen Stückzahl und/oder den wenigen quantitativen Analyseergebnissen (aus chronologischer Hinsicht) als eine Fundgruppe behandelt. Somit wurden insgesamt 21 frühbyzantinische Gürtelbestandteile, die 13 verschiedene Fundtypen und Varianten repräsentieren, sowie die oben erwähnten 4 mittelbyzantinischen Schnallen (Typ G2) in die Auswertung miteinbezogen (s. Tab. 48). Sieben Artefakte, deren Datierung (oder typologische Einordnung) unsicher ist (**T 71**, **T 72**, **T 80**, **T 84**, **T 86**, **T 92**, **T 99**), bleiben hier unberücksichtigt. Werden alle Schnallen, die zwischen dem 5. und 7. Jahrhundert einzuordnen sind, in einem Kreisdiagramm nach Verteilung ihrer Legierungszusammensetzung dargestellt (s. Diagramm 10), gelangt man zu folgender Schlussfolgerung: Annähernd doppelt so viele Objekte wurden aus Messing (8 Objekte = 11 Bestandteile) als aus Bronze (3 Objekte = 5 Bestandteile) oder Kupfer- bzw. Kupfer/Blei-Legierung (3 Objekte = 4 Bestandteile) hergestellt. Bemerkenswert dabei ist, dass keine der Schnallen, die zeitlich vor dem 7. Jahrhundert eingeordnet werden können, aus Bronze hergestellt wurden (vgl. Tab. 48). Die ältesten Exemplare, wie die Schnalle mit D-förmigem Laschenbeschlag **T 7** (Taf. 1 Farbt. 1) und eventuell die Schnalle mit lang gestrecktem und gekehltem Beschlag **T 52** (Taf. 4 Farbt. 4)¹⁵⁰¹, die nierenförmige Schnalle mit Rippdekor **T 1** (Taf. 1 Farbt. 1), die herzförmigen Schnallen **T 2** (Taf. 1 Farbt. 1) und **T 5** (Taf. 1 Farbt. 1) und auch die Schnallen um die Jahrhundertwende, wie die Schnalle mit Riemenschlaufe des Typs ›Salona Histria‹, **T 50** (Taf. 4 Farbt. 4), und die Schnalle mit wappenförmigem Beschlag, **T 51** (Taf. 4 Farbt. 4), bestehen alle aus Messing (mit mindestens 5 % zulegiertem Blei). Die ersten Exemplare aus Bronzelegierungen erscheinen im vorliegenden Fundmaterial erst unter den Schnallen des 7. Jahrhunderts. Sie beschränken sich auf zwei Typen, nämlich die Schnallen des Typs ›Bologna‹ und seine Variante (Typ E8: **T 42** [Taf. 4 Farbt. 3], **T 39** [Taf. 3 Farbt. 3]) sowie die Schnallen mit durchbrochenem Dreiecksbeschlag und Endscheibe des Typs ›Korinth‹ (Typ E6: **T 35** [Taf. 3 Farbt. 3]). Im 7. Jahrhundert sind noch Beispiele vorhanden, deren Legierung aus bleihaltigem Messing besteht wie die Miniatureschnalle mit kreuzförmigem Beschlag **T 27** (Taf. 3 Farbt. 2) und die

¹⁵⁰¹ Aufgrund der fraglichen Datierung zählt diese Schnalle nicht unbedingt zu den ältesten Exemplaren (vgl. in der Tab. 48: Datierung mit Fragezeichen).

Schnalle mit gekehlttem, schildförmigem Scharnierbeschlag **T 49** (Taf. 4 Farbtaf. 4). Dennoch kommen diese im Vergleich zu den Schnallen aus Bronzelegierungen in niedrigerer Anzahl vor. Dementsprechend kann hier vielleicht vorsichtig postuliert werden, dass Messing aufgrund der gegenwärtigen Ergebnisse in frühbyzantinischer Zeit bis in das 7. Jahrhundert die bevorzugte Kupferlegierung für die Herstellung verschiedener Schnallentypen war, ab dem 7. Jahrhundert jedoch treten schließlich die Schnallen aus Bronzelegierungen in größeren Mengen auf.

Als Vergleich mit den Schnallen der mittelbyzantinischen Zeitstellung steht uns nur ein einziger Typ, nämlich Typ G2, zur Verfügung, der quantitativ und qualitativ gemessen wurde. Wie bereits erwähnt, bestehen von den vier quantitativ untersuchten Schnallen drei aus Bronzelegierungen (**T 55**, **T 56**, **T 63**) und ein Exemplar aus Rotguss mit hohem Blei- bzw. relativ hohem Zinngehalt (**T 62**). Die Zusammensetzungen von acht weiteren Schnallen desselben Typs wurden qualitativ bestimmt: bei diesen handelt es sich durchwegs um Blei-Bronzen (vgl. Tab. 49), wobei jedoch den qualitativen Messergebnissen weniger Bedeutung zukommen darf.

Tab. 48 Die quantitativ ausgewerteten Gürtelbestandteile sind nach Datierung (und Katalognummern) geordnet. Das Hauptelement ist mit Rot, die zweite und dritte Komponente (mehr als 5 %) sind mit Orange und Blau markiert. In der Tabelle sind die Objekte um die Jahrhundertwende zwischen dem 6. und dem 7. Jahrhundert mit gestrichelten Linien markiert. Die dicke Linie trennt die spätantik-frühbyzantinischen von den mittelbyzantinischen Gürtelbestandteilen ab

Kat.	Objekt	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Legierung	Cu (%)	Zn (%)	Sn (%)	Pb (%)
T 7	Schnalle mit D-förmigem Laschenbeschlag	M.–2. H. 5. Jh.	1 MP: Bügel	Kupfer (LG3)	96,5	0,1	–	3,2
			1 MP, MW: Körper	Kupfer (LG3)	95,8	0,01	0,4	3,5
T 52	Schnalle mit gekehlttem Beschlag	6.–7. Jh. (?)	1 MP: Dorn	Messing-Pb (LG1, SG2)	84,5	8,9	–	5,0
			1 MP: Körper	Messing-Pb (LG1, SG2)	83,2	10,6	–	4,6
T 1	nierenförmige Schnalle mit Rippdekor (A5 oder B4)	2. H. 5.– 1. H. 6. Jh. (oder 1. H. 5. Jh.)	3 MP, MW: Bügel, VS, RS	Messing-Pb (LG1, SG2)	83,1	7,7	1,9	6,4
T 2	herzförmige Schnalle (Typ A8, A9, C18)	2. H. 5.– 1. H. 6. Jh.	2 MP, MW: Dorn	Messing-Pb (LG1, SG2)	84,1	7,9	0,5	6,6
			1 MP: Bügel	Messing-Pb (LG1, SG3)	73,0	8,6	1,5	16,2
T 5	herzförmige Schnalle (Typ A8, A9, C18)	2. H. 5.– 1. H. 6. Jh.	2 MP, MW: Bügel, VS, RS	Messing-Pb (LG1, SG3)	76,0	9,7	–	12,7
T 8	Schnalle mit rechteckigem Hohlbügel	2. H. 6.– 2. H. 7. Jh.	2 MP, MW: Bügel	Rotguss	68,7	6,4	6,3	18,3
T 51	Schnalle mit wappenförmigem Beschlag	2. D.– 2. H. 6. Jh.	1 MP: Dorn	Messing-Pb (LG1, SG2)	78,8	14,1	2,0	4,7
			1 MP: Körper	Messing-Pb (LG1, SG4)	72,8	12,7	1,9	11,8
T 50	Schnalle mit Riemenschlaufe, Typ ›Salona Histria‹ (Variante [?])	letztes D. 6.– A. 7. Jh.	3 MP, MW: Körper	Messing-Pb (LG1, SG3)	74,1	7,3	2,9	14,0
T 20	Schnalle mit nierenförmig durchbrochenem Beschlag, Typ ›Balgota‹, Variante a (Typ D9)	spätes 6.– M. 7. Jh.	2 MP, MW: Körper, VS	Kupfer-Pb-Leg. (LG3)	73,3	3,7	3,3	18,3

Tab. 48 Fortsetzung

Kat.	Objekt	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Legierung	Cu (%)	Zn (%)	Sn (%)	Pb (%)
T 26	Schnalle mit kurzem, trapezförmigem Beschläg	1.–2. H. 7. Jh. (?)	1 MP: Körper	Kupfer (LG3)	99,8	–	–	SP
T 27	Schnalle mit kreuzförmigem Beschläg (Typ D22)	1. H. 7. Jh.	1 MP: Körper	Messing-Pb (LG1, SG4)	73,5	11,9	0,5	12,9
T 39	Schnalle mit herzförmig durchbrochenem Beschläg, Typ ›Bologna‹ (Typ E8 und Variante)	1. H. 7. Jh. 1. H. 7. Jh. (?)	1 MP: Bügel	Sn/Pb-Bronze (LG2)	77,4	3,8	9,0	8,6
			1 MP: Dorn	Pb/Sn-Bronze (LG2)	68,6	4,0	7,2	18,6
T 42			1 MP: Bügel	Sn-Bronze (LG2)	84,3	3,0	8,7	3,0
			1 MP: Körper	Pb/Sn-Bronze (LG2)	78,2	2,0	6,2	12,8
T 49	Schnalle mit gekehltem, schildförmigem Beschläg (Typ E29)	1.–frühe 2. H. 7. Jh.	1 MP: Körper, VS	Messing-Pb (LG1, SG4)	72,2	10,8	4,4	9,6
T 35	Schnalle mit durchbrochenem Dreiecksbeschläg und Endscheibe des Typs ›Korinth‹ (Typ E6)	2. H. 7. Jh.	1 MP: Körper, VS	Sn-Bronze (LG2)	89,8	0,4	6,9	2,5
T 55	Schnalle mit rechteckigem Beschläg und Tierdarstellung (Typ G2)	E. 9.–A. 11. Jh.	2 MP, MW: Körper, VS, RS	Sn/Pb-Bronze (LG2)	63,2	1,0	18,7	15,6
T 56			1 MP: Körper, VS	Pb/Sn-Bronze (LG2)	66,8	1,2	7,0	21,0
T 62			1 MP: Körper, VS	Rotguss (LG4)	71,0	12,0	6,1	10,4
T 63			1 MP: Körper, VS	Pb/Sn-Bronze (LG2)	55,7	1,1	17,4	22,7

Die niedrige Anzahl der quantitativ untersuchten mittelbyzantinischen Schnallen ist für eine komparative Auswertung zwischen den Objekten früh- und mittelbyzantinischer Zeitstellung in Bezug auf die unterschiedlich verwendeten Legierungstypen leider ungenügend. Mehrere vergleichbare Materialanalysen wären für eine aussagekräftige Schlussfolgerung erforderlich.

Außer der Zusammensetzung der unterschiedlichen Gürtelbestandteile und somit einer groben tendenziellen Änderung der verwendeten Legierungen in den verschiedenen Epochen der byzantinischen Zeit wurden auch die konstruktiven Einzelteile von mehrteiligen Objekten (vor allem der Schnallen) untersucht und miteinander verglichen, beruhend auf der Annahme, dass auch kleinere, aber im Herstellungsprozess durchaus wichtige Details zusätzliche Informationen für die Geschichte des Artefakts liefern können. Demzufolge liegt im Folgenden die Aufmerksamkeit auf den unterschiedlichen Konstruktionselementen, aus denen sich ein Artefakt zusammensetzt, wie im Falle bestimmter Schnallen aus Bügel, Dorn und Beschläg.

Von sechs frühbyzantinischen Schnallen wurden unterschiedliche Einzelteile quantitativ ausgewertet (vgl. Tab. 50). In zwei Fällen (T 7: Bügel und Beschläg; T 52: Dorn und Beschläg) ist die materielle Zusammensetzung der verschiedenen Bestandteile desselben Objekts fast identisch, während bei den übrigen vier Schnallen etwa 7–10 % Unterschied im Bleigehalt (T 2 und T 39: Dorn und Bügel; T 42: Bügel und Beschläg; T 51: Dorn und Beschläg) nachzuweisen sind.

Tab. 49 Die qualitativ ausgewerteten Gürtelbestandteile sind nach Legierungsgruppen geordnet

Bronzelegierungen	Kat.	Objekt	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Legierung	Cu	Zn	Sn	Pb
	T 14	Schnalle mit kreuzförmig durchbrochenem Beschläg, Typ ›Suci-dava‹ (Typ D1)	2. H. 6. Jh.	2 MP, MW: VS, RS,	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	(Pb)
	T 37	Schnallen des Typs ›Bologna‹ (Typ E8)	1. H. 7. Jh.	1 MP: Körper	Pb-Bronze	Cu	–	Sn	Pb
				1 MP: Dorn	Pb-Bronze	Cu	–	Sn	Pb
				1 MP: Bügel	Pb-Bronze	Cu	–	Sn	Pb
	T 38		1. H. 7. Jh.	1 MP: Körper	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	Pb
				1 MP: Dorn	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	Pb
				1 MP: Bügel	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	T 40		1. H. 7. Jh.	1 MP: Körper	Sn-Pb-Bronze (?)	Cu	(Zn [?])	Sn	Pb
	T 46		600–670 n. Chr.	1 MP: Körper	Pb-Bronze	Cu	Zn	Sn	Pb
				1 MP: Dorn	Pb-Bronze	Cu	Zn	Sn	Pb
				1 MP: Bügel	Pb-Bronze	Cu	Zn	Sn	Pb
	T 53	Schnalle mit leierartigem, durchbrochenem Beschläg	7. Jh. (?)	1 MP: Körper, VS	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	T 57	Schnallen mit rechteckigem Beschläg und Tierdarstellung (Typ G2)	E. 9.–A. 11. Jh.	1 MP: Körper, VS	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	T 58		E. 9.–A. 11. Jh.	2 MP, MW: Körper, VS, RS	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	T 59		E. 9.–A. 11. Jh.	2 MP: Körper, VS, RS	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	T 60		E. 9.–A. 11. Jh.	2 MP, MW: Körper, VS, RS	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	T 61		E. 9.–A. 11. Jh.	1 MP: Körper, VS	Pb-Bronze	Cu	–	Sn	Pb
	T 65		E. 9.–A. 11. Jh.	2 MP, MW: Körper, VS, RS	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	T 66		E. 9.–A. 11. Jh.	2 MP, MW: Körper, VS, RS	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	T 69	ovaler Schnallenbügel	7.–8. Jh. (?)	4 MP, MW	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	T 75	Schnalle/ Halbfabrikat	4.–7. Jh. (FK)	4 MP, MW,	Cu/Sn/Pb-Legierung	Cu	–	Sn	Pb
	T 77	Spaltriemenzunge	2. H. 4.–5. Jh.	2 MP, MW: VS, RS	Pb-Bronze	Cu	Zn	Sn	Pb
	T 94	Gürtelschließe	osmanisch (18. Jh.) (?)	1 MP: VS	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	Pb

Tab. 49 Fortsetzung

	Kat.	Objekt	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Legierung	Cu	Zn	Sn	Pb
Kupfer / Kupfer- Blei-Legierungen	T 16	Schnalle des Typs ›Petro-pavlovsk‹	6.–1. H. 7. Jh.	2 MP, MW	Cu/Pb	Cu	(Zn)	(Sn)	Pb
	T 29	Schnalle mit kreuzförmigem Beschlag (Typ D22)	1. H. 7. Jh.	4 MP, MW: VS, RS	Cu/Pb	Cu	(Zn)	(Sn)	Pb
	T 104	Gürtelzierde/Anhänger	–	VS	Kupfer	Cu	–	–	–
Cu/Zn/Sn/Pb-Legierungen	T 22	Schnalle mit leierförmigem Beschlag (Typ D15)	1. H. 7. Jh.	1 MP: Körper	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
				1 MP: Dorn	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
	T 26	Schnalle mit kurzem trapezförmigem Beschlag	1.–2. H. 7. Jh. (?)	3 MP, MW: Dorn (?)	Cu-Legierung	Cu	Zn	Sn	Pb
	T 40	Schnallen des Typs ›Bologna‹ (Typ E8)	1. H. 7. Jh.	1 MP: Dorn	Cu/Zn/Sn/Pb (?)	Cu	Zn	Sn	Pb
				1 MP: Bügel	Cu/Zn/Sn/Pb (?)	Cu	Zn	Sn	Pb

Tab. 50 Aufgelistet sind die quantitativen Analyseergebnisse verschiedener Bestandteile (Körper/Beschlag, Bügel und Dorn) derselben Schnallen wie in Tabelle 49. Das Hauptelement ist mit Rot, die zweite und dritte Komponente (mehr als 5 %) sind mit Orange und Blau markiert. Die stark abweichenden Werte sind Dunkelrot hinterlegt

Kat.	Objekt	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Legierung	Cu (%)	Zn (%)	Sn (%)	Pb (%)
T 2	herzförmige Schnalle (Typ A8. A9. C18)	2. H. 5.–1. H. 6. Jh.	2 MP, MW: Dorn	Messing-Pb	84,1	7,9	0,5	6,6
			1 MP: Bügel	Messing-Pb	73,0	8,6	1,5	16,2
T 7	Schnalle mit D-förmigem Laschenbeschlag	M. – 2. H. 5. Jh.	1 MP: Bügel	Kupfer	96,5	0,1	–	3,2
			2 MP, MW: Körper	Kupfer	95,8	0,01	0,4	3,5
T 39	Schnalle des Typs ›Bologna‹ (Typ E8)	1. H. 7. Jh.	1 MP: Bügel	Sn-Pb-Bronze	77,4	3,8	9,0	8,6
			1 MP: Dorn	Pb/Sn-Bronze	68,6	4,0	7,2	18,6
T 42	Schnalle des Typs ›Bologna‹ (Typ E8, Variante)	1. H. 7. Jh (?)	1 MP: Bügel	Sn-Bronze	84,3	3,0	8,7	3,0
			1 MP: Körper	Pb/Sn-Bronze	78,2	2,0	6,2	12,8
T 51	Schnalle mit wappenförmigem Beschlag	2. D.–2. H. 6. Jh.	1 MP: Dorn	Messing-Pb	78,8	14,1	2,0	4,7
			1 MP: Körper (Beschlag, Bügel)	Messing-Pb	72,8	12,7	1,9	11,8
T 52	Schnalle mit gekehltem Beschlag	6./7. Jh. (?)	1 MP: Dorn	Messing-Pb	84,5	8,9	–	5,0
			1 MP: Körper	Messing-Pb	83,2	10,6	–	4,6

Tab. 51 Die quantitativ ausgewerteten Dorne verschiedener Schnallen sind nach Legierungsgruppen und absteigendem Kupfergehalt geordnet. Das Hauptelement ist mit Rot, die zweite und dritte Komponente (mehr als 5 %) sind mit Orange und Blau markiert. Die dicken schwarzen Linien trennen die unterschiedliche Legierungstypen (von oben nach unten: 1. bleihaltiges Messing, Zn>Pb; 2. bleihaltiges Messing, Zn<Pb; 3. Blei-Bronze)

Kat.	Objekt	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Legierung	Cu	Zn	Sn	Pb
T 2	herzförmige Schnalle (Typ A8, A9, C18)	2. H. 5.–1. H. 6. Jh.	2 MP, MW: Dorn	Messing-Pb (LG1, SG2)	84,1	7,9	0,5	6,6
T 52	Schnalle mit gekehlttem Beschlag	6./7. Jh. (?)	1 MP: Dorn	Messing-Pb (LG1, SG2)	84,5	8,9	–	5,0
T 51	Schnalle mit wappenförmigem Beschlag	2. D.–2. H. 6. Jh.	1 MP: Dorn	Messing-Pb (LG1, SG2)	78,8	14,1	2,0	4,7
T 72	Schnalle/Halbfabrikat (?)	–	2 MP, MW: Dorn	Messing-Pb (LG1, SG3)	72,7	8,2	0,2	18,4
T 71	Halbfabrikat/ »Falschguss«	4.–7. Jh. (?) (FK)	2 MP, MW: Dorn	Messing-Pb (LG1, SG3)	68,4	6,0	3,1	17,4
T 39	Schnalle des Typs »Bologna« (Typ E8)	1. H. 7. Jh.	1 MP, Dorn	Pb/Sn-Bronze (LG2)	68,6	4,0	7,2	18,6

Solche Differenzen in der Zusammensetzung können auf verschiedene, im Arbeitsablauf oder durch zeitliche Diskrepanzen entstandene Ursachen zurückgeführt werden, wie beispielsweise die Verwendung eines bereits zur Verfügung stehenden Bestandteils zur Fertigstellung einer Schnalle oder als Ersatz eines Bestandteils im Falle einer späteren Ergänzung¹⁵⁰². In Verbindung mit dem Dorn der Schnalle **T 51** scheint letztere Hypothese wahrscheinlicher zu sein, da dieser der einzige Dorn ist, dessen Form viel einfacher als die übrigen Dorne gestaltet ist. Er besteht aus einem einfachen, glatten, etwas dicken Blechstreifen, dessen Ende in einen Haken umgebogen ist; darüber hinaus passt der Dorn stilistisch kaum zur Schnalle selbst. Aufgrund der Einfachheit und des Unterschieds zwischen dem Grundmaterial der Schnalle und dem Dorn kann dieser vielleicht als »Ersatz« interpretiert werden.

