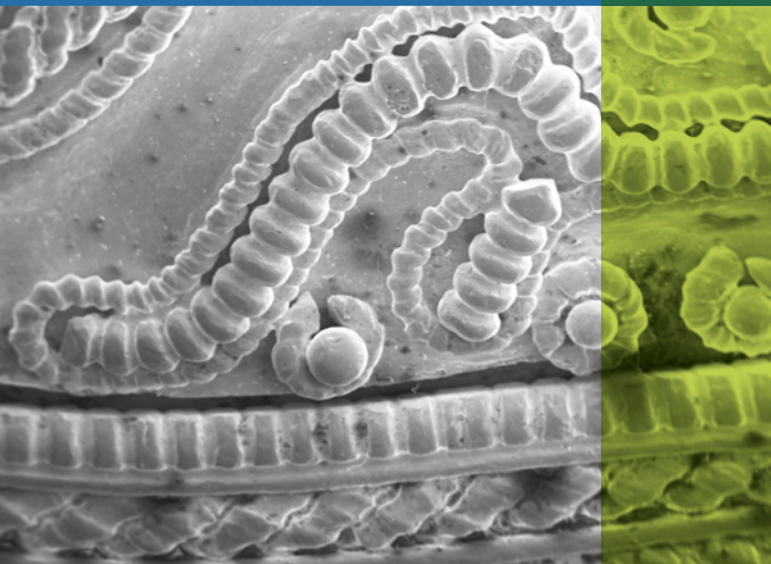


Verborgenes Wissen

INNOVATION UND TRANSFORMATION
FEINSCHMIEDETECHNISCHER ENTWICKLUNGEN
IM DIACHRONEN VERGLEICH

Barbara Armbruster
Heidemarie Eilbracht
Oliver Hahn
Orsolya Heinrich-Tamáska
(eds.)



edition | topoi

BERLIN STUDIES OF THE ANCIENT WORLD

DER VORLIEGENDE BAND versammelt die Beiträge eines internationalen Workshops, der unter gleichem Titel im Jahr 2011 in Berlin stattfand. Er stellte die erste Initiative des kurz zuvor gegründeten „Netzwerks Archäologisch-Historisches Metallhandwerk (NAHM)“ dar und wurde im Verbund mit dem Exzellenzcluster Topoi durchgeführt. Die Aufsätze widmen sich den Feinschmiedetechniken metallener Objekte und behandeln ausgewählte Fundgruppen und Fragestellungen aus der Sicht der Archäologie, der Metallkunde, den Naturwissenschaften sowie der Restaurierungspraxis.

Die Erschließung eines „Verborgenen Wissens“ zielt auf die Rekonstruktion des technologischen Knowhow. Dessen Bestimmung ermöglicht weiterführende Fragen und Antworten nach der sozialen Organisation des Handwerks oder nach Werkstattkreisen. Für das umfassende Verständnis der einem Objekt zugrundeliegenden *chaîne opératoire* ist eine interdisziplinäre Herangehensweise unerlässlich. Dies spiegelt sich in der Vielfalt der angewandten Methoden in den elf Beiträgen wider. Die Autorinnen und Autoren spannen zudem einen weiten chronologischen Bogen von der Bronzezeit bis in die Neuzeit, der zu einer vergleichenden Betrachtung einlädt.

Verborgenes Wissen:
Innovation und
Transformation
feinschmiedetechnischer
Entwicklungen im
diachronen Vergleich

HERAUSGEGEBEN VON

Barbara Armbruster

Heidemarie Eilbracht

Oliver Hahn

Orsolya Heinrich-Tamáska

Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2016 Edition Topoi / Exzellenzcluster Topoi der Freien Universität Berlin und der Humboldt-Universität zu Berlin
Abbildung Umschlag: Detail der scheibenförmigen Fibel des Goldschmucks von Hiddensee. Aufnahme im Rasterelektronenmikroskop. Mario Bretschneider, IFG – Institute for Scientific Instruments GmbH, Berlin

Typographisches Konzept und Einbandgestaltung:
Stephan Fiedler

Printed and distributed by
PRO BUSINESS digital printing Deutschland GmbH, Berlin

ISBN 978-3-9816751-5-3

URN urn:nbn:de:kobv:188-fudocsdocument00000024684-8

First published 2016

The text of this publication is licensed under Creative Commons BY-NC 3.0 DE. The legal code is available under <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/de/>. For the terms of use of the illustrations, please see the reference lists.

www.edition-topoi.de

INHALT

BARBARA ARMBRUSTER, HEIDEMARIE EILBRACHT, OLIVER HAHN UND ORSOLYA HEINRICH-TAMÁSKA

Verborgenes Wissen: Innovation und Transformation
feinschmiedetechnischer Entwicklungen im diachronen Vergleich. Eine
Einführung — 7

REINHARD BERNBECK

Zugänge zu technologischem Wissen und Wissenstechniken — 17

BARBARA ARMBRUSTER

Technologie und Transfer von Wissen in der prähistorischen
Feinschmiedekunst Südwesteuropas — 55

DANIEL BERGER

Zur Technologie der frühesten Tauschierarbeiten nördlich der Alpen mit
besonderer Berücksichtigung des Schwertes aus den „Marais de
Nantes“ — 87

OLIVER HAHN, ANDREA DENKER, SILKE MERCHEL, MARTIN RADTKE, UWE REINHOLZ,
TIMO WOLFF

Zerstörungsfreie Analyse von Metallartefakten. Eine Fallstudie — 117

HANS-ULRICH VOSS

Material und Herstellungstechnik – Überlegungen zum germanischen
Feinschmiedehandwerk in der Römischen Kaiserzeit — 139

BARBARA NIEMEYER

Formfeinpunzen. Eine chorologische und chronologische Übersicht
anhand von Einzelbeispielen — 163

ORSOLYA HEINRICH-TAMÁSKA

Finds decorated with garnets from Early Avar contexts in the light of
their cell techniques — 183

SUSANNE GREIFF

Silberfunde aus Szeged-Kiskundorozsma (Ungarn). Eine
legierungstechnische Diskussion über den möglichen Zusammenhang
zwischen Schmuckwaren und Münzsilber im 10. Jahrhundert — 221

HEIDEMARIE EILBRACHT

Edelmetallschmuck der Wikingerzeit – Analysen und
Interpretationen — 241

SUSAN LA NIECE

Sand Casting in the Islamic World — 263

MERCEDES GRANSOW, MATTHIAS KNAUT, KAROL SUCHAK

Der barocke Zinnsarkophag des Konrad von Burgsdorff. Herstellung und
Rekonstruktion. Ein Arbeitsbericht — 277

Barbara Armbruster, Heidemarie Eilbracht, Oliver Hahn und Orsolya Heinrich-Tamáska

Verborgenes Wissen: Innovation und Transformation feinschmiedetechnischer Entwicklungen im diachronen Vergleich. Eine Einführung

Unter dem genannten Titel wurde vom 5. bis 6. Mai 2011 an der Freien Universität Berlin ein internationaler Workshop veranstaltet, zu dem der Exzellenzcluster Topoi in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) und dem Netzwerk *Archäologisch-Historisches Metallhandwerk* (NAHM) eingeladen hatte. ReferentInnen aus Archäologie, Archäometrie, Naturwissenschaften und Restaurierung haben in insgesamt 14 Vorträgen aus verschiedenen inhaltlichen und methodischen Blickwinkeln heraus dargestellt, wie in ihrem jeweiligen Arbeitsgebiet Fragen nach dem Wissensstand, dem Wissenserwerb und der Wissensweitergabe innerhalb des prähistorischen und historischen Metallhandwerks diskutiert und beantwortet werden.

Metalle zählen zu den wichtigsten Rohstoffen und gleichzeitig zu den zahlreichsten Quellen im archäologischen Fundgut. Objekte aus Edel- und Buntmetallen sowie Eisen, in vielfältigen Techniken bearbeitet, belegen eindrucksvoll die Kenntnisse zur Verarbeitung dieser Materialien über die Metallzeiten hinweg. Das metallene Produkt, das den Archäologen als Quelle dient, steht daher im Mittelpunkt der Betrachtung. Es muss mit fächerübergreifenden Methoden ‚befragt‘ werden, um neue Erkenntnisse über seine Herstellung und die damit verbundenen technischen und kulturellen Austauschformen zu gewinnen. Wo hat sich das umfangreiche Wissen der Handwerker zeitlich und räumlich entwickelt und wie hat es sich verbreitet? Wie können schmiedetechnische Innovationen sowie deren Transformation durch Adaption und Imitation erfasst werden? Und in welche gesellschaftlichen und sozialen Kontexte sind die Personen und Prozesse eingebunden?

Barbara Armbruster, Heidemarie Eilbracht, Oliver Hahn, Orsolya Heinrich-Tamáska (eds.) |
Verborgenes Wissen: Innovation und Transformation feinschmiedetechnischer Entwicklungen im diachronen Vergleich | Berlin Studies of the Ancient World 35 (ISBN 978-3-9816751-5-3;
URN urn:nbn:de:kobv:188-fudocsdokument00000024684-8) | www.edition-topoi.de

Das metallene Produkt verbindet Archäologen verschiedener Zeitstufen von der Kupferzeit bis zum Mittelalter einerseits und Naturwissenschaften verschiedener Fachrichtungen sowie Restauratoren andererseits miteinander. Die Idee, den genannten Fragen im Rahmen einer interdisziplinär angelegten Tagung nachzugehen, wurde vom *Netzwerk Archäologisch-Historisches Metallhandwerk* entwickelt und in der damaligen Topoi-Forschungsgruppe A-III Archaeometry/Archaeoinformatics aufgegriffen. Bereits der Titel *Verborgenes Wissen* bringt die Verbindung zwischen Feinschmiedehandwerk, Raum und Wissen zum Ausdruck. Anliegen der Tagung war es, den Transfer und den Austausch dieses komplexen Wissens, wie es sich heute darstellt, über die einzelnen Fächer sowie über die zeitlichen Perioden und regionalen Spezialisierungen hinweg zu diskutieren und Perspektiven für seine weitere Erforschung anzuregen. Anhand von zahlreichen diachronen Beispielen wurde auf diese Weise eine Bestandaufnahme zum Metallhandwerk vorgelegt.

Metall im archäologischen Kontext umfasst unterschiedliche Quellengruppen, die in den einzelnen regionalen und zeitlichen Bezugsrahmen quantitativ und qualitativ sehr heterogen vertreten sein können. Bekanntermaßen sind Hinweise auf Werkstätten wesentlich seltener nachgewiesen als die Überreste von Fertigprodukten, die die Mehrzahl des Quellenmaterials bilden. Orte von Metallgewinnung und -verarbeitung spielen für das Verständnis von Metallhandwerk eine wichtige Rolle, sind aber ebenfalls eher selten. Erforscht werden diese Quellengruppen durch mehrere Fachrichtungen und -disziplinen: Sie reichen von den Archäologien und den Geschichtswissenschaften, der Ethnologie und der Kunstgeschichte über die Restaurierung und Konservierung bis hin zur Archäometrie und Technikgeschichte, um nur einige zu nennen. Diese wiederum verfügen je nach Fachdisziplin über eine vielfältige Palette von Methoden. Die Bündelung und Verknüpfung von ganz verschiedenen Kompetenzen ist also notwendig, um das vor- und frühgeschichtliche Metallhandwerk umfassend untersuchen zu können. Die einzelnen Fachrichtungen sollen im Rahmen des angestrebten Diskurses indes nicht für sich allein, sondern sich gegenseitig ergänzend zu gemeinsamen Interpretationsmodellen gelangen.

Einem interdisziplinären Herangehen steht nach wie vor häufig im Wege, dass sich die Geistes- und Naturwissenschaften unterschiedlicher Erkenntnismodelle bedienen. Für letztere stellt ein empirisch belegtes, deduktives Vorgehen den wissenschaftlich vertretbaren Zugang dar, während die Geisteswissenschaften mit der Hermeneutik eine eigene Erkenntnistheorie entwickelt haben. In deren holistischem Modell wird beschrieben, wie Wissen entsteht und sich verändert. Das deduktive Modell dagegen versucht, eine logisch begründbare Vorgehensweise für die empirischen Wissenschaften zu definieren. Dieser kurz umrissene Gegensatz charakterisiert auch das Dilemma einer Zusammenarbeit von „Archäologie und Naturwissenschaften“, welches nicht zuletzt die

Erforschung des Metallhandwerks beeinflusst: Wie sollen empirisch messbare Daten in die konstruktivistischen Werte der gesellschaftlichen Wirklichkeiten übersetzt werden?

Betrachtet man unter diesen Vorzeichen die Forschungsgeschichte zum Metall, dann lässt sich feststellen, dass seit den 1950er Jahren das Thema der extraktiven Metallurgie von Edelmetallen und Kupferlegierungen durch die Geistes- und Naturwissenschaften gemeinsam untersucht wird. Dabei wurden insbesondere die Lagerstätten, der Bergbau und die Verhüttungsmethoden intensiv behandelt. Für die archäometallurgischen Forschungen entwickelte man zum Teil neue Methoden der Analytik, wobei die Analysen eng mit Fragen zur Provenienz der Rohmaterialien und der Wahl der Legierungen verbunden sind.

Dem gegenüber stehen das Metallhandwerk und seine technologischen Fragestellungen nach wie vor im Hintergrund. Dabei besitzen Fragen zur Herstellung und Verarbeitung ein großes Potenzial, indem sie darauf abzielen, das in den fertigen Produkten verborgene Wissen ans Licht zu bringen. Sie betreffen eine Vielfalt verschiedener Aspekte, ausgehend vom archäologischen Objekt, den Werkstoffen und den handwerklichen Verfahren über die Werkzeuge und Ateliers bis hin zur gesellschaftlichen Stellung der Metallhandwerker. Forschungen zur Technikgeschichte vermögen es, ein komplexes und umfassendes Bild der prähistorischen und historischen Metallverarbeitung zu entwerfen, indem sie geistes-, sozial- und naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden verknüpfen. Ein wichtiger Bestandteil für das Verständnis der Fertigung von Metallartefakten und der darin verborgenen technologischen Entwicklung ist die *chaîne opératoire*. Vom Rohmaterial zum Vorprodukt bzw. vom Barren zum Fertigprodukt wird die Verkettung spezialisierter Arbeitsschritte während der Herstellung beleuchtet. Zudem betrachtet sie praktische, soziale und symbolische Funktionen, indem Aspekte wie die Verwendung, die Trageweise, der Wert und die Motive der Niederlegung eines Artefakts untersucht werden.

Zukünftig können und müssen für das Arbeitsgebiet des Metallhandwerks neue Forschungsperspektiven entwickelt werden. Bisher bot sich jedoch keine Struktur, innerhalb derer die verschiedenen Sichtweisen im konstruktiven Diskurs verknüpft und die jeweiligen (Er-)Kenntnisse gebündelt werden konnten. Vor diesem Hintergrund erfolgte 2011 im Rahmen der Berliner Tagung die Gründung des *Netzwerks Archäologisch-Historisches Metallhandwerk* (NAHM), das sich mit dem Metallhandwerk in Europa von der Kupferzeit bis in das Mittelalter auf Basis der archäologischen Quellen befasst.¹ Es verbindet die Kompetenzen von international tätigen Kolleginnen und Kollegen aus den Geistes- und Naturwissenschaften sowie aus Restaurierungs- und Konservierungswissenschaften. Übereinstimmend wird die große Bedeutung technikgeschichtlicher Untersuchungen für eine umfassende kulturhistorische Interpretation der archäologischen

1 Siehe www.nahm.bam.de (besucht am 27.04.2016).

Quellen erkannt, wobei die verschiedenen Sichtweisen es gestatten, auch Defizite in der Forschung zu benennen.

Der zweitägige Berliner Workshop *Verborgenes Wissen* wurde als erste Initiative des Netzwerks in Zusammenarbeit mit dem Exzellenzcluster Topoi durchgeführt. Als interdisziplinärer Forschungsverbund der Berliner Freien Universität (FU) und der Humboldt-Universität (HU) und weiterer Partner befasst sich Topoi seit 2008 mit der „Formation und Transformation von Raum und Wissen in den antiken Zivilisationen.“ Eines seiner zentralen Anliegen ist die Erforschung von Wissenserwerb und Wissensweitergabe im Altertum in einer raumbezogenen Perspektive. An diesen Untersuchungsgegenstand knüpft der Workshop am Beispiel der Metallhandwerker und seiner Profession an. Er verfolgte einerseits das Ziel einer diachronen Bestandsaufnahme zum technologischen Niveau des Metallhandwerks und damit zum Wissensstand anhand ausgewählter Problemstellungen und untersuchte andererseits mögliche Formen und Wege der Weitergabe und Vermittlung dieses Wissens über Räume und Zeiten hinweg. Die aus diesen Aspekten entstandenen und hier nun vorgelegten elf Beiträge stammen von einem interdisziplinär zusammengesetzten Kreis von ReferentInnen aus Archäologie, Naturwissenschaften und Restaurierung, die einen inhaltlich und methodisch breiten Blick auf das Metallhandwerk und seine Entwicklung zur Diskussion stellen.

Dabei kristallisierten sich drei Herangehensweisen heraus: durch die Einordnung der Quellen in ihren gesellschaftlichen Kontext, durch die Naturwissenschaften und den damit verbunden analytischen Zugang zum Fundmaterial und durch die technische und stilistische Untersuchung der archäologischen Objekte. In die erste Gruppe gehören zwei Artikel. Einen methodisch fundierten Beitrag steuert Reinhard Bernbeck bei, in dem er die Möglichkeiten und Grenzen bei der Rekonstruktion metallhandwerklicher Abläufe an einem ethnographischen Beispiel präsentiert und über die damit verbundenen Konzepte zum diskursiven Wissen und/oder praktischen Wissen zum Nachdenken anregt. Barbara Armbruster führt diesen Faden weiter. Sie thematisiert das prähistorische Metallhandwerk aus der Sicht eines großräumigen Technologietransfers unter Berücksichtigung sozialhistorischer Deutungsperspektiven.

Daniel Berger, Oliver Hahn und seine Mitautoren sowie Susanne Greiff diskutieren einige ausgewählte Fundgruppen von Seiten der Materialwissenschaften: Bronzezeitliche Tauschierarbeiten, römische Münzfunde und frühmittelalterliche Silberfunde stehen im Mittelpunkt ihrer Studien. Es wird dabei offensichtlich, dass Archäometallurgen und Chemiker Kenntnisse über historische Hintergründe und Zusammenhänge benötigen, um ihre Methoden richtig einzusetzen und ihre Ergebnisse interpretieren zu können.

Die dritte Gruppe der Aufsätze stammt von ArchäologInnen. Von der Römerzeit bis in die frühe Neuzeit werden Fundgruppen unter handwerkstechnischen und sti-

listischen Aspekten befragt und dabei auch Ergebnisse mikroskopischer und materialanalytischer Untersuchungen einbezogen. Die vielfältigen Beispiele untersuchen Aspekte von Traditionen und Werkstattkreisen einerseits und deren soziokulturelle Hintergründe andererseits. Dabei geht es immer auch um die Frage, welcher Erkenntnisgewinn für kulturhistorische Deutungsmodelle erzielt werden kann. Die Beiträge betrachten die Zusammenhänge zwischen Materialwahl und Herstellungstechnik kaiserzeitlicher Kleinmetallfunde (Hans-Ulrich Voß) bzw. hinterfragen Herkunft und Nachweis von Werkstatttraditionen anhand von Formfeinpunzen (Barbara Niemeyer). Susan La Niece untersucht die Vorbilder für das Sandgussverfahren im frühislamischen Kontext und Orsolya Heinrich-Tamáska sowie Heidemarie Eilbracht widmen sich ausgewähltem Edelmetallschmuck der Awaren- und Wikingerzeit aus der Sicht der verwendeten Feinschmiedetechniken und deren lokaler bzw. fremder Genese. Diese breit angelegte Umschau beschließt eine Studie von Mercedes Gransow, Matthias Knaut und Karol Suchak, die die mit der Restaurierung, Konservierung und Rekonstruktion verbundenen Problemstellungen eines in Berlin geborgenen barocken Zinnsarkophags präsentieren.

Insgesamt zeigen die im Rahmen der Tagung gewonnenen Ergebnisse den großen Bedarf der Spezialisten zur fächerübergreifenden Diskussion, um die komplexen Fragestellungen des historischen Metallhandwerks auf Basis der archäologischen Quellen beantworten zu können. Die Beispiele verdeutlichen, dass die Erschließung des „verborgenen Wissens“, also des technologischen Knowhows, nach einer engen Zusammenarbeit zwischen den Disziplinen verlangt. Dabei ähneln sich die Fragen häufig, unabhängig von der jeweiligen Zeitstellung der Produkte und dem methodischen Ausgangspunkt des Fachspezialisten: Sei es nun die frühbronzezeitliche Tauschierung oder das mittelalterliche Sandgussverfahren, in der Regel stehen die Untersuchung der handwerklich-praktischen Herstellungsabläufe, die archäologisch-typologischen Vergleiche zu Vorbildern und Nachahmungen, die methodisch-theoretischen Überlegungen zur Weitergabe und Anwendung der Techniken durch die Handwerker und andere beteiligte Personen und die naturwissenschaftlich-analytischen Resultate zu den verwendeten Rohstoffen im Zentrum der Studien. Ausgehend vom Endprodukt führt der Weg schließlich bis zur Erfassung der Arbeitsorganisation, der Werkstattkreise und des sozial-wirtschaftlichen Umfelds des Handwerkers und seines Auftraggebers, um so die zugrundeliegenden kulturhistorischen Prozesse umfassend beschreiben zu können.

Für die interdisziplinäre Erforschung des Feinschmiedehandwerks wurde mit der Gründung des *Netzwerks Archäologisch-Historisches Metallhandwerk* ein neues Forum geschaffen. Die Ergebnisse des ersten Workshops, die hier nun vorgelegt werden, unterstreichen das Bedürfnis einer engen und konstruktiven Kooperation zwischen Natur- und Geisteswissenschaften. Das Netzwerk möchte sowohl für die Beteiligten wie auch für die interessierten Fachkollegen einen Rahmen bieten, in dem künftig neue Frage-

stellungen und Methoden für die Erforschung des Metallhandwerks entwickelt werden können. Die vorliegende Veröffentlichung präsentiert diesen fächerübergreifenden Ansatz und die damit verbundenen Resultate. Für die Aufnahme in die Reihe *Berlin Studies of the Ancient World* bedanken wir uns daher herzlich bei den Herausgebern.

Hidden Knowledge: A diachronic perspective on innovations and transformations in fine metalworking

Hidden Knowledge is the title of an international workshop held on 5 and 6 May 2011 at the Free University in Berlin, organised by the Topoi Excellence Cluster together with the Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM) and the *Network of Archaeological and Historical Metalworking* (NAHM). The contributors, from the disciplines of archaeology, archaeometry, the natural sciences and conservation, presented fourteen papers from different methodological and subject-specific viewpoints in which they addressed questions relating to the state, acquisition and transfer of knowledge within their own fields of activity, ranging from prehistoric to historic metalworking.

Metals are amongst the most important raw materials and constitute one of the most frequently encountered archaeological sources of evidence. Objects made of precious and non-ferrous metal, as well as iron, were worked in a multitude of techniques and bear witness to the impressive knowledge of these materials accumulated over the metal ages. Thus the metal products that archaeologists use as their source material are at the centre of our considerations. We need to ‘interrogate’ this material in an interdisciplinary approach in order to gain new insights into its production and associated technical and cultural forms of exchange. Where and when did the extensive technical know-how of the metalworkers develop and how did it spread? How can the technological innovations and their transformations through adaptation and imitation be identified? And in what social and societal context did these metalworkers and their manner of working operate?

Metal products constitute, on the one hand, the thread that binds archaeologists specialising in periods ranging from the Bronze Age to the Middle Ages, and, on the other hand, connect the various disciplines of the natural sciences and conservation. The idea to investigate the questions outlined above in an international interdisciplinary workshop came from the *Network of Archaeological and Historical Metalworking* and was hosted by the (then) Topoi group of researchers A-III, Archaeometry/Archaeoinformatics. The title *Hidden Knowledge* already gives an indication that we wanted to explore

fine metalworking in terms of connections between processes, knowledge and its spatial dimension. Our intention was to discuss the transfer and exchange of this complex knowledge, as currently perceptible, across individual disciplines, periods and regional particularities and to propose new ways of orienting future research. The numerous diachronic examples presented would also serve as an overview of the present state of knowledge concerning ancient metalworking.

Metal found in archaeological contexts represents various kinds of evidence, which can be extremely varied – both qualitatively and quantitatively – in its regional and temporal manifestations. Evidence for workshops is notoriously less frequently encountered than that of their finished products, which represent the bulk of our data. The location of the provenance and processing of metals plays an important part in our understanding of metalworking, but again evidence tends to be scarce. Several specialists fields and disciplines can address this kind of sources, ranging from archaeology and historical disciplines, via ethnography, art history, conservation and restoration studies, to archaeometry and the history of technology, to name but a few. In turn these disciplines have a wide array of methods at their disposal. The association and combination of quite different areas of competence is therefore a prerequisite for the comprehensive investigation of pre- and protohistoric metalworking. Hence, within the discourse that we wish to develop, the individual strands of enquiry are expected to produce results that are of value not just for themselves but lead to elaborating common, complementary interpretative models.

The fact that the humanities and the natural sciences follow different cognitive models is an obstacle often encountered in interdisciplinary approaches. The natural sciences employ evidence-based, deductive procedures, whereas the humanities use a hermeneutically developed epistemology. Their holistic models describe how knowledge is obtained and transformed. The deductive model, on the other hand, tries to define a logically justifiable approach applicable by empirical science. These schematically presented poles characterise the dilemma facing a collaborative “Archaeology and Natural Sciences” approach, and have ultimately also influenced research into metalworking. How can empirically testable data be translated into the constructivist values of social reality?

Against this backdrop, the history of research into metals reveals that the extraction of precious metals and copper alloys has been an aspect of research investigated jointly by the humanities and the natural sciences since the 1950s. Ore deposits, mining and smelting were particularly intensively targeted. In part, new analytical methods for archaeometallurgical research were developed, with analyses addressing questions closely linked to the provenance of the raw materials and the choice of alloys.

These developments took place against the background of research into metalworking and its technological aspects. Answering questions relating to production and processing is of great value, given that they have the potential to bring to light the hidden knowledge embodied in the finished products. Such questions, starting from the archaeological object, involve many different aspects, and range from the material used and the manufacturing processes at work, the tools employed and the workshops involved, to the social status of the metalworkers. Because of its capacity to interlink investigative methods used in the humanities, the social sciences and the natural sciences, research into the history of technology is able to give a complex and comprehensive account of prehistoric and historic metalworking. The concept of the *chaîne opératoire* is an important tool for understanding the manufacture of metal artefacts and the technological developments that they embody, throwing light on the chain of specialised steps in the working of a product, from the raw material to the pre-form or ingot to the finished product. It also considers practical, social and symbolic aspects, such as re-use, the manner of carrying or wearing an artefact, its value and the reasons for depositing it.

New research agendas can and must be developed in the field of metalworking. Up to now there was no framework that could accommodate the different viewpoints in a constructive discourse and which could host the knowledge acquired. It is against this background that the Network of Archaeological and Historical Metalworking, dedicated to the study of archaeological evidence for metalworking from the Copper Age to the Middle Ages, was founded on the occasion of a conference convened in 2011.² It combines the expertise of international colleagues active in the humanities and the natural sciences as well as in conservation and restoration. Investigations pertaining to the history of technology are acknowledged as important for a comprehensive culture-historical interpretation of the archaeological evidence, and the different perspectives may also identify shortcomings in research undertaken to date.

The two-day ‘Hidden Knowledge’ Berlin workshop was the first initiative of the network, conducted in cooperation with the Excellence Cluster Topoi. Topoi has been pursuing research into “[t]he Formation and Transformation of Space and Knowledge in Ancient Civilizations” since 2008, as an interdisciplinary collaboration between the Freie Universität and the Humboldt Universität in Berlin and other partners. One of its central objectives is to explore how knowledge was acquired and transmitted in antiquity from a spatial perspective. The workshop’s focus on metalworkers and their profession is thus integrated within this overarching theme. On the one hand it aimed to present a diachronic overview of the level of technological achievement in metalworking and the state of knowledge on the basis of selected case studies, and on the other hand it

2 See <http://www.nahm.bam.de/de/index.htm> (visited on 27/04/2016).

explored what manner and form the transfer and propagation of such knowledge in time and space may have taken. The eleven contributions which addressed these aspects and which are presented here are the work of an interdisciplinary group of speakers from the disciplines of archaeology, the natural sciences and conservation, who cast a wide net over the subject and open up the discussion on metalworking and its development.

Three approaches emerge from this discussion: analyses that examine the evidence within its social context, methods that target the material from the perspective of the natural sciences and their analytical procedures, and studies that address the technical and stylistic aspects of archaeological artefacts. Two articles fall within the first group. Reinhard Bernbeck contributes a methodological essay in which he examines, using an ethnographic example, the potential and limitations of reconstructing the processes involved in metalworking, prompting us to reconsider the related concepts of discursive knowledge and/or practical know-how. Barbara Armbruster continues this line of thought. She treats prehistoric metalworking from the viewpoint of a large-scale transfer of technology, taking into consideration the interpretative perspectives offered by social history.

Daniel Berger, Oliver Hahn and co-authors, and Susanne Greiff discuss some selected assemblages from the perspective of the material sciences, focusing on Bronze Age damascening, Roman coins and Early Medieval silver objects. It becomes apparent that archaeometallurgists and chemists need to take account of the historic background and circumstances at play if they are to apply their methods appropriately and interpret the results judiciously.

The third group of essays is contributed by archaeologists. Assemblages dating from the Roman to the Early Modern period are scrutinised for what they can contribute to technological and stylistic issues, and these enquiries also include microscopic examinations and analyses from the viewpoint of the material sciences. The wide-ranging examples highlight aspects related to traditions and the sphere of influence of workshops as well as their socio-cultural background. The question underlying all these enquiries is what kind of knowledge can be gained for constructing culture-historical interpretative models. Our contributors consider the relationship between the choice of material and manufacturing techniques for metal finds of the Roman imperial period (Hans-Ulrich Voß), or examine the origin and evidence for workshop traditions attested by punch-marks (Barbara Niemeyer). Susan La Niece examines the antecedents of sand casting in Early Islamic contexts, while Orsolya Heinrich-Tamáská and Heidemarie Eilbracht deal with precious metal jewellery from the Avar and Viking periods respectively, focusing in particular on the techniques used and their local or external origins. A study by Mercedes Gransow, Matthias Knaut and Karol Suchak concludes this wide overview; these

authors present the issues surrounding the restoration, conservation and reconstruction of a Baroque tin-plated sarcophagus recovered in Berlin.

The results presented during our workshop demonstrate the need for specialists to engage in interdisciplinary debate to resolve the complex issues concerning the archaeological evidence for ancient metalworking. The case studies make it clear that uncovering ‘hidden knowledge’ i.e. technological know-how, requires close collaboration between the disciplines. The questions are often similar, irrespective of the date of the material or the methodological vantage point of the individual specialists; whether Bronze Age damascening or medieval sand casting, it is the examination of the craft and practice of producing metalwork, the archaeological and typological comparison of prototypes and imitations, the methodological and theoretical considerations concerning the transmission and application of techniques by craftsmen and others, or the results of scientific analyses identifying the raw material used that are usually at the core of the investigations. Starting from the end product, this thread ultimately leads us to understand the way the work was organised, the workshops’ sphere of influence operated and the socio-economic environment of the craftsmen and their patrons was structured, and hence allows us to describe comprehensively the underlying culture-historical processes at work.

The creation of the Network of Archaeological and Historical Metalworking provides a new forum for interdisciplinary research into fine metalworking. The results of its first workshop, presented here, highlight the need for close and constructive cooperation between the humanities and the natural sciences. The network is intended to provide a framework for its members and other interested colleagues, enabling them to develop new agendas and methods for research into ancient metalworking. This publication serves to introduce this interdisciplinary approach and showcase its results. We are most grateful to the editors for accepting this work in the series *Berlin Studies of the Ancient World*.

Reinhard Bernbeck

Zugänge zu technologischem Wissen und Wissenstechniken

Zusammenfassung

Der Beitrag entwickelt eine Bestimmung des Zusammenhangs von Technik und Wissen im Rahmen der Habermas'schen Theorie des kommunikativen Handelns, wobei der Unterschied zwischen praktischem und diskursivem Wissen im Mittelpunkt steht. Als Instrumentarium zur Analyse historisch spezifischer Fälle technischen Handelns stütze ich mich auf die Anwendung von ‚Operationsketten‘ und wende sie auf das Verzieren von Bronze- und Kupferobjekten an. Hierzu dienen zwei Beispiele, das eine ethnoarchäologisch und aus der heutigen Südost-Türkei, das andere archäologisch und aus dem eisenzeitlichen Urartu in Ost-Anatolien. Die Analyse ergibt in beiden Fällen, dass praktisches Wissen in Form von Augenmaß im Ablauf der Produktion eine wichtige Rolle spielt. Konsequenzen für die Strukturierung der technischen Kooperation werden erörtert.

