

# Der Hortfund von Eberswalde – Archäologie, Herstellungstechnik, Analytik. Vorbericht zu neuen wissenschaftlichen Untersuchungen

Hermann Born / Detlef Günther / Angelika Hofmann / Manfred Nawroth / Ernst Pernicka / Wladimir P. Tolstikow / Peter Velicsanyi

## Zusammenfassung

Seit 2015 werden der in Moskau verwahrte Goldschatz von Eberswalde sowie weitere ausgewählte Fundkomplexe (Goldfunde von Dieskau und Sonnewalde) in einem interdisziplinär angelegten und von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekt wissenschaftlich untersucht. Hierfür schlossen das Museum für Vor- und Frühgeschichte, Staatliche Museen zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz und das Staatliche Museum für Bildende Künste A.S. Puschkin einen Kooperationsvertrag, der die gemeinsame Erforschung kriegsbedingt verlagertes Museumsbestände zum Ziel hat. Im Mittelpunkt des Projekts stehen archäologische, herstellungstechnische und materialanalytische Untersuchungen. Erste Zwischenergebnisse werden an dieser Stelle in einem Vorbericht präsentiert. Die abschließende Publikation der Untersuchungsergebnisse und Analysen wird voraussichtlich bis 2017 erfolgen.

## Abstract

Since 2015, the gold treasure from Eberswalde, which is preserved in Moscow, as well as other selected find complexes (gold finds from Dieskau and Sonnewalde) are scientifically studied in an interdisciplinary project, funded by the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG). For this purpose the Museum for Pre- and Early History, Staatliche Museen zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz and the Pushkin State Museum of Fine Arts concluded a cooperation agreement, which aims at the joint research of objects which were displaced due to the war. The main interest of the project aims at archaeological, production methodological and analytical investigations to determine the material composition. First interim results are presented at this point in a preliminary report. The final publication of the study results and analysis is expected to take place until 2017.

## Das Projekt

### *Kurze Geschichte des Hortfundes von Eberswalde*

Am 16. Mai 1913 wurde in einer Baugrube für ein Wohnhaus auf dem Gelände eines Messingwerkes in Finow (Abb. 1), einem Stadtteil von Eberswalde (Brandenburg), ein Depotfund von 81 Goldobjekten in einem bauchigen Keramikgefäß mit Deckel entdeckt. Der Direktor des Werkes verständigte bald darauf Carl Schuchhardt, den Direktor der Vorgeschichtlichen Abteilung des Königlich Völkerkundemuseums in Berlin. Der Hortfund besteht aus acht goldenen Schalen, Halsringen und Ringfragmenten, 34 Drahtspiralringen, Gusskuchen und Barren (Abb. 2). Das Gesamtgewicht der Goldgegenstände

beträgt 2,549 kg. Nach Form und Dekor wird der Depotfund in das 9. bis 8. Jahrhundert v. Chr. datiert. Dank der sofortigen Nachgrabung Schuchhardts und seiner sorgfältigen Publikation des Hortfundes, sind die Objekte, Fundumstände und der Auffindungsort gut dokumentiert.<sup>1</sup> Der Fundort hat eine topographisch herausragende Lage am Rande einer Hochebene, die zum Finowbach hin abfällt. Der Finowbach diente, als Kanal ausgebaut, schon seit 1620 als Wasserweg zwischen Oder und Havel; heute führt weitgehend parallel dazu der moderne Oder-Havel-Kanal entlang (Abb. 1). Noch bevor Schuchhardt den Fund publizieren konnte, legte Gustaf Kossina das Fundensemble 1913 in einer „polemischen“ Schrift vor.<sup>2</sup> Der Streit um die Interpretation des

1 SCHUCHHARDT 1914.

2 G. KOSSINA, Der germanische Goldreichtum in der Bronzezeit I. Der Goldfund vom Messingwerk bei Eberswalde und

die goldenen Kultgefäße der Germanen. Mannusbibliothek 12 (Würzburg 1913).

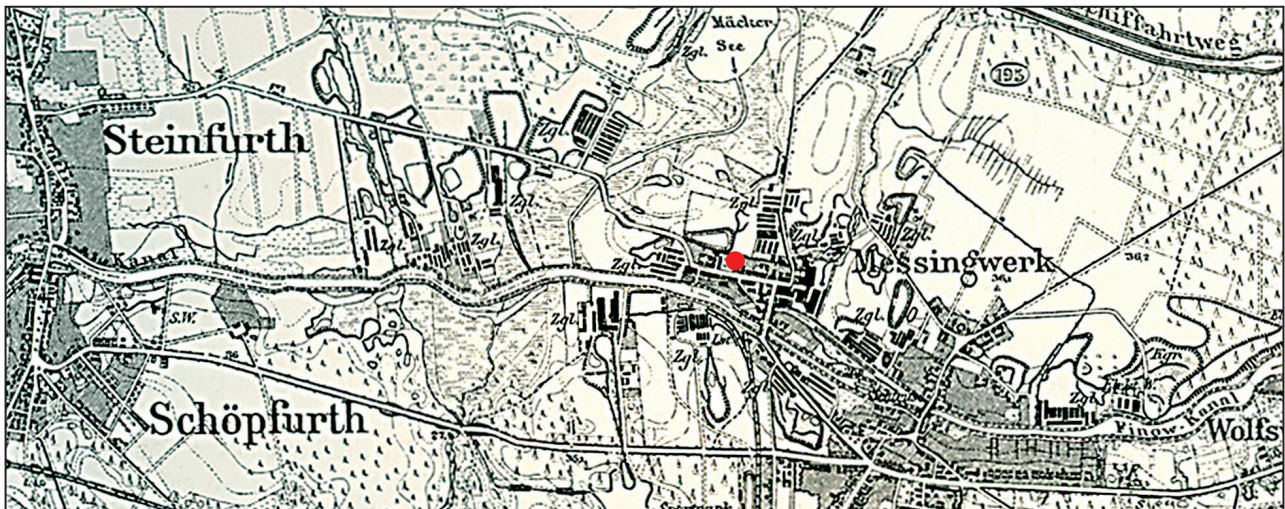


Abb. 1 Fundort des Goldschatzes in der Stadt Eberswalde. Nach SCHUCHHARDT 1914, 10 Abb. 1.

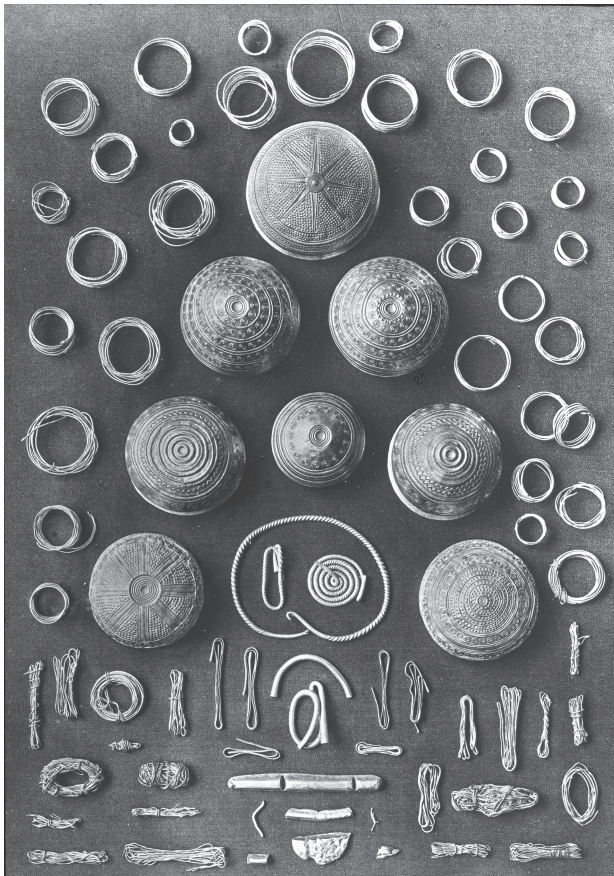


Abb. 2 Gesamtaufnahme des Hortfundes von Eberswalde in der Publikation von Schuchhardt aus dem Jahr 1914. Nach SCHUCHHARDT 1914, Taf. II.

Goldfundes wurde von G. Jacob-Friesen und S.V. Kuzminych ausführlich dargestellt.<sup>3</sup>

1939 wurde der Fund von Eberswalde mit anderen Goldgegenständen des Berliner Museums für Vor- und Frühgeschichte zur Auslagerung und Sicherung in drei Kisten verpackt, die jedoch 1945 von der Roten Armee in die Sowjetunion abtransportiert wurden. Lange war der genaue Verbleib unbekannt. Forschungen zum Hort von Eberswalde und seiner Interpretation stützten sich in der Nachkriegszeit daher weitgehend auf die Angaben und Fotos aus der Publikation Schuchhardts. Den aktuellen Forschungsstand zum Depotfund von Eberswalde hat A. Hänsel im Ausstellungskatalog „Bronzezeit – Europa ohne Grenzen“ dargestellt.<sup>4</sup> Die ungewöhnliche Zusammensetzung des Fundes und die große Zahl an Schalen werden von ihr als Teil eines „Staatsschatzes“ interpretiert. Offenbar wurde der Hort bewusst an einer Stelle deponiert, an dem die Fernwege des europäischen Handelsnetzes entlang liefen. Wer Teile dieses Weges kontrollierte und vielleicht auch den Transport über die Landbrücke zwischen den beiden Flusssystemen übernahm, profitierte in hohem Maße von diesen Bewegungen. Auch wenn wir den befestigten Stammsitz der „Fürsten von Eberswalde“ nicht mehr verorten können, müssen wir davon ausgehen, dass hier ein Machtzentrum

3 G. JACOB-FRIESEN, Eberswalde (Bezirk Frankfurt/Oder). In: J. HOOPS (Begr.), Reallexikon der germanischen Altertumskunde 6 (Berlin, New York 1986), 337ff. – S. KUZMINYCH, Der Hort von Eberswalde. Seine Auffindung und Publikation. In:

KAT. ST. PETERSBURG/MOSKAU 2013, 227ff.

4 A. HÄNSEL, Die Bedeutung des Hortfundes von Eberswalde im kulturellen Kontext der späten Bronzezeit. In: KAT. ST. PETERSBURG/MOSKAU 2013, 232ff.

lag, das im bronzezeitlichen Handelsverkehr nicht umgangen werden konnte.

Erstmals konnte der Fundkomplex von Eberswalde 2004 durch Journalisten und 2007 durch Mitarbeiter der Stiftung Preußischer Kulturbesitz und der Deutschen Forschungsgemeinschaft in einem Depot im Puschkin-Museum in Moskau wieder besichtigt werden. In der gemeinsam vom Museum für Vor- und Frühgeschichte, Staatliche Museen zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz, der Staatlichen Eremitage St. Petersburg, dem Staatlichen Historischen Museum Moskau und dem Staatlichen Museum für Bildende Künste A.S. Puschkin Moskau konzipierten Ausstellung „Bronzezeit – Europa ohne Grenzen“ konnte der Goldhort 2013 erstmals in St. Petersburg und Moskau wieder einer breiten Öffentlichkeit gezeigt und im zugehörigen Katalog neu veröffentlicht werden (Abb. 3).<sup>5</sup> Dies war gleichzeitig der Ausgangspunkt für Überlegungen, ein Forschungsprojekt zum Hortfund von Eberswalde zu initiieren.