Hervorgehoben seien hier jene Dorne der verschiedenen frühbyzantinischen Schnallen, die quantitativ untersucht wurden. Sechs Exemplare stehen uns zur Verfügung, von denen vier zu vier unterschiedlichen Schnallentypen gehören (herzförmige Schnalle **T 2**, Schnalle des Typs »Bologna« **T 39**, Schnalle mit wappenförmigem Beschlag **T 51**, Schnalle mit lang gestrecktem gekehlttem Beschlag **T 52**) und zwei als »Halbfabrikate« (**T 71**, **T 72**) interpretiert wurden (vgl. die wichtigsten Angaben in Tab. 51 zusammengefasst). Mit Ausnahme des Dorns **T 39**, der aus Blei-Bronze besteht, sind alle übrigen Dorne aus bleihaltigem Messing hergestellt. Die Zusammensetzungen von zwei Dornen zeigen eine große Ähnlichkeit: Obgleich sowohl die Schnallen als auch die Dorne **T 2** und **T 52** völlig unterschiedliche Formtypen darstellen, ist ihr Grundmaterial fast identisch (Messing-Pb: 84–85 % Cu, 8–9 % Zn, 5–7 % Pb). Diese Tatsache könnte entweder darauf hinweisen, dass zumindest die Dorne in derselben Werkstatt hergestellt wurden, oder aber dass dieser Legierungstyp in unterschiedlichen Werkstätten prinzipiell zur Herstellung verschiedener Schnallendorne im 5.–6. Jahrhundert verwendet wurde. Die zwei übrigen Dorne mit sehr ähnlicher Zusammensetzung (68–73 % Cu, 6–8 % Zn, 17–18 % Pb) waren nie in Gebrauch. **T 71** stellt eigentlich einen vollständigen und einen falsch gegossenen halben Dorn dar, die beide noch mit dem Gusszapfen verbunden sind. Auch der Dorn **T 72** war vermutlich falsch gegossen, da sein Haken fehlt und außerdem keine Bruchstellen oder sekundären Bear-

¹⁵⁰² Vgl. dazu die Interpretationsmöglichkeiten der Spangen mit sternförmigem Rahmen mit Komponenten (Dorn und Rahmen) unterschiedlicher Zusammensetzung im mittellalterlichen Schatzfund von Wiener Neustadt als Fallbeispiel: Bühler – Schwarcz 2014, 108 f.

beitungs- oder Schnittspuren zu finden sind; dementsprechend ist das Fehlen des Hakens mit einem fehlerhaften Gussvorgang des Bestandteils zu erklären. Interessant ist auch die Tatsache, dass **T 71** aus dem sog. frühbyzantinischen Hortfund (gefunden im Hanghaus 2) stammt, der viele andere mit buntmetallverarbeitenden Tätigkeiten in Verbindung stehende Funde beinhaltet (vgl. dazu Kap. V). **T 72** wurde in der Taberne II/1 im Hanghaus 2 gefunden, in direkter Nachbarschaft zur Taberne III/2, wo vermutlich ebenfalls ein metallverarbeitender Werkstattbereich zu lokalisieren ist. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die ›Halbfabrikate‹ **T 71** und **T 72** mit der Buntmetallverarbeitung im Hanghaus 2 in Verbindung gebracht werden können und eventuell sogar in derselben Werkstatt (oder gleichzeitig tätigen Werkstätten) hergestellt wurden – eine Vermutung, die sich vor allem durch die Ähnlichkeit ihrer Zusammensetzungen bekräftigen lässt.

IV.3.3 Körperschmuck – Fingerringe

Insgesamt wurden 75 Fingerringe (= 78 Bestandteile) mit einer zeitlichen Spanne von der Römerzeit bis zum Spätmittelalter quantitativ und 38 qualitativ durch RFA oder μ -RFA untersucht (s. Tab. 52. 53)¹⁵⁰³. Aufgrund der Analyseergebnisse konnte festgestellt werden, dass die Fingerringe in ihrer Zusammensetzung alle vier Hauptgruppen der Kupferlegierungen (LG1: Messing; LG2: Bronze; LG3: Kupfer- oder Kupfer/Blei-Legierungen; LG4: Rotguss) repräsentieren, wenn auch in sehr unterschiedlichen Verhältnissen.

Mit einer Anzahl von 44 Exemplaren dominieren die Fingerringe aus Messing¹⁵⁰⁴, gefolgt von 17 Fingerringen aus Bronze und 8 aus Kupfer- oder Kupfer/Bleilegierungen (s. Diagramm 11). Acht der Ringe (**S 96**, **S 105**, **S 115**, **S 164**, **S 168**, **S 171**, **S 172**, **S 176**) sind zu den bleihaltigen Rotgüssen zu zählen. Ferner bestehen 10 Fingerringe nicht aus Kupferlegierungen, sondern aus Silberlegierungen, sowohl höherer (**S 75**, **S 92**, **S 93**, **S 95**) als auch niedrigerer (**S 212**) Qualität, aus Eisen (**S 203** – s. als ›Sonstige‹ in Diagramm 11) sowie aus Blei (**S 119**, **S 136**, **S 147**, **S 159**).

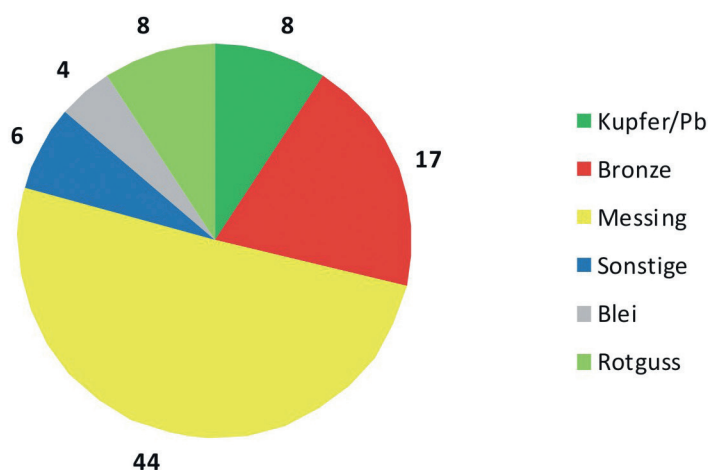


Diagramm 11 Verteilung der Fingerringe aus verschiedenen Legierungen im untersuchten Fundmaterial

¹⁵⁰³ Neben dem Fingerring **S 198**, der aus einer Silberlegierung besteht (s. unter Silberlegierungen), wurden die – durch RFA analysierten – einfachen offenen und geschlossenen Fingerringe (**S 191**, **S 196**, **S 197**) nicht in die Auswertung miteinbezogen.

¹⁵⁰⁴ Unterschiedliche Analyseergebnisse der Ringschiene und Ringplatte wurden im Fall von drei einteiligen Fingerringen (**S 107**, **S 128**, **S 138**) festgestellt, deshalb werden diese Objekte in der statistischen Auswertung nicht berücksichtigt: **S 107**, Platte (Messing-Pb [?])/Schiene (Cu/Pb/Zn-Sn-Legierung [?]): 82,5/74,0 % Cu, 6,9/6,6 % Zn, 3,9/5,8 % Sn, 5,6/11,7 % Pb; **S 128**, Platte (Messing-Pb)/Schiene (Messing): 70,8/86,8 % Cu, 9,2/11,7 % Zn, 0/0 % Sn, 19,1/1,3 % Pb; **S 138**, Platte (Messing-Pb)/Schiene (Kupfer [?]): 86,5/91,5 % Cu, 4,8/3,8 % Zn, 0,6/0,6 % Sn, 7,2/3,6 % Pb.

Tab. 52 Die quantitativ ausgewerteten Fingerringe sind nach Legierungsgruppen und absteigendem Kupfergehalt geordnet. Das Hauptelement ist mit Rot, die zweite und dritte Komponente (mehr als 5 %) sind mit Orange und Blau markiert

		Kat.	Obj.	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Cu	Zn	Sn	Pb
LG1, Messing (Cu – Zn – Pb)	SG1 Messing (Cu – Zn – 3% ≥ Pb)	S 186	TG9	osmanisch; 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	3 MP, MW: SI, SH	94,4	4,6	–	0,9
		S 126	TG5	osmanisch; 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	3 MP, MW: Pl, SI	93,6	5,1	–	1,0
		S 91	TG2	–	2 MP, MW: Pl, SI	93,4	4,0	–	1,8
		S 200	TG1	tpq spätes 4.–5. Jh. (FK)	2 MP, MW: SI	92,4	5,2	0,9	0,2
		S 90	TG2	–	3 MP, MW: Pl, SI	92,3	5,4	–	1,6
		S 215	TG1	3./4. Jh. (?)	4 MP, MW: Pl, SI	92,0	4,6	0,8	0,5
		S 220	TG1	3./4. Jh. (?)	2 MP, MW: Pl, SI	90,9	7,1	0,5	0,2
		S 123	TG5	osmanisch; 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	3 MP, MW: Pl, SI, SH	90,5	6,1	–	2,6
		S 77	TG2	6.–1. H. 7. Jh.	2 MP, MW: SI	90,4	5,7	–	3,4
		S 206	TG1	kaiserzeitlich	2 MP, MW: PL, SI	90,3	6,8	0,6	0,7
		S 135	TG6	–	2 MP, MW: Pl, SI	89,7	5,2	1,6	2,2
		S 124	TG5	osmanisch; 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	3 MP, MW: Pl, SI, SH	89,3	7,9	0,2	1,6
		S 176	TG9	11. Jh. (?)	2 MP, MW: SI	89,3	8,0	–	2,5
		S 88	TG2	10.–12. Jh.	2 MP, MW: Pl, SI	89,1	7,9	2,0	0,7
		S 204	TG1	kaiserzeitlich (?)	2 MP, MW	89,0	9,5	–	1,0
		S 219	TG1	3./4. Jh. (?)	3 MP, MW: Pl, SI	88,7	8,8	0,9	0,8
		S 213	TG1	kaiserzeitlich (?)	3 MP: Pl, SI	88,4	8,5	2,3	0,3
		S 199	TG1	–	2 MP, MW: Pl, SI	86,9	5,8	2,2	1,1
		S 78	TG2	6.–1. H. 7. Jh. (?)	2 MP, MW: Pl, SI	86,6	6,8	1,2	4,1
		S 182	TG9	spätes 3.–A. 4. Jh. (?)	2 MP, MW: Pl, SI	86,4	12,1	0,3	0,7
		S 209	TG1	3./4. Jh. (?)	2 MP, MW: PL, SI	85,7	9,6	1,1	2,6
		S 170	TG9	E. 5. Jh.	2 MP, MW: Pl, SI	85,7	10,8	0,2	2,3
		S 217	TG1	kaiserzeitlich (?)	2 MP, MW: Pl, SI	85,2	10,5	1,9	1,3
		S 175	TG9	11. Jh. (?)	2 MP, MW: FS, SI	85,0	8,3	2,8	3,6
		S 137	TG6	7.–9. Jh. (?)	2 MP, MW: Pl, SI	84,0	11,7	0,9	3,0
		S 205	TG1	kaiserzeitlich (?)	2 MP, MW	83,7	15,5	0,3	0,3
		S 216	TG1	kaiserzeitlich (?)	2 MP, MW: Pl, SI	83,4	15,2	0,8	0,2
		S 79	TG2	6.–1. H. 7. Jh.	2 MP, MW: Pl, SI	83,0	13,2	–	3,1
		S 178	TG9	11. oder 13./14. Jh. (?)	2 MP, MW: SI	82,9	13,7	0,2	2,7
		S 201	TG1	6.–7. Jh. (?)	1 MP, SI	82,8	10,8	1,2	2,9
	S 94	TG2	–	1 MP, Pl	82,7	16,9	–	0,2	
	S 82	TG2	7. Jh. (?)	2 MP, MW: Pl, SI	82,6	13,0	1,5	2,6	
	S 202	TG1	6./7. Jh. (?)	2 MP, MW SI (?): VS, RS	82,3	16,3	0,3	0,6	
	S 218	TG1	kaiserzeitlich (?)	2 MP, MW: Pl, SI	81,2	17,2	1,0	0,4	
	S 201	TG1	6.–7. Jh.	1 MP, Schlüssel	80,6	12,8	1,4	3,4	
	S 183	TG9	spätes 3.–A. 4. Jh. (?)	2 MP, MW1: SH	78,5	14,2	1,8	3,3	
	2 MP, MW2: SI			87,5	7,9	0,2	2,7		
	S 185	TG9	–	3 MP, MW: Pl, SI, SH	67,1	30,6	–	1,9	
SG2 Messing-Pb (Cu-Zn>Pb)	S 87	TG2	10.–12. Jh.	2 MP, MW: Pl, SI	82,3	9,2	2,2	5,5	
	S 169	TG8	–	3 MP, MW: Pl, SI	81,4	11,6	1,1	5,0	
	S 77	TG2	6.–1. H. 7. Jh.	1 MP, Pl	77,1	12,4	–	9,3	
	S 188	TG9	–	2 MP, MW: Pl, SI	75,4	8,0	1,3	7,4	
	S 102	TG3	9.–12. Jh.	2 MP, MW: Pl, SI	74,1	13,8	1,6	7,8	
SG3 Messing-Pb (Cu – Zn < Pb)	S 74	TG2	1. H. 8. Jh.	2 MP, MW: Pl, SI	74,1	9,1	3,3	12,9	
	S 103	TG3	9.–12. Jh.	1 MP, Pl	69,8	10,0	4,2	13,9	

Tab. 52 Fortsetzung

		Kat.	Obj.	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Cu	Zn	Sn	Pb
LG2, Bronzelegierungen (Cu – Sn – Pb)	Zinn/Blei-Bronze (Cu – Sn > Pb)	S 121	TG5	osmanisch; 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	2 MP, MW: Pl, SI	76,2	0,01	21,4	2,4
		S 116	TG5	osmanisch; 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	3 MP, MW: Pl, SI	73,5	0,07	22,0	2,8
		S 148	TG6	–	2 MP, MW1: Pl	80,1	4,5	9,8	3,7
		S 144	TG6	–	2 MP, MW2: SI	76,0	2,9	11,6	3,0
		S 180	TG9	11. oder 13./14. Jh. (?)	1 MP, Pl	56,7	0,2	38,9	3,8
		S 97	TG10	–	3 MP, FS, SI	71,7	2,4	17,0	8,2
		S 145	TG6	–	2 MP, MW: Pl	67,9	0,1	16,8	10,6
		S 131	TG5	11.–13. Jh. (?)	2 MP, MW: Pl, SI	63,8	0,1	27,7	6,4
		S 117	TG5	osmanisch; 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	2 MP, MW: SI	61,8	0,09	24,6	12,5
	Blei/Zinn-Bronze (Cu – Sn < Pb)	S 142	TG6	osmanisch; 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	1 MP, Pl	60,7	4,1	19,7	14,3
		S 98	TG3	–	1 MP, Pl	49,4	–	34,3	9,6
		S 214	TG1	9.–12. Jh.	2 MP, MW: Pl, SI	80,2	2,2	6,9	8,1
		S 112	TG4	3.–4. Jh. (?)	3 MP, MW: Pl, SI	76,9	0,09	9,3	12,9
		S 161	TG7	10.–12. Jh.	2 MP, MW: Pl, SI	76,5	0,3	6,6	14,7
		S 130	TG5	–	2 MP, MW: Pl, SI	76,0	–	7,9	15,6
		S 173	TG9	osmanisch; 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	3 MP, MW: Pl, SI	75,9	0,07	5,6	18,1
		S 143	TG6	11. Jh. (?)	2 MP, MW: FS, SI	73,4	3,1	5,8	16,1
		S 101	TG3	–	2 MP, MW: Pl, SI	70,1	–	13,6	15,9
LG3, Kupfer – Kupfer/Blei- Legierungen (Cu / Cu – Pb)		S 106	TG4	9. – frühes 10. Jh.	1 MP, SI	69,8	0,4	7,2	21,2
		S 122	TG5	9. – frühes 10. Jh.	1 MP, SI	60,1	0,4	14,5	23,2
		S 122	TG5	osmanisch; 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	2 MP, MW1: Pl	71,9	3,3	–	21,4
		S 125	TG5	osmanisch; 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	2 MP, MW2: SI	92,4	3,2	–	2,8
		S 179	TG9	11. oder 13.–14. Jh. (?)	2 MP, MW: Pl, SI	92,2	2,9	1,1	3,0
		S 120	TG5	11. oder 13.–14. Jh. (?)	3 MP, MW: FS, SI	91,9	3,2	0,5	4,0
		S 210	TG1	osmanisch; 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	2 MP, MW: Pl, SI	90,9	3,6	0,08	4,1
		S 177	TG9	3.–4. Jh.	1 MP, SI	88,1	4,1	3,7	1,0
LG4, Rotguss (Cu – Zn – Sn – Pb)		S 83	TG2	11. Jh. (?)	2 MP, MW: SI	86,2	2,4	2,5	7,5
		S 133	TG6	13.–14. Jh. oder modern (?)	1 MP, Pl	79,2	0,7	3,3	15,4
		S 171	TG9	–	2 MP, MW: Pl, SI	72,0	2,8	3,4	18,1
		S 171	TG9	11. Jh. (?)	2 MP, MW:FS, SI	81,9	5,1	5,7	5,9
		S 168	TG8	tpq 2. H. 11. Jh.	3 MP, MW: Pl, SI	77,6	6,4	4,9	8,4
		S 96	TG10	–	3 MP, MW: Pl, SI	75,3	9,4	6,8	8,0
		S 164	TG8	tpq 2. H. 11. Jh.	1 MP, Pl	74,5	4,8	6,8	12,1
		S 115	TG5	osmanisch; 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	2 MP, MW1: Pl, SI	73,5	7,5	12,3	6,1
		S 172	TG9	–	2 MP, MW2: SI	66,6	7,4	18,1	6,8
		S 176	TG9	11. Jh. (?)	2 MP, MW: FS, SI	73,2	6,1	12,8	7,0
		S 105	TG4	11. Jh. (?)	1 MP, FS	72,9	7,7	6,5	11,2
		S 105	TG4	9.– frühes 10. Jh.	2 MP, MW: Pl, SI	72,7	8,1	6,9	5,8

Abhängig von ihrem Kupfer-Zink-Blei-Verhältnis können die Objekte der Messinggruppe (LG1) in drei Subgruppen unterteilt werden. Subgruppe 1 umfasst 36 Fingerringe (= 37 Bestandteile), deren Grundmaterial neben Kupfer vor allem nur Zink (4–17 %) und in vernachlässigbaren Mengen auch Blei (max. 3 %) enthält. Die folgenden Ringe sind dieser Subgruppe zuzuordnen: **S 77–S 79, S 82, S 88, S 90, S 91, S 94, S 123, S 124, S 126, S 135, S 137, S 170, S 175, S 176** (Ringschiene), **S 178, S 182, S 183, S 186, S 199–S 202, S 204–S 206, S 209, S 213, S 215–S 220** (s. Tab. 52). Obwohl der Zinkgehalt des Rings **S 185** wesentlich höher ist (um 31 %) als jener der anderen Fingerringe, wird er noch zu dieser Subgruppe gezählt.

Tab. 53 Die qualitativ ausgewerteten Fingerringe sind nach Legierungsgruppen und Katalognummern geordnet

	Kat.	Objekt	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Legierung	Cu	Zn	Sn	Pb
Messing (?)	S 84	TG2	–	MW: Pl	Messing	Cu	Zn	(Sn)	(Pb)
	S 86	TG2	–	MW: Pl, SI	Messing	Cu	Zn	(Sn)	Pb
	S 127	TG5	osmanisch; 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	4 MP, MW: Pl, SI	Messing(Pb)	Cu	Zn	–	Pb
Bronzelegierungen	S 81	TG2	6.–7. Jh.	4 MP, MW: Pl, SI	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	S 89	TG2	12. Jh.	3 MP, MW: Pl, SI	Pb-Bronze	Cu	–	Sn	Pb
	S 100	TG3	9.–12. Jh.	MW, Platte?: VS, RS	Pb-Bronze	Cu	–	Sn	Pb
	S 104	TG3	9.–12. Jh.	MW: Pl, SI	Pb-Bronze	Cu	–	Sn	Pb
	S 111	TG4	10.–12. Jh.	4 MP, MW	Pb-Bronze	Cu	–	Sn	Pb
	S 113	TG4	10.–12. Jh.	4 MP, MW: Pl, SI	Cu/Sn/Pb	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	S 114	TG5	osmanisch; 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	3 MP: Pl, SI	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	S 118	TG5	osmanisch; 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	5 MP, SI, Pl	Pb-Bronze	Cu	–	Sn	Pb
	S 132	TG5	osmanisch; 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	MW: VS, RS	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	S 134	TG6	–	MW: Pl, SI	Pb-Bronze	Cu	–	Sn	Pb
	S 139	TG6	–	4 MP, MW: Pl, SI	Pb-Bronze	Cu	–	Sn	Pb
	S 140	TG6	–	4 MP, MW: Pl, SI	Pb-Bronze	Cu	–	Sn	Pb
	S 141	TG6	–	MW: Pl, SI	Pb-Bronze	Cu	–	Sn	Pb
	S 146	TG6	11.–13. Jh. (?)	3 MP, MW: Pl, SI	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	S 149	TG6	–	4 MP, MW: Pl, SI	Pb-Bronze	Cu	–	Sn	Pb
	S 154	TG7	13.–14. Jh. (?)	MW: Pl, SI	Pb-Bronze	Cu	–	Sn	Pb
	S 155	TG7	13.–14. Jh. (?)	MW: Pl, SI	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	S 156	TG7	13.–14. Jh. (?)	MW: Pl, SI	Cu/Sn/Pb	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	S 157	TG7	13.–14. Jh. (?)	MW: Pl, SI	Cu/Sn/Pb	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	S 158	TG7	13.–14. Jh. (?)	3 MP, MW: Pl, SI	Pb-Bronze	Cu	–	Sn	Pb
	S 165	TG8	<i>tpq</i> 2. H. 11. Jh.	3 MP, MW: Pl, SI	Cu/Sn/Pb	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	S 187	TG9	11.–12. Jh. (?)	4 MP, MW: Pl, SI	Cu/Sn/Pb	Cu	–	Sn	Pb

Tab. 53 Fortsetzung

	Kat.	Objekt	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Legierung	Cu	Zn	Sn	Pb
Kupfer / Kupfer- Blei-Leg.	S 99	TG3	9.–12. Jh.	3 MP, MW: Pl, SI	Cu/Pb	Cu	(Zn)	(Sn)	Pb
	S 150	TG6	–	MW: Pl, SI	Cu/Pb	Cu	(Zn)	(Sn)	Pb
	S 153	TG7	13.–14. Jh. (?)	3 MP, MW: Pl, SI	Cu/Pb/Pb/Cu (?)	Cu	(Zn)	(Sn)	Pb
Cu/Zn/Sn/Pb-Legierungen	S 85	TG2	1. H. 9. Jh.	MW: Pl, SI	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
	S 108	TG4	10.–12. Jh.	4 MP, MW: Pl, SI	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
	S 109	TG4	10.–11. Jh.	MW: Pl,	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
	S 110	TG4	10.–12. Jh.	3 MP, MW: Pl, SI	Cu/Zn/Pb/Sn	Cu	Zn	Sn	Pb
	S 129	TG5	osmanisch; 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	4 MP, MW: Pl, SI	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	(Zn)	(Sn)	(Pb)
	S 166	TG8	tpq 2. H. 11. Jh.	MW: Pl, SI	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
	S 167	TG8	tpq 2. H. 11. Jh.	MW: Pl, SI	Cu/Zn/Sn	Cu	Zn	Sn	(Pb)
	S 174	TG9	11. Jh. (?)	4 MP, MW: FS, SI	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
	S 211	TG1	kaiserzeitlich (?)	4 MP	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb

Charakteristisch für die Objekte der Subgruppe 2 sind ein Zinkgehalt zwischen 8–14 % und ein Bleigehalt zwischen 5–9 %. Diese materiellen Eigenschaften finden sich bei fünf Objekten: **S 77, S 87, S 102, S 169, S 188.**

Zwei Fingerringe der Subgruppe 3, **S 74, S 103**, enthalten einen höheren Blei- als Zinkgehalt, wobei die Bleiwerte um 13 % und der Zinkanteil zwischen 9–10 % liegen, ergänzt mit 3–4 % Zinnanteil.