Keywords: Praktisches und diskursives Wissen; Geschicklichkeit; Operationskette; Augenmaß; Urartu; Toreutik; Ethnoarchäologie

This article discusses the relationship of technology and knowledge in the framework of Habermas' theory of communicative action. For this, the distinction between practical and discursive knowledge is central. As a tool for the analysis of historically specific cases of technological actions, I draw on the concept of the 'operational chain' and apply it to the decoration of bronze and copper objects. I draw on two examples, an ethno-archaeological study from today's southeastern Turkey, and an archaeological context from the Iron Age kingdom of Urartu in eastern Anatolia. The analysis reveals that practical knowledge plays an important role in the course of productive processes, the main element being skills in eyeballing. Implications for the structuring of cooperation in technology are discussed.

Keywords: Practical and discursive knowledge; skill; operational chain; eyeballing; Urartu; tureutics; ethnoarchaeology

Barbara Armbruster, Heidemarie Eilbracht, Oliver Hahn, Orsolya Heinrich-Tamáská (eds.) |
Verborgenes Wissen: Innovation und Transformation feinschmiedetechnischer Entwicklun-
gen im diachronen Vergleich | Berlin Studies of the Ancient World 35 (ISBN 978-3-9816751-5-3);
URN urn:nbn:de:kobv:188-fudocsdokumentoooooo24684-8 | www.edition-topoi.de

Ich danke den drei Handwerkern in Şanlıurfa für ihre Erlaubnis der Aufzeichnung von für sie alltäglichen lebensweltlichen Vorgängen. Lujain Hatahet setzte die Skizzen aus Şanlıurfa in Graphiken um. Sarah Kiert Costello und Susan Pollock überließen mir die ethnographischen Notizen zur Publikation. Susan Pollock und Maresi Starzmann sei gedankt für eine kritische Durchsicht des Textes.

I Statt einer Einleitung: Technologie heute

„Füllet die Erde und machet sie euch untertan“, fordert das Buch Genesis des Alten Testaments im 1. Kapitel, Vers 28, auf. Dieses Credo durchzieht den wissenschaftlichen Diskurs über Technologie bis in unsere Tage. Historisch sind die Anfänge dieser Bemächtigung der Erde sicherlich im Neolithikum zu suchen, als die Einstellung gegenüber den Kräften der Natur sich fundamentaler wandelte, als wir es heute erfassen können. Max Horkheimer bemerkte zu diesem Vorgang: „Der Mensch teilt im Prozeß seiner Emanzipation das Schicksal seiner übrigen Welt. Naturbeherrschung schließt Menschenbeherrschung ein.“¹ Die Emanzipation von der Natur fand, glaubt man der *International Commission on Stratigraphy*, in den letzten 50 bis 100 Jahren ihr ‚erfolgreiches‘ Ende. Diese Vereinigung schlug nämlich im Jahre 2008 vor, das Ende des Holozäns und den Anfang eines ‚Anthropozäns‘ in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts beziehungsweise das frühe 21. Jahrhundert zu setzen.² Damit ist die Menschheit in eine Machtsituation geraten, die wir aus der Mythologie für antike Göttergestalten schon kennen: Die Welt wird für uns selbst zu einer formbaren Urmasse, wie im mesopotamischen Schöpfungsmythos die Salz- und Süßwasser Apsu und Tiamat, oder im alten Ägypten der Urschlamm. Wir können mittlerweile neue Materialien kreieren, die wir dann Gott-ähnlich in gute und schlechte, bedrohliche und nützliche Aspekte trennen. Wir können sogar uns selbst ein neues Design geben. PhilosophInnen zwischen Feminismus,³ Technikoziologie⁴ und Sozialreaktion⁵ feiern diesen Prozess als aus dem Gefängnis des Mensch-Seins und des Humanismus herausführende Befreiung.

Die zweifellos großen menschlichen Möglichkeiten, die Natur kulturell zu formen, haben ihre Schattenseiten. Das Grauen der menschlichen Fehlplanungen wird heute vielfach rhetorisch in ein ‚Zurückschlagen‘ der Natur gewendet. Es genügen Namen und Begriffe wie Fukushima, *Deep Water Horizon* und Treibhauseffekt, um die Dialektik

1 Horkheimer 2007, 110.

2 Crutzen und Stoermer 2000.

3 Haraway 1991.

4 Latour 2005.

5 Sloterdijk 2010.

des langfristigen Vorgangs einer technologischen Einverleibung der Natur in die Kultur zu verstehen. Philosophen von Theodor Adorno⁶ und Günter Anders⁷ bis Paul Virilio⁸ warnen vor der Verselbständigung der Technik. Jeder Beitrag zu einer Geschichte von Technik und Technologie muss heutzutage in diesem Rahmen gesehen werden.

Wenn es im Folgenden um sehr kleinteilige Vorgänge technischer Routinen geht, so stehen auch diese im Spannungsfeld solcher global-lokalen Verhältnisse. Ich werde zunächst Wissensformen erörtern, die im Bereich des Technischen eine große Rolle spielen, um hierdurch eine Systematik des „verborgenen Wissens“ antiker Techniken zu erstellen. Ausgangspunkt sind dabei notwendig heutige Verhältnisse mit ihren spezifischen Relationen von Technik, Wissen und Macht, von denen abstrahiert werden muss, um historisch ganz anders gelagerte Bedingungen überhaupt erfassen zu können. Anschließend an diese Diskussion wende ich mich einem aus der Südost-Türkei stammenden ethnoarchäologischen Beispiel der Metallbearbeitung zu. Schließlich diskutiere ich die Konsequenzen für die Analyse archäologischen Materials und komme am Schluss auf Technik als Handlungswissen zurück.

2 Wissen und Technik

Die Fähigkeit, die Welt mehr zu formen als in ihr zu leben, hat ihren Ursprung größtenteils im technischen Wissen. Technik kann schwerlich ohne die Berücksichtigung von Wissen untersucht werden, wobei Wissen immer auch Macht und Beherrschung impliziert.⁹ Ich werde im Folgenden eine kurze Begriffsdifferenzierung im Bereich ‚Technik‘ erörtern und dann die Relationen zwischen Technik und Wissen genauer in Augenschein nehmen.

Um Missverständnisse zu vermeiden, möchte ich zunächst kurz ‚Technik‘ von ‚Technologie‘ und ‚Technisierung‘ als Begrifflichkeiten unterscheiden. Es liegt mir jedoch fern, eine weitreichend anwendbare Definition liefern zu wollen, denn das semantische Feld um Begriffe, die mit der ursprünglichen griechischen *technè* zusammenhängen, ist so komplex geworden, dass Bedeutungseingrenzungen nur jeweils kontextbezogen sinnvoll erscheinen.¹⁰ Wenn diese Begriffe heute unklar geworden sind, so ist dies auf den Einfluss des in diesem Bereich schwammigen anglophon-sozialwissenschaftlichen Vokabulars zurückzuführen, das nur das Wort *technology* kennt und *technique* selten als ein aus dem französischen übernommenes Fremdwort nutzt.¹¹ Der Begriff Technik soll

6 Adorno 1951.

7 Anders 1956.

8 Virilio 1995.

9 Siehe aber Latour 2000, 344–348.

10 Siehe aber Dobres 2000, 50–53.

11 Bijker, Hughes und Pinch 1987, 6, Anm. 3.

hier eine spezifische Art von Transformationen beschreiben, deren Ziele relativ abgegrenzt sind. Handwerk ist eine Technik, aber auch die Nutzung des Körpers bei Sportarten. Techniken sind in der Regel wahrnehmbar als zielgerichtete Handlungssequenzen mit einem zeitlichen Anfang und Ende. Hingegen bezeichnet Technologie den Logos, die Gesetzmäßigkeiten dieser Vorgänge. Technisierung schließlich meint einen von Hans Blumenberg¹² thematisierten „Prozess der Veränderung von Selbst und Gesellschaft durch Technologien.“¹³

Technik ist in unseren Zeiten getrieben von einer ganz bestimmten Art der Vernunft und Weltwahrnehmung, nämlich der instrumentellen Rationalität. Das, was bei Max Weber als Zweckrationalität,¹⁴ bei Hannah Arendt¹⁵ und Jürgen Habermas¹⁶ als instrumentelle Vernunft erörtert wird, beschreibt moderne Einstellungen zur Technik insgesamt. Der Schwerpunkt liegt auf einem Denken und Handeln, bei dem Zwecke immer gleichzeitig als Mittel weiter gedacht werden. Die Welt des heutigen *homo faber* kennt keine Objekte, die um ihrer selbst willen existieren. Das Endprodukt eines Arbeitsvorgangs ist zugleich immer schon Mittel für zukünftige Handlungen.¹⁷ Zudem ist, im Sinne Webers, für die Erreichung der Zwecke das kalkulierende Abwägen alternativer Mittel entscheidend.¹⁸ Dabei wird nicht allein der Zweck gesetzt, um ihn dann unbedingt zu erreichen, sondern die Auswahl der Mittel beeinflusst entscheidend die Qualität des Zweckes selbst.

Es wäre nun aber ganz falsch, sich technische Prozesse als rein auf der Logik der Instrumentalität, also der Optimierung des Zweck-Mittel-Verhältnisses beruhende Gebilde vorzustellen. Dies würde zwar der Kategorisierung entsprechen, die Habermas in der Theorie des kommunikativen Handelns vornimmt, wo es heißt: „Eine erfolgsorientierte Handlung nennen wir instrumentell, wenn wir sie unter dem Aspekt der Befolgung technischer Handlungsregeln betrachten und den Wirkungsgrad einer Intervention [...] bewerten.“¹⁹

Diese abstrakte Definition muss aber ergänzt werden. Erstens wird eine solche Einstellung in der Praxis immer von sozialen Relationen getragen, die aus zwischenmenschlicher Kooperation beziehungsweise hierarchischen Anstellungsverhältnissen bestehen. Dies beinhaltet Machtverhältnisse im technisch-produktiven Bereich, die Habermas in seiner Handlungstheorie als ‚strategisch‘ charakterisiert (Tab. 1):²⁰ Menschen werden zu Mitteln für Produktionszwecke. Dies ist das traditionelle Verständnis der Situation von Menschen im Produktionsprozess, wie wir es auch schon in Marx‘ Analyse der politischen Ökonomie finden. Die historische Spezifität dieses Verständnisses wird deut-

12 Blumenberg 1999, 7–54.

13 Müller 2010, 51.

14 Weber 1971, 13.

15 Arendt 1958, 153–159.

16 Habermas 1987, 369–410.

17 Arendt 1958, 154.

18 Weber 1971, 17; Habermas 1987, 380.

19 Habermas 1987, 385.

20 Habermas 1987, 384, Fig. 14.

Zugrunde liegende Relation	Erfolgsorientiert		Verständnisorientiert
Subjekt – Objekt	Als Zweck: Endprodukt	Instrumentelles Handeln	„auratisch“, z. B. magische Handlungen
	Als Mittel: Werkzeug		
Subjekt – Subjekt	Als Zweck: gezielte Subjektivierungsformen (Schulungen etc.)	Strategisches Handeln	Kommunikatives Handeln
	Als Mittel: ArbeiterInnen, Sklaverei		

Tab. 1 Zu Habermas' Kategorisierung von Handlungen samt einem Ergänzungsvorschlag (kursiv).

lich, wenn wir uns vor Augen halten, dass heutzutage der Mensch selbst in den von Arendt beschriebenen Kreislauf vom „Zweck als Mittel“ geraten ist. Dies hat vor allem mit dem tiefgreifenden Strukturwandel des Übergangs zur ‚Wissengesellschaft‘ zu tun. Der Mensch ist gleichzeitig Zweck einer Schulungs-, Coaching- und Fortbildungsindustrie als auch Produkt dieser Vorgänge, was ihn *in toto* zum optimiert einsetzbaren Mittel im kapitalistischen Produktionsprozess macht.²¹ Das Wirtschaftssystem greift nach dem „nackten Leben“, wie Giorgio Agamben dies nennt.²²

Im Gegensatz zu diesen (post-)modernen Zuständen ist noch nicht komplett maschinisierte Technik in Handlungsdimensionen eingebettet, die Habermas als „verständigungsorientiert“ bezeichnet. Kurioserweise will er diese Orientierung allein im Bereich intersubjektiver Verhältnisse ansiedeln.²³ Dies liegt an der zu engen Definition des kommunikativen Handelns: „Verständigung gilt als ein Prozeß der Einigung unter sprach- und handlungsfähigen Subjekten“.²⁴ Ich habe schon an anderer Stelle²⁵ darauf hingewiesen, dass eine Leerstelle in der Habermas'schen Handlungssystematik die Verständigungsorientierung in Verhältnissen zwischen Subjekten und Objekten ist. Die Beziehung von Menschen zu ihrer nicht-menschlichen Umgebung kann durchaus den Charakter des Kommunikativen annehmen, was ich hier anhand kurzer Beispiele nochmals erörtern möchte.

Eine Hopi-Töpferin beschreibt den Vorgang des Formens von Gefäßen folgendermaßen:

The Potter breathes life into the lump of clay, [...] and the clay says ‘make me beautiful, make me what I am supposed to be’ [...] And so as the Potter I talk

21 Hartmann und Geppert 2008, 47–63.

22 Agamben 2000, 3–14.

23 Habermas 1987, 384.

24 Habermas 1987, 386.

25 Bernbeck 2003, 205–209.

to the clay at every step. The clay becomes a living being, when I put it in my hand.²⁶

Hier ist deutlich eine verständigungsorientierte Dimension der Beziehung zwischen Subjekt (Töpferin) und Objekt (Ton) gegeben. Das in diese Verhältnisse eingehende Wissen kann zwar im akademischen Bereich beschrieben werden, es steht aber der rational-technisierten Argumentation der Wissenschaft diametral entgegen. Um dieser Art der Herstellung von Dingen auch nur annähernd gerecht zu werden, müssten wir unsere eigene Einstellung zunächst einmal ‚ent-technisieren‘, was auch das Paradox nach sich zieht, die Grundlagen des wissenschaftlichen Diskurses zum Zwecke einer wissenschaftlichen Analyse verlassen zu müssen.

Diese alltägliche Subjektivierung des wissenschaftlich Objektiven durchzieht aber auch moderne Gebrauchsverhältnisse. Denn Autos, Computer, Bomben und ähnliches werden oft auf individuelle Namen getauft.²⁷ Zudem schlägt sich die menschliche Tendenz zur Subjektivierung des Objektiven vielfach in literarischen Werken nieder, wie etwa in Hermann Hesses vergnüglichem *Gespräch mit einem Ofen*.²⁸

Bei der Frage nach „verborgenem Wissen“ in der antiken Metallverarbeitung ist dieses potenziell vorhandene Verhältnis von Menschen und ihrer Gegenstandswelt zu berücksichtigen. A. Bernard Knapp und Vincent Piggott haben dies für den Bereich des Erzabbaus angedeutet, basierend vor allem auch auf ethnographischen Berichten.²⁹ Doch auch hiermit haben wir bei weitem noch nicht die Dimensionen des in Handwerken wie der antiken Metallverarbeitung vorhandenen Wissens ausgeschöpft. Denn die gerade aus der deutschen Soziologie stammenden handlungstheoretischen Ansätze sind, wie schon erwähnt, aufgrund ihrer Sprachfixierung rettungslos einseitig. Der diskurszentrierte Wissensansatz hat im praktischen Wissen, welches ich im Folgenden erörtern möchte, sein Komplement. Dabei handelt es sich um den meines Erachtens wichtigsten Aspekt ‚verborgenem Wissens‘: Praktisches Wissen zeichnet sich dadurch aus, dass es nicht versprachlichbar ist beziehungsweise dass es in der Versprachlichung seinen Charakter fundamental ändert. Daher hatte Michael Polanyi, der sich als erster damit intensiv auseinandersetzte, diese Wissensform treffend als „tacit knowledge“ bezeichnet.³⁰

26 Qöyawayma 2013.

27 Für Autos s. <https://www.1averbraucher magazin.de/mobilitaet/immer-mehr-autos-werden-getauft-3797#> (besucht am 27.04.2016); man erinnere sich auch an „Little Boy“ and „Fat Man“, die

beiden über Hiroshima und Nagasaki abgeworfenen Atombomben.

28 Hesse 1976, 204–205.

29 Knapp und Piggott 1997. Siehe auch Taussig 1980; Herbert 1993, 97–114.

30 Polanyi 1962; siehe Fischer und Mandell 2009.

	Diskursives Wissen	Praktisches Wissen
Objektivierung	Archiv, Bibliothek, Datenbank	Alltagshandlungen und deren materielle Reste
Modus	symbol. Repräsentation, externalisiert	Verkörperung, internalisiert
Quellenart	Text, Diagramm, Bild	Gegenstand
Handlungseinstellung	reflexiv	routiniert-unhinterfragbar
Temporale Kontinuität	nicht gegeben oder notwendig	rhythmisierten Ablauf
Lern-Modus	generativ (kontextunabhängige Regeln)	mimetisch
Bevorzugte wiss. Disziplin	Historie (Technologieggeschichte)	Archäologie (Technikgeschichte)

Tab. 2 Schematisierung der Unterschiede zwischen diskursivem und praktischem Wissen für die auf Vergangenheit fokussierten wissenschaftlichen Disziplinen.

2.1 Diskursives Wissen

Für eine Begriffsklärung ist es sinnvoll, diskursives und praktisches Wissen zunächst als Idealtypen zu beschreiben, die allerdings meist der Hintergrund ein- und derselben realen Handlungen sind. Wenn wir heute im Alltag über Wissen reden, so meinen wir in der Regel diskursives, versprachlichtes Wissen.³¹ Dieses tritt uns materialisiert als Bibliothek, Archiv, Datenbank, Bücherladen, als Wikipedia und Video-Aufnahme entgegen. Es handelt sich um ein Wissen, dessen prinzipieller Modus sprachlich, jedenfalls aber zeichenhaft ist. Symbolsysteme und Diagramme sind hier also inbegriffen (Tab. 2).

Während eine Objektivierung solchen Wissens seit dem Paläolithikum in Bildern vorhanden ist, wurde mit der Innovation der Schrift im alten Westasien im späten 4. Jahrtausend v. u. Z. eine neue Qualität der Genauigkeit des Objektivierens des Diskursiven erreicht. Seit der europäischen Kolonialzeit wurde diese Technik nicht nur globalisiert, sondern der Kapitalismus führte zudem zu einer Proliferation neuer Objektivierungstechniken, deren Ende nicht abzusehen ist. Elektronische Text- und Bildträger ersetzen zunehmend traditionelle Quellen wie Bücher, Festplatten nehmen die Stelle von Bibliotheken und Bildarchiven ein. Computer als Individualbesitz sind dafür verantwortlich, dass solches Wissen und Kognition mittlerweile dominant als ‚speicherbar‘ konzeptualisiert werden. Diskursives Wissen ist in Bytes quantifizierbar und füllt im abstrakten Sinne als qualitätslose Masse elektronische Behälter wie einst Weizen ein Silo.

31 Die Humboldt'sche Auffassung, dass Sprache und Wissen nicht wirklich zu unterscheiden seien, lässt sich im Angesicht neuerer Forschungen aus der Kul-

turanthropologie, Philosophie und Psychologie nicht mehr aufrecht erhalten (Rosch 1973; Pinker 1996).

Computer-Metaphern verändern entscheidend unsere Wahrnehmung des diskursiven Wissens. Selbst persönliche Erinnerung wird heute oft als Griff in die mentale Hardware und damit metaphorisch als aus dem Körper externalisiert beschrieben.³²

Dem diskursiven Wissen wird unterstellt, grundsätzlich hinterfragbar und problematisierbar zu sein, da es ja als versprachlichtes beziehungsweise versprachlichbares Wissen im Dialog als falsch oder richtig, besser oder schlechter, komplex oder vereinfachend diskutiert werden kann. Nur ideologische Apparate oder schiere Repression können derartige reflexive Potenziale verhindern, die tendenziell den Status Quo gefährden. Wo solches Wissen in den technischen Bereich hineinragt, kann es präskriptiv Anleitungen meinen, oder deskriptiv technische Handlungen nachvollziehen. Damit ergeben sich auch intergenerationelle beziehungsweise laterale Transfermöglichkeiten solchen Wissens, die auf Rezepturen beruhen. Lernen ist damit in diesem Bereich oft generativ, es besteht daraus, sich kontextunabhängige Regeln anzueignen, die dann flexibel und situationspezifisch anwendbar sein sollen.³³ Fassen wir dies zusammen mit der Definition von Technik und Technologie, dann wird eine Technik-Geschichte, die auf diskursivem Wissen aufbaut, fast immer automatisch zu einer Technologiesgeschichte, also einer Geschichte des historisch jeweils sprachlich bewussten Logos der Technik, nicht aber ihrer Praxis.

2.2 Praktisches Wissen

Der Begriff des praktischen Wissens bezieht sich auf eine kategorisch andere Art des Wissens, die vor allem im Alltagshandeln zum Zuge kommt. Präzise beschreibt Tim Ingold praktisches Handeln am Beispiel des Führens einer Säge beim Ansägen eines Bretts.³⁴ Die Aktion wird durchgeführt, ohne dass man über das Verhältnis der beteiligten Einheiten nachdenken müsse, also das Werkzeug, das Objekt des Sägens und den menschlichen Körper, da sie synergistisch und untrennbar arbeiten. Polanyi nutzte das Beispiel des Radfahrens, um den Unterschied zwischen diskursivem Regelwissen und praktisch-verkörperterem Wissen deutlich zu machen.³⁵ Praktisches Wissen wird von Anthony Giddens einem „praktischen Bewusstsein“ zugeschrieben,³⁶ welches es uns erst erlaubt, bestimmte Handlungen unreflektiert auszuführen. Pierre Bourdieu bezeichnet dieses Wissen in Anlehnung an Augustinus als *docta ignorantia*, gelehrte Unwissenheit, die wir mühsam durch imitierendes Üben in unseren Körper so einschreiben, dass darauf basierende Praktiken routiniert und selbstverständlich ablaufen (vgl. Tab. 2). Deshalb ist ein Hauptmerkmal des praktischen Handelns das, was Bourdieu Hexis nennt,³⁷

32 Siehe dazu Joerges 1996, 70–83.

33 Siehe Bureau und Sairre 1988.

34 Ingold 2011, 51–53.

35 Polanyi 1974, 144.

36 Giddens 1984, 5–10.

37 Bourdieu 1976, 189–194.

die Verkörperung von Handlungsfähigkeiten.³⁸ Das Körperliche des praktischen Wissens zeigt sich auch darin, dass Reflexion im Handeln das intendierte Endprodukt geradezu zerstören kann.³⁹ So kann die ‚Produktion‘ eines Klavierkonzertes nicht funktionieren, wenn die Künstlerin über den Tastenanschlag nachdenkt; die musikalische Seite zerfällt dann schlicht.⁴⁰

Bourdieu ist derjenige Wissenschaftler, der das Paradox einer sprachlichen Darstellung des nicht Versprachlichbaren in unserer und in fremden Lebenswelten am scharfsinnigsten thematisierte.⁴¹ In einer Ethnographie der Kabylen beschreibt er neben dem Alltag eindringlich, wie radikal sich die Einführung kapitalistischer Geldwirtschaften auf die Lebenswelt kolonisierter Völker auswirkte, deren Tätigkeiten plötzlich messbar und kalkulierbar werden sollten.⁴²

Das internalisiert-praktische Wissen kann genauso wenig im Sinne der Computermetapher als eine quantifizierbare Speicherware angesehen werden wie das diskursive. Denn die ‚Einschreibung‘ des praktischen Wissens in den Körper, die dazu führt, dass Alltagshandlungen fraglos in großer Geschicklichkeit ablaufen können, geht bei nur sporadischer Durchführung verloren. Skill, wie dies in der kulturalanthropologischen Literatur genannt wird,⁴³ kann inkorporiert und modifiziert werden, aber auch partiell oder komplett verloren gehen.⁴⁴ Von besonderer Bedeutung für eine Technikgeschichte ist, dass Geschicklichkeit oder eine bestimmte, erforschbare Qualität praktischen Wissens nicht aus schriftlichen oder bildlichen Quellen, sondern nur aus den im Zuge des praktischen Handelns erzeugten materiellen Resten erschlossen werden kann. Denn dieses Handeln bleibt, wie erwähnt, der symbolischen Repräsentation fast gänzlich verschlossen.

Es wird oft gemutmaßt, dass praktisches Wissen einfacher strukturiert sei als sprachliches. Der Eindruck entsteht aus zwei Gründen, trägt aber: Einerseits wurden im Zuge der Industrialisierung komplexe Arbeitsabläufe in Maschinen objektiviert, so dass Menschen, wie Marx sich ausdrückte, „lebendige Anhängsel“⁴⁵ der Maschinen wurden. Die Unterwerfung immer weiterer Lebensbereiche unter die instrumentelle Vernunft hat uns längst in ein Handlungskorsett gezwungen, das linearisiert und segregiert ist, und damit „weniger komplex“ als das älterer Gesellschaften.⁴⁶ Ein weiterer Grund für die Simplizitätsunterstellung des praktischen Wissens ist, dass die Analyse und Beschreibung des praktischen Handelns eigentlich eine Unmöglichkeit ist, da die „praktische Matrix“ mit der theoretischen Vernunft des Verallgemeinerns und Reduzierens schlicht

38 Zu einem ganz anderen, politischen Verständnis des Sartre'schen Begriffs der Hexis s. Dath und Kirchner 2012, 79–84.

39 Collins 1987, 337.

40 Sudnow 1978, 30–37.

41 Bourdieu 1990; Bourdieu 1998.

42 Bourdieu 2000.

43 Ingold 2000, 349–361; Ingold 2011.

44 Bernbeck 2010, 105–108.

45 Marx 1979 [1867], 445; siehe auch Sennett 2008, 48–56.

46 Latour 2000, 376.

unvereinbar bleibt.⁴⁷ Jeder Versuch der exakten Beschreibung von Handlungsabläufen im Sinne einer Logik der Praxis kommt der Borges'schen Beschreibung der Geographen gleich, die immer genauere Karten fordern und schließlich eine im Maßstab 1:1 herstellen; eine Absurdität. Mithin ist auch eine Theorie der Praxis ein paradoxes Unternehmen.

Zwei weitere Unterscheidungen des diskursiven und des praktischen Wissens sollen abschließend angesprochen werden (vgl. Tab. 2). Der Zeitablauf des praktischen Wissens gestattet nur an wenigen Punkten einen Einhalt. Die meisten Vorgänge kommen am besten durch eine kontinuierlich ablaufende Performanz zustande.⁴⁸ Dagegen spielt die Zeit im diskursiven Wissen und zugehörigen Handlungen eine ganz andere Rolle, da das dem menschlichen Körper nicht notwendig innewohnende Wissen je nach Bedarf mehr oder weniger oft ‚abgerufen‘ werden kann. Die Datenbank und die Bibliothek erheischen keinen Nutzungsrhythmus, Einzelhandlungen können singulär, regelmäßig oder stark gehäuft auftreten.

Weiterhin schlagen sich Externalität und Verkörperung als zwei wichtige Unterscheidungsmodi von praktischem und diskursivem Wissen in einem Bereich nieder, den die Archäologie gerade erst zu erfassen und untersuchen beginnt: im Lernen. Wissen eignen wir uns an, und dies gilt selbstverständlich sowohl für diskursives als auch für praktisches Wissen. Der Lernmodus des praktischen Wissens ist mimetisch-nachahmend. Man muss Gesten und Konfigurationen von Gesten repetieren, um praktisches Wissen zu erlangen. Es wird hierdurch verkörpert zur Hexis. Dies ist leicht verständlich, denn die Ausführung bestimmter Tätigkeiten muss ‚automatisch‘, unreflektiert und kontinuierlich ablaufen können, um effektiv zu sein. Mimetisches Lernen ist geradezu die Ausbreitung genau der Aspekte, die diskursives Wissen ausmachen: Reflexivität, Problematizierbarkeit, Externalität. Das universitäre Lernen und Forschen und alles diskursiv vermittelte Wissen ist im Ansatz eine Weitergabe von expliziten, kontextunabhängig wirkenden Regeln. Im Gegensatz dazu macht mimetisches Lernen das Ungewohnte und Ungewöhnliche zur fraglosen Gewohnheit.⁴⁹

47 Bourdieu 1990, 98–111.

48 Edmund Husserl hatte schon in seinen Einlassungen zum Handeln engere und weitere „Zeithöfe“ unterschieden. Die direkt der Gegenwart folgende Zukunft wurde dabei als „Protention“ von der in den weit entfernten Planungsbereich fallenden „Projektion“ unterschieden, und der Protention wurde eine symmetrisch in die Vergangenheit reichende „Retention“ zugeschrieben (Bernet, Kern und Marbach 1989, 96–107). Giddens 1984, 49, beschreibt letzteres Phänomen als „recall“ und bemerkt dazu: „Practical consciousness involves recall

to which the agent has access in the *durée* of action without being able to express what he or she thereby ‘knows‘.

49 Interessanterweise ist das Erlernen der Sprache und damit der Voraussetzung für diskursives Wissen ein rein mimetischer Vorgang, so dass auch die jeweilige Muttersprache in der Regel als unproblematisierbarer Wissensfundus zur Verfügung steht. Mimetisches Lernen ermöglicht also erst generatives Lernen von kontextunabhängigen Regeln (siehe dazu Giddens 1984, 58–60).

	Erfolg auch bei Vereinzelung möglich	Erfolg hängt von Ko-Präsenz ab
Aufgabensammlung	Reis-Anbau, Erntearbeiten	Menschliches Bewegen schwerer Gegenstände
Aufgabenteilung	Metallurgie, Schafschur	Orchester-Konzert

Tab. 3 Kooperationsformen bei Tätigkeiten, die hauptsächlich auf praktischem Wissen basieren.

Anhand der Charakteristika des praktischen Wissens habe ich bislang einen Bereich verborgenen Wissens umkreist, der gerade im Handwerk eine wichtige Rolle spielt, dabei aber ein Thema ausgelassen, die Koordination von Handlungen, denen praktisches Wissen unterliegt. Das Konzept praktischen Wissens als verkörpertes ist, so wie hier dargestellt, individualistisch. Es gibt jedoch auch kooperatives Handeln auf der Basis des praktischen Bewusstseins. Wir können hierbei vier Arten der Kooperation unterscheiden, je nachdem, ob Beteiligte alle dieselbe Gestik oder unterschiedliche Aufgaben durchführen und ob Erfolg von Ko-Präsenz abhängt. Entweder dieselbe Handlung wird von vielen gleichzeitig ausgeführt („Aufgabensammlung“ in Tab. 3), wie sich dies bei Erntetätigkeiten und etlichen anderen landwirtschaftlichen Aktivitäten bis heute beobachten lässt, oder es handelt sich darum, dass ‚alle am gleichen Strang ziehen‘, etwa beim Mannschaftsrudern.

Schließlich gibt es diejenigen Abläufe, bei denen sehr unterschiedliche, auch gleichzeitig ablaufende Tätigkeiten in einem Endprodukt zusammenfließen, wie dies beim Metallhandwerk der Fall ist. Am kompliziertesten sind die Ereignisse, bei denen eine Vielzahl unterschiedlicher Handlungen in Ko-Präsenz ablaufen muss, um zum Erfolg zu führen. Ein Orchesterkonzert ist ein paradigmatischer Fall hierfür, und es ist vielleicht nicht erstaunlich, dass man die symbolische Koordination des praktischen Handelns an Dirigierende auslagert.

Der allzu schematischen Unterscheidung von diskursivem und praktischem Wissen, wie ich sie hier vorgenommen habe, steht die Verschränkung der beiden Wissensmodi in ein und derselben Handlung in der Realität gegenüber. Diese analytische Trennung erlaubt es jedoch, einige zentrale Fragestellungen einer Archäologie der handwerklichen Tätigkeiten zu identifizieren, die „verborgenes Wissen“ erschließen helfen:

1) Gab es Verständigungsorientierungen im Verhältnis zwischen produzierenden Subjekten und ihren Arbeitsgegenständen? Wenn ja, lassen sich diese Orientierungen qualifizieren?

2) Bis zu welchem Grad stand technisches Handeln als explizites, verbal vermittelbares Wissen den versierten AnwenderInnen wie ein Skript oder eine Rezeptur zur Verfügung?

