

# Silber oder Zinn? Kaiserzeitliche Objekte mit Oberflächenveredelung aus dem Gräberfeld von Oberhof (Aukštkiemiai)

Judith Fütterer • Susanne Krebstakies • Christine Reich  
Heidemarie Eilbracht • Ina Reiche • Sabine Schwerdtfeger

## Zusammenfassung

Der Beitrag präsentiert ausgewählte Fundstücke aus dem ehemals ostpreußischen, heute in Litauen gelegenen Gräberfeld von Oberhof, Kr. Memel (Aukštkiemiai, Klaipėdos r. sav.). Im Fokus stehen die Ergebnisse der chemischen Analysen von 25 kaiser- bzw. völkerwanderungszeitlichen Metallobjekten. Die Frage nach »Silber oder Zinn« als Überzug der bronzenen Oberflächen bildete den Schwerpunkt einer umfangreichen interdisziplinären Studie, in der eine größere Zahl an Objekten aus der sog. Berliner Prussia-Sammlung nicht nur archäologisch, sondern auch herstellungstechnisch und naturwissenschaftlich untersucht werden konnte. Bei der Mehrzahl der analysierten Objekte ließ sich die Oberflächenveredelung eindeutig als Zinn identifizieren. Einige der Verzinnungen wiesen dabei einen hohen Bleigehalt auf. Silber kommt vor, wird jedoch nicht für flächendeckende Überzüge, sondern für plastischen Dekor und Zierelemente verwendet.

## Abstract

The article presents selected finds from the former East Prussian cemetery of Oberhof, Kr. Memel (Aukštkiemiai, Klaipėdos r. sav.), now located in Lithuania. The focus is on the results of chemical analyses of 25 metal objects of the Roman and Migration Period. The question of "silver or tin" as a coating of bronze surfaces constituted the core of an extensive interdisciplinary study in which a large number of objects from the so-called Berlin Prussia Collection could be examined not only archaeologically but also in terms of production technology and natural science. For the majority of the objects analyzed, the surface finish could be clearly identified as tin. Some of the tinnings had a high lead content. Silver is present, although is not used for surface coatings, but for decorations and ornamental elements.

## Einleitung

Das ehemals in Ostpreußen, heute in Litauen gelegene Gräberfeld von Oberhof, Kr. Memel (heute Aukštkiemiai, Klaipėdos r. sav.), wurde in den Jahren 1886 bis 1888 von Otto Tischler und erneut 1894 von Alfred Jentsch, Heinrich Kemke und Carl Kretschmann ausgegraben. Insgesamt untersuchten sie mehr als 4.225 m<sup>2</sup> mit 452 Bestattungen. Diese wurden von der Römischen Kaiserzeit bis in das Mittelalter, d.h. von der zweiten Hälfte des 2. bis zum 11. Jahrhundert n.Chr., angelegt. Aufgrund der großen Zahl der Gräber, der langen Belegungszeit des Gräberfelds und der Qualität der Beigaben wurde Oberhof immer als Referenzgräberfeld für die chronologische Gliederung Ostpreußens durch Tischler angesehen. Abgesehen von kurzen Vorberichten von Tischler<sup>1</sup> selbst sowie einigen Abbildun-

gen, Erwähnungen und Zitaten in der Literatur blieb das Material in seiner Gesamtheit jedoch unpubliziert. Die Funde gelangten zusammen mit der Dokumentation der Ausgrabungen nach Königsberg, zunächst in die archäologische Sammlung der Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft und später in das Prussia-Museum bzw. in das 1936 gegründete Landesamt für Vorgeschichte, wo sie bis zum Zweiten Weltkrieg aufbewahrt wurden. 1943 wurde ein großer Teil des Oberhofer Materials zusammen mit der Studiensammlung und dem Fundarchiv des Prussia-Museums bzw. des Landesamtes zunächst nach Carlshof, Kr. Rastenburg, gebracht und ab Dezember 1944 in ein Gutshaus in der Nähe von Demmin in Mecklenburg-Vorpommern

<sup>1</sup> TISCHLER 1888; 1889.



ausgelagert. Dort wurden Sammlung und Archiv unter anderem von notleidenden Bewohnern und Flüchtlingen heimgesucht und geplündert. Nach dem Krieg gelangten die erhaltenen Bestände dann nach Ost-Berlin in die Akademie der Wissenschaften, wo jedoch über ihre Existenz Stillschweigen bewahrt wurde. Demzufolge galt die archäologische Sammlung des Prussia-Museums über 40 Jahre lang als verschollen und verloren. Erst 1990 wurde sie von der Akademie an das damalige Museum für Ur- und Frühgeschichte auf der Museumsinsel übergeben und erstmals wieder ausgepackt. Mit der Wiedervereinigung gelangte das Material in das Museum für Vor- und Frühgeschichte der Staatlichen Museen zu Berlin (im Folgenden MVF). Hier wurde es seit 1993 fachlich gesichtet, technisch aufbereitet, systematisch katalogisiert und damit der Forschung wieder zugänglich gemacht.<sup>2</sup> Da weder ein Katalog des Oberhofer Materials noch das entsprechende Inventarbuch des Königsberger Prussia-Museums erhalten sind, müssen die Grabzusammenhänge zunächst rekonstruiert werden. Dies ist durch die verbliebenen Objekte und das erhaltene Archivmaterial sowie Erwähnungen in der Literatur, alte Fotografien, Skizzen und Notizen in verschiedenen Nachlässen möglich. Eine umfassende Publikation und Analyse des Gräberfeldes durch Christine Reich ist in Vorbereitung.<sup>3</sup>

#### Anlass der Untersuchungen und Fragestellung

In allen Belegungsphasen des Gräberfeldes von Oberhof gibt es Kleinfunde aus Buntmetall, deren Oberflächen einen teils matten, teils glänzenden silbrigen Überzug oder auch silberglänzende, plastische Auflagen aufweisen. Es entstand die Frage, ob diese Überzüge aus Silber oder aus Zinn bestehen. Buntmetallobjekte mit silbrig glänzenden Überzügen wie jene aus Oberhof sind auch aus anderen litauischen Gräberfeldern derselben Zeitstufen durchaus bekannt.

Sie treten in der Regel in überdurchschnittlich ausgestatteten Gräbern auf.

Bislang wurden kaum chemische Untersuchungen an archäologischen Buntmetallobjekten aus dem ehemaligen Ostpreußen vorgenommen bzw. veröffentlicht. Neben Adalbert Bezenbergers Publikation der »Analysen vorgeschichtlicher Bronzen Ostpreussens« von 1904<sup>4</sup> existieren nur wenige jüngere Veröffentlichungen. Aus Litauen liegen für die Römische Kaiserzeit Materialanalysen an Anhängern und Verbindungsstücken eines emaillierten Bronze-Pektorales aus Anduln<sup>5</sup> sowie von halbmondförmigen Anhängern aus mehreren westlitauischen Fundorten<sup>6</sup> vor.<sup>7</sup> Für das frühe Mittelalter sind archäometrische Daten für 15 Buntmetallartefakte aus Pryšmančiai I und einem weiteren aus Genčiai I<sup>8</sup> sowie eine Untersuchung von Zinn als Lotmaterial oder als Silberersatz im eisenzeitlichen Litauen<sup>9</sup> vorhanden. Analysen an einem Fundstück aus Ostlitauen und an weiteren Objekten aus Polen, Weißrussland sowie der Ukraine wurden von Anna Bitner-Wróblewska und Teresa Stawiarska publiziert.<sup>10</sup>

Angesichts dieser bislang geringen Zahl sind materialanalytische Untersuchungen im Interesse aller Institutionen und Forscher, die sich mit dem Vermächtnis der ostpreußischen Archäologie befassen. Neue beispielhafte Studien sollen zum einen diese bestehende Forschungslücke schmälern, gleichzeitig aber auch Grundlage und Anreiz für weitere chemische Materialanalysen von Metallfunden aus dem ehemaligen Ostpreußen bieten.

Der vorliegende Beitrag präsentiert die Analysen der Oberflächenveredelungen an insgesamt 24 Objekten der Römischen Kaiserzeit und einem der Völkerwanderungszeit aus dem Gräberfeld von Oberhof (Tab. 1).<sup>11</sup> Die Untersuchungen waren Gegenstand einer Master-Abschlussarbeit im Jahr 2015/16 durch Judith Fütterer.<sup>12</sup> Sie werden hier nun in Zusammenarbeit mit al-

<sup>2</sup> Zur Geschichte der Prussia-Sammlung siehe: REICH 2004/05, 343–354; REICH/MENGHIN 2008, 68–97.

<sup>3</sup> REICH 2007, 195–196 Taf. 2, 2; REICH 2008, 22–25. – Das Projekt wird durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert (Sachbeihilfe Me 525/7).

<sup>4</sup> BEZENBERGER 1904.

<sup>5</sup> BITNER-WRÓBLEWSKA/BLIUJENÉ 2003.

<sup>6</sup> SIMNISKYTĖ 2002.

<sup>7</sup> Materialanalysen liegen dem Bericht über ein verzinntes Nadelkopfpaar aus Grab 74 von Bandužiai zugrunde, allerdings werden die Ergebnisse, auf denen diese Einschätzung basiert, nicht erläutert; vgl. Stankus 1995, 88.

<sup>8</sup> JANKAUSKAS 1992.

<sup>9</sup> VOLKAITE-KULIKAUSKIENE/JANKAUSKAS 1992.

<sup>10</sup> BITNER-WRÓBLEWSKA/STAWIARSKA 2009. – Außerhalb des ehemaligen Ostpreußens wurden Analysen an etwa zeitgleichen Nichteisen-Metallfunden beispielsweise aus dem Rhein bei Neupotz (Ankner 1993; Riederer 1993), aus Ejsbøl Mose (Jouttijärvi 2014) und aus dem kaiserzeitlichen Gräberfeld bei Stansted (Northover et al. 1991) sowie im Rahmen einer vergleichenden Studie zum römischen und germanischen Buntmetallhandwerk (Voß et al. 1998) vorgenommen.

<sup>11</sup> Streng genommen handelt es sich um 26 Objekte unter 25 Katalognummern, denn Nr. 23 umfasst zwei Fundstücke (Niete).

Katalog-Nr.	Inventar-Nr. vor 1945	Objekt	Grab-Nr.	Inventar-Nr. MVF
01	OPM 18004	Beschlag	Grab 2	Pr 12579
02	OPM 18005	Beschlag	Grab 2	Pr 12580
03	OPM 18006	Beschlag	Grab 2	Pr 12581
04	OPM 18007	Beschlag	Grab 2	Pr 12582
05	OPM 18040	Halsring	Grab 7	Pr 12602
06	OPM 18288	Armbrustfibel	Grab 76	Pr 12584
07	OPM 18574	Halsring	Grab 153	Pr 12585
08	OPM 18581	Nadelkopf	Grab 153	Pr 12586
09	OPM 18773	Scheibenfibel	Grab 199	Pr 12587
10	OPM 18774	Nadelkopf	Grab 199	Pr 12588
11	OPM 18775	Nadelkopf	Grab 199	Pr 12589
12	OPM 18781	Halsring	Grab 202	Pr 12592
13	OPM 18785/1	Nadelkopf	Grab 202	Pr 12591/1
14	OPM 18785/2	Nadelkopf	Grab 202	Pr 12591/2
15	OPM 18785/4	Kettenträger	Grab 202	Pr 12591/4
16	OPM 18785/6	Kettenträger	Grab 202	Pr 12591/6
17	OPM 18860	Nadelkopf	Grab 220	Pr 12593
18	OPM 18921	Nadelkopf	Grab 241	Pr 12595
19	OPM 18931	Nadelkopf	Grab 245	Pr 12594
20	OPM 19115	Nadelkopf	Streufund	Pr 12596
21	OPM 19856	Beschlag	Grab 360	Pr 12957
22	OPM 19857	Beschlag	Grab 360	Pr 12598
23	OPM 19858	2 Niete	Grab 360	Pr 12599
24	OPM 19920	Halsring	Grab 369	Pr 12600
25	OPM 19922	Armbrustfibel	Grab 369	Pr 12601

**Tab. 1** Übersicht über die analysierten und im Katalog beschriebenen Objekte aus dem Gräberfeld von Oberhof. »OPM« steht für die vorkriegszeitliche Inventarisierung der Fundstücke im Ostpreußischen Landesmuseum in Königsberg, »Pr« für die aktuelle Inventarnummer im Museum für Vor- und Frühgeschichte in Berlin.

Ursprünglich waren insgesamt 35 Objekte für die Analyse ausgewählt worden, jedoch musste die Auswahl u.a. aus formalen Gründen eingegrenzt werden. Einige Objekte erwiesen sich aufgrund ihrer für das Messgerät ungünstigen Form oder aufgrund fortgeschrittener Korrosion als ungeeignet. Nur die im Beitrag vorgestellten Objekte erbrachten eindeutige Ergebnisse. An einigen von ihnen wurden ebenfalls Analysen der farbigen Glas- und Emailleeinlagen durchgeführt, die aber hier nicht thematisiert, sondern an anderer Stelle publiziert werden.

<sup>12</sup> JUDITH FÜTTERER, Silber oder Zinn? Eine archäometrische Fallstudie an oberflächenveredelten Bronzeobjekten aus dem Gräberfeld von Oberhof, Kr. Memel, im ehemaligen Ostpreußen.

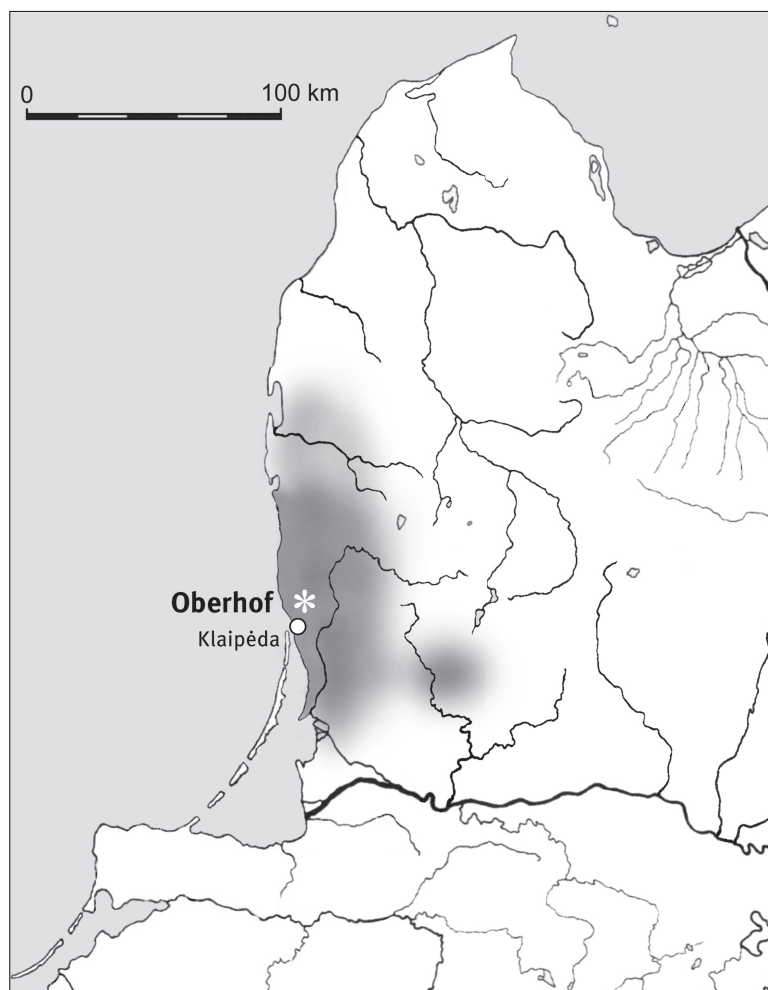
Masterarbeit im Fach Prähistorische Archäologie der Freien Universität Berlin (Erstgutachter: Prof. Dr. M. Wemhoff; Zweitgutachterin: Dr. H. Eilbracht). Abschluss des Verfahrens: Februar 2016.

len seinerzeit institutionell daran beteiligten Kolleginnen und Kollegen vorgelegt.<sup>13</sup>

Die Analysen dienten zuallererst der Klärung des Sachverhalts: Handelt es sich um einen Überzug aus Silber oder aus Zinn? Weiterhin stand die Untersuchung im Zusammenhang mit Fragen zur sozialen Deutung der Grabinventare: Wurden die betreffenden Trachtbestandteile tatsächlich mit Edelmetall oder mit einem »Ersatz«, mit welchem man den optischen Eindruck des Edelmetalls zu imitieren vermag, behandelt? An ausgewählten Fundstücken sollte daher durch die chemische Analyse bestimmt werden, um was für eine Oberflächenveredelung es sich handelt und wie sich deren Komponenten zusammensetzen. Ergänzend dazu wurde pro Objekt die Legierung des Grundmaterials ermittelt, um zum einen eine Gegenprobe zur Oberflächenanalyse zu erhalten und zum anderen Hinweise auf die Herstellungstechnik ableiten zu können. Ferner sollte geklärt werden, wie die Oberflächenveredelungen durchgeführt wurden und welche Beobachtungen bzw. Indikatoren darauf hindeuten. Die Fragen beziehen sich in gleicher Weise auch auf plastische Dekorationen, mit denen eine kleine Anzahl von Fundstücken zusätzlich verziert ist. Die Analysen sollten ebenfalls klären, ob die metallenen Dekore und Applikationen vollständig aus Silber oder Zinn bestehen oder ob es sich um oberflächlich verzinn- oder versilberte Buntmetalllegierungen handelt. Untersucht wurde zudem, welche Zier- und Befestigungstechniken angewandt wurden. Zusätzlich wurden drei Halsringe analysiert, die optischen Einschätzungen zufolge aus massivem Silber bestehen. Zu klären waren hierbei die Zusammensetzung des Silbers, u.a. im Hinblick auf die Vergleichbarkeit dieses Materials mit den Werten der silbernen Überzüge und Zierdekore. Sämtliche Analysen wurden mittels einer energie-dispersiven Mikro-Röntgenfluoreszenzanalyse im Rathgen-Forschungslabor (SMB-PK) ausgeführt.

### Das Gräberfeld von Oberhof aus archäologischer Sicht

Das Gräberfeld von Oberhof liegt im westlichen Litauen, nordöstlich von Klaipėda (Abb. 1). In der Literatur bis 1945 wurde dieser Raum zur sogenannten Memel-Kultur gerechnet,<sup>14</sup> wobei dies sowohl auf die Kaiser- und Völkerwanderungszeit als auch auf die Wikingerzeit und das Mittelalter bezogen wurde.<sup>15</sup> Heute spricht man aufgrund der Bestattungssitte von der »Westlitauischen Gruppe« oder von der »western Lithuanian stone-circle graves culture«<sup>16</sup> bzw. den »westlitau-



**Abb. 1** Die Lage des Gräberfelds von Oberhof und die Verbreitung der westlitauischen Gräberfelder mit Steinkreisen (mit der Randgruppe in Südwestlettland, dort Gräber ohne Steine). © Grafik: Ch. Reich.

<sup>13</sup> Dies sind Sabine Schwerdtfeger und Dr. habil. Ina Reiche vom Rathgen-Forschungslabor (RF, SMB, SPK) für die Durchführung der Analysen, Susanne Krebstakies vom Bereich Restaurierung des MVF, Dr. Christine Reich von archäologischer Seite als Bearbeiterin des Oberhofer Gräberfeldes sowie Dr. Heidemarie Eilbracht (MVF Akademieprojekt »Forschungskontinuität und Kontinuitätsforschung«). Dank gilt Prof. Dr. Matthias Wemhoff, der die naturwissenschaftliche Untersuchung und Bearbeitung des Fundmaterials ermöglicht und die Aufnahme des Beitrags in die Acta Praehistorica et Archaeologica empfohlen hat. Die grafische Bearbeitung der Abbildungen und die Gestaltung der Tafeln verdanken wir Alexander Polkehn (MVF).

<sup>14</sup> ENGEL 1933.

<sup>15</sup> ENGEL 1931; ENGEL 1933.

<sup>16</sup> MICHELBERTAS 1986, 27–41; BITNER-WRÓBLEWSKA 2001, 23 Abb. 2.

<sup>17</sup> BANYTÉ-ROWELL 2013, 67f. Karte 1.

<sup>18</sup> REICH 2012, 139 Abb. 5.

<sup>19</sup> Hierzu u.a. REICH 2012, 133ff.

<sup>20</sup> Ebd. 134.

ischen Gräberfeldern mit Steinkreisen«. <sup>17</sup> Durch die Aussonderung einer Untermemelgruppe, die durch das Fehlen von Steinsetzungen in den Gräbern gekennzeichnet ist, ist diese Kultureinheit deutlich enger gefasst und nimmt vor allem die Gebiete nördlich der Memel-Mündung bis nach Südwestlettland ein.

### Die Gräber

Die kaiser- und völkerwanderungszeitlichen Gräber sind Körperbestattungen, die mit Steinkreisen eingefasst und zum Teil mit Steinpflastern versehen wurden. Dabei sind die einzelnen Steinkreise miteinander verbunden, so dass ein regelrechtes »Zellwerk« entsteht. Für Oberhof fehlt ein kompletter Gräberfeldplan, der die Lage jedes Grabes und Details wie die Steinkreise zeigt; es gibt jedoch einige wenige Detailpläne und die Beschreibungen Otto Tischlers.

Die Überlieferungsgeschichte der Objekte wie auch der Grabungsdokumentation bedingt, dass die Grabfunde in ihrem Bestand nicht immer vollständig rekonstruiert werden können. Auch die Dokumentation selbst weist Lücken auf. So haben sich z.B. für Grab 202 die Beschreibung, ein Plan zur Lage der Beigaben im Grab und ein Detailplan erhalten. Für Grab 360 fehlen dagegen alle diese Informationen. Diese Problematik macht eine chronologische und sozialstratigrafische Auswertung der Funde nicht unmöglich, man muss sich ihrer jedoch bewusst sein. <sup>19</sup>

Mit einer Ausnahme stammen alle hier vorgelegten, analysierten Objekte aus Bestattungen der Römischen Kaiserzeit. Lediglich Grab 76 gehört in die Völkerwanderungszeit. Knochen waren aufgrund der Bodenverhältnisse nicht erhalten, so dass das Geschlecht der Verstorbenen nur archäologisch, d.h. anhand der Beigabenausstattung, festgelegt werden kann. <sup>20</sup>

Da die hier untersuchten verzinnten oder silbernen Stücke status- oder prestigeanzeigenden Charakter haben, verwundert es nicht, dass auch die übrige Ausstattung der Gräber überdurchschnittlich ist oder zumindest durch besondere Elemente ergänzt wird.

Die Gräber 153, 199 und 202 gehören zur Gruppe von Frauengräbern mit überaus reicher Schmuckausstattung. Diese besteht aus insgesamt drei Fibeln oder Nadeln, mindestens einem Halsring oder optional einem Kettengehänge und Armringschmuck <sup>21</sup> (Abb. 2). Das gleiche Ausstattungsmuster zeigt auch das völkerwanderungszeitliche Grab 76.

In den Frauenbestattungen 220, 241 und 245 fehlen Fibeln. Insgesamt erscheint die Ausstattung, insbesondere mit Ringschmuck, bescheidener. Die beigegebenen prächtigen Nadeln mit Tutuluskopf machen jedoch wahrscheinlich, dass diese abweichende Beigabenzusammensetzung nicht durch einen geringen Reichtum der Bestatteten bzw. ihrer Familie bedingt ist. Es könnte sich hier um jüngere Frauen, denen noch nicht die volle Schmuckausstattung zustand, handeln. Oder die Beigabenzusammensetzung ist auf einen zeitlich bedingten Wandel in der Frauentracht zurückzuführen. <sup>22</sup>

In den Gräbern 2, 7 und 360 weisen Pferdegeschirr und Pferdeknochen die hier bestatteten Männer als Reiter aus. <sup>23</sup> Ihre Waffenausstattung ist eher durchschnittlich, wohingegen ihre Trachtausstattung – und das gilt auch für Grab 369, in dem Pferdegeschirr fehlt – als sehr reichhaltig beschrieben werden kann. Zu Fibel, Hals- und Armring treten in Grab 360 und 369 reich beschlagene Gürtel. Grab 369 enthält darüber hinaus mit 21 die meisten römischen Münzen. <sup>24</sup>

### Der Fundstoff

Alle analysierten Objekte sind als Typen charakteristisch für das westliche Litauen. Einige Formen zeigen weitreichende Verbindungen, wie die kreuzförmigen Beschläge, andere sind generell charakteristisch für das Westbaltikum, wie z.B. die Halsringe mit umwickelten Enden. Echte Importe oder Einzelstücke sind nicht dabei.

### Beschläge

Die vier kreuzförmigen Beschläge aus Grab 2 (OPM 18004–18007) wurden schon von Tischler in einem seiner Vorberichte erwähnt. <sup>25</sup> Sie sind aufgrund ihrer Fundlage eindeutig Bestandteile des Pferdegeschirrs. <sup>26</sup> Ähnliche Beschläge finden sich nicht nur im westlichen Litauen, sondern auch in Masuren und Sudauen. Vereinzelt tritt diese Form im Samland, in Nadrauen und im westlichen Teil Samogitiens auf. <sup>27</sup> Nicht in jedem Fall handelt es sich funktional um Zaumzeugbeschläge, sie fungieren andernorts auch als Beschläge von Gürteln – und in einem Fall sogar als Fibel. Sie können in die jüngere Kaiserzeit datiert werden. <sup>28</sup>

<sup>21</sup> Ebd. 139, 142 Abb. 8.

<sup>22</sup> Ebd. 139ff.; BANYTĖ-ROWELL/BITNER-WRÓBLEWSKA/REICH 2012, 208.

<sup>23</sup> REICH 2009, 210f. Abb. 4.

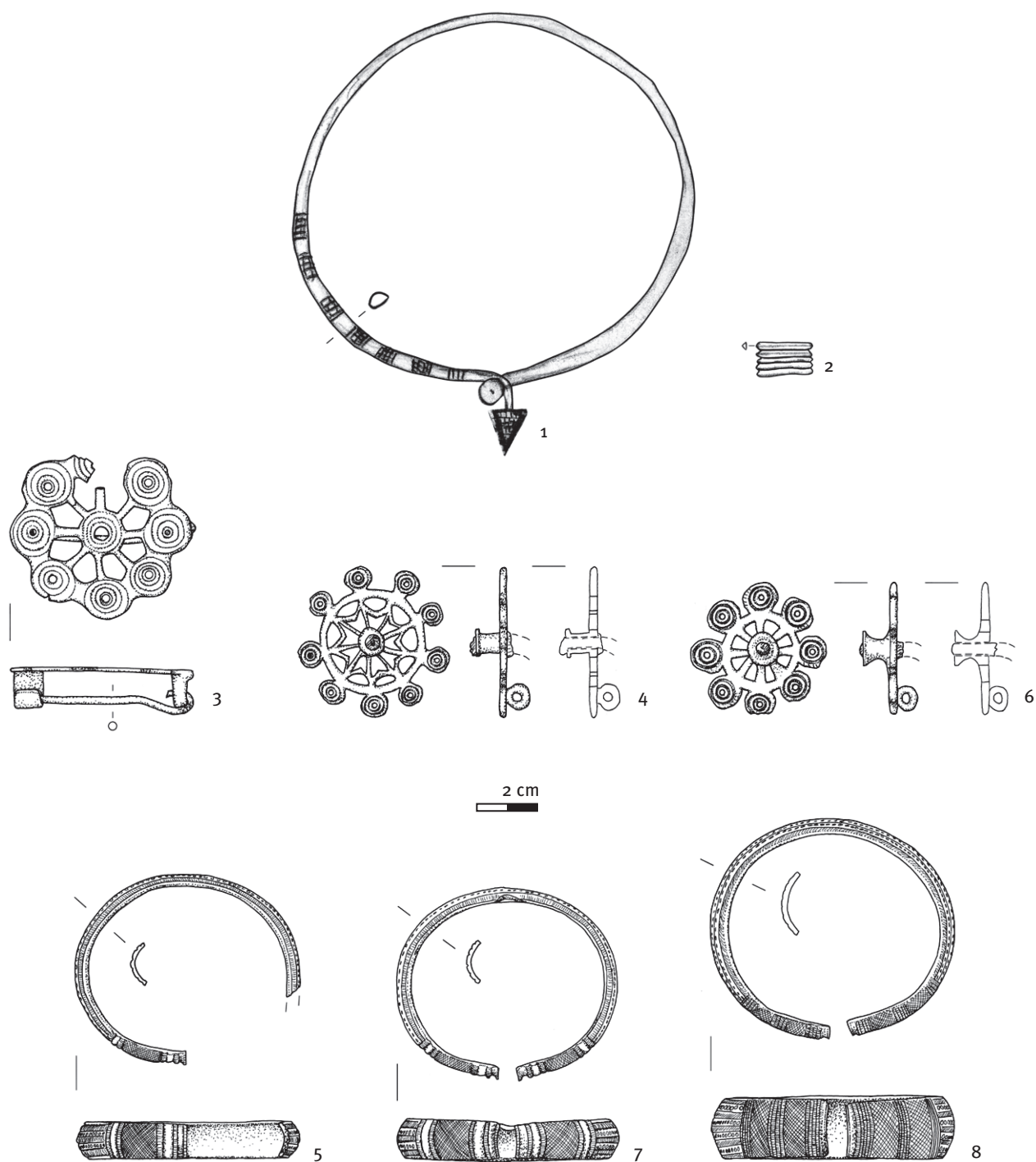
<sup>24</sup> REICH 2012, 138f., 141 Abb. 7.

<sup>25</sup> TISCHLER 1889, 28.

<sup>26</sup> REICH 2009, 207f. Abb. 2.

<sup>27</sup> Ebd. 209f. Abb. 3; BANYTĖ-ROWELL/BITNER-WRÓBLEWSKA/REICH 2016, 146.

<sup>28</sup> Lediglich die Stücke aus Žviliai, Grab 47, müssen in die frühe Völkerwanderungszeit gesetzt werden: BITNER-WRÓBLEWSKA 2007, 82.



**Abb. 2** Oberhof, Grab 199. 1: Halsring, 2: Spiralfingerring, 3: Fibel, 4.6: Nadeln, 5.7-8: Armringe, ein weiterer Armring ist verschollen. M. 1:2. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Zeichnungen: S. Nettekoven.