#### *Weitere ausgewählte Fundkomplexe*

Im Rahmen des Projekts konnten drei weitere Fundkomplexe auf ihre Materialzusammensetzung untersucht werden, die 1945 kriegsbedingt verlagert in das Puschkin-Museum gelangten und wie der Hortfund von Eberswalde 2013 in der Ausstellung „Bronzezeit“ erstmals wieder in der Öffentlichkeit präsentiert wurden. Bei dem Depotfund von Dieskau handelt es sich um einen der bedeutendsten Goldfunde der Bronzezeit aus Sachsen-Anhalt.<sup>6</sup> Der von der Prähistorischen Abteilung des Königlichen Völkerkundemuseums 1874 über einen Leipziger Händler erworbene Komplex besteht aus zwei massiven, goldenen Armbändern, einem goldenen Ring und einem Randleistenbeil aus Gold (Abb. 4). Der Fundkomplex gehört der Leubinger Gruppe der Aunjetitzer Kultur an und wird in das erste Viertel des 2. Jahrtausends v.Chr. datiert.

Ebenfalls frühbronzezeitlich ist ein einzeln vorliegendes Beil aus Montwy (Hohensalza), Woj. Kujawsko-Pomorskie, Polen.<sup>7</sup>

Der Hortfund von Sonnewalde, Landkreis Elbe-Elster, Brandenburg, wurde Mitte des 19. Jahrhunderts beim Ziehen eines Grabens in der Nähe des Schlosses von Sonnewalde entdeckt.<sup>8</sup> Die elf Spiraldrähte



Abb. 3 Der Kurator der St. Petersburger Ausstellung „Bronzezeit – Europa ohne Grenzen“, Yuri Piotrovsky (links), und der Vizepräsident der DFG, Prof. Dr. Peter Funke (rechts), vor der Vitrine mit dem Hortfund von Eberswalde. Foto: Dr. Hans-Dieter Bienert (DFG).

wurden angeblich in einem heute nicht mehr erhaltenen Keramikgefäß geborgen und gelangten 1866 in die Prähistorische Abteilung des Königlichen Völkerkundemuseums (Abb. 5). Sie werden in das 14./13. Jahrhundert v.Chr. datiert.

#### *Die aktuellen Forschungen*

2014 schlossen das Museum für Vor- und Frühgeschichte, Staatliche Museen zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz und das Staatliche Museum für Bildende Künste A.S. Puschkin Moskau einen Kooperationsvertrag mit der Absicht, gemeinsame Untersuchungen zum Hortfund von Eberswalde und anderen ausgewählten Komplexen der Bronzezeit durchzuführen. Beide Einrichtungen beschränkten damit einen neuen Weg der Zusammenarbeit, wobei es nicht nur um die Dokumentation und Veröffentlichung kriegsbedingt verlagert Bestände geht, sondern durch gemeinsame Forschungen neue Erkenntnisse zu den jahrzehntelang nicht zugänglichen Objekten gewonnen werden sollen. Noch im Jahr 2014 wurde bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft ein entsprechender Projektantrag von Prof. Dr. Matthias Wemhoff, Direktor des Museums für Vor- und Frühgeschichte, und Prof. Dr. Ernst Pernicka, Direktor

5 KAT. ST. PETERSBURG/MOSKAU 2013, 512ff. Kat.-Nr. 214 (A. HÄNSEL/S.V. KUZMINYCH/V.P. TOLSTIKOV).

6 Ebd., 465f. Kat.-Nr. 157 (V.P. TOLSTIKOV/A. HÄNSEL).

7 Ebd., 466 Kat.-Nr. 158 (V.P. TOLSTIKOV/A. HÄNSEL).

8 Ebd., 469 Kat.-Nr. 165 (V.P. TOLSTIKOV/A. HÄNSEL).



Abb. 4 Randleistenbeil aus dem Hort- oder Grabfund aus Dieskau, Sachsen-Anhalt. Foto: A.F. Kudrjavicki, Staatliches Puschkin Museum der Bildenden Künste Moskau.



Abb. 5 Spiralring aus dem Hortfund von Sonnewalde, Brandenburg. Foto: A.F. Kudrjavicki, Staatliches Puschkin Museum der Bildenden Künste Moskau.

der Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie gGmbH an der Universität Heidelberg, eingereicht und durch die DFG bewilligt.

Im Mittelpunkt des Projekts stehen archäologische, herstellungstechnische und materialanalytische Untersuchungen zum Hortfund von Eberswalde. Um erste Vergleichsanalysen zu erhalten, wurden weitere Untersuchungen an ausgewählten Fundkomplexen der Bronzezeit aus Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Polen durchgeführt. Hierfür wurden exemplarisch ein einzelnes Beil aus Montwy (Hohensalza), der Depotfund von Dieskau sowie der Hortfund von

Sonnewalde ausgewählt. Die interdisziplinäre Arbeitsgruppe setzt sich auf deutscher Seite wie folgt zusammen: Dr. Angelika Hofmann und Dr. Manfred Nawroth (beide Museum für Vor- und Frühgeschichte, Staatliche Museen zu Berlin) für archäologische Fragestellungen, Hermann Born (Museum für Vor- und Frühgeschichte, Staatliche Museen zu Berlin) zur Herstellungstechnik, Prof. Dr. Ernst Pernicka (Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie gGmbH an der Universität Heidelberg) zur Materialanalyse der Goldgegenstände mittels der Röntgenfluoreszenzanalyse und der Thermoluminiszenzdatierung des Keramikgefäßes sowie Dipl.-Ing. Peter Velicsanyi (ETH Zürich, Laboratorium für Anorganische Chemie) zur Materialanalyse mittels der Laserablation. Zusätzlich wurden die Goldschalen durch Dipl.-Ing. Michael Assig von der Fa. Lasercan mit einem mobilen Laserscanner dreidimensional erfasst. Auf russischer Seite war Dr. Wladimir P. Tolstikow, dem weitere Mitarbeiter des Puschkin-Museums zur Seite standen, für das Projekt hauptverantwortlich. Die deutsche Arbeitsgruppe reiste in unterschiedlicher Zusammensetzung zwischen Januar und Juni 2015 insgesamt dreimal nach Moskau. Hauptanliegen dieser Reisen waren vor allem herstellungstechnische und materialanalytische Fragestellungen. Diese Ergebnisse werden bei der zukünftigen Neubewertung des Hortfundes von Eberswalde berücksichtigt.  
(MN)

### Die Nachbildungen des Eberswalder Goldschatzes

Im Rahmen der archäologischen Neubearbeitung des Eberswalder Goldfundes soll auch sammlungsgeschichtlichen Aspekten nachgegangen werden. Dazu gehört die Geschichte seiner Nachbildungen, die schon kurz nach der Auffindung der Originale am 16.5.1913 beginnt.

#### *Vor dem Zweiten Weltkrieg*

Wie der Direktor der Vorgeschichtlichen Abteilung des Königlichen Völkerkundemuseums in Berlin, Carl Schuchhardt, berichtet, hatte Aron Hirsch ursprünglich die Absicht, das Fundensemble durch Schenkung in öffentlichen Besitz zu bringen bzw., wie Schuchhardt später in seinen Lebenserinnerungen präziserte, ihm „den Schatz für das Museum zu schenken“.<sup>9</sup> Um hierfür die notwendige Verfügungs-

9 SCHUCHHARDT 1914, 9. – DERS. 1944, 322.

gewalt zu erlangen, entschädigte Hirsch die Finder des Schatzes mit einer Summe von 10.000 Mark – 9.000 Mark davon aus seinem Privatvermögen –, was der Hälfte des von Schuchhardt taxierten und von Kustos Hubert Schmidt bestätigten Schätzwertes entsprach, und sicherte sich so das alleinige Eigentumsrecht.<sup>10</sup> Doch hatte auch Kaiser Wilhelm II. von dem Schatz erfahren und wollte diesen sehen. Als Hirsch das Fundensemble im Beisein Schuchhardts am 23.5.1913 dem archäologiebegeisterten Kaiser im Berliner Stadtschloss vorgeführt hatte, sah er sich dazu genötigt, es dem Kaiser, der es gewohnt war, „die Sachen, für die er sich in solcher Weise interessierte, geschenkt zu erhalten [...], »zur Verfügung zu stellen«“.<sup>11</sup> Die Übergabe wurde von Seiten des Hofes auf den 13.6.1913 terminiert.<sup>12</sup>

Da „der Schatz nun der Öffentlichkeit entrückt bleiben sollte“<sup>13</sup>, kam wohl der Wunsch auf, zumindest von den Prunkstücken des Ensembles, den acht Schalen, die sich im Gegensatz zu den übrigen Bestandteilen für Abformungen eigneten, Nachbildungen anfertigen zu lassen. Naheliegend war dabei eine Zusammenarbeit mit der Württembergischen Metallwarenfabrik in Geislingen (WMF), da diese schon seit längerem auch in der galvanoplastischen Reproduktion von archäologischen Objekten tätig war.<sup>14</sup> Spätestens seit August desselben Jahres müssen Aron Hirsch und WMF diesbezüglich Verhandlungen geführt haben, wobei auch die finanzielle Vergütung des Nachbildungsrechtes zur Sprache kam, die Hirsch großzügigerweise dem Museum zugutekommen lassen wollte – vielleicht als kleine Entschädigung für die entronnenen Originale. Dies geht aus einem Schreiben Schuchhardts an den Generaldirektor der Königlichen Museen, Wilhelm Bode, vom 29.8.1913 hervor, in dem er um die Erteilung von Urlaub und Kostenerstattung für Museumsreisen bat, die er vom 1. bis 9. September 1913 als Vorbereitung für seine geplante Publikation des Eberswalder Goldfundes unternommen hatte. Bezüglich der Finanzierung schlug er vor: „Zur Be-

streitung der Kosten der Publikationsvorbereitung stehen mir 800 – 1000 mk in Aussicht, die die Württembergische Metallwarenfabrik für das Recht der Nachbildung der Stücke Herrn Aron Hirsch geboten hat und die dieser der Prähistor. Abt. zu beliebiger Verwendung abtreten will. Sollte das Geschäft zu Stande kommen, d. h. sollte die Fabrik sich wirklich zur Herstellung der Nachbildungen entschließen, so würde ich die jetzige Reise schon aus jener Summe verrechnen.“<sup>15</sup> Da die Verhandlungen seitens WMF jedoch etwas ins Stocken geraten waren, musste die Reise erst einmal aus dem regulären Reiseetat finanziert werden, während Hirsch in zwei späteren Schreiben vom 17.9. und 5.10.1913 noch einmal bei WMF bezüglich deren Interesse an den Nachbildungen nachhakte, jedesmal betonend, dass er nicht in seinem eigenen finanziellen Interesse an die Firma herangetreten sei, sondern der für die Überlassung des Nachbildungsrechtes festzulegende Betrag einzig dem Königlichen Museum für Völkerkunde zugutekommen solle.<sup>16</sup>

Mittlerweile hatte sich auch der Geschichtsverein für den Kreis Oberbarnim und die Nachbarkreise, in dessen Einzugsgebiet Eberswalde lag, an den kaiserlichen Hof gewandt, um „eine Nachbildung des Goldfundes zur Ergänzung und zum Schmucke unserer Sammlung huldreichst geschenkt zu erhalten. Nach Rücksprache eines hiesigen Vorstandsmitgliedes mit Herrn Professor Schumacher zu Mainz, dem Vorsteher des römisch-germanischen Museums dortselbst, hat sich dieser bereit erklärt, die Nachbildung anzufertigen.“<sup>17</sup> Über mehrere Instanzen gelangte das Gesuch schließlich an Schuchhardt, da das zuständige Ministerium beim Generaldirektor der Königlichen Museen um eine Einschätzung bat, „ob die Gegenstände ohne Schaden eine Abformung zulassen und welche Kosten eine Nachbildung verursachen würden.“<sup>18</sup> Den Vorgang nahm Schuchhardt wohl zum Anlass, seinerseits noch einmal an WMF heranzutreten, um auf eine Entscheidung für oder gegen die galvanoplastische Nachbildung der

10 SCHUCHHARDT 1914, 9. – SMB-SPK/MVF, IXd 1/263, E 867/13(3). – SMB-SPK/MVF, IXd 1/263, E 971/13(1) (Schreiben von A. Hirsch vom 30.5.1913 an C. Schuchhardt).