- 3) Wie wurde verkörpertes Wissen intergenerationell und lateral weitergegeben?
- 4) Welche Kooperationsformen des verkörperten Wissens kann man in spezifischen historischen Konstellationen feststellen?
- 5) Schließlich ist vielleicht die wichtigste Frage die nach der Methode: Wie lässt sich praktisches Handeln (beziehungsweise diskursiv verankertes Handeln) anhand von materiellen Resten rekonstruieren?

Nur die Rekonstruktion des direkten praktischen Handelns kann eine realistische Technik-Geschichte hervorbringen, bei der nicht-diskursives Wissen eine Hauptrolle spielen muss. Und hier sind wir als ArchäologInnen ganz klar gefragt, denn die Quellen einer solchen Geschichte müssen vergangene Objekte, nicht aber Bilder oder Texte sein.

3 Zur Methode der Analyse praktischen Wissens: Operationsketten

Kontinuität und das Ineinanderfließen von körperlichen Gesten und Dingen sind für praktisches Handlungswissen typisch. Gerade zur Analyse ist es jedoch notwendig, diese Vorgänge artifiziell aufzubrechen und einzelne Stufen als Sequenzen von Gesten zu definieren. Hierfür bedient man sich in der Archäologie des auf Marcel Mauss zurückgehenden, von André Leroi-Gourhan⁵⁰ zuerst formulierten Konzeptes der *chaîne opératoire* oder Operationskette.⁵¹ Die ursprüngliche Anwendung auf die Produktion von Steingeräten hat insofern tiefgreifende Auswirkungen auf das Konzept, als es sich bei Lithikherstellung um einen rein subtraktiven Vorgang handelt, bei dem es kein Zurückgehen auf frühere Arbeitsstadien geben kann. Diese strikte temporale Gerichtetheit des ursprünglichen Beispiels schlägt sich dann auch in den Darstellungsmitteln nieder. Man greift gerne zur Diagrammatik und damit zu nicht-sprachlichen Darstellungsweisen, was für praktisches Wissen vielleicht auch ganz angemessen ist.⁵² Allerdings ist die Diagrammatik sehr viel normativer und vergrößernder als Texte, wodurch die Analysen von primär praktischen Handlungen in ihrer Komplexität und Vielfalt meist sehr stark reduziert werden.

Die üblicherweise kettenhaften Diagramme sind nicht unbedingt gänzlich linear, da mehrere Handlungsstränge an einem Punkt bei der Fertigung eines Objekts zusammenlaufen, oder komplex miteinander verwoben sein können. Die Linearisierung von Handlungen und der deskriptive Charakter der Operationsketten sind jedoch nach Marcia-Anne Dobres unbefriedigend,⁵³ weil sie Aspekte menschlicher Subjektivität wie Gender, Alter, Ethnizität und andere soziale Dimensionen zu wenig beachten und im

50 Leroi-Gourhan 1980.

51 Vgl. Balfet 1991; Schüttpelz 2008.

52 Vgl. Lemonnier 1992, 33; Martinelli 1991, 76–77.

53 Dobres 2000, 153–191.

Technischen stecken bleiben, „imagining only disembodied hands [...] skillfully going about a very material business“.⁵⁴ Sie fordert ein „Engendering“ der Operationsketten um einen handlungstheoretischen Kern. Genau entgegengesetzt argumentiert die *Actor Network Theory* mit dem Prinzip eines „In-Mitleidenschaft-gezogen-Werdens“ durch Operationsketten und einer „wechselweisen ‚Passivität/Aktivität‘ der menschlichen und nicht-menschlichen Wesen“.⁵⁵ Die Frage, ob Operationsketten eher Subjektivitäten konstituieren oder durch (menschliche) Subjekte konstituiert werden, kann und soll in unserem Zusammenhang nicht geklärt werden.

Vielmehr möchte ich im Anschluss zur Illustration eine direkt beobachtete Handlungssequenz im Bereich der Metallverarbeitung in Hinblick auf unser Thema „verborgenes Wissen“ analysieren. Ich nutze dazu im Folgenden eine ethnoarchäologische Untersuchung, die ich im Jahre 1998 mit Susan Pollock und Sarah Kiert Costello in Şanlıurfa in der Südost-Türkei durchführte. Die hieraus zu ziehenden Schlüsse für die Archäologie werden im Anschluss kurz dargestellt.

3.1 Zur heutigen Herstellung einer verzierten Kupferplatte

Im Jahre 1998 leiteten Susan Pollock und ich die Grabung der spätneolithischen Komponente von Kazane Höyük im Südosten der Türkei in direkter Nachbarschaft zur Provinzhauptstadt Şanlıurfa.⁵⁶ Da die Grabungsgenehmigung nicht rechtzeitig eintraf, verbrachten wir eine Weile wartenderweise vor Ort. Dabei kamen wir auf die Idee, eine kleine ethnoarchäologische Untersuchung zur Herstellung von Kupfergegenständen im Bazar von Şanlıurfa zu machen. Wie in solchen Ladenvierteln üblich, gibt es in einer überdachten Gasse eine ganze Reihe gleichartiger Werkstätten, die alle aus Kupferblech Gegenstände fertigen und verkaufen. In der von uns besuchten Werkstatt von nur circa 4,5 auf 4,5 Meter Grundfläche wurden Arbeiten der Formgebung und Verzierung sowie Bestellungen und Verkauf durchgeführt, nicht aber die Herstellung des Kupferblechs aus Rohmaterial.

In der Werkstatt arbeiteten drei Leute an der Herstellung von verzierten, runden oder ovalen Kupferplatten (*tepsi*) und anderen Gegenständen aus Kupferblech. Die Platten waren wahrscheinlich ursprünglich größer und wurden für *mansaf*, ein arabisches Kollektivmahl, genutzt, das aus Reis, Brot und Hammelfleisch besteht.⁵⁷ Die Umwandlung dieser *tepsis* in multifunktionale Objekte führte im Laufe der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts zu rein ästhetischen Produkten, die sowohl an lokale Personen und Vereine für Hochzeiten, Sportveranstaltungen und so weiter, als auch an TouristInnen

54 Dobres 2000, 183.

55 Schüttpelz 2008, 244.

56 Bernbeck, Pollock und Coursey 1999.

57 Şanlıurfa liegt an der Schnittstelle mehrerer Sprachbereiche, hauptsächlich des kurdischen und des arabischen, und hat historisch einen multikulturellen Charakter.

verkauft werden. Wir hatten die drei Männer in der Werkstatt darum gebeten, eine von uns zu erstehende runde Platte in ihrer Herstellung dokumentieren zu dürfen. Zustimmung wurde uns gegeben, und wir erbaten eine Standardanfertigung, um Beobachtungen machen zu können, die einigermaßen repräsentativ sein sollten.⁵⁸ Während unserer Anwesenheit in der Ladenwerkstatt am 7. und 8. Juli 1998 war jeweils nur eine Person zu einem Zeitpunkt tätig. Dennoch wurde das Objekt von drei Leuten hergestellt, unter denen eine ganz klare Arbeitsteilung vorlag (Abb. 1).

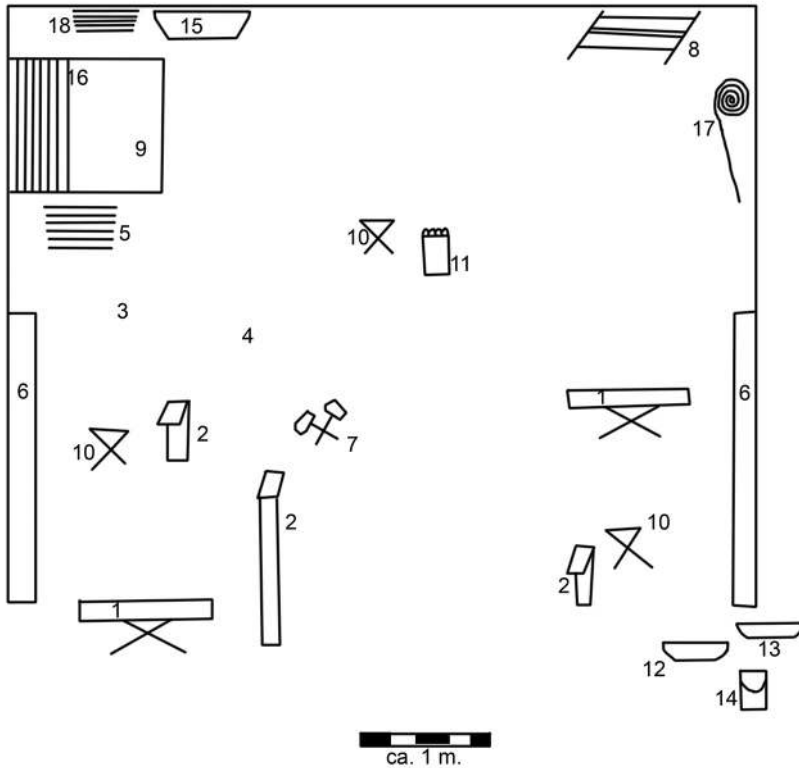
Person 1, der Ladeninhaber, brachte aus einem im ersten Stock befindlichen Vorratsraum ein rundes Kupferblech von circa 40 cm Durchmesser herunter. Er setzte zu Beginn der Arbeiten auf dem Blech den Mittelpunkt fest, zog mit dem Zirkel einen Kreis und führte die ersten sechs Verzierungen rund um den Mittelpunkt mit einer Punze aus. Dies dauerte keine Minute. Ein fertiges Blech stand in der Ecke als Vorbild.

Dann wurde die Platte an Person 2 weitergegeben, der sich den Hocker vor einem Amboss so zurechtstellte, dass er daran länger würde sitzen können. Die folgenden vier Minuten arbeitete er mit vier unterschiedlichen Punzen in einem 3cm-Radius um den von Person 1 markierten Mittelpunkt, wobei die Anzahl der Punzierungen sich mit zunehmendem Abstand vom Mittelpunkt schnell erhöhte. Danach benutzte er den Zirkel, um einen neuen Kreis zu ziehen, und dann mit drei weiteren, bislang noch nicht verwendeten Punzen neue Verzierungen in das Blech zu hämmern (Abb. 2). Im nächsten Schritt wurde mit einer fünfzackigen Schablone (Abb. 3a) das nach außen reichende Feld regelmäßig aufgeteilt. Danach warf Person 2 ein einziges Mal einen kurzen Blick auf die Vorbild-Platte (vgl. Abb. 12a). Der nächstgrößere Kreis wurde mit dem Zirkel vorgezeichnet, um den Verzierungsraum weiter einzuteilen (Abb. 4). Von den bislang genutzten acht Punzen wurden im folgenden Arbeitsgang vier zum zweiten Mal genutzt, allerdings in anderer Reihenfolge als im Innenbereich, um weitere im Kreis sich wiederholende Verzierungen vorzunehmen. Dann wurde der außen liegende Kreis als Linie punziert.

Bislang waren alle Verzierungen Punzen, deren Enden aus schraffierten Ovalen, sternähnlichen Gebilden, Kreisen und anderen geometrischen Formen bestanden, wobei Musterelemente jeweils durch einen einzeln gesetzten Schlag zustande kamen (Abb. 5 A-H). Nach der Punzierung des äußeren Kreises wurde die Verzierung komplexer. Der Handwerker setzte eine leicht gerundete, lange Punze jeweils zweimal an, um klammerartige Gebilde zu erzeugen (Abb. 5 J; Abb. 6), die dann außen durch kleinere gerundete Punzierungen abgeschlossen (Abb. 5 K) und innen mit der Punze mit

58 Ich bin mir der Unzulänglichkeiten eines solchen Vorgehens durchaus bewusst (zur Kritik solcher *ad hoc*-Ethnoarchäologie siehe Stahl 1993, 247–248). Aufgrund der mehr als 10 Jahre, in denen wir im

Sommer Şanlıurfa und seinen Bazar während Grabungen regelmäßig, wenn auch nicht lange besuchten, ist die Repräsentativität des Objektes einigermaßen gesichert.



- | | |
|---|--|
| 1. Grosse Eisenplatte, gegen die Gegenstände geschlagen werden | 9. Elektrische Schleif- und Poliermaschine |
| 2. Ambosse und Auflager | 10. Hocker |
| 3. Teller mit komplexen Meisseln | 11. Amboss mit vier Vertiefungen |
| 4. Teller mit einfachen, spitz zulaufenden Meisseln unterschiedlicher Art | 12. Becken mit Säure |
| 5. Stapel mit vorgeformten, runden Kupferplatten | 13. Becken, gefüllt mit Asche |
| 6. Ladentüren, an denen fertige Objekte aufgehängt sind | 14. Eimer mit Brauchwasser |
| 7. Hämmer | 15. Becken, gefüllt mit Sägemehl |
| 8. Leiter in den 1. Stock | 16. Regal mit Kitt und anderen Materialien |
| | 17. aufgerolltes Kupferblech |
| | 18. Alte Kupferplatten |

Abb. 1 Skizze der Ladenwerkstatt, in der die Kupferplatte hergestellt wurde.



Abb. 2 Nutzung eines Zirkels am Anfang des Punzierungsvorgangs.

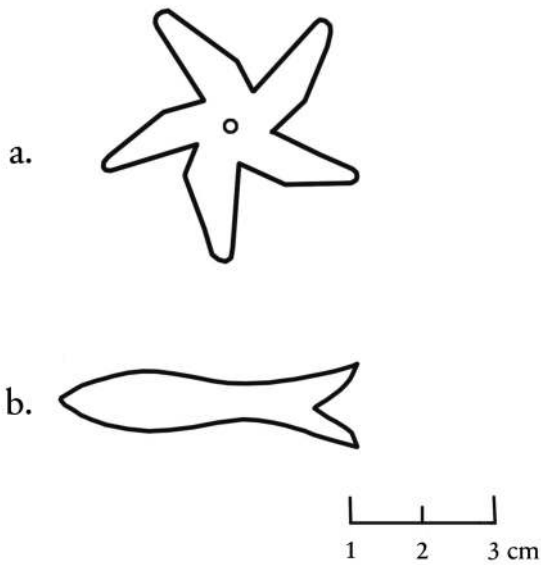


Abb. 3 a. fünfzackige Schablone für die Flächeneinteilung der Plattenverzierung, b. Fisch-Schablone für Innenverzierung.



Abb. 4 Nutzung eines großen Zirkels zum Vorzeichnen äußerer Punzierungen.

Ovalschräffur (vgl. Abb. 5 F) gefüllt wurden. Eine sternförmige Punze wurde ebenfalls als Füllelement zwischen den größeren Motiven im äußeren Feld genutzt (Abb. 5 D; Abb. 7).

Nunmehr waren seit Beginn der Arbeit 21 Minuten vergangen. Person 1 nahm das Objekt aus der Hand von Person 2 und schlug es fest auf einen der Holzböcke. Danach setzte Person 2 die Verzierungsarbeiten fort. Zunächst wurden fünf Fische⁵⁹ mit einer Schablone (vgl. Abb. 3b) entlang der Linien eingezeichnet, die zuvor mittels des sternartigen Metallgegenstands (vgl. Abb. 3a) angelegt worden waren. Dann wurden die Konturen der Fische mittels langer, gerundeter Punzen (Abb. 5 L) ausgeführt, um dann die größeren Innenteilungen wie den Trenner zwischen Fischkörper und -schwanz beziehungsweise -kopf zu markieren (Abb. 5 M, O; vgl. Abb. 12 a, b). Danach folgten Flossen, Schuppen und Schwanzschuppenmarkierung mit je unterschiedlichen Punzen (Abb. 5 N, P, Q). Diese Arbeit dauerte für alle fünf Fischfiguren fünf Minuten.

Eine kurze Pause diente der Rückversicherung, bevor die Arbeit an floralen Ornamenten zwischen den Fisch-Punzierungen weiterging (Abb. 8), wofür zwei noch nicht

59 Fische sind auf älteren Platten aus Şanlıurfa nicht dargestellt. Diese stellen die heiligen Karpfen der Fischeiche dar, des *Balıklı Göl* (zum religionsgeschichtlichen Hintergrund siehe Drijvers 1980). Das

Interesse an den Fischeichen hat einerseits mit internationalem Tourismus zu tun, ist aber zum Teil auch Ergebnis zunehmender innertürkischer Pilgerfahrten nach Şanlıurfa.

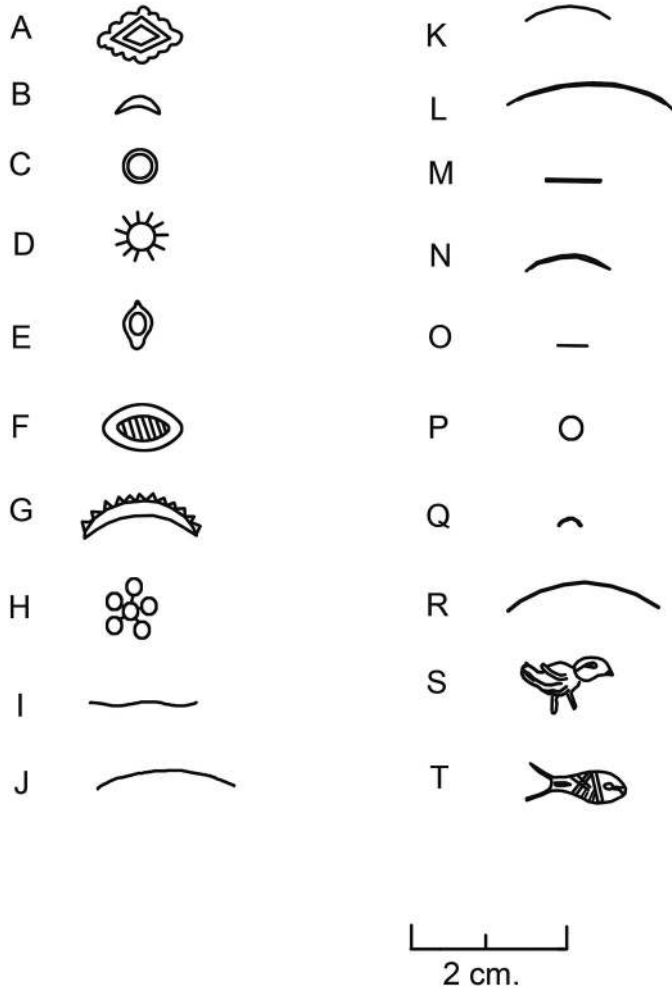


Abb. 5 Punzen A-T, die für die Verzierung der Kupferplatte verwandt wurden.

benutzte (Abb. 5 I, R) und andere schon eingesetzte Punzen (Abb. 5 E, F, H; Abb. 9) verwendet wurden. Danach wurden zwei bislang nicht verwandte Punzen mit Vogel- beziehungsweise Fischmuster (Abb. 5 S, T) herangezogen, um in Freihand-Manier kleine Elemente regelmäßig zwischen die Fische und Pflanzen im Dekorationsfeld zu verteilen. Nach genau 33 Minuten war der gesamte Verzierungsvorgang beendet.



Abb. 6 Punzierung klammerförmiger Motive am äußeren Verzierungrand der Platte; das Vorbild für die zu verzierende Platte ist teils hinter dem linken Arm des Handwerkers sichtbar.



Abb. 7 Ornamentierung der klammerförmigen Motive mittels einer kleinen sternförmigen Punze als dreifach genutztes Füllelement.

Bemerkenswert ist, dass der Handwerker nur zweimal eine ganz kurze Pause machte, dass also Reflektieren über die Reihenfolge der Punzen fast gar nicht notwendig war. Noch erstaunlicher ist, dass auch das Herausgreifen bestimmter Punzen aus einem Sammelurium von insgesamt 20 Punzen (Abb. 10) keinerlei Überlegung erforderte.

Nach dieser Arbeit wurde das Blech, bislang ohne ausgearbeiteten Rand, für den Rest des Tages beiseitegelegt und nicht weiter bearbeitet (Abb. 11). Erst am nächsten



Abb. 8 Punzierung floraler Muster zwischen Fisch-Motiven.

Tag nahm eine dritte Person die Arbeit auf, um den Rand der Platte zu formen, wozu drei unterschiedliche Hämmer verwandt wurden. Zunächst schlug er die Platte mit einem Klopffholz auf einer Metallunterlage gerade (siehe dazu Abb. 13). Daraufhin wurde der langnasige Hammer A dazu benutzt, einen leicht gerundeten Rand zu formen. Dies geschah durch viermaliges Vorgehen im Rund. Mit jeder Runde wurde der Rand etwas mehr hochgebogen, woraufhin mit einem Hammer B (größere Version von Hammer A) der Rand flach geschlagen wurde. Zwischendurch wurde die Platte erneut mit dem Klopffholz flach geschlagen, wonach der Rand nochmals mit dem Metallhammer A zur Kaltverfestigung bearbeitet wurde. Danach verwandte Person 3 einen Zirkel als Messinstrument, um eine gleichmäßige Höhe des rund geschlagenen Randteils sicherzustellen, wonach er überschüssiges Metall am Rand abschnitt. Dann bog er den obersten Teil des Randes mit Hammer A nach außen um und arbeitete ihn mit Hammer C innen nach. Eine Runde mit dem Klopffholz wurde gefolgt vom Umfalten des Randes, so dass die äußerste Metallkante sich außen unter dem Rand befand, wonach dieser waagerechte Rand mehrmals mit Hammer B, dann mit dem Klopffholz nachbearbeitet wurde.



Abb. 9 Photo der komplexen Punzen, die zum Teil ganze Motive darstellen.



Abb. 10 Schale mit simplen Punzen, die bei der Verzierung verwandt wurden.



Abb. 11 Sicht ins Innere der Ladenwerkstatt; die Platte mit gerade fertiger Verzierung befindet sich hinter einer Eisenstrebe im Hintergrund.

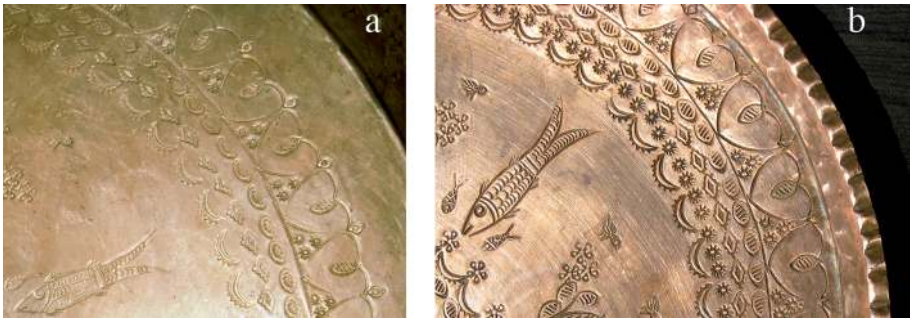


Abb. 12 Vergleich a. einer Vorbild-Platte mit unfertigem Rand und b. einer Platte nach dem zweiten Arbeitsgang samt endgültiger Fertigstellung.

Nach diesen komplexen Wechselarbeiten mit unterschiedlichen Hämmern nahm Person 1 die Platte, setzte sie auf einen anderen Amboss mit vier linearen Riefen und schlug mit einem Meißel auf die Oberseite in regelmäßigen Abständen eine kleine Fuge (Abb. 12b), woraufhin von ihm der Rand nochmals nachbearbeitet wurde. Insgesamt dauerte der Vorgang des Formens des Randes 40 Minuten, und damit fünf Minuten länger als die gesamten Verzierungsarbeiten.

Person 2, die die Verzierungen vorgenommen hatte, wusch schließlich die Platte in einer Säure und Asche, und säuberte sie mit Sägemehl, um sie dann an Person 1 weiterzureichen.

Daraus ergeben sich etliche relevante Beobachtungen für eine Analyse im Sinne der Operationsketten:

- Die Abfolge mancher umfassender Schritte ist unerwartet: Das Verzieren eines Objekts wird vor seiner endgültigen Formgebung, vor allem der Randgestaltung, durchgeführt. Unklar bleibt bei unserer Beobachtung, ob dies aus rein technischen Gründen geschieht, weil also die Ausführung der Punzierungen bei schon gefertigtem Rand zu



Abb. 13 Arbeit mit dem Klopfholz an einem Kupfergefäß (in Nachbarschaft zur hier beschriebenen Ladenwerkstatt).

schwierig wäre, oder ob dies arbeitsökonomische Betrachtungen beinhaltet: Bei Misserfolg des Verzierens nach Gestaltung des Randes wäre mehr investierte Arbeitszeit und Arbeitszeit von anderen Personen verloren.

– Ein recht konsistenter Arbeitsvorgang der Formung plus Verzierung wird von drei Personen ausgeführt. Die Sequenz der Schritte ist streng ausgerichtet an der Art der Arbeiten (Ingangsetzen der Verzierung – Verzierung – Randgestaltung) und an hierarchischen Verhältnissen unter den drei Herstellern. Man mag hier von einer sequenziellen Kooperation sprechen.

– Das, was unerfahrenen BetrachterInnen als sehr komplex und schwierig herzustellen erscheint, nämlich die kleinteilige Verzierung, ist die Arbeit des Lehrlings (Person 2), nicht des Meisters (Person 1). Blechformung gehört einem mittleren Niveau der Hierarchie an, und die Rahmung des Vorgangs als ein Akt symbolischer Kontrolle steht dem Werkstattbesitzer zu (Person 1). Hier mag man von einem instigativen und einem besiegelnden Akt reden, welche die Operationskette einklammern und sie

symbolisch als zeitlich, räumlich und sozial abgegrenzten Herstellungsprozess aus der Praxis-Umgebung herausheben.⁶⁰

– Prozesse der räumlichen Einteilung des herzustellenden Objektes sind diejenigen Arbeitsgänge im Verfahren, die in den reflexiven Bereich hineinragen. Das zeigt sich vor allem daran, dass der erste Arbeitsgang überhaupt, die Identifikation des Mittelpunkts der Platte, ohne Ausmessen vom Werkstattbesitzer mit einer im Nachhinein erstaunlichen Präzision aus dem Stegreif vollführt wird. Das hierfür vorhandene Augenmaß ist eine der Fähigkeiten, die durch objektivierende Instrumente dem Menschen im Zuge der Moderne weitgehend entwendet wurden, die aber bei der Rekonstruktion vergangener Handlungssysteme in Betracht gezogen werden müssen. Das Problem der Wissenschaft ist in diesem Falle, dass sie selbst am schärfsten die Wahrnehmungssouveränität (Augenmaß) als Mittel des eigenen Handelns und wissenschaftlichen Urteilens ablehnt. Hier ist also ebenso wie beim generellen Verständnis verkörperter Praxis eine „ent-technisierende Hermeneutik“ angebracht.

– In der Operationskette des Verzierens scheint das Augenmaß, eine enge Verzahnung von Wahrnehmungs- und Handlungsfähigkeiten, als der Faktor auf, der den ansonsten kontinuierlichen Fluss des Arbeitens kurzfristig zu brechen in der Lage ist. Person 2, die die Verzierungen ausführte, hielt genau da kurz inne, wo jeweils eine räumliche Schätzung gemacht werden musste, die über das direkte Nebeneinandersetzen von Punzierungen in Kreisform hinausging. Noch mangelndes Augenmaß wird hier ersetzt durch ein Messinstrument, den Zirkel oder einen fünfzackigen Stern (vgl. Abb. 2;3a; 4). Das Innehalten nimmt zwar kaum Zeit in Anspruch, zeigt aber, dass es sich hierbei um einen Punkt in der Operationskette handelt, den Hélène Balfet u. a. als kritisches Moment in der Operationskette bezeichnen.⁶¹ Es sind diese kritischen Momente, an denen der Fluss des praktischen Handelns stockt und die Explizität des Handelns zum Vorschein kommt. Interessanterweise ist dieses Einhalten jedoch keineswegs mit Diskursivität verbunden.

– Man sollte einen Unterschied zwischen dem Einhalten in einer Operationskette und dem Anhalten der Operationskette machen. Vom gerade beschriebenen Einhalten an kritischen Momenten setzt sich das Anhalten dadurch ab, dass der Gegenstand des Arbeitens zwischen Personen weitergereicht wird. In diesem Falle erfolgt eine kurze, an Augenmaß gebundene Einschätzung der bisherigen Arbeit durch eine weitere Person, die im Prozess der Einschätzung das Objekt zudem zum eigenen Körper mittels weiterer Gegenstände (Hocker, Hammer, Amboss und so weiter) in ein geeignetes Verhältnis setzt. Personenwechsel hat immer einen wenn auch kurzen Prozess des (reflektierenden) Einschätzens zur Folge, der letztlich dazu dient, eine Subjekt-Objekt-Relation aufzubauen, in der beide wie eine Einheit wirken können. Dies kann auch dadurch verursacht

60 Cousin 1991; Fontaine 1991.

61 Balfet 1991, 181.

sein, dass der gesamte Herstellungsprozess für eine längere Frist unterbrochen wird, wie im Falle der Platte hier durch das Beiseite-Legen des Objektes über Nacht.

– Das vorhandene und einsetzbare Wissen wird von den Handwerkern als kumulativ wahrgenommen und praktiziert: Der Erfahrenste hat nicht nur die Fähigkeiten, sondern auch das Recht, eine Operationskette in Gang zu setzen. Der am wenigsten Erfahrene lernt zunächst das Verzieren, zeigt darin aber ein solches Geschick, dass man auch hier von einer durch längerfristige Routine im Körper fest verankerten Fähigkeit zur Ausführung komplexer Gestenfolgen ausgehen kann, ohne dass daraus die Möglichkeit entsteht, auch andere Vorgänge, die für die Produktion notwendig sind, zu erproben und zu lernen. Zudem ist auffällig, dass im beobachteten Falle instigatives und besiegelndes Handeln nicht nur den rein symbolischen Wert des Herausbrechens der Operationskette aus dem Fluss des praktischen Lebens hat, sondern dass dies im Sinne einer politischen Ökonomie das Recht des Besitzers nicht nur über die Arbeitsmittel, sondern über den gesamten Prozess einschließt.

– Der gesamte Vorgang der Herstellung lief weitgehend ohne verbale Kommunikation zwischen den Beteiligten ab. Wir erfuhren nur auf Nachfragen die Namen bestimmter Geräte, wie der Hämmer, darüber war jedoch einsichtiger Weise unter den in der Werkstatt Arbeitenden keinerlei Verständigung notwendig. Die Beobachtungen bestätigen vielmehr weitestgehend die Vermutung, dass Routine-Handlungen des produzierenden Alltags auf dem Niveau des praktischen Bewusstseins ablaufen.

– Ein Vergleich zwischen der Vorbild-Platte und der hergestellten zeigt zudem, dass solche Beobachtungen anhand der Herstellung eines Objektes ungenügend sind. Die Vorbild-Platte (vgl. Abb. 12a) hat eine Verzierungsreihe der kleinen, sternförmigen Punze am Außenrand weniger als die im Herstellungsprozess beobachtete Platte (Abb. 12b). Wichtiger ist jedoch, dass die Verzierung der Vorbild-Platte wohl von einem anderen Handwerker als Person 2 gefertigt wurde. Denn es ist unschwer erkennbar, dass in Abb. 12a die einzelnen Punzschläge der Punzen A und F (vgl. Abb. 5) Richtung Plattenmitte fester eingeschlagen sind als in Richtung Rand. Dies ist bei der beobachteten Herstellung (vgl. Abb. 12b) nicht der Fall; die ovale Punze F (vgl. Abb. 5) tendiert hier eher dazu, an einer Schmalseite weniger tief als an der anderen eingeschlagen zu sein. Den Punzierungsschlägen dürfte mithin eine etwas andere Gestik zugrunde gelegen haben. Dies entspräche einem Lernprinzip, bei dem Gesten nicht explizit gelehrt, sondern durch Imitieren langsam angeeignet werden.⁶²

62 Siehe dazu Castro Gessner 2010. Wir haben nicht nachgefragt, ob zum damaligen Zeitpunkt weitere Personen in der Werkstatt tätig waren, oder ob die Platte Abb. 12a von Person 1 beziehungsweise

3 verziert worden war. Man muss jedenfalls mit etwas mehr Flexibilität in Herstellungsmustern und Kooperationsmodi rechnen, als die hier gegebene Einzeldarstellung suggeriert.

Abschließend muss nochmals betont werden, dass die kurze Beobachtung des Herstellungsvorgangs einer verzierten Kupferplatte ein dekontextualisiertes Wissen ergibt, dem die ökonomische und soziale Situation der Beteiligten entgeht. Ebenso fehlen eventuell in entsprechende Objekte und die meisten Verzierungselemente gelegte Bedeutungen. Es erschließt sich nur eine Reihe konkreter Arbeitsprozesse und damit verbundene Wissensformen. Dennoch sind gerade diese detaillierten, auf Gestik bedachten Elemente für die Rekonstruktion des Produktionsvorgangs archäologischer Objekte potenziell interessant. Darauf möchte ich im Folgenden an einem einzigen Objekt aus dem eisenzeitlichen Urartu Ost-Anatoliens näher eingehen.