Unklar war die Funktion der beiden Beschläge und der Niete aus Grab 360 (OPM 19856–19858). Die Lage der Gegenstände im Grab ist nicht bekannt – weder eine Beschreibung noch ein Plan haben sich erhalten. Da sie unter anderem mit einer Trense, Pferdeknochen sowie weiteren Beschlägen vergesellschaftet waren, schien es zunächst nicht abwegig, sie dem Pferdegeschirr zuzuweisen.<sup>29</sup> Die 36 Niete, von denen derzeit noch neun erhalten sind, waren zusammen mit einem heute verschollenen zweigliedrigen Beschlag auf einer rechteckigen Unterlage montiert. Eine Abbildung dieses Beschlages und der Niete wurde 1929 von Wilhelm Gaerte publiziert.<sup>30</sup> Solche zweigliedrigen Beschläge sind zusammen mit Nieten und mindestens einem weiteren Beschlag Bestandteile prächtiger statusanzeigender Gürtel. Eine der Fragen war daher auch, inwieweit die naturwissenschaftlichen Analysen einen Hinweis geben können, ob die Beschläge dem Gürtel oder dem Zaumzeug zuzuordnen sind. Grab 360 lässt sich nach C1b/C2 datieren.<sup>31</sup>

### Nadeln

Ein Großteil der analysierten Objekte gehört zur Gruppe der Nadeln mit rosetten- oder tutulusförmigem Kopf. Sie sind Beckmann Gruppe O und Gruppe Q zuzuordnen und werden von Bernhard Beckmann ganz allgemein in die Periode C datiert.<sup>32</sup> Dabei war ihm zeitbedingt nur ein Bruchteil der heute existierenden Exemplare bekannt. Zuletzt behandelte Rasa Banytė-Rowell diese Formengruppe und legte eine aktuelle Verbreitungskarte<sup>33</sup> vor, die Vorkommen im westlichen Litauen und am Unterlauf der Memel zeigt.

Eine Kartierung der verschiedenen Typen und Varianten von Nadeln mit rosettenförmigem und mit tutulusförmigem Kopf im Gräberfeld von Oberhof zeigt eine horizontalstratigrafische Verteilung, die sich chronologisch interpretieren lässt. Dies wird durch eine Seriation des gesamten Materials bestätigt. Am Beginn der Belegung finden sich Nadeln mit durchbrochenem Kopf und glatten Rand, es folgen solche mit rosettenförmigem Kopf (wie z.B. OPM 18774). Nadeln, bei denen die Rosetten miteinander verbunden sind (wie OPM 18931), bilden eine Übergangsform zu

Tutulusnadeln mit glattem Rand, hohem Knopf und kleiner Platte darauf, die mit Silberkügelchen dekoriert sind (z.B. OPM 18921). Nadeln mit rosettenförmigem Kopf treten von C1b bis C2 auf, während die reich dekorierten Tutulusnadeln mit hohem Knopf und kleiner Platte darauf an das Ende der Römischen Kaiserzeit (C2/C3) zu setzen sind.<sup>34</sup>

### Fibeln

Die rosettenförmige, durchbrochene Scheibenfibel OPM 18773 ergänzt die Nadeltracht der Frau aus Grab 199 und kann wie die Nadeln nach C1b/C2 datiert werden. Die analysierte Fibel mit umgeschlagenem Fuß und Ringgarnitur (OPM 19922) aus Grab 369 ist Teil eines Paares. Sie ist dem Typ Almgren 167 ähnlich und charakteristisch für das gesamte Westbaltikum. Diese Form weist ein breites Datierungsspektrum von B2/C1-C1a bis C2 auf.<sup>35</sup>

Fibeln mit umgeschlagenem Fuß und Ringgarnitur sind im westbaltischen Gebiet äußerst langlebig, verändern sich aber im Lauf der Zeit signifikant.<sup>36</sup> So gehört die Fibel mit umgeschlagenem Fuß und Ringgarnitur (OPM 18288) aus Grab 76 mit ihrer gedrungenen Form und dem breiten Bügel einer deutlich jüngeren Variante an. Sie ist unter anderem mit Kolbenarmringen mit breiten Enden vergesellschaftet und datiert in die Völkerwanderungszeit (Stufe E, d.h. 6. und 7. Jh.).<sup>37</sup> Es handelt sich damit mit Abstand um das jüngste hier analysierte Stück.

### Kettenträger

Ein charakteristischer Bestandteil reich ausgestatteter Frauengräber im westlichen Litauen sind Kettengehänge, die mit Hilfe von zwei Nadeln oder Fibeln am Gewand fixiert werden. Ein solches gehört auch zur Ausstattung der Dame aus Grab 202. Aus diesem Gehänge wurden zwei der Kettenträger untersucht (OPM 18785/4 und 6). Sie sind klein und lassen sich mit der ersten kaiserzeitlichen Belegungsphase des Gräberfeldes in Verbindung bringen. Harri Moora setzt die Kettenträger aus Oberhof an das Ende des 3. Jahrhunderts oder in die Zeit um 300,<sup>38</sup> ohne dabei jedoch die typologischen Varianten gesondert zu betrachten.

<sup>29</sup> REICH 2009, 209f.

<sup>30</sup> GAERTE 1929, 231 Abb. 176, a. – Allerdings ohne Angabe der Grabnummer. Zur Zuordnung siehe REICH/JUGA-SZYMAŃSKA 2015, 557f.

<sup>31</sup> REICH/JUGA-SZYMAŃSKA 2015, 563.

<sup>32</sup> BECKMANN 1969, 111, 113 Taf. 22. – Ebenso MOORA 1938, 196–197.

<sup>33</sup> BANYTĖ-ROWELL 2008, 9–42, Abb. 4.

<sup>34</sup> Ebd. 40.

<sup>35</sup> NOWAKOWSKI 1998, 53.

<sup>36</sup> BITNER-WRÓBLEWSKA 2006, 11, Abb. 7.

<sup>37</sup> ÅBERG 1919, 13.

<sup>38</sup> MOORA 1938, 238.



### Halsringe

Vom Halsring mit umwickelten Enden aus Silber (OPM 18040) aus Grab 2 ist lediglich ein Fragment erhalten, das keine Aussage zur Art des Verschlusses erlaubt. Der silberne Halsring gleichen Typs aus Grab 202 (OPM 18781) hat einen Haken-Ösen-Verschluss. Nach Mykolas Michelbertas kommen Halsringe mit umwickelten Enden vom Ende der Periode C1a bis in die Periode C1b (erste Hälfte des 3. Jh. n.Chr.) vor. Im Samland und in der Bogaczewo-Kultur treten sie ab B2/C1 auf und haben ihren Schwerpunkt in C1-C2, d.h. im 3. Jahrhundert n.Chr.<sup>39</sup> Dabei werden jedoch die verschiedenen Varianten, gebildet aufgrund der Art des Verschlusses oder ob mit oder ohne Ringgarnitur, nicht unterschieden.

Der bronzene Halsring mit Haken-Scheibenöse-Verschluss, umwickelten Enden und Ringgarnitur (OPM 18574) aus Grab 153 ist mit einer Nadel mit rosettenförmigem Kopf (OPM 18581) vergesellschaftet. Nach Moora<sup>41</sup> kann bei diesem Typ die Scheibenöse an den Rändern oder auf der ganzen Oberfläche mit Kerbdraht dekoriert sein. Er setzt Halsringe dieser Form allgemein nach C bzw. ins 2. und 3. Jahrhundert. Wojciech Nowakowski datiert Halsringe mit umwickelten Enden und Ringgarnitur in die Phase der größten Verbreitung der Fibeln mit umgeschlagenem Fuß und Ringgarnitur und damit nach C1. Mit ebensolchen Fibeln, von denen eine ebenfalls analysiert wurde, ist der silberne Halsring mit Ringgarnitur und doppeltem Kapselverschluss (OPM 19920) in Grab 369 vergesellschaftet. Moora nennt Parallelen aus Litauen, Estland, dem Samland, Masuren und dem Weichselmündungsgebiet.<sup>42</sup>

Mit Ausnahme der jüngeren Variante der Fibel mit umgeschlagenen Fuß und Ringgarnitur (OPM 18288) stammen alle analysierten Objekte aus der Römischen Kaiserzeit. Zwar gibt es auch aus der Völkerwanderungs- und der Wikingerzeit Objekte mit silberfarbener Oberflächenveredelung, aber die Beschränkung auf eine Zeitperiode erschien sinnvoll, um den Rahmen der vorliegenden Studie nicht zu sprengen. Die Nadeln mit rosetten- und tutulusförmigem Kopf geben dabei eine chronologische Tiefe, um gegebenenfalls zeitlich bedingte Veränderungen in Technik oder Zusammensetzung zu erkennen.

### Erhaltungszustand und Herstellungstechniken der Objekte

Die für die Masterarbeit »Silber oder Zinn« analysierten Objekte aus Oberhof wurden im Jahr 2005 in der Restaurierungswerkstatt des Museums für Vor- und Frühgeschichte restauratorisch bearbeitet. Einige der Stücke waren aber bereits zu einem früheren unbekannten Zeitpunkt, vermutlich noch vor den kriegsbedingten Umlagerungen, konserviert worden. Darauf wiesen unter anderem aufliegende Lack- und Wachreste hin.

Der Ausgräber Otto Tischler berichtet über die Bergung und die Behandlung der Funde wie folgt: »Der Boden bestand aus Sand, der mitunter etwas lehmiger wurde, oder Kies. In der Tiefe waren die Bronzen an vielen Stellen, besonders den feuchteren, so mürbe, oft vollständig mehligh, dass es eines eigenen Verfahrens bedurfte um sie zu heben und zu konservieren. [...] Bei kleineren Objekten aus Bronze [...] wurde immer die Methode des Gypsverbandes angewandt [...].« Größere Objekte wurden laut Tischler in vorgefertigten Holzkästchen geborgen. »Zu Hause wurden die Kisten nach genügender Austrocknung geöffnet, der Sand vorsichtig, teilweise durch Fortblasen entfernt. [...] Die hervorkommenden Objekte wurden nach und nach mit Schellaklösung in Spiritus (mit Zusatz von sehr wenig Ricinusöl) getränkt, was bei größeren mürben Stücken (und sehr mürbe war hier das meiste) erst nach und nach, wenn der freigelegte und fixierte Teil erst fest geworden war, gethan werden musste. Schien es gefährlich zu viel Sand zu beseitigen, so imprägnierte man die noch von Sand bedeckte Bronze, und wenn alles innen fest, wurde der festgeklebte Sand mittelst eines Tropfgläschens durch Spiritus aufgeweicht, um mit der Nadel entfernt zu werden.«<sup>43</sup>

Die damals zur Konservierung verwendeten Materialien würden heute sicher keine Anwendung mehr finden. Bei der Neurestauration 2005 wurde nach modernen Methoden vorgegangen. Dabei wurden die Oberflächen der Stücke, soweit dies ihr Erhaltungszustand erlaubte, mechanisch freigelegt, da auf vielen Objekten noch Korrosionsprodukte auflagen. Aufgebrachte Lackschichten und Wachsbeschichtungen wurden entfernt. Wenn Festigungen der Substanz notwendig waren, wurden immer reversible Mittel verwendet. Alle Objekte weisen Schäden auf, verursacht durch die Lagerung im Boden, aber auch durch die häufigen und nicht klimastabilen Umlagerungen während der Kriegsjahre und danach.

<sup>39</sup> BANYTÉ-ROWELL 2013, 80 (mit entsprechender Literatur).

<sup>40</sup> MOORA 1938, 311 Anm. 1.

<sup>41</sup> NOWAKOWSKI 1998, 62.

<sup>42</sup> MOORA 1938, 319f. Anm. 5.

<sup>43</sup> TISCHLER 1888, 16f.

## Erhaltungszustand

Bei Bronzeobjekten schädigt die Umwandlung des chemisch instabilen Metalls durch äußere Einflüsse in chemisch stabile Verbindungen wie Metalloxide und -carbonate die Metallstruktur zunächst nicht. Es bildet sich an der Oberfläche vielmehr eine feste »Patina«, die die Originaloberfläche abbildet und festigt. Die das Material schädigende Korrosion wird erst durch ein Zusammenwirken von Feuchtigkeit und den eventuell schon bei der Bodenlagerung in die Objekte eingedrungenen Chloriden hervorgerufen. Diese reagieren mit dem in der Legierung enthaltenen Kupfer. Es entsteht basisches Kupferchlorid, das, wenn die Objekte wieder hoher Luftfeuchtigkeit ausgesetzt sind, zu massiven Schäden von Substanz und Oberfläche führen kann. Sichtbar sind dann eine unregelmäßige Oberfläche mit Schichtpockenbildung und Lochfraßkorrosion. Bei den Objekten aus Oberhof ist das Grundmaterial oft noch stabil, aber stellenweise durch Korrosion versprödet. Es können oberflächliche Abplatzungen, ausgebrochene Kanten und Brüche des Materials beobachtet werden.

Die Verzinnung beeinflusst den Erhaltungszustand der betroffenen Oberflächen positiv und macht sie korrosionsbeständiger.<sup>44</sup> Dies hängt auch damit zusammen, dass die Verzinnungsschicht nach dem Abkühlen poliert und somit die Oberfläche verdichtet wird. Bei einigen der Objekte ist die verzinnete Oberfläche stark zerkratzt, stellenweise liegt das darunterliegende Trägermaterial frei. Ursache hierfür kann die starke mechanische und klimatische Beanspruchung des Materials sein. Beim Beschlag OPM 19856 handelt es sich aber offensichtlich um eine intentionelle rezente Störung.

Die Silberobjekte weisen Brüche durch offensichtlich durchgeführte Rückbiegeversuche auf. Die Oberflächen sind stabil, aber durch die Einwirkung von Oxiden und Sulfiden in der Luft verschwärzt. Diese Verschwärzung kann auch auf den Objekten mit verzinneten Oberflächen beobachtet werden, was vermutlich oft zur Verwechslung der beiden Techniken Versilberung und Verzinnung bei der optischen Beurteilung führte.

Generell rühren Schäden an den Objekten vornehmlich von unsachgemäßer Behandlung der Stücke her,



**Abb. 3** Kiste mit Objekten der ehemaligen Prussia-Sammlung bei der Einlieferung in das Alte Museum 1990.

© Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Foto: I. Buschmann.

wie sie beispielsweise bei der wiederholten Umlagerung (Abb. 3) entstanden oder bei früheren Restaurierungen. In der mittlerweile gut aufgearbeiteten Verlagerungsgeschichte der Prussia-Sammlung wird die katastrophale Situation von Teilen der Funde 1946 im Gutshof Broock durch Zeitzeugen eindrücklich geschildert.<sup>45</sup> Die gravierendsten Schäden sind der Verlust von Bestandteilen der Stücke, wie z.B. der aufgelöteten Silberkugeln bei den Nadelköpfen OPM 18921 und OPM 19115, der Buckelkopfniete beim Zaumzeugbeschlag OPM 18004, Teilen der Ringgarnitur beim Halsring OPM 18574 oder der Zierbuckel bei Nadelkopf OPM 18931 (Abb. 4).

In Vorbereitung der Röntgenfluoreszenzanalysen wurden auf den Rückseiten der Objekte mehrere kleine Bereiche punktuell bis auf das Grundmetall mechanisch freigelegt. Dies war notwendig, um die Messung aufliegender Korrosionsbestandteile zu vermeiden. Da der Messpunkt des verwendeten Geräts nur etwa 100µm Durchmesser beträgt, fallen diese Stellen optisch kaum auf.

## Herstellungstechniken

Im Folgenden werden, über die eigentliche Frage des Versilberns oder Verzinnens hinaus, alle technischen Verfahren kurz umrissen, die bei der Herstellung der analysierten Oberhofer Objekte angewendet worden sind.

<sup>44</sup> WOLTERS 2006.

<sup>45</sup> REICH 2004/05, 347–349.



**Abb. 4** Nadelkopf OPM 18931. Die meisten Zierbuckel sowie ein Teil der zugehörigen Ringösen sind heute verloren.  
© Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Foto: J. Fütterer.

#### Wachsausschmelzverfahren

Die Mehrzahl der analysierten Objekte sind Produkte, die durch Gießen im Wachsausschmelzverfahren hergestellt wurden. Für das Wachsausschmelzverfahren wird zunächst aus Bienenwachs – unter Zuschlägen von pulverisierter Holzkohle, Talg, Leinöl oder Kollophonium zur Härtung des Wachses – ein Modell hergestellt. Da das Wachs leicht form- und bearbeitbar ist, lassen sich schon im Modell viele Details des zu gießenden Objekts anlegen. Auch komplizierte oder hinterschnittene Formen können so einfach durch Beschneiden oder Biegen des Wachses, durch Eindrücken von Stempeln oder ähnlichem oder durch Anschmelzen weiterer geformter Wachsstücke hergestellt werden. Am Wachsmo- dell müssen dann Gusskanäle zum Entweichen der Luft sowie ein Gusskegel angebracht werden. Das flüssige Metall härtet beim Eingießen in die Form schnell aus; der Schwerpunkt des Objekts muss daher in der Form unten und dem Gusskegel gegenüber liegen. Das Wachsmo- dell wird mit mehreren Tonschichten umgeben, wobei vor dem Auf- trag der jeweils folgenden Schicht die vorige durchgetrocknet sein muss. Die erste Schicht muss aus besonders feinem Ton oder Tonschlicker gearbeitet werden, da sie die Oberfläche des Modells abbildet. Nach dem Trocknen wird diese Form erhitzt und das Wachs vollständig ausgeschmolzen. Die Form kann nun für den Guss verwendet werden, wobei sie nach

Eingießen des Metalls verloren ist, da sie zur Entnahme des Stückes zerstört werden muss.<sup>46</sup>

Die beschriebene Technik wird für die meisten hier besprochenen Objekte angewendet worden sein. Die Wachsmo- delle wurden seriell angefertigt, die gegossenen Objekte nach dem Guss versäubert und teilweise schmiedetechnisch nachbearbeitet. Dafür spricht nicht nur das Fehlen jeglicher Gussnähte, die bei einem Schalenguss erkennbar wären, sondern auch bei einigen Objekten sichtbare, leicht hochstehende Kanten an den vorgesehenen Lochungen. Diese entstehen, wenn im Wachsmo- dell Löcher eingestochen werden und sich das Wachs in die gestochene Richtung verschiebt bzw. leicht aufwölbt. Beobachtet werden kann dies auf den Rückseiten der Nadelköpfe OPM 18785/1, OPM 18785/2 und OPM 18774.

#### Kaltverformende Techniken

Beim Schmieden wird eine durch Guss hergestellte Gussplanke (für Blech) oder ein Metallstab (für Draht) durch Bearbeitung mit verschiedenen Hämmern auf einer Schmiedeunterlage gestreckt und verformt. Der Querschnitt wird verändert und das Metallgefüge wird verdichtet. Der Kristallitverband ändert sich, je nach Wirkung des verwendeten Hammers. Die durch das Schmieden und das gleichzeitige Verdichten des Materials nachlassende Elastizität kann durch mehrma- liges Rekristallisationsglühen des Werkstücks immer wieder hergestellt werden.

Beim Treiben (Aufziehen/Auftiefen) wird aus einem Blech ein Hohlkörper durch Bearbeitung mit Hämmern und Punzen hergestellt. Beim Treibziselieren wird das Werkstück dabei in einen verformbaren Kitt eingebettet und kann durch wiederholte Entnahme und Wiedereinbetten in den Kitt beidseitig bearbeitet werden. Auch hier muss das Material immer wieder gegläut werden, um einer Versprödung und Verhärtung vorzu- beugen und das Reißen des Materials zu vermeiden. Das Gravieren ist im Gegensatz zu den zuvor genann- ten Techniken ein spanabhebendes Verfahren. Mit Hil- fe eines Stichels werden Vertiefungen in das Grund- material eingeschnitten. Diese können linear oder

<sup>46</sup> ARMBRUSTER 2001.

<sup>47</sup> Eine Grafik zum Gefügeaufbau findet sich bei BREPOHL 1987, 243.

<sup>48</sup> Die ältesten Verzinnungen sind bei Objekten aus dem 5. Jahrhundert v.Chr. bekannt; vgl. HEDGES 1964, 107f.

<sup>49</sup> MEEKS 1993, 255.

<sup>50</sup> Elektrochemische Methoden sind erst ab dem 18. Jahrhundert bekannt; vgl. MEEKS 1993, 249.

<sup>51</sup> Ebd. 255.



flächig sein, je nach Form der Schneide des verwendeten Werkzeugs.

Beim Biegen wird eine bleibende Biegung erzeugt, indem das Material mit Hilfe von Zangen oder mittels Hilfskörpern über dessen Elastizitätsgrenze umgeformt wird. Um eine gleichmäßige Biegung durchführen zu können, ist regelmäßiges Rekristallisationsglühen des Metalls notwendig.

### Verbindungstechniken

Beim Löten werden zwei metallische Werkstücke mit einem Lot, das einen niedrigeren Schmelzpunkt besitzt als die zu verbindenden Teile, dauerhaft miteinander verbunden. Die zu verbindenden Kanten müssen dazu gereinigt und mit einem Flussmittel benetzt werden, das verhindert, dass die Oberfläche der Fügekanten oxidiert, und sicherstellt, dass das Lot sich gut auf der Lötfläche verteilt. Die Lotstelle wird gleichmäßig mit der Flamme erhitzt, das Lot schmilzt und bildet an der Lotfuge eine Diffusionszone, an der Grundwerkstoff und Lot fest miteinander verschmelzen.<sup>47</sup>

Beim Vernieten werden mehrere durchbohrte Teile miteinander fest oder beweglich verbunden, indem man einen Nietstift durch die Bohrungen führt und die Enden des Stiftes flach ausschmiedet. Werden mit dem Niet metallene Beschläge oder ähnliches auf einem weichen Material wie Leder fixiert, sind kleine Unterlegbleche oder -scheiben notwendig, um den Halt des Niets zu gewährleisten. Solche finden sich in Resten z.B. bei OPM 19856 und OPM 19857.

### Ziertechniken

Beim Verzinnen wird auf einem Objekt, das meistens aus einer Kupferlegierung besteht, eine silberfarbene Oberfläche erzeugt; sie bildet eine feste, korrosionsresistente Schicht, die gut polierbar ist.<sup>48</sup> Die in englischsprachigen Publikationen als »high-tin-bronze« bezeichneten Bronzeobjekte mit einem Zinngehalt über 14 % sind meist nicht verzinkt, da sie wegen ihres hohen Zinngehalts schon beim Polieren einen silberähnlichen Oberflächenglanz erhalten.<sup>49</sup>

Für die analysierten Objekte kommen verschiedene Methoden der Schmelzverzinnung infrage.<sup>50</sup> Bei der Wischverzinnung wird das zuvor gesäuberte Trägermaterial mit Kolophonium oder einem anderen Flussmittel benetzt. Zinnabschnitte oder -folie werden geschmolzen und mit einem Lappen auf die Oberfläche aufgetragen. Das »Aufwischen« des Zinns kann dabei eine streifige Struktur verursachen, die sich auch bei einigen der Objekte aus Oberhof beobachten lässt (z.B. OPM 18860). Die Oberfläche kann anschließend zu silberartigem Glanz poliert werden.

Bei der Tauchverzinnung wird der zu beschichtende, gereinigte Gegenstand mit Flussmittel bestrichen, erwärmt und in geschmolzenes Zinn mit einer Temperatur von ca. 260°C (Schmelzpunkt Zinn: 232°C) kurz eingetaucht.<sup>51</sup> Die so aufgebrachte Zinnschicht ist gleichmäßiger und dicker als eine, die durch Wischverzinnung aufgebracht wurde, und kann ebenfalls durch Politur verdichtet und gehärtet werden. Sie lässt sich z.B. bei OPM 18785/6 beobachten. Zwischen Trägermetall und Zinnschicht entsteht bei beiden Methoden eine intermetallische, legierungsartige Zwischenschicht.<sup>52</sup> Diese Schicht kann durch erneutes kontrolliertes Erhitzen des Stücks noch verstärkt werden.

Abschließend sollen hier drei Methoden der Versilberung kurz dargestellt werden, die für Objekte der gleichen Zeitstellung wie die Oberhofer Stücke theoretisch in Frage kämen.<sup>53</sup>

Bei der Folienversilberung werden dünne Silberfolien oder Bleche auf die zuvor aufgeraute Oberfläche des Trägermaterials aufgehämmert. Zusätzlich werden diese oft auch durch Überbördeln der Ränder im Grundmaterial gefasst. Da Grund- und Beschichtungsmaterial hierbei nicht durch einen Schmelzvorgang miteinander verbunden sind, ist diese Verbindung nicht dauerhaft; Folien oder Bleche können sich lösen oder abblättern.<sup>54</sup>

Bei gelöteten Verbindungen werden sehr dünne Silberfolien ( $\geq 0,1$  mm) durch weiches Blei/Zinn-Lot oder hartes Silber/Kupfer-Lot auf dem Trägermaterial verlötet. Weichlot ist dabei weniger beständig als Hartlot. Das Silber/Kupfer-Lot muss einen Schmelzpunkt im Bereich des »Eutektikums« einer Silber/Kupfer-Legierung besitzen. Das »Eutektikum« bezeichnet die prozentuale Mischung beider Metalle mit dem niedrigsten Schmelzpunkt (780°C). Verbindungen dieser Art sind seit dem 5. Jahrhundert v.Chr. nachgewiesen.<sup>55</sup>

Analytisch ist diese Methode schwer vom sogenannten Sheffield-Plating zu unterscheiden, bei dem ein Trägermetall aus Kupferlegierung im engen Kontakt

<sup>52</sup> NORTHOVER et al. 1991.

<sup>53</sup> Da die Amalgamversilberung im mitteleuropäischen Raum nicht vor dem ausgehenden Mittelalter bekannt war, wird diese hier nicht berücksichtigt.

<sup>54</sup> Früheste Folienversilberungen stammen aus dem 3. Jahrtausend v.Chr. aus Ur; vgl. LA NIECE 1990.

<sup>55</sup> LA NIECE 1993, 201.

mit einer Silberfolie erhitzt und durch Aufschmelzen des Silbers beschichtet wird. Die Silberfolie muss in diesem Fall wie auch das Lot legiert sein, da reines Silber erst bei 961°C schmilzt; das Aufschmelzen der Silberfolie findet aber bereits bei einer Temperatur von ca. 800°C, also im Bereich des Silber/Kupfer-Eutektikums, statt.<sup>56</sup> Die schwierige analytische Unterscheidung beruht darauf, dass sich »in beiden Fällen [...] an der Grenzfläche eine geschmolzene und wieder erstarrte Schicht mit der eutektischen Zusammensetzung (72% Ag, 28% Cu)« bildet.<sup>57</sup>

Eine Versilberung der Oberfläche konnte bei keinem der Oberhofer Objekte festgestellt werden, weder optisch noch analytisch. Die bei der Fibel OPM 18288 auf den Fuß aufgeklebten gewaffelten Silberbleche könnte man im weitesten Sinne als eine Art Folienversilberung bezeichnen, wobei die verwendeten Bleche für diese Definition aber sehr dick sind. Die alleinige optische Untersuchung und Unterscheidung von verzinn- und versilberten Objekten ist äußerst schwierig, und viele der als versilbert bezeichneten Objekte in Museen oder Publikationen sind tatsächlich vermutlich verzinkt.<sup>58</sup>

### Herstellungsdetails

Die untersuchten Oberhofer Objekte stellen häufig komplexe Feinschmiedeprodukte dar. Ihre herstellungstechnischen Besonderheiten werden hier in Auswahl vorgestellt.

#### Beschläge

Die Zaumzeugbeschläge OPM 18004 und OPM 18005 ähneln sich in ihrer Form sehr, kleine Details machen sie jedoch individuell. So wurde bei OPM 18004 unter dem zentralen Buckelkopfniet ein sternförmiges Plättchen aufgenietet, dieses fehlt bei OPM 18005. Dennoch ist sicher, dass beide Objekte zum gleichen Zaumzeug gehörten. Die Grundplatten wurden im Wachs-ausschmelzverfahren gegossen, wobei die Nietlöcher an den Armen wohl auch schon im Wachsmo- dell mit angelegt waren. Die Anfertigung in einer identischen, dauerhaften Gussform kann aufgrund der unterschiedlichen Form der Grundplatten ausgeschlossen werden: Bei OPM 18005 ist einer der Arme wesentlich länger, die Platte ist zudem stärker aufgewölbt. Nach der Verzinnung der Grundplatten

wurden die ebenfalls im Wachs-ausschmelzverfahren hergestellten Zierleisten mit Perl- bändern in Form gebogen und entlang der einziehenden Seiten aufgelötet.

Die Niete können auf unterschiedliche Art und Weise hergestellt worden sein. Denkbar ist eine serielle Produktion an einem sog. Wachsbäumchen im Wachs-ausschmelzverfahren; dann wären die Nietstifte bereits im Wachsmo- dell zusammen mit den Nietköpfen angelegt worden. Wahrscheinlicher ist die Herstellung der Köpfe durch ein Auftiefen kleiner runder Bleche in einem vorgefertigten Gesenk; dann wurden die Nietstifte anschließend angelötet. Die jeweilige Herstellungstechnik kann aufgrund des schlechten Erhaltungszustands der Stücke nicht mehr klar unterschieden werden.

Bei Beschlag OPM 19856 wurden die vier Niete bereits im Wachsmo- dell für den Beschlag mit angelegt. Die Nietstifte wurden durch das gelochte Leder geführt, auf diese wurden durchbohrte Unterlegbleche aufgesteckt und das Ende dann flach ausgehämmert. Die Lederreste sind bei diesem Beschlag unter dem Mikroskop nur noch als mineralisierte Fasern zu erkennen. Bei Beschlag OPM 19857, bei dem noch zwei Buckelkopfniete vorhanden sind, wurden diese ebenfalls mit einem Unterlegblech vernietet. Die Niete wurden hier jedoch einzeln im Gussverfahren hergestellt und besitzen einen massiven Kopf.

#### Nadelköpfe

Bei den durch Wachs-ausschmelzverfahren hergestellten durchbrochenen Grundplatten der Scheibennadelköpfe OPM 18581, OPM 18774, OPM 18775, OPM 18785/1 und 18785/2 sowie OPM 18931 waren die rückseitigen Ösen für die Kettengehänge bereits im Wachsmo- dell mit angelegt. Durch eine Lochung im Mittelknopf war ursprünglich bei allen fünf Objekten eine eiserne Nadel eingesteckt und vernietet worden. Diese Nadeln sind vermutlich schon während der Bodenlagerung so stark korrodiert, dass sie abgebrochen und zerfallen sind. Möglich sind natürlich auch Schäden nach der Bergung durch zu feuchte Lagerung der Objekte. Die aufliegenden Eisenkorrosionsreste sind sicher verantwortlich für die in den Analysen gemessenen, teilweise hohen Eisenwerte (Abb. 5).

Die sehr dünnen Ränder der Tutulusnadelköpfe OPM 18921 und OPM 19115 weisen auf ein anschließendes Ausschmieden der gegossenen Objekte hin. Die bei OPM 19115 aufgelöteten Hohlkugelchen wurden aus dünnem Silberblech aufgetieft (Abb. 6). Ein Grund für die Anfertigung dieser Zierelemente aus Silber ist

<sup>56</sup> ZWICKER et al. 1993.

<sup>57</sup> ANHEUSER 1999, 11.

<sup>58</sup> LA NIECE 1993, 201.



**Abb. 5** Nadelkopf OPM 18581. Deutlich ist die auf der Rückseite anhaftende Eisenkorrosion zu erkennen. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Foto: C. Klein.