11 SCHUCHHARDT 1944, 322f. – Dazu auch SMB-SPK/MVF, IXd 1/263, E 867/13(4); E 938/13(2).

12 SMB-SPK/MVF, IXd 1/263, 971/13(8).

13 SCHUCHHARDT 1944, 322.

14 Vgl. dazu H. GRUBER, Die Galvanoplastische Kunstanstalt der WMF 1890–1953. Geschichte, Betriebseinrichtungen und

Produktionsverfahren. Hohenstaufen/Helfenstein, Historisches Jahrbuch für den Kreis Göppingen 9, 1999, 147ff.

15 SMB-SPK/MVF, IXd 1/263, 1413/13 (Schreiben C. Schuchhardts an Generaldirektor Bode vom 29.8.1913).

16 SMB-SPK/MVF, IXd 1/263, 1505/13.

17 SMB-SPK/MVF, IXd 1/263, 1887/13 (Schreiben vom 1.10.1913).

18 Ebd. (Schreiben vom 24.11.1913).

Schalen zu drängen.<sup>19</sup> Zwischenzeitlich hatte er auch die kaiserliche Genehmigung erhalten, den Eberswalder Goldschatz für seine beabsichtigte Publikation für einige Zeit zu sich ans Museum zu holen.<sup>20</sup> Da der Fundtransport auf den 3.12.1913 terminiert wurde<sup>21</sup>, konnte er auch die Firma WMF terminlich unter Druck setzen. Die Zusage, die Funde nun auch wirklich abformen zu wollen, erfolgte dann auch sehr schnell am 8.12.1913, wobei einige von Schuchhardt bzw. den Königlichen Museen dann auch akzeptierte Bedingungen formuliert wurden, die das finanzielle Risiko der Firma mindern sollten: „Das Kgl. Museum für Völkerkunde gestattet der Württembergischen Metallwarenfabrik die zu dem Eberswalder Goldfund gehörigen Stücke, soweit die Württembergische Metallwarenfabrik ein Interesse daran hat, behufs Anfertigung von galvanoplastischen Nachbildungen abzuformen und die letzteren in den Handel zu bringen. Die Württembergische Metallwarenfabrik zahlt hierfür dem Kgl. Museum für Völkerkunde eine Vergütung von M. 1000.- -, zahlbar sobald die von unserem Former abgenommenen Gipsabgüsse in unserem Besitz sind. Bedingung ist, dass die von der Württembergischen Metallwarenfabrik ausgewählten Stücke keiner anderen Firma zur gewerbsmässigen Nachbildung überlassen werden.“

Das Kgl. Museum für Völkerkunde verpflichtet sich, im Laufe der nächsten 2 Jahre für mindestens M. 1000.- -. Nachbildungen von Mykenischen Altertümern von uns zu beziehen.“<sup>22</sup>

So wurde die Abformung der Schalen schließlich in der Zeit zwischen dem 15. und 24.12.1913<sup>23</sup> bewerkstelligt, und Schuchhardt konnte dem Oberbarnimer Geschichtsverein die Galvanoplastiken „schmackhaft“ machen, da „sich Nachbildungen der Eberswalder Goldsachen durch das Mainzer Museum, das solche Arbeiten in Gips herstellt, keineswegs empfehlen. Dagegen hat die Württembergische Metallwarenfabrik auf eine seitens Seiner Majestät des Kaisers dem Herrn Aron Hirsch erteilte Genehmigung jetzt Abformungen aller wichtigen Stücke gemacht und wird schöne Metallnachbildungen in der

nächsten Zeit in den Handel bringen. Herr Aron Hirsch hat sich mehrere Serien dieser Nachbildungen zu einem Vorzugspreise reserviert. Es würde für den Oberbarnimer Geschichtsverein empfehlenswert sein, wenn sich derselbe an Herrn Aron Hirsch mit der Bitte um Schenkung einer solchen Serie wenden würde.“<sup>24</sup>

Da der gesamte Eberswalder Schatzfund im Zuge von Schuchhardts Publikationsvorhaben am 3.12.1913 an das Museum geholt wurde und dieses bis zur Abdankung des Deutschen Kaiser und seiner Ausreise ins holländische Exil auch nicht mehr verlassen sollte, bestand für das Museum anscheinend keine Notwendigkeit, auch für den eigenen Bestand eine Serie der nachgebildeten Schalen zu erwerben. Dies sollte sich schließlich nach dem Zweiten Weltkrieg als äußerst nachteilig erweisen.

#### *Nach dem Zweiten Weltkrieg*

Während man sich im Osten der geteilten Stadt erst mit der 1958 erfolgten Rückgabe von kriegsbedingt verlagerten Beständen durch die Sowjetunion wieder an die Pflege einer vor- und frühgeschichtlichen Sammlung (Museum für Ur- und Frühgeschichte) machen konnte, war im Westteil Berlins schon unmittelbar nach dem Krieg der Wiederaufbau und die Neustrukturierung des Museums für Vor- und Frühgeschichte möglich.<sup>25</sup> Grundlage waren im Wesentlichen die aus dem zerstörten Martin-Gropius-Bau geretteten Sammlungsbestände, vom Märkischen Museum übernommene vorgeschichtliche Sammlungsteile sowie die 1955 aus den von den Westalliierten besetzten Gebieten zurückgeführten ausgelagerten Bestände. Aus diesem Sammlungsgrundstock konnte die erste Dauerausstellung des Museums für Vor- und Frühgeschichte nach dem Krieg im ehemaligen Völkerkundemuseum in der Stresemannstraße konzipiert werden. Im Mai 1955 eröffnet, musste die Ausstellung jedoch schon im November 1956 wegen Baufälligkeit des Gebäudes aus Sicherheitsgründen wieder geschlossen werden. Ein neuer Standort wurde schließlich im Langhansbau des Charlottenburger Schlosses gefunden, wo die Schausammlung des

19 SMB-SPK/MVF, IXd 1/263, 1896/13 (Schreiben Schuchhardts an WMF vom 29.11.1913).

20 SMB-SPK/MVF, IXd 1/263, 1514/13(1).

21 Vgl. SMB-SPK/MVF, IXd 1/263, 1514/13(4).

22 SMB-SPK/MVF, IXd 1/263, E 1896/13.

23 SMB-SPK/MVF, IXd 1/263, 1514/13(1).

24 SMB-SPK/MVF, IXd 1/263, 1887/13 (Antwortschreiben

durch Generaldirektor Bode an den Oberbarnimer Geschichtsverein vom 31.12.1913).

25 Vgl. M. NAWROTH, Aus Trümmern erstanden: Der Neuanfang im Westteil der Stadt (1945–1963). In: MENGHIN 2004/05, 199ff. – I. GRIESA, Das Museum für Ur- und Frühgeschichte auf der Museumsinsel 1963–1992. In: MENGHIN 2004/05, 237ff.



Abb. 6 Das originale Fundgefäß aus Keramik des Hortfundes von Eberswalde mit den Ende der 1960er/Anfang der 1970er Jahre bei der Berliner Firma R.E. Müller sowie in der Werkstatt des Museums für Vor- und Frühgeschichte angefertigten Kopien der Goldfunde. Foto: Museum für Vor- und Frühgeschichte, Staatliche Museen zu Berlin, J. Liepe.

Museums bis April 2009 untergebracht war. Am Anfang des Ausstellungsbetriebes standen Sonderausstellungen, die meist einen ausschnittshaften Einblick in die eigenen Bestände boten. Die Planungen für eine neue Dauerausstellung im Langhansbau gingen aufgrund finanzieller Gegebenheiten nur schleppend und schrittweise voran. So war erst 1967 der Ausstellungssaal zur Steinzeit fertiggestellt.<sup>26</sup>

Gerade hinsichtlich des neu auflebenden Ausstellungsbetriebes machte sich das Fehlen der verloren geglaubten hochrangigsten Exponate des Museums – darunter der bronzezeitliche Goldschatz von Eberswalde – natürlich schmerzlich bemerkbar. Diese Verluste sollten nun durch Kopien kompensiert werden. Da das Museum keine der 1913/14 von WMF hergestellten Galvanoplastiken besaß, stand man nun vor dem Problem, an geeignete Repliken zu kommen.

Einen konkreten Anlass hierfür bot die von Juli 1961 bis September 1963 in Charlottenburg gezeigte Ausstellung „Kunst im Handwerk früher Völker“, die die Glanzlichter des eigenen Sammlungsbestandes zum Gegenstand hatte. Naheliegend wäre es natürlich gewesen, auf die galvanoplastischen Original-

abformungen von WMF zurückzugreifen. So wandte sich Adriaan von Müller 1961 – damals Kustos am Museum für Vor- und Frühgeschichte, ab 1967 dessen Direktor – an die Firma WMF, um in Erfahrung zu bringen, „ob Sie vor dem Kriege Nachgüsse der Goldgefäße aus Troja und der Goldgefäße aus dem Goldfund von Eberswalde hergestellt haben, bzw. ob diese Nachgüsse noch vorhanden sind“ oder „ob diese Stücke von Ihnen hergestellt werden können“.<sup>27</sup> Da WMF derartige kunstgewerbliche Nachbildungen jedoch seit geraumer Zeit nicht mehr anfertigte und die Antwort dementsprechend negativ ausfiel<sup>28</sup>, musste eine andere Lösung gefunden werden. So wurde noch 1961 in der Werkstatt des Museums eine vergoldete Silbernachbildung einer der Eberswalder Goldschalen angefertigt, die dann auch in der Sonderausstellung gezeigt wurde.<sup>29</sup>

Da das Museum gute Kontakte zum Hamburgischen Museum für Völkerkunde und Vorgeschichte unterhielt, schien dann aber doch noch die Möglichkeit zu bestehen, an einen Originalsatz von galvanoplastischen WMF-Nachbildungen der Schalen zu kommen. So hatte das Hamburger Museum noch vor dem Krieg zwei Replikensätze von WMF erworben. Da nur einer davon in der Schausammlung ausgestellt war, kam man überein, den zweiten Satz dem Berliner Museum im Tausch zu überlassen.<sup>30</sup> Nach internen Recherchen musste Hans Jürgen Eggers, Kustos am Hamburger Museum, jedoch feststellen, dass dieses zweite Kopienensemble zwar tatsächlich im Inventarkatalog verzeichnet war, da jedoch „die Nummer nicht angekreuzt war, wie bei allen anderen ausgepackten Stücken, muss damit gerechnet werden, dass die 2. Serie irgendwann in Kriegs- oder Nachkriegszeit verloren gegangen ist. Mein Direktor ist bereit, Ihnen unsere Serie der Goldschalen zwecks Anfertigung neuer Galvanos leihweise zur Verfügung zu stellen. Er will diesen unterdessen aber unersetzlich gewordenen Fund nicht aber einfach der Post anvertrauen und ist nur mit der Ausleihe einverstanden, wenn ich persönlich die Schalen überbringe, und zwar, um die Kontrolle der Volkspolizei zu umgehen, mit dem Flugzeug. Ich würde also dafür 80.– DM für den Flug und 20.– DM für sonstige

26 Vgl. NEUMAYER 2004/05, 216ff.

27 SMB-SPK/MVF, D2-1961 (Schreiben A. von Müllers an WMF vom 8.3.1961).

28 Ebd. (Schreiben der Fa. WMF an A. von Müller vom 24.3.1961).

29 A. v. MÜLLER/W. NAGEL, Kunst im Handwerk früher Völker.

Kat. Ausstellung Berlin (Schloss Charlottenburg, Langhansbau) 1961–1963 (Berlin 1961), 33 Nr. 129 (ohne Abb.; das Stück hier irrtümlich als Inv.-Nr. VIIa 678 benannt; diese Inv.-Nr. wurde laut Inventarverzeichnis jedoch gar nicht vergeben). – Vgl. Inv.-Karte MVF, VIIa 866 (mit Abb.).