3.2 Urartu

Vergleicht man die ethnoarchäologischen Beobachtungen aus methodischen Gründen mit einem archäologischen Beispiel, so empfiehlt es sich, möglichst viele Berührungspunkte für die Analogie einzubeziehen.⁶³ Ich wähle hier Urartu (9. bis 7. Jahrhundert v. u. Z.) aus, einen gebirgigen Staat mit segmentären Strukturen, der kurzfristig eine vom heutigen West-Iran über Armenien bis in die südlichen Taurusränder und die Zentraltürkei reichende Macht bildete.⁶⁴ Die regionale Nähe von ethnographischem (Südost-Anatolien) und archäologischem (Ost-Anatolien) Beispiel ist auf keinen Fall zu verstehen als eine auf historischer Kontinuität beruhende Analogie; das heißt, Parallelen in Fertigungstechniken sind nicht der historischen Überlieferung, sondern ähnlichen Eigenschaften des bearbeiteten Materials zuzuschreiben.

Im urartäischen Staat gab es eine komplexe Produktion von Eisen- und Bronzegegeräten, wobei Eisen, soweit wir wissen, fast nur für Angriffswaffen verwandt wurde, während Bronze und eventuell Legierungen wie Messing zur Herstellung von Schutzwaffen (Schilden und Helmen), aber auch von religiösen und anderen Gerätschaften genutzt wurde. Urartäische Toreutik weist sehr viele Ziselier- und Gravurarbeiten auf, wobei Gravur fast ausschließlich für Inschriften verwandt wurde.⁶⁵ Unter den Bronzeobjekten stechen als besonders zahlreich die Gürtelbeschlüge heraus,⁶⁶ die aus einfachen flachen Bronzebändern bestehen, bei denen also wie bei der aus Şanlıurfa stammenden Platte keine komplexen Arbeitsvorgänge oder Arbeitsmittel vonnöten waren.

Urartäische Toreutik hat jedoch ein anderes Problem. Zwar ließen sich potenziell sehr viele technisch ähnliche Vergleichsstücke zu der verzierten Platte anführen, jedoch stammen beispielsweise von den 449 bei Hans-Jörg Kellner aufgelisteten Gürteln ganze

63 Bernbeck 1997, 101–104.

64 Auf die politische Struktur des Reichs kann hier nicht näher eingegangen werden (s. zu alternativen

Interpretationen Zimansky 1985; Smith 2003; Bernbeck 2003–2004a).

65 Bernbeck 2003–2004b.

66 Kellner 1991.

25 aus Grabungen.⁶⁷ Mithin sind 94,4 Prozent aus dem Kunsthandel. Auffälligerweise wurden in der rezenten Grabung in Ayanis mit einer sehr großen Zahl an Metallfunden nach bisherigen Berichten keine Gürtel entdeckt.⁶⁸ Dies lässt befürchten, wie schon von Oscar Muscarella⁶⁹ in drastischen Worten verdeutlicht,⁷⁰ dass ein unbekannter, wahrscheinlich großer Teil der Kunstmarkt-Stücke gefälscht ist.

Daher beschränke ich mich hier auf ein einzelnes Stück eines Bronzegürtels aus der Ausgrabung in Altintepe⁷¹ nahe des heutigen Erzincan im Westen des urartäischen Reichs. Das Objekt, zu dem weitere Reste gehören⁷², wurde in Grab III, per Inschrift auf König Argišti II (714–680 v. u. Z.) datiert, in einem Bronzekessel zusammengefasst gefunden.⁷³ Auf dem 1975 veröffentlichten Photo dieses Stückes (Abb. 14) sieht man ein von Flechtbändern eingerahmtes Bildfeld, in dem jeweils drei übereinandergesetzte identische Figuren aufgereiht sind, wobei von links nach rechts ein Mischwesen (geflügelter Stier mit Löwentatzen und Skorpionschwanz) erscheint, dann ein Reiter mit Helm, ein Stier und ein weiteres geflügeltes Mischwesen mit Löwenkopf.⁷⁴ Andere Bruchstücke enthalten zusätzlich bogenschießende Kentauren und Löwen.⁷⁵ Alle Figuren sind im Sprung mit gespannten Hinterläufen und schräg nach oben weisenden Vorderbeinen dargestellt. Nach den Fragmenten zu urteilen, kommen die vertikalen Reihen identischer Figuren mehr als einmal auf dem Gürtelblech vor, wobei der unverzierte Bildteil sehr viel größer ist als der verzierte.

Betrachtet man das von Winfried Orthmann ausreichend detailliert publizierte Photo genauer,⁷⁶ so lässt sich unschwer eine Reihenfolge von Arbeitsschritten der Verzierung erkennen (vgl. Abb. 14):

– Die begrenzenden Flechtbänder wurden zuerst ausgeführt, um das Verzierungs-feld einzurahmen; die genaue Analyse der Flechtband-Punzierungen zeigt, dass zunächst eine U-förmige Punze seriell am jeweils äußeren (oberen beziehungsweise unteren) Rand des Bandes nebeneinander gesetzt wurde. Danach wurden zwei weitere, leicht unterschiedliche, S-förmige Punzen zur Vervollständigung der Flechtbänder verwendet.

– Nimmt man die Kupferplatte aus Şanlıurfa als Indiz, so wurden als nächstes die Figuren wahrscheinlich mit Schablonen vorgezeichnet. Dabei kann man sicher davon ausgehen, dass die unterste Reihe zuerst vorgezeichnet wurde, denn die Figuren stehen alle mit den Hinterbeinen auf einer Flechtband-Kuppe; wobei der Abstand zwischen

67 Kellner 1991.

68 S. aber Erdem und Çilingiroglu 2010, 157.

69 Muscarella 2000, 146–156.

70 Muscarella 2000, 147 schreibt sarkastisch: „Are the embellishment ateliers located in Germany, Turkey, or both countries?“

71 Özgüç 1966.

72 Kellner 1991, 36–37 und Tafel 12–13, Nr. 55. Die bei Kellner veröffentlichte Zeichnung entspricht in Details nicht dem Photo in Orthmann 1975.

73 Özgüç 1961.

74 Orthmann 1975, Nr. 392a.

75 Kellner 1991, Tafel 12–13, Nr. 55.

76 Orthmann 1975, 329a.



Abb. 14 Bruchstück eines Bronzegürtels aus Altintepe.

den Figuren der untersten Reihe nicht anhand der Flechtband-Elemente erschlossen wurde, da er manchmal acht, manchmal neun Flechtband-Elemente trägt. Gezählt wurde nicht.

– Für die Ausführung dieses Vorgangs gibt es nach Ausweis der ethnoarchäologischen Untersuchungen zwei Möglichkeiten. Entweder der Vorgang unterstand der Wahrnehmungssouveränität und wurde ohne weitere Hilfsmittel von einer Person mit dem notwendigen Augenmaß ausgeführt, oder man teilte das Verzierungsfeld mit einem lineal-ähnlichen Gegenstand durch vertikale und eine horizontale Linie in der Mitte so ein, dass die Schablonen jeweils auf die Schnittstelle der Linien gelegt werden konnten.

– Das Auflegen der Schablonen des Reiters, Stieres und der Mischwesen produziert dann Konturen, die von der Größe her identisch sind, die aber, wie im Beispiel des Gürtelbleches hier, leicht unterschiedliche Neigungswinkel durch eine minimale Drehung um den Mittelpunkt haben können. Der Effekt davon ist, dass die Gesamtfiguren sich zwar sehr gleichmäßig über das Bildfeld verteilen, jedoch die Ausrichtung der jeweils aufgerichteten Vorderbeine und damit die Schräge der Figuren geringfügig variiert. Das

sieht man an den drei Stieren übereinander (Abb. 14), bei denen der unterste eine stärkere Rücken­neigung hat als die beiden anderen, eher waagrecht gesetzten.

– Die Schablonen ließen nur eine Umrisszeichnung zu, nicht aber die Andeutung von Innenverzierungen, wie dies Hans Wulff für heute in Isfahan und Schiraz im Iran tätige Metallhandwerker beschreibt.⁷⁷ Denn die Binnenverzierungen der Tiere, Mischwesen und Reiter sind zwar weitgehend identisch, jedoch finden sich immer kleine Unterschiede in der Ausformung von Mähnen, Beinen und Tierschwänzen ebenso wie in der Gestaltung der Reiter.

– In einem nächsten Schritt muss der Gürtel umgedreht worden und auf einer nachgiebigen Unterlage aus Pech, Sand oder ähnlichem befestigt worden sein, um die Tier- und Menschendarstellungen mittels Treiben weiter zu bearbeiten. Dies betraf nur den Rumpf und Kopf der Mischwesen und Tiere, während bei den Reitern sowohl Tier- als auch Menschenkörper derart hervorgehoben sind.

Ein Arbeitsschritt, der sich nicht eindeutig in die Sequenz der Operationskette einfügen lässt, ist die Lochung am Rand des Objektes. Ich halte es aber für wahrscheinlich, dass diese nach der Anbringung des Flechtbandes gebohrt wurden, und eventuell auch nach Anbringung der Binnenverzierung.

Nimmt man die oben beschriebenen ethnoarchäologischen Beobachtungen zur Grundlage, so dürften ‚kritische Momente‘ der Operationskette die Begrenzung des Verzierungsfeldes und die Einteilung des Verzierungsfeldes mittels der Schablonen nach Anbringen der Flechtbänder gewesen sein. Vergleichsweise schwierig mögen auch die Treibarbeiten gegenüber dem einfachen Punzieren gewesen sein. Akzeptiert man die tentative Rekonstruktion der Operationskette, dann fällt auf, dass der Anfang, nämlich das Begrenzen des Verzierungsfeldes, eine besondere Tätigkeit ist, da man einen einheitlichen Abstand vom Rand des Verzierungsstückes halten musste.

4 Diskussion der Ergebnisse

Der Vergleich zwischen Objekten ähnlicher Machart aus heutigem und altwestasiatischem Kontext ist in mehrerlei Hinsicht aufschlussreich. Die genauen Beobachtungen der Produktionspraxis heute erlauben es, die rhythmische Struktur des Verzierungsvorgangs und sequenzielle Kooperation von drei Beteiligten zu identifizieren. Weder die genauen zeitlichen Abstände zwischen einzelnen Arbeitsvorgängen noch die Zahl der an der Herstellung Mitarbeitenden kann für den urartäischen Gürtelbeschlagn eruiert werden. Jedoch kann die ethnoarchäologische Beobachtung bei der Rekonstruktion von

⁷⁷ Wulff 1966, 36.

Operationsketten behilflich sein. Dabei geht es weniger um die erschlossene Sequenzierung von Verzierungs-Arbeitsvorgängen aus den Einzelheiten eines archäologischen Gegenstands, ein Analyseverfahren, das sich auch auf viele andere Materialien wie Keramik oder Siegel ausweiten lässt.⁷⁸ Worauf es hier eher ankommt, sind die Zäsuren im Arbeitsprozess, das Inne- und Anhalten, aber auch das Einrahmen. Eine Gegenüberstellung der beobachteten und der erschließbaren Arbeitsvorgänge zeigt, dass rahmende Arbeiten, also das, was ich als instigativen und besiegelnden Akt bezeichne,⁷⁹ aus Arbeiten besteht, die jeweils Augenmaß erfordern. Diese sind nicht, wie man vielleicht annehmen könnte, im Material direkt evident, sondern müssen im archäologischen Falle aus einer genauen Inspektion der Dinge erst erschlossen werden. Kritische Momente im Arbeitsfluss hingegen sind diejenigen Punkte, an denen die Tätigkeiten rückversichernd unterbrochen werden, etwa durch den Blick auf ein Modell, aber auch durch die Zuhilfenahme eines Geräts wie einer Schablone, die Augenmaß ersetzen kann.

Augenmaß selbst beschreibt Ingold als die Kopplung von Wahrnehmung und Handeln, die seiner Ansicht nach das Handwerk durchzieht.⁸⁰ Die Produktion der Kupferplatte lehrt jedoch, dass unvollständige Verkörperung zu Momenten des Produzierens führt, wo eben diese Kopplung nicht gegeben ist; daher der Rückgriff auf Hilfsmittel, was im Übrigen zur Erkenntnis führt, dass auch das praktische Wissen um Herstellungsverfahren nicht notwendig *in toto* vorhanden ist, sondern eine Folge von kumulativen Erfahrungsstufen beinhaltet.

Aus dem ethnographischen Beispiel erschließt sich, dass die Zuhilfenahme von Werkzeugen, die Augenmaß ersetzen, einen relativ niedrigen Rang in der Arbeitshierarchie anzeigt (Tab. 4). Je mehr eine Person in der Lage ist, Wahrnehmung und Handeln zu verschränken, je weniger ‚Maß-Nahmen‘ sie benötigt, desto größer ist ihr Können. Diese Logik läuft der industriellen Sucht nach dem Normierten deutlich zuwider und würde unter anderem so zu deuten sein, dass das Auffinden von Messwerkzeugen in archäologischen Kontexten einen Mangel an Können anzeigt.

Die archäologische Rekonstruktion kritischer Momente in einer Operationskette ist zwar ohne weiteres möglich, jedoch gibt es für den potenziellen Umgang zumindest im Falle des urartäischen Gürtels zwei Alternativen: Sollte eine Person mit wenig Erfahrung die Vervollständigung der Flechtbänder nach dem Anfangsvorgang erstellt haben, wäre ein weiterer Personenwechsel wahrscheinlich notwendig gewesen, um die Schablonen freihändig allein aus dem Augenmaß aufzutragen. Dies bedeutet ein Anhalten der Operationskette. Oder man nutzte linealartige Werkzeuge, um Hilfslinien

78 U. a. Castro Gessner 2010; Tomas 2011.

79 Das Risiko der Rahmentätigkeiten beschreibt Ingold 2011, 59 am Beispiel der Holzarbeit: „The greatest risk is undoubtedly in the phases of setting out,

when the first indelible marks are cut in the edge of the plank, and in finishing off, where careless work could lead to splintering.“

80 Ingold 2011, 58–61.

	Ethnoarchäologisches Beispiel	Urartäischer Gürtelbeschlag
instigativer Akt	Mittelpunkt-Bestimmung der Platte (Augenmaß)	Begrenzung des Bildfeldes am oberen und unteren Rand (Augenmaß)
besiegelnder Akt	Flache Randrillen	Löcher an den Rändern?
kritische Momente/ Einhalten in der Operationskette	P2: Schablone P2: Blick auf Beispiel-Platte P2: Zirkelnutzung für Unterteilungslinien P2: Fisch-Schablone P3: Zirkel zur Höhenmessung des Randes	Platzierung der Schablone: a) per Augenmaß b) mittels Lineal
Anhalten der Operationskette	P1 ⇒ P2 P2 ⇒ P1 P1 ⇒ P2 lange Pause (Nacht) P3 ⇒ P1 P1 ⇒ P2	[nicht erschließbar]

Tab. 4 Vergleich wichtiger Elemente von Operationsketten des ethnoarchäologischen und des urartäischen Beispiels; P = Person.

einzuzeichnen, wobei dann nur ein Einhalten im Arbeitsvorgang die Folge wäre. Aus dem Objekt selbst kann nicht abgelesen werden, welcher Weg gewählt worden war.

Die anfängliche Diskussion von Wissensformen hatte mich zu fünf Fragen nach praktischem Wissen geführt. Abschließend können einige derselben etwas näher erörtert werden. Während Verständigungsformen zwischen Objekten und Subjekten aus dem von mir behandelten Material nicht eruiert werden können, zeigt sich immerhin, dass sowohl Operationsketten selbst als auch die ihnen inhärenten kritischen Momente recht gut erschließbar sind. Es sind gerade letztere, bei denen auch Diskursivität zumindest potenziell eine Rolle spielen dürfte. Denn diese Augenblicke sind durch einen Mangel an Koordination zwischen Wahrnehmung und praktischem Handeln gekennzeichnet, der sich reflexiv bemerkbar machen dürfte. Diskursiv vorhandenes Wissen wäre also ein Indiz für mangelnde Erfahrung, während *docta ignorantia* im Produktionsprozess Anzeiger besonderer Fähigkeiten ist. Die Schnittstelle von Wissen und Handeln in Techniken der Feinverarbeitung von Metall kann provisorisch unter folgendes Prinzip gestellt werden: Je verborgener das Wissen, desto größer die handwerklichen Fähigkeiten.

Die Erkenntnisse aus dieser Studie haben zwei weitere Konsequenzen. Erstens kann praktisches Wissen offensichtlich nicht direkt reflektiert werden, jedoch kann es als un-

terschiedlich stark verkörperte Fähigkeit strategisch in der Organisation der Arbeit eingesetzt werden. Hinter praktischem und diskursivem Herstellungswissen gibt es also ein Meta-Wissen, welches im Bereich der politischen Ökonomie zu lokalisieren ist.

Zweitens geht die scheinbar so positive Entwicklung der modernen Technologien mit einem deutlichen Verlust einher. Augenmaß als körperliche Fähigkeit, Sehen, Gestik und ein ‚Gefühl‘ für das Objekt zu erlangen, verschwindet mit der sich rasch ausbreitenden instrumentellen Vernunft des Industrie- und Postindustrie-Zeitalters. Das Einschieben eines Messobjekts zwischen Körper und bearbeitetem Objekt wird in der Regel als (notwendige) Standardisierung des Endprodukts eines Herstellungsvorgangs interpretiert. Die Auswirkungen dieser Tendenz zur Mediatisierung der Produktion haben negative Effekte, die schon von Marx und Lukács vor mehr als 100 Jahren als Teil der Entfremdung angesprochen wurden. Hinzu kommt die Abwertung des Augenmaßes, die zusätzliche Konsequenzen hat. Der menschliche Körper ist nicht mehr Anlass und Messlatte der Produktion. Technologien der Mega-Größe wie Ölbohrtürme im Golf von Mexiko oder Groß-Staudämme, aber auch solche der Nanogröße machen dies deutlich. Aus dieser buchstäblichen ‚Maß-Losigkeit‘ (post-)moderner Technologien erwächst ein Wuchern des Instrumentalismus. Die letzte Konsequenz hieraus ist der derzeit erfahrbare Übergang von einem anthropozentrischen Weltverständnis zu einer posthumanistischen Ära samt ihren Unübersichtlichkeiten.

Bibliographie

Adorno 1951

Theodor W. Adorno. *Minima Moralia*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1951.

Agamben 2000

Giorgio Agamben. *Means without End. Notes on Politics*. Hrsg. von Vincenzo Binetti und Cesare Casarino. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2000.

Anders 1956

Günter. Anders. *Die Antiquiertheit des Menschen*. München: C. H. Beck, 1956.

Arendt 1958

Hannah Arendt. *The Human Condition*. Chicago: University of Chicago Press, 1958.

Balfet 1991

Hélène Balfet, Hrsg. *Observer l'action technique. Des chaînes opératoires, pour quoi faire?* Paris: Éditions du CNRS, 1991.

Bernbeck 1997

Reinhard Bernbeck. *Theorien in der Archäologie*. Tübingen: Francke, 1997.

Bernbeck 2003

Reinhard Bernbeck. „Die Vorstellung der Welt als Wille: Zur Identifikation von intentionellem Handeln in archäologischen Kontexten“. In *Zwischen Erklären und Verstehen? Beiträge zu den erkenntnistheoretischen Grundlagen archäologischer Interpretation*. Hrsg. von Marlies Heinz, Manfred K. H. Eggert und Ulrich Veit. Münster: Waxmann, 2003, 201–238.

Bernbeck 2003–2004a

Reinhard Bernbeck. „Politische Struktur und Ideologie in Urartu“. *Archäologische Mitteilungen aus Iran und Turan* 35–36 (2003–2004), 267–312.

Bernbeck 2003–2004b

Reinhard Bernbeck. „Organizational Aspects of Urartian Bronze Production“. *Name-ye Iran-e Bastan* 3.2 (2003–2004), 43–63.

Bernbeck 2010

Reinhard Bernbeck. „The Neolithic Pottery“. In *The 2003 Excavations at Tol-e Bashi, Iran. Social Life in a Neolithic Village*. Hrsg. von Susan Pollock, Reinhard Bernbeck und Kamyar Abdi. Mainz: Philipp von Zabern, 2010, 65–151.

Bernbeck, Pollock und Coursey 1999

Reinhard Bernbeck, Susan Pollock und Cheryl Coursey. „The Halaf Settlement at Kazane Höyük: Preliminary Report on the 1996 and 1997 Seasons“. *Anatolica* 25 (1999), 109–147.

Bernet, Kern und Marbach 1989

Rudolf Bernet, Iso Kern und Eduard Marbach. *Edmund Husserl: Darstellung seines Denkens*. Hamburg: Felix Meiner, 1989.

Bijker, Hughes und Pinch 1987

Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes und Trevor Pinch. „General Introduction“. In *The Social Construction of Technological Systems*. Hrsg. von Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes und Trevor Pinch. Cambridge: M.I.T. Press, 1987, 1–6.

Blumenberg 1999

Hans Blumenberg. *Wirklichkeiten in denen wir leben. Aufsätze und eine Rede*. Stuttgart: Reclam, 1999.

Bourdieu 1976

Pierre Bourdieu. *Entwurf einer Theorie der Praxis*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1976.

Bourdieu 1990

Pierre Bourdieu. *The Logic of Practice*. Stanford: Stanford University Press, 1990.

Bourdieu 1998

Pierre Bourdieu. *Praktische Vernunft. Zur Theorie des Handelns*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1998.

Bourdieu 2000

Pierre Bourdieu. *Die zwei Gesichter der Arbeit. Interdependenzen von Zeit- und Wirtschaftsstrukturen am Beispiel einer Ethnologie der algerischen Übergangsgesellschaft*. Konstanz: Universitätsverlag Konstanz, 2000.

Bureau und Saivre 1988

René Bureau und Denyse de Saivre, Hrsg. *Apprentissage et cultures. Les manières d'apprendre*. Paris: Éditions Karthala, 1988.

Castro Gessner 2010

Ana Gabriela Castro Gessner. „Shared Painting: The Practice of Decorating Late Neolithic Pottery in Northern Mesopotamia“. In *Agency and Identity in the Ancient Near East: New Paths Forward*. Hrsg. von Sharon R. Steadman und Jennifer C. Ross. London: Equinox, 2010, 211–246.

Collins 1987

Harry M. Collins. „Expert Systems and the Science of Knowledge“. In *The Social Construction of Technological Systems*. Hrsg. von Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes und Trevor Pinch. Cambridge (Mass.): M.I.T. Press, 1987, 329–348.

Cousin 1991

Françoise Cousin. „L'analyse de chaînes opératoires complexes: l'exemple des tissus imprimés“. In *Observer l'action technique. Des chaînes opératoires, pour quoi faire?* Hrsg. von Hélène Balfet. Paris: Éditions du CNRS, 1991, 51–62.

Crutzen und Stoermer 2000

Paul J. Crutzen und Eugene F. Stoermer. „The 'Anthropocene'“. *Global Change Newsletter* 41 (2000), 17–18.

Dath und Kirchner 2012

Dietmar Dath und Barbara Kirchner. *Der Implex. Sozialer Fortschritt: Geschichte und Idee*. Berlin: Suhrkamp, 2012.

Dobres 2000

Marcia-Anne Dobres. *Technology and Social Agency*. Oxford: Blackwell, 2000.

Drijvers 1980

Hans J. W. Drijvers. *Cults and Beliefs at Edessa*. Leiden: Brill, 1980.

Erdem und Çilingiroglu 2010

Aylin Ü. Erdem und Altan Çilingiroglu. „Domestic Architecture in the Urartian Fortress at Ayanis“. In *Proceedings of the 6th International Congress of the Archaeology of the Ancient Near East*. Hrsg. von Paolo Matthiae, Frances Pinnock, Lorenzo Nigro und Nicoló Marchetti. Bd. 2. Wiesbaden: Otto Harrassowitz, 2010, 151–164.

Fischer und Mandell 2009

Frank Fischer und Alan Mandell. „Die verborgene Politik des impliziten Wissens: Michael Polanyi's Republik der Wissenschaft“. *Leviathan* 37.4 (2009), 533–558.

Fontaine 1991

Patrice Fontaine. „La fabrication des tapis dans la région d'Arâk (Iran central). Éléments pour l'analyse des chaînes opératoires“. In *Observer l'action technique. Des chaînes opératoires, pour quoi faire?* Hrsg. von Hélène Balfet. Paris: Éditions du CNRS, 1991, 97–100.

Giddens 1984

Anthony Giddens. *The Constitution of Society*. Berkeley: University of California Press, 1984.

Habermas 1987

Jürgen Habermas. *Theorie des kommunikativen Handelns I. Handlungsrationalität und gesellschaftliche Rationalisierung*. 4. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1987.

Haraway 1991

Donna J. Haraway. *Simians, Cyborgs, and Women. The Reinvention of Nature*. London: Routledge, 1991.

Hartmann und Geppert 2008

Detlef Hartmann und Gerald Geppert. *Cluster. Die neue Etappe des Kapitalismus*. Berlin: Assoziation A, 2008.

Herbert 1993

Eugenia W. Herbert. *Iron, Gender, and Power. Rituals of Transformation in African Societies*. Bloomington: Indiana University Press, 1993.

Hesse 1976

Hermann Hesse. „Gespräch mit einem Ofen“. In *Die Märchen*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1976, 204–205.

Horkheimer 2007

Max Horkheimer. *Zur Kritik der instrumentellen Vernunft*. Hrsg. von Alfred Schmidt. Frankfurt am Main: Fischer, 2007.

Ingold 2000

Tim Ingold. *The Perception of the Environment. Essays in Livelihood, Dwelling and Skill*. London: Routledge, 2000.

Ingold 2011

Tim Ingold. *Being Alive. Essays on Movement, Knowledge and Description*. London: Routledge, 2011.

Joerges 1996

Bernward Joerges. *Technik – Körper der Gesellschaft. Arbeiten zur Techniksoziologie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1996.

Kellner 1991

Hans-Jörg Kellner. *Gürtelbleche aus Urartu*. Bd. 7. Prähistorische Bronzefunde 3. München: C. H. Beck, 1991.

Knapp und Piggott 1997

A. Bernard Knapp und Vincent Piggott. „The Archaeology and Anthropology of Mining: Social Approaches to an Industrial Past“. *Current Anthropology* 38.2 (1997), 300–304.

Latour 2000

Bruno Latour. *Die Hoffnung der Pandora*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 2000.

Latour 2005

Bruno Latour. *Reassembling the Social. An Introduction to Actor-Network Theory*. Oxford: Oxford University Press, 2005.

Lemonnier 1992

Pierre Lemonnier. *Elements for an Anthropology of Technology*. Bd. 88. Anthropological Papers. Ann Arbor: University of Michigan, Museum of Anthropology, 1992.

Leroi-Gourhan 1980

André Leroi-Gourhan. *Hand und Wort. Die Evolution von Technik, Sprache und Kunst*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1980.

Martinelli 1991

Bruno Martinelli. „Une chaîne opératoire halieutique au Togo. Réflexions sur la méthode“. In *Observer l'action technique. Des chaînes opératoires, pour quoi faire?* Hrsg. von Hélène Balfet. Paris: Éditions du CNRS, 1991, 65–86.

Marx 1979 [1867]

Karl Marx. *Das Kapital I. Kritik der politischen Ökonomie*. Bd. 23. MEW. Berlin: Dietz-Verlag, 1979 [1867].

Müller 2010

Oliver Müller. *Zwischen Maschine und Mensch. Vom Glück und Unglück des Homo Faber*. Berlin: Suhrkamp, 2010.

Muscarella 2000

Oscar W. Muscarella. *The Lie Became Great. The Forging of Ancient Near Eastern Cultures*. Groningen: Styx Publications, 2000.

Orthmann 1975

Winfried Orthmann, Hrsg. *Der Alte Orient*. Berlin: Propyläen Verlag, 1975.

Özgüç 1961

Tahsin Özgüç. „Excavations at Altintepe“. *Bulleten* 25/98 (1961), 253–290.

Özgüç 1966

Tahsin Özgüç. *Altintepe. Architectural Monuments and Wall Paintings*. Tarih Kurumu Yayınlarından V. Seri 24, 1966.

Pinker 1996

Steven Pinker. *Der Sprachinstinkt. Wie der Geist die Sprache bildet*. München: Kindler, 1996.

Polanyi 1962

Michael Polanyi. *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*. London: Routledge, 1962.

Polanyi 1974

Michael Polanyi. *Knowing and Being*. Chicago: University of Chicago Press, 1974.

Qöyawayma 2013

Alfred H. Qöyawayma. *A Measure of Life. The Pottery, the Clay is Like Life Itself!* 2013. URL: <http://www.alqpottery.com/poetry.html> (besucht am 27.04.2016).

Rosch 1973

Eleanor Rosch. „Natural Categories“. *Cognitive Psychology* 4 (1973), 328–250.

Schüttpelz 2008

Erhard Schüttpelz. „Der Punkt des Archimedes. Einige Schwierigkeiten des Denkens in Operationsketten“. In *Bruno Latours Kollektive*. Hrsg. von Georg Kneer, Markus Schroer und Erhard Schüttpelz. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 2008, 234–260.

Sennett 2008

Richard Sennett. *Der flexible Mensch*. Berlin: Berliner Taschenbuch Verlags-GmbH, 2008.

Sloterdijk 2010

Peter Sloterdijk. *Scheintod im Denken. Von Philosophie und Wissenschaft als Übung*. Berlin: Suhrkamp, 2010.

Smith 2003

Adam T. Smith. *The Political Landscape: Constellations of Authority in Early Complex Polities*. Berkeley: University of California Press, 2003.

Stahl 1993

Ann B. Stahl. „Concepts of Time and Approaches to Analogical Reasoning in Historical Perspective“. *American Antiquity* 58.2 (1993), 235–260.

Sudnow 1978

David Sudnow. *Ways of the Hand. The Organization of Improvised Conduct*. Cambridge (Mass.): Harvard University Press, 1978.

Taussig 1980

Michael Taussig. *The Devil and Commodity Fetishism in South America*. Chapel Hill: University of North Carolina Press, 1980.

Tomas 2011

Sarmed Tomas. *Stamp Seal Design and Chaîne Opératoire. An Analysis of the Sixth Millennium Halaf Stamp Seals*. Magisterarb. State University of New York at Binghamton, Department of Anthropology, 2011.

Virilio 1995

Paul Virilio. *Der negative Horizont. Bewegung – Geschwindigkeit – Beschleunigung*. München: Hanser, 1995.

Weber 1971

Max Weber. *Wirtschaft und Gesellschaft (Nachdruck der Originalausgabe von 1921)*. Tübingen: J. C. B. Mohr Siebeck, 1971.

Wulff 1966

Hans E. Wulff. *The Traditional Crafts of Persia*. Cambridge (Mass.): M.I.T. Press, 1966.

Zimansky 1985

Paul E. Zimansky. *Ecology und Empire. The Structure of the Urartian State*. Chicago: Oriental Institute, 1985.

Abbildungs- und Tabellennachweis

ABBILDUNGEN: 1 Sarah Kielt Costello und Lujain Hatahet. 2 Photo: Susan Pollock. 3 Sarah Kielt Costello und Lujain Hatahet. 4 Photo: Susan Pollock. 5 Sarah Kielt Costello und Lujain Hatahet. 6 Photo: Susan Pollock. 7 Photo: Susan Pollock. 8 Photo: Susan Pollock. 9 Photo:

Susan Pollock. 10 Photo: Susan Pollock. 11 Photo: Susan Pollock. 12 Photo: Susan Pollock. 13 Photo: Susan Pollock. 14 Orthmann 1975, Abb. 329a. **TABELLEN:** 1 Nach Habermas 1987, 384, Fig. 14. 2 Reinhard Bernbeck. 3 Reinhard Bernbeck. 4 Reinhard Bernbeck.

REINHARD BERNBECK

Reinhard Bernbeck kam 2009 an die Freie Universität Berlin im Rahmen des Exzellenzclusters Topoi. Er arbeitet vor allem an Themen zum alten Westasien und zu theoretischen Aspekten der Archäologie. Das eisenzeitliche Urartu und die politische Ökonomie antiker Gesellschaften sind zwei seiner längerfristigen Interessen. Das letzte von ihm koeditierte Buch trägt den Titel ‚Subjects and Narratives in Archaeology‘ (mit Ruth Van Dyke, 2015).