Unter den Bronzelegierungen (LG2) sind keine ›reinen‹ Zinnbronzen zu finden – immer ist eine bestimmte Menge (min. 2 %) an vermutlich zulegiertem Blei in den Legierungen vorhanden. Die Fingerringe, deren Legierungen mehr Zinn als Blei aufweisen, sind als Zinn/Blei-Bronzen zu bezeichnen. Die niedrigsten Bleiwerte, nämlich 2–4 %, konnten im Fall der Fingerringe **S 116, S 121, S 144** und **S 148** nachgewiesen werden. Ihre Zusammensetzung jedoch zeigt kaum Ähnlichkeiten.

In den Legierungen der Objekte **S 97, S 117, S 131** und **S 180** ist Zinn die primäre Nebenkompone (17–25 %), Blei durch seine 8–14 %igen Anteil die zweite Nebenkompone. Entsprechend ihrem Verhältnis der Elemente Zinn, Blei und Zink bilden zehn Fingerringe (**S 98, S 101, S 106, S 112, S 130, S 143, S 161, S 173, S 214**) eine relativ einheitliche Gruppe. Diese können als Blei/Zinn-Bronzen bezeichnet werden. Ihr Bleigehalt (8–23 %) ist in jedem Fall höher als ihr Zinnanteil, der nur zwischen 6–15 % liegt. 2–4 % Zink konnte nur in den Legierungen der Objekte **S 98, S 164** und **S 173** nachgewiesen werden.

Zur dritten Hauptgruppe (LG3), der Kupfer- oder Kupfer/Blei-Legierungen, zählen 8 Fingerringe (**S 83, S 120, S 122, S 125, S 133, S 177, S 179, S 210**), die als zweite Nebenkompone Blei durch einen 4–18 % Anteil aufweisen. Zinn und Zink konnten in diesen Objekten nur bis maximal 4 % nachgewiesen werden.

Der vierten Legierungsgruppe (LG4) sind 8 Fingerringe (**S 96, S 105, S 115, S 164, S 168, S 171, S 172, S 176**) zuzuordnen, die sich dadurch auszeichnen, dass in ihrer Legierungszusammensetzung Zink um 5–9 %, Zinn um 6–7 % und auch Blei um 6–12 % vorzufinden sind. Die Ausnahmen bilden die Fingerringe **S 115** und **S 172**, deren Zinngehalt im Gegensatz zu den übrigen Fingerringen dieser Gruppe fast doppelt so hoch (12–18 %) liegt. Aufgrund des höheren Bleigehalts sind diese Legierungen als bleihaltige Rotgüsse zu bezeichnen.

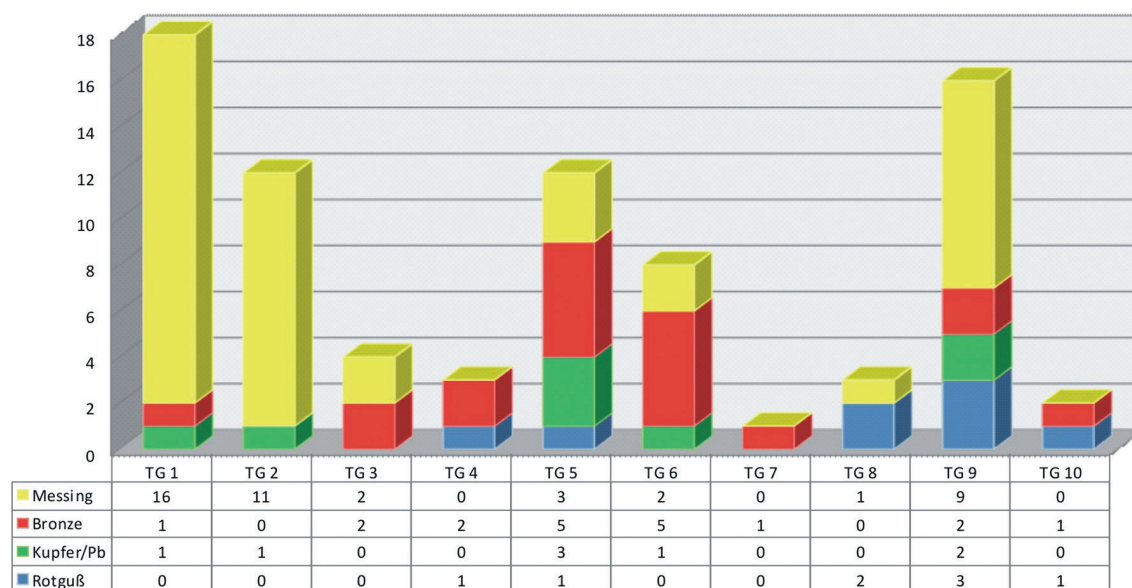


Diagramm 12 Verteilung der Fingerringe verschiedener typologischer Gruppen nach Legierungstypen

In einer Tabelle und einem Säulendiagramm (s. Tab. 54 und Diagramm 12) sind die Hauptlegierungen in Bezug auf die typologischen Gruppen und Datierung der Fingerringe dargestellt¹⁵⁰⁵. Anhand der erhaltenen Ergebnisse kann vorläufig postuliert werden, dass die Fingerringe, die vermutlich in spätantik-frühbyzantinische Zeit datieren, überwiegend aus Messing hergestellt wurden¹⁵⁰⁶. Dagegen ist eine große Vielfalt an verschiedenen Kupferlegierungen unter den mittel- und spätbyzantinischen/mittelalterlichen Fingerringen festzustellen.

Eine ausführliche Zusammenfassung der Fingerringe nach typologischen Gruppen mit Bezug auf ihre Materialzusammensetzung und Datierung ist aus mehreren Gründen nicht möglich. Einerseits sind mehr als zwei Drittel der quantitativ analysierten Objekte nicht datierbar (s. die hellblau markierten Felder in der Tab. 54).

Tab. 54 Die quantitativ ausgewerteten Fingerringe sind erstens nach Datierung und zweitens nach absteigendem Kupfergehalt geordnet. Das Hauptelement ist mit Rot, die zweite und dritte Komponente (mehr als 5 %) sind mit Orange und Blau markiert. Die etwas unsicheren Datierungen sind mit Hellblau markiert

Kat.	Objekt	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Legierung	Cu	Zn	Sn	Pb
S 206	TG1	kaiserzeitlich (?)	2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	90,3	6,8	0,6	0,7
S 204	TG1		2 MP, MW	Messing (LG1, SG1)	89,0	9,5	–	1,0
S 213	TG1		3 MP: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	88,4	8,5	2,3	0,3
S 217	TG1		2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	85,2	10,5	1,9	1,3
S 205	TG1		2 MP, MW	Messing (LG1, SG1)	83,7	15,5	0,3	0,3
S 218	TG1		2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	81,2	17,2	1,0	0,4

¹⁵⁰⁵ Die folgenden 17 Fingerringe ohne Datierung blieben hier unberücksichtigt: S 90, S 91, S 94, S 96, S 97, S 133, S 135, S 142–S 144, S 148, S 161, S 169, S 185, S 188, S 199, S 200.

¹⁵⁰⁶ Außer den Schlüsselringen S 210 und S 214 sind alle quantitativ untersuchten Fingerringe, die vor dem 7. Jh. datieren, aus Messing.

Tab. 54 Fortsetzung

Kat.	Objekt	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Legierung	Cu	Zn	Sn	Pb
S 216	TG1	kaiserzeitlich (?)	2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	83,4	15,2	0,8	0,2
S 210	TG1	3.–4. Jh.	1 MP, SI	Kupfer (LG3 [?])	88,1	4,1	3,7	1,0
S 215	TG1	3.–4. Jh. (?)	4 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	92,0	4,6	0,8	0,5
S 220	TG1		2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	90,9	7,1	0,5	0,2
S 219	TG1		3 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	88,7	8,8	0,9	0,8
S 209	TG1		2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	85,7	9,6	1,1	2,6
S 214	TG1	3.–4. Jh. (?)	3 MP, MW: Pl, SI	Pb/Sn-Bronze (LG2)	76,9	0,09	9,3	12,9
S 183	TG9	spätes 3. – A. 4. Jh. (?)	2 MP, MW1: SH	Messing (LG1, SG1)	78,5	14,2	1,8	3,3
			2 MP, MW2: SI	Messing (LG1, SG1)	87,5	7,9	0,2	2,7
S 182	TG9		2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	86,4	12,1	0,3	0,7
S 170	TG9	E. 5. Jh.	2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	85,7	10,8	0,2	2,3
S 77	TG2	6.–1. H. 7. Jh.	2 MP, MW: SI	Messing (LG1, SG1)	90,4	5,7	–	3,4
			1 MP, Pl	Messing-Pb (LG1, SG2)	77,1	12,4	–	9,3
S 79	TG2	6.–1. H. 7. Jh.	2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	83,0	13,2	–	3,1
S 78	TG2	6.–1. H. 7. Jh. (?)	2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	86,6	6,8	1,2	4,1
S 201	TG1	6.–7. Jh. (?)	1 MP, SI	Messing (LG1, SG1)	82,8	10,8	1,2	2,9
			1 MP, Schlüssel	Messing (LG1, SG1)	80,6	12,8	1,4	3,4
S 202	TG1	6.–7. Jh. (?)	2 MP, MW SI (?): VS, RS	Messing (LG1, SG1)	82,3	16,3	0,3	0,6
S 82	TG2	7. Jh. (?)	2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	82,6	13,0	1,5	2,6
S 137	TG6	7.–9. Jh. (?)	2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	84,0	11,7	0,9	3,0
S 74	TG2	1. H. 8. Jh.	2 MP, MW: Pl, SI	Messing-Pb (LG1, SG2)	74,1	9,1	3,3	12,9
S 105	TG4	9.–frühes 10. Jh.	2 MP, MW: Pl, SI	Rotguss	72,7	8,1	6,9	5,8
S 106	TG4		1 MP, SI	Pb/Sn-Bronze (LG2)	60,1	0,4	14,5	23,2
S 98	TG3	9.–12. Jh.	2 MP, MW: Pl, SI	Pb/Sn-Bronze (LG2)	80,2	2,2	6,9	8,1
S 102	TG3		2 MP, MW: Pl, SI	Messing-Pb (LG1, SG2)	74,1	13,8	1,6	7,8
S 103	TG3		1 MP, Pl	Messing-Pb (LG1, SG2)	69,8	10,0	4,2	13,9
S 101	TG3		1 MP, SI	Pb/Sn-Bronze (LG2)	69,8	0,4	7,2	21,2
S 88	TG2	10.–12. Jh.	2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	89,1	7,9	2,0	0,7
S 87	TG2		2 MP, MW: Pl, SI	Messing-Pb (LG1, SG2)	82,3	9,2	2,2	5,5
S 112	TG4		2 MP, MW: Pl, SI	Pb/Sn-Bronze (LG2)	76,5	0,3	6,6	14,7

Tab. 54 Fortsetzung

Kat.	Objekt	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Legierung	Cu	Zn	Sn	Pb
S 176	TG9	11. Jh. (?)	2 MP, MW: SI	Messing (LG1, SG1)	89,3	8,0	–	2,5
			1 MP, FS	Rotguss	72,9	7,7	6,5	11,2
S 177	TG9		2 MP, MW: SI	Kupfer-Pb (LG3)	86,2	2,4	2,5	7,5
S 175	TG9		2 MP, MW: FS, SI	Messing (LG1, SG1)	85,0	8,3	2,8	3,6
S 171	TG9		2 MP, MW: FS, SI	Rotguss	81,9	5,1	5,7	5,9
S 173	TG9		2 MP, MW: FS, SI	Pb/Sn-Bronze (LG2)	73,4	3,1	5,8	16,1
S 172	TG9	tpq 2. H. 11. Jh.	2 MP, MW: FS, SI	Rotguss	73,2	6,1	12,8	7,0
S 168	TG8		3 MP, MW: Pl, SI	Rotguss	77,6	6,4	4,9	8,4
S 164	TG8		1 MP, Pl	Rotguss	74,5	4,8	6,8	12,1
S 145	TG6	11.–13. Jh. (?)	2 MP, MW: Pl, SI	Sn/Pb-Bronze (LG2)	63,8	0,1	27,7	6,4
S 179	TG9	11. oder 13.– 14. Jh. (?)	3 MP, MW: FS, SI	Kupfer-Pb (?) (LG3)	91,9	3,2	0,5	4,0
S 178	TG9		2 MP, MW: SI	Messing (LG1, SG1)	82,9	13,7	0,2	2,7
S 180	TG9		3 MP, FS, SI	Sn/Pb-Bronze (LG2)	71,7	2,4	17,0	8,2
S 83	TG2	13./14. Jh. oder modern (?)	1 MP, Pl	Kupfer-Pb (LG3)	79,2	0,7	3,3	15,4
S 186	TG9	osmanisch (?): 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	3 MP, MW: SI, SH	Messing (LG1, SG1)	94,4	4,6	–	0,9
S 126	TG5	osmanisch; 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	3 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	93,6	5,1	–	1,0
S 122	TG5		2 MP, MW1: Pl	Kupfer-Pb-Leg. (LG3)	71,9	3,3	–	21,4
			2 MP, MW2: SI	Kupfer (LG3)	92,4	3,2	–	2,8
S 125	TG5		2 MP, MW: Pl, SI	Kupfer (LG3)	92,2	2,9	1,1	3,0
S 120	TG5		2 MP, MW: Pl, SI	Kupfer-Pb-Leg. (?) (LG3)	90,9	3,6	0,08	4,1
S 123	TG5		3 MP, MW: Pl, SI, SH	Messing (LG1, SG1)	90,5	6,1	–	2,6
S 124	TG5		3 MP, MW: Pl, SI, SH	Messing (LG1, SG1)	89,3	7,9	0,2	1,6
S 121	TG5		2 MP, MW: Pl, SI	Sn/Pb-Bronze (LG2)	76,2	0,01	21,4	2,4
S 130	TG5		3 MP, MW: Pl, SI	Pb/Sn-Bronze (LG2)	75,9	0,07	5,6	18,1
S 116	TG5		3 MP, MW: Pl, SI	Sn/Pb-Bronze (LG2)	73,5	0,07	22,0	2,8
S 115	TG5		2 MP, MW1: Pl, SI	Rotguss	73,5	7,5	12,3	6,1
			2 MP, MW2: SI	Rotguss	66,6	7,4	18,1	6,8
S 131	TG5		1 MP, MW: SI	Sn/Pb-Bronze (LG2)	61,8	0,09	24,6	12,5
S 117	TG5		1 MP, Pl	Sn/Pb-Bronze (LG2)	60,7	4,1	19,7	14,3

Andererseits stellen innerhalb der einzelnen typologischen Gruppen die wenigen, für eine Auswertung geeigneten Fingerringe in ihrer Form und oft auch in ihrer Verzierung und Zusammensetzung ein sehr heterogenes Bild sowie eine breitere zeitliche Spanne dar¹⁵⁰⁷. Aufgrund der z. T. nicht möglichen historisch-archäologischen Datierung, wäre die Gesamtauswertung der – ohnehin ziemlich unsicheren – Ergebnisse der Oberflächenmessungen¹⁵⁰⁸ eher irreführend als informativ. Diesbezüglich wurden daher nur diejenigen typologische Gruppen (TG1: Schlüsselringe; TG2: Ringe mit Monogramm, Inschrift oder Kreuz; TG9: Ringe mit Fassungen und Einlagen) herausgegriffen, die nach Anzahl, Datierung und quantitativen Analyseergebnissen aussagekräftig sind (s. Zusammenfassung Tab. 55).

Obwohl die Schlüsselringe (TG1) wie auch die Ringe mit Monogramm, Inschrift oder Kreuz (TG2) überwiegend aus Messing hergestellt wurden, haben vermutlich unterschiedliche Voraussetzungen in der Verwendung dieser Legierung eine Rolle gespielt. Bei der ersten Gruppe (TG1) handelt es sich eher um funktionelle Objekte, weshalb vermutlich die hohe Abriebfestigkeit des Messings von entscheidender Bedeutung war. Zur Herstellung der insgesamt 17 analysierten Schlüsselringe (= 18 Bestandteile) aus Kupferlegierungen wurde – mit zwei Ausnahmen (**S 210**, **S 214**) – ausschließlich Messing verwendet, das 5–17 % Zink und maximal 3 % Blei und/oder Zinn als NebenkompONENTEN enthält.

Die zweite Gruppe (TG2) umfasst vor allem repräsentative Schmuckstücke, weshalb wahrscheinlich die Goldfarbe dieser Legierung wichtig war. Die Ringe mit Monogramm, Inschrift oder Kreuz sind ähnlich wie die Schlüsselringe hergestellt, jedoch weisen ihre Zusammensetzungen kleine Abweichungen auf.

Zwei Monogrammringe (**S 77**: Platte; **S 78**) und drei Ringe mit Kreuzmotiv (**S 88**, **S 90**, **S 91**) enthalten 4–8 % Zink und maximal 4 % Blei sowie maximal 2 % Zinn als NebenkompONENTEN. Hingegen wurden fast doppelt so hohe Zinkwerte, nämlich 13–17 %, in den Legierungen der drei Ringe **S 79**, **S 82** und **S 94** gefunden. Durch diese Nebenelemente (Zink und Blei) zeigen die Grundmaterialien der Ringe **S 79** und **S 82** eine hohe Übereinstimmung. Im Fall des Rings **S 87** und der Ringschiene des Monogrammrings **S 77** bleibt, trotz des erhöhten Bleigehalts (6–9 %), dieser Wert deutlich unter dem Zinkanteil (9–12 %), während sich das gleiche Verhältnis in der Legierung des Fingerrings **S 74** umgekehrt findet. Lediglich der Fingerring mit Inschrift und Kreuz **S 83** gehört zur Kupfer- oder Kupfer/Bleilegierungsgruppe, da in seiner Legierung 15 % Blei und etwa 3 % Zinn vorhanden sind.

Von den elf Fingerringen der TG2 sind vier Objekte wahrscheinlich in frühbyzantinische (**S 77**, **S 78**, **S 79**, **S 82**), drei in mittelbyzantinische (**S 74**, **S 87**, **S 88**) und wahrscheinlich ein Exemplar (**S 83**) in spätbyzantinische Zeit zu datieren, während eine genauere Zeitstellung von vier weiteren Artefakten (**S 83**, **S 90**, **S 91**, **S 94**) ausbleiben muss, weshalb diese in der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt werden. Obwohl der strukturelle Aufbau und die Verzierung oder Beschriftung jeder chronologischen Gruppe unterschiedliche Merkmale aufweist, sind sie

¹⁵⁰⁷ Vgl. z. B. die Ringe mit Kreispunktzier (TG3) oder mit Pentagramm (TG4) (Diagramm 7, Tab. 10). Aufgrund der niedrigen Anzahl der quantitativ analysierten Exemplare (TG3: 4 Objekte; TG4: 3 Objekte) im Gegensatz zum breiten chronologischen Rahmen (9.–12. Jh.; 9. – frühes 10. Jh.; 10.–12. Jh.) und der Vielfältigkeit der Formen und Verzierungen der Ringe kann kaum eine aussagekräftige Schlussfolgerung gezogen werden.