**Abb. 6** Nadelkopf OPM 19115. Detailsicht der aufgelöteten Hohlkugeln aus Silber. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Foto: J. Fütterer.

sicher die bessere Formbarkeit des Materials im Vergleich zur Kupferlegierung der übrigen Objektteile. Bei OPM 18921 lassen Lotreste auf der Oberfläche einen gleichartigen Zierdekor wie bei OPM 19115 vermuten.

An der Kante des Scheibennadelkopfs OPM 18860 wurden auf der Vorderseite zwei dünne Reparaturbleche mit je zwei Nieten befestigt (Abb. 7). An einer Stelle wurde offensichtlich der fragmentierte Rand ergänzt, an der anderen vermutlich ein Gussfehler überdeckt.

#### Fibeln

Auch die Grundkörper der Fibeln sind durchweg gegossen. Nadelhalter und Nadelrast der Scheibenfibel OPM 18773 waren bereits im WachsmodeLL mit angelegt. Anhand der nach oben weisenden Öffnung der Nadelrast kann darauf geschlossen werden, dass die Fibel von links nach rechts gesteckt wurde.

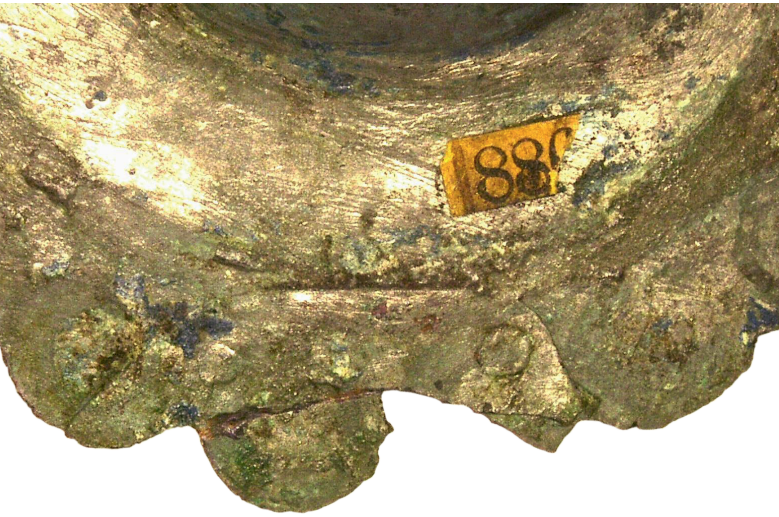
Die auf den Fibelfuß aufgesteckten Ringe der Armbrustfibel OPM 18288 besaßen eine Haltefunktion für die gewaffelten Silberbleche (Abb. 8). Zugleich dienten sie zur Gliederung des Fußes. Eventuell befand sich daher auch im mittleren Abschnitt ein Waffelblech, das aber verloren ging. Auffällig ist die starke Abnutzung der quergerillten Oberflächen der Ringe, was auf eine häufige Nutzung des Stücks schließen

lässt. Die gewaffelten, dünnen Silberbleche wurden vermutlich durch Aufdrücken auf eine Matrize hergestellt. Bei der Armbrustfibel OPM 19922, deren Ringzier auf dem Bügel und an den Knöpfen nur fragmentarisch erhalten ist, weisen Lotreste auf das ursprüngliche Vorhandensein von mindestens vier weiteren aufgesteckten Ringen mit Querrillen hin.

#### Halsringe

Die vier Halsringe sind Drahtarbeiten. Alle sind fragmentiert, mit mehr oder weniger großen Fehlstellen. Einige wurden offensichtlich durch rezente Rückbiegeversuche beschädigt. OPM 18574 wurde aus einer Kupfer/Zinn/Zink-Legierung hergestellt, die anderen drei aus einer Silberlegierung. Bei OPM 18574 und OPM 19920 bildete die Seele der Halsringe jeweils ein Draht, dessen Enden zu Verschlüssen ausgeschmiedet wurden. Beide Ringe besitzen flachgeschmiedete Endplatten, auf denen sich ursprünglich wohl weitere Zierelemente befanden. Darauf weisen bei OPM 18574 Lotspuren hin, bei OPM 19920 Reste einer Schellackklebung, die sicher nicht von einer neueren Restaurierung stammen. Die Enden wurden mit einem weiteren Runddraht spiralförmig umwickelt; abschließend und mittig wurden jeweils unten offene Kerbdrahtösen als Zierelemente aufgesteckt (Abb. 9). OPM 18781 wurde dagegen aus einem einzelnen





**Abb. 7** Nadelkopf OPM 18860. Detailansicht eines aufgenieteten Reparaturbleches auf der Vorderseite. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Foto: J. Fütterer.



**Abb. 8** Armbrustfibel OPM 18288. Detailansicht der von den Ringen gehaltenen Silberbleche. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Foto: J. Fütterer.



**Abb. 9** Halsring OPM 19920. Detailansicht der übereinander aufgesteckten, an der Unterseite offenen Kerbdrahtösen. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Foto: J. Fütterer.

Draht gebogen. Die Verschlüsse entwickeln sich aus diesem im Verlauf geschmiedeten Runddraht. Bei OPM 18040 kann diese Technik aufgrund seines fragmentarischen Erhaltungszustands nur vermutet werden.

#### Kettenträger

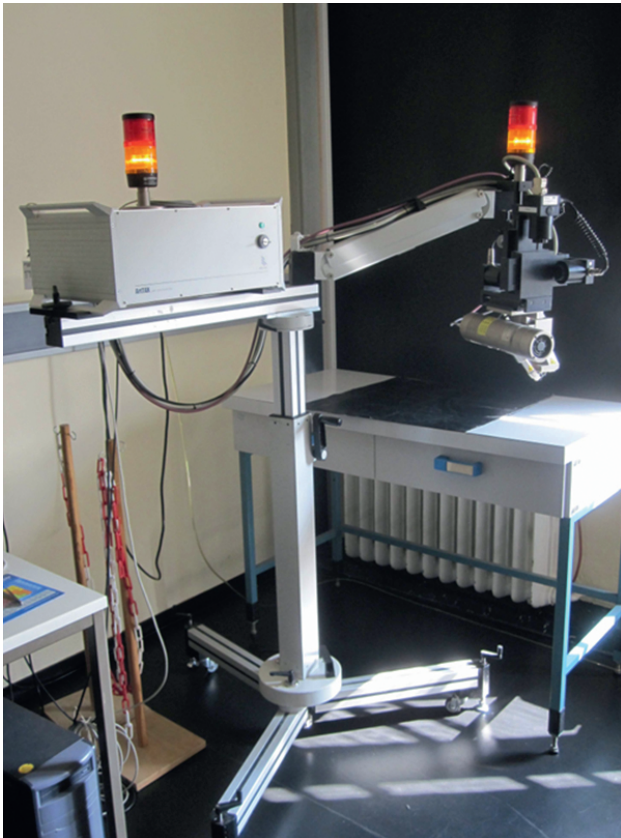
Die durchbrochenen Kettenträger OPM 18785/4 und OPM 18785/6 wurden ebenfalls im Wachsausschmelzverfahren gefertigt. Sie waren ursprünglich Teile eines größeren Kettengehänges, das mit zwei Nadeln an der Kleidung befestigt war. Die an den belasteten Stellen abgeriebenen Ösen lassen auf ein häufiges Tragen der Stücke schließen.

Durch die technologischen Untersuchungen der Oberhofer Objekte konnten komplexe Herstellungstechniken an den Stücken nachgewiesen werden. Die Kombination unterschiedlicher Ziertechniken und die exakte Ausführung der verschiedenen Techniken zeugen von einem hohen Können der Handwerker. Weitere Erkenntnisse über die Objekte liefern die Ergebnisse der im Folgenden von S. Schwerdtfeger im Rathgen-Forschungslabor durchgeführten und anschließend von J. Fütterer ausführlich besprochenen chemischen Analysen. Durch den Vergleich der Zusammensetzung der Legierungen und der Oberflächenveredelungen auf Grundlage der beobachteten Herstellungstechniken konnten Aussagen über die Stücke getroffen werden, die als Basis für zukünftige wissenschaftliche Arbeiten über kaiserzeitliche Objekte nicht nur aus dem Memelgebiet dienen können.

#### Metallanalysen mit Hilfe der Mikro-Röntgenfluoreszenzanalyse im Rathgen-Forschungslabor

Mit Hilfe der mikro-Röntgenfluoreszenzanalyse ( $\mu$ -RFA) wurden die Legierungen und die Oberflächenverzierungen von 25 archäologischen Funden aus dem Gräberfeld von Oberhof bestimmt.

Die Untersuchungen wurden mit Hilfe des transportablen ARTAX Pro-Gerätes (Fa. Bruker) durchgeführt (Abb. 10). Bei dem Gerät handelt es sich um ein energie-dispersives Mikro-Röntgenfluoreszenz-Analysegerät mit Molybdän-Röhre (30 W), stickstofffreiem SDD-Detektor und Polykapillarlinsen (80-100  $\mu$ m Spot). Die Messbedingungen waren folgende: 50 kV Spannung, 300  $\mu$ A Stromstärke, 100 sec Life-Time Messzeit, Messungen mit 25  $\mu$ m Mo-Filter, 0-50 keV als spektraler Bereich und eine Untergrundanpassung durch 60 Glättungszyklen.



**Abb. 10** Das  $\mu$ -RFA-Gerät ARTAX Pro der Fa. Bruker, mit dem die Analysen durchgeführt wurden. © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Foto: S. Schwerdtfeger.

Bei der Röntgenfluoreszenzanalyse trifft der Röntgenstrahl, der in der Röntgenröhre erzeugt wird, auf das zu untersuchende Material. Dabei werden Elektronen, die sich auf den inneren Schalen in der Nähe des Atomkerns befinden, herausgeschlagen und Elektronen aus höheren Energieniveaus können auf die freiwerdenden Plätze zurückfallen. Die dabei freiwerdende Energie wird in Form von Fluoreszenzstrahlung im Röntgenbereich abgegeben, die charakteristisch ist für jedes Element. Zwei Beispiele eines  $\mu$ -RFA-Spektrums sieht man in Abb. 13 und 14 (s.u.). Die Peakfläche ist ein Maß für die Menge des vorhandenen Elements.

Mit Hilfe der MQuant-Software konnte eine Quantifizierung der Hauptbestandteile der Legierungen durchgeführt werden. Dieser Berechnung liegt eine sog. Fundamentalparameterberechnung zu Grunde. Standards oder Referenzmaterialien werden dann nicht benötigt. Sie dienen lediglich zur Überprüfung der Richtigkeit der verwendeten Parameter und nicht zur Kalibrierung des Gerätes. Die Nachweisgrenzen der Elemente sind folgende: Zinn bei/unter 0,25 Gew. %;

Eisen, Nickel, Kupfer, Zink, Arsen bei/unter 0,01 Gew. % und Gold, Blei, Wismut sowie Silber bei/unter 0,02 Gew. %.

Ein Vorteil dieser  $\mu$ -RFA ist die zerstörungsfreie Messung, d.h. sie erfolgt ohne Probennahme, ohne Berührung und ohne Beschädigung des Objektes und mit einem sehr kleinen Messspot von nur 80–100  $\mu$ m im Durchmesser. Außerdem ist das Gerät transportabel, so dass auch an größeren Objekten, die nicht transportiert werden können, vor Ort Messungen durchgeführt werden können, was im Fall der Oberhofer Funde jedoch nicht nötig war. Ein kleiner Nachteil der  $\mu$ -RFA ist, dass Elemente erst ab Ordnungszahl 11 (Natrium) analysiert werden können.

Eine Schwierigkeit bei den Messungen mit der Fragestellung »versilbert oder verzinkt« auf der Oberfläche der Objekte ist die Tatsache, dass die oben aufliegende Schicht so dünn ist, dass die darunterliegende Metalllegierung zwangsläufig mitgemessen wird. Eine Möglichkeit, dieses Problem bei der Interpretation angemessen berücksichtigen zu können, besteht darin, den Zinn- oder Silberanteil durch vergleichende Messungen auf der Oberfläche der Vorder- und der »nicht-veredelten« Rückseite der Objekte festzustellen. In den meisten Fällen wurden daher mehrere, wo es möglich war je drei, Messungen auf Vorder- und Rückseite durchgeführt. Da die Objekte teilweise stark korrodiert sind, mussten für die Bestimmung der Metalllegierungen mit Hilfe der  $\mu$ -RFA auf der Rückseite winzige Messpunkte durch die Restauratorin des Museums für Vor- und Frühgeschichte, Susanne Krebstakies, freigelegt werden.

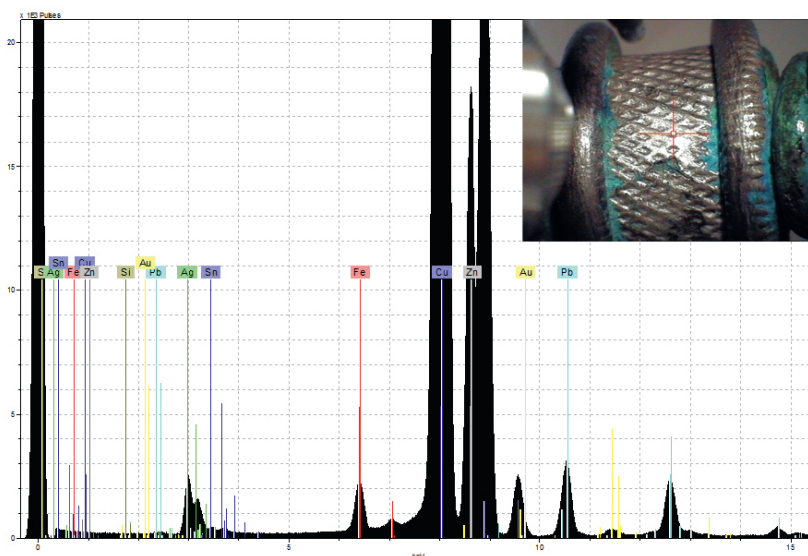
Zur Veranschaulichung der Durchführung der Messmethode folgt ein Beispiel für zwei Messpunkte auf der Fibel OPM 18288 auf jeweils der Vorder- und Rückseite (Abb. 11 und Abb. 12) und mit den entsprechenden zugehörigen  $\mu$ -RFA-Spektren und den Detailmessfotos (Abb. 13 und Abb. 14). Tabelle 2 zeigt die durch die Analysen bestimmten Elementgehalte der Vorder- und Rückseite der Fibel. Die Legierung der Fibel besteht demnach aus einer Bleibronze mit wenig Zink und Zinn (Messung auf der Rückseite). Bei dem nachgewiesenen Silber auf der Oberfläche handelt es sich um Dekorbleche (Ringgarnitur). Nebenbestandteile an Zinn sind sowohl auf der Vorderseite als auch auf der Rückseite nachgewiesen worden.

Die folgenden Tabellen 3 bis 5 zeigen die mit Hilfe der  $\mu$ -RFA im Rathgen-Forschungslabor analysierten Objekte in drei Gruppen, denen jeweils eine spezifische Fragestellung zugrunde lag. Für die Gruppe 1 war zu klären, inwieweit es sich bei der optisch beobachte-





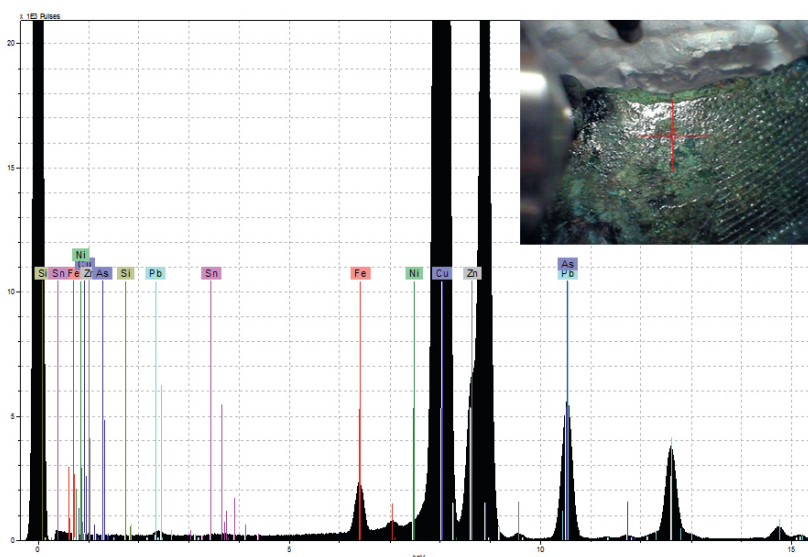
**Abb. 11** Fibel OPM 18288. Vorderseite,  $\mu$ -RFA-Messpunkt 1. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Foto: J. Fütterer.



**Abb. 13** Fibel OPM 18288. Vorderseite,  $\mu$ -RFA-Spektrum mit Messfoto, Messpunkt 1. © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Grafik: S. Schwerdtfeger.



**Abb. 12** Fibel OPM 18288. Rückseite,  $\mu$ -RFA-Messpunkt 5. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Foto: J. Fütterer.



**Abb. 14** Fibel OPM 18288. Rückseite,  $\mu$ -RFA-Spektrum mit Messfoto, Messpunkt 5. © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Grafik: S. Schwerdtfeger.

Fibel	Ag	Cu	Au	Pb	Zn	Fe	Sn	As	Ni
OPM 18288_1_VS	61,91	25,88	0,27	2,51	8,96	0,11	0,36	u. NWG	u. NWG
OPM 18288_5_RS	u. NWG	90,35	u. NWG	4,88	2,09	0,74	0,98	0,76	0,21

**Tab. 2**  $\mu$ -RFA-Ergebnisse, Fibel OPM 18288, Messung auf Vorder- und Rückseite (Angaben in Gew. %; u. NWG = unter Nachweisgrenze).

Inventar-Nr. vor 1945	Objekt	Grab-Nr.	μ-RFA-Ergebnis
OPM 18004	Beschlag	2	bleiverzinnt
OPM 18005	Beschlag	2	bleiverzinnt
OPM 18006	Beschlag	2	bleiverzinnt
OPM 18007	Beschlag	2	verzinnt
OPM 18288	Fibel	76	versilbert
OPM 18574	Halsring	153	verzinnt (nur Scheibenöse)
OPM 18581	Nadelkopf	153	verzinnt
OPM 18773	Fibel	199	verzinnt
OPM 18774	Nadelkopf	199	verzinnt
OPM 18775	Nadelkopf	199	bleiverzinnt
OPM 18785/1	Nadelkopf	202	verzinnt
OPM 18785/2	Nadelkopf	202	bleiverzinnt (?)
OPM 18785/4	Anhänger	202	bleiverzinnt
OPM 18785/6	Anhänger	202	bleiverzinnt
OPM 18860	Nadelkopf	220	verzinnt
OPM 18921	Nadelkopf	241	verzinnt
OPM 18931	Nadelkopf	245	bleiverzinnt
OPM 19856	Beschlag	360	verzinnt
OPM 19857	Beschlag	360	verzinnt
OPM 19858	Niet 6	360	kein Nachweis OFV
OPM 19858	Niet 8	360	verzinnt
OPM 19922	Fibel	369	verzinnt

**Tab. 3** Übersicht über die analysierten Objekte der Gruppe 1 unter der Fragestellung, ob es sich bei der Oberflächenveredelung (OFV) um Silber oder Zinn handelt (n=22; OPM 19115 nicht bestimmbar).

ten Oberflächenveredelung um Silber oder Zinn handelt.<sup>59</sup> Für die Gruppe 3 stellte sich die Frage, woraus der Zierdekor auf den betreffenden Objekten besteht. Und für Gruppe 4 sollten die Analysen einiger Silberobjekte Vergleichswerte für das vor Ort verwendete Silber erbringen.

Die meisten der in der Gruppe 1 untersuchten Objekte (Tab. 3) sind verzinnt oder bleiverzinnt. Vom Halsring OPM 18574 ist nur die Scheibenöse verzinnt. Die Fibel OPM 18288 hat einen Dekor aus Silberblechen

bzw. eine Versilberung. Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse findet sich im anschließenden Kapitel über »die Auswertung der Metallanalysen im Überblick«.

Bei den Objekten der Gruppe 3 (Tab. 4) lässt sich die Frage, woraus die gesondert aufgelegten Zierteile und Bleche sowie deren Befestigung bzw. Lötung bestehen, wie folgt zusammenfassen: Teile der Fibel OPM 18288 sind versilbert, die Nadelköpfe OPM 18860, 18921 und 18931 haben eine verzinnte Oberfläche und ihre Zierteile sind vermutlich mit Zinnlot befestigt worden. Die Kugeln sowie die Einfassungen der Einlage vom Nadelkopf OPM 19115 bestehen höchstwahrscheinlich aus Silber mit Kupferanteil und wenig Blei und Zink. Hier konnte das Metall auf der Rückseite nicht gemessen werden. Das Reparaturmaterial des Nadelkopfes OPM 18860 besteht an einer Stelle aus Blei, an der anderen aus Bronze.

<sup>59</sup> Die Einteilung in vier Gruppen bezieht sich auf den Arbeitsstand in der Masterarbeit von Judith Fütterer. Sie wurde für die Analytik beibehalten. Bei den Objekten der Gruppe 2 wurden farbige Einlagen bestimmt. Diese Untersuchungen werden jedoch an anderer Stelle publiziert. Daher sind die Ergebnisse hier nicht berücksichtigt.

Inventar-Nr. vor 1945	Objekt	Grab-Nr.	μ-RFA-Ergebnis
OPM 18288	Fibel	76	versilberte Bleibronze
OPM 18860	Nadelkopf (Reparatur)	220	verzinnte Bronze; Befestigung des Dekors mit Zinn; Reparaturen mit Blei und Bronze
OPM 18921	Nadelkopf	241	verzinnte Bleibronze, (Bronze auch mit Zinn)
OPM 18931	Nadelkopf	245	verzinnte Bronze (mit wenig Blei); Lötungen des Dekors mit Zinn und wenig Blei
OPM 19115	Nadelkopf	Streufund	Kugeln, Einfassung der Einlage und Ring aus Silber mit Kupferanteil

**Tab. 4** Übersicht über die analysierten Objekte der Gruppe 3 unter der Fragestellung, woraus die gesondert aufgelegten Zierteile und Bleche sowie deren Befestigung bestehen.

Inventar-Nr. vor 1945	Objekt	Grab-Nr.	μ-RFA-Ergebnis
OPM 18040	Halsring	7	Silber mit wenig Gold und Kupfer
OPM 18781	Halsring	202	Silber mit wenig Kupfer, kaum Gold
OPM 19920	Halsring	369	Silber mit Kupfer

**Tab. 5** Übersicht über die analysierten Objekte der Gruppe 4 unter der Fragestellung, ob das Silber vergleichbar ist mit den silbernen Oberflächenveredelungen bzw. Auflagen.

Eine eigene Untersuchungsgruppe bildeten die drei massiven Silberobjekte (Tab. 5). Die Messungen des Silbers ergaben unterschiedliche Legierungen. Diese waren eher heterogen und ließen sich nicht mit den analysierten Versilberungen bzw. Silberauflagen anderer Objekte aus Oberhof wie der Fibel OPM 18288 oder dem Dekor des Nadelkopfes OPM 19115 in Übereinstimmung bringen.

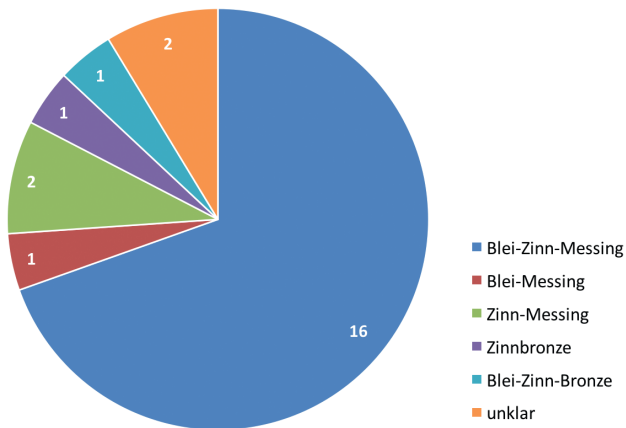
Bei den Metalllegierungen der Objekte selbst handelt es sich vorwiegend um Bronzen. Der Hauptbestandteil ist Kupfer mit unterschiedlichen Anteilen von Zinn, Blei und Zink. Man kann auf Grund der Ergebnisse jedoch nicht sagen, dass für gleichartige Objekte auch die gleiche Zusammensetzung der Legierung verwendet wurde. Die Spurenelemente wie Eisen, Nickel oder Arsen können die unterschiedlichen Kupferlagerstätten charakterisieren, gelangen aber auch schon bei der Verhüttung ins Metall. Die Tabellen mit den Einzelmesswerten der μ-RFA-Messungen sowie die Fotos der Objekte mit den μ-RFA-Messpunkten finden sich im Tafelteil.

## Die Auswertung der Metallanalysen im Überblick

Anlass für die Untersuchungen war die Frage, ob für die silbrigen Überzüge und plastischen Dekore der Oberhofer Kleinfunde aus Buntmetall das Edelmetall Silber oder ein Weißmetall als Ersatz verwendet wurde. Neben einer grundsätzlichen Bestimmung des Materials konnten anhand der Untersuchungen Informationen zur Herstellung der Objekte und ihrer Oberflächenzier gewonnen werden. Der Großteil wurde aus Kupferlegierungen durch Gießen im Wachsaußschmelzverfahren hergestellt, anschließend mit kaltverformenden Techniken, z.B. Schmieden, bearbeitet und abschließend mittels Wisch- oder Tauchverzinnung verziert. Im Fokus stand ferner die weiterführende Frage nach dem materiellen Wert und der sozialen Bedeutung der Kleinfunde und, insbesondere hinsichtlich der Beschläge aus Grab 360, ob eine Zusammengehörigkeit von Objekten innerhalb eines Grabinventars metallanalytisch begründet werden kann.

## Das Grundmaterial der Objekte

Die Bestimmung des Grundmaterials der Objekte<sup>60</sup> war der erste Schritt der Metallanalysen. Pro Objekt



**Abb. 15** Verteilung der verschiedenen Kupferlegierungen (n=23). Hierin sind die unter der Nummer OPM 19858 geführten Niete 6 und 8 getrennt aufgenommen. Grafik: J. Fütterer.

wurde die Legierung des Grundmaterials ermittelt, um zum einen eine Gegenprobe zur Oberflächenanalyse zu erhalten und zum anderen Hinweise auf die Herstellungstechnik ableiten zu können. Die Legierungen wurden definiert nach Riederer 1998.<sup>61</sup>

#### Kupferlegierungen

Grundsätzlich sind fünf verschiedene Kupferlegierungen nachgewiesen worden: Blei-Zinn-Messing, Blei-Messing, Zinn-Messing, Zinnbronze und Blei-Zinn-Bronze (Abb. 15).

Sechzehn Stücke wurden aus Blei-Zinn-Messing mit jeweils unterschiedlichem Zinn-Gehalt hergestellt. Bei fünf weiteren Objekten variiert die Legierung: Die Armbrustfibel OPM 19922 ist aus Blei-Messing und der Halsring OPM 18574 und die Scheibenfibel OPM 18773 sind aus Zinn-Messing gearbeitet. Der Nadelkopf OPM 18921 besteht aus Blei-Zinn-Bronze<sup>62</sup> und der Nadelkopf OPM 18785/2 aus Zinnbronze mit sehr geringem Zinngehalt. Die Zuordnung des letztgenannten Stückes sowie die der Armbrustfibel OPM 18288

und des Niets OPM 19858/Niet 8 muss mit Vorsicht betrachtet werden, da sie nur jeweils auf einer Messung, nicht wie bei den anderen Fundstücken auf dem Mittelwert von mindestens drei Messungen, beruht. Zwei weitere Objekte erbrachten kein Ergebnis: Der Nadelkopf OPM 19115 konnte aufgrund der rückseitigen Korrosionsschicht nicht beprobt werden. Die Legierung des zu OPM 19858 gehörenden Niets 6 konnte aufgrund des vermutlich von Korrosion stark beeinflussten Messergebnisses nicht definiert werden.

Kupfer bildet bei allen Stücken mit einem durchschnittlichen Anteil von 82–98 Gew. % jeweils den Hauptlegierungsbestandteil. Das Verteilungsdiagramm der einzelnen Legierungskomponenten Kupfer, Zinn, Blei und Zink im Grundmaterial (Abb. 16) verdeutlicht darüber hinaus, dass deren Verteilung insgesamt sehr heterogen ist. Übereinstimmende Legierungszusammensetzungen, die bei verschiedenen Objekten zweifelsfrei auf dasselbe Rohmaterial schließen lassen, finden sich nicht.

#### Übereinstimmende Objekte

Eine wichtige Frage bei den Untersuchungen war, ob Objekte eines Grabes ähnlich zusammengesetzt sind. Auch wenn sich keine vollkommen übereinstimmenden Legierungen beim Grundmaterial nachweisen ließen, gab es doch einander ähnliche Ergebnisse für drei Gräber. Vergleichbar zusammengesetzte Artefakte sind drei der Beschläge aus Grab 2 (OPM 18004, OPM 18005, OPM 18006) und die zwei Kettenträger aus Grab 202 (OPM 18785/4 und OPM 18785/6). Sie alle wurden aus Blei-Zinn-Messing gefertigt. Die prozentualen Anteile der einzelnen Legierungskomponenten ähneln sich stark. Insbesondere diejenigen der Beschläge OPM 18004 und 18006 sind nahezu identisch. Ähnlich sind sich auch die zwei Beschläge aus Grab 360 (OPM 19856 und 19857), obgleich Beschlag OPM 19857 einen leicht höheren Bleigehalt aufweist. Interessant ist hier das einzelne Analyseergebnis des Niets 8 aus demselben Grab (OPM 19858), welches nahezu identisch ist mit der Einzelmessung OPM 19856\_7\_RS (vgl. Taf. 21) und darauf hinweist, dass der Niet womöglich aus demselben Guss stammt wie die Beschläge. Die Frage, ob die Objekte allesamt vom Gürtel stammen, lässt sich anhand der geringen Anzahl der Analyseergebnisse allerdings nicht zweifelsfrei beantworten.