Prof. Dr. Reinhard Bernbeck
Freie Universität Berlin
Institut für Vorderasiatische Archäologie
Fabeckstr. 23–25
14195 Berlin, Deutschland
E-Mail: rberneck@zedat.fu-berlin.de

Barbara Armbruster

Technologie und Transfer von Wissen in der prähistorischen Feinschmiedekunst Südwesteuropas

Zusammenfassung

Der Beitrag behandelt Fragen zum Transfer technologischen Wissens in der Bronze- und Eisenzeit im atlantischen Europa. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf den Goldarbeiten und auf der Herkunft der Feinschmiedetechniken. Technologische Merkmale von Edelmetallobjekten liefern in Verbindung mit typologischen Aspekten neue Einsichten in handwerkliche Tradition und Innovation, in den Transfer von spezialisiertem technischem Wissen und den Austausch zwischen Metallhandwerkern verschiedener kultureller Herkunft. Prestigeobjekte aus wertvollen Materialien sind Informationsträger, die über Kulturkontakte, äußere Einflüsse sowie das Niveau und den Austausch von feinschmiedetechnischem Know-How Auskunft geben.

Keywords: Goldtechnologie; Bronzezeit; Eisenzeit; atlantisches Europa; Wissenstransfer

This paper deals with questions of transfer of technological knowledge during the Bronze and Iron Ages in Atlantic Europe. Special interest lies on gold work and the origin of fine metal working techniques. Technological features of precious metal objects combined with typological aspects give new insights in craft tradition and innovation, transfer of specialized technical knowledge and exchange between artisans of different cultural origin. Prestige objects made of precious materials provide information on cultural contact, external influences as well as level and exchange of know-how in fine metal working.

Keywords: Gold technology; Bronze Age; Iron Age; Atlantic Europe; transfer of know-how

Barbara Armbruster, Heidemarie Eilbracht, Oliver Hahn, Orsolya Heinrich-Tamáská (eds.) |
Verborgenes Wissen: Innovation und Transformation feinschmiedetechnischer Entwicklungen im diachronen Vergleich | Berlin Studies of the Ancient World 35 (ISBN 978-3-9816751-5-3);
URN urn:nbn:de:kobv:188-fudocsdokument00000024684-8 | www.edition-topoi.de

I Einführung

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit Fragen zum Transfer technologischen Wissens in der Bronze- und Eisenzeit im atlantischen Europa. Besonderes Augenmerk liegt auf den Goldartefakten, und insbesondere auf dem Ursprung und der Tradition ihrer Herstellungstechniken. Technologische Merkmale von Edelmetallarbeiten können in Verbindung mit typologischen Aspekten neue Einsichten in handwerkliche Tradition und Innovation, in den Transfer von spezialisiertem technischem Wissen, in den Austausch zwischen Metallhandwerkern sowie in die Kulturkontakte liefern.¹ Daher sollten Fragen der Herstellungstechniken verstärkt in Forschungen zur materiellen Kultur, insbesondere der Metallartefakte, einbezogen werden.² An Prestigeobjekten aus Edelmetall lassen sich einerseits die Beständigkeit lokaler Traditionen und Innovationen nachweisen. Andererseits lassen sich exogene Einflüsse beobachten, die sich in Imitationen, Hybridisierung durch Kreuzung oder aber in der Übernahme von fremden Formen und Techniken manifestieren. Letztere beruhen auf kulturellem Kontakt, der sich in verschiedenen Phänomenen äußert, so zum Beispiel im gemeinsamen Auftreten traditioneller und innovativer Elemente in hybriden Gegenständen oder in einer vollständigen Assimilierung neuer Stil- und Technikmerkmale. Das Konzept der „aktiven materiellen Kultur“³ stellt Technologie und Technik, auf welchen die Produktion materieller Güter beruht, als bedeutende Elemente für das Verständnis der Entwicklung schriftloser Gesellschaften heraus. Nach der Prüfung der methodischen und theoretischen Betrachtungen werden im Folgenden einige Fallstudien zu verschiedenen geographischen Ursprungsgebieten den Transfer von handwerklich-technischem und künstlerischem Wissen demonstrieren. Spätbronzezeitliche, atlantisch geprägte Goldarbeiten und früheisenzeitliche Erzeugnisse der stark durch die östlichen Mittelmeerkulturen beeinflussten Goldschmiedekunst der Iberischen Halbinsel durchlaufen eine einzigartige technologische Entwicklung. Keltische Goldarbeiten der Späthallstattzeit Nordostfrankreichs, der Schweiz und Südwestdeutschlands zeigen direkte Verbindungen zu südwesteuropäischen Stücken auf. In beiden Fällen lassen sich Ursprünge bestimmter Form- und Technikmerkmale aus der Spätbronzezeit belegen, die jedoch durch ganz unterschiedliche äußere Einflüsse zu entsprechend verschiedenen Ausprägungen in der Erzeugung von Prestigegütern führten.

1 Perea 2005; Armbruster 2011a.

2 Armbruster 2011b.

3 Definiert in: Inker 2000; vgl. Abschnitt 2.

2 Technologie als Ausdruck einer ‚aktiven materiellen Kultur‘

In der archäologischen Forschung steht bei der Untersuchung von Metallobjekten nach wie vor die Typologie im Vordergrund, während technologische Merkmale, die für viele Fragestellungen aussagekräftig wären, eher in den Hintergrund treten. Ursache hierfür ist, dass die Technologie hauptsächlich den Natur- und den Materialwissenschaften zugeschrieben wird, während die Archäologie traditionell zu den Geisteswissenschaften gezählt wird. Technologische Untersuchungen in der Archäologie werden damit zu einer Hilfswissenschaft und den ‚Naturwissenschaftlern‘ im Bereich der Archäometrie überlassen. Auf die archäologischen Funde bezogen führt dies zu einer Spaltung zwischen dem Artefakt und damit gleichbedeutend der Kunst, die von den Geisteswissenschaften erforscht, und der Technologie, die unter naturwissenschaftlichen Prämissen analysiert wird. Diese Dichotomie zwischen Kunst und Technik, die auf die Hersteller von Metallarbeiten bezogen auch eine Trennung von Künstler und Handwerker bedeuten würde, bestand weder in Bronzezeit noch im Altertum.

Der Begriff Technologie (aus dem Griechischen τεχνολογία – *technología*) steht für die Lehre und die systematische Behandlung der Kunst, der Technik und der Wissenschaft innerhalb ihrer gesellschaftlichen Zusammenhänge.⁴ Der Terminus Technik (τέχνη – *technē*) wird ganz allgemein als ein spezifisches Wissen und eine besondere Fähigkeit sowohl im Bereich der Kunst als auch des Kunsthandwerks verstanden. Ohne jegliche Unterscheidung wurden in der Antike Künstler und Handwerker *ex aequo* als τεχνίτες bezeichnet.

Technologie ist ein aktives Element in der Produktion der materiellen Kultur, da ein direkter Zusammenhang zwischen Technologie, Typologie, Gesellschaft, Wirtschaft und religiösen Vorstellungen besteht.⁵ Sie kann als ein Spiegel der Gesellschaft, nach deren Vorgaben die Gegenstände der materiellen Kultur gestaltet und gefertigt sind, betrachtet werden. Jedes Artefakt tritt in zweifacher Weise in Erscheinung: Es ist technologisch determiniert und zählt damit zu dem technischen System, das es hervorgebracht hat.⁶ Das Objekt ist auch deutlich zugehörig zu dem kulturellen und ideologischen Milieu, in dem es entsteht und sich einfügt. Seine Aufnahme im entsprechenden gesellschaftlichen Milieu ist davon abhängig, ob seine Form und sein Design wiedererkennbare Informationen vermitteln. Das technische Wissen und die dadurch hervorgebrachten Güter bilden die materiellen Voraussetzungen einer Kultur, und es sind ja gerade die nach dem jeweiligen technischen Kenntnisstand gefertigten Gegenstände, die einen sichtbaren und archäologisch fassbaren Ausdruck dieser Kultur zu schaffen vermögen. Technik, Funktion und Ästhetik bedingen einander wechselseitig.

4 Knauss 2004, 33.

5 Inker 2000.

6 Nobelet 1981, 10–20.

Es gibt verschiedene Interpretationsmodelle zum Begriff Technologie, die im Zusammenhang mit unserem Thema von Bedeutung sind. Jacob Bigelow definiert ihn in *Elements of technology*⁷ als die Konvergenz zwischen den empirisch orientierten Künsten (*technē*) und dem wissenschaftlichen und technischen Wissen (*logos*). André Leroi-Gourhan stellt in seinen beiden Werken *L'homme et la matière* und *Milieu et techniques*⁸ fest, dass technologische Fortschritte nicht nur auf die kulturelle Sphäre, sondern auch auf die moralischen Werte der empfangenden Gesellschaft Einfluss nehmen. Jacques Ellul verdeutlicht in *Le système technicien*⁹, Technik trüge nur zu Veränderungen bei, wenn sie von strukturellen Umstellungen in der Gesellschaft und der soziopolitischen Organisation begleitet wird. Schließlich erklärt Peter Inker in *Technology as active material culture, the Quoit-brooch style*¹⁰ seine Sicht, wonach Technologie als ein aktives Element der materiellen Kultur gesehen werden kann. Technologie und Technik materialisieren Konzepte, indem sie menschlichen Ideen physikalische Substanz verleihen. Sie sind Schlüsselfaktoren, um den Produktionskontext zu bestimmen, denn kaum eine Form kann wirklich durchdrungen werden, wenn der Herstellungsprozess nicht berücksichtigt wird. Wie stilistische Merkmale resultieren beide aus gesellschaftlichen Aktivitäten und stehen für aktive Indikatoren sozialer Bedeutung.

Transfer von technologischem Wissen erfordert Strategien und kontrollierte Mechanismen von Wissensvermittlung. Technologietransfer hängt auch mit der Mobilität von Menschen und/oder Ideen, möglicherweise auch mit Wanderhandwerk, zusammen. Die Erforschung von Technologietransfer erhellt Fragen von Tradition, Innovation und Imitation.¹¹ Auch ein ‚Nicht-Transfer‘, ein konservatives Verhalten sowie Fortschrittsfeindlichkeit sind Aspekte dieses Forschungsfeldes. Die technologischen Aspekte eines Metallobjekts stehen direkt in Verbindung mit der Sichtbarkeit, der äußeren Erscheinung, der Typologie. Diese Verknüpfung von Technik, Ästhetik und Funktion berührt die soziale Dimension, Symbolik, Identität und kodierte Zeichensprache des Objekts. Gerade die Prestigeobjekte aus wertvollen Materialien sind Zeichen von Status und Macht sowie von religiösen Glaubensvorstellungen.

Technologie und Technik sind signifikante und aktive Komponenten zum Verständnis der materiellen Kultur der Bronze- und Eisenzeit. Daher begreift sich die vorliegende Studie als Anregung, technologische Untersuchungen in der Bronze- und Eisenzeitforschung zu intensivieren und die direkte Zusammenarbeit zwischen Archäologen, Technologen, Ethnologen, Experimentalarchäologen und Materialwissenschaftlern zu fördern.

7 Bigelow 1829.

8 Leroi-Gourhan 1943; Leroi-Gourhan 1945.

9 Ellul 1977.

10 Inker 2000.

11 Callegarin und Gorgues 2013, 66–67.

3 Interdisziplinäre Methodik

Die Erforschung der Feinschmiedetechnik stützt sich auf einen interdisziplinären Forschungsansatz. Vielfältige Methoden der Geistes- und der Naturwissenschaften tragen aufschlussreich zum Verständnis prähistorischer Goldschmiedetechniken bei.¹²

Neuere Forschungen kombinieren Archäologie, Typologie, Ethnographie, Experimente sowie theoretische und sozio-ökonomische Aspekte mit verschiedenen Analysemethoden zur Bestimmung der Legierungszusammensetzung, Mikroskopie und Röntgentechnik. Direkt am Originalobjekt werden sowohl materialanalytische Untersuchungen zur Charakterisierung der Legierungsbestandteile und Materialeigenschaften wie auch optische Beobachtungen der Werkzeugspuren und Verfahrensmerkmale durchgeführt. Letztere dienen dem Verständnis der technologischen Aspekte der Metallfunde und der Rekonstruktion der *chaîne opératoire*.

Die umfassenden archäometallurgischen Studien der iberischen Krieger-Fibel von Braganza, 3. Jh. v. Chr., im Forschungslabor des Britischen Museums seien hier exemplarisch genannt.¹³ Zu den Analysemethoden der Bestimmung der Materialzusammensetzung zählen die zerstörungsfreie PIXE (*particle induced X-ray emission*) und die Röntgenfluoreszenz sowie minimalinvasive Methoden wie Laserablation durch LA-ICP (*laser ablation-inductively coupled plasma massspectrometry*).¹⁴ Schon prähistorische Goldschmiede hatten eine Methode zur Bestimmung und Kontrolle der Materialzusammensetzung mit Prüfsteinen entwickelt. Die Verwendung von Goldprüfsteinen ist durch bronzezeitliche Beispiele aus Frankreich und aus Portugal nachgewiesen.¹⁵ Sie belegen die bewusste Wahl und Kontrolle der Goldlegierung, also eine Beeinflussung der Farbe und der mechanischen Eigenschaften. Diese Art der Qualitätskontrolle ist als kolorimetrischer Test möglich, da jedwede Legierung von Gold mit Silber und Kupfer eine spezifische Farbe hat. Das Farbendiagramm der Goldlegierungen zeigt diese verschiedenen Nuancen.¹⁶

Zur Interpretation alter Techniken und Werkzeuge sowie deren Handhabung dienen auch Analogien. Dazu zählen bildliche Darstellungen von Feinschmiedern mit ihren Gerätschaften ebenso wie Informationen aus antiken und mittelalterlichen Schriftquellen. Hier sei exemplarisch auf ägyptische Wandmalereien, vor allem des 3. und des 2. vorchristlichen Jahrtausends, oder Handwerkerszenen in der antiken Vasenmalerei hingewiesen.¹⁷ Außerdem unterstützen experimentelle Untersuchungen und die Ethnoarchäologie die Entwicklung von Erklärungsmodellen für das vor- und frühgeschichtliche Feinschmiedehandwerk.¹⁸

12 Armbruster und Guerra 2003; Perea und Armbruster 2008.

13 Perea 2011.

14 Guerra und Calligaro 2004; Schlosser u. a. 2009.

15 Eluère 1985; Oddy 1986.

16 Moesta und Franke 1995.

17 Garenne-Marot 1985; Scheel 1989; Zimmer 1982.

18 Armbruster 1995a.

4 Werkzeuge bronze- und eisenzeitlicher Feinschmiedewerkstätten

Zum Verständnis der herstellungstechnischen Aspekte von Feinschmiedearbeiten ist die Erforschung der Werkzeuge und Werkstätten unerlässlich. Um die Ausrüstung und Organisation bronze- und eisenzeitlicher Feinschmiedewerkstätten zu rekonstruieren, kann sich die Forschung zwar auf verschiedene Funde stützen, leider aber nur zu selten auf konkrete Befunde.¹⁹ Daher ist die Forschung darauf angewiesen, Erklärungs- und Rekonstruktionsmodelle zu entwickeln. Die Werkzeuge der vor- und frühgeschichtlichen Feinschmiede waren aus Stein, Metall (Bronze, Eisen) und Keramik, aber auch aus organischen Materialien, wie Knochen, Hirschgeweih oder Holz, gefertigt. Der Handwerker wählte den Werkstoff für seine Werkzeuge nach den Materialeigenschaften aus. Zu Beginn der Goldmetallurgie wurden zum Schmieden Hämmer und Ambosse aus Stein verwendet.²⁰ Ihre Funktionstüchtigkeit für die Edelmetallverarbeitung wurde durch Experimente zum Schmieden mit Steinwerkzeugen bestätigt. Bildliche Darstellungen aus altägyptischen Gräbern, aber auch aus alten Chroniken illustrieren anschaulich das Schmieden von Blechen und Gefäßen mit Hilfe von steinernen Werkzeugen.²¹ Im Verlauf der Bronzezeit ersetzt Metall den Stein. Bronze ist gießbar, schmiedbar und wiederverwertbar. Dadurch bietet sie im Vergleich zum Stein Vorteile als Werkstoff für Werkzeuge der plastischen Verformung.

Aus Westeuropa sind bedeutende spätbronzezeitliche Werkzeugensembles des Feinschmiedehandwerks überliefert. Hier seien beispielhaft die französischen Horte von Génélard, Côte-d'Or (Abb. 1), Larnaud, Jura, und Porcieu-Amblagieu, Isère, und der irische Hort von Bishopsland, Co. Kildare, genannt.²² Ein mit dem Werkzeugdepot eines Feinschmieds und Gießers von Génélard vergleichbarer, umfangreicher Fund eines Werkzeugensembles ist aus Süddeutschland überliefert.²³ Zinnreiche Kupferlegierungen können sehr hart sein, was sie besonders als Material für Hämmer und Ambosse qualifiziert. Ein Beispiel für ein Schlagwerkzeug aus harter, zinnreicher Bronze ist der kleine Feinschmiedeamboss von Lachen-Speyerdorf, Stadt Neustadt a. d. Weinstraße.²⁴

Funde von eisenzeitlichen Feinschmiedewerkzeugen sind wesentlich seltener bekannt geworden als aus der Bronzezeit. Die außergewöhnlichen Grabbeigaben eines iberischen Kriegers und Goldschmieds der Nekropole von Cabezo Lucero, Alicante, Spanien, 4. Jh. v. Chr., sind seltene, aufschlussreiche Zeugen einer eisenzeitlichen Werkstattausstattung.²⁵ Im Grab von Cabezo Lucero sind 31 Pressmodelle (vgl. Abb. 2a) und fünf Punzen (Abb. 2d, links unten) zur Herstellung von Reliefflechen mit einer Pinzette

19 Armbruster 2012a.

20 Armbruster 2006.

21 Armbruster 2006, 182–185.

22 Armbruster 2001; Armbruster 2008.

23 Nessel 2009.

24 Sperber 2000.

25 Perea und Armbruster 2011.



Abb. 1 Spätbronzezeitlicher Werkzeughort aus G nelard, Côte-d'Or, Frankreich.

zum Biegen von Filigranelementen, zwei L trohren, einem Amboss und einem T llenhammer, zwei Waagschalen und einem Gewicht zum Wiegen vergesellschaftet (Abb. 2). Diese fast vollständige Ausstattung einer iberischen Goldschmiedewerkstatt gibt wertvolle Hinweise auf die technischen Kenntnisse des Goldschmieds und lässt auf komplexe Herstellungstechniken schließen. Waage und Gewicht zeugen von der Kontrolle der Qualität und Quantität der Metalle, Hammer und Amboss dienten der Herstellung von Blech, Stäben und Drähten. Die weiteren Gerätschaften sind als Spezialwerkzeuge für die Herstellung von mit Filigran und Granulation verziertem Schmuck aus Pressblech zu sehen. Alle Werkzeuge aus dem Grab von Cabezo Lucero sind aus Bronze gefertigt. Diese Grabbeigaben eines eisenzeitlichen Goldschmieds bieten zudem den ersten Nachweis von zwei Werkzeugarten bislang im archäologischen Fundstoff unbekannter bronzener Spezialwerkzeuge: zwei konische Enden von L trohren sowie eine spitze Pinzette für das Biegen von Drähten für die Filigranarbeit.²⁶

Für die Goldschmiedekunst der iberischen Kultur ist Goldschmuck aus Blech, hohlen Pressblechelementen (Abb. 3) und Draht, verziert mit Filigran und Granulation, charakteristisch.²⁷ Die Feinschmiedewerkzeuge aus Cabezo Lucero sind genau für diese Techniken geeignet. Herausragende Beispiele für iberische Goldarbeiten sind sowohl

26 Perea und Armbruster 2011, 163–164.

27 Nicolini 1990; Perea 1997.



Abb. 2 Bronzene Feinschmiedewerkzeuge der Eisenzeit: Beigaben des Grabes eines Goldschmiedes und Kriegers der Iberischen Nekropole von Cabezo Lucero, Alicante, Spanien: a. Pressmodell; b. Amboss; c. Waagschalen und Gewicht; d. Punzen; e. konische Lötrohrenden aus Bronze.



Abb. 3 Collier aus Pressblechelementen aus dem tartessischen Grab von Aliseda, Cáceres, Spanien (vgl. dazu Abb. 17).

die Filigranarbeit des Diadems von Jávea, Alicante, und der Schmuck mit Pressblechelementen aus dem tartessischen Grab von Aliseda, Cáceres, Spanien (Abb. 3 u. Abb. 17).²⁸ Die Herstellung von dünnen Filigrandrähten ohne Zieheisen ist für die Vorgeschichte und die Antike eingehend nachgewiesen und detailliert beschrieben worden.²⁹ Sie wurden durch das Abtrennen eines Blechstreifens von einem Blech und das anschließende Rollen des Streifens gefertigt. Schließlich wurden die Drahtelemente auf dem Metallträger angeordnet und durch Löten befestigt. Das Löten mit Blasrohr und Öllampe und die Verwendung von Pinzetten zum Biegen von Filigrandrähten sind noch heute in Goldschmiedewerkstätten Westafrikas üblich.³⁰

Die Verwendung von Zierpunzen ist seit der späten Bronzezeit bei der Herstellung von goldenem Schmuck und Gefäßen sehr häufig nachgewiesen.³¹ Werkzeugfunde von Punzen und Meißeln sind dagegen selten. Aus den oben genannten französischen Horten von Génelard und Larnaud sowie dem süddeutschen Werkzeugensemble sind mehrere Punzen mit konzentrischen Kreismotiven und so genannte Faulenzerpunzen für Kordelmuster oder Punktlinien überliefert.³² Mit Hilfe der Werkzeugspurenanalyse und

28 Armbruster und Perea 2009, 450 Abb. 16–17.

29 Formigli 1993; Nicolini 1995.

30 Camps-Fabrer 1970.

31 Armbruster 2003b.

32 Armbruster 2008; Nessel 2009.



Abb. 4 Details mit kreuzförmiger Punze. Links: Halsschmuck von Vix (vgl. dazu Abb. 13); rechts: Armschmuck von Sainte Colombe (vgl. dazu Abb. 14). Beide Côte-d'Or, Frankreich.

mit Silikonabdrücken der negativen Punzenabdrücke lassen sich verschiedene Punzenformen rekonstruieren. Dabei ist zu unterscheiden, ob die Punzierung auf massivem Grund oder auf Blech durchgeführt wurde. Eisenzeitliche Zierpunzen sind wesentlich seltener im archäologischen Fundstoff vertreten. Aus der Hallstattzeit sind Zierpunzen aus Hirschgeweih bekannt, die möglicherweise zur Verzierung von Goldblechschmuck dienten.³³ Vergleichbare kreuzförmige Punzenabdrücke sind als Verzierung an gegossenen Elementen des goldenen Halsschmucks von Vix, Burgund (Abb. 4, links), Frankreich, ebenso eingesetzt worden wie an dünnem Blechschmuck. Beispiele hierfür sind der goldene Armring aus Sainte Colombe (Abb. 4, rechts), Frankreich, oder das Zierblech aus dem spanischen Peña Negra bei Alicante.³⁴ Vom spanischen Fundplatz von Peña Negra ist auch eine bronzene Kreuzpunze bekannt.

5 Goldarbeiten der Atlantischen Spätbronzezeit und deren Technologietransfer

Die Iberische Halbinsel ist geologisch ausnehmend reich an Metalllagerstätten. Aufgrund dieses besonderen Metallreichtums kamen ostmediterrane Händler seit dem Ende der Bronzezeit verstärkt in den westlichen Mittelmeerraum, um zu Beginn saisonale Faktoreien und später feste Niederlassungen an den Küsten Spaniens und Portugals zu gründen.³⁵ Mit den ostmediterranen Einwanderern kamen neue rituelle, kulturelle und künstlerische Ausdrucksformen in den Westen. Ihr Einfluss wirkte sich auf das lokale

33 Sievers 1984, Taf. 120, 1567.

34 Armbruster 2003a.

35 Aubet 2001.

Handwerk sowie auf die Identität der Bevölkerung aus. Am Ende der Spätbronzezeit und in der Übergangsphase zur frühen Eisenzeit fanden durch den direkten Kulturkontakt zwischen lokalen atlantischen und fremden mediterranen Personen tiefgreifende Veränderungen in der gesellschaftlichen Identität sowie in Kunst und Handwerk statt.³⁶

5.1 Goldschmuck der Spätbronzezeit – atlantische Identität

Massive und schwere Feinschmiedearbeiten sind für die Atlantische Spätbronzezeit der Iberischen Halbinsel charakteristisch. Am häufigsten im Schmuckrepertoire vertreten sind zwei verschiedene Typen von goldenem Ringschmuck. Der eine Schmucktyp „Sagrajas/Berzocana“ ist benannt nach zwei spanischen Hortfunden mit massiven Halsringen, die einen runden Querschnitt haben und eine geometrische Verzierung tragen (Abb. 5).³⁷ Namengebend für den zweiten Schmucktyp „Villena/Estremoz“ sind der spanische Hortfund von Villena, Alicante (Abb. 6), mit 28 Armringen des Typs, weiterem Schmuck und Gefäßen sowie der portugiesische Armschmuck von Estremoz, Évora.³⁸ Beide spätbronzezeitlichen Typen sind hauptsächlich im Westen der Iberischen Halbinsel verbreitet. Die rundstabigen Hals- und Armringe des Typs Sagrajas/Berzocana kommen sowohl offen als auch mit Verschluss vor. Sie sind durch Techniken der plastischen Verformung hergestellt, durch Schmieden und durch Ziselieren. Das schwerste Exemplar, der Halsring mit Zapfenverschluss von Portel, Évora, Portugal, hat ein Gewicht von 2300 g.³⁹ Dagegen zeichnen sich die massiven Armringe des Typs Villena/Estremoz durch ihre zylindrische Form und ein komplexes Relief aus Rippen oder Stachelreihen aus. Ihre Herstellung beruht auf dem Guss im Wachsausschmelzverfahren. Bei der Fertigung des Wachsmodells und bei der Nachbearbeitung wurde eine Drehbank verwendet. Das schwerste Stück dieses Typs ist der Armring von Estremoz mit 978 Gramm (Abb. 7).⁴⁰

Eine atlantische Technologie – Die Verbindung von Wachsausschmelzverfahren und Drehbank

Die Drehbank ist neben dem Drillbohrer eines der frühesten Geräte mit Drehbewegung, das in der Metalltechnik Verwendung fand.⁴¹ Archäologische Funde von Drehbänken sind weder aus der Bronze- noch aus der Eisenzeit bekannt. Deshalb muss ihre Verwendung indirekt über Werkzeugspuren an den Artefakten und über funktionale Analogien erschlossen werden.⁴² Die Objektform in Gestalt eines Rotationskörpers, die

36 Perea 2005; Armbruster und Perea 2007; Armbruster 2012b.

37 Almagro-Gorbea 1974.

38 Armbruster und Perea 1994.

39 Paço 1967, Abb. 2, IV.

40 Russel Córtez 1954.

41 Armbruster 2004, 56–60.

42 Mutz 1972; Drescher 1985.



a



b

Abb. 5 a. Halsringe des Hortes von Berzocana, Cáceres, Spanien; b. Details der Verzierung.



Abb. 6 Armringe aus dem Hort von Villena, Alicante, Spanien.



Abb. 7 Armring von La Torrecilla, Madrid, Spanien (links); Armring von Estremoz, Evora, Portugal (rechts).

Verzierung in Form regelmäßiger Riefen und Rippen oder konzentrischer Muster sowie Werkzeugspuren sind eindeutige Indizien für das Drehen. Auf der Grundlage von bildlichen Darstellungen und ethnographisch belegten Geräten mit Drehbewegung sowie durch praktische Experimente konnten Erklärungsmodelle für die komplexe Drehtechnik in der Bronzezeit entwickelt werden (Abb. 8).⁴³

Die Verwendung der Drehbank in der bronzezeitlichen Goldverarbeitung ist eine atlantische Technologie, durch die Wachsmodelle in Form von perfekten Zylindern mit regelmäßigem Relief und konzentrische Ziermotive gefertigt werden konnten. Der erste Nachweis für dieses komplexe Spezialverfahren im bronzezeitlichen Europa stammt von der Iberischen Halbinsel, wo es zwischen 1200–800 v. Chr. zuerst der Herstellung von Armschmuck des spätbronzezeitlichen Typs Villena/Estremoz diente.⁴⁴

5.2 Atlantische Technologie für mediterranen Kult

Der Hortfund von Lebrija, Sevilla, Spanien, ist ein prominentes Beispiel für eine außergewöhnliche Variante von Technologietransfer in der Goldschmiedetechnik am Beginn der Eisenzeit.⁴⁵ Sechs stangenförmige Kultobjekte wurden seit ihrer Auffindung als Kandelaber bezeichnet. Diese Goldarbeiten eines mediterranen Kultes der frühen Eisenzeit (7. Jh. v. Chr.) sind erstaunlicherweise mit der spätbronzezeitlich-atlantischen Technologie des Typs Villena/Estremoz ausgeführt. Sie sind hohl, haben ein Relief mit regelmäßigen Rippen, sind etwa 70 Zentimeter hoch und wiegen jeweils über ein Kilogramm. Die gerippten Goldstäbe wurden in zwei Teilen als hohle Wachsmodelle über einem Tonkern mit Hilfe der Drehbank gefertigt. Dann wurden sie im Wachsaußschmelzverfahren gefertigt, wobei zunächst der untere Teil gegossen wurde, bevor der zweite Teil

43 Armbruster 2004, 55.

44 Armbruster 1993.

45 Perea, Armbruster u. a. 2003.

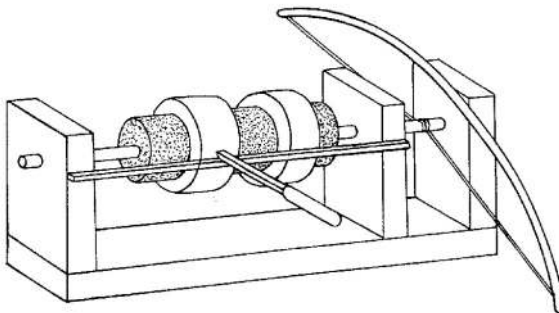
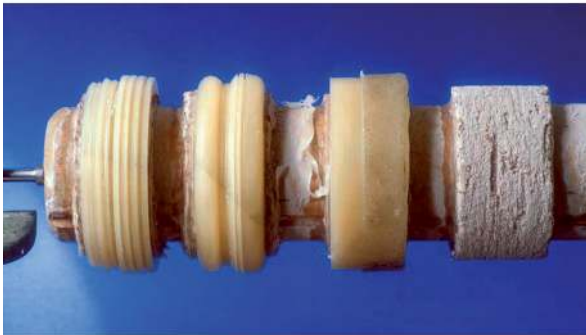
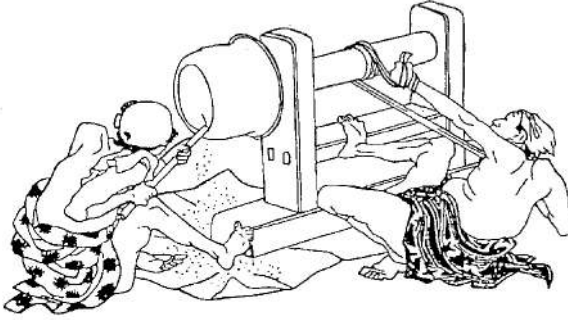


Abb. 8 Drehbänke. Bildliche Darstellungen von Geräten mit Drehbewegung. Oben: japanische Zeichnung des 18. Jahrhunderts; mittig: praktisches Experiment der Herstellung von Armringen des Typs Villena/Estremoz; unten: Rekonstruktionszeichnung einer bronzezeitlichen Drehbank aus Holz.



Abb. 9 Hortfund von Lebrija,
Sevilla, Spanien.

im Überfangguss mit dem ersten verbunden wurde (Abb. 9).⁴⁶ Die traditionelle atlantische Technologie des Wachs ausschmelzverfahrens in Verbindung mit der Drehbank und dem Überfangguss als Verbundtechnik diente in diesem Fall der Fertigung von Zeremonialobjekten eines neuen Kults, eingeführt durch ostmediterrane Kolonialherren. Hier wird eine Interaktion zwischen den ausführenden einheimischen Kunsthandwerkern und den Auftrag gebenden eingewanderten Eliten deutlich.

46 Perea, Armbruster u. a. 2003.



Abb. 10 Dreifacher Hals-
schmuck von Sintra, Lissabon,
Portugal.