¹⁵⁰⁸ Zu den fraglichen Analyseergebnisse s. Anm. 1501. Unterschiedliche Analyseergebnisse der Ringschiene und Ringplatte wurden im Fall von drei einteiligen Fingerringen (**S 107**, **S 128**, **S 138**) festgestellt, deshalb werden diese Objekte in der statistischen Auswertung nicht berücksichtigt. Auch die großen Unterschiede der Zusammensetzung zwischen der Ringplatte (77,1 % Cu, 12,4 % Zn, 9,3 % Pb) und der Ringschiene (90,4 % Cu, 5,7 % Zn, 3,4 % Pb) des Monogrammfingerrings **S 77** könnten entweder mit den Kontaminationen auf der Oberfläche erklärt werden, oder der Fingerring wurde eventuell aus zwei Teilen (Platte und Schiene), die über unterschiedliche Legierungszusammensetzungen verfügen, durch Lötens zusammengesetzt. Den wesentlich höheren Bleigehalt der Ringplatte (71,9 % Cu, 21,4 % Pb) im Vergleich mit der Ringschiene (92,4 % Cu, 2,8 % Pb) des Fingerrings **S 122** mit spitzovaler Ringplatte und graviertem ornamentalem Motiv ist entweder ebenfalls auf Kontaminationen oder auf die bleihaltigen Überreste, die vielleicht während oder nach dem Gebrauch des Rings auf seiner Oberfläche anhafteten, zurückzuführen. Kleinere Unterschiede bei den Werten, die an unterschiedlichen Stellen bestimmter Ringe (wie **S 115**, **S 201**, **S 148**, **S 183**) gemessen wurden, überschreiten jedoch die 6 %ige Grenze nicht.

durch ihren hervorgehobenen Stellenwert, der durch die »personalisierte« Gravierung erreicht wird, verbunden. Werden die eben besprochenen Analyseergebnisse mit der Datierung der Fingerringe verglichen, gelangt man zu folgender Schlussfolgerung: Aus den Legierungen niedriger Qualität war Messing mit kleineren Änderungen des Zink- und/oder Bleianteils ab früh- bis in mittelbyzantinische Zeit das einzige oder zumindest das am häufigsten verwendete Material bei der Herstellung verschiedener graviertter Fingerringe¹⁵⁰⁹. Ob der Legierungstyp aufgrund von »Tradition« oder durch eine oder mehrere seiner speziellen Eigenschaften in der Produktion so langfristig in Verwendung war, kann nach derzeitigem Forschungsstand nicht beantwortet werden.

In der typologischen Gruppe (TG9) Ringe mit Fassungen und Einlagen dominieren ebenfalls die aus Messing hergestellten Exemplare, jedoch ist hier, wenn man das Gesamtspektrum der verwendeten Legierungstypen betrachtet, ein viel heterogeneres Bild zu erkennen. Neun Fingerringe¹⁵¹⁰ unterschiedlicher Typen sind aus Messing hergestellt: Der niedrigste Zinkgehalt (5 %) wurde bei dem Ring mit ovaler Ringplatte und Emailleinlagen, **S 186**, und der höchste (31 %) bei dem Fingerring mit achteckiger Ringplatte und Emailleinlagen, **S 185**, erfasst. Außerdem wird die Zusammensetzung der übrigen sechs Exemplare (**S 170**, **S 175**, **S 176**: Ringschiene; **S 178**, **S 182**, **S 183**) aus 8–14 % Zink und maximal 3–4 % Zinn und/oder Blei gebildet. Ein letzter Fingerring der Messinggruppe (**S 188**) enthält ähnliche Mengen (7–8 %) an Zink und Blei sowie einen erhöhten Anteil an Eisen (8 %).

Obwohl die zwei Bronzefingerringe (**S 173**, **S 180**) zum gleichen Typ (Ringe mit Ringkopf) oder dessen Variante gehören, zeigen die Nebenkomponten ihrer Legierungen völlig unterschiedliche Anteile: In der Bronzelegierung des Fingerrings **S 180** finden sich 17 % Zinn und 8 % Blei, jedoch sind die Werte gleicher Komponenten des Rings **S 173** mit 6 % Zinn und 16 % Blei umgekehrt.

Zwei weitere Fingerringe mit Fassungen (**S 179**, **S 177**) sind der Gruppe der Kupfer- oder Kupfer/Bleilegierungen zuzuordnen. Ihre Zusammensetzungen unterscheiden sich vor allem durch den Bleigehalt (**S 179**: 4 %; **S 177**: 8 %) voneinander.

Schließlich sind noch drei Ringe zu erwähnen, die ihrem Grundmaterial nach der Legierungsgruppe der (bleihaltigen) Rotgüsse zugewiesen werden können. Dennoch zeigt die Verteilung ihrer Nebenkomponten wiederum deutliche Unterschiede: **S 171** enthält annähernd die gleichen Werte (5–6 %) bei allen drei Nebenkomponten. **S 176** (Fassung) verfügt über ähnliche Zink- und Zinnwerte (7–8 %), wobei der Bleigehalt etwas höher (11 %) liegt. Bei dem Fingerring **S 172** sind die Zink- und Bleiwerte ähnlich (6–7 %), während der Zinngehalt mit doppelter Menge in der Legierung vorzufinden ist.

Von den 15 Fingerringen mit Fassungen und Einlagen ist die Datierung von 12 Objekten bekannt: **S 182**, **S 183** sind vermutlich in das späte 3./Anfang 4. Jahrhundert, **S 170** um das Ende des 5. Jahrhunderts und **S 171**, **S 172**, **S 173**, **S 175**, **S 176**, **S 177** und vermutlich auch **S 178**, **S 179**, **S 180** in das 11. Jahrhundert (oder eventuell in das 13.–14. Jh.) zu datieren. Da die kaiserzeitlich bis frühbyzantinischen Ringe in dieser Gruppe unterrepräsentiert sind, werden diese zusammen mit den drei Exemplaren (**S 185**, **S 186** – osmanisch; **S 188**) ohne genauere chronologische Angaben in der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt.

Bei den Fingerringen der TG9 ist die konventionelle Verwendung eines bestimmten Legierungstyps im Gegensatz zu TG2 nicht festzustellen. Dennoch ist die Tendenz erkennbar, dass die Fingerringe mit gleichen feinschmiedetechnischen/typologischen Merkmalen – also die Varianten der Fingerringe mit Fassungen – aus sehr ähnlichen (vielleicht sogar gleichen) Legierungen

¹⁵⁰⁹ Im Gegensatz dazu besteht der einzige Fingerring (**S 83**) spätbyzantinischer oder moderner Zeitstellung dieser typologischen Gruppe aus einer Kupfer-Blei-Legierung.

¹⁵¹⁰ Die Zusammensetzung der Ringschiene und der Fassung des Fingerrings **S 176** ist unterschiedlich. Da der Fingerring aus mehreren Bestandteilen, vermutlich durch Löten, zusammengesetzt ist, darf vermutet werden, dass die Fassung und die Schiene aus unterschiedlichen Legierungen bestehen. Dementsprechend ist das Objekt sowohl bei den Fingerringen aus Messing als auch bei denjenigen aus Rotguss erwähnt.

bestehen. Die Varianten können durch die Ausführung der Fassung(en), vor allem der Krappen, differenziert werden (vgl. Farbtaf. 121 Abb. 1).

Variante 1 zeigt, dass die Fassungen der Ringe aus Messing, **S 175** und **S 178** (mit Doppelfassung), relativ niedrig und rund sind und die Krappen selbst ziemlich dünn gestaltet.

Die Fassungen der Ringe aus Rotguss (**S 172**), Zinn/Blei-Bronze (**S 180**: mit Doppelfassung) und Blei/Zinn-Bronze (**S 173**) der Variante 2 hingegen, sind etwas höher und ovaler, und die Krappen sind breiter. Im Prinzip kann festgehalten werden, dass diese Fingerringe viel grober als jene aus Messing gestaltet sind.

Der einzige Ring der Variante 3, **S 171**, ist aus Rotguss hergestellt. Seine Fassung ist etwas höher als die der Ringe in Variante 1, jedoch niedriger als die der Ringe in Variante 2. Die Krappen sind spitzer und breiter als bei den anderen Varianten.

Die Fassungen der Ringe aus Kupfer-Blei-Legierung **S 177** und **S 179** (mit Doppelfassung) unterscheiden sich etwas voneinander und zeigen Ähnlichkeiten mit den früheren Varianten. Diesbezüglich können sie nicht in einer einheitlichen Variante zusammengezogen werden. Sie verfügen beide über leicht ovale Fassungen und alle Krappen des Rings **S 179** sowie zwei von vier auf dem Ring **S 177** sind viel breiter und spitzer (vgl. dazu Variante 3). Hingegen ist die Fassung des Rings **S 179** höher (vgl. Variante 2), während die des Rings **S 177** niedriger ist; dieses Objekt verfügt auch über zwei dünnere Krappen (vgl. Variante 1). Zusätzlich ist die Fassung des letzten Rings auf beiden Seiten mit je einer trapezförmigen blechartigen Verzierung versehen.

Der einzige Ring, der sich in seinem strukturellen Aufbau von allen anderen wesentlich unterscheidet, ist **S 176**. Seine Fassung ist bikonisch (bestehend aus einer oberen und einer unteren Zarge) und mit acht Krappen versehen. Die Schiene und die untere Zarge sind in einem gegossen, und die obere Zarge mit acht Krappen wurde durch Löten an der unteren Zarge befestigt. Diese Feststellung wird durch die unterschiedliche Zusammensetzung der Schiene und der oberen Zarge bestätigt. Trotz der Ähnlichkeit zwischen der Zusammensetzung der Schiene des Rings **S 176** und den Ringen der Variante 1 kann er dieser aufgrund seiner unterschiedlichen Konstruktion nicht zugerechnet werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass gleiche Legierungstypen in einigen Fällen bei den Ringen mit Fassungen mit gleichen feinschmiedetechnischen/typologischen Merkmalen (= Ringe gleicher Varianten) identifiziert werden konnten¹⁵¹¹. Die regelmäßig wiederkehrende Erscheinung bestimmter feinschmiedetechnischer Details, verknüpft mit der Verwendung der gleichen oder sehr ähnlichen Legierung, kann auf die Tätigkeit eines Buntmetallschmieds oder auf den Betrieb einer bestimmten Metallwerkstatt hinweisen. Aufgrund dieser Ergebnisse sind in unserem Material vermutlich mindestens drei unterschiedliche ›Arbeitstraditionen‹ (›Werkstattkreise‹ [?]) anhand der Varianten 1, 2 und 3 der Ringe mit Fassungen nachzuweisen.

¹⁵¹¹ Obwohl das Grundmaterial des Rings **S 172** als Rotguss bestimmt wurde, zeigt sein Zinn- und Bleiverhältnis (13 % und 7 %) eine engere Ähnlichkeit mit jenem des Rings **S 180** (17 % Zinn und 8 % Blei). Im Gegensatz zu diesen Verhältnissen verfügt die Legierung des Rings **S 173** über 6 % Zinn und 16 % Blei, dennoch ist er aufgrund des niedrigen Zinkanteils der Bronzelegierungsgruppe zuzuzählen. Rechnet man aufgrund der eventuellen Korrosion und Entzinkung der Oberfläche mit einem Unsicherheitsfaktor von etwa 3 %, liegt die Vermutung nahe, dass die Legierungszusammensetzungen der drei Fingerringe, wenn schon nicht gleich, dann doch sehr ähnlich sind.

Tab. 55 Drei ausgewählte typologische Gruppen der Fingerringe: TG1 Schlüsselringe; TG2 Ringe mit Monogramm, Inschrift oder Kreuz; TG9 Ringe mit Fassungen und Einlagen. Innerhalb der typologischen Gruppen sind die Fingerringe erstens nach Datierung und zweitens nach absteigendem Kupfergehalt geordnet. Das Hauptelement ist mit Rot, die zweite und dritte Komponente (mehr als 5 %) sind mit Orange und Blau markiert

	Kat.	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Legierung	Cu	Zn	Sn	Pb
TG1: Schlüsselringe	S 216	kaiserzeitlich (?)	2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	83,4	15,2	0,8	0,2
	S 206	kaiserzeitlich (?)	2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	90,3	6,8	0,6	0,7
	S 204		2 MP, MW	Messing (LG1, SG1)	89,0	9,5	–	1,0
	S 213		3 MP: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	88,4	8,5	2,3	0,3
	S 217		2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	85,2	10,5	1,9	1,3
	S 205		2 MP, MW	Messing (LG1, SG1)	83,7	15,5	0,3	0,3
	S 218		2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	81,2	17,2	1,0	0,4
	S 210	3.–4. Jh.	1 MP, SI	Kupfer (LG3 [?])	88,1	4,1	3,7	1,0
	S 215	3.–4. Jh. (?)	4 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	92,0	4,6	0,8	0,5
	S 220		2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	90,9	7,1	0,5	0,2
	S 219		3 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	88,7	8,8	0,9	0,8
	S 209		2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	85,7	9,6	1,1	2,6
	S 214	spättrömisch	3 MP, MW: Pl, SI	Pb/Sn-Bronze (LG2)	76,9	0,09	9,3	12,9
	S 201	6.–7. Jh. (?)	1 MP, SI	Messing (LG1, SG1)	82,8	10,8	1,2	2,9
			1 MP, Schlüssel	Messing (LG1, SG1)	80,6	12,8	1,4	3,4
	S 202	6.–7. Jh. (?)	2 MP, MW SI (?): VS, RS	Messing (LG1, SG1)	82,3	16,3	0,3	0,6
	S 200	tpq spätes 4.–5. Jh. (?)	2 MP, MW: SI	Messing (LG1, SG1)	92,4	5,2	0,9	0,2
	S 199	–	2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	86,9	5,8	2,2	1,1
TG2: Ringe mit Monogramm, Inschrift oder Kreuz	S 77	6.–1. H. 7. Jh.	2 MP, MW: SI	Messing (LG1, SG1)	90,4	5,7	–	3,4
			1 MP, Pl	Messing-Pb (LG1, SG2)	77,1	12,4	–	9,3
	S 79		2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	83,0	13,2	–	3,1
	S 78	6.–1. H. 7. Jh. (?)	2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	86,6	6,8	1,2	4,1
	S 82	7. Jh. (?)	2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	82,6	13,0	1,5	2,6
	S 74	1. H. 8. Jh.	2 MP, MW: Pl, SI	Messing-Pb (LG1, SG2)	74,1	9,1	3,3	12,9
	S 88	10.–12. Jh.	2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	89,1	7,9	2,0	0,7
	S 87		2 MP, MW: Pl, SI	Messing-Pb (LG1, SG2)	82,3	9,2	2,2	5,5
	S 83	13./14. Jh. oder modern (?)	1 MP, Pl	Kupfer-Pb (LG3)	79,2	0,7	3,3	15,4
	S 91	–	2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	93,4	4,0	–	1,8
	S 90	–	3 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	92,3	5,4	–	1,6
	S 94	–	1 MP, Pl	Messing (LG1, SG1)	82,7	16,9	–	0,2

Tab. 55 Fortsetzung

	Kat.	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Legierung	Cu	Zn	Sn	Pb
TG9: Ringe mit Fassungen und Einlagen	S 183	spätes 3.– A. 4. Jh. (?)	2 MP, MW1: SH	Messing (LG1, SG1)	78,5	14,2	1,8	3,3
			2 MP, MW2: SI	Messing (LG1, SG1)	87,5	7,9	0,2	2,7
	S 182		2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	86,4	12,1	0,3	0,7
	S 170	E. 5. Jh. (FK)	2 MP, MW: Pl, SI	Messing (LG1, SG1)	85,7	10,8	0,2	2,3
	S 176	11. Jh. (?)	2 MP, MW: SI	Messing (LG1, SG1)	89,3	8,0	–	2,5
			1 MP, FS	Rotguss	72,9	7,7	6,5	11,2
	S 177		2 MP, MW: SI	Kupfer-Pb (LG3)	86,2	2,4	2,5	7,5
	S 175		2 MP, MW: FS, SI	Messing (LG1, SG1)	85,0	8,3	2,8	3,6
	S 171		2 MP, MW:FS, SI	Rotguss	81,9	5,1	5,7	5,9
	S 173		2 MP, MW: FS, SI	Pb/Sn-Bronze (LG2)	73,4	3,1	5,8	16,1
	S 172		2 MP, MW: FS, SI	Rotguss	73,2	6,1	12,8	7,0
	S 179	11. oder 13.–14. Jh. (?)	3 MP, MW: FS, SI	Kupfer-Pb (?) (LG3)	91,9	3,2	0,5	4,0
	S 178		2 MP, MW: SI	Messing (LG1, SG1)	82,9	13,7	0,2	2,7
	S 180		3 MP, FS, SI	Sn/Pb-Bronze (LG2)	71,7	2,4	17,0	8,2
	S 186	osmanisch (?): 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	3 MP, MW: SI, SH	Messing (LG1, SG1)	94,4	4,6	–	0,9
	S 188	–	2 MP, MW: Pl, SI	Messing-Pb (LG1, SG2)	75,4	8,0	1,3	7,4
	S 185	–	3 MP, MW: Pl, SI, SH	Messing (LG1, SG1)	67,1	30,6	–	1,9

IV.3.4 Kreuze

IV.3.4.1 ANHÄNGERKREUZE

In der typologischen Gruppe der Anhängerkreuze wurden zwölf Kreuze quantitativ und neun Kreuze qualitativ analysiert, die zwischen dem 5. und dem 11./12. Jahrhundert zu datieren sind. Aufgrund ihrer Zusammensetzung lassen sie sich in vier Legierungsgruppen einteilen (vgl. Diagramm 13 und Tab. 56): Ein Exemplar gehört der Messing- (**K 17** [Taf. 32 Farbt. 30]), acht weitere der Bronzelegierungsgruppe (**K 5**, **K 8**, **K 18**, **K 4**, **K 7**, **K 21**, **K 10**) und zwei der Legierungsgruppe der Rotgüsse (**K 11**, **K 15**) an. Ein Exemplar ist eine Silberlegierung (**K 20**: s. unter Silberlegierungen, nicht bei Tab. 56).

Die Bronzeobjekte können in drei Subgruppen unterteilt werden. Subgruppe 1, bestehend aus einem einzigen Kreuz (**K 5**), stellt eine Bronzelegierung mit ca. 80 % Kupfer, 18 % Zinn und einer niedrigen Menge an Blei (ca. 3 %) dar. **K 4**, **K 8** und **K 18** gehören Subgruppe 2 der Zinn/Bleilegierungen an, für die ein Kupfergehalt zwischen 60–73 %, ein Zinngehalt zwischen 13–26 %, und ein Bleigehalt zwischen 10–13 % charakteristisch ist. Anzumerken ist, dass **K 4** über eine doppelte Menge an Zinn verfügt. Die Zusammensetzung der Objekte **K 7**, **K 10** und **K 21** in Subgruppe 3 der Blei/Zinnlegierungen ist sehr einheitlich mit 75–76 % Kupfer, 7–9 % Zinn, 13–14 % Blei und 2–4 % Zink.

Obwohl der Bleigehalt des Kreuzes **K 3** fast doppelt so hoch ist, nämlich bei 21 % liegt, wird es aufgrund des Verhältnisses seiner Bestandteile (Hauptkomponente: Kupfer, zweite Nebenkompone: Blei, dritte Nebenkompone: Zink) dieser Subgruppe zugeteilt. Betrachtet man

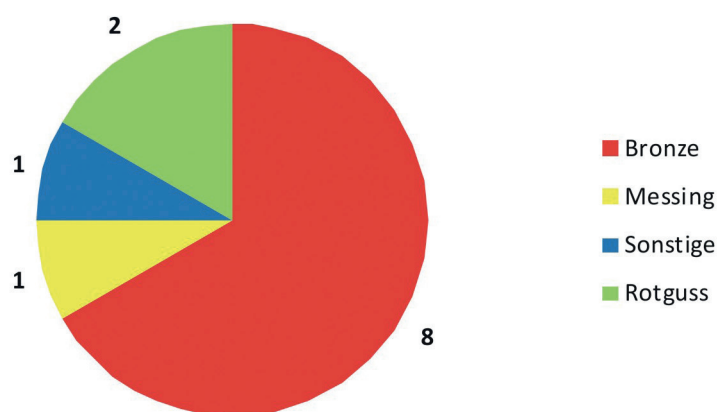


Diagramm 13 Verteilung der Anhängerkreuze aus verschiedenen Legierungen im untersuchten Fundmaterial

die qualitativ ausgewerteten Kreuze, so lassen sich die Kreuze **K 13**, **K 22** und **K 23** vermutlich der Gruppe der Bronzelegierungen hinzufügen (s. Tab. 59).

Zwei Anhängerkreuze (**K 11**, **K 15**) sind durch ihre höhere Zinn-, und Zinkwerte ($6\% \leq$) in die Legierungsgruppe der Rotgüsse einzuordnen, wobei sich die Verhältnisse der Haupt- und Nebenkomponten beider Objekte stark voneinander unterscheiden: **K 15** ist durch einen höheren Zink- (über 14 %) als Zinngehalt (7 %) gekennzeichnet, während die Legierung des Anhängerkreuzes **K 11** ähnliche Mengen an Zinn und Zink (6–8 %) und viel mehr Blei (über 18 %) enthält.