Außerhalb eines Grabkontextes sind sich Beschlag OPM 18007 und Nadelkopf OPM 18775 auffallend ähnlich. Die beiden aus Blei-Zinn-Messing gegosse-

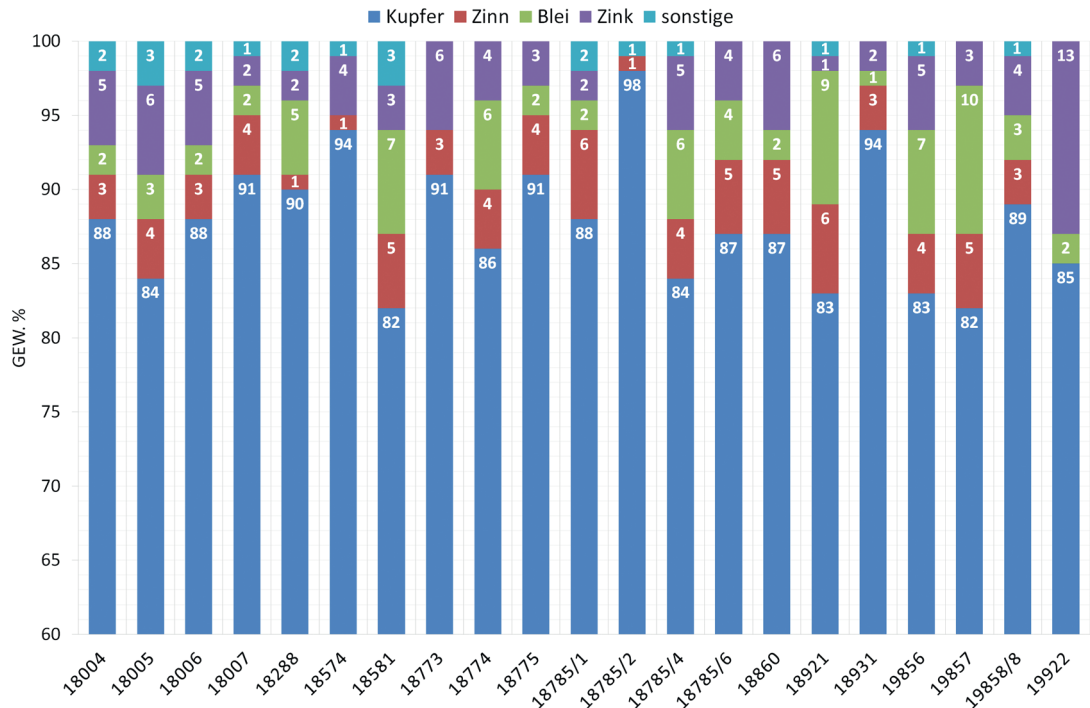
<sup>60</sup> Zur Zahl der Objekte vgl. Anm. 11. – Untersucht wurden insgesamt 26 Stücke, davon 23 aus Kupferlegierungen sowie drei aus Silber. Das Grundmaterial wurde in der Regel auf der »unverzierten« Rückseite eines Objekts gemessen.

<sup>61</sup> RIEDERER 1998, 200 Tab. 20. – Die Übersicht wurde zuvor bereits publiziert in RIEDERER 1987, 108.

<sup>62</sup> Die Elementanteile des Grundmaterials werden im Katalog und auf Abb. 16 der Einfachheit halber auf ganze Zahlen gerundet angegeben. Die nicht aufgerundeten Zinnwerte der Fundstücke OPM 18288 und OPM 18921 liegen unter 1 Gew. %; daher erfolgte für diese eine Legierungszuordnung, ohne den Zinnwert zu berücksichtigen.



**Abb. 16** Durchschnittlicher Gehalt der Legierungskomponenten Kupfer, Zinn, Blei und Zink im Grundmaterial der analysierten Oberhofer Objekte (Angaben in Gew. %, n=21).  
Grafik: J. Fütterer.



nen Stücke weisen nahezu gleiche Legierungsanteile an Kupfer, Zinn und Blei auf.

Da Form und Funktion im Feinschmiedehandwerk eng miteinander verknüpft sind, bestand des Weiteren die Frage, ob innerhalb einer Objektgruppe ähnliche Legierungen nachweisbar sind. Besonderes Augenmerk wurde auf die Beschläge, die Fibeln und die Nadelköpfe gelegt, da von ihnen jeweils mehrere Stücke aus unterschiedlichen Grabkontexten analysiert werden konnten. In diesem Zusammenhang waren aber leider keine übereinstimmenden Legierungszusammensetzungen nachweisbar. So weisen die Beschläge OPM 19856 und OPM 19857 zwar ähnliche Zinn- und Zinkwerte, dagegen aber deutlich höhere Bleikonzentrationen als die Beschläge OPM 18004, OPM 18005, OPM 18006 und OPM 18007 auf. Auch innerhalb der Gruppe der Nadelköpfe sucht man vergebens nach Übereinstimmungen – lediglich bei den Objekten OPM 18581 und OPM 18921 konnte man annähernd ähnliche Zinn- und Bleiwerte feststellen.

Die Legierungszusammensetzung der rosettenförmigen Fibel OPM 18773 besitzt weder mit den anderen Fibeln dieses Typs noch mit den ebenfalls rosettenförmigen Nadelköpfen Ähnlichkeiten. Sie ist außerdem das einzige Objekt dieser Form, das aus Zinn-Messing besteht und nahezu bleifrei ist.

Die völkerwanderungszeitliche Fibel OPM 18288 und die kaiserzeitliche Fibel OPM 19922 gehören zwar beide dem Typ »Armbrustfibel mit umgeschlagenem

Fuß« an, jedoch zeigt sich ihr zeitlicher Abstand zueinander nicht allein darin, dass die jüngere Variante massiver und größer ist, sondern sie bestehen zudem aus verschiedenen Legierungen. OPM 18288 wurde aus Blei-Zinn-Messing mit niedrigem Zinkgehalt, OPM 19922 dagegen aus Blei-Messing mit auffallend hohem Zinkgehalt (s.u.) hergestellt.

### Werkstoffeigenschaften

Ein eindeutiger Trend bzw. ein mehr oder weniger »festes« Legierungssystem, wie es zur gleichen Zeit von den Römern bekannt ist,<sup>63</sup> ist an den Oberhofer Stücken folglich nicht abzulesen. Anhand der Daten lässt sich einer bestimmten Objektkategorie – Gussprodukt bzw. Schmiedeprodukt – eher keine spezielle Legierung zuweisen, wie es hinsichtlich der Werkstoffeigenschaften zu erwarten gewesen wäre, insbesondere bei Objekten, die nach dem Guss noch durch Schmieden weiterverarbeitet wurden. Einige der gegossenen Objekte mit vergleichsweise geringerem Kupferanteil sind hauptsächlich mit Blei legiert, z.B. Beschlag OPM 19857. Eine Bevorzugung von Blei aufgrund seiner gussbegünstigenden Eigenschaften<sup>64</sup> lässt sich daraus indes nicht zweifelsfrei interpretieren; in Stücken wie der Scheibenfibel OPM 18773 und dem Nadelkopf OPM 18785/2 fehlt Blei fast vollständig. Im Halsring OPM 18574 ist ebenfalls kaum Blei vorhanden. Dieser Befund ist jedoch nicht verwunderlich: Da es sich um ein geschmiedetes Produkt

handelt, wäre Blei ein eher hinderlicher Zusatz. Das Fehlen des Schwermetalls könnte bei den untersuchten Objekten folglich in der Verarbeitungsweise begründet liegen.

Als ein weiterer Hinweis auf die verarbeitungsspezifische Wahl einer Legierungskomponente kann der Wert von 13 Gew. % Zink in der Armbrustfibel OPM 19922 gesehen werden: Kupfer-Zink-Legierungen lassen sich sowohl warm als auch kalt besser umformen als Kupfer-Zinn-Legierungen.<sup>65</sup> Der hohe Zinkgehalt dürfte das Schmieden, also das Strecken und Formen von Nadel und Nadelrast aus dem gegossenen Grundkörper, begünstigt haben. Weitere stichhaltige Indizien dieser Art – die Beeinflussung der Werkstoffeigenschaften durch die Auswahl einer bestimmten Legierung – sind nicht zu vermerken. Gerade die Heterogenität der Zusammensetzungen der form- und herstellungstechnisch gleichartigen Nadelköpfe bzw. Nadelkopfpaaire deutet vielmehr in eine andere Richtung. Die Vermutung liegt nahe, dass das Grundmaterial der meisten Stücke aus wiedereingeschmolzenem Altmittel gewonnen wurde und die Werkstoffeigenschaften demgegenüber eine untergeordnete Rolle spielten.

Die Frage nach den ursprünglichen Bezugsquellen der Metalle stand nicht im Vordergrund und wurde daher bei den Analysen nicht untersucht. Um Fragen zur Herkunft zu beantworten, bedarf es weiterer chemischer Analysen, die in diesem Rahmen nicht zu leisten waren.<sup>66</sup>

### Silber

Die Vermutung, dass drei der Halsringe aus massivem Silber bestehen, konnte bestätigt werden (Abb. 17). Dabei stellte sich heraus, dass sich die Halsringe OPM 18040 und OPM 18781 sowohl in ihrer Machart als auch in ihrer chemischen Zusammensetzung durchaus ähneln. Beide sind sehr rein, sie bestehen aus über 90 Gew. % Silber mit kleinen, eventuell natürlichen Zusätzen an Kupfer und Gold. Dagegen ist der Silberwert des Halsrings OPM 19920 beinahe um

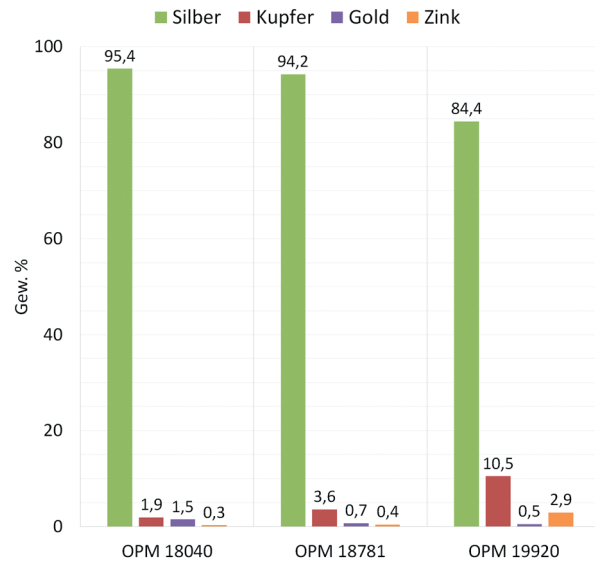


Abb. 17 Durchschnittliche Materialzusammensetzung der drei analysierten Silberhalsringe. Grafik: J. Fütterer.

zehn Prozentpunkte geringer, der Kupferzusatz entsprechend höher. Vermutlich wurde das Kupfer absichtlich hinzugefügt, entsprechend liegt hier eine intentionell hergestellte Silber-Kupfer-Legierung vor. Der Grund dafür bleibt unklar.

In den meisten Fällen ist ein spezifischer Anteil von Gold ein Hinweis darauf, dass das Silber sekundär genutzt wurde, beispielsweise als »Abfallsilber«, d.h. durch die Wiederverwendung eines vergoldeten Silberobjektes.<sup>67</sup> Auch Münzen kommen als Rohstofflieferant in Frage. Der Zeitraum, aus dem die Oberhofer Objekte stammen, ist generell von einem Wertverfall der römischen Silbermünzen geprägt. Oftmals wurde wiedereingeschmolzenes Silber als Werkstoff für die Münzherstellung verwendet oder die Münzlegierung mit Kupfer, Zink oder Blei gestreckt. Die zum Teil großen prozentualen Anteile dieser Elemente innerhalb der Münzlegierung unterscheiden sich deutlich von den werkbegünstigend verwendeten, eher geringen Mengen.<sup>68</sup> Dieses Phänomen spiegelt sich vermutlich auch in den analysierten Silberobjekten aus Oberhof

<sup>63</sup> Vgl. JOUTIJÄRVI 2014, 278.

<sup>64</sup> Blei vereint – von seiner damals unbekannten Giftigkeit abgesehen – viele positive Eigenschaften auf sich. So schmilzt es bereits bei niedrigen 327°C, ist korrosionsresistent und lässt sich hervorragend legieren. Schon kleine Mengen Blei genügen, um den Schmelzpunkt einer Legierung rapide zu senken.

<sup>65</sup> <https://www.kupferinstitut.de/de/werkstoffe/verarbeitung/umformen.html> (Stand: 18/08/2018).

<sup>66</sup> Grundsätzlich lassen sich die jeweilige Herkunft und Art der Lagerstätte anhand der von den Entstehungsbedingungen des

Erzes abhängigen Spurenelemente und Beimengungen im Allgemeinen eingrenzen (RIEDERER 1987, 15). Insbesondere bei Kupfer liegt allerdings aufgrund der Vielzahl und der räumlichen Nähe vieler Lagerstätten ein Lokalisierungsproblem vor. Auch die Quelle des Bleis lässt sich nur mittels anderer Analysemethoden gut lokalisieren, denn eine solche Identifizierung erfolgt über Isotope (ebd. 136f.).

<sup>67</sup> Vgl. ANKNER 1993, 450.

<sup>68</sup> RIEDERER 1987, 95.

wider. Jedes hat einen gewissen Goldanteil (Abb. 18). Insbesondere der des Halsrings OPM 18040 ist mit fast 1,5 Gew.% recht groß. Die Wahrscheinlichkeit, dass der Halsring aus wiedereingeschmolzenem Silber hergestellt wurde, ist damit hoch. Zudem zeigt sich anhand des Halsrings OPM 19920, dass das Edelmetall mit unedleren Buntmetallen gestreckt wurde. Bei Seele und Ringgarnitur dienen diese Beimengungen womöglich als werkstoffbegünstigende Eigenschaften, doch die Kupferwerte in der Wicklung sind derart hoch, dass hier eher die Materialersparnis des kostbaren Silbers im Vordergrund gestanden haben dürfte. Die Frage, ob dieses gestreckte Silber bereits als Rohmaterial oder in Form von Münzen, Halbzeug bzw. Halbfertigprodukten in das Memelgebiet gelangte oder ob dafür lokaler »Alt-Schmuck« eingeschmolzen wurde, lässt sich auf Basis der vorhandenen Daten nicht beantworten.

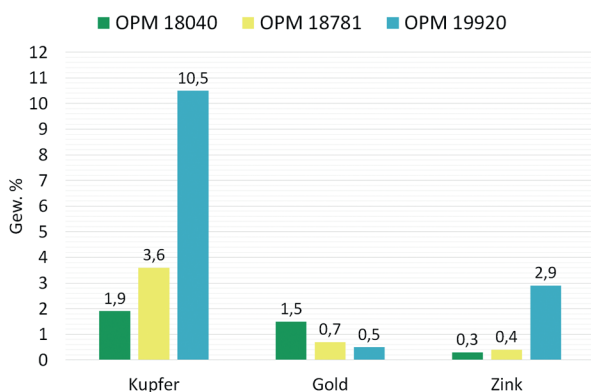


Abb. 18 Vergleich der Elementanteile Kupfer, Gold und Zink in den drei analysierten Silberhalsringen. Grafik: J. Fütterer.

### Die Oberflächenveredelung der Objekte

Im Hinblick auf die zentrale Frage der Studie, ob es sich bei den analysierten Oberhofer Objekten um eine Veredelung aus Silber oder Zinn handelt, ließen sich für die meisten Stücke eindeutige Ergebnisse erzielen. Nur bei einem Objekt kann man im weitesten Sinne von einer »Versilberung« sprechen (vgl. Tab. 3).<sup>69</sup> Von den Fundstücken, deren Oberfläche analysiert wurde, sind neun verzinnt, drei leicht bleihaltig verzinnt, sechs bleiverzinnt – wobei OPM 18782/2 einen Spezialfall darstellt (s.u.) – und zwei bleiverzinnt mit hohem Bleigehalt bzw. verbleit. Tabelle 6 zeigt gesondert diejenigen verzinnten Objekte, die einen spezifischen – hohen oder niedrigen – Bleigehalt aufweisen bzw. die als bleiverzinnt anzusprechen sind.

An OPM 18785/2 konnte auf der Schauseite keine Oberflächenveredelung festgestellt werden; vermutlich handelt es sich jedoch bei den auf der Rückseite ermittelten Werten der Messung 18785\_2\_2\_RS um die Überreste einer vergangenen Bleiverzinnung (Abb. 19). Von den beiden analysierten Nieten, die zur Inventarnummer OPM 19858 zählen, konnten nur für den Niet 8 verwertbare Ergebnisse erzielt werden.



Abb. 19 Äußerlich sichtbare Rückstände einer möglichen Bleiverzinnung auf der Rückseite des Nadelkopfes OPM 18785/2. Foto: J. Fütterer.

An fünf Fundstücken wurden der plastische Dekor und/oder dessen Befestigung analysiert. An drei davon konnten Reste eines Zinnlotes festgestellt werden. Die beiden anderen waren mit plastischem Dekor aus Silber oder versilbertem Kupfer verziert; dazu zählt das einzige (teil-)versilberte Stück, die Fibel OPM 18288 (vgl. Tab. 3).

### Verzinnung

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass bis auf die Armbrustfibel OPM 18288 (s.u.) alle Objekte mit einer Oberflächenveredelung aus Zinn oder einer Blei-Zinn-Legierung versehen sind. Wie im Rahmen

<sup>69</sup> Zu Beginn der Studie stand die Frage im Raum, ob eventuell eine Amalgamversilberung oder -verzinnung vorliegt, also die Oberflächenveredelung mithilfe einer Quecksilberpaste durchgeführt worden war. Quecksilber (Hg 80, hydrargyrum) wurde jedoch in keiner einzigen Probe nachgewiesen, was eine Versilberung oder Verzinnung mit Amalgam ausschließt. Dieses Ergebnis bestätigt die aktuelle Forschungsmeinung, dass die Technik der Amalgamverwendung im frühgeschichtlichen Europa zwar bereits in Form der Feuervergoldung bekannt war und angewandt wurde, aber zu dieser Zeit noch nicht auf das Verzieren der Flächen mit Zinn oder Silber übertragen worden ist, vgl. ANHEUSER 1999, 46.

Verzinkt mit geringem Bleigehalt	Bleiverzinkt	Bleiverzinkt mit hohem Bleigehalt
Beschlag OPM 18007	Beschlag OPM 18004	Beschlag OPM 18006
Nadelkopf OPM 18860	Beschlag OPM 18005	Kettenträger OPM 18785/4
Niet 8 OPM 19858	Nadelkopf OPM 18775	
	Nadelkopf OPM 18785/2 (RS)	
	Kettenträger OPM 18785/6	
	Nadelkopf OPM 18931	

*Tab. 6 Übersicht über die an den Untersuchungsobjekten festgestellten Oberflächenveredelungen unter Berücksichtigung der spezifischen Bleigehalte.*

der Beschreibung der Herstellungstechniken bereits am Beispiel der Objekte OPM 18860 und OPM 18785/6 dargelegt wurde, wurde diese mit hoher Wahrscheinlichkeit mittels Wischverzinnung oder Tauchverzinnung aufgetragen. Dass eine dieser Techniken verwendet wurde und nicht etwa eine glänzend polierte »high-tin-bronze« vorliegt, ist beispielsweise an kleinen Zinnflecken auf der Rückseite des Nadelkopfes OPM 18774 erkennbar (Abb. 20). Vermutlich entstanden diese beim Auftragen bzw. beim Aufwischen des schmelzflüssigen Zinns auf der Oberfläche.

Ein vergleichender Blick auf die Zinngehalte der Verzinnungsschichten, die gemessen wurden, vermittelt ein sehr heterogenes Bild. Es darf in diesem Zusammenhang nicht außer Acht gelassen werden, dass Diffusionsschichten, die beim Kontakt des heißen Zinns mit der Kupferlegierung des jeweiligen Objektes entstehen können, mit der Röntgenfluoreszenzanalyse nicht feststellbar sind. Dennoch können sie – allerdings nicht exakt nachvollziehbare – Auswirkungen auf die Messergebnisse haben. Außerdem spiegeln sich in den Messungen der Oberflächenveredelungen stets Werte des Grundmaterials in Form abge-

schwächer Signale wider; die Werte der Oberfläche können folglich nicht unabhängig von den Werten des Grundmaterials bewertet werden. Das heterogene Ergebnis zeichnet sich bei einem Vergleich aller mit Zinn und Blei-Zinn verzierten Fundstücke deutlich ab. Die Einzelwerte der verschiedenen Elemente variieren von Objekt zu Objekt. Nur einige wenige, etwa die zwei verzinnten Beschläge aus Grab 360 (OPM 19856 und OPM 19857), weisen Ähnlichkeiten in der chemischen Zusammensetzung ihrer Oberflächenveredelung auf. Der aus demselben Grab stammende Niet 8 (OPM 19858) ist dagegen bleiverzinkt. Gegenüber der Ähnlichkeit der Legierungen der drei Stücke im Hinblick auf ihr Grundmaterial (s.o.) wurde die Veredelung offensichtlich mit zwei verschiedenen Zinnlegierungen durchgeführt.

Die Divergenzen selbst zwischen Fundstücken aus demselben Grabkontext bzw. solchen, die derselben Objektgruppe angehören, sind zuweilen beachtlich. Dies legt den Rückschluss nahe, dass auch Objekte aus einem Grab nicht aus demselben Rohmaterial bzw. im selben Arbeitsgang gefertigt und veredelt wurden. Diese Divergenz wird beispielsweise anhand der vier kreuzförmigen Beschläge aus Grab 2 deutlich. Auf ihren Schauseiten wurden eine Verzinnung mit wenig Blei (OPM 18007), zwei Bleiverzinnungen mit nahezu ausgeglichenem Blei-Zinn-Verhältnis (OPM 18004 und OPM 18005, wobei letzterer höhere Blei- und Zinnwerte aufweist) und eine Bleiverzinnung mit auffallend hohen Bleiwerten (OPM 18006) festgestellt, so dass die Oberflächenveredelung dieses Stückes zugleich als Verbleiung angesprochen werden könnte. Trotz der übereinstimmenden Form der Stücke und ihres gemeinsamen Fundkontextes ist ihre Herstellung im Hinblick auf die Oberflächenveredelung ganz verschieden.

Ähnlich heterogen verhält es sich beim Nadelkopfpaar OPM 18774 und OPM 18775 sowie der Scheibenfibel OPM 18773, allesamt aus Grab 199 (vgl. Tab. 3).



**Abb. 20** Äußerlich sichtbare Zinnflecken auf der Rückseite des Nadelkopfes OPM 18774. Foto: J. Fütterer.



Bemerkenswert ist hier, dass sich die Nadelköpfe, obwohl paarig getragen, in gleich mehreren Hinsichten deutlich unterscheiden: Sie weichen nicht nur in ihrer äußeren Form voneinander ab, sondern auch bezüglich ihrer Messwerte. Dies gilt sowohl für die Zusammensetzung der Verzinnung als auch für die Legierung des Grundmaterials. Hier hat man also zwei ganz verschiedene Stücke zu einem Paar kombiniert.

Leider ist eine diesbezügliche Aussage über das Nadelkopfpaar aus Grab 202, OPM 18785/1 und OPM 18785/2, nicht im gleichen Maß möglich, da letztgenannter aufgrund seines desolaten Zustandes nicht auf der Schauseite analysiert werden konnte und die Kategorisierung als »bleiverzinkt« nur anhand einer Messung auf einem Zinnfleck auf der Rückseite erfolgte (vgl. Abb. 19).

Messbare und damit nachvollziehbare Ähnlichkeiten bei den analysierten Objekten sind außerhalb der Grabkontexte kaum zu fassen. Generell lassen sich die Messwerte der Nadelköpfe OPM 18774, OPM 18921 und OPM 18581, des Beschlags OPM 19856 sowie des Verschlusses des Halsrings OPM 18574 als sehr anschauliche Beispiele einer reinen Verzinnung deuten, da von den auf der Schauseite ermittelten Werten nur die des Zinns jene des Grundmaterials deutlich übersteigen, die der anderen Elemente nicht. Offensichtlich ist das Zinn der Oberflächenzier dieser Artefakte nicht mit weiteren Metallen legiert worden.

Ferner ist neben dem oben bereits erwähnten Beschlag OPM 18006 der Kettenträger OPM 18785/4 vermutlich eher verbleit.<sup>70</sup> Es bleibt fraglich, ob dies intentionelle Oberflächenbehandlungen mit Blei waren oder ob das jeweils verwendete Zinn stark gestreckt wurde. Beide Metalle vereinen Werkeigenschaften auf sich, die für eine Verzierung der Oberfläche auf einer Kupferlegierung äußerst günstig sind. Optisch ist nur ein geringer Unterschied zwischen einer relativ reinen Verzinnung und einer Bleiverzinnung zu erfassen.<sup>71</sup> Die Verwendung von Blei als Zusatz oder gar Hauptingredienz des Veredelungsmaterials hängt vermutlich eher von seinen werkbegünstigenden Eigenschaften ab, insbesondere, da es den Schmelzpunkt der Legierung deutlich senkt. Zudem hat die Verfüg-

barkeit des Rohmaterials sicherlich einen Einfluss auf seine Auswahl. Ersichtlich ist jedenfalls anhand der Zahl von zehn Fundstücken, in deren Verzinnung in mal geringerer, mal höherer Konzentration das Schwermetall nachgewiesen werden konnte, dass Blei eine wesentliche Rolle bei dieser Art von Ziertechnik gespielt hat.

Auffällig ist die Relation zwischen Blei und dem Spurenelement Arsen. Insbesondere bei solchen Oberflächenveredelungen, die viel Blei enthalten, ist auch der Arsengehalt oftmals leicht erhöht, z.B. bei Beschlag OPM 18007. Die beiden Elemente hängen offenbar zusammen, wofür am ehesten eine natürliche Ursache infrage kommt, etwa die Bedingungen in der Lagerstätte, aus der die Rohstoffe stammen.<sup>72</sup>

### Versilberung

Die einzige Versilberung hat die Armbrustfibel OPM 18288 erfahren: Ihr Fuß ist mit dünnem, waffelgemustertem Blech aus Silber plattiert. Die Kanten des Blechs wurden mittels der ebenfalls aus Silber bestehenden Ringe festgeklemmt. Womöglich liegt eine zusätzliche Fixierung durch eine Lötplattierung vor, was allerdings aufgrund der Stärke des Blechs durch die Röntgenfluoreszenzanalyse nicht zweifelsfrei ermittelt werden konnte. Zinn, aus dem das Lot für die Fixierung von Versilberungen oft bestand,<sup>73</sup> wurde nicht nachgewiesen, was jedoch der geringen Eindringtiefe des Röntgenstrahls geschuldet sein mag. Neben der Ringgarnitur der Fibel OPM 18288 bestehen die Hohlkugeln, der Kerbdraht und die zackenförmige Glaseinfassung des Nadelkopfs OPM 19115 aus Silber, hier mit geringen Kupferanteilen. Aus den Messergebnissen lässt sich nicht eindeutig der Schluss ziehen, ob es sich beim Rohmaterial um Silber oder versilbertes Kupferblech bzw. versilberten Kupferdraht handelte. Silber als Rohmaterial ist aus herstellungstechnischer Sicht wahrscheinlicher.

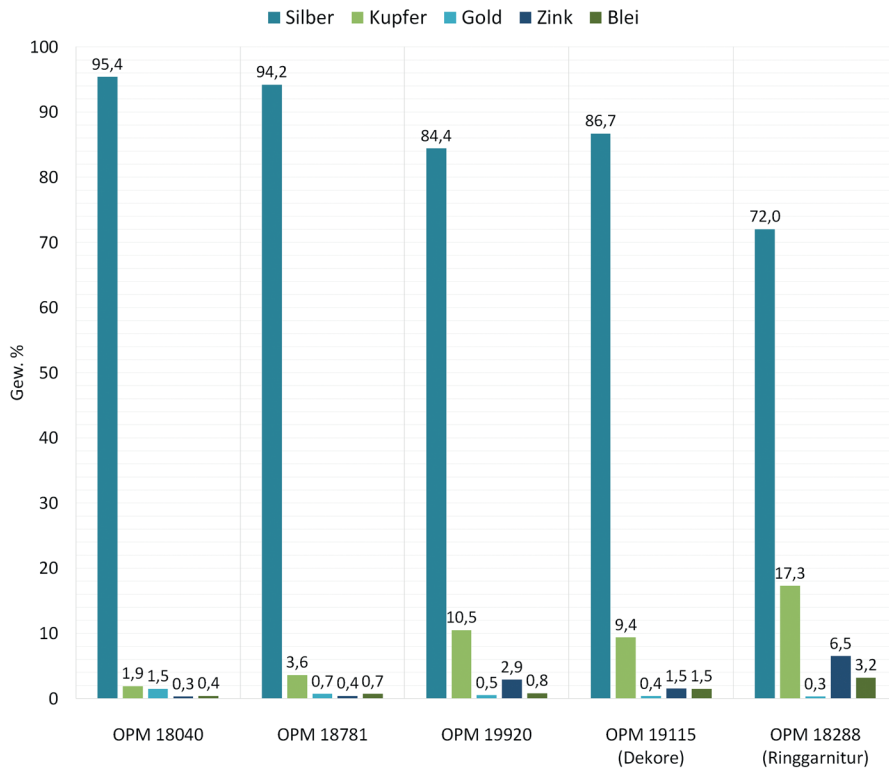
Mit welcher Art von Lot die plastischen Dekore auf dem Objekt (vgl. Tab. 4) befestigt worden waren, wurde anhand der Dekorfehlstellen der Nadelköpfe OPM 18860, OPM 18921 und OPM 18931<sup>74</sup> ermittelt.<sup>75</sup> An OPM 18921 wurde Zinnlot nachgewiesen, an OPM

<sup>70</sup> Ausgehend vom Mittelwert der Messungen auf der Oberfläche. Die Bleiwerte variieren stark; auffällig ist ein Wert von fast 40 Gew. %, der sowohl als Hinweis auf eine Verbleiung als auch auf den Einfluss von Korrosion verstanden werden kann. Ähnlich verhält es sich bei seinem ebenfalls analysierten Pendant OPM 18785/6, allerdings sind die Bleiwerte dort bis auf einen Ausreißer weit niedriger.

<sup>71</sup> Bleiverzinnungen verlieren rascher ihren Glanz und werden schneller matt und gräulich.

<sup>72</sup> Über eine antike Lagerstätte, in der besonders arsenhaltiges Blei abgebaut wurde, fehlen leider explizite Informationen. Ein Zusammenhang von Kupfer und Arsen ist hingegen bei Fahlerzen bekannt, vgl. RIEDERER 1987, 15.

<sup>73</sup> Vgl. VOLKAITE-KULIKAUSKIENE/JANKAUSKAS 1992, 165f.



**Abb. 21** Vergleich der durchschnittlichen Elementanteile der massiven Silberobjekte mit denen der plastischen Silberdekore (in Gew. %). Grafik: J. Fütterer.

18860 und OPM 18931 jeweils leicht bleihaltiges Zinnlot.

Die eingangs gestellte Frage, ob die Messwerte der massiven Silberhalsringe OPM 18040, OPM 18781 und OPM 19920 vergleichbar mit den Werten des silbernen Zierdekors bzw. der Versilberungen sind, führte an die Grenzen der Aussagekraft der gewählten Analyse­methode. Eine Aussage über die Herkunft des Silbers ist nicht möglich und, wie bereits erwähnt, kann bei den Silberdekoren des Nadelkopfes OPM 19115 nicht zweifelsfrei ausgeschlossen werden, dass sie nicht aus versilbertem Kupfer bestehen. Festhalten lässt sich, dass die Reinheit des Silbers, wie die beiden Halsringe OPM 18040 und OPM 18781 sie haben, bei keinem anderen Fundstück auftritt.