5.3 Hybridisierungsprozesse in der Goldschmiedekunst

Während des Übergangs von der Bronze- zur Eisenzeit bahnen sich in der Goldschmiedekunst der Iberischen Halbinsel Hybridisierungsprozesse an.⁴⁷ Ein Beispiel für die erste Phase dieser neuen technologischen Entwicklung, charakterisiert durch die Verquickung zweier unterschiedlicher Stile, ist der hybride dreifache Halsschmuck von Sintra, Lissabon, Portugal.⁴⁸ Er ist zusammengesetzt aus drei massiven Halsringen des Typs Sagrajas/Berzocana, die im Überfangguss verbundenen wurden, und einem den Verschluss bildenden Fragment eines Armrings des Typs Villena/Estremoz (Abb. 10). Auf dem mittleren der drei Ringe sind zudem vier schalenförmige Zierelemente festgenietet.⁴⁹ Während das Nieten und der Überfangguss für die Spätbronzezeit geläufige Verbundtechniken sind, ist das Konzept, ein Schmuckstück aus zuvor getrennt verwendeten Elementen verschiedener Stile durch Überfangguss zu verbinden, eine neue einheimische, also atlantische, Innovation.

Der nächste Schritt der Hybridisierung zeigt sich mit der frühen Verwendung der Löttechnik. Das Armingpaar von Torre Vã, Beja, Portugal, trägt mit dem Halsschmuck von Sintra vergleichbare Zierelemente (Abb. 11).⁵⁰ Im Gegensatz zum Schmuck von Sintra sind sie jedoch weder durch Nieten noch durch Überfangguss, sondern schon mit der Löttechnik befestigt. Zudem sind die Armingkörper mit einer sehr groben Granulation, für die ebenfalls die Löttechnik eingesetzt wurde, verziert. Die beiden Schmuckstücke zählen zu den ersten gelöteten Goldarbeiten der Iberischen Halbinsel, die noch atlantische Stilelemente tragen, aber auch schon neue Möglichkeiten der Gestaltung und Technik nutzen. Die Ziertechnik der Granulation, bei der kleine Goldkugeln durch Lötung auf einem Blechuntergrund befestigt werden, ist ganz eindeutig eine früheisenzeitliche, durch ostmediterrane Kulturkontakte eingeführte Entwicklung in der Goldschmiedekunst.

47 Armbruster 2012b, 199.



Abb. 11 Armringe von Torre Vã, Beja, Portugal (links); Detail der Enden (rechts).



Abb. 12 Hortfund von Álamo, Beja, Portugal.

5.4 Kombination mediterraner Technologie und atlantischer Typologie

Ein anderes herausragendes Beispiel für die Kombination von typologischen Elementen der Atlantischen Bronzezeit und neuer mediterraner Technologie sind Goldarbeiten aus dem portugiesischen Hortfund von Álamo, Beja (Abb. 12).⁵¹ Dieses Ensemble umfasst zwei Armringe und drei Halsringe. Darunter ist die atlantische Tradition sowohl an Stilelementen des einfachen wie auch des dreiteiligen Halsschmucks vertreten. Beide rundstabigen Ringe sind durch die geometrische Verzierung und den Zapfenverschluss dem Typ Sagrajas/Berzocana entlehnt. Es handelt sich hier jedoch nicht um massive, sondern um hohle Ringe, die aus Blech gefertigt und durch Lötens verschlossen wurden. Zwischen den Hohlrohren des dreiteiligen Halskragens sind breite Blechbänder eingelötet, die mit gebogenen Drahtelementen verziert sind. Dies ist der erste Nachweis der Filigrantechnik auf der Iberischen Halbinsel. Die mediterrane Technologie des Lötens wurde an diesem Schmuckstück sowohl für die Konstruktion wie auch für den Dekor

48 Armbruster 1995b.

49 Armbruster 2004, 62.

50 Armbruster 1995b.

51 Armbruster, Parreira und Correia 1993.

eingesetzt. Diese Technik ermöglichte es, traditionell massive Objekte nun mit weit weniger Materialverbrauch hohl zu gestalten, während alte Formen und Symbole für die hohlen Schmuckstücke weiter Verwendung fanden. Wie bei den beiden Armrings aus Torre Vã, Beja⁵² (vgl. Abb. 11), verweisen diese frühen Zeugnisse der Löttechnik aus Südwesteuropa auf einen Transfer technischen Wissens durch einen direkten Kontakt unter Goldschmiedern verschiedener Kulturen aus Ost und West.

5.5 Stil- und Technischelemente der Atlantischen Spätbronzezeit im Goldschmuck der Westhallstattkultur

Der goldene Halsschmuck aus dem reichen späthallstattzeitlichen Wagengrab von Vix, Côte-d'Or, Frankreich, ist eine hohle, 480 Gramm schwere Goldschmiedearbeit des 6. Jh. v. Chr.⁵³ Der Halsschmuck ist aus zahlreichen Einzelementen, die mit metallischem Lot verbunden wurden, zusammengefügt.⁵⁴ Vier Teile dieses komplexen Schmuckstücks, zwei Kegelstümpfe mit parallelen, umlaufenden Riefen und Rippen an der Basis der birnenförmigen Enden, und zwei Scheiben mit konzentrischer Verzierung, die den Abschluss der Endstücke bilden, sind mit einer Drehbank gefertigt (Abb. 13). Sie wurden darauf als Wachsmodele hergestellt und dann im Wachsauerschmelzverfahren ausgeführt. Abgesehen von diesen mit der spätbronzezeitlichen Drehbanktechnologie in Verbindung stehenden Teilen bestehen noch weitere Verbindungen zur Iberischen Halbinsel. Die offene Form des Halsschmucks von Vix mit den birnenförmigen Enden und dem Punzmuster sind mit zahlreichen Goldtorques der eisenzeitlichen Castrokultur im Nordwesten der Iberischen Halbinsel vergleichbar.⁵⁵ Zudem finden die Analyseergebnisse der Legierungsbestandteile ihren besten Vergleich in Goldarbeiten aus Spanien und Portugal.⁵⁶

Stilelemente der Atlantischen Spätbronzezeit, insbesondere der massiven Armrings des Typs Villena/Estremoz, finden auch eine Fortdauer in goldenen Blecharbeiten der Späthallstattkultur.⁵⁷ Das Relief mehrerer Armrings der Hallstattkultur, wie diejenigen von Hunderingen, Sigmaringen, oder Kappel, Ortenaukreis, sowie das Armingpaar aus dem späthallstattzeitlichen Fürstengrab von Sainte-Colombe, Côte-d'Or, Frankreich, sind vielsagende Beispiele für die Imitation der Formensprache (Abb. 14).⁵⁸ Das Relief mit parallelen Rippen und Stachelreihen der hallstattzeitlichen Blecharbeiten sind den Armrings des Typs Villena/Estremoz ausgesprochen ähnlich. Dabei handelt es sich jedoch nicht um die Übernahme der Technik des Wachsauerschmelzverfahrens mit Hilfe der Drehbank, sondern um hohle, leichte Blecharbeiten, die mit wenig

52 Armbruster und Perea 2009, 447.

53 Rolley 2003.

54 Armbruster 2003a.

55 García Vuelta 2007.

56 Pernicka und Adam 2003.

57 Armbruster 2012b, 201–202.

58 Paret 1941, Taf. 41; Kimmig und Rest 1954, Taf. 10.



Abb. 13 Goldener Halsschmuck aus dem Fürstinnengrab von Vix, Côte-d'Or, Frankreich.

wertvollem Material einen voluminösen optischen Effekt erzielen. Das Relief der dünnen Blechzylinder wurde an einer Drehbank durch die Technik des Metalldrückens hergestellt. Dabei wird das Blech über einen Holzkern mit Relief gesteckt und mit Hilfe von gerundeten Werkzeugen in das Relief gedrückt. Es fand also in diesem Fall kein direkter Technologietransfer statt.

Das Weiterleben von Stilelementen der Bronze- und Eisenzeit der Iberischen Halbinsel in der Späthallstattzeit Mitteleuropas lässt auf einen Technologietransfer durch überregionale Verbindungen schließen. Aus typologischer Sicht wurde schon in den 1960er Jahren auf die Verwandtschaft zwischen eisenzeitlichem Gold der Westhallstattkultur und spätbronzezeitlichem Gold der Iberischen Halbinsel aufmerksam gemacht.⁵⁹

59 Schüle 1965.



Abb. 14 Armingpaar und Ohrgehänge aus dem späthallstattzeitlichen Fürstengrab von Sainte-Colombe, Côte-d'Or, Frankreich.

5.6 Imitationen von Filigran und Granulation

Im Zusammenhang mit Fragen des Technologietransfers soll auch auf das Phänomen der Imitation hingewiesen werden. Als Imitationen werden in der Goldschmiedekunst Edelmetallarbeiten bezeichnet, die in Anlehnung an fremde Erzeugnisse gefertigt wurden, ohne dass die technischen Details des Originals bekannt waren.⁶⁰ An den Goldtorques aus dem Hortfund von Cangas de Onis, Asturias, Spanien, der für die eisenzeitliche Castro-Kultur im Nordwesten der Iberischen Halbinsel charakteristisch ist, lässt sich eine lokale Nachahmung von Filigran und Granulation beobachten (Abb. 15).⁶¹ Um Zierelemente der Granulation und des Filigrans, deren Herstellung ihnen unbekannt war, zu erzeugen, setzten die Goldschmiede das Wachs ausschmelzverfahren und das Punzieren ein. Diese Nachahmung zeigt das Fehlen von Technologietransfer.

5.7 Eisenzeitliche Goldarbeiten mit letzten atlantischen Stilelementen

Als letztes Beispiel mit entferntem Anklang an die spätbronzezeitlich-atlantische Goldtradition soll ein Paar zylindrischen Armschmucks aus dem Hort von El Carambolo, Sevilla, Spanien, vorgestellt werden. Das Goldensemble besteht aus 15 Zierplatten, zwei

60 Armbruster 2000, 153–157.

61 García Vuelta 2001; García Vuelta 2007, 87–116.



Abb. 15 Detail eines Torques aus dem Hortfund von Cangas de Onis, Asturias, Spanien: Imitation von Granulation und Filigran, ausgeführt im Wachs ausschmelzverfahren.

Armstulpen, zwei Pektoralen und einem Collier.⁶² Alle Schmuckstücke sind im orientalisierenden Stil aus zahlreichen Einzelelementen aus Blech und Draht durch Löten zusammengesetzt. Darunter sind auch zahlreiche Pressblechelemente in Form von Hohlbuckeln und Rosetten. Am Armschmuck dieses früheisenzeitlichen Hortfundes von El Carambolo wird deutlich, dass zum einen die zylindrische Form, die parallele Gliederung und sogar die Stachelreihen vom Armschmuck des Typs Villena/Estremoz als Zierelemente übernommen wurden. Bei genauerer Untersuchung zeigt sich jedoch, dass diese formalen Merkmale nicht mehr in der alten Tradition durch Guss, sondern mit neuem technischem Know-how aus dünnen, durch Löten verbundenen Blechelementen realisiert wurden. Die hohlen Spitzen der Stachelreihen sind in diesem Fall durch Ziselieren aus einem Blechband hergestellt (Abb. 16). Die Stachelreihen der Stücke aus El Carambolo wurden schon von früh mit denjenigen des Ringes von Estremoz, also mit spätbronzezeitlichem Schmuck, in Beziehung gebracht.⁶³ Andererseits wurden mögliche Einflüsse Iberischer Goldschmiedetechniken auf späthallstattzeitlichen Goldschmuck am Beispiel des Armbands von Eberdingen-Hochdorf im Vergleich mit dem Armschmuck von El Carambolo dargelegt.⁶⁴

5.8 Eisenzeitliche Iberische Goldarbeiten – Spiegel mediterraner Identität

Der Endpunkt der hier gezeichneten Entwicklung zeugt von einer neuen Ära der Goldverarbeitung und dem Bruch mit atlantischen Traditionen. Die Interaktion zwischen der lokalen atlantischen Welt und den ostmediterranen Kolonialherren spiegelt sich in der Goldschmiedekunst auf der Iberischen Halbinsel in der Aufgabe jeglicher alter Stil-

62 Perea und Armbruster 1998.

63 Schüle 1960, 80–81 Abb. 28–29.

64 Pare 1989, 463 Abb. 27,1–2.



a



b

Abb. 16 a. Armschmuck des Hortfundes von El Carambolo, Spanien; b. Detail der Zierelemente.

und Technikmerkmale sowie einem Generationswechsel.⁶⁵ Offenbar brachte die lange Präsenz der Phönizier neue wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedingungen sowie ideologische Vorstellungen mit sich. Hierdurch konnte ein kultureller Wandel bei der lokalen Bevölkerung stattfinden und sich eine neue Identität etablieren. Das Endergebnis dieses Wandels offenbart sich in der Folge als Akkulturation und in den Goldarbei-

⁶⁵ Armbruster 2013, 72–76.

ten durch eine vollständige Übernahme mediterraner Vorgaben. Lötung, Filigran und Granulation dominieren mit orientalisierenden Stilelementen. Auch die funktionalen Aspekte verändern sich. Neue Formen, wie Ohrschmuck, kleingliedrige Ketten, Talismane, Anhänger oder Fingerringe, treten in den Vordergrund. Die ganz von den ostmediterranen Vorbildern geprägten Goldschmiedearbeiten aus dem tartessischen Grab von Aliseda, Cáceres, Spanien, haben nichts mehr mit dem atlantischen Gold gemein (Abb. 17).⁶⁶ Die vollkommene Integration von Technologie, Typologie und Symbolik der mediterranen Welt zeichnet somit die Iberische Goldschmiedekunst aus. Ein prominentes Beispiel für die Granulations- und Filigrankunst der Iberer ist das Diadem mit dreieckigen Endstücken von Jávea, Alicante, Spanien (Abb. 18).⁶⁷

6 Metalltechnologie als Zeuge sozialer Entwicklung

Die aufgezeigte Entwicklung in der Goldschmiedekunst Südwesteuropas lässt sich wie folgt zusammenfassen. Am Beginn steht die Tradition der Atlantischen Bronzezeit auf der Iberischen Halbinsel mit den massiven Schmucktypen Sagrajas/Berzocana (Halsringe) und Villena/Estremoz (Armschmuck, Drehbank). Es handelt sich um das erste Auftreten der Drehbank in der Goldschmiedekunst Südwesteuropas. Die Verwendung der Drehbank zur Fertigung von Wachsmodellen stellt eine ganz neue Dimension der Edelmetallverarbeitung dar. Am Übergang von der Spätbronzezeit zur Eisenzeit führen einheimische Innovationen zu hybriden Objekten, die Stil- und Technischelemente beider atlantischer Typen verbinden. In der Folge kommt es durch die Einführung einer neuen, mediterranen Technologie – Lötung als Verbundtechnik für Filigran und Granulation – und eines neuen orientalisierenden Stils zu einem technologischen Wandel. Gleichzeitig gibt es bei manchen Objekten zunächst noch sowohl in der Castro-Kultur (Eisenzeit) des Nordwestens als auch bei tartessischen Goldarbeiten im Süden eine Fortdauer von technologischen oder typologischen Merkmalen der Bronzezeit. Andererseits lässt sich auch eine Interaktion feststellen, denn einige Objekte wurden mit mediterranem Einfluss durch eine lokale Technologie der Atlantischen Bronzezeit hergestellt. Einerseits kann ein Transfer von technischem Wissen nachgewiesen werden, während andererseits Imitationen auch einen Nicht-Transfer widerspiegeln. Schließlich kommt es während der orientalisierenden und der Iberischen Perioden zu einem vollständigen Bruch mit den atlantischen Traditionen und zu der Aufgabe der damit verbundenen Identität. Durch Integration und Anpassung an die mediterranen Einflüsse fand ein kompletter Identitätswandel statt, der sich in allen Bereichen der eisenzeitlichen Kulturen der Iberischen Halbinsel widerspiegelt.

66 Armbruster und Perea 2009, 450 Abb. 15.

67 Armbruster und Perea 2009, 450 Abb. 17.



Abb. 17 Goldschmiedearbeiten aus dem tartessischen Grab von Aliseda, Cáceres, Spanien (oben); Detail des Pressblechs und der Granulation des Gürtels (unten).

Die hier kurz dargestellte technologische und typologische Entwicklung in der Goldschmiedekunst vollzog sich nicht plötzlich, sondern in mehreren Phasen. Am Ende der Spätbronzezeit, die durch zwei Typen von Goldschmuck geprägt war, entstanden durch indigene Kreation hybride, zusammengesetzte Goldarbeiten, bestehend aus Formelementen der beiden traditionellen atlantischen Stile, die nach einem lokal entwickelten technischen Wissen zusammengesetzt wurden. Darauf folgten weitere Hybridisierungsprozesse, die dann aber mediterran beeinflusste Techniken, wie das Löten, die Granula-



Abb. 18 Granulations- und Filigrankunst der Iberer am Beispiel des Diadems mit dreieckigen Endstücken von Jávea, Alicante, Spanien.

tion und das Filigran, in den Vordergrund stellten. Die kulturelle Interaktion zwischen den verschiedenen Goldtraditionen brachte zunächst eine Kombination von Technologien und Typologien atlantischer und mediterraner Herkunft hervor. Es ist erkennbar, dass direkte Kontakte zwischen den Handwerkern und die Übertragung von spezialisiertem technischem Know-how stattfanden.⁶⁸ In der letzten Phase der Entwicklung verdrängten orientalische Einflüsse die alte atlantische Tradition in Kunst und Handwerk. Die atlantisch geprägte Identität wurde von einer mediterranen abgelöst. Der Höhepunkt dieser Entwicklung stellte sich durch die vollständige Assimilation und Akkulturation dar: Traditionelle atlantische Kennzeichen wurden vollständig aufgegeben und eine neue mediterrane Identität dominierte in der Iberischen Kultur. Diese Prozesse eines Kulturwandels zeigen, dass die Metalltechnologie soziale Faktoren in der Vergangenheit widerspiegeln kann.

Parallel vollzog sich eine andere technische und stilistische Entwicklung im Gebiet der Westhallstattkultur (Südwestdeutschland, Ostfrankreich und Schweiz), die stilistische Elemente der Atlantischen Spätbronzezeit auf der Iberischen Halbinsel übernahm und neu interpretierte. In diesem Fall fand nur teilweise ein Technologietransfer statt, während andererseits lediglich stilistische Merkmale weitertradiert wurden. Es ist festzuhalten, dass die Entwicklungsimpulse in der frühkeltischen Goldschmiedekunst offenbar nicht nur durch die klassischen Mittelmeerkulturen, sondern auch aus Südwesteuropa angeregt wurden.

Goldobjekte sind gleichwohl aufgrund ihrer Seltenheit wichtige Informationsträger, die wertvolle Hinweise über Symbolik, äußere Einflüsse und Veränderungen liefern. Sie sind besonders aussagefähig, wenn es zu Wechselwirkungen zwischen den Kulturen kommt. Diese wiederum manifestieren sich in Form, Funktion und Technik der Prestigeobjekte. Die Studie zeigt die technische Kompetenz und das hohe künstlerische Niveau der Goldschmiede der Iberischen Halbinsel, sowohl der atlantischen wie

⁶⁸ Armbruster und Perea 2009.

auch der mediterranen Tradition. Sie informiert über Hinweise auf einheimische Innovationen, auf externe Einflüsse und die Einführung neuer religiöser Vorstellungen und ritueller Praktiken, wie etwa im Fall ostmediterraner Kulte, die durch die phönizische Besiedlung auf der Iberischen Halbinsel eingeführt wurden. Ferner weist sie auf die Gründung neuer sozialer Beziehungen, wie dem Austausch zwischen lokalen und auswärtigen Handwerkern, hin. Diese Beziehungen lassen auf einen direkten Technologietransfer schließen. Schließlich zeigt sich in den Goldarbeiten der frühen Eisenzeit die völlige Aufgabe althergebrachter Technologien und Stilelemente. Die technologischen und typologischen Aspekte führen in der Folge zu einer sozialen Dimension, die in die Einführung und Integration einer neuen Identität einmünden.

Bibliographie

Almagro-Gorbea 1974

Martin Almagro-Gorbea. „Los tesoros de Sagrajas y Berzocana y los torques macizos del occidente peninsular“. In *III. Congreso Nacional de Arqueología*. Porto: Dialnet, 1974, 259–282.

Armbruster 1993

Barbara Armbruster. „Instruments rotatifs dans l’orfèvrerie de l’Âge du Bronze de la Péninsule Ibérique. Nouvelles connaissances sur la technique des bracelets du type Villena/Estremoz“. In *Trabalhos de Antropologia e Etnologia* 33. I. Congresso de Arqueologia Peninsular. Porto, Okt. 1993, 265–283.

Armbruster 1995a

Barbara Armbruster. „Funktionale Analogien als Quellen für die experimentelle Archäologie – Metalltechniken und Werkstätten aus Westafrika“. In *Experimentelle Archäologie. Bilanz 1994*. Hrsg. von M. Fansa. Bd. 8. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft. Oldenburg: Isensee, 1995, 347–361.

Armbruster 1995b

Barbara Armbruster. „Sur la technologie et typologie du collier de Sintra (Lisbonne) – une œuvre d’orfèvrerie du Bronze Final Atlantique composée des types Sagrajas-Berzocana et Villena-Estremoz“. *Trabajos de Prehistoria* 51 (1995), 157–162.

Armbruster 2000

Barbara Armbruster. *Goldschmiedekunst und Bronze-technik. Studien zum Metallhandwerk der Atlantischen Bronzezeit auf der Iberischen Halbinsel*. Monographies instrumentum 15. Montagnac: Editions Monique Mergoil, 2000.

Armbruster 2001

Barbara Armbruster. „Zu bronzezeitlichen Werkzeugen der plastischen Verformung im nördlichen und westlichen Europa“. In *Patina. Essays presented to Jay Butler on the occasion of his 80th birthday*. Hrsg. von W. H. Metz, B. L. van Beek und H. Steegstra. Groningen: Van Beek & Steegstra, 2001, 7–26.

Armbruster 2003a

Barbara Armbruster. „(Le torque.) Remarques sur la technique de fabrication. Relations entre l’orfèvrerie du domaine hallstattien occidental et l’orfèvrerie de la péninsule Ibérique au Bronze final et au premier Âge du Fer“. In *La Tombe Princière de Vix*. Hrsg. von C. Rolley. Paris: Picard, 2003, 200–215.

Armbruster 2003b

Barbara Armbruster. „Punze, Punzieren“. In *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde*. Bd. 23. Berlin, New York: de Gruyter, 2003, 602–607.

Armbruster 2004

Barbara Armbruster. „Le tournage dans l’orfèvrerie de l’âge du Bronze et du premier Âge du Fer en Europe Atlantique“. In *Le tournage des origines à l’an mil. Actes du colloque de Niederbronn, octobre 2003*. Hrsg. von M. Feugère und J.-C. Gérold. Montagnac: Editions Monique Mergoil, 2004, 53–70.

Armbruster 2006

Barbara Armbruster. „Steingeräte des bronzezeitlichen Metallhandwerks“. *Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift* 47 (2006), 163–191.

Armbruster 2008

Barbara Armbruster. „Outillage de métallurgiste de l’âge du Bronze: les dépôts de Larnaud (Jura) et Gévelard (Saône-et-Loire)“. *Bulletin de l’APRAB* 5 (2008), 38–41.

Armbruster 2011a

Barbara Armbruster. „Approaches to Metal Work – The Role of Technology in Tradition, Innovation and Cultural Change“. In *Atlantic Europe in the First Millennium BC: Crossing the Divide*. Hrsg. von X.-L. Armada Pita und T. Moore. Oxford: Oxford University Press, 2011, 417–438.

Armbruster 2011b

Barbara Armbruster. „Gold in der Bronzezeit: Technologie, Ästhetik und Funktion“. In *Bronzen im Spannungsfeld zwischen praktischer Nutzung und symbolischer Bedeutung. Beiträge zum internationalen Kolloquium am 9. und 10. Oktober 2008 in Münster*. Hrsg. von U. Dietz und A. Jockenhövel. Prähistorische Bronzefunde XX,13. Münster: Franz Steiner Verlag, 2011, 19–38.

Armbruster 2012a

Barbara Armbruster. „Feinschmiedewerkzeuge vom Beginn der Metallurgie bis in die Römische Kaiserzeit“. In *Goldsmith Mysteries. Archaeological, Pictorial and Documentary Evidence from the 1st Millennium AD in Northern Europe*. Hrsg. von A. Pesch und R. Blankenfeldt. Bd. 7. Schriften des Archäologischen Landesmuseums, Ergänzungsreihe. Neumünster: Wachholz Verlag, 2012, 59–85.

Armbruster 2012b

Barbara Armbruster. „Technologietransfer im eisenzeitlichen Goldschmiedehandwerk – Fallstudien zu hallstattzeitlichen und Iberischen Edelmetallarbeiten“. In *Technologieentwicklung und -transfer in der Hallstatt- und Latènezeit. Beiträge zur Internat. Tagung der AG Eisenzeit und des Naturhistorischen Museums Wien 2009, Prähistorische Abteilung*. Hrsg. von A. Kern et al. Bd. 65. Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas. Langenweissbach: Verlag Beier & Beran, 2012, 193–207.

Armbruster 2013

Barbara Armbruster. „Les techniques de l’orfèvrerie orientalisante – Un cas de transfert technologique au début de l’âge du Fer“. *Mélanges de la Casa de Velázquez* 43-1 (2013), 65–83.

Armbruster und Guerra 2003

Barbara Armbruster und Maria Filomena Guerra. „L’or archéologique, une approche interdisciplinaire“. *Techné* 18 (2003), 57–62.

Armbruster und Perea 1994

Barbara Armbruster und Alicia Perea. „Tecnología de herramientas rotativas durante el Bronce Final Atlántico. El depósito de Villena“. *Trabajos de Prehistoria* 51 (1994), 69–87.

Armbruster und Perea 2007

Barbara Armbruster und Alicia Perea. „Change and Persistence. The Mediterranean Contribution on Atlantic Metalwork in Late Bronze Age Iberia“. In *Beyond Stonehenge: Essays on the Bronze Age in Honour of Colin Burgess*. Hrsg. von C. Burgess, P. Topping und F. Lynch. Oxford: Oxbow Books Limited, 2007, 97–106.

Armbruster und Perea 2009

Barbara Armbruster und Alicia Perea. „Evolution des formes et des techniques dans l’orfèvrerie à la fin de l’âge du Bronze atlantique et au début de l’âge du Fer dans la péninsule Ibérique“. In *De l’Âge du Bronze à l’Âge du Fer en France et en Europe occidentale (Xe-VIIe siècle av. J.-C.). La moyenne vallée du Rhône aux âges du Fer*. Hrsg. von M. J. Roulière-Lambert et al. Bd. 27. Actes du XXXème colloque international de l’AFEAF 2006; Revue Archéologique de l’Est, supplément. Dijon: AFEAF, 2009, 441–452.

Armbruster, Parreira und Correia 1993

Barbara Armbruster, Rui Parreira und Virgilio Correia. „O ‚Tesouro‘ da Herdade do Alamo“. In *Inventário do Museu Nacional de Arqueologia. Coleção de ourivesaria. 1. vol. Do Calcolítico à Idade do Bronze*. Hrsg. von B. Armbruster und R. Parreira. Inventário do Património Cultural Móvel. Lissabon: Instituto Português de Museus, 1993, 74–83.

Aubert 2001

Eugenia Aubert. *The Phoenicians and the West. Politics, Colonies and Trade*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

Bigelow 1829

Jacob Bigelow. *Elements of Technology*. Boston: Hilliard, Gray, Little und Wilkins, 1829.

Callegarin und Gorgues 2013

Laurent Callegarin und Alexis Gorgues, Hrsg. *Les transferts de technologie au premier millénaire av. J.-C. dans le sud-ouest de l’Europe*. Mélanges de la Casa de Velázquez. Nouvelle série 43,1. Madrid: École des hautes études hispaniques et ibériques, 2013.

Camps-Fabrer 1970

Henriette Camps-Fabrer. *Les bijoux de Grande Kabylie. Collections du Musée du Bardo et du Centre de Recherches Anthropologiques Préhistoriques et Ethnographiques Alger*. Bd. 12. Mémoires du Centre de Recherches Anthropologiques, Préhistoriques et Ethnographiques Alger. Paris: Centre de Recherches Anthropologiques, Préhistoriques et Ethnographiques, 1970.

Drescher 1985

Hans Drescher. „Drehbank“. In *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde* 6. Berlin, New York: de Gruyter, 1985, 158–171.

Ellul 1977

Jacques Ellul. *Le système technicien*. Paris: Calmann-Lévy, 1977.

Eluère 1985

Christiane Eluère. „Attention aux pierres de touche!“ *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 82 (1985), 203–205.

Formigli 1993

Edilberto Formigli. „Sulla tecnica di costruzione dei fili d'oro nell'oreficeria etrusca“. In *Symposium Outils et ateliers d'orfèvre des temps anciens*. Hrsg. von Christiane Eluère. Saint-Germain-en-Laye: Antiquités Nationales, 1993, 35–38.

García Vuelta 2001

Oscar García Vuelta. „El conjunto de Cangas de Onis. Arqueología del oro castreño asturiano“. *Trabajos de Prehistoria* 52 (2001), 109–129.

García Vuelta 2007

Oscar García Vuelta. *Orfebrería castreña*. Madrid: Museo Arqueológico Nacional, 2007.

Garenne-Marot 1985

Laurence Garenne-Marot. „Le travail du cuivre dans l'Égypte pharaonique d'après les peintures et les bas-reliefs“. *Paléorient* 11 (1985), 85–100.

Guerra und Calligaro 2004

Maria Filomena Guerra und Thomas Calligaro. „Gold Traces to trace the Gold“. *Journal of Archaeological Science* 31 (2004), 1199–1208.

Inker 2000

Peter Inker. „Technology as Active Material Culture: The Quoit-Brooch Style“. *Medieval Archaeology* 44 (2000), 25–52.

Kimmig und Rest 1954

Wolfgang Kimmig und Wilfried Rest. „Ein Fürstengrab der späten Hallstattzeit von Kappel am Rhein“. *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums* 1 (1954), 179–219.

Knauss 2004

Johann Knauss. „Einführung“. In *Althellenistische Technologie und Technik von der prähistorischen bis zur hellenistischen Zeit mit Schwerpunkt auf der prähistorischen Epoche. Tagung 2003 in Ohlstadt/Obb.* Hrsg. von Verein zur Förderung der Aufarbeitung der Hellenischen Geschichte e. V. Weinheim: Phoibos Verlag, 2004, 33–35.

Leroi-Gourhan 1943

André Leroi-Gourhan. *L'homme et la matière*. Paris: Albin Michel, 1943.

Leroi-Gourhan 1945

André Leroi-Gourhan. *Milieu et techniques*. Paris: Albin Michel, 1945.

Moesta und Franke 1995

Hasso Moesta und Peter Robert Franke. *Antike Metallurgie und Münzprägung. Ein Beitrag zur Technikgeschichte*. Basel: Birkhäuser, 1995.

Mutz 1972

Alfred Mutz. *Die Kunst des Metalledrehens bei den Römern*. Basel: Birkhäuser, 1972.

Nessel 2009

Bianka Nessel. „Bronzenes Spezialgerät. Ein Metallhandwerkerdepot im Berliner Museum für Vor- und Frühgeschichte“. *Acta Praehistorica et Archaeologica* 41 (2009), 37–65.

Nicolini 1990

Gérard Nicolini. *Techniques des ors antiques. La bijouterie ibérique du VIIIe. au IVe. siècle. I & II*. Paris: Picard, 1990.

Nicolini 1995

Gérard Nicolini. „Gold Wire Techniques of Europe and the Mediterranean around 300 B.C.“ In *Prehistoric Gold in Europe, Mines, Metallurgy and Manufacture. Workshop Seon, Germany, 1993*. Hrsg. von G. Morteani und J. P. Northover. Bd. 20. NATO ASI Series E: Applied Sciences. Dordrecht, London, Boston: Kluwer Academic Publishers, 1995, 453–470.

Nobelet 1981

Jocelyn de Nobelet. *Manifeste pour le développement de la culture technique. Centre de Recherche sur la Culture Technique*. Paris: Edition C.R.C.T., 1981.

Oddy 1986

Andrew Oddy. „The Touchstone: The Oldest Colorimetric Method of Analysis“. *Endeavour* 10 (1986), 164–166.

Paço 1967

Antonio Paço. „Jóias pré-históricas na região de Évora“. *Boletim da Junta Distrital de Évora* 6 (1967), 15–30.

Pare 1989

Christopher Pare. „Ein zweites Fürstengrab von Apremont – ‚La Motte aux Féés‘ (Arr. Vesoul, Dép. Haute-Saône). Untersuchungen zur Spät-hallstattkultur im ostfranzösischen Raum“. *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums* 36 (1989), 411–472.