Da die chronologische Einordnung der Anhängerkreuze nicht sehr eindeutig ist, ist es nicht möglich, eventuelle Tendenzen in der Verwendung bestimmter Legierungstypen in früh- und mittelbyzantinischer Zeit – nicht einmal hypothetisch – nachzuweisen. Von den elf quantitativ analysierten Anhängerkreuzen sind acht Exemplare (**K 3**, **K 4**, **K 5**, **K 7**, **K 8**, **K 17**, **K 18**, **K 21**) als mittelbyzantinisch und weitere drei (**K 10**, **K 11**, **K 15**) entweder als früh- oder mittelbyzantinisch zu bezeichnen. Obwohl die Anhängerkreuze (vermutlich) mittelbyzantinischer Zeitstellung mit drei Ausnahmen (**K 11**, **K 15**, **K 17**) aus Zinn/Blei- oder Blei/Zinn-Bronzelegierungen hergestellt wurden, erlauben die geringe Anzahl und trotzdem sehr unterschiedlichen Formen und Verzierungen der Objekte keine Schlussfolgerung. Dementsprechend wird hier auf eine weitere Interpretation der Ergebnisse verzichtet¹⁵¹².

¹⁵¹² Aus der kurzen Bewertung der Analyseergebnisse wurden ein Objekt ohne genauere Datierung (**K 23**) und weitere neun qualitativ analysierte Objekte ohne nähere Bestimmung ihrer Legierung (**K 1**, **K 6**, **K 9**, **K 12**, **K 13**, **K 14**, **K 16**, **K 22**, **K 23**) nicht berücksichtigt.

Tab. 56 Die quantitativ ausgewerteten Anhängerkreuze sind nach Legierungsgruppen und absteigendem Kupfergehalt geordnet. Das Hauptelement ist mit Rot, die zweite und dritte Komponente (mehr als 5 %) sind mit Orange und Blau markiert. Abkürzungen: SG1: Zinn-Bronze (Cu–Sn); SG2: Zinn/Blei-Bronze (Cu–Sn > Pb); SG3: Blei/Zinn-Bronze (Cu–Sn < Pb)

	Kat.	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Legierung	Cu	Zn	Sn	Pb
Messing (Cu – Zn)	K 17	11.–12. Jh.	2 MP, MW: VS, RS	Messing-Pb	83,3	5,6	3,1	6,2
	SG1	K 5	10.–11. Jh. (?)	2 MP, MW: VS, RS	78,9	0,2	17,8	3,1
		K 8	11.–12. Jh. (?)	2 MP, MW: VS	73,1	1,7	12,7	10,2
	SG2	K 18	11.–12. Jh. (?)	2 MP, MW: VS, RS	69,9	1,1	15,5	12,7
		K 4	10.–11. Jh. (?)	2 MP, MW: VS, RS	59,6	0,4	26,0	12,7
		K 7	10. Jh. (?)	2 MP, MW: VS, RS	76,3	2,7	6,9	12,7
	SG3	K 21	7. – frühes 9. Jh.	1 MP, VS	74,4	1,7	9,3	13,3
		K 10	10.–11. Jh. (?)	2 MP, MW: VS, RS	74,0	4,1	6,5	13,9
		K 3	5.–7. oder 10.–11. Jh. (?)	2 MP, MW: VS, RS	71,0	0,3	5,9	20,9
		K 15	5.–7. oder 10.–11. Jh. (?)	2 MP, MW: VS, RS	72,3	14,5	7,3	3,7
Rotguss (Cu–Zn–Sn)	K 11	5.–7. oder 10.–11. Jh. (?)	2 MP, MW: VS, RS	Rotguss	65,2	8,5	6,5	18,8

IV.3.4.2 RELIQUIENKREUZE

Eine sehr charakteristische Fundgruppe mittelbyzantinischer Zeit stellen die Reliquienkreuze dar. Die quantitative Zusammensetzung der überwiegend zwischen dem 10. und 12. Jahrhundert datierten Reliquienkreuze ist in Tabelle 57 zusammengefasst, geordnet nach den einzelnen Legierungsgruppen. Vier Hauptlegierungsgruppen bilden das Metallspektrum der Reliquienkreuze aus Kupferlegierungen (vgl. Diagramm 14); ein weiteres Exemplar ist aus einer Kupfer-Silberlegierung in niedriger Qualität (**K 38**) und zwei andere Objekte (**K 55**, **K 56**) sind aus Blei hergestellt¹⁵¹³.

Die Reliquienkreuze aus Messing (**K 25**, **K 32**, **K 33**, **K 35**, **K 37**, **K 41**, **K 54**) und die aus Bronze (**K 27**, **K 29**, **K 47**, **K 50**, **K 51**, **K 53**, **K 58**) sind in gleicher Zahl im Fundmaterial vorhanden. Drei weitere Kreuze gehören der Gruppe der Kupfer- oder Kupfer/Bleilegierungen (**K 36**, **K 46**, **K 26**) und zwei (**K 34**, **K 49**) der Rotgüsse an.

Aufgrund ihres Kupfer-Zink-Blei-Anteils kann die Messinggruppe (LG1) in drei Subgruppen unterteilt werden. Das Kreuz **K 25** mit insgesamt vier Messpunkten (von zwei Teilen, vgl. Tab. 57) der Subgruppe 1 ist als »reines« Messing zu bezeichnen, da seine Zweistofflegierung das Hauptelement Kupfer (86–88 %) und als Nebenkompente Zink (max. 12 %) enthält. Die beiden anderen Subgruppen sind Dreistofflegierungen, bestehend aus Kupfer, Zink und Blei, bei denen entweder Zink oder Blei als Nebenkompente dominieren. Für Subgruppe 2 charakteristisch sind ein Kupfergehalt um 56 %, ein Zinkgehalt um 29–33 % und ein Bleigehalt mit etwa 7 %. Dies trifft auf das Kreuz **K 54** zu.

¹⁵¹³ Zu diesen Objekten s. Auswertung der Silberlegierungen und der Objekte aus Blei.

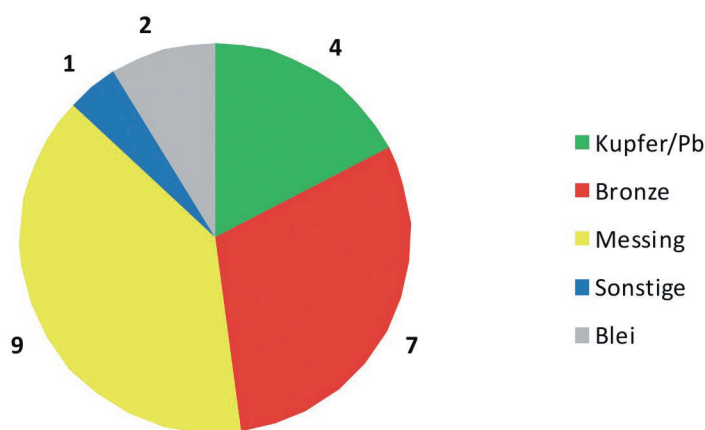


Diagramm 14 Verteilung der Reliquienkreuze aus verschiedenen Legierungen im untersuchten Fundmaterial

Im Vergleich dazu ist das Zink-Blei-Verhältnis mit 5–11 % Zink und ca. 17–20 % Blei in Subgruppe 3 umgekehrt: Fünf Kreuze, **K 32**, **K 33**, **K 35**, **K 37**, **K 41**, gehören dieser Gruppe an. Von den qualitativ ausgewerteten Reliquienkreuzen kann das Kreuz **K 40** mit hoher Wahrscheinlichkeit entweder Subgruppe 2 oder Subgruppe 3 zugerechnet werden¹⁵¹⁴.

Aufgrund ihres Kupfer-Zinn-Blei-Anteils lassen sich die Bronzelegierungen (LG2) in ähnlicher Weise differenzieren, wobei die Werte der einzelnen Komponenten innerhalb der Legierungsgruppen wenig einheitlich sind. Darum werden sie hier auch nicht als Subgruppen bezeichnet. **K 50** und **K 58** verfügen über den höchsten Kupfergehalt mit 83–87 % der Kreuze aus Bronzen. Ihr Zinngehalt ist ähnlich, er liegt um 7–9 %, während ihr drittes und auch viertes Nebenelement, Blei und Zink, in veränderten Mengen (3–6 %) vorkommt. Die Zusammensetzung als Dreistofflegierungen (58–59 % Kupfer, 25–26 % Zinn und 9–13 % Blei) der Kreuze **K 29** und **K 47** ist fast identisch, aber auch **K 27**, **K 51** und **K 53** zeigen ähnliche Zusammensetzungen (56–71 % Kupfer, 9–19 % Zinn, 15–22 % Blei), wobei jedoch das Verhältnis der Elemente untereinander differiert. Insgesamt sechs der qualitativ ausgewerteten Reliquienkreuze (**K 24**, **K 39**, **K 42/ID 448**, **K 48**, **K 52** und vielleicht auch **K 42/ID 447**) können vermutlich der Bronzelegierungsgruppe zugeordnet werden.

Die LG3 (Kupfer, Kupfer/Bleilegierungen) bilden die Reliquienkreuze **K 26**, **K 36** und **K 46**, deren Grundmaterial aus Kupfer- oder Kupfer/Bleilegierungen mit maximal 17 % zulegiertem Blei besteht.

Die letzte Legierungsgruppe der Rotgüsse (LG4) umfasst die Kreuze **K 34** und **K 49**. Sie enthalten beide über 5 % Zink und Zinn, im Fall des Kreuzes **K 34** sind doppelte Zink- (11 %) und Bleiwerte (20 %) zu identifizieren.

Ein Vergleich bestimmter herstellungstechnischer Details mit den Hauptlegierungsgruppen und ihren Subgruppen kommt zu folgendem Ergebnis¹⁵¹⁵: Von den acht quantitativ analysierten Reliquienkreuzen aus Messing (LG1) sind vier Kreuze (**K 32**, **K 33**, **K 35**, **K 37**), die ohne Ausnahme zur Subgruppe 3 gehören, mit nachbearbeitetem Reliefdekor verziert. Zwei Kreuze mit reliefartiger Verzierung (**K 34**, **K 36**) bestehen aus anderen Legierungen, nämlich aus Kupfer oder Kupfer-Blei-Legierungen (LG3) und aus Rotguss (LG4). Keines der Kreuze aus Bronzelegierungen wurde mit dieser Verzierungsart gestaltet. Dementsprechend liegt die Hypothese nahe, dass die Metallschmiede und/oder eventuell eine zentrale Metallwerkstatt zur Herstellung

¹⁵¹⁴ Die qualitativen Ergebnisse sind in Tab. 59 zu finden.

¹⁵¹⁵ Aufgrund der unsicheren qualitativen Analyseergebnissen blieben folgende Objekte in der Bewertung unberücksichtigt: **K 9**, **K 24**, **K 28**, **K 30**, **K 31**, **K 39**, **K 40**, **K 42–K 45**, **K 57**.

der Reliquienkreuze mit reliefartigen Verzierungen eine bestimmte Messinglegierung bevorzugt haben, die über mehr als doppelt so viel Blei wie über Zink verfügt.

Die übrigen drei Exemplare der Kreuze aus Messing haben flache Vorderseiten (**K 25**, **K 41**, **K 54**), die im Falle der Reliquienkreuze **K 41** und **K 54** flachgraviert ist. **K 25** und **K 54** unterscheiden sich nicht nur durch ihre Gestaltung und Verzierung, sondern auch in ihrer Zusammensetzung und sind daher deutlich von den Kreuzen mit Reliefdekor zu trennen. Sie gehören zu den Subgruppen 1 und 2, die beide über einen viel höheren Zink- als Bleianteil verfügen. **K 41** ist das einzige Beispiel, das trotz der unterschiedlichen Verzierungsweise aus der gleichen Legierung wie die Kreuze mit Reliefverzierung besteht.

Tab. 57 Die quantitativ ausgewerteten Reliquienkreuze sind nach Legierungsgruppen und absteigendem Kupfergehalt geordnet. Das Hauptelement ist mit Rot, die zweite und dritte Komponente (mehr als 5 %) sind mit Orange und Blau markiert

		Kat.	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Legierung	Cu	Zn	Sn	Pb
LG1, Messing (Cu – Zn)	SG1	K 25	10.–11. Jh.	Teil A, 2 MP, MW: VS, RS	Messing	86,1	11,0	0,08	2,0
				Teil B, 2 MP, MW: VS, RS	Messing	88,0	10,4	SP	1,2
	SG 2	K 54	11. Jh.	Kreuz, 4 MP (?), MW: VS, RS	Messing-Pb	56,1	33,4	2,3	6,9
				Öse , 1 MP	Messing-Pb	56,6	28,9	1,5	7,1
	SG3	K 32	10.–11. Jh.	3 MP, MW1: VS, RS	Messing-Pb	72,8	6,7	2,4	16,9
				2 MP, MW2: VS, RS	Messing-Pb	71,0	6,8	3,1	17,8
		K 33	10.–11. Jh.	3 MP, MW1: VS	Messing-Pb	73,5	4,9	2,0	17,7
				2 MP, MW2: VS	Messing-Pb	69,5	5,9	2,0	20,7
		K 35	10.–11. Jh.	1 MP, VS	Messing-Pb	68,9	6,4	4,2	20,2
		K 37	10.–11. Jh. (?)	2 MP, MW: VS, RS	Messing-Pb	70,7	7,4	1,9	17,7
K 41	E. 10.–11. Jh.	2 MP, MW, VS	Messing-Pb	69,1	8,2	2,7	19,1		
LG2, Bronze (Cu – Sn – Pb)		K 58	11. Jh.	1 MP, RS	Sn-Bronze	87,4	0,07	8,8	3,4
		K 50	spätes 11.–12. Jh.	2 MP, MW1: VS	Sn/Pb-Bronze	82,7	3,4	7,8	4,9
				3 MP, MW2: VS, RS	Sn/Pb-Bronze	83,9	2,9	7,2	4,8
		K 47	E. 10.–11. Jh.	1 MP, VS	Sn/Pb-Bronze	59,0	0,3	25,8	8,8
		K 29	10.–11. Jh.	1 MP, RS	Sn/Pb-Bronze	57,6	1,3	25,0	13,4
		K 51	11. Jh.	3 MP, MW: VS, RS	Pb/Sn-Bronze	71,3	0,3	13,1	15,1
		K 27	10.–11. Jh.	1 MP, VS	Pb/Sn-Bronze	68,2	2,4	9,3	19,0
				1 MP, VS	Pb/Sn-Bronze	56,0	1,0	19,1	22,2
K 53	11. Jh.	2 MP, MW2: VS+RS	Pb/Sn-Bronze	60,2	0,9	16,1	21,1		
LG3, Kupfer Kupfer/Blei- Legierungen (Cu – Pb)		K 36	10.–11. Jh.	Kreuz 1, 2 MP, MW: VS, RS	Kupfer	94,4	0,3	0,6	3,8
				Kreuz 2, 1 MP, VS	Cu/Pb	91,7	0,8	1,9	5,4
		K 46	11.–12. Jh.	3 MP, MW: VS, RS	Cu/Pb	87,5	2,7	1,8	7,3
		K 26	10.–11. Jh. (?)	1 MP, VS	Cu/Pb	76,6	2,8	1,2	17,3
LG4, Rotgüsse (Cu – Zn – Sn)		K 49	11. Jh.	3 MP, MW: VS, RS	Rotguss	82,7	5,5	7,4	3,8
		K 34	10.–11. Jh.	1 MP, VS	Rotguss	61,4	11,3	6,0	19,5

Sowohl die Zusammensetzung als auch die Verzierung der Kreuze aus Bronzelegierungen (LG2) und Kupfer oder Kupfer-Blei-Legierungen (LG3) variieren sehr stark. Dies wird durch das Beispiel von zwei Reliquienkreuzen (**K 29**, **K 47**), deren Legierungen einander sehr ähnlich sind (vgl. o. die hoch zinnhaltige Bronze), dargestellt. Entsprechend der typologischen Formbestimmung weisen beide Kreuze die lateinische Kreuzform, Formtyp I mit sich verbreiternden Hasten und geraden Abschlüssen, auf, wobei die sich verbreiternden Hasten des Kreuzes **K 29** stärker akzentuiert sind. Ihre Verzierungen, die vermutlich nach dem Guss des Kreuzes entstanden sind, unterscheiden sich wesentlich: **K 29** ist mit punzierten Kreispunkten, während **K 47** eine flachgravierte Maria Orans-Darstellung, deren Maphorion und Kleidung auch mit Dreieckspunzen verziert ist, zeigt. Ein solch breites Spektrum der verschiedenen Kombinationen von unterschiedlichen Verzierungstechniken und Legierungstypen könnte auf einen komplexeren ›Herstellungsmechanismus‹ der Kreuze aus Bronzelegierungen hinweisen. Nachdem beide bereits erwähnten Feinschmiedetechniken (Punzierung, Gravierung)¹⁵¹⁶ vom Gussverfahren unabhängig sind, sollte die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass Grundform und Verzierung an unterschiedlichen Stellen sowie eventuell zu verschiedenen Zeitpunkten entstanden sein könnten. Die feinschmiedetechnischen und stilistischen Untersuchungen der verschiedenen Motive können uns mehr Information über den Herstellungsvorgang dieser Kreuze, wie z. B. die Identifizierung bestimmter künstlerischer Merkmale, liefern¹⁵¹⁷.

IV.3.4.3 SCHAFTKREUZE

Insgesamt zehn Schaftkreuze, von denen die meisten zwischen dem 10. und 12. Jahrhundert zu datieren sind, konnten quantitativ ausgewertet werden. Laut den Materialanalysen sind vier Exemplare der Messinggruppe (**K 64**, **K 69**, **K 59**, **K 65**) und fünf den Bronzelegierungen (**K 70**, **K 72**, **K 71**, **K 66**, **K 74**) zuzuordnen (s. Diagramm 15). Ein einziges Kreuz besteht aus einer Blei- oder Blei/Kupferlegierung (**K 67**)¹⁵¹⁸.

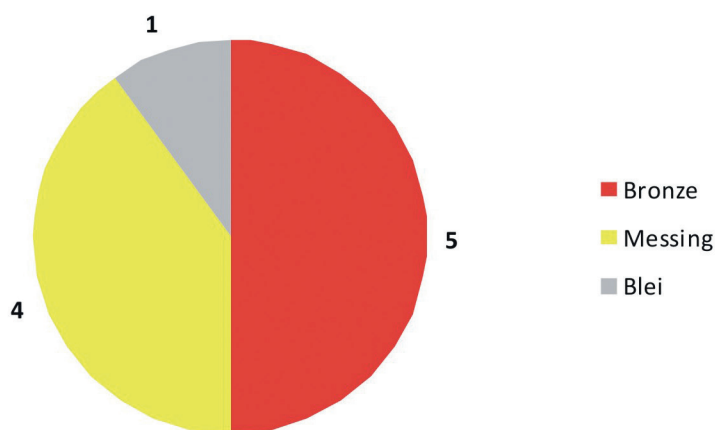


Diagramm 15 Verteilung der Schaftkreuze aus verschiedenen Legierungen im untersuchten Fundmaterial

¹⁵¹⁶ Vgl. dazu Kap. III S. 225.

¹⁵¹⁷ s. dazu Kap. III S. 235–237.

¹⁵¹⁸ Vgl. dazu die Auswertung der Objekte aus Blei.

Tab. 58 Die quantitativ ausgewerteten Schaftkreuze sind erstens nach Legierungsgruppen und zweitens nach absteigendem Kupfergehalt geordnet. Das Hauptelement ist mit Rot, die zweite und dritte Komponente (mehr als 5 %) sind mit Orange und Blau markiert

	Kat.	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Legierung	Cu	Zn	Sn	Pb
Messing	K 64	10.–11. Jh.	2 MP, MW: VS	Messing	89,5	7,4	-	2,5
	K 69	11.–12. Jh. (?)	2 MP, MW: VS, RS	Messing-Pb	66,7	16,5	4,0	11,4
	K 59	–	2 MP, MW: VS	Messing-Pb	79,8	5,5	3,8	10,1
	K 65	10.–11. Jh.	2 MP, MW: VS, RS	Messing-Pb	76,3	6,6	2,5	13,7
Bronze	K 70	11. Jh.	2 MP, MW: VS	Sn/Pb-Bronze	75,9	0,4	13,7	9,5
	K 72	11. Jh.	2 MP, MW: VS, RS	Sn/Pb-Bronze	65,4	1,5	18,0	14,5
	K 71	11. Jh.	3 MP, MW: VS, RS	Pb/Sn-Bronze	73,0	1,3	11,3	13,6
	K 66	10.–11. Jh.	2 MP, MW: VS	Pb/Sn-Bronze	70,5	0,4	10,2	18,4
	K 74	11. Jh.	1 MP, RS	Pb/Sn-Bronze	70,4	0,8	7,9	17,7

Aufgrund der relativ niedrigen Fundzahl und der Vielfalt in ihren Zusammensetzungen (vgl. Tab. 58, 59, nach Legierungsgruppen geordnet) erscheint eine detaillierte Einteilung in einzelne Legierungsgruppen wenig sinnvoll, jedoch sind sich die Analyseergebnisse einiger Kreuze sehr ähnlich, was eventuell auf eine identische Herkunft oder vielleicht Tradition in der Metallverwendung schließen lässt. Dementsprechend kann vielleicht von einer materiellen Beziehung zwischen den Kreuzen aus Messing, **K 59** und **K 65** (76–80 % Kupfer, ca. 6 % Zink und 10–14 % Blei), und jenen aus Bronzelegierungen, **K 70** und **K 72** (65–76 % Kupfer, 14–18 % Zinn und 10–15 % Blei) sowie **K 66**, **K 71** und **K 74** (10–73 % Kupfer, 8–11 % Zinn und 14–18 % Blei), ausgegangen werden.