Eine gewisse Ähnlichkeit ergaben die Analysen für die beiden Stücke OPM 19115 und OPM 19920. Der Silbergehalt der Dekorationen des Nadelkopfes OPM 19115 stimmt in etwa überein mit demjenigen des mit

Ringgarnituren verzierten Halsringes OPM 19920, entsprechend ähneln sich die Beimengungen von Kupfer (Abb. 21). Gleichwohl ist die Reinheit des Edelmetalls bei diesen beiden Stücken erkennbar niedriger als diejenige der typologisch älteren Silberhalsringe OPM 18040 und OPM 18781. Die Messresultate der deutlich jüngeren völkerwanderungszeitlichen Armbrustfibel OPM 18288 legen die Vermutung nahe, dass die Silberdekorationen dieser Zeit eher aus stark legiertem Silber hergestellt wurden. Die Ringgarnitur der Armbrustfibel besteht im Durchschnitt aus nur ca. 72 Gew. % Silber, welches mit 17 Gew. % Kupfer, fast 7 Gew. % Zink und kleineren Mengen Blei vermischt ist. In Anbetracht der Ergebnisse dieser drei typologisch jüngeren Objekte spielt der bereits erwähnte Aspekt der Verwendung von »Abfallsilber« wiederum eine Rolle: Spiegelt sich womöglich der Wertverfall der römischen Silbermünzen in diesen Objekten wieder? Oder wurden Dekorationen, gegenüber massiven Silberobjekten, generell aus niedriger legiertem Silber hergestellt? Leider ist eine Beantwortung dieser Fragen, u.a. nach einer chronologisch bedingten Veränderung beim Rohstoff Silber, aufgrund der in dieser Studie erhobenen begrenzten Datenbasis noch nicht überzeugend möglich. Vielmehr sind weitere Vergleichsdaten nötig.

<sup>74</sup> Die Metalldekore des Nadelkopfes OPM 18931 konnten aufgrund ihres geringen bzw. schlechten Erhaltungszustandes nicht analysiert werden.

<sup>75</sup> Um einen Vergleich der Werte des Grundmaterials zu den Werten der Lote zu ermöglichen, wurden die Schauplatten der Objekte an weiteren Punkten analysiert, wobei die oben erwähnten Verzin­nungen festgestellt wurden.



## Schlussbemerkungen

Die Untersuchungen zeigen, dass die Frage nach Silber oder Zinn für die ausgewählten kaiserzeitlichen Objekte aus Oberhof eindeutig zu beantworten ist: Wenn ein derartiger Überzug auftritt, handelt es sich um Zinn, genauer um eine Zinnlegierung in unterschiedlicher Zusammensetzung. Interessant sind dabei die Ergebnisse im Detail, vorrangig für das individuelle Fundstück und seine Herstellung, aber auch für den Vergleich innerhalb eines Grabkontextes oder innerhalb einer Objektgruppe. Übereinstimmende Legierungen als Indikatoren einer identischen Rohstoffcharge, aus der zwei oder sogar mehrere Objekte bzw. deren Überzüge hergestellt wurden, konnten nicht nachgewiesen werden; Ähnlichkeiten, die mit den Werkstoffeigenschaften in Verbindung stehen, sind aber durchaus zu beobachten.

In der Gesamtheit der Analysen überrascht jedoch die sehr uneinheitliche Zusammensetzung der Objekte, sowohl was die Kupferlegierungen für das Grundmaterial betrifft – auch wenn es sich überwiegend um Blei-Zinn-Messing handelt –, als auch was die Verzinnung der Oberflächen angeht. Nicht nur Objekte der gleichen Form bzw. des gleichen Typs, sondern auch zu einem geschlossenen Grabfund gehörende Objekte können sich durchaus deutlich unterscheiden. Ein gutes Beispiel hierfür sind die vier Zaumzeugbeschläge OPM 18004, 18005, 18006 und 18007 aus Grab 2, die unzweifelhaft zu einem Pferdegeschirr gehörten. Es ist kaum vorstellbar, dass sie nicht zusammen von einem Handwerker gefertigt wurden. Vermutlich muss hier mit inhomogenem Ausgangsmaterial gerechnet werden.

Bei den Beschlägen aus Grab 360 (OPM 19856 und 19857) zeigt sich dagegen ein etwas einheitlicheres Bild. Ihre Analysewerte ähneln denen von Niet 8 (OPM 19858) aus demselben Grab, zumindest hinsichtlich des Grundmaterials. Daher mögen die Beschläge wohl ebenfalls dem Gürtel und nicht dem Pferdegeschirr zuzuweisen sein. Letztlich ist jedoch auch hier aufgrund der geringen Anzahl der Analysen durchaus Vorsicht geboten.

Auch die Nadelköpfe und Fibeln innerhalb der Frauenbestattungen (z.B. Grab 199; Grab 202) können durchaus unterschiedlich zusammengesetzt sein. Dabei fällt jedoch auf, dass es sich bei den analysierten Stücken in keinem Fall um echte Paare aus übereinstimmenden Rohmaterialien handelt. Vermutlich wurden hier, aber wohl auch allgemein bei den Grabinventaren, Teile der Schmuckausstattung im Laufe

eines Lebens ergänzt und ausgetauscht, bevor sie als Ensemble mit der Toten vergraben wurden. Abnutzungsspuren an den Kettenträgern aus Grab 202 zeigen, dass das Kettengehänge über eine lange Zeit getragen wurde. Es ist also durchaus denkbar, dass eine der Nadeln ersetzt werden musste. Auch mögen einzelne Teil des Ensembles aufgrund von Abnutzung zum Teil neu verzinnt worden sein, was die abweichenden Werte der Oberflächenmessungen der Anhänger erklären könnte.

Insgesamt muss jedoch für alle Bewertungen, die über die eigentlichen Messresultate hinausgehen, immer die geringe Anzahl der in dieser Studie analysierten Stücke berücksichtigt werden. Zusätzlich hat der durch die Verlagerungen während und nach dem Zweiten Weltkrieg bedingte Erhaltungszustand nicht in jedem Fall Messungen erlaubt oder eindeutige Ergebnisse erbracht. Viele Fragen waren daher in vorliegendem Rahmen nur teilweise zu beantworten. Das gilt für die oben genannten vergleichenden Aspekte, vor allem aber für die Frage nach der sozialen Interpretation von »Silber oder Zinn« oder für die Frage nach der Herkunft und der Vertriebswege der Rohstoffe, insbesondere des Zinns selbst. Hier können die durchgeführten Untersuchungen nur eine erste Datenbasis mit vielfältigen Indizien liefern, aber noch kein Gesamtbild. Auch die chronologische Entwicklung bezüglich der Verwendung und der Bedeutung der Oberflächenveredelung bleibt eine bislang offene Frage.

Zinn ist das Material für den Überzug der Oberflächen; das Edelmetall Silber wird dagegen für die dekorativen Zierelemente verwendet. Plastischer Dekor, versilbert oder aus Silberblech, findet sich beispielsweise auf den Tutulusnadeln mit hohem Mittelknopf, die ganz an das Ende der Römischen Kaiserzeit zu setzen sind, hier in Kombination mit einer verzinnten Oberfläche. Bei dem einzigen untersuchten völkerwanderungszeitlichen Stück, der jüngeren Variante einer Armbrustfibel mit umgeschlagenen Fuß und Ringgarnitur (OPM 18288), besteht das Waffelblech auf dem Fuß aus Silber bzw. ist versilbert. Der Fuß der älteren, kaiserzeitlichen Variante aus Grab 369 (OPM 19222) ist dagegen verzinkt. Ob es sich hier um einen am Ende der Römischen Kaiserzeit auftretenden und für die Völkerwanderungszeit typischen Trend handelt, werden zukünftige Untersuchungen zeigen müssen.

## Literatur

- ÅBERG 1919  
N. ÅBERG, Ostpreußen in der Völkerwanderungszeit (Uppsala, Leipzig 1919).
- ANKNER 1993  
D. ANKNER, Röntgenfluoreszenzanalytische Untersuchung an Tellern und Platten. In: E. Künzl, Die Alamannenbeute aus dem Rhein bei Neupotz, Teil 1: Untersuchungen (Mainz 1993) 447–469.
- ANHEUSER 1999  
K. ANHEUSER, Im Feuer vergoldet. Geschichte und Technik der Feuervergoldung und der Amalgamversilberung (Stuttgart 1999).
- ARMBRUSTER 2001  
s.v. »Metallguß« [B. Armbruster] in: RGA2 19 (Berlin/New York 2001) 622–642.
- BANYTĖ-ROWELL 2008  
R. BANYTĖ-ROWELL, Vėlyvojo romėniškojo laikotarpio rozetiniai smeigtukai ir segės su tutuliu. Lietuvos Arch. 34, 2008, 9–42.
- BANYTĖ-ROWELL 2013  
R. BANYTĖ-ROWELL, Die Römische Kaiserzeit in Litauen. In: Die vor- und frühgeschichtlichen Funde in Litauen. Museum für Vor- und Frühgeschichte, Bestandskataloge 12 (Berlin 2013) 64–87.
- BANYTĖ-ROWELL/BITNER-WRÓBLEWSKA/REICH 2012  
R. BANYTĖ-ROWELL/A. BITNER-WRÓBLEWSKA/CH. REICH, Did they exist? The Question of Elites in Western Lithuania in the Roman and Early Migration Periods and their Interregional Contacts. Arch. Baltica 18, 2012, 192–220.
- BANYTĖ-ROWELL/BITNER-WRÓBLEWSKA/REICH 2016  
R. BANYTĖ-ROWELL/A. BITNER-WRÓBLEWSKA/CH. REICH, West Lithuania as a Golden Bridge between the Sea and the Baltic hinterland in Northeast Poland during the Roman and Migration Periods. Arch. Baltica 23, 2016, 140–151.
- BECKMANN 1969  
B. BECKMANN, Die baltischen Metallnadeln der römischen Kaiserzeit. Saalburg Jahrb. 26, 1969, 107–119.
- BEZZENBERGER 1904  
A. BEZZENBERGER, Analysen vorgeschichtlicher Bronzen Ostpreussens (Königsberg 1904).
- BITNER-WRÓBLEWSKA 2001  
A. BITNER-WRÓBLEWSKA, From Samland to Rogaland. East-West connections in the Baltic basin during the Early Migration Period (Warszawa 2001).
- BITNER-WRÓBLEWSKA 2006  
A. BITNER-WRÓBLEWSKA, The Key Problems of Late Migrations Period in the Balt Lands. In: Transformatio mundi. The Transition from the Late Migration Period to the Early Viking Age in the East Baltic (Kaunas 2006) 7–15.
- BITNER-WRÓBLEWSKA 2007  
A. BITNER-WRÓBLEWSKA, Netta. A Balt Cemetery in Northeastern Poland. Monumenta Archaeologica Barbarica 12 (Warszawa 2007).
- BITNER-WRÓBLEWSKA/BLIUJENĖ 2003  
A. BITNER-WRÓBLEWSKA/A. BLIUJENĖ, Efektowny napierśnik z emalią z cementarzyka w Anduln, zachodnia Litwa. In: Antyki i Barbarzyńcy. Festschrift J. Kolendo (Warszawa 2003) 121–132.
- BITNER-WRÓBLEWSKA/STAWIARSKA 2009  
A. BITNER-WRÓBLEWSKA/T. STAWIARSKA, Badania technologiczne wschodnioeuropejskich zabytków zdobionych emalią. In: Bałtowie i ich sąsiedzi. Marian Kaczyński in memoriam. Seminarium Bałtyckie II (Warszawa 2009) 303–351.
- BORN 2007  
H. BORN, Archaischer Silberglanz. Verzinnte Schildbänder und Schildbügel aus Olympia – ein Vorbericht. Das Altertum 52, 2007, 241–256.
- BREPOHL 1987  
E. BREPOHL, Theorie und Praxis des Goldschmieds (Leipzig 1987).
- ENGEL 1931  
C. ENGEL, Beiträge zur Gliederung des jüngsten heidnischen Zeitalters in Ostpreussen. In: Congressus secundus archaeologorum balticorum Riga, 19.–23. VIII. 1930 (Riga 1931) 313–336.
- ENGEL 1933  
C. ENGEL, Die kaiserzeitlichen Kulturgruppen zwischen Weichsel und Finnischem Meerbusen und ihr Verhältnis zueinander. Prussia 30, 1933, 261–296.
- GAERTE 1929  
W. GAERTE, Urgeschichte Ostpreußens (Königsberg 1929).
- HAMMER 1998  
P. HAMMER, Metallkundliche Untersuchungen. In: Voß et al. 1998, 158–168.
- HEDGES 1964  
E.S. HEDGES, Tin in Social and Economic History (London 1964).
- JANKAUSKAS 1992  
K. JANKAUSKAS, Smulkusis papuošalu iš spalvotųjų metalu Hekoras. Lietuvos Arch. 9, 1992, 151–168.
- JOUTIJÄRVI 2014  
A. JOUTIJÄRVI, Analyse der Riemenbeschläge aus Ejsbøl. In: A. NØRGÅRD JØRGENSEN/H. CHR. H. ANDERSEN (Hrsg.), Ejsbøl Mose. Die Kriegsbeuteopfer im Moor von Ejsbøl aus dem späten 1. Jh. v.Chr. bis zum frühen 5. Jh. n.Chr. (Aarhus 2014) 265–311.
- LA NIECE 1990  
S. LA NIECE, Silverplating on Copper, Bronze and Brass. Antiquaries Journal 70, 1990, 102–114.
- LA NIECE 1993  
S. LA NIECE, Silvering. In: LA NIECE/CRADDOCK 1993, 201–210.
- LA NIECE/CRADDOCK 1993  
S. LA NIECE/ P. CRADDOCK (Eds.), Metal Plating & Patination. Cultural, Technical & Historical Developments (London 1993).

MEEKS 1993

N. MEEKS, Surface Characterization of Tinned Bronze, High-Tin Bronze, Tinned Iron and Arsenical Bronze. In: LA NIECE/CRADDOCK 1993, 247–275.

MICHELBERTAS 1986

M. MICHELBERTAS, Senašis geležies amžius Lietuvoje. I–IV amžius (Vilnius 1986).

MOORA 1938

H. MOORA, Die Eisenzeit Lettlands bis etwa 500 n.Chr. Teil II (Tartu 1938).

NORTHOVER et al. 1991

J.P. NORTHOVER/G. LLOYD-MORGAN/H. BROOKS/J. LISTER, Fine Metalwork from the Roman Cemetery at Stansted Airport, Essex. Tinning and High Tin Alloys. In: J. R. DRUZIK/P. B. VANDIVER/G. WHEELER (Eds.), Materials Issues in Art and Archaeology II. Materials Research Society Symposium Proceedings 185 (Pittsburgh 1991) 719–724.

NOWAKIEWICZ 2011

T. NOWAKIEWICZ (Hrsg.), Das archäologische Vermächtnis Ostpreußens im Archiv des Felix Jakobson. Aestorium Hereditas II (Warszawa 2011).

NOWAKOWSKI 1998

W. NOWAKOWSKI, Die Funde der römischen Kaiserzeit und der Völkerwanderungszeit aus Masuren. Museum für Vor- und Frühgeschichte, Bestandskataloge 6 (Berlin 1998).

REICH 2004/05

CH. REICH, Die Prussia-Sammlung im Museum für Vor- und Frühgeschichte. In: Das Berliner Museum für Vor- und Frühgeschichte. Festschrift zum 175-jährigen Bestehen. Acta Praehist. et Arch. 36/37, 2004/05, 343–354.

REICH 2006

CH. REICH, Das Gräberfeld von Oberhof. Kulturelle Beziehungen und Kontakte. Arch. Litwana 7, 2006, 85–97.

REICH 2007

CH. REICH, Remarks on male burials in the cemetery of Oberhof (Aukštikiemiai). Arch. Baltica 8, 2007, 195–204.

REICH 2008

CH. REICH, Das Gräberfeld von Oberhof (Aukštikiemiai) – Bemerkungen zur Chronologie und horizontalstratigraphischen Gliederung. Arch. Nachbl. 13, 2008, 22–30.

REICH 2009

CH. REICH, The cemetery of Oberhof (Aukštikiemiai) – Horse Graves and Equestrian Equipment. Arch. Baltica 11, 2009, 206–216.

REICH 2012

CH. REICH, Schmuck- und Münzbeigabe in Männerbestattungen des Gräberfelds von Oberhof (Aukštikiemiai). Acta Praehist. et Arch. 44, 2012, 131–147.

REICH/JUGA-SZYMAŃSKA 2015

CH. REICH/A. JUGA-SZYMAŃSKA, Rätselhafte Beschläge – Bestandteile prachtvoller Gürtel im südöstlichen Ostseeraum. Barbaricum 11 (Warszawa 2015) 549–571.

REICH/MENGHIN 2008

Ch. Reich/W. Menghin, Die Prussia-Sammlung im Museum für Vor- und Frühgeschichte. In: Die archäologischen Inventarbücher aus dem ehemaligen Prussia-Museum. Aestorium Hereditas I (Olsztyn 2008) 68–97.

RIEDERER 1987

J. RIEDERER, Archäologie und Chemie. Einblicke in die Vergangenheit. Ausstellung Rathgen-Forschungslabor SMPK, Sept. 1987 – Jan. 1988 (Berlin 1987).

RIEDERER 1993

J. RIEDERER, Die Metallanalysen von Funden aus Silber und Kupferlegierungen. In: E. KÜNZL, Die Alamannenbeute aus dem Rhein bei Neupotz, Teil 1: Untersuchungen (Mainz 1993) 407–446.

RIEDERER 1998

J. RIEDERER, Ergebnisse der Atomabsorptionsspektralanalyse zur Materialauswahl in der Antike. In: Voß et al. 1998, 200–203.

SIMNISKYTĖ 2002

A. SIMNISKYTĖ, Roman Period Half-moon Shaped Pendants with Knobs in the Eastern Baltic Region. Arch. Baltica 5, 2002, 95–122.

STANKUS 1995

G. STANKUS, A unique pectoral ornament from Bandužiai (Lithuania). Arch. Baltica 1, 1995, 88–93.

TISCHLER 1888

O. TISCHLER, Das Gräberfeld von Oberhof, Kr. Memel. In: Sitzungsberichte 1888. Schr. physikalisch-ökonomische Ges. Königsberg 29, 1888 (1889) 14–23.

TISCHLER 1889

O. TISCHLER, Über den Zuwachs der archäologischen Sammlung des Provinzial-Museums im Jahre 1888. Sitzungsberichte 1889. Schr. physikalisch-ökonomische Ges. Königsberg 30, 1889, 27–31.

VOLKAITE-KULIKAUSKIENE/JANKAUSKAS 1992

R. VOLKAITE-KULIKAUSKIENE/K. JANKAUSKAS, Iš senosios lietuvių amatininkystės istorijos. Alavos senosios lietuvių papuošalose. Lietuvos Arch. 8, 1992, 135–170.

Voß et al. 1998

H.-U. Voß/P. HAMMER/J. LUTZ (Hrsg.), Römische und germanische Bunt- und Edelmetallfunde im Vergleich. Archäometallurgische Untersuchungen ausgehend von elbgermanischen Körpergräbern. Bericht RGK 79, 1998, 113–382.

WOLTERS 2006

s.v. »Verzinnen« [J. Wolters] in: RGA2 32 (Berlin/New York 2006) 283–292.

ZWICKER et al. 1993

U. ZWICKER/A. ODDY/S. LA NIECE, Roman Techniques of Manufacturing Silver-Plated Coins. In: LA NIECE/CRADDOCK 1993, 223–246.

## Katalog

Alle analysierten Objekte stammen aus dem Gräberfeld von Oberhof, Kr. Memel (Aukštėmiai, Klaipėda r. saviv., Litauen). Sie werden in der Prussia-Sammlung im Museum für Vor- und Frühgeschichte, Staatliche Museen zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz, aufbewahrt.

Jeder Katalogeintrag beginnt mit der Inventarnummer, mit der das Objekt in die Datenbank des Museums für Vor- und Frühgeschichte aufgenommen wurde. Dabei steht »PM« für Prussia-Museum und ist der Originalnummer aus der Zeit vor dem Zweiten Weltkrieg vorangestellt, die mit dem Kürzel »OPM« für Ostpreussisches Landesmuseum beginnt. Sind dort ursprünglich unter einer Nummer mehrere Objekte erfasst worden, schließt sich ein Schrägstrich mit der laufenden Nummer des Einzelobjekts an. In der Folge und auch im Text wird ein Objekt nur noch verkürzt mit der Kennung OPM bezeichnet. In Klammern dahinter folgt die neue Inventarnummer, die jüngst vom Museum für Vor- und Frühgeschichte vergeben worden ist. Diese trägt vorangestellt das Kürzel »Pr«. Der Benennung des jeweiligen Grabkomplexes folgen die Verweise auf Tafeln sowie ggf. auf Abbildungen im Text.

Die eigentliche Beschreibung besteht aus einer kurzen formalen Ansprache des Objekts mit der Klassifizierung der Legierung des Grundmaterials und der Oberflächenveredelung. Dem folgen herstellungstechnische Beobachtungen sowie Angaben zum Erhaltungszustand. Eine zusammenfassende kurze Übersicht über die Ergebnisse der Analysen schließt sich an. Soweit nicht anders vermerkt, sind hier die Mittelwerte des Grundmaterials auf ganze Zahlen und die der Oberfläche auf eine Nachkommastelle gerundet. Die Werte für die Spurenelemente werden im Katalog aus Platzgründen nicht noch einmal extra aufgeführt. Die detaillierten Ergebnisse aller Messungen sind den zugehörigen Tabellen auf den Tafeln zu entnehmen. Die Klassifizierung der Kupferlegierungen erfolgt nach Riederer (RIEDERER 1987, 108; RIEDERER 1998, 200 Tab. 20).

Die Maße sind stets die erhaltenen Maximalmaße. Bei annähernd runden oder quadratischen Stücken werden jeweils die größte Breite x die größte Länge bzw. umgekehrt aufgeführt. Bei Nadelköpfen schließt die Höhe die Öse immer mit ein. Der Eintrag endet ggf. mit Literatur- und Abbildungsverweisen. Fehlen diese, ist das Stück bislang unpubliziert.

### Abkürzungen

B.	Breite
Dm.	Durchmesser
Gew.	Gewicht
H.	Höhe
L.	Länge

#### 01. PM OPM 18004 (Pr 12579), Grab 2

##### Tafel 1

Kreuzförmiger Beschlag vom Zaumzeug mit einziehenden Seiten, randbegleitender Zierleiste und zentraler Einlage aus roter Emaille. Blei-Zinn-Messing; Oberfläche bleiverzinkt.

Leicht aufgewölbte Grundplatte, vermutlich im Wachsausschmelzverfahren gegossen. Oberflächenverzinnung im mittleren Bereich schwarz angelauten. Zierleiste an einer Seite vollständig, an zwei weiteren teilweise erhalten, an der vierten Seite nur Lotreste. Die Arme enden jeweils in einer runden, mittig gelochten Endplatte. Darauf aufgenietet ein Buckelkopfniet mit 0,15 cm breitem, rechtwinklig abgesetztem Rand. Dessen Oberfläche

versäubert, Wirkung wie Schmuckstein im Cabochon-Schliff in einer Zargenfassung. Nur zwei der Buckelkopfniete erhalten; Endplatten am Rand fragmentiert, Kanten abgebrochen.

Zentrale Einlage (Dm. 1,75 cm) korallenrot emailliert; durch Schleifen und Polieren dem Niveau der Grundplatte angepasst. Auf der Emaille ein sternförmiges Plättchen mit acht, ursprünglich neun Strahlen, darauf ein Buckelkopfniet, der beide Elemente mit der Grundplatte vernietet; Nietstift auf der Rückseite des Beschlags sichtbar.

Zahlreiche korrosionsbedingte Schäden und Kratzer auf der Oberfläche; Perlbander und Buckelkopfniete oberflächlich abgeplatzt mit kleinen Fehlstellen. Auf der Rückseite haften durch Korrosion erhaltene, mineralisierte Reste, vermutlich Haar- oder Faserreste eines Fells oder Leders.

Grundmaterial und Oberfläche wurden an sechs Messpunkten analysiert. Das Grundmaterial besteht im Mittel aus Kupfer (88 %) mit geringen Mengen Zinn (3 %), Blei (2 %) und Zink (5 %), ist daher Blei-Zinn-Messing (geringer Zinkgehalt). Die Messwerte der Oberfläche liegen im Mittel bei 6,7 % Zinn, 5,3 % Blei und 3,9 % Zink; sie weisen auf eine Bleiverzinnung hin. Beim Zink handelt es sich vermutlich um abgeschwächte Messsignale aus der Kupferlegierung.

L. 7,6 x B. 7,3 cm; H. 0,9 cm; Gew. 38,8 g.

GAERTE 1929, Abb. 245a; REICH 2009, 209 Abb. 2,10.

#### 02. PM OPM 18005 (Pr 12580), Grab 2

##### Tafel 2

Kreuzförmiger Beschlag vom Zaumzeug mit einziehenden Seiten, randbegleitender Zierleiste und zentraler Einlage aus roter Emaille. Blei-Zinn-Messing; Oberfläche bleiverzinkt.

Form und Herstellungstechnik entsprechen weitgehend Beschlag OPM 18004. Oberfläche schwärzlich angelauten. Randbegleitende Zierleisten stark fragmentiert, zeigen wie die Buckelkopfniete oberflächliche Korrosionsschäden. Emaille unmittelbar am Rand der Einlage stellenweise abgeplatzt. Sternförmiges Plättchen unter dem Mittelniet fehlt. Auf einer Endplatte die Hälfte eines Niets erhalten, die übrigen fehlen. An einem der Arme 2,2 cm langes Blech, vermutlich zu Reparaturzwecken aufgelötet.

Grundmaterial und Oberfläche wurden an sechs Messpunkten analysiert. Das Grundmaterial besteht im Mittel aus Kupfer (84 %) mit geringen Mengen Zinn (4 %), Blei (3 %) und Zink (6 %), ist daher Blei-Zinn-Messing (mittlerer Zinkgehalt). Die Messwerte der Oberfläche liegen im Mittel bei 9,3 % Zinn, 9,1 % Blei und 5,3 % Zink; sie weisen auf eine Bleiverzinnung hin. Die Elementanteile in den Einzelmessungen variieren stark.

L. 7,9 x B. 7,4 cm; H. 1,0 cm; Gew. 38,0 g.

REICH 2009, 209 Abb. 2,9.

#### 03. PM OPM 18006 (Pr 12581), Grab 2

##### Tafel 3

Kreuzförmiger Beschlag vom Zaumzeug mit einziehenden Seiten und randbegleitender Zierleiste. Blei-Zinn-Messing; Oberfläche bleiverzinkt.

Form und Herstellungstechnik ähneln den Beschlägen OPM 18004 und OPM 18005, dieser ist etwas kleiner und hat lediglich einen Buckelkopfniet in der Mitte. Silbern schimmernde Oberfläche, stellenweise durch Oxidation schwarz verfärbt. Teil der Zierleiste fehlt an einer Seite. Zwei der Endplatten mit fragmentierten Buckelkopfnieten. Nietreste auf der Rückseite. Auf einem



der Arme rückseitig aufgelötetes Blech zur Materialverstärkung oder zum Verdecken eines Gussfehlers. Rund um die Niete auf der Rückseite bräunlich verfärbte organische Reste.

Grundmaterial und Oberfläche wurden an neun Messpunkten analysiert. Das Grundmaterial besteht im Mittel aus Kupfer (88 %) mit geringen Mengen von Zinn (3 %), Blei (2 %) und Zink (5 %), ist daher Blei-Zinn-Messing (geringer Zinkgehalt). Die Messwerte der Oberfläche liegen im Mittel bei 6,6 % Zinn, 22,7 % Blei und 4,5 % Zink; sie weisen auf eine Bleiverzinnung hin. Messung 18006\_1\_VS (vermutlich Zusammensetzung des Lots, mit dem die Zierleiste befestigt wurde) und Messung 18006\_6\_VS\_ schwarz weichen stark ab. Der hohe Bleiwert erklärt wahrscheinlich die schwarze Verfärbung der Oberfläche.

B. 5,8 x L. 5,7 cm; H. 1,0 cm; Gew. 23,3 g.

REICH 2009, 209 Abb. 2,7.

#### 04. PM OPM 18007 (Pr 12582), Grab 2

##### Tafel 4

Kreuzförmiger Beschlag vom Zaumzeug mit einziehenden Seiten und randbegleitender Zierleiste. Blei-Zinn-Messing; Oberfläche verzinkt.

Form und Herstellungstechnik ähneln dem Beschlag OPM 18006, der hier beschriebene Beschlag ist jedoch sehr viel schlechter erhalten. Zahlreiche Störungen auf der Schauseite, mittlerer Bereich schwarz angelaufen. Oberfläche der Rückseite durch Korrosionsprozesse sehr unregelmäßig. Buckelkopfniete fehlen bis auf einen nur fragmentarisch erhaltenen, ebenso Zierleisten bis auf kleinen Rest am Ansatz des erhaltenen Niets.

Grundmaterial und Oberfläche wurden an sechs Messpunkten analysiert. Das Grundmaterial besteht im Mittel aus Kupfer (91 %) mit geringen Mengen Zinn (4 %), Blei (2 %) und Zink (2 %), ist daher Blei-Zinn-Messing (geringer Zinkgehalt). Die Messwerte der Oberfläche liegen im Mittel bei 7,4 % Zinn, 3,4 % Blei und 2,2 % Zink; sie weisen auf eine bleihaltige Verzinnung hin. Der Anteil des Bleis ist merklich geringer als in den Veredelungsschichten der anderen Beschläge aus Grab 2.

L. 6,3 x B. 6,2 cm; H. 0,6 cm; Gew. 18,5 g.

REICH 2009, 209 Abb. 2,8.

#### 05. PM OPM 18040 (Pr 12602), Grab 7

##### Tafel 5

Fragment eines Halsrings mit umwickelten Enden und Hakenende. Silber.

Seele des Halsrings aus einem sich verjüngenden Runddraht (0,5–0,35 cm) geschmiedet. Stärkeres Ende zu einem 0,24 cm starkem Draht ausgeschmiedet und zu einem Haken gebogen. Ende des Hakens abgebrochen. Um die Seele ist spiralförmig ein weiterer, sich verjüngender Draht gewickelt. Wirkt im Profil fast rechteckig, als ob er nach der Wicklung gefeilt wurde. Vermutlich war wie bei OPM 18781 der gesamte Ring aus einem Stück geschmiedet, d. h. Seele und Wicklungsdraht waren ursprünglich zusammenhängend.

Das Material wurde an vier Messpunkten analysiert. Es besteht im Mittel aus Silber (95 %) mit geringen Mengen Kupfer (2 %) und Gold (2 %).

L. 9,8 cm; H. 0,9 cm; Gew. 26,9 g.

#### 06. PM OPM 18288 (Pr 12584), Grab 76

##### Tafel 6 – Abb. 8; 11–14

Fragment einer Armbrustfibel mit umgeschlagenem Fuß (jüngere Variante) und Ringgarnitur; auf dem Fuß Auflagen mit Waffelmuster. Blei-Zinn-Messing; Silber.