30 Vgl. auch NEUMAYER 2004/05, 217f.



Abb. 7 Firmenstempel der galvanoplastischen Kunstanstalt der Württembergischen Metallwarenfabrik in Geislingen an der Steige (WMF) am Rand einer der ursprünglich aus dem Bestand des Leipziger Völkerkundemuseums stammenden, 1995 vom Museum für Vor- und Frühgeschichte aus dem Bestand des Museums für Deutsche Geschichte in Ost-Berlin übernommenen Schalenkopien. Foto: Museum für Vor- und Frühgeschichte, Staatliche Museen zu Berlin, C. Klein.

*Unkosten benötigen.*<sup>31</sup> Da eine Kostenübernahme für diese „Kurierreise“ seitens der Staatlichen Museen jedoch nicht zu bewerkstelligen war<sup>32</sup>, musste nach einer anderen Lösung für die Überbringung der Schalen gefunden werden. Daher schlug Eggers die Verbindung mit einer auf zwei Tage veranschlagten Recherchereise an das Ost-Berliner Museum für Ur- und Frühgeschichte vor, „zwecks Aufnahme der alten Berliner Kataloge. [...] Ich [...] könnte bei dieser Gelegenheit auch gleich die Goldgefäße mit-

bringen“.<sup>33</sup> Derartige Recherchen in den originalen Inventarkatalogen, die sich am Ostberliner Museum befanden und für die Mitarbeiter des West-Museums nicht zugänglich waren<sup>34</sup>, waren schon früher im Rahmen von Werkverträgen organisiert und seitens der Museumsverwaltung finanziert worden. So wurde schließlich am 20.1.1969 ein Werkvertrag mit Eggers abgeschlossen, der die „Vervollständigung der Kopie des wissenschaftlichen Kataloges des Museums für Vor- und Frühgeschichte mit allen im Urkatalog enthaltenen Hinweisen auf die Erwerbungsakten“ zum Gegenstand hatte,<sup>35</sup> und damit verbunden der Hamburger Kopsatz am Museum für Vor- und Frühgeschichte abgeliefert, dessen Übergabe am 22.1.1969 quittiert wurde.<sup>36</sup>

Nachdem die Hamburger Nachbildungen endlich am Hause waren, konnten nun auch die Abformungen in Angriff genommen werden. Dazu wandte man sich zunächst an die Gipsformerei der Staatlichen Museen.<sup>37</sup> Offenbar war am Museum zu dieser Zeit nicht mehr bekannt, dass die Gipsformerei bereits 1933 oder kurz vorher – noch immer vorhandene – Formen von den originalen Goldschalen angefertigt hatte, auf die man hätte zurückgreifen können.<sup>38</sup> Eine Zusammenarbeit kam jedoch, trotz der vorhandenen Originalabformungen, nicht zustande, vielleicht, weil man sich im Museum auf Galvanoplastiken kapriziert hatte, welche die Gipsformerei nicht im Programm hatte.

Schließlich wurden die Goldschalen dann auf Basis der Hamburger Kopien von der Berliner Firma R.E. Müller galvanoplastisch nachgebildet. Die Rückgabe der Hamburger Kopien erfolgte am 18.11.1969.<sup>39</sup>

31 SMB-SPK/MVF, D2-1968 (Schreiben von H.J. Eggers an A. von Müller vom 9.12.1968).

32 Ebd. (Schreiben A. von Müllers an H.J.Eggers vom 12.12.1968).

33 Ebd. (Schreiben H.J. Eggers an A. von Müller vom 19.12.1968).

34 Die Inventarkataloge des Museums waren seit Kriegsende verschwunden. Ursprünglich in die Sowjetunion verbracht, wurden sie 1958 an das Ost-Berliner Museum für Ur- und Frühgeschichte zurückgegeben. Da ein direkter Kontakt zwischen den Wissenschaftlern des Ost- und Westberliner Museums von Seiten der DDR nicht erlaubt war, waren diese für das West-Berliner Museum für Vor- und Frühgeschichte unzugänglich. Im West-Berliner Museum versuchte man zunächst aus den noch am Hause befindlichen Erwerbungsakten ein Inventarverzeichnis zu rekonstruieren. Recherchen in den im Ostteil der Stadt befindlichen Originalinventarkatalogen waren nur über westdeutsche Kollegen möglich, denen in der Regel Zutritt gewährt wurde. Dies erfolgte u.a. im Rahmen von Werkverträgen des

Westmuseums. Erst 1972 gelangten noch während des Krieges angefertigte Verfilmungen der Inventarbücher zurück in den Besitz des Museums für Vor- und Frühgeschichte. Dazu ausführlich NEUMAYER 2004/05, 218ff.

35 SMB-SPK/MVF, K6c, MVF0000/01847.

36 SMB-SPK/MVF, D2-1968 (von Kustos G. Mahr unterzeichnete Übergabequittung an das MVF vom 22.1.1969).

37 SMB-SPK/MVF, D2-1968 (Schreiben A. von Müllers an die Gipsformerei vom 5.2.1969).

38 Da Gipsabgüsse der Eberswalder Gefäße erstmals in einem Produktkatalog aus dem Jahr 2000 aufgeführt sind (B. WANZEK [Bearb.], Gipsformerei, Staatliche Museen zu Berlin. Katalog der Originalabgüsse 12: Ur- und Frühgeschichte, Troja [Berlin 2000], 20f. Nr. 3174; 3174,A–G), dürften sie vorher aber nie angeboten worden sein. Freundl. Auskunft durch Roland Wilhelm, Gipsformerei, Staatliche Museen zu Berlin.

39 SMB-SPK/MVF, D2-1968 (Lieferschein mit Rückgabequittierung der Hamburger Kopien).



Um den Eberswalder Fundkomplex zusammen mit dem originalen Keramikgefäß, das immer in West-Berlin geblieben war, in seiner Gesamtheit präsentieren zu können (Abb. 6), wurden Anfang der 1970er Jahre schließlich auch die kleinteiligen, komplizierten „Beifunde“ nachgebildet. Da hierfür keine plastischen Vorlagen zur Verfügung standen, wurden diese von dem am Museum für Vor- und Frühgeschichte tätigen Restaurator Max Zimmermann nach den vorhandenen Abbildungen frei in Metall nachgeformt.

1995 kam schließlich noch ein unvollständiger originaler WMF-Schalensatz an das Haus (Abb. 7), der ursprünglich 1921 vom Museum für Völkerkunde Leipzig für seine Urgeschichtssammlung angekauft wurde. Im Krieg zu weiten Teilen vernichtet, wurden deren Restbestände unter anderem an das in Ost-Berlin neu gegründete Museum für Deutsche Geschichte abgegeben und gelangten, nach dessen Auflösung im Zuge der Wiedervereinigung, schließlich an das Museum für Vor- und Frühgeschichte.<sup>40</sup> Insgesamt sind derzeit 16 Metallnachbildungen von Schalen im Museumsbestand nachweisbar, aus denen sich jedoch kein vollständiger, zusammengehörender Satz mehr bilden läßt. Über angebrachte Firmenstempel lassen sich jeweils sechs Schalen noch zweifelsfrei den Firmen Müller und WMF zuordnen. Verwechslungen und daraus resultierende Inventarisierungsfehler erfordern daher eine Revision der Stücke.

(AH)

### Herstellungstechnische Untersuchungen an den Goldfunden von Eberswalde

Die Erforschung der Technologie der bronzezeitlichen Goldobjekte Europas durch spezialisierte Restauratoren und Naturwissenschaftler konnte in den vergangenen 30 Jahren erhebliche Fortschritte erzielen. Bis dahin vorhandene Kenntnisse über prähistorische Goldschmiedepraktiken und Goldlegierungen wurden auch aufgrund von Neufunden mit ständig weiterentwickelter Gerätetechnik ergänzt und optimiert. Eine große Anzahl der europäischen Goldhorte, und hieraus vor allem die Goldblechgefäße, konnte bereits archäometrisch und archäotechnologisch mit dem Ziel untersucht werden, die

40 Dazu ausführlich: A. HOFFMANN, Die Vorgeschichtssammlung des ehemaligen Museums für Deutsche Geschichte und ihre Übernahme in das Museum für Vor- und Frühgeschichte. In: MENGHIN 2004/05, 333ff.

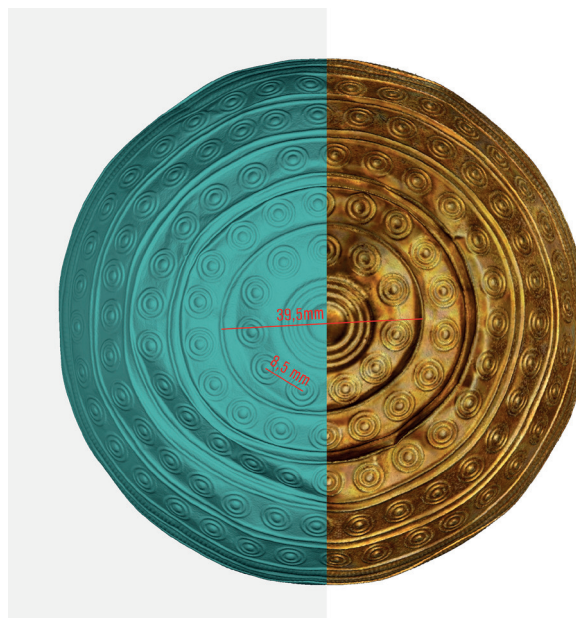


Abb. 8 Eberswalde, Inv.-Nr. If 16935/7 (Aar 262), Goldschale. Aufsicht Unterseite. Halbierte Fläche mit 3D-Erfassung in foto-realistischer Wiedergabe und mit Falschfarbenbelegung sowie zwei Messpunkten. Foto: M. Assig, Fa. Laserscan Berlin.