Tab. 59 Die qualitativ ausgewerteten Kreuze sind erstens nach Legierungsgruppen und zweitens nach absteigenden Katalognummern geordnet

	Kat.	Objekt	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Legierung	Cu	Zn	Sn	Pb
Messing (?)	K 40	Reliquienkreuz	10.–11. Jh.	2 MP, MW: VS	Messing-Pb	Cu	Zn	(Sn)	Pb
Bronzelegierungen (?)	K 9	Anhängerkreuz	10.–11. Jh. (?)	4 MP, MW: VS, RS	Cu/Pb-Leg.	Cu	(Zn)	(Sn)	Pb
	K 13	Anhängerkreuz	5.–7. oder 10.–11. Jh. (?)	2 MP, MW: VS, RS	Pb-Bronze	Cu	–	Sn	Pb
	K 22	Anhängerkreuz	7. – frühes 9. Jh.	1 MP, VS	Pb-Bronze	Cu	–	Sn	Pb
	K 23	Anhängerkreuz	10.–11. Jh. (?)	3 MP, MW: VS, RS	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	K 24	Reliquienkreuz	10.–11. Jh. (?)	2 MP, MW: VS, RS	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	K 39	Reliquienkreuz	1. H. 11. Jh.	3 MP, MW: VS, RS	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	K 42	Reliquienkreuz	11. Jh.	2 MP, MW: VS	Pb-Bronze	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	K 42	Reliquienkreuz	11. Jh.	3 MP, MW: VS, RS	Cu/Sn/Pb	Cu	(Zn)	Sn	Pb
	K 48	Reliquienkreuz	Ende 10.–11. Jh.	4 MP, MW: VS, RS	Pb-Bronze	Cu	–	Sn	Pb
	K 52	Reliquienkreuz	11. Jh.	2 MP, MW: VS, RS	Pb-Bronze	Cu	–	Sn	Pb

Tab. 59 Fortsetzung

	Kat.	Objekt	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Legierung	Cu	Zn	Sn	Pb
Cu – Zn – Sn – Pb – Legierungen	K 1	Anhängerkreuz	1. H. 8. Jh. (?)	1 MP: VS	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
	K 6	Anhängerkreuz	5.–7. oder 10.–11. Jh. (?)	1 MP: VS	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
	K 12	Anhängerkreuz	5.–7. oder 10.–11. Jh. (?)	1 MP: VS	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
	K 14	Anhängerkreuz	5.–7. oder 10.–11. Jh. (?)	2 MP, MW: VS, RS	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
	K 16	Anhängerkreuz	5.–7. oder 10.–11. Jh. (?)	1 MP: VS	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
	K 28	Reliquienkreuz	10.–11. Jh.	2 MP, MW: VS	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
	K 30	Reliquienkreuz	10.–11. Jh.	2 MP, MW: VS, RS	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
	K 31	Reliquienkreuz	10.–11. Jh.	Kreuz1, 2 MP, MW, VS	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
				Kreuz2, 2 MP, MW, VS	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
	K 43	Reliquienkreuz	E. 10.– 11. Jh. (?)	Teil A, 2 MP, MW: VS	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
				Teil B, 1 MP: VS	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
	K 44	Reliquienkreuz	E. 10.–11. Jh.	2 MP, MW: VS	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
	K 45	Reliquienkreuz	11.–12. Jh.	2 MP, MW: VS	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
	K 57	Reliquienkreuz	11. Jh.	3 MP, MW: VS, RS	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
	K 60	Schaftkreuz	–	1 MP: VS	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	(Zn)	(Sn)	Pb
	K 67	Schaftkreuz	11.–12. Jh. (?)	2 MP, MW: VS, RS	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb
	K 73	Schaftkreuz	11. Jh. (?)	3 MP, MW: VS, RS	Cu/Zn/Sn/Pb	Cu	Zn	Sn	Pb

IV.4 DIE OBJEKTE AUS BLEI

Blei wird wie schon in der Antike und in byzantinischer Zeit auch heute noch üblicherweise nur in speziellen Fällen als Grundwerkstoff für die Herstellung verschiedener Gegenstände verwendet (z. B. für Fensterdichtungen, Wasserleitungen, als Gewicht zum Wiegen usw.¹⁵¹⁹). Dafür verantwortlich sind die besonderen Eigenschaften dieses Schwermetalls wie seine hohe Weichheit, seine Plastizität sowie sein Giftanteil¹⁵²⁰. Aus den gleichen Gründen eignet sich Blei kaum als Grundmaterial von Schmuck und Kleidungsbestandteilen, obgleich es eine wichtige Rolle im Herstellungsprozess dieser Objekte erfüllen konnte: nämlich beim Guss in einer zweiteiligen tönernen Form (Zweischalenguss).

Für dieses Gussverfahren war ein Modell aus einem härteren, aber trotzdem ähnlich leicht zu bearbeitenden Material wie Wachs nötig, damit sich die Details des zu gießenden Objekts fein bearbeiten ließen, dementsprechend wurden entweder organische Materialien (z. B. Bein,

¹⁵¹⁹ Vgl. dazu die Beispiele im Katalog: **G 63, G 125–139, G 148.**

¹⁵²⁰ Die chemischen Eigenschaften des Bleis waren bereits in der Antike ziemlich genau bekannt. Vitruv weist auf die Gesundheitsgefahren hin, die als Resultate der Gewinnung und Verarbeitung des Bleis auftreten können Vitr. 8, 6: »Ein Beispiel hierfür können uns die Bleiarbeiter liefern ...wenn nämlich Blei geschmolzen und gegossen wird, dann entzieht der von ihm ausströmende Dampf, der sich an den Gliedern des Körpers festsetzt und sie von dort ausbrennt, ihren Körperteilen die wertvollen Eigenschaften des Blutes.« (Übersetzung: Fensterbusch 1976, 399). Plin. nat. 33 berichtet überdies davon, dass Blei auch zum Raffinieren von Gold verwendet wurde: »...es (das Gold, Anm. d. Verf.) ..., sehr rasch aber durch Spreufeuer glühend wird und dass man es zur Reinigung mit Blei röstet.« (Übersetzung: König – Winkler 1984, 51).

Holz) oder bestimmte Metalle (z. B. Bronze, Blei) für das Modell verwendet. Aufgrund der Vergänglichkeit der organischen Materialien sind aus dem archäologischen Kontext überwiegend Metallmodelle erhalten geblieben¹⁵²¹. Vor dem eigentlichen Gussvorgang wurde das Modell in seine endgültige Form gebracht, danach in den Ton gedrückt, wobei der Abdruck der ›Vorder-‹ und der ›Rückseite‹ des zu gießenden Objekts in beiden Teilen der Gussform entstand. Die Passzapfen, die dazu dienten, dass die beiden Hälften der Form genau aufeinander passten, konnten entweder vor oder nach der Entfernung des Modells gestaltet werden¹⁵²². Anschließend wurde das geschmolzene Metall durch den Eingusstrichter in die Form gegossen.

Aufgrund der durchgeführten Materialanalysen an den Kleinfunden in Ephesos konnten mehrere Bleiobjekte identifiziert werden, von denen diejenigen, die zu den Fundgruppen der Kleidungsbestandteile, der Schmuckstücke und der Kreuze gehören – insgesamt handelt es sich um acht Objekte –, hier genauer behandelt werden¹⁵²³, da sie eventuell als Modelle interpretiert werden können (s. Tab. 60).

Eine Schnalle mit rechteckigem Beschläg und Tierdarstellung (**T 64** [Taf. 5 Farbtaf. 5]) sowie drei Fingerringe (**S 136**, **S 119**, **S 147**) bestehen aus 68–76 % Blei und 7–19 % Kupfer mit Zinn als Nebenkompente. Aufgrund der hohen Streuung der Analyseergebnisse verschiedener Messstellen des Fingerrings **S 159** kann das Grundmaterial Blei hier nur vermutet werden¹⁵²⁴. Zwei Reliquienkreuze (**K 55**, **K 56**) und ein Schaftkreuz (**K 67**) sind ebenfalls aus Blei (77–83 % Blei-, 9–18 % Kupfer- und max. 6 % Zinngehalt) hergestellt. Vor allem bei den Kreuzen erscheint eine nähere Erklärung für diese ›ungewöhnliche‹ Wahl des Grundmaterials notwendig. Die Schaftkreuze sind in ihrer Funktion eher selten mechanischen Einwirkungen ausgesetzt, weshalb ein härteres und vermutlich teureres Metall und – aufgrund der Größe der Objekte – ein damit verbundener komplizierterer Gussvorgang zur Herstellung unnötig erscheinen. Die Reliquienkreuze hingegen können aufgrund ihres zahlreichen Vorkommens auch als Massenware interpretiert werden. Diesbezüglich ist es vorstellbar, dass solche Objekte niedriger Qualität auch aus dem billigeren Blei hergestellt wurden. Diese Hypothese lässt sich durch die Fundorte des Reliquienkreuzes **K 55** und des Schaftkreuzes **K 67** unterstützen. Da **K 55** in der Johannisbasilika und **K 67** in einem Grab der Marienkirche (»in der Kopferde des Grabs 66«) – beide also in einem religiösen Kontext ohne Beziehung zur Metallverarbeitung – gefunden wurden, kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass diese Objekte ursprünglich nicht als Modelle fungiert haben.

Der Fingerring **S 136** von der Arkadiane in Ephesos (Taf. 24 Farbtaf. 23) – bisher ohne Vergleichsbeispiele – könnte eventuell als Gussmodell/Prototyp, wie die 92 Fingerringe aus dem Einzelgrab des 5. Jahrhunderts v. Chr. in Benvenuto¹⁵²⁵, interpretiert werden. Bei den übrigen Funden aus Blei handelt es sich um Streufunde aus verschiedenen Fundorten in der Nähe von Ephesos (Şirince, Tire, Izmir, Bayındır, Cayırlıköyü), jedoch ohne Angaben zum Fundkontext, sodass ihre Bewertung als Modelle weder bestätigt noch widerlegt werden kann.

¹⁵²¹ Vgl. dazu merowinger- und wikingerzeitliche Beispiele in: Capelle – Vierck 1971.

¹⁵²² s. ausführlich über das Gussverfahren mithilfe verschiedener Bleimodelle: Foltz 1980, bes. 347 f.

¹⁵²³ Zu weiteren Exemplaren aus Blei vgl. Kap. V in diesem Band.

¹⁵²⁴ Aufgrund der unterschiedlichen Messergebnisse des Rings wäre eine Deutung eventuell als (Siegel-)Stempel anzudenken. Demzufolge wären die Reste des geschmolzenen Bleis auf der Oberfläche des Fingerrings erhalten geblieben und demnach während der RFA-Untersuchungen entdeckt worden.

¹⁵²⁵ Ogden 1982, 29. 106 Taf. 19.

Tab. 60 Die qualitativ ausgewerteten Bleiobjekte (Kreuze – Gewandschmuck – Körperschmuck). Das Hauptelement ist mit Rot, die zweite und dritte Komponente (mehr als 5 %) sind mit Orange und Blau markiert; * hohe Streuung der Ergebnisse

Kat.	Objekt	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Legie- rung	Cu	Zn	Sn	Pb
K 55	Reliquienkreuz	11. Jh.	2 MP, MW: VS, RS	Blei	9,1	–	6,6	83,2
K 56	Reliquienkreuz	11. Jh.	1 MP, VS	Blei	13,3	0,2	6,4	79,3
K 67	Vortragekreuz	11.–12. Jh. (?)	1 MP, RS	Blei	17,9	1,1	3,1	76,5
T 64	Schnalle mit rechteckigem Beschlag und Tierdarstellung (Typ G2)	E. 9.–A. 11. Jh.	1 MP, Körper, RS	Blei	12,9	0,9	10,6	71,8
S 136	FR mit ovaler Ringplatte (TG6)	–	2 MP, MW: SI	Blei	10,3	0,4	12,4	76,4
S 119	FR/Siegelring (?) (TG5)	osmanisch; 11.–13. oder 14.–15. Jh. (?)	2 MP, MW: PI, SI	Blei	13,2	0,03	7,2	73,8
S 147	FR mit runder Ringplatte (TG6)	11.–13. Jh. (?)	2 MP, MW: PI, SI	Blei	11,3	0,05	18,7	67,5
S 159	FR mit ovaler Ringplatte (TG7)	13.–14. Jh. (?)	4 MP: PI, SI*	Blei (?)	7,5–38,9	0,07–0,8	8,5–10,7	46,5–82,8

IV.5 AUSWERTUNG DER ANALYSEERGEBNISSE IN BEZUG AUF VERSCHIEDENE FEINSCHMIEDETECHNIKEN: LÖTEN UND VERGOLDUNG

IV.5.1 Lötlegierungen

Im Rahmen der naturwissenschaftlichen Analysen der Kleinfunde war es auch ein Anliegen, die auf der Oberfläche verschiedener Schmuckstücke erhaltenen Lötreste einerseits durch feinschmiedetechnische Untersuchungen, andererseits auch mithilfe der RFA zu analysieren, um die angewandten Lötverfahren und eventuell die verwendeten Lötlegierungen bestimmen zu können. Obwohl die Lötstellen an mehreren Objekten deutlich sichtbar waren, bildeten die zur Verfügung stehenden Möglichkeiten – vor allem hinsichtlich der technischen Ausstattung – oft ungenügende Voraussetzungen für eine Interpretation. Es muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass sich die zu untersuchenden Bereiche oft an schwer zugänglichen Stellen des jeweiligen Objekts befinden. Hinzu kommt noch, dass die erhaltenen Lötreste in mehreren Fällen in ihrer Menge entweder zu gering waren, um verschiedene Messpunkte zu ermöglichen, und damit ein genaueres Messergebnis verhinderten, oder ihr Erhaltungszustand aufgrund der starken Korrosion zu schlecht war, weshalb eine zerstörungsfreie Untersuchung nicht möglich war. Aus den eben genannten Gründen sollten die hier aufgeführten Ergebnisse der Lötlegierungen und ihre Interpretationen mit Vorsicht behandelt werden.

Um die Einzelteile eines mehrteiligen Artefakts dauerhaft miteinander zu verbinden, können verschiedene Lötverfahren angewandt werden. Die grundlegenden Techniken sind Reaktionslötung, Löten mit Lötlegierungen (Weich- und Hartlötung) oder Schweißen/Sintern (Diffusionsverbindung)¹⁵²⁶. Für das Reaktionslötverfahren, das vor allem für Objekte aus Edelmetall verwendet wurde, wird kein metallisches Lot, sondern mineralische oder künstlich hergestellte Kupferverbindungen (z. B. Kupferoxide oder Kupfersalze) verwendet, die in pulverisierter Form mit organischem Klebstoff gemischt und dann auf die zu lötfende Oberfläche aufgetragen werden. Während der Erhitzung des Objekts (um max. 900 °C) wird diese Kupferverbindung durch Reduktion in metallisches Kupfer verwandelt, das in die Oberfläche diffundiert. Somit entsteht eine unlösliche Verbindung zwischen den (zu fixierenden) Einzelteilen¹⁵²⁷. Ein Vorteil

¹⁵²⁶ Vgl. dazu auch Kap. III in diesem Band.

¹⁵²⁷ s. die ausführliche Beschreibung der Reaktionslötung mit weiterer Lit.: Wolters 1983, 56–60; Nestler – Formigli 2001, 35–37.

dieser Technik gegenüber dem Löten mit Lötlegierungen ist das Fehlen von Lötspuren, wodurch gleichzeitig aber auch die Identifizierung dieses Lötverfahrens erschwert wird.

Ebenfalls kein metallisches Lot ist beim Schweißen und Sintern notwendig. Der wichtigste Faktor beider Techniken ist das knappe Erreichen des Schmelzpunktes durch die Anwendung von Wärme und/oder Druck¹⁵²⁸, wobei beim Schweißen die Grundwerkstoffe der zu befestigenden Bestandteile in einen plastischen oder flüssigen Zustand gebracht und dadurch miteinander vereinigt werden. Im Gegensatz dazu wird bei der Sintermethode der Werkstoff an bestimmten Stellen nicht (unbedingt) geschmolzen, sondern »beruht auf einem Feststofftransport durch viskoses Fließen, Verdampfen und Kondensieren sowie auf verschiedenen Diffusionsarten«¹⁵²⁹. Da keines der oben erwähnten Lötverfahren Lötspuren hinterlässt, können diese Methoden im Rahmen der feinschmiedetechnischen und (bestimmter) naturwissenschaftlicher Untersuchungen nicht erforscht werden.

Beim Löten mit Lötlegierungen wird die Verbindung zwischen den Bestandteilen eines bestimmten Objekts durch Schmelzen eines metallischen Bindemittels, des sog. Lots, hergestellt. Die Lötlegierung sollte dabei zur selben Legierungsgruppe wie das Grundmaterial der zu lötenen Bestandteile (z. B. Silberlegierung – Silberlot) gehören, damit die metallische Verbindung zwischen den einzelnen Teilen einfacher oder fester wird. Außerdem gibt es auf diese Weise keinen auffallenden Farbunterschied zwischen dem Lot und dem Werkstoff. Das wichtigste Kriterium bei Lötlegierungen ist der Schmelzpunkt, der mindestens 50 °C niedriger sein sollte als jener der Bestandteile. Dies kann sowohl durch eine Änderung des Anteils der Haupt- und Nebenelemente, aber auch durch Zusatz verschiedener anderer den Schmelzpunkt der Legierung beeinflussender Komponenten (die in der ursprünglichen Zusammensetzung des Werkstoffs nicht vorhanden sind) erreicht werden. Dieser Unterschied in den Schmelzpunkten ist besonders wichtig, um das unerwünschte Schmelzen der einzelnen Bestandteile des Objekts während des Erhitzens zu vermeiden. Wenn das Lot schmilzt, müssen die Bestandteile gleichzeitig in ihrem festen Zustand verbleiben, damit die Fugen/Anpassungsstellen mit dem flüssigen Lot durch den Saugeffekt aufgefüllt werden können. Wird das Lötverfahren unter 450 °C durchgeführt, so kann das Verfahren als Weichlötung bezeichnet werden. Bei einer Überschreitung der Arbeitstemperatur von 650 °C spricht man von Hartlötung¹⁵³⁰. Aufgrund des niedrigen Schmelzpunkts bei einer Weichlötung beschränkt sich das Grundmaterial des Weichlots auf Legierungen mit einer Blei-Zinn-Basis. Infolge der niedrigen Arbeitstemperatur und bestimmter Eigenschaften wie beispielsweise der Weichheit oder Plastizität der Lote, eignet sich die Weichlötung in erster Linie für Notreparaturen oder die Erstellung metallischer Verbindungen an solchen Stellen, die wenig physikalischen Kraftwirkungen ausgesetzt sind. Im untersuchten Fundmaterial konnte kein Hinweis auf Weichlötung entdeckt werden.

Hartlote sind im Gegensatz zu Weichloten viel heterogener – abhängig vom Grundwerkstoff können sie aus Edelmetall- oder Kupferlegierungen (sowie nach Komponenten Ein- oder Mehrstofflegierungen) unter Einhaltung der oben erwähnten Kriterien der Lötlegierungen hergestellt werden. Im Folgenden werden die identifizierten Hartlötlegierungen nach Grundmaterial der bestimmten Objekte aufgeführt:

Im Fall der Goldobjekte konnte die Zusammensetzung der zum Hartlöten verwendeten Lötlegierungen, die makroskopisch durch ihre vom Grundmaterial etwas abweichenden Farben auch deutlich sichtbar waren (Farbtaf. 122 Abb. 1), bei den Lötstellen der Schmuckstücke **S 23** (mit Filigran und Dreiecksgranulation verziertes Drahtohrringpaar), **S 24** (halbmondförmiger Ohrring) und **S 62** (Anhänger) quantitativ untersucht werden (vgl. Tab. 61). Für die insgesamt drei Ohrringe wurde eine Dreistofflegierung (Gold-Silber-Kupfer) etwas niedrigerer Qualität als das Grundmaterial verwendet – der Goldgehalt ist etwa 10 % niedriger, und der Silber- und Kupfergehalt beträgt eine doppelte oder eventuell sogar dreifache Menge. Geht man vom kleinsten Wert als einem Teil aus, können die folgenden annähernden Kupfer-Silber-Gold-Anteile festgestellt

¹⁵²⁸ s. ausführlich Wolters 1983, 65–67.

¹⁵²⁹ Wolters 1983, 66.

¹⁵³⁰ Brepohl 1984, 241–249.

werden: der Ohrring **S 23** (ID 714) mit einem Verhältnis von 1 : 2 : 11, der Ohrring **S 23** (ID 715) mit einem Verhältnis von 1 : 2 : 21 und der Ohrring **S 24** mit einem Verhältnis von 1 : 2 : 8 oder, falls der Kupferanteil unberücksichtigt bleibt, beträgt das Verhältnis von Silber zu Gold etwa 1 : 7, 1 : 9 und 1 : 4. Die proportionalen Anteile der Komponenten bezeichnen dabei eine relative Bezugsgröße, die auch im Vergleich mit den Rezepturen der schriftlichen Quellen eine wichtige Rolle spielen (s. u.); durch den erhöhten Anteil der Nebenkompenten wird der Schmelzpunkt dieser Legierungen niedriger. Obwohl die Lötstellen des Objekts **S 62** deutlich sichtbar waren, konnten die Messpunkte nur qualitativ ausgewertet werden, diesbezüglich ist die Anreicherung des Silbers in den untersuchten (gelöteten) Bereichen festzustellen. Dies spricht dafür, dass dem Lot mehr Silber zulegiert wurde, um einen niedrigeren Schmelzpunkt zu erreichen. Somit ist von einem Gold-Silber-Lot auszugehen.