Paret 1941

Oscar Paret. „Der Goldreichtum im Hallstattzeitlichen Südwestdeutschland“. *Jahrbuch für prähistorische und ethnographische Kunst* 15–16 (1941), 76–85.

Perea 1997

Alicia Perea. „La véritable histoire de l’or ibérique“. *Dossier d’Archéologie* 228 (1997), 58–63.

Perea 2005

Alicia Perea. „Relaciones tecnológicas y de poder en la producción y consumo de oro durante la transición bronce final-hierro en la fachada atlántica peninsular“. In *El periodo orientalizante. Actas del III Simposio Internacional de Arqueología de Mérida. Protohistoria del Mediterráneo Occidental*. Hrsg. von S. C. Pérez und J. J. Avila. Bd. 35. Anejos de Archivo Español de Arqueología. Mérida: Editorial CSIC, 2005, 1077–1088.

Perea 2011

Alicia Perea, Hrsg. *La fibula de Braganza*. Madrid: Ediciones Polifermo, 2011.

Perea und Armbruster 1998

Alicia Perea und Barbara Armbruster. „Cambio tecnológico y contacto entre Atlántico y Mediterráneo: el depósito de ‚El Carambolo‘, Sevilla“. *Trabajos de Prehistoria* 55.1 (1998), 121–138.

Perea und Armbruster 2008

Alicia Perea und Barbara Armbruster. „L’archéologie de l’or en Europe“. *Perspectives* 1 (2008), 29–48.

Perea und Armbruster 2011

Alicia Perea und Barbara Armbruster. „Tomb 100 at Cabezo Lucero: New Light on Goldworking in the Fourth-Century BC Iberia“. *Antiquity* 85 (2011), 158–171.

Perea, Armbruster u. a. 2003

Alicia Perea, Barbara Armbruster, Guy Demortier und Ignacio Montero. „Tecnología atlántica para dioses mediterráneos. Los ‘candelabros’ de oro tipo Lebrija“. *Trabajos de Prehistoria* 60 (2003), 99–114.

Pernicka und Adam 2003

Ernst Pernicka und Jörg Adam. „Analyse d’isotopes du plomb sur des objets métalliques: essai de détermination des origines“. In *La Tombe princière de Vix*. Hrsg. von C. Rolley. Pages: Picard, 2003, 278–285.

Rolley 2003

Claude Rolley, Hrsg. *La tombe princière de Vix*. Paris: Picard, 2003.

Russel Córtez 1954

Fernando Russel Córtez. „O bracelete de Estremoz“. *Nummus* 2 (1954), 71–73.

Scheel 1989

Bernhard Scheel. *Egyptian Metalworking and Tools*. Aylesbury: Shire Egyptology, 1989.

Schlosser u. a. 2009

Sandra Schlosser, Robert Kovacs, Ernst Pernicka, Detlef Günther und Michael Tellenbach. „Fingerprints in Gold“. In *New Technologies for Archaeology: Multidisciplinary Investigations in Palpa and Nasca, Peru*. Hrsg. von M. von Reindel und G. Wagner. Heidelberg: Springer, 2009, 409–436.

Schüle 1960

Wilhelm Schüle. „Probleme der Eisenzeit auf der Iberischen Halbinsel“. *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums* 7 (1960), 59–125.

Schüle 1965

Wilhelm Schüle. „Nordalpines Hallstattgold und Südwesteuropa“. *Fundberichte Schwaben* 17 (1965). Festschrift Gustav Riek, 173–180.

Sievers 1984

Susanne Sievers. *Die Kleinfunde der Heuneburg*. Bd. 42. Heuneburgstudien V. Römisch-Germanische Forschungen. Mainz: von Zabern, 1984.

Sperber 2000

Lothar Sperber. „Zum Grab eines spätbronzezeitlichen Metallhandwerkers von Lachen-Speyerdorf, Stadt Neustadt a.d. Weinstrasse“. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 30 (2000), 383–402.

Zimmer 1982

Gerhard Zimmer. *Antike Werkstattbilder*. Bd. 42. Bilderhefte der Staatlichen Museen Preußischer Kulturbesitz. Berlin: de Gruyter, 1982.

Abbildungsnachweis

1 Photo: Barbara Armbruster. 2 Photo: Barbara Armbruster. 3 Photo: Barbara Armbruster. 4 Photo: Barbara Armbruster. 5 Photo: Barbara Armbruster. 6 Photo: Barbara Armbruster. 7 Photo: Barbara Armbruster. 8 Photo: Barbara Armbruster. 9 Photo: Peter Witte, Deutsches Archäologisches Institut, Abteilung Madrid.

10 Photo: Barbara Armbruster. 11 Photo: Barbara Armbruster. 12 Photo: Barbara Armbruster. 13 Zeichnung Barbara Armbruster. 14 Photo: Barbara Armbruster. 15 Photo: Barbara Armbruster. 16 Photo: Barbara Armbruster. 17 Photo: Barbara Armbruster. 18 Photo: Barbara Armbruster.

BARBARA ARMBRUSTER

Studium der Vor- und Frühgeschichte und Völkerkunde an der Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main. Promotion 1996, Habilitation 2008 an der Universität Dijon. 1996 bis 2000 Mitarbeiterin des Archäologischen Landesmuseums Schleswig. Seit 2000 am CNRS, Forschungslabor TRACES, Toulouse, seit 2012 Forschungsdirektorin. Arbeitsschwerpunkte: technologische und typologische Entwicklung des Feinschmiedehandwerks vom Spätneolithikum bis zum Mittelalter, Ethnoarchäologie, Experimentelle Archäologie.

PD Dr. Barbara Armbruster
Laboratoire d'archéologie TRACES
UMR 5608 du CNRS
Maison de la Recherche
Université de Toulouse Jean Jaurès
5, allées Antonio-Machado
31058 Toulouse Cedex, Frankreich
<http://traces.univ-tlse2.fr>
E-Mail: barbara.armbruster@univ-tlse2.fr

Daniel Berger

Zur Technologie der frühesten Tauschierarbeiten nördlich der Alpen mit besonderer Berücksichtigung des Schwertes aus den „Marais de Nantes“

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag widmet sich in erster Linie der Untersuchung eines mittelbronzezeitlichen Schwertes aus den „Marais de Nantes“ in Frankreich, wobei seine seltene Verzierung mit Metalleinlagen im Mittelpunkt der Betrachtungen steht. Diese auch als Tauschierungen bezeichneten Zierelemente dienten ausschließlich der farblichen Kontrastierung von Metallobjekten und werden hier besonders vom Standpunkt der Herstellungstechnik aus beleuchtet. Aufgrund technischer und stilistischer Vergleiche wird das Schwert in Beziehung zu älteren und zeitgleichen bronzezeitlichen Tauschierarbeiten aus dem Gebiet nördlich der Alpen sowie dem Mittelmeerraum gesetzt und ein möglicher Technologietransfer erörtert.

Keywords: Tauschiertechnik; Metalleinlagen; polychrome Metallobjekte; Griffplattenschwerter; Früh- und Mittelbronzezeit; Mittel- und Westeuropa; Herstellungstechnik; Technologietransfer; *chaîneopératoire*.

The well-known Bronze Age sword from an insecure find spot in “Marais de Nantes” in France is investigated with regard to its fabrication history. Predominantly, the article deals with the rare metal inlay technology of the sword which is also known under the term damascening. The technique implies the fixing of one metal into incisions or on the surface of a second one, often achieving stability only mechanically. High developed and earlier examples of this decoration are primarily known from the Mediterranean area suggesting a possible relationship and a technology transfer. This seems to be supported by the composition and technology of the gold inlays, but since metal inlay traditions north of the Alps reach back to the first centuries of the second millennium BC, an independent development appears also possible. This is made plausible by comparison of the French sword with other damascened artefacts of this region.

Keywords: Damascene technique; metal inlays; polychrome metal work; sword blades

Barbara Armbruster, Heidemarie Eilbracht, Oliver Hahn, Orsolya Heinrich-Tamáská (eds.) |
Verborgenes Wissen: Innovation und Transformation feinschmiedetechnischer Entwicklun-
gen im diachronen Vergleich | Berlin Studies of the Ancient World 35 (ISBN 978-3-9816751-5-3;
URN urn:nbn:de:kobv:188-fudocsdocument00000024684-8) | www.edition-topoi.de

Early and Middle Bronze Age; Central and Western Europe; fabrication technique; technology transfer; *chaîne opératoire*.

Für die Möglichkeit zur Untersuchung und Publikation sei allen Kolleginnen und Kollegen in denjenigen Museen gedankt, in denen die Funde aufbewahrt werden, zuvorderst jedoch W. Rutishauser und P. im Obersteg, Museum zu Allerheiligen Schaffhausen. Die Finanzierung der Studien im Rahmen des Forschungsschwerpunktprogrammes *Aufbruch zu neuen Horizonten – Die Funde von Nebra, Sachsen-Anhalt und ihre Bedeutung für die Bronzezeit Europas* (FOR 550) wurde durch die Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft ermöglicht.

1 Einleitung

Tauschierungen zählen ohne Zweifel zu den beeindruckendsten und zugleich anspruchsvollsten Verzierungen vorgeschichtlicher Metallgegenstände. Darunter versteht man Verbindungen zweier, meist in Farbe kontrastierender Metalle zu rein ästhetischen Zwecken, wobei die Befestigung des einen Metalls (sog. Dekormetall) in Vertiefungen oder auf der Oberfläche des anderen (Grund-, Träger- oder Basismetall) mechanisch oder durch Einkleben erfolgen kann (Abb. 1).¹ An prähistorischen Objekten dominierten mechanische Verbindungen bei weitem, während man Klebstoffe, Kitte oder Harze nur selten als Hilfsmittel zur Fixierung einsetzte.

Nördlich der Alpen treten Tauschierungen mit der Himmelscheibe von Nebra (Burgenlandkreis/Sachsen-Anhalt), dem Beil aus Thun-Renzenbühl (Schweiz) und einem Dolch aus Priziac (Frankreich) erstmals im 19./18. Jahrhundert v. Chr. in Erscheinung. Außerhalb dieses geographischen Raumes tauschierte man Objekte aus Zinnbronze oder Arsenkupfer dagegen wesentlich früher, wobei Silber, Gold, Elektrum und Kupferlegierungen als Ein- oder Auflagen fungierten. Die ältesten Tauschierarbeiten mit Silbereinlagen sind mit vier Schwertern sowie einer Lanzen spitze aus dem „Staatspalast“ und dem „Königsgrab“ von Arslantepe (Türkei) bekannt und datieren in das 4. Jahrtausend v. Chr.² Weitere Funde aus dem 3. und frühen 2. Jahrtausend v. Chr. stammen aus Ur (Irak), Alaça Höyük (Türkei), Byblos (Syrien), Balâta-Sichem (Palästina) sowie von einigen Fundstellen in Ägypten.³ Vom griechischen Festland und Zypern kennt man

1 Zur Terminologie und formalen Klassifikation von Tauschierungen und Tauschierarten vgl. Born 1994; Wolters 2006; Armbruster 2010.

2 Frangipane u. a. 2001.

3 Berger 2012, Tab. A.1.

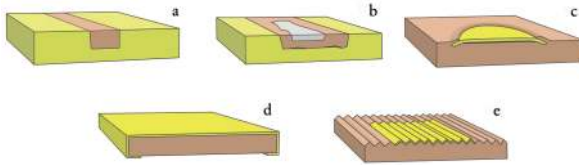


Abb. 1 In der Bronzezeit nördlich der Alpen gebräuchliche Formen von eingelegeten Tauschierungen (obere Reihe) und Oberflächen- bzw. Plattierungen (untere Reihe). a – Flachtauschierung, b – Doppeltauschierung, c – Tauschierplattierung oder Fassung, d – Vollplattierung, e – Relieftauschierung.

zudem mehrere tauschierte Dolche und Gefäße aus dem späten 17. und frühen 16. Jahrhundert v. Chr., welche zu den prachtvollsten und technisch am höchsten entwickelten Einlegearbeiten gehören, die prähistorische Metallurgen hervorbrachten.⁴ Gemessen daran erscheinen die wenigen früh- und mittelbronzezeitlichen Funde Mittel-, Nord- und Westeuropas, die hier im Mittelpunkt stehen sollen, geradezu schlicht.

Bewertet man die insgesamt sieben ältesten, hier näher betrachteten bronzezeitlichen Tauschierarbeiten nördlich der Alpen unter dem Gesichtspunkt der frühen lokalen Metalltechnologie, sind in ihnen dennoch handwerkliche Meisterleistungen zu sehen. Gerade weil die zugrundeliegende Technik den Handwerkern zuvor kaum vertraut gewesen sein dürfte, verdienen die überwiegend perfekt ausgeführten Einlageverzierungen besondere Anerkennung. Im Folgenden werden diese Funde und ihre ziertechnischen Eigenheiten überblicksartig vom archäometallurgischen Standpunkt aus vorgestellt, wobei auf ein Schwert aus der Umgebung von Nantes (Frankreich)⁵ angesichts bislang nur wenig aussagekräftiger und unzureichender Untersuchungen zu seiner Tauschiertechnik etwas ausführlicher eingegangen wird.

2 Die frühesten Tauschierarbeiten nördlich der Alpen

Bis heute sind aus der älteren Bronzezeit nördlich der Alpen sieben Funde mit Tauschierungen überliefert, die mit Ausnahme des Schwertes aus Nantes alle der Stufe A2 bzw. Montelius I angehören. Hierbei stellt die Himmelscheibe aus dem Hortfund von Nebra, zu dem unter anderem auch zwei tauschierte Griffplattenschwerter gehören, einen der ältesten Vertreter dieser Ziertechnik dar (Abb. 2 und Abb. 3A–B). Obwohl um etwa 1600 v. Chr. von Vertretern der Aunjetitzer Kultur auf dem Mittelberg bei Nebra deponiert, hält es Harald Meller für möglich, dass die Scheibe mit ihrem vorwiegend

⁴ Xenaki-Sakellariou und Chatziliou 1989; Papadopoulos 1998, Kat.-Nr. 27–38, 41, 46, 60–63.

⁵ Schauer 1984; M. Ebnöther und E. Ebnöther 1999, 169.



Abb. 2 Himmelscheibe aus dem Hortfund von Nebra, (Sachsen-Anhalt). Datierung: 1800–1700 v. Chr., Niederlegung um 1600 v. Chr., Durchmesser: 311 mm.

astronomisch geprägten Bildensemble aus nur am Rand fixierten Elektrumblechen bereits in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhundert v. Chr. entstand und später mehrfach umgearbeitet wurde.⁶ Neuesten Erkenntnissen zufolge wurden die Rohstoffe der Scheibe mit einiger Wahrscheinlichkeit aus dem Mitterberger Erzrevier im Land Salzburg in Österreich (Kupfer) sowie aus Cornwall (Zinn, Gold bzw. Elektrum) bezogen.⁷

Für das Kupfer in der Bronze der beiden Schwerter aus dem gleichen Hortfund trifft das in analoger Weise zu.⁸ Sie hat man im Unterschied zur Scheibe jedoch sowohl auf den Klingen als auch auf ihren Griffhalbschalen mit streifenförmigen Flachtauschierungen aus unlegiertem Kupfer versehen. Anders als die Scheibe sind die Stücke zudem erst an den Übergang vom 17. zum 16. Jahrhundert v. Chr. zu datieren, was sich stilistisch und auch typologisch durch andere Schwerter erschließen lässt.⁹ Außerdem liegen ¹⁴C-Daten von einem Birkenrindenrest vor, der einem der beiden Schwerter innen am Griff anhaftete und wahrscheinlich zu einem Kern oder der zweiten Griffhälfte gehörte.¹⁰ Damit finden wir im Hortfund von Nebra nicht nur zwei im Grundsatz verschiedene Tauschieretechniken, sondern auch eine Vergesellschaftung aus unterschiedlich alten Tauschierarbeiten vor.

6 Meller 2010, 62–70.

7 Pernicka 2010; Ehser, Borg und Pernicka 2011.

8 Nickel 2003; Pernicka 2010.

9 Laux 2009, 20–28; Meller 2010, 48–56.

10 Siehe dazu: www.la-isa.de/himmelscheibe_von_nebra/naturwissenschaftliche_untersuchungen/echtheit_und_datierung/ (besucht am 27.04.2016).

Eine ähnliche Datierung wie die Nebraschwerter besitzt ein weiteres Griffplatten-schwert aus der Kirchengemeinde Vreta Kloster, Östergötland (Schweden),¹¹ welches ihnen nicht nur in stilistischer, sondern mit den vergleichbar gestalteten Flachtauschierungen entlang der Klingenmittelrippe auch in technologischer Hinsicht nahekommt (Abb. 3C). Die Einlagen hat man jedoch erst jüngst durch Analysen als Kupfertauschierungen identifizieren können, nachdem sie seit Auffindung des Schwertes um 1897 als Harzinkrustationen galten.¹² Inwieweit für die augenfälligen Übereinstimmungen der Einlagenverzierung an den drei Schwertern, die alle zum Typ Sögel gehören, ein gemeinsamer Ursprung angenommen werden darf, ist angesichts der weit voneinander entfernten Fundorte (Distanz etwa 840 km) schwer abzuschätzen. Zumindest aber ist eine gemeinsame Verbindung zu den Apa-Schwertern des Karpatengebietes bzw. ihren Imitaten in Norddeutschland und Dänemark, die allgemein als Vorbilder für die Sögel-Klingen angesehen werden, nicht generell auszuschließen.¹³

Deutlich früher als die Schwerter entstanden ist mit Sicherheit das Randleistenbeil von Thun-Renzenbühl (Abb. 4). Immerhin wird ihm von unterschiedlicher Seite eine Datierung in die Frühbronzezeitstufe A2a der schweizerischen Aare-Rhône-Gruppe zugestanden. Absolutchronologisch dürfte es vergleichbar alt sein wie die Himmelscheibe von Nebra, wobei eine endgültige zeitliche Einordnung bis heute ebenfalls nicht feststeht.¹⁴ Deshalb ist nur schwer zu entscheiden, welches der beiden Objekte das früheste tauschierte überhaupt ist. Davon abgesehen manifestiert sich im Beil aus Thun eine weitere Form von Flachtauschierungen: Während die zuvor genannten Schwerter einfache Einlagen aus Kupfer in Zinnbronze tragen, kennzeichnet das schweizerische Beil eine doppelte Einlagenzier, bei der in breiten Bändern aus reinem Kupfer auf beiden Seiten insgesamt 198 rautenförmige Elektrumtauschierungen sitzen.¹⁵ Diese Kombinationsform mehrerer Dekormetalle findet sich auch an den eingangs erwähnten Dolchen aus den griechischen Schachtgräbern von Mykene, Prosymna, Katarraktis oder Myrsinochorion,¹⁶ was mehrfach Anlass zur Rekonstruktion eines Technologietransfers gegeben hat. Verglichen mit diesen Stücken ist das Beil von Thun-Renzenbühl jedoch höchstwahrscheinlich deutlich älter, weshalb es sich bei ihm um das früheste Beispiel mit diesen als Doppeltauschierungen bezeichneten Metalleinlagen auf europäischem Boden handeln dürfte. Noch ältere Exemplare sind nur aus Byblos und Balâta-Sichem überliefert, sofern sich ihre Datierung an den Anfang des 19. Jahrhunderts v. Chr. aufgrund ägyptischer Importfunde auf Dauer halten lässt.¹⁷

11 Montelius 1900, Fig. 198.

12 Schwab, Ullén und Wunderlich 2010.

13 Hachmann 1957, 90–111; Lomborg 1960; Schulz 2006, 219–220; Meller 2010.

14 Strahm 1972; David-Elbiali 2000, 101–104; David-Elbiali und Hafner 2010.

15 Grolimund u. a. 2011; Berger, Hunger u. a. 2013.

16 Papadopoulos 1998.

17 Müller 1987; Jung 2010, 666–668.

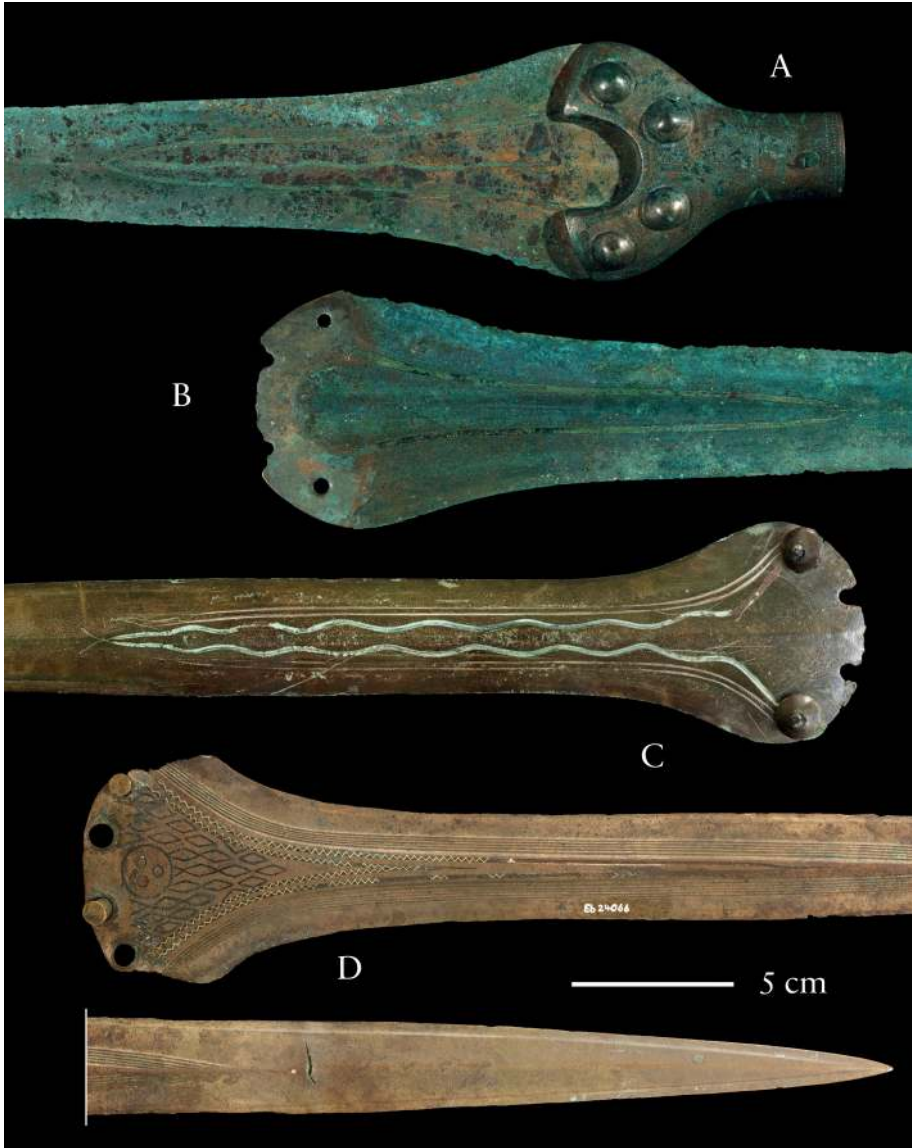


Abb. 3 Vorderseiten von vier tauschierten Griffplattenschwertern aus der Frühbronzezeit bzw. aus dem Übergang zur Mittelbronzezeit nördlich der Alpen. A und B: Nebra, Burgenlandkreis (Sachsen-Anhalt); C: Vreta Kloster, Östergötland (Schweden); D: „Marais de Nantes“, Dép. Loire-Atlantique (Frankreich).



Abb. 4 Doppelt mit Kupfer und Elektrum tauschiertes Randleistenbeil aus Thun-Renzenbühl, Kanton Bern (Schweiz). Datierung: 2000–1750 v. Chr., Länge: 241 mm.

Doppeltauschierungen bleiben nördlich der Alpen im Gegensatz zu den einfach ausgeführten Flachtauschierungen auch in der Folge Ausnahmereisnerungen. Lediglich das bereits angesprochene Griffplattenschwert aus der Nähe von Nantes, das auf seiner Klinge und Heftplatte in schmale Buntmetallstreifen eingebettete Golddrähte besitzt, weist dieselbe Materialkombination und Einlegetechnik auf (Abb. 3D). Das Stück stammt nach Angaben seines damaligen Besitzers aus einer nicht näher benannten Sumpffregion bei Nantes (Dép. Loire-Atlantique), was die 1984 von Peter Schauer erstmals benutzte Fundortangabe „Marais de Nantes“¹⁸ impliziert (marais [franz.]: Sumpf, Moor).¹⁹ Zum genauen Fundjahr liegen offenbar keine Informationen vor. Die Entstehung des Stückes ist indessen etwas später anzusetzen als die der anderen drei Schwerter und dürfte bereits in die Frühphase der französischen (*Bronze moyen I* bzw. Stufe Tréboul-Saint-Brandan) bzw. der britischen (Stufe Acton Park I) Mittelbronzezeit fallen. Zumindest ist das aus der Datierung west- und nordwesteuropäischer Vergleichsstücke (Schwerter vom Typ Tréboul-Saint-Brandan und ihre Varianten in Großbritannien), deren Verbreitung unter anderem von Peter Schauer kartiert wurde, zu schließen.²⁰ Demnach sollte man die Fertigung des Schwertes aus Nantes, die man mit Sicherheit in Nordwestfrankreich oder Südengland zu suchen hat, irgendwann nach 1600 v. Chr., vermutlich zwischen 1550 und 1450 v. Chr., datieren. Dagegen dürfte es sich bei einem weiteren Fund aus Frankreich, einer kleinen Dolchklinge aus einem bretonischen Grabhügel bei Priziac (Dép. Morbihan), um den bislang ältesten tauschierten Fund nördlich der Alpen handeln (Abb. 5). Sie besitzt fünf, ursprünglich wohl insgesamt acht, runde und die Klinge durchbrechende Goldeinsätze²¹. Zusammen mit einer kleinen Anzahl goldintarsierter, organischer Dolchgriffe und Dolchscheiden gehört sie der Gruppe der armoriko-

18 Schauer 1984, 175; M. Ebnöther und E. Ebnöther 1999, 169.

19 Das Schwert befindet sich heute im Museum zu Allerheiligen in Schaffhausen (Schweiz) und wird dort

als Bestandteil der Sammlung Ebnöther unter der Inv.-Nr. Eb 24066 geführt.

20 Schauer 1984, Abb. 39 und Abb. 45; Schulz 2006, 221, Abb. 12–13.

21 Briard 1975, 28; Berger 2012, Taf. 49,59.



Abb. 5 Fragmentierte Dolchklinge aus Priziac, Dép. Morbihan (Frankreich) mit ursprünglich acht die Klinge durchbrechenden Goldeinlagen. Länge: 97 mm.

britischen Dolche A und B bzw. den Dolchen der Arten Loucé/Roumédon und Trévérec an, die zwischen 1950–1750 v. Chr. datieren.²²

3 Das Bronzeschwert aus den „Marais de Nantes“

3.1 Gestaltung und Verzierung

Das Griffplattenschwert aus Nantes ist nahezu vollständig erhalten und misst in seiner Länge 454 mm. Die Heftplatte ist an ihrer breitesten Stelle 64 mm breit und hat eine

²² Gerloff 1975; Gallay 1981.

annähernd trapezoide Form mit leicht gewölbter Oberseite. Hierin wird die ferne Verwandtschaft des Schwertes mit den mittel- und nordeuropäischen Kurzschwertern vom Typ Wohlde sichtbar, was auch die fast geraden, im unteren Teil der Klinge nur leicht geschwungenen Schneiden belegen (Abb. 3D). Die Klingenträger sind zudem wie bei den Wohlde Kurzschwertern deutlich von der gewölbten Mittelrippe abgesetzt.²³ Durch ehemals vier Pflockniete, die in ihrer Anzahl ebenfalls dem Wohlde Typ bzw. dem von Friedrich Laux definierten Typ Harburg folgen,²⁴ war die Klinge ursprünglich mit einem Griff verbunden, der vermutlich komplett aus organischem Material bestand. Zwei der vier Niete sowie der Griff fehlen heute. Dennoch lässt sich aus der fast linearen Lage der Niete und Nietlöcher sowie der Anordnung der Klingerverzierung ein allenfalls schwach gewölbter Griffabschluss rekonstruieren, so dass die Handhabe den Bronze-Griffen an den von Peter Schauer²⁵ mit dem Schwert aus Nantes in Zusammenhang gebrachten Vollgriffschwertern des Typs Tréboul-Saint-Brandan recht ähnlich gewesen sein dürfte. Die Kontaktzone zwischen Heftplatte und Griff war dabei mit maximal 15 mm recht schmal, weshalb die Stabilität der Verbindung trotz der wuchtigen Niete sehr begrenzt war. Es ist daher zu bezweifeln, dass das Schwert für den Einsatz im Kampf hergestellt wurde, da die beim Zusteichen und Herausziehen auf diese Schwachstelle wirkenden Hebel- und Scherkräfte zwangsläufig zum Versagen der Verbindung geführt hätten. Höchstwahrscheinlich hängt das Fehlen der zwei Niete aus diesem Grund nicht mit Kampfhandlungen zusammen, sondern resultiert aus einer intentionellen Beschädigung, infolge derer auch ein langer Riss im unteren Teil der Klinge entstand (vgl. Abb. 3D). Er ist auf massive Biegung in Gegenrichtung und im Endeffekt das Zerreißen des Metalls zurückzuführen.²⁶ Dass die heute gerade Klinge jedoch bereits in der Bronzezeit zurückgeformt wurde, wie Schauer glaubt,²⁷ ist indessen wenig plausibel, zumal es sich um einen Opferfund zu handeln scheint, den man nach der Entweihung und vor seiner Niederlegung sicherlich nicht wieder reaktiviert hätte. Vermutlich muss man die Rückformung deshalb nach seiner Bergung, etwa durch den Kunsthändler, von dem das Stück erworben wurde, annehmen.

23 Hachmann 1957, 33, Taf. 41–42.

24 Laux 2009, 40–43.

25 Schauer 1984, 175–180.

26 Andere Beschädigungen des Schwertes, wie die Schrammen auf der Mittelrippe und die Dellen an

den Schneiden, könnten dagegen nach Meinung von Ernst Foltz von der Bergung stammen (Aussage vom 18.01.1984 im Restaurierungsbericht des RGZM Mainz, Werkblattnummer 83/359).

27 Schauer 1984, 175.

Stelle	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Quelle
Klinge	0,07	-	-	96	0,2	0,14	-	3,8	-	-	-	-	Schwab – Ullén – Wunderlich 2010, Table 2
schwarze Einlage	0,4	0,05	0,07	98	-	0,18	0,1	0,12	0,11	0,3	0,08	0,02	Schwab – Ullén – Wunderlich 2010, Table 2
schwarze Einlage	0,14 ± 0,6	-	-	98,92 ± 0,1	0,13 ± 1,5	-	-	-	0,28 ± 1,5	-	-	-	unpublizierter Bericht Schweizerisches Nationalmuseum
goldene Einlage	0,41 ± 0,8	-	-	2,24 ± 0,3	-	-	-	0,51 ± 2	-	96,58 ± 0,15	-	-	unpublizierter Bericht Schweizerisches Nationalmuseum

Tab. 1 Analysedaten der chemischen Untersuchung der Metallkomponenten am Schwert aus Nantes, angegeben in Masseprozent. Die Analysen des Schweizerischen Nationalmuseums Zürich wurden mit einem μ -Röntgenfluoreszenzspektrometer (μ -EDRFA), die übrigen von Schwab, Ullén und Wunderlich 2010 mittels makroskopischer Röntgenfluoreszenzanalyse (EDRFA) durchgeführt. Bei stark fehlerbehafteten Konzentrationen sind die entsprechenden Elemente praktisch nicht nachweisbar.