Materialzusammensetzung bis in die Spurenelemente hinein zu analysieren, um neben Qualität und Eigenschaften unter anderem die mögliche Herkunft des Goldes daraus abzuleiten und dadurch vielleicht Lagerstättenregionen und Handelswege aufzeigen zu können. Daneben ist die Aufarbeitung der goldschmiedetechnischen Verfahren und Werkzeuge für weitere Fragen, zum Beispiel nach interkommunikativen Zusammenhängen bzw. Parallelen oder isolierten handwerklichen Entwicklungen der von Eliten kontrollierten Werkstoffe und Werkstätten, von grundlegender Bedeutung. Dieses kontinuierlich wachsende technologische Wissen bietet von Zeit zu Zeit die Basis für archäologische Neubewertungen. Bei den komplexen Einzel- und Hortfunduntersuchungen muss allerdings immer wieder darauf hingewiesen werden, dass der Aufwand der herstellungstechnischen Beurteilung prähistorischer Goldobjekte gegenüber der analytischen Auswertung des Materials ungleich höher ist und dadurch (sehr viel) mehr Zeit und eine Vielzahl von (oftmals nicht erreichbarer) Mess- und Dokumentationstechnik in Anspruch nimmt. Auch ist der Abgleich der bronzezeitlichen Herstellungsverfahren mit modernen Goldschmiedetechniken und -werkzeugen nur begrenzt anwendbar.



1



2

Abb. 9 Eberswalde, Inv.-Nr. If 16935/2 (Aar 260), Goldschale. 1 Aufsicht Unterseite. Geschmiedetes Gefäß aus einer Legierung mit hohem Silbergehalt und mit rotbraunen bis schwarzen Verfärbungen auf der Oberfläche. 2 Detail, Unterseite. Reste von Nadelrissen (Vorzeichnung) auf den von innen heraus gepunzten Sternrippen und rötlich verfleckte Oberfläche, z.T. mit modernen Bürstenkratzen (oberer Bildrand). Fotos: H. Born (1); W.P. Tolstikow (2).



Die umfangreiche technologische Aufarbeitung der im Hort- oder Depotfund von Eberswalde vertretenen Goldobjekte (80 Positionen/Artefakte mit einem Gesamtgewicht von nahezu 2,6 kg) lässt sich innerhalb des hier vorgestellten interdisziplinären Projektes anhand weniger ausgesuchter Details fokussiert aufzeigen. Die spätere umfassende Darstellung kann, trotz eingeschränkter Möglichkeiten im Puschkin-Museum in Moskau (keine Dokumentation mit Digital- oder Rasterelektronenmikroskop; keine Mikro-CT-Untersuchung), neben der Betrachtung im Aufricht-Stereomikroskop und der makroskopischen Photographie, zusätzlich zumindest für die acht Goldgefäße auf eine lasergestützte 3D-Visualisierung (hieraus Vermessung und graphische Umsetzung) und begrenzt auch auf eine konventionelle Radiographie zurückgreifen (Abb. 8). Aktuelle Forschungen gleichen Defizite aus, und daher soll die angestrebte Publikation des Eberswalder Goldes die herstellungstechnisch relevanten Details der Gefäße nicht nur beschreiben, sondern anhand von neu orientiertem Bildmaterial verständlicher charakterisieren. Weiterhin werden durch Makrophotographien die außergewöhnlichen Herstellungstechniken der Drahtspiralen und Drahtwicklungen (Drahtbündel) im Eberswalder Schatzfund dargestellt, die in Menge und Gewicht den größten Anteil bilden. Ein weiterer Fokus liegt auf den unterschiedlichen Herstellungstechniken einer Ansammlung von Varia, die sich aus einem Barren, Barrenfragmenten, einem Gusskuchenfragment, einem tordierten Halsring, weiteren Ringfragmenten, bandförmigen Wicklungen und Drahtabschnitten zusammensetzen.

#### Die Goldgefäße

Die acht Goldgefäße von Eberswalde wurden in Moskau mikroskopisch untersucht. Die Schalen weisen, bis auf ihre Beschädigungen durch die Bodenlagerung, eine durchgehend gereinigte Goldoberfläche auf. Eines der acht Gefäße (Abb. 9,1) zeigt rotbraune bis schwarze Ablagerungen partiell verteilt und mit einer besonders hohen Konzentration unter dem ausgestellten Rand. Die Schale zeigt außerdem, aufgrund ihrer stark abweichenden Goldlegierung mit extrem hohem Silberanteil, eine weiß- bis hellgelbe Oberflächenfarbe. Der heutige Zustand der Gold-

Abb. 10 Eberswalde, Inv.-Nr. If 16935/5 (Aar 264), Goldschale. Detail, Unterseite. Mit einer von innen abgeschlagenen Winkelpunze zusammengesetzte horizontale Bänder (Pfeile). Foto: W.P. Tolstikow.

schalen geht auf eine laugen- oder säurebasierte Behandlung zurück, die möglicherweise bereits kurz nach der Auffindung des Schatzes in der Zeit des ersten Direktors des Chemischen Labors der Königlichen Museen zu Berlin, Friedrich Rathgen, vorgenommen wurde. Die Reinigung der Goldschalen könnte im Zusammenhang mit der Besichtigung des Fundes durch Kaiser Wilhelm II. am 23. Mai 1913 im Berliner Stadtschloss oder mit der Abformung der Schalen zur seriellen Herstellung von galvanischen Repliken Ende 1913 in Verbindung stehen.

Eine Vielzahl von technologischen Details wurde an den Eberswalder Goldschalen im Puschkín-Museum entdeckt und vor Ort diskutiert. Dazu gehören z.B. die vereinzelt erhaltenen Spuren von Vorzeichnungen durch Nadelrisse in der Goldoberfläche (Abb. 9,2), die der prähistorische Toreut zur Orientierung seiner Treiarbeit auf dem rund zugeschnittenen Goldblech anlegte, oder die Beurteilung von negativen und positiven Punzwerkzeugen und deren Einsatz zur Verzierung der Gefäße von innen und außen. Viele dieser Beobachtungen können aufgrund der bereits vorhandenen Kenntnisse prähistorischer Goldschmiedetechniken bestätigt, ergänzt oder sogar neu beurteilt werden. Vor allem die verwendeten, meist aus Bronze gegossenen oder geschmiedeten Negativ- und Positivstempel, die aus Werkzeughornten schon vielfach bekannt sind und von denen einige Muster angeblich kosmische Piktogramme mit möglicherweise kalendarischen Informationen darstellen, variieren auf den spätbronzezeitlichen Goldobjekten (ebenso auf zeitgleichen Bronzeblecharbeiten) einerseits stark in ihren Größenverhältnissen, andererseits sind ihre einfachen geometrischen Grundformen wie aus einem Musterbuch jeweils übersichtlich vertreten. Diese beinhalten, neben den üblichen Ziselierstiften (Punzen) für die Ausführung von Linien und Rippen, verschieden große Punkte bzw. Buckel, einfache Ringe, mehrkreisig eingerahmte Buckel (sog. Kreisbuckel), Kordel- und Winkelbänder (Abb. 10) sowie gelegentlich Rauten und Halbmonde (z.B. am Berliner Goldhut) oder sogar Tiermuster (z.B. am Goldgefäß aus Werder). Darüber hinaus finden sich in diesen Werkzeughornten auch kleine aus Bronze gegossene Ambosse mit oder ohne Vertiefungen (Profilrillen), Bronzeplatten mit Profil-, Sicken- oder Anken-Funktion sowie, bisher einmalig vertreten, sehr kleine Hammerköpfe aus Bronze. Die Anwendung einer Vielzahl dieser Werkzeuge spiegelt sich in den Eberswalder Goldfunden wider.



Abb. 11 Eberswalde, Inv.-Nr. If 16935/60 (Aar 320), Drahtwicklung. Detail. Golddraht mit anhaftenden Sandkörnern. Foto: W.P. Tolstikow.



Abb. 12 Eberswalde, Inv.-Nr. If 16935/46 (Aar 318), Spiralen. Detail. Zwei mit dünnerem Golddraht zusammengebundene Spiralen mit verzierten Enden. Foto: W.P. Tolstikow.

#### *Drahtspiralen und Drahtwicklungen*

Die große Anzahl von Drahtspiralen und Drahtwicklungen im Hortfund befinden sich im originalen Auffindungszustand, das heißt, es hat eine oberflächliche Reinigung mit Wasser und Seife oder ähnlichem stattgefunden, jedoch keine chemischen Eingriffe, wie sie offensichtlich an den Goldschalen ausgeführt wurden. Im Mikroskop erkennt man an vielen intakten und kaum deformierten sowie an den intentionell verbogenen oder oftmals zu Bündeln verschnürten Goldspiralen glasige Anhaftungen von winzigen Sandkörnchen und weiße Ablagerungen (Abb. 11). Die noch federnden Spiralen sind nicht nur unterschiedlich lang, sondern im Durchmesser auch unterschiedlich groß und dadurch unterschiedlich schwer; ihr dünner und nahtloser, parallel zweiläufiger Draht sowie ihre jeweils zwei gerundeten und unterschiedlich verzierten oder glatten Endungen zeigen viele gemeinsame herstellungstechnische Details, die als Serienproduktion einer Werkstatt gewertet werden können (Abb. 12).

#### *Varia*

Von den unter Varia zusammengefassten Gegenständen im Hortfund von Eberswalde soll hier stellvertretend einer von drei (einer nur noch als Fragment erhalten) tordierten Halsringen aufgezeigt werden, der intentionell zu einer Schnecke umgestaltet wur-



Abb. 13 Eberswalde, Inv.-Nr. If 16935/11 (Aar 269), tordierter Halsring. 1 Zu einer Schnecke zusammengerollter Halsring mit begradigten Enden. 2 Detail. Stressmerkmale (Risse) im Gold innerhalb der Torsion. Fotos: W.P. Tolstikow.

de (Abb. 13,1). Bei seiner offensichtlich kalten Umformung, der Zusammenrollung bzw. zweckbestimmten Zerstörung des Schmuckstückes, wurde das Gold erheblich gestresst, was sich durch zahllose Rissbildungen in seiner Oberfläche deutlich wiederfindet (Abb. 13,2).

(HB)

#### Die Analyse der Goldobjekte

Die chemische Zusammensetzung der Goldobjekte der Hortfunde von Eberswalde und Sonnewalde wurde völlig zerstörungsfrei mittels energiedispersiver Röntgenfluoreszenzspektrometrie bestimmt. Das Prinzip dieses Analyseverfahrens beruht auf der Bestrahlung von Materie mit Röntgenstrahlung (Primärstrahlung), um die Elemente des Untersuchungsgegenstandes zur Aussendung von Röntgeneigenstrahlung (Sekundärstrahlung) anzuregen. Durch die Primärröntgenstrahlung werden Elektronen aus den inneren Schalen der Atomhülle emittiert und die so entstandenen Leerstellen mit Hüllenelektronen äußerer Schalen besetzt. Die Energiedifferenz zwischen den Schalen wird beim Übergang der Elektronen als sekundäre Röntgenstrahlung ausgesendet, deren Energiebetrag für jedes Element spezifisch ist. Durch Messung der Energiebeträge ist so eine qualitative und durch Erfassung der Intensitäten im Abgleich mit Standardproben bekannter Zusammensetzung auch eine quantitative Analyse möglich.