Bügel und Fuß vermutlich im Wachsausschmelzverfahren gegossen. Der massive Bügel mit vertikalem Dreifachwulst und annähernd dreieckigem Profil verjüngt sich zum Kopf hin zu einem länglich-rechteckigem Profil. Kopf mittig gelocht, darin eiserne Achse. Durch Korrosion der Achse sind die Oberflächen von Kopf, Spirale und Sehnenansatz dunkelbraun verfärbt.

Sehne und Spirale nur einseitig (links) erhalten. Die Spirale ist eng um die Achse gewickelt, sie geht in die Sehne über. Oben auf dem Bügel sind zwei ovale Silberringe mit quengerillter Oberfläche (Breite 0,24 cm) aufgesteckt. Rillen auf der Oberseite stark eingeebnet, Unterseite der Ringe offen. Einer der Ringe ist direkt am Bügelkopf aufgesetzt, der andere beweglich, befand sich wohl ursprünglich direkt unterhalb des Scheitelpunkts des Bügels, worauf Spuren in der aufliegenden Korrosionsschicht hinweisen. Dritter Silberring am unteren Ende des Bügels neben einem zweifach um den Fibelfuß gewundenen Draht aus einer Kupferlegierung, vermutlich die Reste des Nadelhalters.

Fuß entspringt aus dem massiven Bügel und bildet ein halbrund aufgewölbtes, nach unten offenes Blech mit annähernd linsenförmigem Profil. Fuß ursprünglich wohl länger, endet in einem geraden Bruch. Auf dem Fuß im Abstand von ca. 0,65 cm vier quengerillte, silberne Ringe aufgesteckt. Enden der Ringe leicht flachgeschmiedet. Auch hier Rillen an der Oberseite stark abgerieben. Ringe halten in den zwei äußeren Zonen jeweils ein raufenförmig gewaffeltes Silberblech fest. Unklar, ob Bleche nur durch bloßes Einklemmen gehalten werden, oder die Ringe zusätzlich auf dem Fuß verlötet sind. Vermutlich einst auch auf der mittleren Zone ein durch die Ringe gehaltenes Waffelblech; hier aber eine Bruchstelle, die bei einer früheren Restaurierung mit Kunstharz ergänzt wurde. Rückseite der Fibel mit Glasseide hinterklebt, zwei Bruchstellen am Bügel und am Fibelfuß mit eingefärbtem Kunstharz ergänzt.

Grundmaterial wurde an einem Messpunkt, Waffelblech und Ringgarnitur jeweils an zwei Messpunkten analysiert. Das Grundmaterial besteht aus Kupfer (90 %) mit geringen Mengen Zinn (1 %), Blei (5 %) und Zink (2 %), ist daher Blei-Zinn-Messing (geringer Zinkgehalt). Die Messwerte des Waffelblechs betragen 59 % Silber, 28 % Kupfer, 3,6 % Blei und 8,6 % Zink; die Messwerte der Ringgarnitur 72 % Silber, 17,3 % Kupfer, 3,2 % Blei und 6,5 % Zink. Ringe und Waffelblech bestehen demzufolge aus unterschiedlich legiertem Silber.

L. 7,9 cm; B. noch 4,6 cm; B. Fuß 2,3 cm; H. 2,5 cm; Gew. 42,7 g.

#### 07. PM OPM 18574 (Pr 12585), Grab 153

##### Tafel 7

Halsring mit umwickelten Enden und Ringgarnitur mit Haken-Scheibenöse-Verschluss. Zinn-Messing; Oberfläche der Scheibenöse verzinkt.

Halsring aus 0,35 cm starkem Draht mit rundem Querschnitt, zu den Enden hin zu quadratischem Profil geschmiedet. Drahtenden bilden Verschlusskonstruktion: ein Ende flach-tropfenförmig ausgeschmiedet und durchlocht (Dm. 0,5 cm); das Loch mit einem Stempel aus dem Material herausgeschlagen, worauf hochstehende Grate auf einer Seite hinweisen; zweites Drahtende zu rechteckigem Profil ausgeschmiedet und hakenförmig umgebogen; der Ansatz zur Wicklung mit eingefeilten, umlaufenden Querriefen versehen.

Auf der Schauseite der Scheibenöse ist eine Verzinnung aufgebracht, die aber nur im mittleren Bereich unterhalb der Lochung silbrig erscheint. Nicht auszuschließen ist, dass es sich um stark zinnhaltige Lotreste handelt, die zur Befestigung eines verloren gegangenen Zierteils dienten. Wicklung begrenzt durch fünf auf-



gesteckte, unten offene Kerbdrahtösen, die vermutlich verlötet wurden. Auf die zwei äußeren Ösen jeweils mittig eine weitere, etwas größere, unten offene Kerbdrahtöse aufgesteckt. Eine davon lose aufliegend: diese Ösen vermutlich nicht aufgelötet, sondern nur aufgeklemt. Lotreste hier optisch/mikroskopisch nicht zu erkennen. Halsring zerbrochen, Draht mehrfach angebrochen und in sich verbogen.

Grundmaterial und Oberfläche wurden an sechs Messpunkten analysiert. Das Grundmaterial besteht im Mittel aus Kupfer (94 %) mit geringen Mengen Zinn (1 %) und Zink (4 %), ist daher Zinn-Messing (geringer Zinkgehalt). Die Messwerte der Oberfläche liegen bei 5,9 % Zinn, 0,8 % Blei und 3,2 % Zink; sie weisen auf eine Verzinnung hin. Der durchschnittliche Bleiwert im Grundmaterial ist sehr gering (0,6 %). Die Messwerte der Wicklungen variieren stark. Auffallend ist insbesondere der hohe Zinkwert (14 %) bei der Messung 18574\_5\_Wicklung.

Dm. ca. 12 cm; H. 0,7 cm; Gew. 56,1 g.

#### 08. PM OPM 18581 (Pr 12586), Grab 153

##### Tafel 8 – Abb. 5

Rosettenförmiger, durchbrochener Nadelkopf mit acht Randscheiben und hohem Mittelknopf. Blei-Zinn-Messing; Oberfläche verzinkt.

Auf der gegossenen rosettenförmigen Grundplatte (Stärke 0,28 cm) mittig ein 0,8 cm hoher Mittelknopf; dessen nahezu zylindrischer Schaft endet in einem leicht auskragenden, abgerundeten Rand. Von der Basis des Mittelknopfs gehen acht sich nach innen verjüngende Stege aus, die in acht Randscheiben enden. Randscheiben miteinander verbunden und mittig gelocht. Auf deren Oberfläche jeweils zwei vertiefte Rillen in Form konzentrischer Kreise. Rillen vermutlich schon im Gussmodell mit angelegt. Randscheiben nicht regelmäßig, so dass die Form etwas verzerrt wirkt. Verzinnung auch auf Seiten sichtbar. Mittelknopf ist mittig gelocht, durch die Lochung wurde ursprünglich die eiserne Nadel geführt. Korrosionsprodukte dieser Nadel bedecken große Bereiche der Rückseite sowie Schaft und Oberseite des Mittelknopfs und die Schaufen der Stege. Auf der Rückseite auf einer Randscheibe vertikal eine Öse mit halbrundem Profil; sie verjüngt sich zum Ansatz an die Grundplatte; war bereits im Wachmodell mit angelegt.

Grundmaterial und Oberfläche wurden an sechs Messpunkten analysiert. Das Grundmaterial besteht im Mittel aus Kupfer (82 %) mit geringen Mengen Zinn (5 %), Blei (7 %) und Zink (3 %), ist daher Blei-Zinn-Messing (geringer Zinkgehalt). Die Messwerte der Oberfläche liegen im Mittel bei 11,8 % Zinn, 4,4 % Blei und 2,8 % Zink; sie weisen auf eine Verzinnung hin. Auffällig ist die relativ große Spanne der Bleiwerte des Grundmaterials (4 % bis 12 %). Auffallend hohe Eisenwerte in einzelnen Messungen sind wahrscheinlich durch die Korrosionsprodukte der eisernen Nadelreste bedingt.

B. 4,3 x L. 4,1 cm; H. 2,2 cm; Gew. 22,5 g.

#### 09. PM OPM 18773 (Pr 12587), Grab 199

##### Tafel 9 – Abb. 2.3

Rosettenförmige, durchbrochene Scheibenfibel mit acht Rand- und einer Mittelscheibe. Zinn-Messing; Oberfläche verzinkt.

Gegossene Grundplatte. Von zentraler Mittelscheibe mit Lochung (Dm. 0,43 cm) und drei vertieften, konzentrischen Kreisen gehen acht sich nach außen leicht verbreiternde Stege aus. Am Ende jedes Steges eine Randscheibe. Lochungen bei diesen etwas kleiner als bei der mittleren (Dm. 0,2–0,26 cm). Randscheiben sind miteinander verbunden. Eine der Randscheiben nur zu

etwa einem Viertel erhalten, zugehöriger Steg abgebrochen. Angrenzender Steg gebrochen. Eine weitere Randscheibe gebrochen, am Rand fehlt dreieckiges Fragment. Besonders auf den Randscheiben wird die Verzinnung von oberflächlich aufgelaagerten Kupferkorrosionsprodukten überdeckt. Rückseitiger Nadelhalter und Nadelrast bereits im Wachmodell angelegt, mit der durchbrochenen Grundplatte (Stärke unregelmäßig, ca. 0,15 cm) gegossen. Nadelhalter rechteckig. In mittige Lochung ist die Nadel, deren Ende ösenartig umgebogen wurde, eingehängt. Die Nadelrast bildet ein 0,95 cm breites, gebogenes Blech.

Grundmaterial und Oberfläche wurden an fünf Messpunkten analysiert. Grundmaterial besteht im Mittel aus Kupfer (91 %) mit geringen Mengen Zinn (3 %) und Zink (6 %), ist daher Zinn-Messing (geringer Zinkgehalt). Die Messwerte der Oberfläche liegen im Mittel bei 5,7 % Zinn, 1 % Blei und 4,9 % Zink; sie weisen auf eine Verzinnung hin. Bleigehalt im Grundmaterial sehr gering (0,3 %).

B. 5,8 x L. 5,3 cm; H. 1,4 cm; Gew. 25,9 g.

NOWAKIEWICZ 2011, 357 Abb. Oberhof. 002.

#### 10. PM OPM 18774 (Pr 12588), Grab 199

##### Tafel 10 – Abb. 2.6; 20

Rosettenförmiger, durchbrochener Nadelkopf mit acht Randscheiben und hohem Mittelknopf. Blei-Zinn-Messing; Oberfläche verzinkt.

Gegossene Grundplatte mit unregelmäßiger Stärke (0,15–0,3 cm). Vom Mittelknopf gehen acht Stege mit leicht eingezogenen Seiten aus, die, ähnlich einem Speichenrad, in einem Ring enden. Daran anschließend runde, mittig gelochte Randscheiben, verziert mit eingetieften, konzentrischen Kreisen. Die Ränder teilweise fragmentiert mit kleineren Fehlstellen; Randscheiben hatten ursprünglich alle einen Kerbrand, aber nur bei einigen erkennbar, da durch Korrosion stark beschädigt. Im durchbohrten Mittelknopf und auf der Rückseite Korrosionsreste der eisernen Nadel.

Verzinnung der Schauseite besonders auf dem Speichenrad gut erhalten, auf den Randscheiben nur in den Vertiefungen. Auch auf der Rückseite ursprünglich wohl verzinkt, aber nur noch vereinzelt erhalten. Auf der Rückseite einer der Randscheiben ist eine senkrechte Öse mit ovalem Profil angegossen.

Grundmaterial und Oberfläche wurden an sieben Messpunkten analysiert. Das Grundmaterial besteht im Mittel aus Kupfer (86 %) mit geringen Mengen Zinn (4 %), Blei (6 %) und Zink (4 %), ist daher Blei-Zinn-Messing (geringer Zinkgehalt). Die Messwerte der Oberfläche liegen im Mittel bei 18,3 % Zinn, 1,9 % Blei und 2,8 % Zink; sie weisen auf eine Verzinnung hin. Mittelwert des Bleis im Grundmaterial setzt sich aus stark variierenden Werten zusammen (2,85 % bis 8,77 %).

B. 4,4 x L. 4,1 cm; H. 1,8 cm; Gew. 22,7 g.

NOWAKIEWICZ 2011, 357 Abb. Oberhof. 002.

#### 11. PM OPM 18775 (Pr 12589), Grab 199

##### Tafel 11 – Abb. 2.5

Rosettenförmiger, durchbrochener Nadelkopf mit neun Randscheiben und hohem Mittelknopf. Blei-Zinn-Messing; Oberfläche bleiverzinkt.

Gegossene Grundplatte. In der zentralen Lochung des Mittelknopfes ehemals die eiserne Nadel, nur noch in Form von Korrosionsprodukten erhalten. Von der Basis des Mittelknopfes gehen neun Stege aus, die zunächst ein sternförmiges Muster bilden, um dann spitz zulaufend an einem Ring zu enden. Daran die mittig gelochten Randscheiben (Dm. je ca. 0,86 cm) mit je

zwei konzentrischen, vertieften Kreisen. Randscheiben an den Kanten stellenweise fragmentiert. Auf der Schauseite Bleiverzinnung gut erhalten, auf der Oberfläche des Mittelknopfes nur zum Teil. Auf der Rückseite senkrechte Öse, die mit der Grundplatte gegossen wurde.

Grundmaterial und Oberfläche wurden an sechs Messpunkten analysiert. Das Grundmaterial besteht aus Kupfer (91 %) mit geringen Mengen Zinn (4 %), Blei (2 %) und Zink (3 %), ist daher Blei-Zinn-Messing (geringer Zinkgehalt). Die Messwerte der Oberfläche liegen im Mittel bei 11,9 % Zinn, 7,1 % Blei und 3,2 % Zink; sie weisen auf eine Bleiverzinnung hin. Auffällig hohe Konzentration an Blei auf dem Radkranz des Nadelkopfes (12,69 %: Messung 18775\_1\_VS).

L. 4,9 x B. 4,9 cm; H. 2,0 cm; Gew. 20,9 g.

NOWAKIEWICZ 2011, 357 Abb. Oberhof. 002.

#### 12. PM OPM 18781 (Pr 12592), Grab 202

##### Tafel 12

Halsring mit umwickelten Enden und Haken-Öse-Verschluss. Silber.

Halsring, aus Silberdraht geschmiedet, zerbrochen. Der an seiner stärksten Stelle 0,33 cm messende Runddraht wurde zu den Enden hin ausgeschmiedet (dort Dm. 0,1 cm) und vermutlich durch Schleifen nachgearbeitet, worauf stellenweise dem Verlauf des Drahts folgende feine Rillen hinweisen. Der Draht wurde zuerst zu einem Reif, dann auf einer Seite schlaufenartig zu einem Haken, auf der anderen Seite zu einer Öse gebogen. Der an den Enden schmal auslaufende Draht wurde anschließend auf beiden Seiten spiralig um den Reif gewickelt. Auf der Seite des Hakens wurde der Draht offenbar zu kurz bemessen: Der letzte Abschnitt der Wicklung wurde auf einer Länge von 2,7 cm mit einem weiteren Draht ergänzt. Oberfläche des Halsrings ist dunkel angelaufen.

Das Material wurde an drei Messpunkten, davon einer auf der Wicklung, analysiert. Es besteht im Mittel aus Silber (94 %) mit geringen Mengen Kupfer (4 %) und Gold (1 %).

Dm. ca. 14,7 cm; H. 0,8 cm; Gew. 69,67 g.

REICH 2006, 87 Abb. 1; REICH 2012, 138 Abb. 4b,1; BANYTÉ-ROWELL/ BITNER-WRÓBLEWSKA/REICH 2012, 211 Fig. 9a,1.

#### 13. PM OPM 18785/1 (Pr 12591/1), Grab 202

##### Tafel 13

Rosettenförmiger, durchbrochener Nadelkopf mit neun Randscheiben und flachem Mittelknopf. Blei-Zinn-Messing; Oberfläche verzinnt.

Gegossene Grundplatte (Stärke: 0,3 cm) in Form eines Speichenrads mit 0,24 cm hohem, leicht aus der Mitte verschobenem Mittelknopf. Durch dessen Lochung führte ursprünglich die eiserne Nadel, die vermutlich von außen vernietet war. Davon ausgehend neun Stege, die nach außen etwas breiter werden. In die Außenseite des Rings eingebettete runde Randscheiben mit zentraler Lochung und zwei konzentrischen, vertieften Kreisen. Verzinnungsreste auf Schauseite und Seitenrändern. Rund um die zentrale Lochung auf der Rückseite und auf einer der Randscheiben fest anhaftende Eisenkorrosionsprodukte. Auf der Rückseite eine bereits im Wachmodell angelegte Öse mit ovalem Profil.

Grundmaterial und Oberfläche wurden an sechs Messpunkten analysiert. Das Grundmaterial besteht im Mittel aus Kupfer (88 %) mit geringen Mengen Zinn (6 %), Blei (2 %) und Zink (2 %), ist daher Blei-Zinn-Messing (geringer Zinkgehalt). Die Messwerte der Oberfläche liegen im Mittel bei 26,8 % Zinn, 3,8 % Blei

und 1,7 % Zink; sie weisen auf eine bleihaltige Verzinnung hin. Innerhalb Messung 18785\_1\_5\_RS zwei Abweichungen vom Mittelwert: hoher Zinnwert (9,08 %) und niedriger Zinkwert (0,06 %). B. 4,3 x L. 4,2 cm; H. 1,3 cm; Gew. 19,9 g.

REICH 2006, 87 Abb. 1; REICH 2012, 137 Abb. 4a,1; BANYTÉ-ROWELL/ BITNER-WRÓBLEWSKA/REICH 2012, 210 Fig. 9a,1.

#### 14. PM OPM 18785/2 (Pr 12591/2), Grab 202

##### Tafel 14 – Abb. 19

Rosettenförmiger, durchbrochener Nadelkopf mit acht Randscheiben und flachem Mittelknopf. Zinnbronze; Oberfläche bleiverzinnt.

Gegossene Grundplatte. Form ähnelt dem Nadelkopf OPM 18785/1; hier aber nur acht Stege und Randscheiben, die an die Außenseite des Ringes angesetzt sind. Randscheiben durchlocht und mit zwei vertieften, konzentrischen Rillen verziert. Mittige, ca. 0,3 cm hohe Zarge des Mittelknopfes, die die Nadel fasst, fast vollständig mit Eisenkorrosionsprodukten bedeckt. Grundplatte (Stärke 0,25 cm) leicht aufgewölbt und in sich verbogen. Verzinnung nur an wenigen Stellen erhalten. Erhaltungszustand der Oberfläche insgesamt sehr schlecht. Auf der Rückseite eine bereits im Wachmodell angelegte Öse mit ovalem Profil. Am Ansatz der Öse ist der Ring angebrochen; antiker Schaden, da Bruch mit Kupferkorrosionsprodukten bedeckt. Das Grundmaterial wurde an zwei Messpunkten analysiert; Ergebnisse weichen deutlich voneinander ab. Oberfläche bei Messung 18785\_2\_1\_RS blanker, so dass dieser Messwert für Legierungsermittlung zuverlässiger: Kupfer (98 %) mit geringen Mengen Zinn (1 %), ist daher Zinnbronze (geringer Zinngehalt). Messwerte der Messung 18785\_2\_2\_RS weisen mit 87 % Kupfer, 3,6 % Zinn und 7,1 % Blei auf eine Bleiverzinnung der Rückseite hin. Aufgrund der starken Korrosion der Schauseite dort keine Messung möglich.

L. 4,8 x B. 4,6 cm; H. 1,6 cm; Gew. 16,9 g.

REICH 2006, 87 Abb. 1; REICH 2012, 137 Abb. 4a,2; BANYTÉ-ROWELL/ BITNER-WRÓBLEWSKA/REICH 2012, 210 Fig. 9a,2.

#### 15. PM OPM 18785/4 (Pr 12591/4), Grab 202

##### Tafel 15

Durchbrochener Kettenträger. Blei-Zinn-Messing; Oberfläche bleiverzinnt.

Gegossener Kettenträger, Teil eines Kettengehänges; umgekehrt wappenförmiger Rahmen, darin ein Gitter mit vier Querstreben, bildet ein unregelmäßiges, rautenförmiges Muster. An der sich rundenden Oberkante Ansatz einer mittig senkrecht angebrachten Öse, unten mit zwei querverlaufenden Rillen verziert, darüber zwei randparallele Rillen. An der geraden Unterkante drei Ösen, verziert wie obere Öse. Die rechte Öse fehlt, in die linke Öse ist eine offene Runddrahtöse eingehängt (Dm. 1,0 cm; Drahtstärke 0,16 cm). Kettenträger wurde mit Ösen gegossen. Auf der Schauseite wenige Reste einer Verzinnung.

Grundmaterial und Oberfläche wurden an sechs Messpunkten analysiert. Das Grundmaterial besteht im Mittel aus Kupfer (84 %) mit geringen Mengen Zinn (4 %), Blei (6 %) und Zink (5 %), ist daher Blei-Zinn-Messing (geringer Zinkgehalt). Die Messwerte der Oberfläche liegen im Mittel bei 12,4 % Zinn, 18,1 % Blei und 8,9354 % Zink; sie weisen auf eine Bleiverzinnung (Messung 18785\_4\_2\_VS und 18785\_4\_3\_VS) oder eine zink- und zinnhaltigen Verbleiung hin (Messung 18785\_4\_1\_VS und 18785\_4\_7\_VS). Bleiwerte des Grundmaterials stark variierend. Ergebnisse womöglich durch Korrosion beeinflusst.

L. 3,7 cm; B. 2,7 cm; H. 0,6 cm; Gew. 6,8 g.

REICH 2006, 87 Abb. 1; REICH 2012, 137 Abb. 4a,6; BANYTÉ-ROWELL/  
BITNER-WRÓBLEWSKA/REICH 2012, 210 Fig. 9a,6.

#### 16. PM OPM 18785/6 (Pr 12591/6), Grab 202

##### Tafel 16

Durchbrochener Kettenträger. Blei-Zinn-Messing; Oberfläche bleiverzinkt.

Form, Herstellungstechnik und Verzierung wie Kettenträger OPM 18785/4; hier fehlen die linke untere Ecke, Teile des Gitters und des Rahmens. In die rechte untere Öse ist eine offene Runddrahtöse eingehängt; in diese wiederum ein stäbchenförmiger Anhänger mit halbrundem Profil und zwei Ösen an seinem Ende. Schauseite des Stabes mit quer verlaufenden Gruppen von oben abgerundeten Graten verziert. Die auffallend dicke Zinnschicht weist auf eine Tauchverzinnung hin. Auf den Endösen randparallele Rillen. Auffallend ist, dass der Stab mit seiner verzierten Schauseite nach hinten in die Öse eingehängt ist.

Grundmaterial und Oberfläche wurden an sieben Messpunkten analysiert. Das Grundmaterial besteht im Mittel aus Kupfer (87 %) mit geringen Mengen Zinn (5 %), Blei (4 %) und Zink (4 %), ist daher Blei-Zinn-Messing (geringer Zinkgehalt). Die Messwerte der Oberfläche liegen im Mittel bei 10 % Zinn, 12,7 % Blei und 3,8 % Zink; sie weisen auf eine Bleiverzinnung hin. Resultate der Grundmaterialanalysen stimmen mit denen des Kettenträgers OPM 18785/4 in etwa überein, Bleigehalt ist ein wenig niedriger. Auffallend hoher Bleiwert (34,4 %) in Messung 18785\_6\_2\_VS. Kettenträger: L. 3,8 cm; B. noch 2,4 cm; H. 0,6 cm; stäbchenförmiger Anhänger: L. ca. 4,0 cm; H. 0,6 cm; Gew. 9,9 g.

REICH 2006, 87 Abb. 1; Reich 2012, 137 Abb. 4a,4; BANYTÉ-ROWELL/  
BITNER-WRÓBLEWSKA/REICH 2012, 210 Fig. 9a,4.

#### 17. PM OPM 18860 (Pr 12593), Grab 220

##### Tafel 17 – Abb. 17

Tutulusförmiger Nadelkopf mit hohem Mittelknopf. Blei-Zinn-Messing; Oberfläche verzinkt.

Gegossene, runde Grundplatte mit rosettenartig gewelltem Rand und mittig aufragendem Buckel (Dm. 2,3 cm). Daraus entspringt ein 1,4 cm hoher, zylindrischer Schaft, der in einer Platte (Dm. 1,6 cm) endet. Durch den Schaft war ursprünglich eine eiserne Nadel geführt, davon nur noch Korrosionsreste, insbesondere auf der oberen Platte. Am unteren Rand des Schafts offener, beweglicher Ring aus Kerbdraht, unklar, ob ehemals verlötet. Am Rand der Grundplatte kreisförmige Lotspuren und Reste von Zierelementen wie bei OPM 18931. Ein ca. 4,2 cm messender ringförmiger Abdruck auf der Grundplatte wohl von einem weiteren aufgelöteten Drahttring. Rand der Grundplatte an gegenüberliegenden Seiten antik repariert; Rand dort fragmentiert. Auf der Vorderseite wurde jeweils ein ca. 2,2 cm langes Blech mit zwei Nieten befestigt, das den fehlenden Rand ergänzt. Oberfläche wurde vermutlich nach der Montage verzinkt, um sie anzugleichen; sie ist als streifige Struktur (Wischverzinnung) sichtbar. Auf der Rückseite eine senkrechte Öse mit ovalem Profil, bereits im Wachsmo- dell angebracht und mitgegossen. Rückseite teilweise mit Eisenkorrosionsprodukten (Nadel) und mit mineralisierten organischen Resten bedeckt, vermutlich Leder oder Fell. Verzinnung zerkratzt.

Grundmaterial und Oberfläche wurden an zehn Messpunkten analysiert, davon je einer auf den Reparaturstellen sowie zwei auf Fehlstellen des plastischen Dekors. Das Grundmaterial besteht im Mittel aus Kupfer (87 %) mit geringen Mengen Zinn (5 %), Blei (2 %) und Zink (6 %), ist daher Blei-Zinn-Messing (mittlerer Zinkgehalt). Die Messwerte der Oberfläche liegen im Mittel bei

14,3 % Zinn, 4 % Blei und 4,1 % Zink; sie weisen auf eine bleihaltige Verzinnung hin.

Die Messung der Reparaturstelle 18860\_5\_VS\_Reparatur ergab 18 % Kupfer, 10 % Zinn und 70 % Blei. Es handelt sich um Blei mit Signalen aus dem Grundmaterial. Das Material der Reparaturstelle 18860\_4\_VS\_Reparatur besteht aus 89 % Kupfer, 8 % Zinn und 1 % Blei, ist daher Blei-Zinn-Bronze (geringer Blei- und Zinngehalt). Die Messungen 18860\_6\_VS und 18860\_7\_VS auf der mattgrauen Fläche zeigen, dass es sich um Reste des Lots, das die Metalldekore hielt, handelt; es bestand aus leicht bleihaltigem Zinn. Aufgrund ungünstiger Form des Nadelkopfes für das RFA-Spektrometer keine Messungen auf der silbrigen Oberfläche des mittigen Buckels möglich.

Dm. 5,8 cm; H. 2,9 cm; Gew. 28,5 g.

#### 18. PM OPM 18921 (Pr 12595), Grab 241

##### Tafel 18

Tutulusförmiger Nadelkopf mit hohem Mittelknopf. Blei-Zinn-Bronze; Oberfläche verzinkt.

Gegossene Grundplatte. Im Mittelknopf war ursprünglich die eiserne Nadel verankert, davon nur noch Korrosionsreste vorhanden; Mittelknopf abgebrochen. Grundplatte bildet ein nur 0,08 cm starkes Blech, das sich mittig zu einem halbrunden Buckel (Dm. 1,92 cm; H. 0,78 cm) aufwölbt. Nadelkopf vermutlich in dieser Form gegossen, Blech eventuell zur Außenkante hin dünner ausgeschmiedet. Buckel wurde nachträglich durch schmiedetechnische Bearbeitung vom Grundblech scharfkantig abgesetzt. Rund um den Buckel ehemals in drei Reihen konzentrisch angeordnete Zierelemente aufgelötet; vermutlich Hohlkugeln (vgl. OPM 19115). Lotreste dieser Elemente zeigen sich auf der Oberfläche als konzentrisch angeordnete silbrige Kreise. Außenkante zu drei Vierteln stark fragmentiert und ausgebrochen, teilweise nach oben verbogen. Auf der Rückseite eine, wohl schon im Wachsmo- dell angelegte, waagerechte Öse mit rechteckigem Profil.

Grundmaterial und Oberfläche wurden an neun Messpunkten analysiert, davon je drei auf den Dekorfehlstellen und auf der silbrigen Oberfläche. Das Grundmaterial besteht im Mittel aus Kupfer (83 %) mit Zinn (6 %), Blei (9 %) und Zink (1 %), ist daher Blei-Zinn-Bronze (geringer Blei- und Zinngehalt). Die Messwerte der Fehlstellen betragen 19,5 % Zinn, 4,2 % Blei und 1,1 % Zink und weisen auf Zinnlot hin, die der silbrigen Oberfläche 41,6 % Zinn, 4,9 % Blei und 0,9 % Zink und weisen auf eine Verzinnung hin. Zinkwerte im Grundmaterial knapp unter 1 %, daher Zuordnung als Bronze.

Dm. 4,9 cm; H. 2,4 cm; Gew. 18,3 g.

#### 19. PM OPM 18931 (Pr 12594), Grab 245

##### Tafel 19 – Abb. 4

Tutulusförmiger Nadelkopf mit hohem konischem Mittelknopf. Blei-Zinn-Messing; Oberfläche bleiverzinkt.

Gegossene runde Grundplatte mit rosettenartig gewelltem Rand und mittigem Buckel (Dm. 2,2 cm); geht in einen konischen Mittelknopf über; darin Reste der ehemals eingesteckten eisernen Nadel sichtbar. Auf dem Mittelknopf runde Platte (Dm. 1,07 cm), um das untere Ende ein offener Kerbdrahttring gebogen. Grundplatte des Nadelkopfes am Rand tropfenförmig durchbrochen, so dass die Randscheiben miteinander verbunden sind. Auf den insgesamt 13 Randscheiben sind aufgetiefte Halbkugeln aufgelötet, die jeweils von einem offenen Kerbdrahttring eingefasst wurden. Fünf der Halbkugeln erhalten, drei davon mit Ring, zwei weitere nur mit ankorrodierten Resten der Kugeln. Zwei der fünf

Halbkugeln nach innen eingedrückt. Oberfläche des Nadelkopfes verzinnt. Auch die Halbkugeln waren ursprünglich verzinnt, es sind aber nur noch Spuren an deren Rändern erkennbar. Auf der Rückseite schon im Wachmodell angelegte, senkrechte Öse mit flachovalem Profil. Eisenkorrosionsprodukte auf der Knopfplatte und auf der Rückseite im Bereich der ehemaligen Nadel und auf der Öse. Auf der Rückseite einer der Randscheiben ein Rest der Verzinnung erhalten.