Tab. 61 Die quantitativ und qualitativ untersuchten Lötlegierungen im Vergleich zum Grundmaterial des Objekts aus Goldlegierung. Das Hauptelement ist mit Rot, die zweite und dritte Komponente (mehr als 5 %) sind mit Orange und Blau markiert. Abkürzungen: Filig.-Gran. Zierelement: Messpunkt bei den Filigran- und Granulationsverzierungselementen

Kat.	Objekt	Datierung	Messstelle	Cu	Ag	Au
S 23	Drahtohrring mit Filigran- und freistehender Dreiecksgranulation	9.–10. Jh.	1 MP, Grundmaterial Runddraht	1,7	4,7	93,6
S 23	Drahtohrring mit Filigran- und freistehender Dreiecksgranulation	9.–10. Jh.	1 MP, Filig.-Gran. Zierelemente – Lot	6,8	12,3	80,7
S 23	Drahtohrring mit Filigran- und freistehender Dreiecksgranulation	9.–10. Jh.	1MP, Grundmaterial Runddraht	1,6	4,5	93,9
S 23	Drahtohrring mit Filigran- und freistehender Dreiecksgranulation	9.–10. Jh.	1 MP, Filig.-Gran. Zierelemente – Lot	3,9	9,5	86,3
S 24	halbmondförmiger Ohrring mit freistehender Dreiecksgranulation	10. Jh.	1 MP, Grundmaterial Runddraht	4,4	12,7	82,9
S 24	halbmondförmiger Ohrring mit freistehender Dreiecksgranulation	10. Jh.	1 MP, hohle Kugel – Lot	9,2	17,7	73,1
S 62	Anhänger (vgl. bei Ohrringen)	3.–4. Jh. (?)	1 MP, Grundmaterial dünnes Grundblech	1,2	7,8	89,9
S 62	Anhänger	3.–4. Jh. (?)	3 MP, (μ-RFA, qualitativ) – Lot	?	Ag<	?

Wahrscheinlich wurden während der Untersuchungen mit der RFA fälschlicherweise die Lötstellen der drei Ohrringe aus Silberlegierung, die aus mehreren kleinen Bestandteilen (Granalien, Filigrandrähte und verzierte Blechstreifen) bestehen und durch Hartlöten fixiert wurden, gemessen (vgl. Tab. 62 Farbtaf. 122 Abb. 2). Dafür spricht, dass die als Lötlegierungen interpretierten Analyseergebnisse Kupfer/Silberlegierungen von viel niedrigerer Qualität als das Grundmaterial anzeigen. Zum Hartlöten des Ohrrings **S 22** wurde eine Kupfer/Silberlegierung verwendet, wobei das Verhältnis des Kupfer-Silber-Anteils etwa 2 : 1 beträgt. Die Auswertung des halbmondförmigen Ohrringpaares **S 25** ist noch komplizierter. Die Zusammensetzung der verwendeten Lötlegierungen beider Ohrringe ist sehr ähnlich: Es handelt sich um eine Kupfer/Silberlegierung mit beachtlich hohem Zinngehalt von 4–5 %. Der Kupfer-Silber-Zinn-Anteil steht durchschnittlich in einem Verhältnis von 10 : 8 : 1. Im Grundmaterial des Runddrahts, der den Körper der Ohrringe bildet, konnte kaum Zinn nachgewiesen werden, jedoch unterscheidet sich die Zusammensetzung der Drähte voneinander: Der Hauptdraht des einen Ohrrings **S 25** (ID 687, 1) besteht aus einer Silberlegierung (Ag-Cu-Anteil 3 : 2) niedriger Qualität, während der entsprechende Draht des zweiten Ohrrings **S 25** (ID 687, 2) aus Kupferlegierung (Cu/Ag-Anteil 3 : 2) gebildet wird. Es ist nicht auszuschließen, dass versehentlich eine stark korrodierte Stelle auf dem Runddraht, wo Kupfer angereichert ist, gemessen wurde. Eine andere, jedoch eher unwahrscheinliche Erklärung ist, dass der Hauptdraht wirklich aus Kupferlegierung besteht und eine andere Legierung mit höherem Silbergehalt als Lot verwendet wurde, damit das Lötverfahren durch den niedrigeren Schmelzpunkt des Lots erleichtert wurde. Eine weitere Erklärungsmöglichkeit ist, dass keine Lötstelle, sondern das Zierblech gemessen wurde, wobei jedoch das Vorkommen des Zinns in der Legierung gegen diese Interpretation spricht.

Tab. 62 Die quantitativ untersuchten (vermutlichen) Lötlegierungen im Vergleich zum Grundmaterial des Objekts aus Silberlegierung. Das Hauptelement ist mit Rot, die zweite und dritte Komponente (mehr als 5 %) sind mit Orange und Blau markiert

Kat.	Objekt	Datierung	Messstelle/Messpunkt(e)	Cu	Ag	Sonst
S 22	Drahtohrring mit Filigran- und freistehender Dreiecksgranulation	10.–12. Jh.	1 MP, Grundmaterial Runddraht	55,2	43,2	–
S 22	Drahtohrring mit Filigran- und freistehender Dreiecksgranulation	10.–12. Jh.	1 MP, »breite Stelle unten« = Lötstelle (?)	64,8	33,6	–
S 25	halbmondförmiger Ohrring mit freistehender Dreiecksgranulation	10.–12. Jh.	1 MP, Grundmaterial Runddraht	40,2	58,2	–
S 25	halbmondförmiger Ohrring mit freistehender Dreiecksgranulation	10.–12. Jh.	1 MP, »flacher Teil« = Lötstelle (?)	53,8	39,3	4,5 Sn
S 25	halbmondförmiger Ohrring mit freistehender Dreiecksgranulation	10.–12. Jh.	1 MP, Grundmaterial Runddraht	61,9	36,6	0,6 Sn
S 25	halbmondförmiger Ohrring mit freistehender Dreiecksgranulation	10.–12. Jh.	1 MP, flacher Teil = Lötstelle (?)	52,2	43,0	3,8 Sn

Im Rahmen der archäologischen Forschungen werden die unterschiedlichen verwendeten Lötlegierungen eher selten untersucht und interpretiert, obwohl die schriftlichen Quellen relativ viele Hinweise über die verschiedenen Zusammensetzungen der einzelnen Lötlegierungen liefern. Die mittelalterlichen Lötlegierungen im Vergleich zu den Rezepturen in den schriftlichen Quellen (von der Antike bis zur Neuzeit) wurden zuletzt von J. Wolters zusammengefasst¹⁵³¹, der die annähernd proportionalen Anteile der Lötlegierungen anhand der schriftlichen Quellen identifiziert. Die Ergebnisse seiner Arbeit dienten als Ausgangspunkt dieser Studie, um eventuelle Ähnlichkeiten bestimmter Rezepturen mit den Resultaten der an den ephesischen Objekten vorgenommenen naturwissenschaftlichen Untersuchungen abzugleichen.

Hinsichtlich der Goldlot-Legierungen weist ausschließlich Plinius der Ältere auf ein Goldlot (Gold/Silberlegierung Verhältnis von 7 : 1) hin, das mehr als 80 % Gold enthalten haben und zum Löten kupferreicher Goldobjekte verwendet werden sollte¹⁵³². Obwohl der Kupfergehalt des Ohrringpaars S 23 sehr niedrig ist, zeigen die Zusammensetzungen der Goldlote Ähnlichkeiten mit den Anteilen des von Plinius beschriebenen Verhältnisses der Goldlotkomponente: Das Verhältnis von Gold zu Silber liegt bei 7 : 1 (S 23: ID 714) und 9 : 1 (S 23: ID 715), der Inhaltsstoff Kupfer bleibt unberücksichtigt. Nach derzeitigem Kenntnisstand und aufgrund der Existenz von 4–8 % Kupfer in der Zusammensetzung des Lots kann von der Behauptung Abstand genommen werden, dass die von Plinius beschriebene Rezeptur über längere Zeit in Gebrauch gewesen wäre. Gleichwohl deuten die Ergebnisse der Materialanalysen und die schriftliche Quelle bei Plinius auf die Verwendung von gleichen oder mindestens ähnlichen Gold/Silber-Lote mit niedrigem Silbergehalt zum Löten hochwertiger Goldobjekte in der römischen Kaiserzeit und in oder vielleicht bis mittelbyzantinischer Zeit. Das einzige Goldlot aus einer Dreistofflegierung, das der Zusammensetzung des identifizierten Lots bei Ohrring S 24 ähnelt, wird im Traktat aus dem 11. Jahrhundert als »königliches (Gold-)Lot« erwähnt¹⁵³³: Drei Teile Gold sollen mit einem Teil einer Silbermünze zusammengeschmolzen werden, wobei die genaueren Komponenten der Silbermünze nicht näher bestimmt sind. Diesbezüglich rechnet J. Wolters mit einer Lotlegierung, die aus 75 % Gold und aufgrund des Durchschnittswerts einer Silbermünze aus 20 % Silber und 5 % Kupfer besteht¹⁵³⁴. Diese Werte ähneln denen des Lots des Ohrrings S 24 (73 % Gold,

¹⁵³¹ Wolters 1996; zu mehreren spätmittelalterlichen Quellen vgl. Wolters 1983, 62–65.

¹⁵³² »Das kupferhaltige (Goldlot, Anm. d. Verf.) zieht sich dagegen zusammen, wird stumpf und lässt sich schwer löten. Zu diesem Zweck macht man eine Lötmasse, indem man zu den obengenannten Stoffen Gold und den siebenten Teil Silber hinzufügt und alles zusammenreibt.« (Plin. nat. 33, 29 nach König – Winkler 1984, 71).

¹⁵³³ »Nimm 3 Teile Gold und 1 Teil Silber von einer Münze (schmilz es zusammen und, Anm. d. Verf.) gieße es in eine Gießform ... Löte den erhitzten Draht mit 2 Teilen dieses Lotes und einem Drittel Flussmittel« (Traktat, Kap. 9 nach Wolters 2004, 166).

¹⁵³⁴ Wolters 1996, 196 Tab. 1; Wolters 2004, 166.

18 % Silber und 9 % Kupfer). Auch wenn die ursprünglichen Anteile ohne den angenommenen Kupfergehalt überprüft werden, wird im Zitat ein Verhältnis von 3 : 1 und entsprechend der Materialanalyse ein Verhältnis von 4 : 1 Gold-Silber-Anteil ermittelt.

Hinweise auf Silberlote, die mehr Kupfer als Silber enthalten, fehlen in den schriftlichen Quellen, wobei der Kupfer-Silber-Anteil 2 : 1 des Ohrrings S 22 an das Verhältnis einiger Kupferlote erinnert: In der *Mappae Clavicula* aus dem 9. Jahrhundert wird im Rezept 201 ein Lot zum Löten von Kupfer- oder Messingobjekten beschrieben, das aus zwei Teilen Kupfer und einem Teil Zinn besteht¹⁵³⁵. Theophilus Presbyter stellt genau die gleiche Lotlegierung in seinem Werk *De Diversis Artibus* (um 12. Jh.) mit der Bemerkung vor, dass sie zum Löten verschiedener Eisenobjekte verwendet werden soll¹⁵³⁶. Auch wenn die Grundstoffe in den Schriftquellen mit denen des Objekts S 22 nicht übereinstimmen, kann davon ausgegangen werden, dass Lotlegierungen mit der Verteilung der Haupt- und Nebenkompenten bei 2 : 1 – zum Löten von Objekten niedriger Qualität – in mittelbyzantinischer Zeit bekannt und vielleicht sogar weit verbreitet waren.

IV.5.2 Vergoldung

Bei der Vergoldung wird die Oberfläche eines Metallobjekts mit einer Goldschicht (Blatt, Folie¹⁵³⁷ oder Goldamalgam-Mischung) überzogen¹⁵³⁸. Seitdem die Vergoldung erstmals im 4./3. Jahrtausend v. Chr. in Erscheinung getreten war¹⁵³⁹, entwickelten sich unterschiedliche Methoden, entweder den Eindruck massiver Goldobjekte zu erwecken oder auch die Oberfläche verschiedener Metallobjekte zu verzieren. Der grundlegende Unterschied zwischen den einzelnen Techniken liegt in der Art und Weise der Befestigung, die mechanisch oder auch chemisch vonstattengehen kann¹⁵⁴⁰. Die Gesamtfläche oder bestimmte Bereiche eines Artefakts können in Blattgold oder Folie gewickelt sowie durch Aufpolieren fixiert werden, oder es wurde für die sichere Haftung der Goldschicht ein Klebemittel verwendet. Durch das heiße Aufpolieren (um 300 °C) einer – oder eventuell mehrerer – Goldfolien auf die Oberfläche von Silberobjekten entsteht eine unlösliche Diffusionsschicht zwischen den beiden Metallen, wodurch die Folie/das Blatt befestigt wird. Diese sog. Diffusionsvergoldung war bis zum Auftreten der Feuervergoldung die am häufigsten verwendete Vergoldungstechnik für Silberobjekte. Im Gegensatz dazu eignete sie sich kaum für Kupferlegierungen, da diese beim Erwärmen oxidieren und damit die Entstehung einer Diffusionsverbindung verhindern. Ab dem 2. Jahrhundert n. Chr. wurde die Feuer- oder Amalgamvergoldung das primäre Verfahren, um sowohl Silber- als auch Kupferlegierungen zu vergolden. Diese Methode beruht auf der Eigenschaft des Quecksilbers, das in Verbindung mit Gold (und auch mit Silber und Zinn) ein sog. Amalgam bildet. Diese pastöse Gold-Amalgam-Mischung kann entweder auf der zu vergoldenden Oberfläche aufgebracht werden, oder aber die Metalloberfläche wird zunächst mit reinem Quecksilber behandelt und das

¹⁵³⁵ »Take 2 parts of copper, and a third of tin, melt them together in the furnace, and mix them well ... With this coat the copper or brass joint, and sprinkle over it powdered soda [natronum] (i.e., alatronum [sic]) and put it on the fire to heat, and rub with a little forked tool so that it joins well.«, *Mappae Clavicula*, Rezept 201 (Smith – Hawthorne 1974, 58 und Anm. 139).

¹⁵³⁶ Theophilus 3, 91 (zitiert nach Brepohl 1999, 269): »Legiere auch zwei Teile Kupfer mit einem dritten Teil Zinn und zerkleinere dies mit dem Hammer in einem Eisengefäß zu Pulver, brenne Weinstein, füge etwas Salz zu, vermische (alles) mit Wasser und streiche (diesen Brei) ringsum auf und streue darüber das (Lot-)Pulver. Ist alles getrocknet, streiche jene Mischung nochmals dicker darüber, lege es in die Glut, bedecke es ringsum sorgsam mit glühenden Kohlen, wie oben das Silber (Kap. 31), und löte auf gleiche Weise.«

¹⁵³⁷ Immer abhängig davon, ob bei der Vergoldung Blattgold oder dünnere Folie, die ihr Gewicht nicht mehr tragen kann, verwendet wird, bezeichnet man die Technik als Blatt- oder Folienvergoldung: Oddy 1980, 65 Anm. 5; Anheuser 1999, 7.

¹⁵³⁸ Zur detaillierten Beschreibung der unterschiedlichen Techniken s. Oddy 1980, 65–69; Ogden 1982, 78–82; Anheuser 1999, 7–11.

¹⁵³⁹ Folienvergoldung konnte an nichtmetallischen Objekten aus dem 4. Jtsd. v. Chr. (s. Ogden 1982, 78) und an metallischen Objekten mindestens aus dem 3. Jtsd. v. Chr. (Anheuser 1999, 7) nachgewiesen werden.

¹⁵⁴⁰ Oddy 1980, 64 Anm. 1.

Blattgold anschließend aufgebracht, wodurch das Gold-Amalgam direkt auf der gewünschten Stelle entsteht; anschließend wird das überflüssige Quecksilber durch das Erhitzen des Objekts verdampft. Dadurch bleibt eine flächendeckende Goldschicht zurück, die mit dem Grundmetall in Diffusionsverbindung steht. Das Amalgam fördert die Entstehung dieser Verbindung und schützt die Oberfläche der Kupferlegierungen vor der Oxidation. Obwohl ein großer Anteil des Quecksilbers durch die Hitze entfernt wird, bleibt stets eine nachweisbare Menge zurück, die während der Materialanalysen identifiziert werden kann¹⁵⁴¹. Um eine goldglänzende Oberfläche zu erreichen, wird das Aufpolieren des Objekts notwendig. Als Nachteil des Verfahrens bleibt zu erwähnen, dass sich Kupferlegierungen mit hohem Bleigehalt (bis zu 5 %, oder eventuell max. 15 %)¹⁵⁴² kaum vergolden lassen, worauf schon Theophilus Presbyter in seinem Werk aus dem 12. Jahrhundert hinwies¹⁵⁴³.

Anhand der feinschmiedetechnischen Untersuchungen mithilfe der Lichtmikroskopie konnte Vergoldung an der Oberfläche mehrerer Kleinfunde aus Ephesos nachgewiesen werden. Um diese Vermutungen zu überprüfen, wurden zerstörungsfreie Materialanalysen mittels RFA bzw. μ -RFA durchgeführt. In mehreren Fällen konnte festgestellt werden, dass es sich um keine Oberflächenveredelung handelt, sondern dass das Grundmaterial, nämlich Messing, für die goldfarbene Oberfläche verantwortlich ist (vgl. Farbtaf. 123 Abb. 1: **S 219** Schlüsselring 88,7 % Cu, 8,8 % Zn; **K 35** Reliquienkreuz 68,9 % Cu, 6,4 % Zn, 4,4 % Sn, 20,2 % Pb; **T 27** Schnalle mit kreuzförmigem Beschlag 73,5 % Cu, 11,9 % Zn, 12,9 % Pb). Bei anderen Objekten konnte zwar eine Vergoldung nachgewiesen werden, deren genauere Technik allerdings nur vermutet und nicht näher bestimmt werden¹⁵⁴⁴.

Eine Vergoldungsschicht konnte an der Oberfläche von insgesamt elf Objekten, die ab römischer Zeit bis in das Spätmittelalter (?) zu datieren sind, mit hoher Wahrscheinlichkeit nachgewiesen werden (vgl. Kap. II). Nach ihrem Grundmaterial sind diese Objekte in drei Gruppen zu unterteilen (vgl. Tab. 63 und Farbtaf. 124 Abb. 1): Die Vergoldung von Silberlegierungen betrifft vier Exemplare (Gruppe 1), zwei Exemplare zählen zu den vergoldeten Artefakten aus Messing (Gruppe 2) und fünf Exemplare mit einem 0–5 %igen Bleigehalt gehören zu den aus Kupfer bestehenden Objekten (Gruppe 3).

Die kaiserzeitliche Riemenzunge **T 81**, das mittelbyzantinische Anhängerkreuz **K 20**, der Anhänger **S 59** ohne Datierung und der osmanische Fingerring **S 92** bilden Gruppe 1 der vergoldeten Silberobjekte (vgl. Farbtaf. 124 Abb. 1 a, Vergoldung der Silberobjekte).

Zu Gruppe 2 zählen die Messingbeschläge der frühbyzantinischen Schnallen **T 49** (Typ E29) und **T 52** mit Bleiwerten zwischen 5–10 % (vgl. Farbtaf. 124 Abb. 1 b, Vergoldung der Messingobjekte).

Der mittelbyzantinische Schläfenanhänger/Ohrring **S 27**, die vielleicht osmanische Gürtelzierde **T 96**, die Gürtelzierde **T 104** und der Riemenverteiler **T 84**, beide ohne Datierung, und der vermutlich spätbyzantinische Knopf **T 131** der Gruppe 3 bestehen aus Kupfer mit maximal 5 % Blei als Nebenkomponekte (vgl. Farbtaf. 124 Abb. 1 c, Vergoldung der Kupferobjekte). Eine Identifizierung der Vergoldung stützt sich auf mehrere Messpunkte, die in (vermutlich) vergoldeten und nichtvergoldeten Bereichen genommen wurden¹⁵⁴⁵. Im Fall der Objekte **S 27**, **T 49**, **T 52**, **T 84**, **T 104** und **T 131** wurden weitere Messpunkte mittels μ -RFA untersucht und qualitativ ausgewertet. Außer bei **T 49** und **T 81** konnte an der Schauseite aller hier angeführten Kleinfunde Quecksilber identifiziert werden, das eventuell auf die Feuervergoldung als ange-

¹⁵⁴¹ Lins – Oddy 1975, 370.

¹⁵⁴² Zur oberen Grenze des Gleichgehalts s. Bunker u. a. 1993, 60–65 Tab. 3–4; vgl. Anheuser 1999, 40–43.

¹⁵⁴³ Theophilus 3, 62. 66 (zitiert nach Brepohl 1999, 169 f. 176).

¹⁵⁴⁴ Durch die Röntgenfluoreszenzanalysen konnte die Anwesenheit von Quecksilber nachgewiesen werden, jedoch war eine Quantifizierung des Elements nicht möglich. Quecksilberspuren können auch als natürliche Verunreinigungen im Gold oder auf der Oberfläche präsent sein: Lins – Oddy 1975, 366–370; Anheuser 1999, 9.

¹⁵⁴⁵ In der Tab. 63 sind nur die quantitativen (von der Vergoldung wenig beeinflussten) Ergebnisse angeführt. Eine Ausnahme stellt das Objekt **T 104** dar, dessen Messpunkte nur qualitativ ausgewertet werden konnten.

wandtes Verfahren schließen lässt. Der hohe Bleigehalt der Schnalle **T 49** ist vielleicht als ein Indiz für eine Vergoldung mithilfe einer anderen Technik als der Amalgamvergoldung zu werten.