Verwendet wurde das tragbare Handspektrometer Niton XL-3 Hybrid des Herstellers Thermo Scientific (Abb. 14). Das Spektrometer ist mit einer Miniatur-Röntgenröhre mit Silberanode ausgestattet. Die Anregungsspannung betrug 50 kV. Auf der Probe wurde eine Fläche mit einem Durchmesser von ca. 8 mm bestrahlt. Bei kleineren Objekten wurde diese Fläche durch eine Blende auf ca. 3 mm verkleinert. Die vom Objekt emittierte charakteristische Strahlung wird mit einem Silizium-Drift-Detektor erfasst. Die Analysen wurden mittels eines für die Analyse alter Metalle angepassten Software-Moduls (Electronics-Programm) durchgeführt. Dabei können aber nur die Hauptbestandteile bis zu einem Gehalt von etwa 0,1 % erfasst werden und es wird nur die Oberfläche bis zu einer Tiefe von ca. 0,01 mm analysiert. Bei Goldfunden ist die Oberfläche in der Regel aber repräsentativ für die Gesamtzusammensetzung, außer bei vergoldeten Objekten.

Das Ziel dieser Analysen war zunächst die Bestimmung der Legierungszusammensetzung, aber es sollte auch geklärt werden, ob es sich um eine einzige oder mehrere verschiedene Legierungen handelt. Die weitergehende Fragestellung ist mit der Herkunft des Rohgoldes verbunden, für die im Prinzip einerseits Vergleichsdaten aus natürlichen Vorkommen verwendet werden können und andererseits die Verbreitung archäologischer Funde ähnlicher Zusammensetzung. Aussagekräftiger sind aber Spurenelementanalysen, die noch in Arbeit sind.



Abb. 14 Zerstörungsfreie Analyse einer der Goldschalen aus dem Hortfund von Eberswalde mit einem Röntgenfluoreszenzgerät im Staatlichen Museum für Bildende Künste A.S. Puschkin Moskau. Foto: E. Pernicka.

Zunächst ist festzustellen, dass die beiden Hortfunde von Eberswalde und Sonnewalde jeweils recht einheitliche Zusammensetzungen aufweisen, die sich aber besonders im Kupfer- und Zinngehalt unterscheiden. Während die Silbergehalte mit Medianwerten von 15,9 bzw. 13,5 % für Eberswalde bzw. Sonnewalde in beiden Hortfunden ähnlich sind, unterscheiden sie sich in ihrer Verteilung (Abb. 15) und besonders bei den Kupfergehalten mit Medianen von 1,72 bzw. 0,85 % deutlich. Besonders auffällig ist die unterschiedliche Streuung der Kupferwerte in Eberswalde im Vergleich zu Sonnewalde (Abb. 16). Da auch die Zinngehalte unterschiedlich sind, mit einem Median von 0,27 % für Eberswalde mit Gehalten bis zu 1,87 % und einem Median von 0,09 % für Sonnewalde, wurden die Objekte beider Hortfunde sicher nicht von derselben Goldcharge hergestellt. Ob das Gold aus unterschiedlichen Vorkommen stammt ist schwer zu entscheiden. Hier sprechen das ungleichartige Verteilungsmuster der Silber- und Kupfergehalte in beiden Horten eher dagegen. Das Vorkommen von Zinn zeigt aber für beide Horten die Verwendung von Flussgold an. Beim Hortfund von Eberswalde scheint Kupfer in das Gold gelangt zu sein, wobei unklar bleiben muss, ob absichtlich oder unabsichtlich. Denn es ist kein einheitliches „Legierungskonzept“ festzustellen.

Naturgold enthält in der Regel nur sehr wenig Kupfer, meist weniger als 0,1 %.<sup>41</sup> Dagegen findet man in den meisten archäologischen Goldartefakten höhere Kupfergehalte von bis zu einigen Prozent. Diese müssen nicht unbedingt als absichtliche Zugabe in-

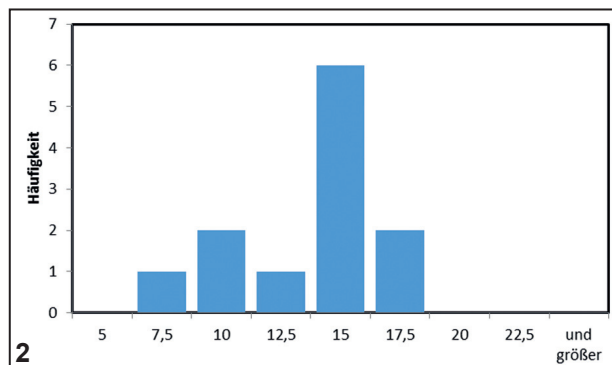
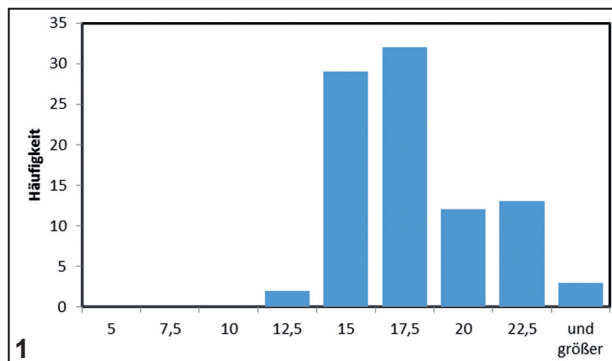


Abb. 15 Histogramme der Silbergehalte in den Hortfunden von Eberswalde (1) und Sonnewalde (2). Graphik: E. Pernicka.

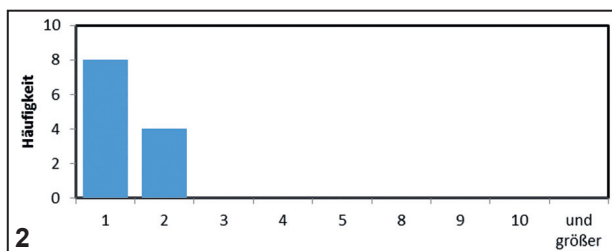
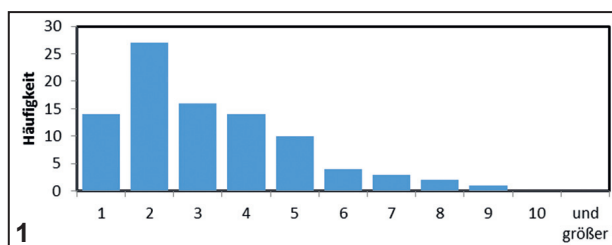


Abb. 16 Histogramme der Kupfergehalte in den Hortfunden von Eberswalde (1) und Sonnewalde (2). Graphik: E. Pernicka.

41 Etwa S. SCHLOSSER/R. KOVACS/E. PERNICKA/D. GÜNTHER/M. TELLENBACH, Fingerprints in gold. In: M. REINDEL/G. WAGNER (eds.), *New Technologies for Archaeology: Multidisciplinary Investigations in Palpa and Nasca, Peru* (Heidelberg 2009), 409ff.

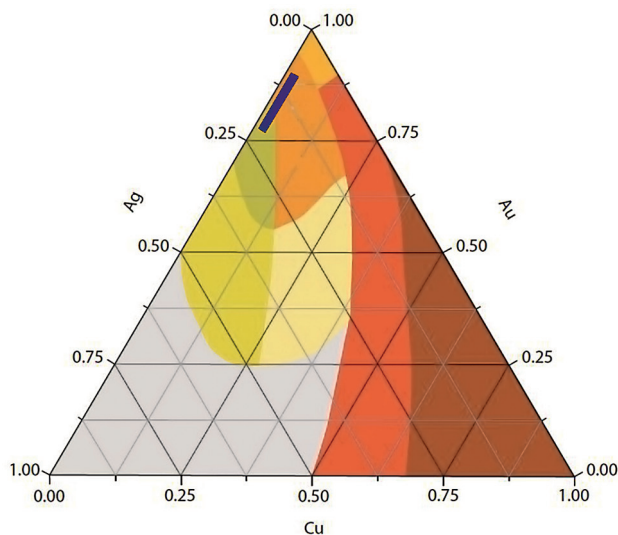


Abb. 17 Farben im System Au-Ag-Cu nach CRETU/VAN DER LINGEN 1999. Die Zusammensetzung der Objekte von Eberswalde ist in dem dunkelblauen Rechteck eingetragen.

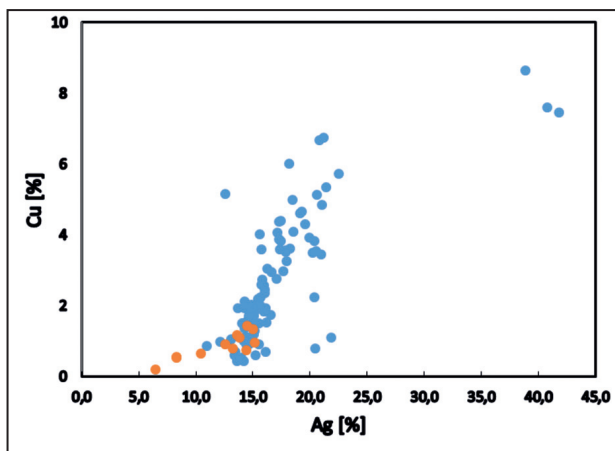


Abb. 18 Diagramm der Silber- und Kupferkonzentrationen in den Hortfunden von Eberswalde und Sonnenwalde. Graphik: E. Pernicka.

terpretiert werden. Es kann sich auch um Kupfererze handeln, die z.B. beim Waschen zusammen mit dem Gold angereichert wurden, weil auch sie ein höheres spezifisches Gewicht haben als die Silikate. Beim Schmelzen würde dann das Kupfer reduziert werden und kann so in das Gold gelangen. Eine andere Möglichkeit wäre die Verunreinigung beim Herstellungsprozess der Objekte, z.B. durch Gusstiegel, die für verschiedene Metalle verwendet werden. Aber natürlich ist auch eine absichtliche Legierung denkbar. Bereits geringe Zusätze von Kupfer erhöhen

die Härte von Gold und Gold-Silber-Legierungen deutlich.<sup>42</sup> Dies könnte bei Gebrauchsgegenständen durchaus erwünscht und der Effekt bereits prähistorischen Goldschmieden bekannt gewesen sein. Eine weitere Motivation könnte die Farbanpassung sein. Silberhaltiges Kupfer ist blassgelb. Durch Zugabe von Kupfer kann die Farbe des Metalls wieder der warmen Goldfarbe näher gebracht werden. Allerdings reichen die wenigen Prozent Kupfer, die im Hortfund von Eberswalde gefunden wurden, nicht, um die Farbe des Metalls wesentlich zu verändern (Abb. 17).<sup>43</sup> Dennoch scheint zumindest die Absicht dazu vorhanden gewesen zu sein, wie sich anhand der Korrelation von Silber und Kupfer im Hortfund von Eberswalde andeutet (Abb. 18). Selbst im Hortfund von Sonnenwalde liegt eine Korrelation vor, obwohl die geringen Kupfergehalte ganz sicher keine Farbänderung herbeiführen können.

Wie anhand dieses Diagramms besonders leicht festzustellen ist, weicht eine Schale (If 16935/2 bzw. Aar 260, die Schale wurde an drei verschiedenen Stellen analysiert) in ihrer Zusammensetzung deutlich ab. Es ist auch das Objekt mit dem höchsten Kupfergehalt, der sicher absichtlich zugesetzt wurde. Insofern dürfte tatsächlich die Farbgebung des Metalls eine wichtigere Rolle gespielt haben als die mechanische Eigenschaft der Härte der Legierung. Als Überraschung hat sich herausgestellt, dass ein als Barrenfragment angesprochenes Objekt (If 16935/82 bzw. Aar 283) gar nicht aus Gold, sondern aus Messing besteht. Es handelt sich offensichtlich um eine Intrusion aus dem Messingwerk bei der Bergung des Fundes.