Grundmaterial und Oberfläche wurde an acht Messpunkten analysiert, davon drei auf der Oberfläche und zwei auf Dekorfehlstellen. Das Grundmaterial besteht aus Kupfer (94 %) mit geringen Mengen Zinn (3 %), Blei (1 %) und Zink (2 %), ist daher Blei-Zinn-Messing (geringer Zinkgehalt). Die Messwerte der Oberflächen liegen im Mittel bei 25,5 % Zinn, 4,1 % Blei und 1,3 % Zink; sie weisen auf eine bleihaltige Verzinnung hin. Die Messwerte der Dekorfehlstellen liegen bei 69,7 % Kupfer, 24,6 % Zinn und 3,5 % Blei; sie weisen auf ein leicht bleihaltiges Zinnlot hin. Werte der Verzinnung der Oberfläche divergent; Messergebnis ggf. beeinflusst durch Überreste des Lots. Halbkugeln konnten aufgrund der Korrosion nicht untersucht werden.

Dm. 4,7 cm; H. 2,8 cm; Gew. 25,3 g.

## 20. PM OPM 19115 (Pr 12596), Streufund

### Tafel 20 – Abb. 6

Tutulusförmiger Nadelkopf mit hohem Mittelknopf. Kupferlegierung (nicht analytisch bestimmt); Oberfläche vermutlich verzinnt (optische Beurteilung); Dekor Silber.

Gegossene, ursprünglich runde Grundplatte mit mittigem Buckel (Dm. 1,9 cm). Aus dem Buckel entspringt ein zylindrischer Knopf, darauf eine runde Platte (Dm. 2,15 cm). Mittig auf dieser eine Fassung mit gezacktem Rand, darin ein dunkelblauer Glas-Cabochon. Um die Fassung ein an einer Seite offener, gekerbter Runddraht (Stärke ca. 0,15 cm); auch der Mittelbuckel wird durch einen solchen Draht eingefasst. Art der Befestigung aufgrund des stark korrodierten Zustands nicht feststellbar. Im Knopf war ursprünglich eine eiserne Nadel befestigt; deren Korrosionsprodukte am Rand der Fassung und auf der Rückseite des Nadelkopfes noch sichtbar. Auf der Knopf- und der Grundplatte sind in konzentrischen Kreisen aus Silberblech aufgetiefte Hohlkugeln (Dm. 0,3 cm) angebracht worden. Der Großteil der Kugeln fehlt, lediglich silbrige Lotreste vorhanden. Hohlkugeln teilweise eingedrückt und verformt. Auf der Rückseite ist eine waagerechte Öse angegossen.

Die Hohlkugeln und Kerbdrahtringe des Nadelkopfes wurden an fünf Messpunkten analysiert. Messung auf der Rückseite des Objektes nicht möglich, daher bleibt die Zusammensetzung des Grundmaterials unbekannt. Messung der Oberfläche inkl. potentieller Lotreste erfolgte daher nicht. Die Messwerte der Dekore liegen im Mittel bei 84,6 % Silber, 9,9 % Kupfer, 0,3 % Gold, 1,5 % Blei, 2 % Zink; sie weisen auf eine Legierung mit hohem Silbergehalt und geringen Kupferbeimengungen hin. Aufgrund ungünstiger Form des Nadelkopfes für das RFA-Spektrometer keine Messungen auf der silbrigen Oberfläche des mittigen Buckels möglich.

Dm. noch 4,6 cm; H. 3,1 m; Gew. 25,8 g.

## 21. PM OPM 19856 (Pr 12957), Grab 360

### Tafel 21

Rhombenförmiger Beschlag mit einziehenden Seiten. Blei-Zinn-Messing; Oberfläche verzinnt.

Gegossene Grundplatte. Die Schauseite ist plan, wölbt sich leicht auf. Rand mit eng aneinandergereihten, feinen Kerben

verziert, die zu Punkten werden. Vier rückwärtige Nietstifte sind mitgegossen. Der Beschlag war ursprünglich auf ein organisches Material, vermutlich Leder, aufgenietet. Darauf weisen dunkelbraune, faserige Rückstände rund um die Nietstifte hin. Runde Scheiben (Dm. ca. 0,9 cm) dienten als Unterlage für die Befestigung der Nieten. Oberfläche des Beschlags stark zerkratzt. Wenige Reste der Verzinnung, auch auf der Kante des Objekts. Eine Spitze abgebrochen.

Grundmaterial und Oberfläche wurden an sieben Messpunkten analysiert. Das Grundmaterial besteht im Mittel aus Kupfer (83 %) mit geringen Mengen Zinn (4 %), Blei (7 %) und Zink (5 %), ist daher Blei-Zinn-Messing (geringer Zinkgehalt). Die Messwerte der Oberfläche liegen im Mittel bei 8,2 % Zinn, 5,4 % Blei und 4,4 % Zink; sie weisen auf eine Verzinnung hin. Mittelwert des Bleis im Grundmaterial setzt sich aus stark variierenden Werten (3,7 % bis 12,0 %) zusammen.

L. 5,0 x B. 4,8 cm; H. 1,1 cm; Gew. 34 g.

BANYTÉ-ROWELL/BITNER-WRÓBLEWSKA/REICH 2012, 208 Fig. 8,10.

## 22. PM OPM 19857 (Pr 12598), Grab 360

### Tafel 22

Quadratischer Beschlag mit großen Buckelkopfnieten an den Ecken. Blei-Zinn-Messing; Oberfläche verzinnt.

Gegossene Grundplatte. Die Ecken enden in durchlochenden Randscheiben (Dm. 0,88–0,93 cm). Darin ursprünglich je ein Buckelkopfniet zur Befestigung auf einer organischen Unterlage, vermutlich Leder. Nur noch ein Niet in einer der Ecken vorhanden, ein weiterer liegt lose bei (H. 1,3 cm; Dm. Kopf 0,97 cm; L. Schaft 0,8 cm). Mit Hilfe eines Unterlegbleches vernietet. Nietkopf massiv gegossen, mit Resten von Verzinnung. Verzinnung hauptsächlich auf der Grundplatte, stellenweise an den Kanten erhalten, aber sehr stark zerkratzt. Auch auf den Randscheiben Reste von Verzinnung.

Grundmaterial und Oberfläche wurden an sieben Messpunkten analysiert. Das Grundmaterial besteht im Mittel aus Kupfer (82 %) mit geringen Mengen Zinn (5 %), Blei (10 %) und Zink (3 %), ist daher Blei-Zinn-Messing (geringer Zinkgehalt). Die Messwerte der Oberfläche liegen im Mittel bei 10,6 % Zinn, 4,4 % Blei und 3,2 % Zink; sie weisen auf eine Verzinnung hin.

L. 3,7 x B. 3,5 cm; H. 1,2 cm; Gew. 14,8 g.

BANYTÉ-ROWELL/BITNER-WRÓBLEWSKA/REICH 2012, 208 Fig. 8,9.

## 23. PM OPM 19858 (Pr 12599), Grab 360

### Tafel 23

Neun Buckelkopfniete; waren mit heute fehlenden 27 weiteren Nieten und einem Beschlag auf einem Gürtel angebracht. Niet 8: Blei-Zinn-Messing; Oberfläche verzinnt. Niet 6: unklar.

Pilzförmige Niete mit unterschiedlich langen Nietstiften und rechteckigen Unterlegblechen mit abgerundeten Ecken. Auf den Innenseiten Spuren organischer Reste, vermutlich stark vergangenes Leder. Alle Niete in einem Stück massiv gegossen.

Kanten der Unterlegbleche durch Korrosion geschädigt. Stifte z.T. lose, verbogen oder abgebrochen. An einem der Niete Eisenkorrosionsreste. Verzinnung bei allen Nietköpfen stark abgerieben mit verschwärzten Bereichen und Kratzern.

Niet 6 und Niet 8 wurden mit jeweils zwei Einzelmessungen für Grundmaterial und Oberfläche analysiert. Grundmaterial aufgrund der für das XRF-Spektrometer ungünstigen Form nur auf den Unterlegblechen gemessen. Legierungen der Nietkörper potentiell anders zusammengesetzt. Das Grundmaterial des Unterlegblechs an Niet 8 besteht aus Kupfer (89 %) mit geringen Mengen Zinn (3 %), Blei (3 %) und Zink (4 %), ist daher Blei-



Zinn-Messing (geringer Zinkgehalt). Die Messwerte der Oberfläche liegen bei 16 % Zinn, 6,2 % Blei und 4,7 % Zink; sie weisen auf eine bleihaltige Verzinnung hin. Das Grundmaterial des Unterlegblechs an Niet 6 besteht aus Kupfer (44 %) mit Zinn (13 %), Blei (37 %) und Zink (3 %); eine Klassifizierung der Legierung nach Riederer ist nicht möglich. Eine zuverlässige Bestimmung der Oberflächenveredelung ist ebenfalls nicht möglich.

Maße aller Niete: Dm. 0,9 cm; H. 0,7–1,2 cm; Gew. 1,2–1,8 g.

GAERTE 1929, 231, Abb. 176,a; BANYTÉ-ROWELL/BITNER-WRÓBLEWSKA/REICH 2012, 208 Fig. 8,1; REICH/JUGA-SZYMAŃSKA 2015, 557f. Abb. 1,7.

#### 24. PM OPM 19920 (Pr 12600), Grab 369

##### Tafel 24 – Abb. 9

Halsring mit umwickelten Enden, Ringgarnitur und doppeltem Kapselverschluss. Silber.

Die Seele bildet ein 0,38 cm starker, geschmiedeter Runddraht aus Silber. An den Enden wurde der Draht zu Blechen von 0,1 cm Stärke mit einer Mittelrippe ausgeschmiedet. Am einen Ende entspringt aus dieser Platte ein halbrunder, leicht facettierter Draht, der in einem Knopf mit pilzförmigem Profil endet. Auf der anderen Seite findet sich als Gegenstück eine durchlochte Platte, die Mittelrippe endet hier auf der Rückseite in einer Spitze; fragmentiert, nur noch der Ansatz der Lochung sichtbar. Auf den Blechen waren ursprünglich plastisch dekorierte Kapseln aufgebracht, die heute fehlen. Aufgrund von Schellackresten auf den Platten möglich, dass diese Zierelemente bei einer früheren Restaurierung noch vorhanden waren, verklebt wurden, dann aber verloren gingen. Die mit 0,14 cm starkem Runddraht eng umwickelten Bereiche werden durch je drei Ringgarnituren in je zwei Abschnitte unterteilt. Am unteren Ende und in der Mitte sind auf die Wicklung je sechs unten offene Kerbdrahttringe aufgesteckt; auf die äußeren zwei Ringe sind wiederum zwei größere, ebenfalls offene Kerbdrahttringe aufgesteckt. Am oberen Ende die gleichen Ringgarnituren, hier direkt auf den Runddraht aufgesetzt. Etwa zwei Drittel des Runddrahts fehlen. Endplatten des Verschlusses fragmentiert und an den Kanten ausgebrochen. Endplatte mit Knopf angebrochen und leicht geknickt.

Das Material wurde an sechs Messpunkten analysiert. Es besteht im Mittel aus Silber (84 %) mit geringen Mengen Kupfer (11 %) und Gold (1 %). Silberanteile in den Wicklungen in geringeren, Kupfer in merklich höheren Konzentrationen vorhanden, etwa Messung 19920\_5\_VS\_Wicklung mit 72 % Silber und 24 % Kupfer. Letzteres erklärt helle, bläulich-grüne Korrosionsprodukte in den Wicklungszwischenräumen.

Dm. ca. 16,0 cm; H. 1,3 cm; Gew. 92,47 g.

#### 25. PM OPM 19922 (Pr 12601), Grab 369

##### Tafel 25

Armbrustfibel mit umgeschlagenem Fuß und Ringgarnitur. Blei-Messing; Oberfläche von Fibelfuß und Nadelhalter verzinkt.

Bügel und Fibelfuß aus einem Draht ausgeschmiedet und gebogen. Bügel mit ovalem Profil (0,57 x 0,39 cm) am oberem Ende flach geschmiedet, halbrund zugefeilt und mit einer Bohrung zur Aufnahme der Achse versehen. Am oberen Ende ist ein Drahtzapfen belassen, auf den der obere Knopf aufgesteckt und verlötet wurde. Bügel am Übergang zum Fuß flach ausgeschmiedet, nach innen leicht aufgewölbt und zur Nadelrast umgebogen. Aus der Unterkante der Nadelrast wurde ein Draht geschmiedet, der auf einer Strecke von 0,85 cm spiralförmig um den Bügelansatz gewickelt ist. Anschließend an diese Wicklung wurden vier offene Ringösen aus Kerbdraht auf den Bügel gesetzt. Deren Befes-

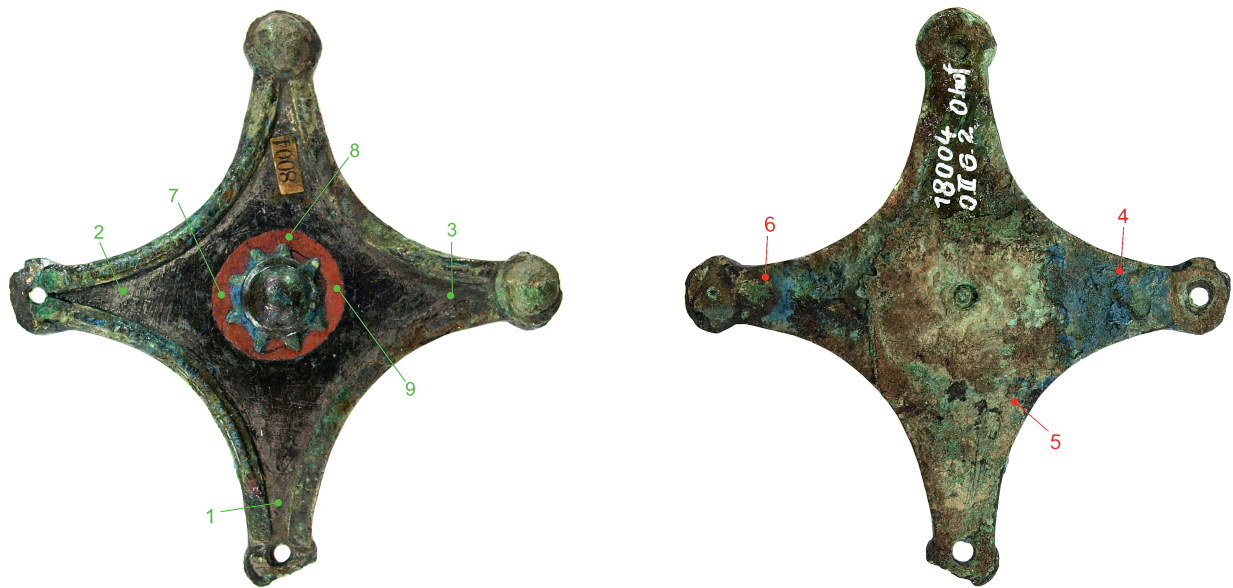
tigung ist der aufliegenden Korrosion wegen nicht erkennbar. Eine Einkerbung auf dem Bügel und silberfarbene Lotreste deuten auf ehemals weitere Kerbdrahttringe hin. Am oberen Ende des Bügels, unmittelbar vor der Spirale, fünf unten offene Kerbdrahtösen; die zwei äußeren Ösen mit Lotresten. Zur Spirale hin eine zur Hälfte erhaltene aufgesteckte und verlötete Ringöse aus Kerbdraht. Profilierter Bügelknopf ist aufgesteckt und verlötet. Auf seine unteren beiden Riefen zwei unten offene Kerbdrahtösen aufgelötet, auf die wiederum eine etwas größere Kerbdrahtöse aufgesteckt und verlötet wurde, letztere nur zu zwei Dritteln erhalten. Durch die Bohrung am oberen Bügelende ist als Achse ein Runddraht geführt, an dessen Ende formgleiche Knöpfe aufgesteckt und vernietet wurden.

Nadelhalter fragmentiert, Unterseite fehlt teilweise. Draht der Spirale mittig gebrochen, Nadel ebenfalls mittig angebrochen, ebenso wie die Sehne an den Außenseiten. Die aufgesteckten größeren Ringösen fehlen zweimal am unteren Ende des Bügels, einmal am oberen Ende des Bügels und einmal am rechten Achsknopf. Die drei vorhandenen größeren Ringösen auf dem Kopfkopf und auf dem linken Achsknopf sowie auf dem oberen Bügelende fragmentiert.

Grundmaterial und Oberfläche wurden an sieben Messpunkten analysiert. Das Grundmaterial besteht im Mittel aus Kupfer (85 %) mit geringen Mengen Blei (2 %) und Zink (13 %), ist daher Blei-Messing (hoher Zinkgehalt). Die Messwerte der Oberfläche liegen im Mittel bei 8,1 % Zinn, 2,5 % Blei und 8,8 % Zink; sie weisen auf eine Verzinnung hin.

L. 7,0 cm; B. 4,8 cm; H. 2,8 cm; Gew. 22,3 g.





Beschlag	Ag	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	As
18004_1_VS	–	81,75	7,58	4,51	2,70	2,56	0,20	0,70
18004_2_VS	–	82,33	4,90	4,68	3,84	3,23	0,19	0,83
18004_3_VS	–	77,21	7,59	6,58	5,14	2,37	0,17	0,95
18004_4_RS	–	87,80	2,48	1,56	6,54	1,21	0,20	0,21
18004_5_RS	–	87,93	2,67	2,63	4,55	1,69	0,20	0,33
18004_6_RS	–	88,08	3,92	1,77	3,84	1,87	0,21	0,31

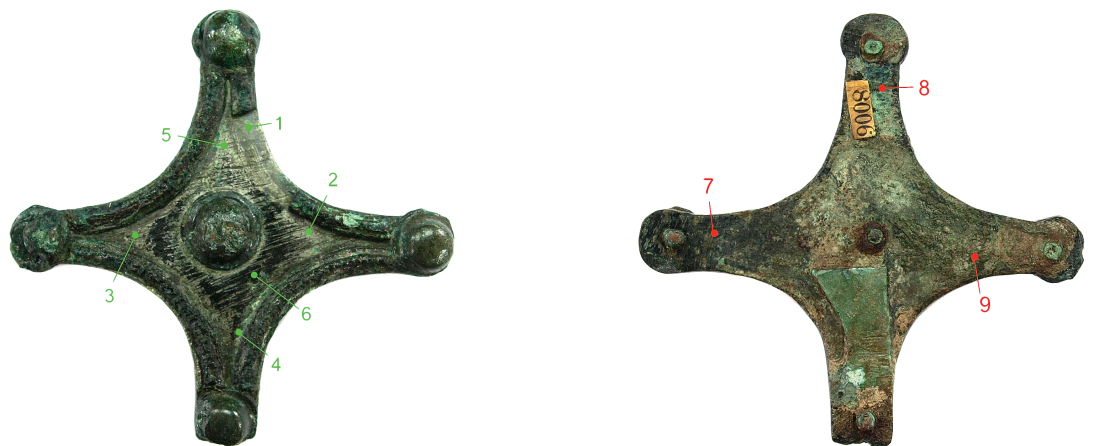
**Tafel 1** Beschlag OPM 18004 (Katalognr. 01). Vorderseite (links) und Rückseite (rechts) mit Messpunkten (RS rot). M. 1:1. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: J. Fütterer. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %; »–« unter Nachweisgrenze). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger. Die Messpunkte 7–9 beziehen sich auf die Analyse der Emailleeinlage, die hier nicht berücksichtigt ist.



Beschlag	Ag	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	As
18005_1_VS	–	72,74	9,23	6,65	7,44	3,03	0,18	0,74
18005_2_VS	–	62,63	12,83	13,31	4,37	5,92	0,11	0,83
18005_3_VS	–	77,87	5,68	7,27	3,60	4,61	0,16	0,81
18005_4_RS	–	82,75	4,24	3,36	7,31	1,74	0,18	0,41
18005_5_RS	–	83,01	4,57	4,26	5,13	2,49	0,18	0,36
18005_6_RS	–	86,34	2,78	2,18	6,70	1,50	0,20	0,29

**Tafel 2** Beschlag OPM 18005 (Katalognr. 02). Vorderseite (links) und Rückseite (rechts) mit Messpunkten (RS rot). M. 1:1. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: J. Fütterer. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %; »–« unter Nachweisgrenze). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger. Die Messpunkte 7–9 beziehen sich auf die Analyse der Emailleeinlage, die hier nicht berücksichtigt ist.





Beschlag	Ag	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	As
18006_1_VS	–	78,78	10,52	4,99	3,91	0,83	0,19	0,79
18006_2_VS	–	65,76	7,73	20,96	3,04	1,24	0,14	1,14
18006_3_VS	–	69,91	6,81	12,34	7,47	2,23	0,15	1,09
18006_4_VS	–	66,60	7,40	16,84	4,22	4,02	0,13	0,78
18006_5_VS	–	49,52	4,26	40,58	3,20	1,22	0,08	1,15
18006_6_VS_schwarz	–	39,87	6,58	46,26	2,71	3,34	0,06	1,19
18006_7_RS	–	88,13	2,15	1,40	6,44	1,42	0,21	0,25
18006_8_RS	–	85,51	3,23	2,38	6,70	1,62	0,19	0,38
18006_9_RS	–	89,62	3,62	1,27	2,95	2,01	0,20	0,34

**Tafel 3** Beschlag OPM 18006 (Katalognr. 03). Vorderseite (links) und Rückseite (rechts) mit Messpunkten (RS rot). M. 1:1. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: J. Fütterer. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %; »–« unter Nachweisgrenze). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger.



2 cm

Beschlag	Ag	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	As
18007_1_VS	–	87,34	6,67	2,05	1,90	1,48	0,23	0,34
18007_2_VS	–	83,32	7,12	4,40	1,85	2,50	0,19	0,62
18007_3_VS	–	83,42	8,31	3,74	2,90	0,96	0,19	0,48
18007_4_RS	–	91,28	3,43	2,20	1,86	0,73	0,21	0,28
18007_5_RS	–	90,56	3,79	2,21	1,41	1,51	0,21	0,31
18007_6_RS	–	90,89	3,24	1,67	3,05	0,74	0,21	0,19

**Tafel 4** Beschlag OPM 18007 (Katalognr. 04). Vorderseite (links) und Rückseite (rechts) mit Messpunkten (RS rot). M. 1:1. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: J. Fütterer. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %; »–« unter Nachweisgrenze). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger.



Halsring	Ag	Cu	Au	Pb	Zn	Fe	Bi
18040_1_VS	94,77	2,19	1,33	0,49	0,31	0,86	0,06
18040_2_VS	95,27	1,83	1,47	0,43	0,46	0,45	0,10
18040_3_VS	94,97	2,44	1,41	0,31	0,41	0,38	0,08
18040_4_RS	96,41	1,23	1,68	0,31	0,20	0,11	0,05

**Tafel 5** Fragment Halsring OPM 18040 (Katalognr. 05). mit Messpunkten. M. 1:1. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: J. Fütterer. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger. Messpunkt 4 liegt auf der »Rückseite« ebenfalls auf der Wicklung (nicht dargestellt).



2 cm

Fibel	Ag	Cu	Au	Pb	Zn	Fe	Sn	As	Ni
18288_1_VS	61,91	25,88	0,27	2,51	8,96	0,11	0,36	–	–
18288_2_VS_Ring	74,04	15,95	0,28	3,24	5,88	0,61	–	–	–
18288_3_VS	56,09	30,28	0,39	4,61	8,22	0,42	–	–	–
18288_4_VS_Ring	70,05	18,62	0,31	3,15	7,14	0,72	–	–	–
18288_5_RS	–	90,35	–	4,88	2,09	0,74	0,98	0,76	0,21

**Tafel 6** Fragment Armbrustfibel OPM 18288 (Katalognr. 06) mit Messpunkten (RS rot). M. 1:1. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: J. Fütterer. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %; »–« unter Nachweisgrenze). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger.





Halsring	Ag	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	As
18574_1_VS	–	94,11	1,17	0,56	3,67	0,14	0,23	0,12
18574_2_VS	–	94,36	1,26	0,41	3,47	0,16	0,23	0,11
18574_3_VS	–	93,85	1,10	0,76	3,79	0,15	0,23	0,12
18574_4_VS	–	89,54	5,92	0,79	3,17	0,23	0,23	0,13
18574_5_VS_Wicklung	–	85,01	0,40	0,16	14,02	0,18	0,18	0,06
18574_6_VS_Wicklung	–	93,90	0,19	0,38	4,64	0,51	0,20	0,17

**Tafel 7** Halsring OPM 18574 (Katalognr. 06) mit Messpunkten. M. 1:1. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Foto: C. Klein. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %; »–« unter Nachweisgrenze). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger. Messpunkt 6 liegt ebenfalls auf der Wicklung (nicht dargestellt).



2 cm

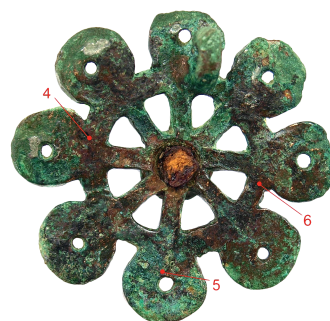
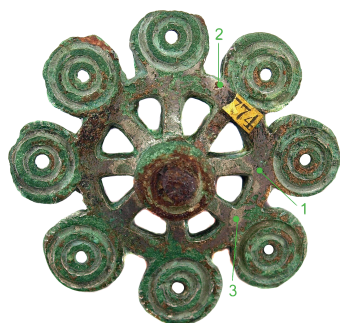
Nadelkopf	Ag	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	As
18581_1_VS	–	79,46	12,11	4,85	2,74	0,40	0,21	0,23
18581_2_VS	–	75,80	12,51	4,72	2,64	3,92	0,21	0,20
18581_3_VS	–	80,00	10,82	3,64	3,07	2,12	0,22	0,13
18581_4_RS	–	85,48	5,21	4,61	3,87	0,35	0,23	0,25
18581_5_RS	–	81,13	4,40	3,56	2,51	8,09	0,20	0,11
18581_6_RS	–	78,55	5,12	12,23	2,42	1,06	0,19	0,41

**Tafel 8** Nadelkopf OPM 18581 (Katalognr. 08). Vorderseite (links) und Rückseite (rechts) mit Messpunkten (RS rot). M. 1:1. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: J. Fütterer. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %; »–« unter Nachweisgrenze). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger.



Fibel	Ag	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	As
18773_1_VS	–	89,52	4,41	0,73	4,13	0,77	0,21	0,23
18773_2_VS	–	85,60	6,15	1,18	5,41	1,21	–	0,45
18773_3_VS	–	86,64	6,47	1,14	5,11	0,42	–	0,23
18773_4_RS	–	90,23	2,40	0,33	6,61	0,32	–	0,11
18773_5_RS	–	90,76	3,12	0,41	5,34	0,26	–	0,11

**Tafel 9** Scheibenfibel OPM 18773 (Katalognr. 09). Vorderseite (links) und Rückseite (rechts) mit Messpunkten (RS rot). M. 1:1. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: J. Fütterer. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %; »–« unter Nachweisgrenze). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger.



2 cm

Nadelkopf	Ag	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	As
18774_1_VS	–	82,76	10,92	2,24	3,53	0,24	0,24	0,07
18774_2_VS	–	80,56	13,03	2,69	3,20	0,24	0,22	0,05
18774_3_VS	–	82,35	12,93	0,84	3,40	0,23	0,24	0,01
18774_3a_VS_dick	–	60,39	36,30	1,84	1,02	0,27	0,19	–
18774_4_RS	–	88,82	4,10	2,85	3,60	0,22	0,22	0,18
18774_5_RS	–	86,74	4,14	5,10	3,43	0,27	–	0,32
18774_6_RS	–	83,07	4,23	8,77	3,35	0,24	–	0,35

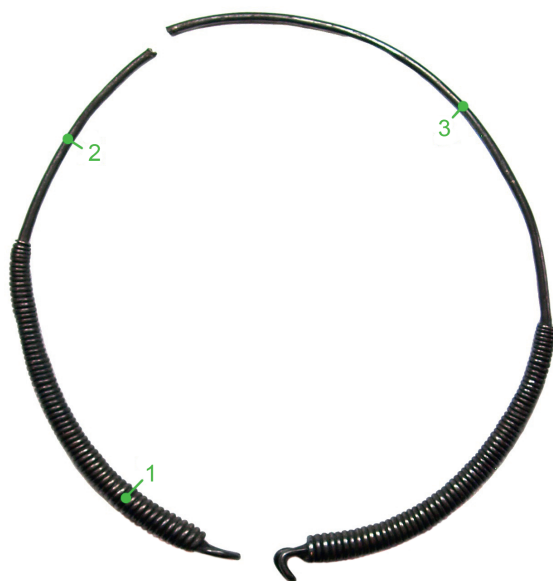
**Tafel 10** Scheibenfibel OPM 18774 (Katalognr. 10). Vorderseite (links) und Rückseite (rechts) mit Messpunkten (RS rot). M. 1:1. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: J. Fütterer. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %; »–« unter Nachweisgrenze). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger. Messpunkt 3a liegt nahe Messpunkt 3 (nicht dargestellt).





Nadelkopf	Ag	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	As
18775_1_VS	–	64,71	17,51	12,69	3,47	0,72	0,14	0,77
18775_2_VS	–	85,56	6,26	3,87	3,34	0,39	0,22	0,36
18775_3_VS	–	79,69	11,83	4,64	2,87	0,40	0,20	0,36
18775_4_RS	–	91,09	3,74	1,64	2,83	0,33	0,23	0,15
18775_5_RS	–	92,00	3,22	1,35	2,68	0,37	0,24	0,14
18775_6_RS	–	89,56	4,13	2,45	3,17	0,27	0,23	0,19

**Tafel 11** Nadelkopf OPM 18775 (Katalognr. 11). Vorderseite (links) und Rückseite (rechts) mit Messpunkten (RS rot). M. 1:1. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: J. Fütterer. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %; »–« unter Nachweisgrenze). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger.

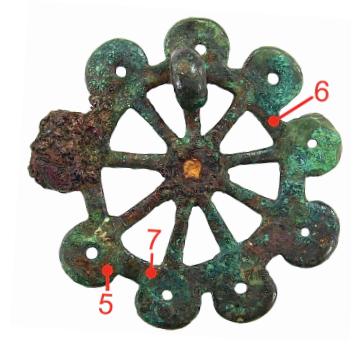
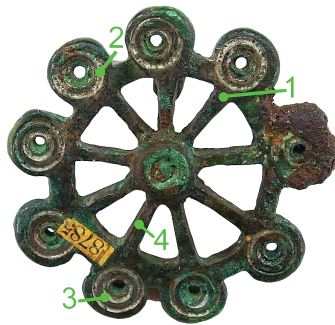


M 1:2

2 cm

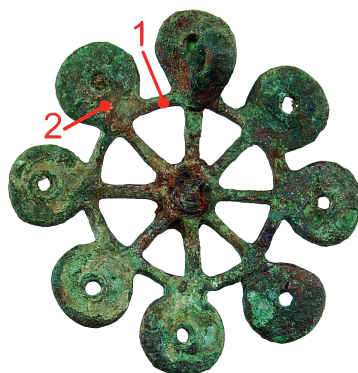
Halsring	Ag	Cu	Au	Pb	Zn	Fe	Bi
18781_1_Wicklung	94,51	3,49	0,68	0,70	0,41	0,15	0,05
18781_2_Reif	93,89	3,99	0,54	0,74	0,44	0,32	0,07
18781_3_Reif	94,30	3,32	0,88	0,74	0,45	0,25	0,06

**Tafel 12** Halsring OPM 18781 (Katalognr. 12). mit Messpunkten M. 1:2. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Foto: J. Fütterer. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger.