Besonders hervorzuheben ist der dreiviertelmondförmige, hohle Ohrring/Schläfenanhänger **S 27**, der über fast identische Vergleichsbeispiele in Korinth¹⁵⁴⁶, Thessaloniki¹⁵⁴⁷, Valta¹⁵⁴⁸ und in der Sammlung in München¹⁵⁴⁹ verfügt. Die Exemplare in der Münchner Sammlung wie auch aus Thessaloniki sind wahrscheinlich gleich wie das Stück aus Ephesos vergoldet¹⁵⁵⁰. Vermutlich waren derartige Schmuckstücke ursprünglich immer mit einer Vergoldungsschicht versehen. Zukünftige naturwissenschaftliche Untersuchungen des Grundmetalls und der vergoldeten Bereiche könnten uns der Antwort näher bringen, ob diese Ohrringe/Schläfenanhänger in ein und derselben Werkstatt hergestellt worden sind.

Tab. 63 Die Analyseergebnisse der vergoldeten Objekte aus verschiedenen Legierungen sind nach Legierungen sowie absteigendem Gehalt der Hauptkomponente der Grundlegierung geordnet. Das Hauptelement ist mit Rot, die zweite und dritte Komponente (mehr als 5 %) sind mit Orange und Blau markiert. Die Werte unter 4 % sind – mit der Ausnahme des Golds – in der Tabelle nicht gekennzeichnet; * hohe Streuung der erhaltenen Ergebnisse

	Kat.	Objekt	Datierung	Messstelle/ Messpunkt(e)	Legierung	Cu	Ag	Au	Sonst (Zn, Sn, Pb)	Hg
Gruppe 1 Silberlegierungen	S 92	FR mit arabischer Inschrift	osmanisch	3 MP, MW: SI-PI	Silber	7,0	90,9	0,7	–	Hg
	S 59	Anhänger	–	2 MP, MW: Grundblech	Silber	14,2	82,6	1,6	–	Hg
	K 20	Anhänger-kreuz	nach dem 11. Jh. (?)	1 MP: RS	Silber	31,5	66,1	0,9	–	Hg
	T 81	Riemenzunge	3. Jh.	4 MP: VS, RS	Silber/ Sn-Bronze?*	16 55	0–80	Sp - 11,1	1–37 Sn	–
Gruppe 2 Messing	T 52	Schnalle mit gekehlttem Beschlag	6.–7. Jh. (?)	1 MP: Körper	Messing-Pb	83,2	–	–	10,6 Zn 4,6 Pb	Hg
	T 49	Schnalle mit gekehlttem schildförmigem Beschlag (Typ E29)	1.H.–frühe 2. H. 7. Jh.	1 MP: VS	Messing (Sn)	72,2	–	–	10,8 Zn 4,4 Sn 9,6 Pb	–
Gruppe 3 Kupfer	T 131	Knopf	12.–14. oder 13.–15. Jh. (?)	1 MP: Körper (?)	Kupfer	97,2	–	–	–	Hg
	S 27	dreiviertelmondförmiger Ohrring mit Emaildekoration	11.–12. Jh.	2 MP, MW: Grundblech	Kupfer-Pb	92,6	–	–	4,6 Pb	Hg
	T 84	Riemenverteiler	–	1 MP: RS	Kupfer (?)	90,8	–	–	5,1 Pb	Hg
	T 96	Gürtelzierde	osmanisch (?)	1MP: VS	Kupfer (?)	77,2	–	18,7	–	Hg
	T 104	Gürtelzierde / Anhänger	–	2 MP: QV	Kupfer	Cu	–	–	–	Hg

¹⁵⁴⁶ Bosselmann-Ruickbie 2011, 258 Kat. 77 Abb. 1–4.

¹⁵⁴⁷ Antonaras 2012, 122 Abb. 8.

¹⁵⁴⁸ Toska – Chatzakis 2001, 162. 166 Abb. 11.

¹⁵⁴⁹ Kat. München 2004, 338 f. Kat. 720.

¹⁵⁵⁰ Toska – Chatzakis 2001, Abb. 11; Kat. München 2004, 339 Kat. 720; vgl. Bosselmann-Ruickbie 2011, 88.

IV.6 ZUSAMMENFASSUNG

Aus den mehr als 800 durch RFA untersuchten Edel- und Buntmetallobjekten aus Ephesos (vgl. Kap. II) wurden für diesen Beitrag etwa 170 Artefakte für eine komplexe archäologische, herstellungstechnologische und technologiegeschichtliche Auswertung ausgewählt. Der überwiegende Teil dabei repräsentiert verschiedene Gürtelbestandteile, Schmuckstücke und Kreuze von der Spätantike bis in das Mittelalter.

Materialanalysen von Buntmetallobjekten, d. h. von Objekten mittlerer bis niedriger Qualität, sind aus den oben erwähnten geschichtlichen Perioden und vor allem aus dem Kerngebiet des Byzantinischen Reichs in der Fachliteratur kaum bekannt¹⁵⁵¹. Dementsprechend war es notwendig, unsere Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren und zu veröffentlichen, da die Oberflächenmessungen aufgrund der häufig korrodierten Oberfläche der Objekte sowie durch chemische Prozesse wie der An- und Abreicherung bestimmter Elemente (z. B. Entzinkung)¹⁵⁵² wenig zuverlässige Ergebnisse lieferten. Trotz der benannten und mehrmals erwähnten Schwierigkeiten der Analyseergebnisse und der Datierung bestimmter Artefakte/typologischer Gruppen soll dieser Beitrag als Anhalts- und vielleicht Ausgangspunkt für zukünftige Forschungen dienen.

Um grundlegende Fragen beantworten zu können, wurden die Edelmetallobjekte und Funde bestimmter Fundgattungen aus Buntmetall (Gürtelbestandteile, Fingerringe, Kreuze) aufgrund der erhaltenen Analyseergebnisse nach Haupt- und Nebenkomponten in vier Hauptlegierungen (Messing, Bronze, Kupfer/Kupfer-Blei-Legierung, Rotguss) und Subgruppen eingeordnet. Demzufolge wurden sie vornehmlich unter Einbeziehung der bisherigen Ergebnisse der archäometallurgischen Untersuchungen und der Herstellungstechnologie ausgewertet und interpretiert.

Eine der Fragestellungen betraf die Legierungszusammensetzung der Objekte, die einer bestimmten typologischen Gruppe angehören, um Ähnlichkeiten oder Unterschiede festzustellen. In einem weiteren Schritt sollten damit Hinweise bezüglich der Herkunft (gleiche oder verschiedene Werkstatt/Werkstattkreise) sowie der ›herstellungstechnischen Tradition‹ bestimmter Objektgruppen aufgrund der verwendeten Legierungen untersucht werden. In den meisten Fällen konnte die Zusammengehörigkeit der Funde gleicher typologischer Gruppen nach Grundlegierungen (Messing, Bronze etc.) nachgewiesen werden, obgleich die Legierungszusammensetzungen innerhalb der Gruppen kleinere und/oder größere Unterschiede aufgewiesen haben. Demzufolge kann eher von einem allgemeinen herstellungstechnischen Verfahren, besser vielleicht von einer Tendenz, als von einer ›Werkstatttradition‹ gesprochen werden. Einige Beispiele gilt es hier nochmals zusammenzufassen. Obwohl die kaiserzeitlichen bis frühbyzantinischen Schlüsselringe (TG1) und die früh- bis mittelbyzantinischen Ringe mit Monogramm, Inschrift oder Kreuz (TG2) überwiegend aus Messing hergestellt wurden, haben wahrscheinlich unterschiedliche Voraussetzungen in ihrer Herstellung eine Rolle gespielt. Für die erste typologische Gruppe war vermutlich die Abriebfestigkeit, während für die zweite typologische Gruppe die goldene Farbe des Messings von entscheidender Bedeutung war. In der Gruppe der Gürtelbestandteile bestehen die frühbyzantinischen Schnallen des Typs ›Bologna‹ und die mittelbyzantinischen Schnallen mit rechteckigem Beschlag und Tierdarstellung (Typ G2) aus Bronze, dennoch unterscheiden sich die Zusammensetzungen der untersuchten Stücke des gleichen Typs deutlich voneinander. Nicht nur die einheitlichen Objekte, sondern auch die Bestandteile der gleichen Artefakte zeigen Abweichungen (s. die verschiedenen untersuchten Bestandteile der Schnallen, Tab. 50), die auf mehrere Ursachen zurückgeführt werden können, z. B. auf die Verwendung von bereits im Bestand des Metallhandwerkers vorhandene (Schnallen-)Bestandteile oder vielleicht auch auf eine spätere Ergänzung am Objekt. Hervorgehoben seien hier die mittelbyzantinischen Fingerringe mit Fassungen (TG9), deren Legierungen mit der feinschmiedetechnischen Gestaltung ihrer Fassungen verglichen wurden. Hier konnte festgestellt werden, dass für die Herstellung der unterschiedlichen Varianten dieser Fingerringe ebenfalls unterschiedliche Legierungen

¹⁵⁵¹ Vgl. Anm. 1442.

¹⁵⁵² Vgl. Anm. 1445.

verwendet wurden. Aufgrund der einzelnen Varianten diverser Typen, die sich sowohl durch signifikante gestalterische Details als auch durch die verwendeten Legierungen herausstellten, darf ein Betrieb mehrerer, vielleicht um das 11. Jahrhundert tätiger und nach unterschiedlichen Traditionen (?) arbeitender Metallhandwerker oder Werkstätten vermutet werden. Ob sie gleichzeitig oder mit einer zeitlichen Differenz aktiv waren, kann derzeit nicht beantwortet werden.

In ähnlicher Weise lässt sich auch die Beziehung zwischen der Verzierungs-technik und dem gewählten Grundmaterial bestimmter Reliquienkreuze aus dem 10./11. Jahrhundert erkennen. Fast alle untersuchten Reliquienkreuze mit Reliefdekor sind bevorzugt aus hoch bleihaltigem Messing hergestellt. Von den acht untersuchten Stücken bestehen nur zwei Objekte aus zwei anderen Legierungen (bleihaltiges Kupfer und Rotguss). Unter den flachgravierten oder mit Kreispunktzier verzierten Exemplaren dominieren die aus Bronze¹⁵⁵³, obgleich weitere Exemplare aus Messing, bleihaltigem Kupfer oder Rotguss zusammengesetzt sind. Diese Beobachtungen deuten darauf hin, dass bei der Auswahl der verwendeten Legierungen die praktischen herstellungstechnischen Aspekte eine wichtige Rolle gespielt haben.

Ein weiterer Schwerpunkt widmete sich dem Nachweis möglicher Tendenzen in der Metallverwendung zu unterschiedlichen Phasen der byzantinischen Zeit. Dementsprechend wurden die Materialzusammensetzungen von Objekten und Objektgruppen früh- und mittelbyzantinischer Zeitstellung miteinander verglichen. In dieser Analyse konnten Änderungen in der Metallverwendung in beiden chronologischen Perioden durch die untersuchten Artefakte aus Edel- und Buntmetall festgestellt werden, um in weiterer Folge wirtschaftliche Veränderungen im Byzantinischen Reich nachzuvollziehen. In Bezug auf zwei Goldohrringe (S 9, S 24) wurde – den früheren Forschungsergebnissen entsprechend – darauf hingewiesen, dass das Auftreten der Goldlegierungen, die um 80 % Gold enthielten, zwischen dem 10. und 12. Jahrhundert eventuell mit der Einführung der neuen Währung (*hyperon*) in Verbindung gebracht werden kann. Diese Goldmünze wurde ein Jahrhundert lang in festem Qualitätsniveau (80–85 % Gold) geprägt, wodurch sie den Goldschmieden eine (neue) zuverlässige Rohstoffquelle sichern konnte. Die Auswertung der quantitativen Analyseergebnisse der Gürtelbestandteile und der Fingerringe aus Buntmetall hat bezüglich ihrer Zeitstellung zu folgender Hypothese geführt: In frühbyzantinischer Zeit, etwa bis zum 7. Jahrhundert, war Messing die bevorzugte Legierung bei der Herstellung verschiedenen Gewandschmucks und diverser Fingerringe. Demgegenüber ist ein sehr heterogenes Spektrum an unterschiedlichen Kupferlegierungen, bei Dominanz von Bronzelegierungen, in mittelbyzantinischer Zeit zu beobachten.

Um ein allgemeines Bild über die Verteilung der Objekte aus Buntmetall im untersuchten Fundmaterial zu erhalten, wurden insgesamt 69 Stücke ausgewählt, die aufgrund ihres Fundkontexts oder der Vergleichsbeispiele mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit in frühbyzantinische (4./5.–7. Jh.) oder mittelbyzantinische (8.–12. Jh.) Zeit datiert werden können. Obwohl etwas mehr mittelbyzantinische (42 Exemplare) als frühbyzantinische (27 Exemplare) Objekte in die Auswertung einbezogen wurden (Diagramm 16), lässt sich der Unterschied in der Metallverwendung zwischen den beiden Perioden an einem Säulendiagramm übersichtlich darstellen (Diagramm 17). Unter den frühbyzantinischen Objekten dominiert Messing mit 18 Exemplaren, was einen Anteil von 67 % der betreffenden Objektgruppe umfasst. Die übrigen Funde bestehen ziemlich gleichmäßig verteilt aus bleihaltigem Kupfer (4 Exemplare: 15 %), Bronzelegierungen (3 Exemplare: 11 %) und Rotguss (2 Exemplare: 7 %). In mittelbyzantinischer Zeit sind Messingobjekte zwar ebenfalls noch in größerer Menge (14 Exemplare: 33 % des untersuchten mittelbyzantinischen Fundspektrums) zu finden, jedoch nimmt die Anzahl der Bronzeobjekte (20 Exemplare: 48 %) exponentiell zu. Die Objekte aus Rotguss (5 Exemplare: 12 %) und bleihaltigem Kupfer (3 Exemplare: 7 %) sind wiederum in geringerer Anzahl vertreten. Der allgemeine Zinkgehalt der Messingobjekte in der früheren Periode liegt um 8–14 %, wobei die-

¹⁵⁵³ Das einzige Reliquienkreuz mit flachgravierter Verzierung aus Sardes, das durch Emissionsspektrometrie untersucht wurde, besteht ebenfalls aus bleihaltiger Zinn-Bronze: vgl. Waldbaum 1983, 137. 175 Kat. 901 Taf. 52.

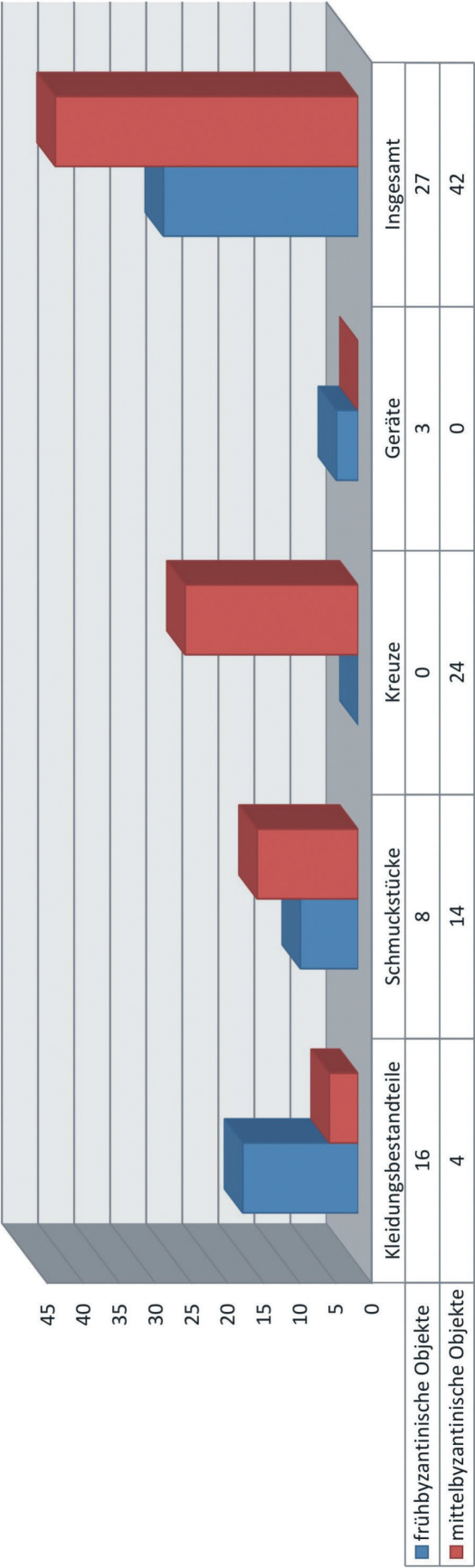


Diagramm 16 Verteilung nach Anzahl der deutlich datierbaren früh- und mittelbyzantinischen Objekte aus Buntmetall im untersuchten Fundmaterial

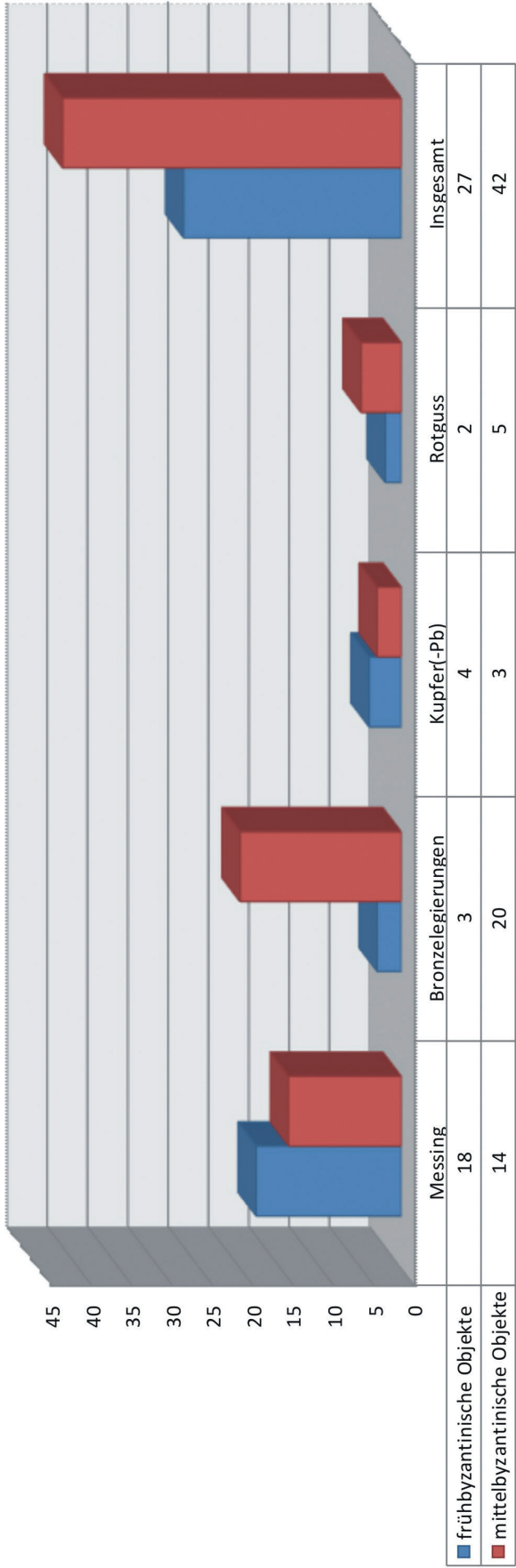


Diagramm 17 Verteilung nach Anzahl der früh- und mittelbyzantinischen Objekte aus verschiedenen Legierungen im Vergleich

ser Wert in der späteren Phase mit zwei Ausnahmen (**S 102, K 54**) unter 10 % bleibt. Derartige zinkarme Messinglegierungen wurden aufgrund des Zinkverlusts während des Gussvorgangs in der Fachliteratur als wiederverwendetes Messing interpretiert¹⁵⁵⁴. Die Schlussfolgerung liegt nahe, dass Messing sowohl in früh- als auch in mittelbyzantinischer Zeit aus sekundären Quellen besorgt wurde, obgleich es zeitlich früher zur Erzeugung verschiedener Kleinfunde bevorzugt verwendet worden war. Bemerkenswert ist ferner, dass sich die unterschiedlichen, überwiegend gegossenen Schnallen innerhalb der frühbyzantinisch datierten Objekte durch ihren erhöhten Bleigehalt (ca. 5–14/16 %) deutlich absondern lassen¹⁵⁵⁵. Vermutlich wurde dem Messing Blei zulegiert, um der Legierung eine bessere Gießbarkeit zu verleihen. Erwähnt sei ferner noch die umfassende Anwendung des Bleizusatzes, nicht nur im Fall der Messing-, sondern auch der anderen Legierungen, die in mittelbyzantinische Zeit zu beobachten ist und sogar in höheren Mengen (um 10–23 %) auftritt.

Dementsprechend lässt sich vorläufig vorsichtig zusammenfassen, dass im Laufe des Übergangs von früh- in mittelbyzantinische Zeit wesentliche wirtschaftliche und/oder handwerkliche Änderungen stattgefunden haben, die die dominante Messingverwendung schließlich in Bronze verwandelten. In diesem Zusammenhang könnten diese Vorgänge eventuell die grundlegenden Herstellungsprozesse (Gussvorgang) beeinflusst haben, bestätigt durch den erhöhten Anteil an Blei in den Legierungen mittelbyzantinischer Zeitstellung. Diese Veränderung in der Materialverwendung konnte auch durch Materialanalysen der Objekte aus Bet She'an/Israel festgestellt werden¹⁵⁵⁶, dennoch sind zukünftig mehrere Vergleichsuntersuchungen erforderlich, um diese Interpretation zu festigen.

David Zsolt Schwarcz

¹⁵⁵⁴ Ponting 1999, 1315 f.

¹⁵⁵⁵ Dies betrifft alle frühbyzantinische Schnallen aus Messing, die in die Zusammenfassung einbezogen wurden: **T 1, T 2, T 5, T 27, T 49–T 52**.

¹⁵⁵⁶ Ponting 1999, 1319 f.