Nach dieser internen Materialklassifikation der beiden Hortfunde erscheint es angebracht, ihre chemische Zusammensetzung mit anderen prähistorischen Goldfunden zu vergleichen, um die Datierung und vor allem die Herkunft des Goldes zu diskutieren. Leider sind beide Fragestellungen ausgesprochen schwierig zu beantworten, aber es kann wenigstens die Konsistenz der Datierung bei Übereinstimmung mit Goldfunden aus gut datierten Kontexten geprüft werden. Die größte Anzahl von Analysen prähistori-

42 A.S. McDONALD/G.H. SISTARE, The metallurgy of some carat gold jewellery alloys. *Gold Bulletin* 11, 1978, 66ff. – C.W. CORTI, Metallurgy of microalloyed 24 carat golds. *Gold Bulletin* 32, 1999, 39ff.

43 CRETU/VAN DER LINGEN 1999.



Abb. 19 Die untersuchten Objekte aus dem Hortfund von Dieskau. Foto: E. Pernicka.



Abb. 20 Der Dolch von Montwy/Hohensalza (Polen). Foto: E. Pernicka.

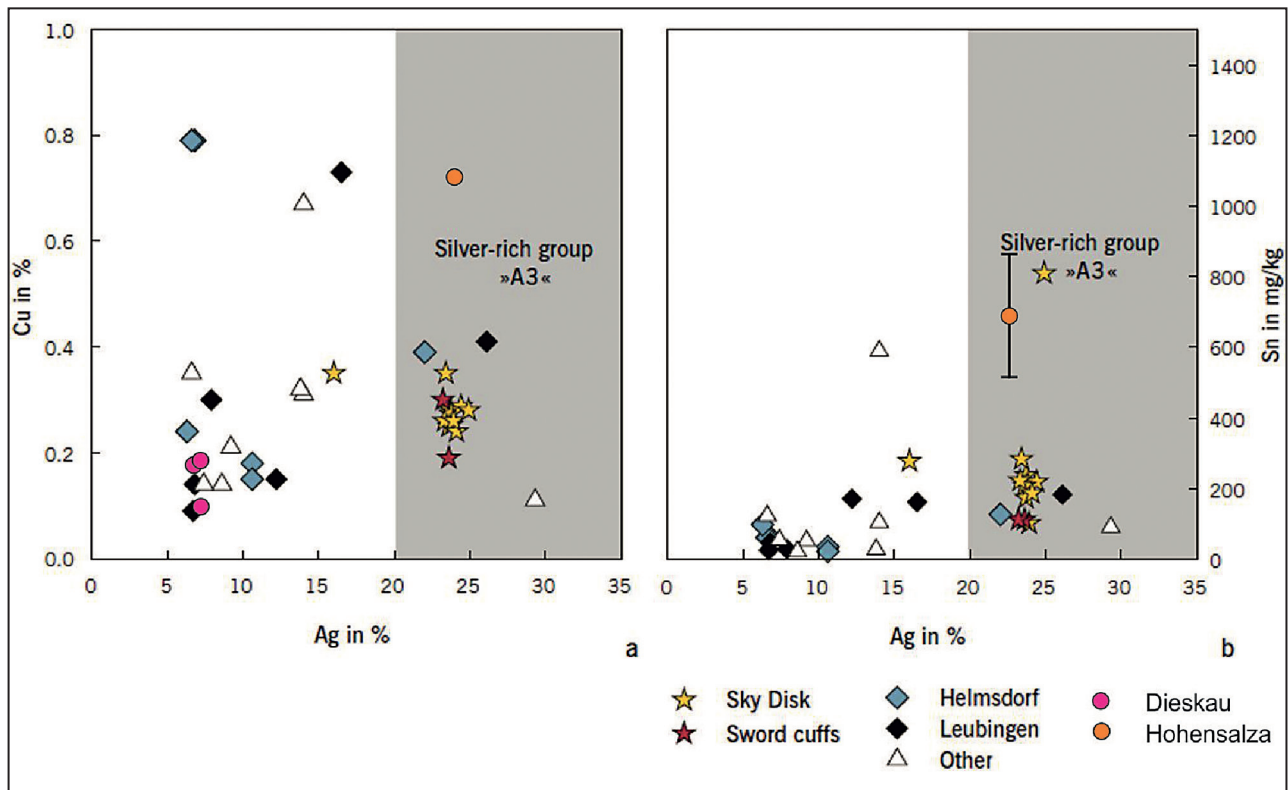


Abb. 21 Chemische Zusammensetzung des Goldes der Hortfunde von Leubingen, Helmsdorf und Nebra (LOCKHOFF/PERNICKA 2014) im Vergleich mit den Analysen der Funde von Dieskau und Hohensalza. Der Zinngehalt im Dolch von Montwy/Hohensalza war nur sehr unpräzise bestimmbar. Graphik: E. Pernicka.

scher Goldfunde hat Axel Hartmann veröffentlicht.<sup>44</sup> Anhand dieser Daten kann man das Gold von Eberswalde mit Ausnahme der Schale If 16935/2 bzw. Aar 260 Hartmanns Materialgruppe N bzw. NC (NC bedeutet Materialgruppe N mit Kupferzuschlag) zuzuordnen, die vorrangig in der späten Bronzezeit Irlands (NC) und in der Urnenfelder- und Hallstattzeit

in Mitteleuropa und dem Donauraum (N/NC) verbreitet ist.<sup>45</sup> Dazu passt sehr gut, dass auch Hartmann regelhaft ca. 0,2 % Zinn in dieser Goldsorte findet. In seiner Publikation von 1982 hat er diese Material-

44 HARTMANN 1970. – DERS. 1982.

45 HARTMANN 1970, Diagramm 21.

gruppe auch gehäuft in Dänemark und weniger oft, aber weit verbreitet auf der Iberischen Halbinsel gefunden.<sup>46</sup> Dort tauchen auch gelegentlich Goldfunde mit extrem hohen Silbergehalten wie in der Schale If 16935/2 bzw. Aar 260 auf. Bezüglich der Datierung ist es immerhin bemerkenswert, dass Hartmann zu dem Schluss kommt, dass die systematische Zulegierung von Kupfer erst in der Urnenfelderzeit beginnt, womit auch zumindest für Eberswalde ein *Terminus post quem* gegeben sein dürfte.

Demgegenüber entspricht der Hortfund von Sonnewalde eher Hartmans Materialgruppe M bzw. MC, die eine ähnliche Verbreitung in Raum und Zeit wie N/NC aufweist. Eine Diskussionsmöglichkeit zur möglichen Herkunft des Goldes ist aber einer späteren Publikation vorbehalten, wenn auch die Spurenelementmuster der Goldobjekte zur Verfügung stehen. Zusätzlich zu diesen beiden Fundkomplexen wurden vier frühbronzezeitliche Goldfunde analysiert, drei aus dem Hortfund von Dieskau (Abb. 19) und ein Dolch von Hohensalza (Abb. 20). Hier stand die Frage im Vordergrund, ob diese Funde mit anderen aus den so genannten „Fürstengräbern“ von Leubingen und Helmsdorf und dem Hortfund von Nebra in Sachsen-Anhalt in Verbindung zu bringen sind.<sup>47</sup> Denn es wurde bereits festgestellt, dass die Goldobjekte von diesen Fundorten in zwei Gruppen mit unterschiedlich hohem Silbergehalt eingeteilt werden können<sup>48</sup>, wobei die Lockenringe eine Untergruppe mit ca. 6 % Silber bilden. Nun stellt sich heraus, dass die Objekte aus dem Hortfund von Dieskau, der vielleicht ursprünglich aus 13 Goldobjekten bestand<sup>49</sup>, in ihrer chemischen Zusammensetzung der Hauptbestandteile ziemlich genau dieser Untergruppe entsprechen. Es wurde auch kein Zinn festgestellt, was bei dieser Methode bedeutet, dass der Zinngehalt deutlich unter 0,05 % liegt und damit ebenfalls mit den Lockenringen von Leubingen und Helms-

dorf übereinstimmt (Abb. 21). Dagegen ist die Zusammensetzung des Dolches und auch der Niete von Montwy/Hohensalza den Goldauflagen auf der Himmelsscheibe von Nebra ähnlich und unterscheidet sich nur durch einen etwas höheren Kupfergehalt. (EP)

### Probennahme mittels Laserablation

Laserablation in Kombination mit Massenspektrometrie unter Verwendung eines induktiv gekoppelten Plasmas als Ionenquelle (engl. abgekürzt LA-ICPMS) zählt durch die Robustheit, Schnelligkeit, den weiten linear-dynamischen Messbereich und die niedrigen Nachweisgrenzen zu den leistungsstärksten Methoden der instrumentellen Elementanalytik fester Stoffe.<sup>50</sup> Im Unterschied zum in der Elementanalyse auch oft verwendeten Röntgenfluoreszenzverfahren, bei dem Nachweisgrenzen von etwa einem Mikrogramm pro Gramm erreicht werden können<sup>51</sup>, können diese Werte bei der LA-ICPMS für einige Elemente im Nanogramm pro Gramm-Bereich liegen. Darüber hinaus ist die Methode, die nur sehr kleine Massen (ungefähr im Mikrogramm-Bereich mit einer beprobten Tiefe von einigen Mikrometern) verlangt, durch eine hohe Ortsauflösung von wenigen Mikrometern gekennzeichnet. Aufgrund dieser Eigenschaften der Methode bietet sich die LA-ICPMS für die Untersuchung des Eberswalder Goldschatzes an<sup>52</sup>: Er wurde mit einer tragbaren Laserablationsapparatur (im Folgenden: pLA – portable laser ablation) beprobt, mit der kleinste Mengen an Probenmaterial auf Filtern gesammelt werden können. Die Proben können dann im Labor mit einer entsprechend empfindlichen Methode auf die Spurenelemente analysiert werden (off-line Analyse: Probennahme und Analyse erfolgen voneinander örtlich getrennt). Die pLA ermöglicht also die Analyse von Proben, die – aufgrund

46 HARTMANN 1982.

47 H. MELLER, Die neolithischen und bronzezeitlichen Goldfunde Mitteldeutschlands – Eine Übersicht. In: MELLER U.A. 2014, Bd. 11/2, 611ff.

48 N. LOCKHOFF/E. PERNICKA, Archaeometallurgical investigations of Early Bronze Age gold artefacts from central Germany including gold from the Nebra hoard. In: MELLER U.A. 2014, Bd. 11/1, 223ff.

49 J. FILIPP/F. FREUDENREICH, Dieskau Revisited I: Nachforschungen zur „Lebensgeschichte“ des Goldhortes von Dieskau und zu einem weiteren Grabhügel mit Gold bei Osmünde im heutigen Saalekreis, Sachsen-Anhalt. In: MELLER U.A. 2014,

Bd. 11/2, 743ff.

50 D. GÜNTHER/B.HATTENDORF, Solid sample analysis using laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry, *TrAC. Trends Anal. Chem.* 24, 2005, 255ff.

51 D. GÜNTHER/H.P. LONGERICH/S.E. JACKSON/L. FORSYTHE, Effect of sampler orifice diameter on dry plasma inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS): backgrounds, sensitivities, and limits of detection using laser ablation sample introduction. *J. Anal. Chem.* 355, 1996, 771–773.

52 TH. REHREN/E. PERNICKA, Coins, artefacts and isotopes – Archaeometallurgy and archaeometry. *Archaeometry* 50/2, 2008, 232ff.