Nadelkopf	Ag	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	As	Bi
18785_1_1_VS	–	64,60	22,01	6,73	2,56	2,55	0,18	0,70	0,67
18785_1_2_VS	–	66,92	29,53	1,79	0,81	0,67	0,20	0,09	–
18785_1_3_VS	–	68,14	27,88	2,01	1,27	0,44	0,19	0,07	–
18785_1_4_VS	–	62,96	27,72	4,70	2,34	1,59	0,19	0,38	0,12
18785_1_5_RS	–	86,86	9,08	1,35	0,06	1,33	0,21	0,53	0,58
18785_1_6_RS	–	87,65	4,64	2,42	3,22	1,09	0,22	0,28	0,48
18785_1_7_RS	–	88,39	4,59	2,65	2,42	1,06	0,23	0,26	0,41

**Tafel 13** Nadelkopf OPM 18785/1 (Katalognr. 13). Vorderseite (links) und Rückseite (rechts) mit Messpunkten (RS rot). M. 1:1.  
© Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: J. Fütterer. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %; »–« unter Nachweisgrenze). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger.



2 cm

Nadelkopf	Ag	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	As
18785_2_1_RS	–	98,36	0,97	0,30	0,01	0,03	0,25	0,08
18785_2_2_RS	–	87,06	3,64	7,17	0,14	1,22	0,27	0,51

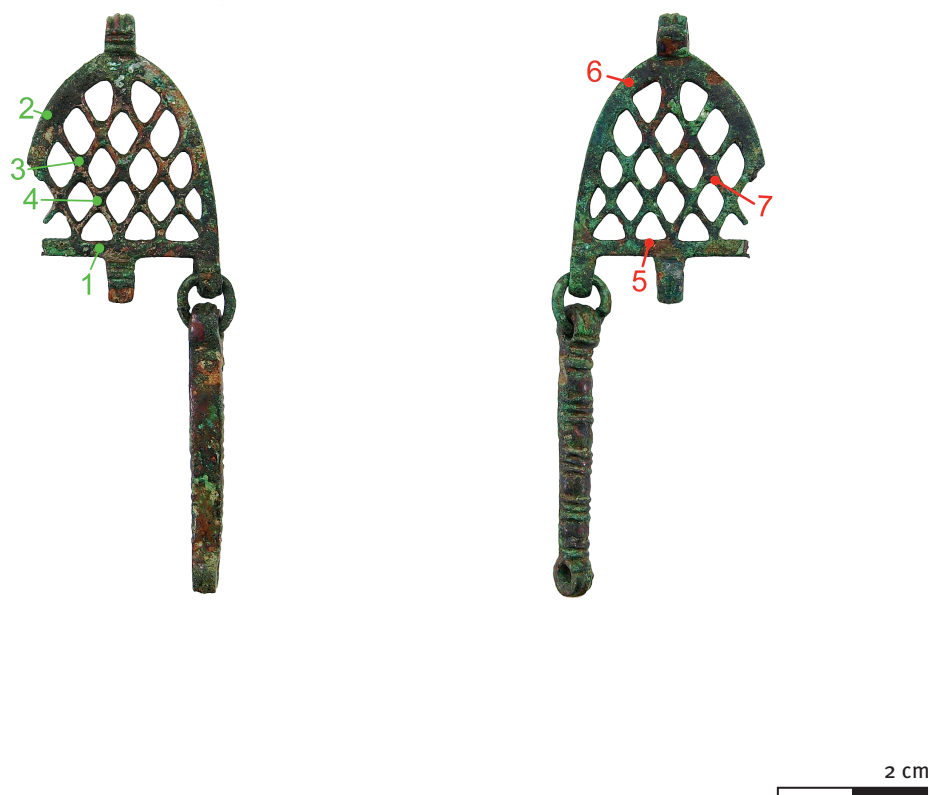
**Tafel 14** Nadelkopf OPM 18785/2 (Katalognr. 14). mit Messpunkten auf der Rückseite M. 1:1. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: J. Fütterer. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %; »–« unter Nachweisgrenze). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger.





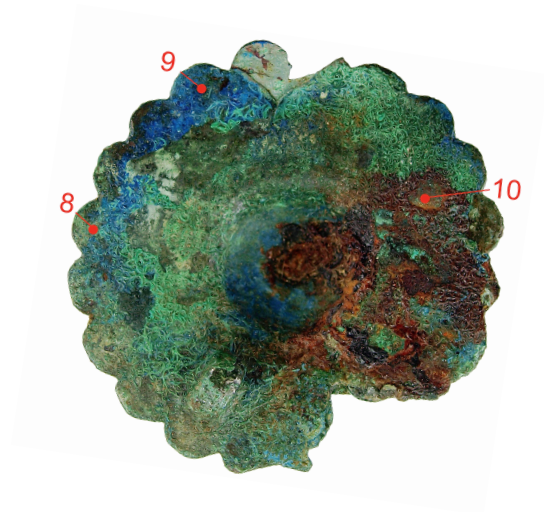
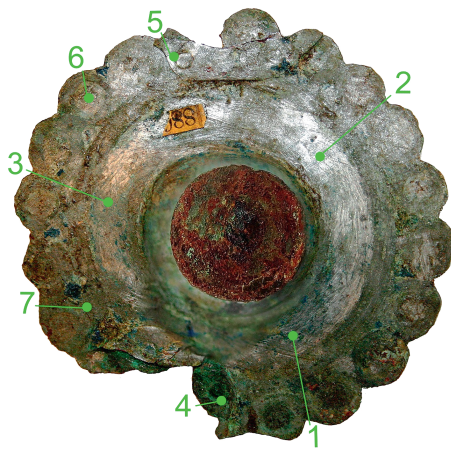
Kettenträger	Ag	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	As
18785_4_1_VS	–	70,48	5,73	8,71	13,61	0,76	0,18	0,53
18785_4_2_VS	–	52,56	23,52	17,61	4,18	1,33	0,10	0,70
18785_4_3_VS	–	71,54	10,52	8,43	7,84	0,97	0,18	0,51
18785_4_7_VS	–	39,69	9,87	37,59	10,08	1,81	0,09	0,88
18785_4_4_RS	–	87,31	3,50	3,48	4,92	0,32	0,21	0,26
18785_4_5_RS	–	82,83	4,27	5,89	6,00	0,44	0,20	0,38
18785_4_6_RS	–	81,27	4,32	8,68	4,63	0,44	0,19	0,48

**Tafel 15** Kettenträger OPM 18785/4 (Katalognr. 15). Vorderseite (links) und Rückseite (rechts) mit Messpunkten (RS rot). M. 1:1. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: J. Fütterer. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %; »–« unter Nachweisgrenze). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger.



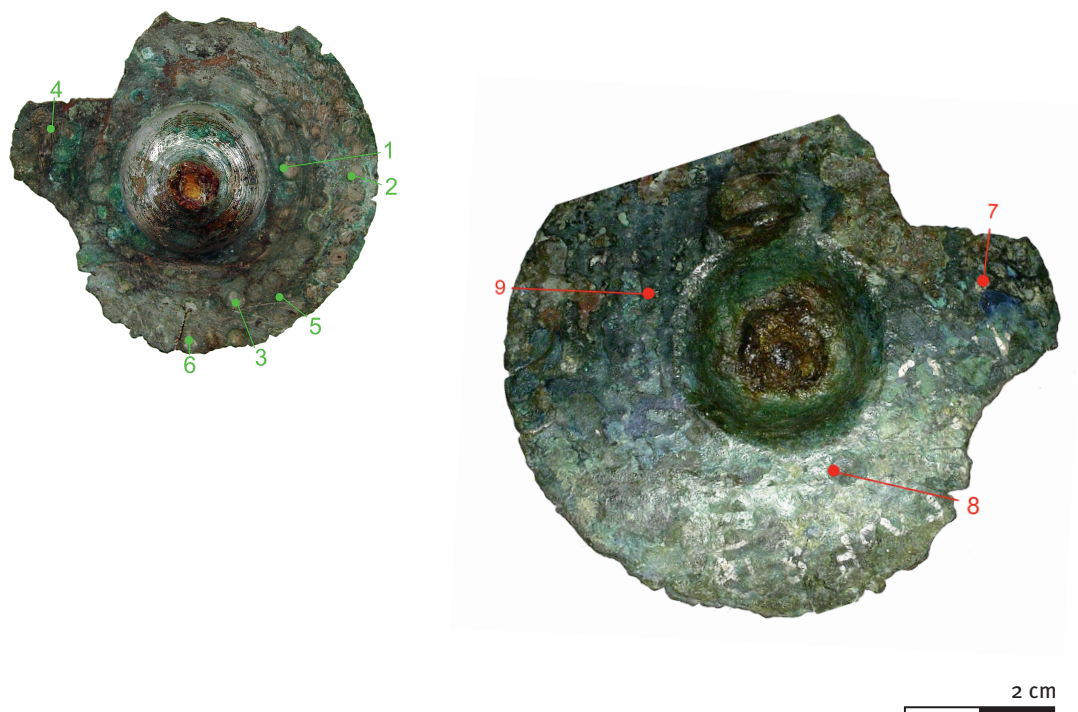
Kettenträger	Ag	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	As
18785_6_1_VS	–	80,01	9,19	5,61	4,39	0,32	0,19	0,29
18785_6_2_VS	–	49,55	10,38	34,38	3,68	1,06	0,10	0,85
18785_6_3_VS	–	77,81	10,45	8,08	2,69	0,45	0,17	0,33
18785_6_4_VS	–	82,02	9,86	2,78	4,27	0,52	0,21	0,34
18785_6_5_RS	–	87,04	3,94	3,75	4,45	0,34	0,20	0,27
18785_6_6_RS	–	85,87	3,84	5,06	4,42	0,29	0,20	0,31
18785_6_7_RS	–	89,31	3,59	1,72	4,72	0,28	0,22	0,16

**Tafel 16** Kettenträger OPM 18785/6 (Katalognr. 16). Vorderseite (links) und Rückseite (rechts) mit Messpunkten (RS rot). M. 1:1. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: J. Fütterer. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %; »–« unter Nachweisgrenze). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger.



Nadelkopf	Ag	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	As
1886o_1_VS	–	79,39	12,89	2,02	5,05	0,24	0,21	0,20
1886o_2_VS	–	78,00	13,86	2,50	4,92	0,29	0,19	0,22
1886o_3_VS	–	71,14	16,10	7,56	4,28	0,25	0,18	0,49
1886o_4_VS_Reparatur	–	89,31	7,97	1,17	0,91	0,15	0,22	0,27
1886o_5_VS_Reparatur	–	18,00	9,53	70,55	0,83	0,40	0,02	0,68
1886o_6_VS_Kugelrest	–	40,32	50,23	6,82	1,94	0,23	0,09	0,38
1886o_7_VS_Kugelrest	–	65,36	25,99	4,30	3,64	0,22	0,17	0,32
1886o_8_RS	–	87,58	5,13	2,01	4,40	0,47	0,21	0,20
1886o_9_RS	–	86,69	4,40	1,52	6,65	0,37	0,22	0,14
1886o_10_RS	–	86,52	3,89	1,30	6,29	1,65	0,21	0,15

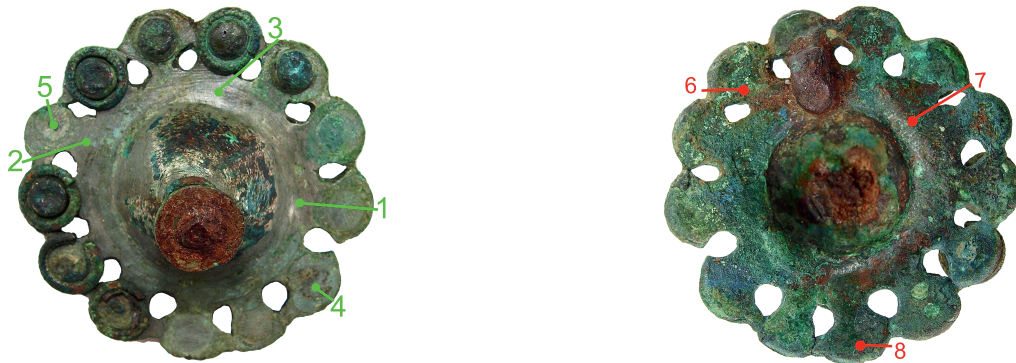
**Tafel 17** Nadelkopf OPM 1886o (Katalognr. 17). Vorderseite (links) und Rückseite (rechts) mit Messpunkten (RS rot). M. 1:1.  
© Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: J. Fütterer. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %; »–« unter Nachweisgrenze). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger.



Nadelkopf	Ag	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	As
18921_1_VS	–	75,13	17,34	6,25	0,96	0,10	0,22	–
18921_2_VS	–	81,60	14,81	2,02	1,03	0,11	0,23	0,20
18921_3_VS	–	67,48	26,47	4,35	1,36	0,16	0,19	–
18921_4_VS	–	39,26	53,74	5,96	0,82	0,11	0,12	–
18921_5_VS	–	65,52	29,33	3,51	1,32	0,13	0,20	–
18921_6_VS	–	51,79	41,86	5,19	0,64	0,19	0,15	0,19
18921_7_RS	–	81,13	6,91	10,18	0,99	0,10	0,23	0,46
18921_8_RS	–	80,47	6,79	11,25	0,84	0,08	0,23	0,35
18921_9_RS	–	87,38	5,45	5,74	0,95	0,06	0,25	0,18

**Tafel 18** Nadelkopf OPM 18921 (Katalognr. 18). Vorderseite (links) und Detailansicht der Rückseite (rechts) mit Messpunkten (RS rot). M. 1:1. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: J. Fütterer. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %; »–« unter Nachweisgrenze). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger.

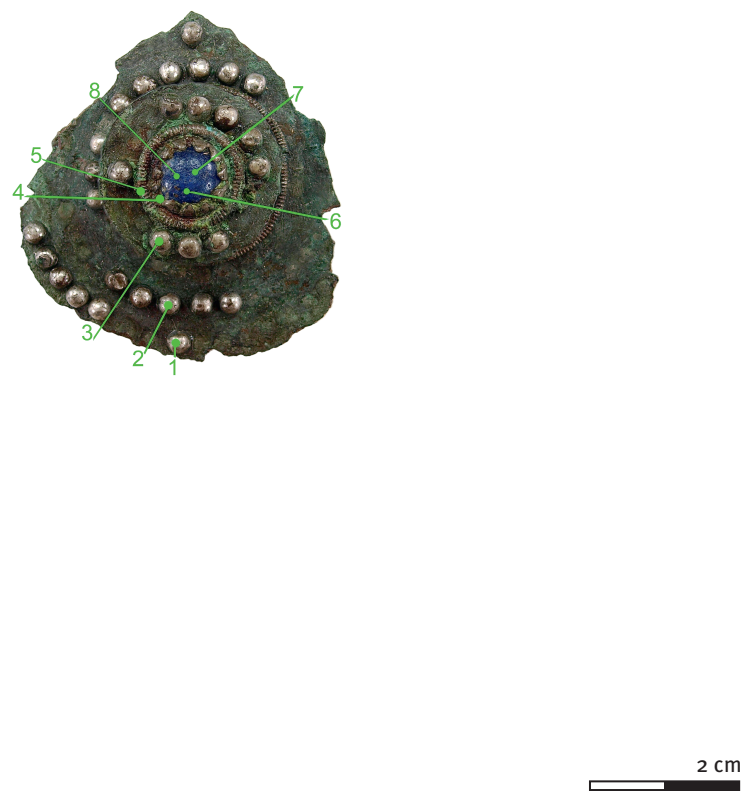




2 cm

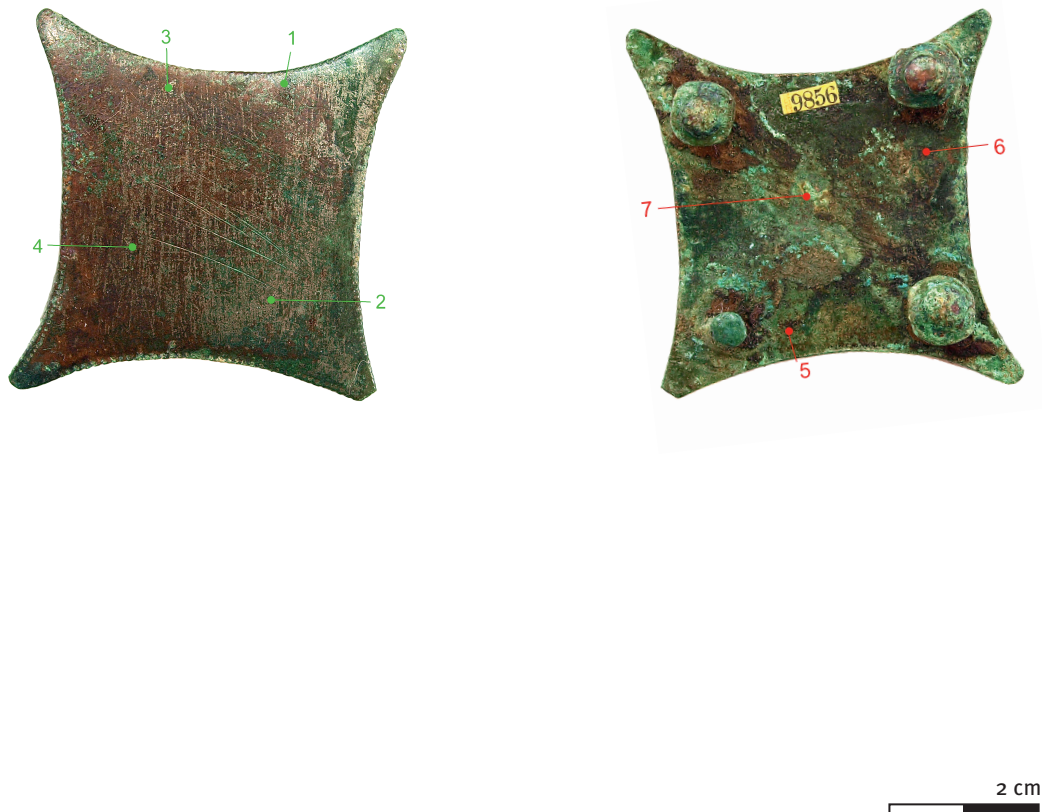
Nadelkopf	Ag	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	As
18931_1_VS	–	76,80	18,22	2,99	1,12	0,35	0,19	0,32
18931_2_VS	–	63,64	27,97	5,09	1,39	1,32	0,17	0,43
18931_3_VS	–	62,92	30,37	4,18	1,51	0,54	0,16	0,34
18931_4_VS_Fehlstelle Kugel	–	72,56	21,56	3,67	1,47	0,19	0,20	0,35
18931_5_VS_Fehlstelle Kugel	–	66,86	27,54	3,22	1,37	0,50	0,20	0,31
18931_6_RS	–	93,61	2,67	1,64	1,60	0,09	0,25	0,15
18931_7_RS	–	94,02	2,45	1,32	1,75	0,08	0,25	0,13
18931_8_RS	–	93,39	2,83	1,52	1,76	0,11	0,25	0,15

**Tafel 19** Nadelkopf OPM 18931 (Katalognr. 19). Vorderseite (links) und Rückseite (rechts) mit Messpunkten (RS rot). M. 1:1.  
© Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: J. Fütterer. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %; »–« unter Nachweisgrenze). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger.



Nadelkopf	Ag	Cu	Au	Pb	Zn	Fe	Bi
19115_1_VS_Kugel	86,49	9,88	0,32	1,28	1,63	0,32	0,08
19115_2_VS_Kugel	85,10	11,36	0,34	1,51	1,31	0,31	0,08
19115_3_VS_Kugel	88,50	6,93	0,43	1,71	1,69	0,65	0,08
19115_4_VS_Einfassung_Glas	87,08	7,27	0,37	1,86	2,43	0,89	0,11
19115_5_VS_Ring	80,22	13,03	0,29	1,19	2,07	3,17	0,04

**Tafel 20** Nadelkopf OPM 19115 (Katalognr. 20). mit Messpunkten auf der Vorderseite M. 1:1. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Foto: J. Fütterer. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger. Die Messpunkte 6–8 beziehen sich auf die Analyse der Einlage, die hier nicht berücksichtigt ist.



Beschlag	Ag	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	As
19856_1_VS	–	83,96	5,97	5,98	3,00	0,39	0,20	0,49
19856_2_VS	–	76,08	9,71	5,65	7,48	0,53	0,22	0,33
19856_3_VS	–	79,57	9,15	7,29	3,09	0,36	0,20	0,33
19856_4_VS	–	84,78	8,12	2,51	3,96	0,32	0,23	0,09
19856_5_RS	–	74,87	6,43	12,02	5,43	0,51	0,18	0,56
19856_6_RS	–	85,40	2,83	6,07	4,93	0,28	0,20	0,28
19856_7_RS	–	88,69	3,18	3,69	3,87	0,19	0,22	0,17

**Tafel 21** Beschlag OPM 19856 (Katalognr. 21). Vorderseite (links) und Rückseite (rechts) mit Messpunkten (RS rot). M. 1:1. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: J. Fütterer. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %; »–« unter Nachweisgrenze). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger.



2 cm

Beschlag	Ag	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	As
19856_1_VS	–	83,96	5,97	5,98	3,00	0,39	0,20	0,49
19856_2_VS	–	76,08	9,71	5,65	7,48	0,53	0,22	0,33
19856_3_VS	–	79,57	9,15	7,29	3,09	0,36	0,20	0,33
19856_4_VS	–	84,78	8,12	2,51	3,96	0,32	0,23	0,09
19856_5_RS	–	74,87	6,43	12,02	5,43	0,51	0,18	0,56
19856_6_RS	–	85,40	2,83	6,07	4,93	0,28	0,20	0,28
19856_7_RS	–	88,69	3,18	3,69	3,87	0,19	0,22	0,17

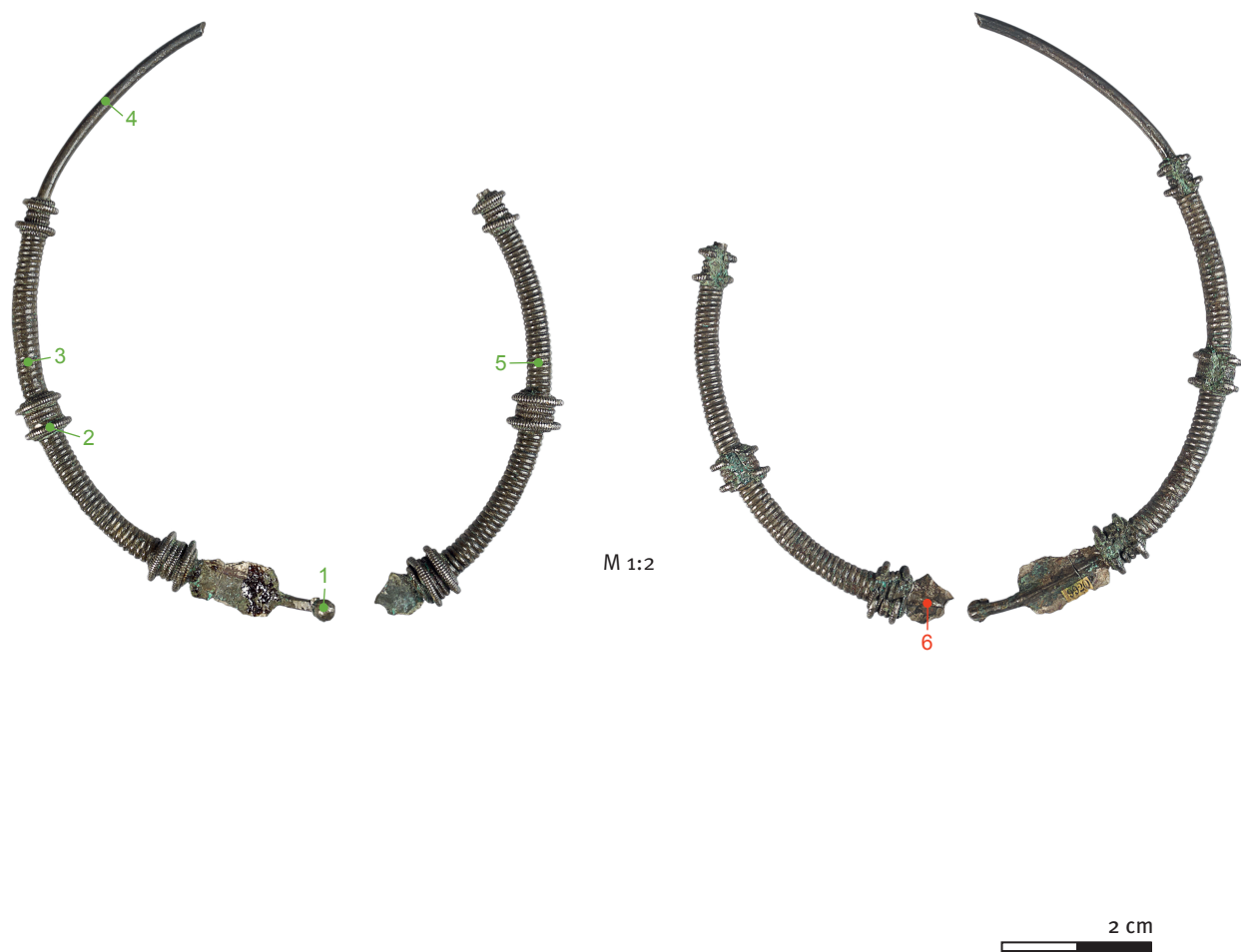
**Tafel 22** Beschlag OPM 19857 (Katalognr. 22). Vorderseite (links) und Rückseite (rechts) mit Messpunkten (RS rot). M. 1:1. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: J. Fütterer. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %; »–« unter Nachweisgrenze). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger. Messpunkt 7 liegt seitlich auf dem Nietstift (nicht dargestellt).





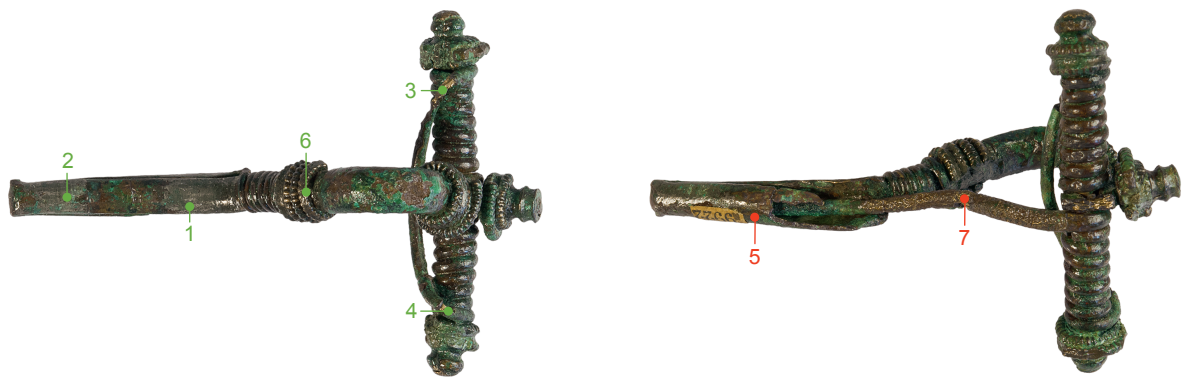
Niete	Ag	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	As
19858_Niet6_Kopf	–	74,97	11,98	7,34	4,57	0,47	0,21	0,47
19858_Niet6_Unterseite_Metall	–	44,58	13,58	37,13	2,46	1,34	0,09	0,82
19858_Niet8_Kopf	–	72,05	15,99	6,20	4,66	0,52	0,22	0,36
19858_Niet8_Unterseite_Metall	–	89,12	3,34	3,18	3,77	0,18	0,23	0,17

**Tafel 23** Zwei Niete (Auswahl) OPM 19858 (Katalognr. 23). Niet 6 (links) und Niet 8 (rechts): Jeweils Aufsicht mit Messpunkt (M. 1:1) und Aufsicht und Seitenansicht (M. 3:1). © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: C. Klein. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %; »–« unter Nachweisgrenze). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger. Die Messpunkte auf dem jeweiligen Unterlegblech (Unterseite) sind nicht dargestellt.



Halsring	Ag	Cu	Au	Pb	Zn	Fe	Bi
19920_1_VS_Haken	86,06	8,03	0,56	1,12	3,08	1,13	0,02
19920_2_VS_Ring	89,27	4,25	0,67	0,77	3,10	1,92	0,01
19920_3_VS_Wicklung	82,61	11,25	0,50	0,73	4,49	0,40	0,02
19920_4_VS_Reif	89,58	4,75	0,48	0,97	2,61	1,58	0,03
19920_5_VS_Wicklung	72,09	24,60	0,38	0,58	2,28	0,06	0,02
19920_6_RS_Oese	86,65	10,22	0,45	0,69	1,82	0,17	0,01

**Tafel 24** Halsring OPM 19920 (Katalognr. 24). Vorderseite (links) und Rückseite (rechts) mit Messpunkten (RS rot). M. 1:2. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: C. Klein. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger.



2 cm

Fibel	Ag	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	As
19922_1_VS	–	85,56	6,11	1,62	5,85	0,32	0,21	0,34
19922_2_VS	–	82,90	9,35	3,44	3,53	0,16	0,18	0,43
19922_3_VS_Sehne	–	97,67	-	0,13	1,83	0,28	–	0,08
19922_4_VS_Sehne	–	83,49	-	0,08	16,09	0,12	0,19	0,04
19922_5_RS_Kante_Fuss	–	81,42	0,44	4,61	12,89	0,18	0,17	0,30
19922_6_VS_Ring	–	70,40	8,93	2,34	16,98	0,27	0,22	0,86
19922_7_RS_Nadel_Bruch	–	89,02	0,14	0,16	10,46	0,13	–	0,09

**Tafel 25** Armbrustfibel OPM 19922 (Katalognr. 25). Vorderseite (links) und Rückseite/Seitenansicht (rechts) mit Messpunkten (RS rot). M. 1:1. © Staatliche Museen zu Berlin, Museum für Vor- und Frühgeschichte. Fotos: C. Klein. – Tabelle der  $\mu$ -RFA-Ergebnisse zur Zusammensetzung der Legierung (Angaben in Gew. %; »–« unter Nachweisgrenze). © Staatliche Museen zu Berlin, Rathgen-Forschungslabor. Tabelle: S. Schwerdtfeger.