Abb. 22 Probennahme an einem Goldarmband aus dem Hortfund von Dieskau mit dem pLA-Gerät. Foto: P. Velicsanyi.

behördlicher Restriktionen oder weil sie zu schwer und eventuell nicht mobil sind – nicht zum Labor transportiert werden können (z.B. in Museen befindliche historische Fundstücke, Abb. 22).

Bei der Laserablation wird sehr wenig Material von einer Oberfläche durch Beschuss mit gepulsten Laserstrahlen („Laserverdampfen“) abgetragen, welches auf Filtern aufgefangen und später mittels ICPMS analysiert werden kann.<sup>53</sup> Dabei wird es mit Hilfe eines durch ein hochfrequentes elektromagnetisches Feld erzeugten Plasmas erhitzt, was schließlich die Ionisierung der Atome des Materials zur Folge hat. Die erzeugten Ionen werden dann in einem Massenspektrometer aufgetrennt, woraufhin

die Signalintensitäten der einzelnen Elemente und deren Isotope messtechnisch erfasst und mit ihren Massen (Konzentrationen) in Verbindung gebracht werden können.<sup>54</sup>

Die bei der Probennahme verwendete tragbare Apparatur<sup>55</sup> besteht aus einem diodengepumpten Feststofflaser, welcher eine Strahlung mit einer Wellenlänge von 532 nm aussendet, die unter anderem die Probennahme von metallischen Objekten ermöglicht.<sup>56</sup> Damit eine flexible Probennahme unabhängig von der Größe und Form des Artefakts möglich ist, wird der Laserstrahl in ein Glasfaserkabel eingekoppelt und zu einem Ablationskopf geführt, mit dem der Abtrag an beliebigen Oberflächen durchgeführt werden kann. Das sich bei der Ablation bildende Aerosol wird anschließend mit Hilfe einer Pumpe auf Membranfiltern aufgefangen (eine detaillierte Beschreibung des Gerätes ist bei R. Glaus<sup>57</sup> wiedergegeben). Das ca. 10 kg wiegende komplette System wird im abmontierten Zustand in einem Koffer (ca. 1,2 m × 0,3 m × 0,5 m) gelagert und transportiert.

Im Rahmen des Projektes wurden Vorversuche auf zwei goldbasierten zertifizierten Referenzmaterialien (im folgenden: NA1 und NA2) durchgeführt, die von der Aurubis AG (ehemals Norddeutsche Affinerie AG, Hamburg, Deutschland) hergestellt wurden.<sup>58</sup> Diese enthalten Gold und Silber (1 % in NA1 und 5,4 % in NA2) als Hauptkomponenten und mehrere Spurenelemente (u.a. Titan, Mangan, Eisen, Zink, Arsen, Bismut usw.) in einem Konzentrationsbereich zwischen ca. 2 und 1.200 mg/kg. Aufgrund der Ergebnisse der Vorversuche muss man bei einem Kraterdurchmesser von ca. 100 µm 5.000 Schuss anwenden, um eine ablatierte Menge von 40 µg – die für eine repräsentative und zuverlässige Analyse benötigt wird – aufzusammeln. Bei einer Pulsfrequenz von 100 Hz benötigt die Probennahme entsprechend 50 Sekunden. Da nach einer gewissen Zeit aber kein Abtrag mehr erfolgt, muss die Ablationsstelle spätestens nach 2.000 Schüssen (20 Sekunden) gewechselt werden.

53 GRAY 1985.

54 SKOOG/LEARY 1992.

55 GLAUS 2013. – GLAUS/KOCH/GÜNTHER 2012, 5358–5364.

56 H.R. KUHN/D. GÜNTHER, Elemental fractionation studies in laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry on laser-induced brass aerosols. *Anal. Chem.* 75, 2003, 747.

57 GLAUS 2013. – GLAUS/KOCH/GÜNTHER 2012, 5358–5364.

58 R. KOVACS/S. SCHLOSSER/S.P. STAUB/A. SCHMIEDERER/E. PERNICKA/D. GÜNTHER, Characterization of calibration materials for trace element analysis and fingerprint studies of gold using LA-ICPMS. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 24, 2009, 476ff.

Die tragbare Lasereinheit zur Probennahme wurde von Zürich nach Moskau transportiert. Im Staatlichen Museum für Bildende Künste A.S. Puschkin Moskau wurde das System installiert und für die Probennahme von mehreren Gegenständen verwendet: Von den acht Goldschalen und fünf anderen Gegenständen des Eberswalder Goldschatzes sowie von zwei Gegenständen des Sonnewalder Goldschatzes wurden Proben genommen: Aus jedem Objekt  $4 \times 40 \mu\text{g}$  (insgesamt  $160 \mu\text{g}$ ), um Parallelbestimmungen durchführen zu können.

Das auf den Filtern aufgefangene Material wird anschliessend im Labor mittels ICPMS qualitativ und quantitativ analysiert. Dafür werden zur Zeit die zwei Analysemethoden für die präzise Bestimmung der Elemente getestet: eine nasschemische und die auf Re-Ablation der Filter basierende ICPMS-Analyse. Im ersten Fall werden die Filter mit dem auf ihnen aufgefangenen Material in einer geeigneten Matrix vollständig aufgelöst und die dadurch entstehende Lösung wird dann in das ICP eingesprüht und analysiert. Das auf den Filtern aufgefangene Material wird in einer Königswasser-Wasserstoffperoxid Mischung restlos aufgelöst.<sup>59</sup> Zur Validierung der Methoden wurden die Referenzmaterialien NA1 und NA2 auf oben genannte Weise beprobt und die Filter mit dem aufgefangenen Material entweder mittels Hochdruckveraschung (HPS-A, Anton Paar, Graz, Österreich) bei  $200 \text{ }^\circ\text{C}$  und 130 bar mineralisiert oder direkt re-ablatiert. Für den Aufschluss werden sub-boiled Salpetersäure (Sigma-Aldrich, p.a. nitric acid 84380), Salzsäure (Fluka Analytical,

30 %, für Ultraspurenanalytik) und Wasserstoffperoxid (Fluka Analytical, 30 % für Spurenanalytik) benutzt. Die Aufschlüsse werden dann auf ca. 0,5 mL eingedampft und mit 1,5 % Salzsäure auf 10 mL unter Zugabe von Holmium (Merck Millipore, ICP Standard 108159) als internen Standard ergänzt. Die Proben werden anschliessend mit einem Sektorfeld-ICPMS (Element2, Thermo Fisher Scientific, Bremen, Deutschland) gemessen. Für die Kalibration und Quantifizierung werden synthetische Kalibrierlösungen aller gemessenen Elemente verwendet. Die Verdünnung erfolgt mit 1,5 %-iger ultrareiner Salzsäure (vorbereitet mit Milli-Q Wasser, Merck Millipore).

Eine weitere Möglichkeit der Analyse besteht in der direkten Ablation der auf den Filtern aufgefangenen Partikel. Dabei wird das Probenmaterial, entsprechend der von Alan Gray 1985 entwickelten Methode der Laser Ablation inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (LA-ICP-MS)<sup>60</sup>, mittels eines UV-ns Lasers (213nm Nd:YAG) ablatiert und mittels Gasstrom in ein ICP-MS transportiert.

Da die Methodenentwicklung für die Goldfunde noch nicht abgeschlossen ist, werden die Proben derzeit in sauberen und hermetisch versiegelten Kunststoffbehältern aufbewahrt, um ungewünschte Verunreinigungen zu vermeiden.

Erst nach erfolgreicher Validierung werden die realen Proben analysiert. Die Experimente sollen noch in diesem Jahr abgeschlossen und die Ergebnisse anschliessend veröffentlicht werden.

(PV, DG)

59 [http://www.merckmillipore.com/CH/de/product/Isopore%E2%84%A2-Membrane-Filters,MM\\_NF-C153](http://www.merckmillipore.com/CH/de/product/Isopore%E2%84%A2-Membrane-Filters,MM_NF-C153) (aufgerufen am 14.08.2015).

60 GRAY 1985.

### Mehrfach zitierte Literatur

CRETU/VAN DER LINGEN 1999

C. CRETU/E. VAN DER LINGEN, Coloured gold alloys. *Gold Bulletin* 32, 1999, 115–126.

GLAUS 2013

R. GLAUS, Development and Application of a Portable Laser Ablation Sampling Strategy for Elemental and Isotopic Analysis. ETH Zürich, Dissertation, 21161, 2013.

GLAUS/KOCH/GÜNTHER 2012

R. GLAUS/J. KOCH/D. GÜNTHER, Portable Laser Ablation Sampling Device for Elemental Fingerprinting of Objects Outside the Laboratory with Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. *Analytical Chemistry* 84 (12), 2012, 5358–5364.

GRAY 1985

A.L. GRAY, Solid sample introduction by laser ablation for inductively coupled plasma source mass spectrometry. *Analyst* 110, 1985, 551–556.

HARTMANN 1970

A. HARTMANN, Prähistorische Goldfunde aus Europa. Spektralanalytische Untersuchungen und deren Auswertung. Studien zu den Anfängen der Metallurgie (SAM) 3 (Berlin 1970).

HARTMANN 1982

A. HARTMANN, Prähistorische Goldfunde aus Europa. Spektralanalytische Untersuchungen und deren Auswertung 2. Studien zu den Anfängen der Metallurgie (SAM) 5 (Berlin 1982).

КАТ. СТ. ПЕТЕРСБУРГ/МОСКАУ 2013

J.J. PIOTROVSKI (Red.), Бронзовый век. Европа без границ. Четвертое – первое тысячелетия до новой эры / Bronzezeit. Europa ohne Grenzen. 4.–1. Jahrtausend v.Chr. Katalog zur Ausstellung St. Petersburg (Staatliche Eremitage) und Moskau (Staatliches Historisches Museum) 2013/14 (St. Petersburg 2013).

MELLER U.A. 2014

H. MELLER/R. RISCH/E. PERNICKA (Hrsg.), *Metalle der Macht – Frühes Gold und Silber / Metals of power – Early gold and silver*. 6. Mitteldeutscher Archäologentag vom 17. bis 19. Oktober 2013 in Halle (Saale) / 6th Archaeological Conference of Central Germany, October 17–19, 2013 in Halle (Saale). Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle. Bd. 11/1–2 (Halle [Saale] 2014).

MENGHIN 2004/05

W. MENGHIN (Hrsg.), *Das Berliner Museum für Vor- und Frühgeschichte. Festschrift zum 175-jährigen Bestehen*. *Acta Praehistorica et Archaeologica* 36/37, 2004/05 (Berlin 2005).

NEUMAYER 2004/05

H. NEUMAYER, *Das Museum für Vor- und Frühgeschichte unter der Leitung von Adriaan von Müller – Hinwendung zur Archäologie Berlins*. In: MENGHIN 2004/05, 212–236.

SCHUCHHARDT 1914

C. SCHUCHHARDT, *Der Goldfund vom Messingwerk bei Eberswalde* (Berlin 1914).

SCHUCHHARDT 1944

C. SCHUCHHARDT, *Aus Leben und Arbeit* (Berlin 1944).

SKOOG/LEARY 1992

D.A. SKOOG/J.J. LEARY, *Instrumentelle Analytik. Grundlagen – Geräte – Anwendung* (Berlin 1992).

Hermann Born

Prof. Dr. Detlef Günther

Dr. Angelika Hofmann M.A. /  
Dr. Manfred Nawroth

Prof. Dr. Ernst Pernicka

Dr. Wladimir P. Tolstikow

Dipl.-Ing. Peter Velicsanyi