Mit Ausnahme des schneidenparallelen, lanzettförmigen Ornamentes, bestehend aus fünf mitgegossenen Rillen auf beiden Klingenseiten, hebt sich das Schwert aus Nantes durch seine auffälligen und einzigartig gestalteten Tauschierungen von nahestehenden Schwertern West- und Nordwesteuropas ab.²⁸ Nach innen grenzen die Rillenbündel jeweils an eine Doppelanordnung von ebenfalls lanzettartig geformten Kanälen, welche jedoch mit 1–1,2 mm breiten und etwas mehr als 0,5 mm starken Metallstreifen tauschiert sind. Elementaranalysen zufolge besteht das dort hineingetriebene Metall aus unlegiertem Kupfer, in das man wiederum noch dünnere Drähte aus silberfreiem Gold in Form von Zickzack-Mustern eingesetzt hat (Tab. 1). Damit entspricht die Verzierung einer Doppeltauschierung der Art des Beiles aus Thun-Renzenbühl und den mykenischen Tauschierarbeiten. Allerdings sind die Metalleinlagen an einigen Stellen des Schwertes von Nantes aus den Kanälen herausgefallen bzw. -gerissen, wodurch – anders als beim Schweizer Beil – der Querschnitt und die Tiefe der Kanäle gut zu sehen sind.²⁹

Zusätzlich zu den streifenförmigen Doppeltauschierungen ist der Raum auf der Heftplatte dazwischen flächendeckend mit tauschierten und ungefüllten Rautenmustern dekoriert. Die Breite der Kanäle schwankt hier zwischen 0,5 und 0,7 mm. Auf der Mittelachse wird das auf beiden Seiten nahezu deckungsgleiche Arrangement an Rauten zudem durch drei fast gleich große, ebenfalls tauschierte Ringe bekrönt, denen jeweils ein größerer Ring umschrieben ist. Deren Kanalbreiten sind denen der Rauten vergleichbar. Nach Schauer scheint es sich bei diesem zentralen Ringmuster um ein Motiv mit besonderer Bedeutung zu handeln,³⁰ zumal es nicht nur hier, sondern in leicht abgewandelter Form auch an den Griffen mehrerer Schwerter des Typs Tréboul-Saint-Brandan auftaucht. Möglicherweise waren die dort stets den Griff durchbrechenden Aussparungen ursprünglich ebenfalls mit kontrastierenden Materialien, beispielsweise Metall, gefüllt.³¹ Ungeachtet ihres ikonographischen Sinngehalts dürfte es sich bei den durchweg vollständig erhaltenen, ring- und rautenförmigen Einlagen am Schwert aus Nantes gleichermaßen um Kupfer handeln. Diese Vermutung ist jedoch bislang nicht durch Metallanalysen zu untermauern und lässt sich daher nur von der vergleichbar dunkel gefärbten Korrosionsschicht der eingelegten Partien ableiten. Die Schicht ist offenbar bei der Bergung vorhanden gewesen und daher als original anzusehen. Man wird sie allerdings – nicht wie ursprünglich gedacht – mit einer künstlichen Korrosionsbehandlung (Patinierung) zum Zweck der Kontraststeigerung zwischen den Me-

28 Vergleichbare Linienbündelverzierungen finden sich an vielen Vertretern der Tréboul-Saint-Brandan-Schwerter sowie nahestehenden Klingen aus Großbritannien; vgl. Briard 1966, Abb. 26,3 und 33,1, Burgess und Gerloff 1981, Kat.-Nr. 25 und 35, Galley 1981, Kat.-Nr. 545 und 547.

29 Ein Teil der Tauschierungen wurde offensichtlich bei der Bergung aus den Kanälen gehoben und teilweise abgerissen, am RGZM Mainz später jedoch zurück gebogen und geklebt.

30 Schauer 1984, 175–180.

31 Schauer 1972, 18.

tallpartien in Verbindung bringen können, da die Patina bei der Auffindung über die Goldtauschierungen gewachsen war.³²

3.2 Betrachtung der Tauschertechnik

Dank der ansonsten geringfügigen Korrosion (Gewässerpatina) und vollständigen Erhaltung des Schwertes ist seine Herstellung, vor allem aber die Vorgehensweise bei der Tauschierung minutiös nachzuvollziehen. So muss die Klinge in einer verlorenen oder zweiteiligen Form aus Lehm gegossen worden sein, an der alle lanzettförmigen Rillen, eingeschlossen der für die Doppeltauschierungen, bereits als Negative konzipiert waren. Sie sind derart sauber und fehlerfrei gearbeitet, wie man es durch nachträgliches Einarbeiten mit Schrotpunzen (Ziselierung) kaum erreicht hätte.³³ Zudem ist an den freiliegenden Stellen der Tauschierkanäle ein rechteckiger Querschnitt mit leicht gerundetem Boden zu erkennen, der charakteristisch für Abgüsse in Zinnbronze ist.³⁴ Die Ausnahme bildet ein kurzer Bereich der Tauschierkanäle auf der Klingenvorderseite, wo auf dem Boden unregelmäßige Schlagmarken von Schrotpunzen zu erkennen sind (Abb. 6). Weil aber offensichtlich nur dieser lokal eng begrenzte Kanalbereich betroffen ist, wird man hierin kaum eine intentionelle ‚Aufrauung‘ zu sehen haben, die an anderen Tauschierarbeiten oftmals als Fixierungshilfe fungierte.³⁵

Auch wenn die langen Tauschierkanäle damit offenkundig mitgegossen worden sind, so müssen von dieser Feststellung jedoch jeweils ihre Spitzen ausgenommen werden. Dort verjüngt sich die Kanalbreite derart stark, dass ein sauberes Mitgießen durch Verwendung einer mit 3,8 Masse-% überraschend niedrig legierten Zinnbronze unmöglich war (s. Tab. 1).³⁶ Deshalb wurden die Kanäle nur bis etwa einen Zentimeter vor Ende mit dem Guss ausgeführt und die Spitzen später durch Ziselierung eingearbeitet. Kleine Absätze an den Kanalrändern sind als Folge dieses Arbeitsschrittes mit Schrotpunzen zu werten (Abb. 7).

Mithilfe verschiedener Schrotpunzen hat man auch die zahlreichen Rauten und Ringe auf beiden Seiten der Heftplatte ziseliert. Darauf weisen bei den Rauten nicht nur vergleichbare Absätze an den Kanalrändern, sondern auch in der Dicke variierende sowie zum Teil zu weit gezogene Rillen hin (Abb. 8). Außerdem verjüngen sich die Vertiefungen oftmals in Richtung der Rautenspitzen deutlich, was charakteristisch für die Arbeit mit meißelartigen Schrotpunzen ist und in dieser Weise auch an den Schwertern

32 Das geht aus dem Restaurierungsbericht des RGZM Mainz, Werkblattnummer 83/359, hervor.

33 Wrobel Nørgaard 2015.

34 Berger 2012.

35 Vgl. weiter unten das Schwert aus Vreta Kloster; Berger 2014.

36 Zinnbronzen ohne Blei zeichnen sich durch eine nur mäßige Fließfähigkeit und Abbildungstreue aus. Aufschlussreiche Versuche dazu führte unter anderem Amendola 2010 durch.

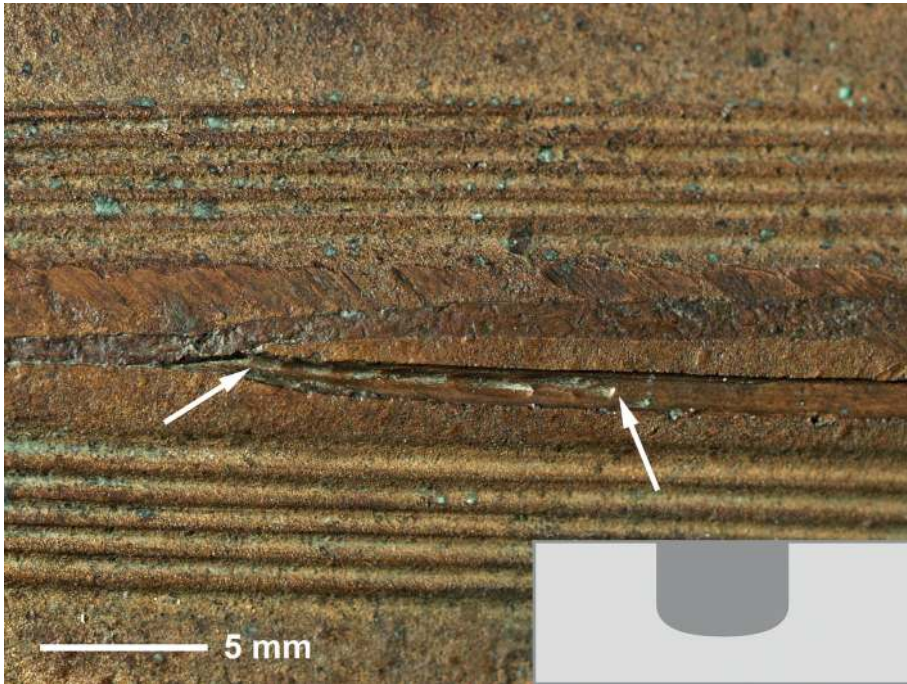


Abb. 6 Detailphoto und schematischer Querschnitt der teilweise offen liegenden Tauschierkanäle am Schwert aus Nantes. Die Pfeile markieren den Verlauf der durch Punzen verursachten Einschläge auf dem Kanalboden.

aus Nebra beobachtet werden kann (Abb. 9).³⁷ An den Ringen zeigt sich die Ziselierung dagegen durch eine schwache polygonale Form, die vom Einsatz gerader, aber schmaler Punzen herrührt. Trotz dieser Beobachtungen ist aber nicht generell auszuschließen, dass sowohl die Ringe als auch die Rauten schon am Wachs- oder Holzmodell der Klinge angedeutet waren, denn ihre Anordnung wirkt auf beiden Seiten insgesamt sehr ausgeglichen und ist zudem fast deckungsgleich. Im oberen Bereich, entlang des ehemaligen Heftabschlusses, wird darüber hinaus die rationelle Vorgehensweise des Handwerkers bei diesen Arbeiten ersichtlich: Später durch den Griff verdeckte Ornamente hat er bewusst nur bis zur Hälfte ausgeführt, um damit einerseits Zeit, andererseits Material zu sparen.

Durch andere fertigungsbedingte Werkspuren ist des Weiteren eine Rekonstruktion des sequentiellen Arbeitsablaufes der zuvor genannten Schritte sowie des gesamten Tauschierprozesses möglich. So belegen nach innen gerichtete Ausbuchtungen an den Rändern der äußeren Tauschierkanäle, dass sie kaum vor der Ziselierung der Rauten mit

37 Berger, Schwab und Wunderlich 2010.

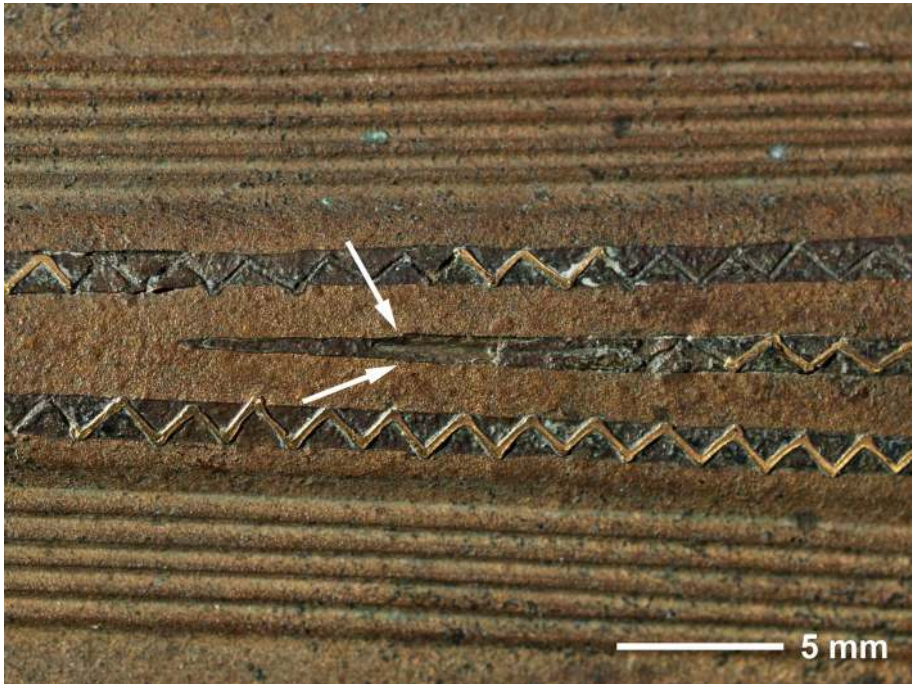


Abb. 7 Absätze bzw. Grate an den Spitzen der lanzettförmigen Tauschierkanäle am Schwert aus Nantes (Pfeile). Die Grate stammen von der Verwendung von Schrotpunzen.

Kupfer gefüllt gewesen sein können (Abb. 8). Anderenfalls sollten die markanten Wölbungen, die eindeutig aus der Verdrängung der Bronze beim Schlagprozess der Vierecke resultieren, nicht in dieser Intensität auftreten. Die Rauten hat man ihrerseits erst nach Ausarbeitung der Ringornamente fertiggestellt, da einige von ihnen aufgrund der Positionierung der Ringe nur teilweise ausgestaltet werden konnten. Schwache, ebenfalls der Metallverdrängung geschuldete Grate an der Mündung der Rauten in Richtung der Ringe dürfen als Indiz für dieses Vorgehen gelten.

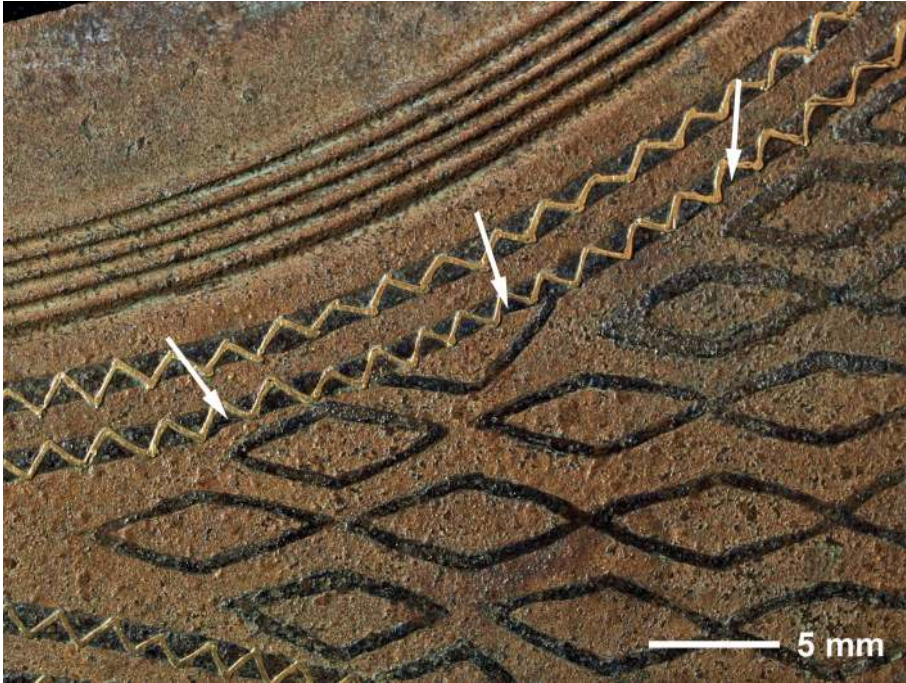


Abb. 8 Ausbuchtungen an den Innenseiten der gleichen Kanäle im Bereich der Heftplatte (Pfeile) am Schwert aus Nantes, die durch Metallverdrängung infolge des Ziselierens der rautenförmigen Vertiefungen verursacht wurden.

Nach den geschilderten Beobachtungen scheint man also zunächst alle Tauschierkanäle gefertigt zu haben, bevor man mit der Tauschierung der Kupferstreifen begann. Zweckmäßigerweise wurden die Metalleinlagen vorab grob in Länge und Querschnitt den Vertiefungen angepasst, wobei dem Schmieden unbedingt eine Entspannung des Metalls durch Weichglühen folgen musste. Ohne diesen notwendigen metallurgischen Arbeitsschritt wäre eine nachhaltige Verkeilung des Kupfers nahezu unmöglich gewesen, da es beim Tauschieren aufgrund seiner starken Verfestigung nicht ausreichend hätte verformt werden können. Gerade bei den Rauten und Ringen war eine gute Verformung der Einlagen jedoch zwingend, zumal das dort mutmaßlich vorhandene dreieckige bzw. konische Kanalprofil einen dauerhaften Halt nur bei perfekter Anpassung des Kupfers an das Profil sowie einen stärkeren Druck gegen die schrägen Ränder und damit eine größere Reibung entlang der Kanalflächen gestattete.³⁸ Im Gegensatz dazu

38 Zwar ist der Kanalquerschnitt durch die vollständige Erhaltung der Tauschierungen an keiner Stelle der Rauten und Kreise zu erkennen, andere Funde mit auf dieselbe Weise hergestellten Vertiefungen

zeigen jedoch durchweg dreieckige bis konische Profile. Neben einer guten Anpassung des Dekormetalls an das Profil waren bei solchen Querschnitt

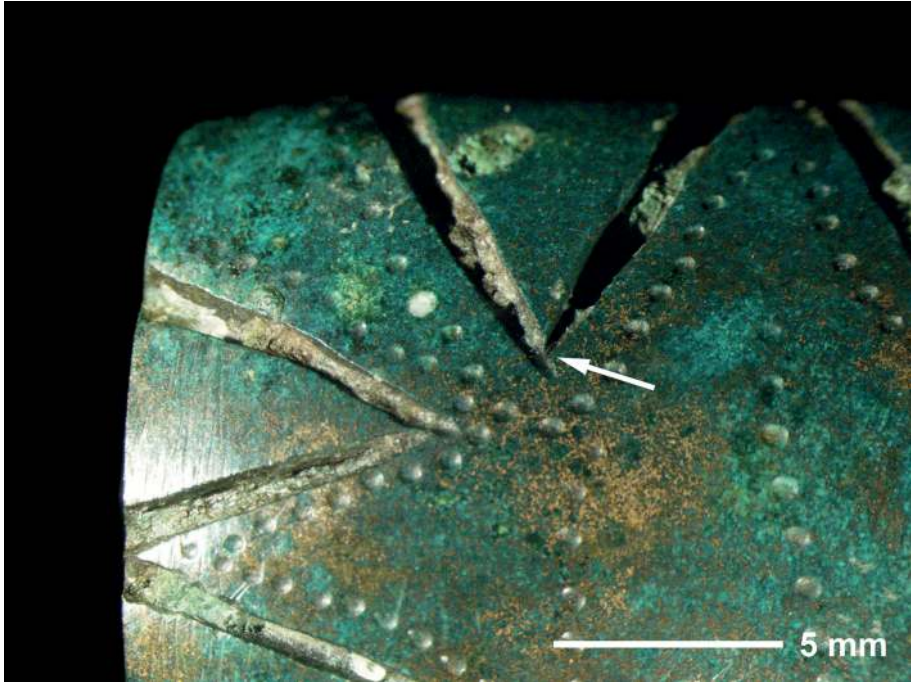


Abb. 9 Zu Dreiecken angeordnete Tauschierkanäle auf dem Griff eines der beiden Schwerter aus dem Hortfund von Nebra, die durch Ziselierung mit Schrotpunzen entstanden sind. Charakteristisch ist die Verjüngung der Kanäle zu den Spitzen hin (Pfeil).

ließ der rechteckige Querschnitt der Lanzettornamente dem Handwerker deutlich mehr Spielraum, da es vergleichsweise einfach war, dort Metalleinlagen zu fixieren.³⁹ Für den Tauschiervorgang benutzte man neben einem kleinen Hammer indessen hier wie auch dort vermutlich zusätzlich eine Planierpunze mit flacher Bahn, um durch gleichmäßige Kräfteverteilung Spannungsunterschiede im Kupfer gezielt auszugleichen. Erst daran dürfte sich das Planschleifen der Oberflächen angeschlossen haben, um die Niveaus von Grund- und Dekormetall zu egalisieren und sie gleichzeitig für die anschließende Tauschierung der Golddrähte vorzubereiten.

Wie oben bereits erwähnt, enthalten die für die Doppeltauschierungen verwendeten, maximal 0,3 mm breiten Golddrähte bis auf etwas Kupfer (2,2 Masse-%) und möglicherweise Zinn (0,5 Masse-%) keine Legierungselemente. Da die Gehalte diejenigen

ten v. a. der Öffnungswinkel und die Rauigkeit der Kanalränder entscheidend für einen dauerhaften Halt.

³⁹ Zur näheren Erklärung der Haftung von Metalleinlagen in Kanälen s. Berger 2012, 68–72, Abb. 58.

der meisten natürlichen Goldvorkommen deutlich übersteigen, könnte die Anwesenheit beider Bestandteile durchaus eine bewusste Legierung des Goldes mit Zinnbronze schroten andeuten, vielleicht – wenn auch im Rahmen der Tauschierung wenig sinnvoll – mit der Absicht, das weiche Edelmetall zu härten. Ohne weitere Analysen ist wegen der hohen Messunsicherheit des Zinnwertes darüber jedoch nicht abschließend zu urteilen (vgl. Tab. 1). Genauso wenig ist klar, ob es sich bei dem Rohmaterial für die Drahttauschierungen um in der Natur silberfrei vorkommendes oder um raffiniertes Gold (entsilbertes) gehandelt hat. Denn für die Goldanalysen am Schweizerischen Nationalmuseum Zürich wurde ein μ -Röntgenfluoreszenzspektrometer verwendet, das mit einer Rhodium-Röntgenröhre zur Anregung arbeitet.⁴⁰ Da es abhängig von der Oberflächenbeschaffenheit der analysierten Stellen unter Umständen zu Signalüberlagerungen von gestreuter Primärrhodiumstrahlung der Röhre und der von der Probe ausgesandten Röntgenstrahlung kommen kann, ist wahrscheinlich, dass ein geringer Silbergehalt bei den völlig zerstörungsfreien Analysen untergegangen ist bzw. nicht quantifizierbar war.⁴¹ Das hier augenscheinlich silberfreie Gold könnte demnach doch einige Prozent Silber enthalten. Diesem fraglichen Punkt müsste durch erneute Messung, möglichst mit empfindlicheren Messmethoden, nachgegangen werden, zumal ein Nachweis der Goldraffination für diese Zeitstellung allemal bedeutsam wäre. Bislang sind nur wenige frühe Funde aus fast reinem Gold außerhalb Griechenlands und des Vorderen Orients bekannt geworden, bei denen eine intentionelle Entsilberung überhaupt in Betracht kommt.⁴² Die Möglichkeit einer so frühen Goldraffination ist allerdings strittig, da mit einer Entwicklung des sogenannten Zementationsverfahrens zur Gold-Silberscheidung nicht vor der 2. Hälfte des 1. Jahrtausend v. Chr. gerechnet wird. Craddock schließt eine frühere Nutzung aber immerhin nicht prinzipiell aus, da die technischen Voraussetzungen für das Verfahren schon zeitig vorhanden gewesen sind.⁴³

Abgesehen von der Frage der Goldraffination sind auch die Golddrähte selbst und deren Herstellungstechnik bemerkenswert. Derart dünne Drähte sind mit Ausnahme einer Reihe frühbronzezeitlicher Dolchgriffe aus der Bretagne und der Wessex-Kultur⁴⁴ ansonsten nur von ostmediterranen Artefakten bekannt.⁴⁵ Nördlich der Alpen, aber

40 Benutztes Gerät: Eagle III XXL, Fa. Roentgenanalytik Systeme GmbH & Co. KG.

41 In Diagramm 4 des Analyseberichts Nr. 05.101 des Schweizerischen Nationalmuseums ist bei 2,98 keV ein schwacher Peak vorhanden, der die Anwesenheit von Silber im Gold nahelegt, teilweise aber mit den Rhodiumpeaks (L-Serie) überlappt. Durch die verwendete Anregungsspannung von 20 kV wurden die K-Linien mutmaßlich vorhandenen Silbers nicht

angeregt, sodass keine Quantifizierung des Silbergehaltes möglich war.

42 Hartmann 1982, 16–17, 34–35; Nicolini 1990, 39–40, Anm. 124); Ein nicht zweifelsfrei als authentisch anzusehender Goldfundkomplex aus Bernstorff, Lkr. Freising, wird von Gebhard 1999, von Gebhard, Krause und Röpke 2014 sowie von Pernicka 2014 besprochen.

43 Craddock 2000, 31–32.

44 Gallay 1981, 107–108; Eluère 1983, 85.

45 Persson 1931, Fig. 37–38; Müller 1987, Frontispiz.

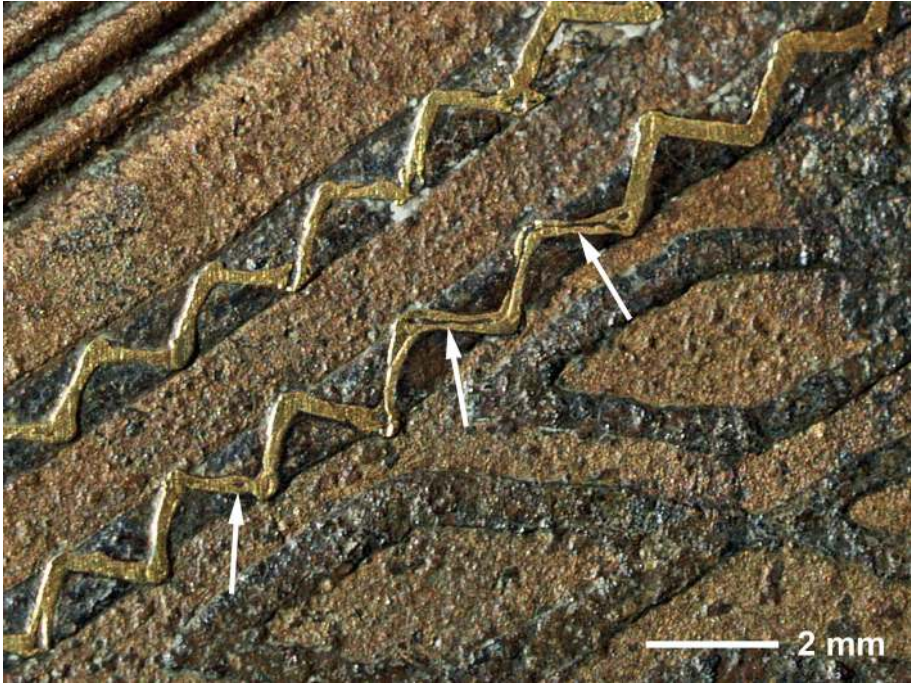


Abb. 10 Fehlstellen im Inneren der filigranen Golddrähte des Schwertes aus Nantes (Pfeile). Sie belegen eindeutig eine Fertigung der Drähte aus schmalen Blechstreifen.

auch im südwestlichen und östlichen Europa spielten sie hingegen bis in die frühe Eisenzeit hinein praktisch keine Rolle.⁴⁶ Ein wesentlicher Grund hierfür könnte technologischer Natur gewesen sein: Aufgrund des geringen Durchmessers waren solche filigranen Runddrähte nicht mehr aus dickeren Drähten durch einfaches Schmieden zu erzielen, sondern mussten entweder aus dünnen Blechstreifen gezogen bzw. gewickelt oder durch Verdrillen bzw. Rollen feiner Vierkantdrähte hergestellt werden.⁴⁷ Handwerklich ist das bedeutend schwieriger zu bewerkstelligen als die Schmiedevariante. Das Schwert aus Nantes stellt allein deswegen einen eindrucksvollen Beleg besonderer handwerklicher Fertigkeiten in der beginnenden mittleren Bronzezeit dar. Die an mehreren Stellen im Kern der Drähte vorhandenen Hohlräume (Abb. 10) bestätigen hierbei eindeutig, dass man sie entsprechend Abb. 11 aus schmalen Blechstreifen gefertigt hat, denn nur so lassen sich die Fehlstellen am Draht plausibel erklären. Vermutlich ist das französische Schwert damit als frühester Nachweis von Golddrähten zu werten, die nördlich der Alpen auf diese Art hergestellt wurden, zumal die Runddrähte an den deutlich äl-

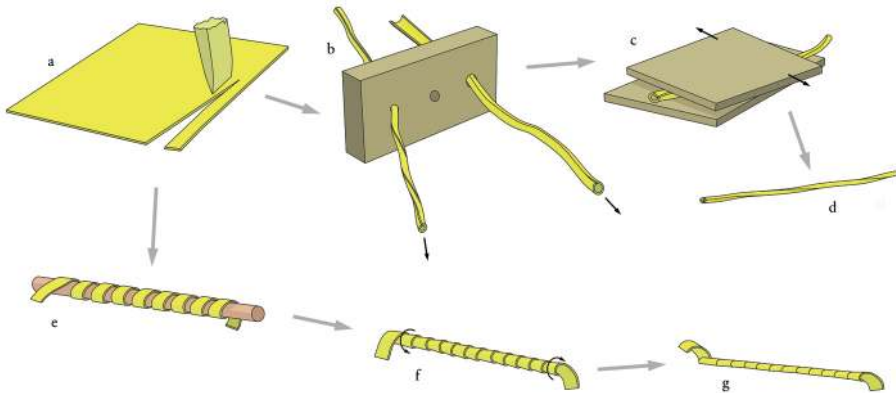


Abb. 11 Zwei mögliche Herstellungsszenarien für hohle Golddrähte. 1. Variante (Streifen-Ziehen): Nach Abtrennen eines schmalen Abschnittes von einem größeren Blech (a) wird der Streifen leicht gebogen und sukzessive durch unterschiedlich große Löcher einer Lochplatte gezogen (b). Dadurch überlappen die Blechkanten zunehmend; es entstehen hohle Röhrchen. In einem weiteren Schritt kann der Draht bei Bedarf zwischen zwei Platten verdichtet werden (c), was zu einem kompakten Draht, möglicherweise mit nur geringen Hohlräumen führt (d). 2. Variante (Streifen-Drehen): Ein analoger Blechstreifen wird spiralförmig auf einen Kern aufgewickelt (e). Daraufhin wird der Kern entfernt und der lockere Draht durch gegenläufiges Verdrillen verdichtet (f), bis am Ende ein kompakter, aber hohler Draht mit spiralförmig umlaufender Rille vorliegt (g).

teren Dolchgriffen aus England und Frankreich offenbar durch Tordieren vierkantiger Blechabschnitte entstanden sind.⁴⁸

An den Doppeltauschierungen am Schwert aus Nantes bilden die goldenen Drähte, wie gesehen, Zickzack-Muster, bei denen unzählige Drahtsegmente aneinandergereiht sind. Es ist wohl auszuschließen, dass dieses Ornament dadurch zustande gekommen ist, indem ein längerer Draht zunächst in gleichmäßige, kürzere Stücke geschnitten und jeder Abschnitt anschließend separat eingesetzt wurde. Dazu sind die höchstens 2 mm in der Länge und nur 0,2–0,3 mm im Durchmesser messenden Drahtstücke viel zu schwer zu handhaben, selbst wenn man die Verwendung einer Art Pinzette voraussetzt. Auch ist kaum vorstellbar, dass der Handwerker die Drähte direkt mit einem Hammer einschlug,

46 Armbruster 2000, 105.

47 Oddy 1977; Ogden 1991; Armbruster 2000, 103–106. Für die Vorgeschichte werden insgesamt vier verschiedene Herstellungsmethoden von Drähten rekonstruiert, von denen das Drahtschmieden das bei weitem häufigste Verfahren war. Damit lassen sich jedoch keine Drähte mit Durchmessern unter einem Millimeter herstellen. Dünnere Drähte hat man deshalb entweder durch Tordieren von schmalen Blechabschnitten oder durch Ziehen bzw. Wickeln von Blechstreifen gefertigt. Die Herstellung

von hohlen Drähten aus Blechstreifen durch Ziehen mit einer Lochplatte wird von Foltz 1979, 216 allerdings bezweifelt, da sie sich angeblich von selbst wieder aufdrehen. Oddy 1977 konnte experimentell aber die Brauchbarkeit dieser Methode unter Beweis stellen. Das Ziehen massiver Drähte mit entsprechend fein abgestuften „Ziehisen“ wird dagegen aufgrund fehlender Nachweise für die prähistorische Zeit allgemein abgelehnt (Oddy 1977; Foltz 1979, 216; Ogden 1991; Armbruster 2000, 106).

48 Eluère 1983, 85.

so wie es bei breiten Metalleinlagen durchaus üblich gewesen ist. Hierbei bestand die Gefahr, dass bereits eingesetzte Drähte durch die Schläge wieder ausbrechen oder die vorbereiteten Kanäle zu stark abgeflacht werden. Daher wird man für die Einlegearbeit am ehesten Flachpunzen mit kleinflächiger Bahn als Werkzeuge annehmen dürfen, mit denen der Golddraht kontinuierlich durch indirekte Hammerschläge und punktuelle Kraftausübung in die vorher ziselierten Rillen eingepasst werden konnte. Möglicherweise wurden die Drähte aber alternativ auch mit einer eher spitz zulaufenden Punze in die schmalen Rillen gepresst, wie man es zum Beispiel noch heute in Indien bei der sogenannten Koftgari-Technik praktiziert.⁴⁹ Dabei wird der lange Draht mit einer Hand geführt und ohne Absetzen des Werkzeuges vorangetrieben und erst im Bedarfsfall, d. h. bei Richtungswechseln oder Absätzen der Kanäle, an der Kante der Punze abgebrochen. Hierdurch lässt sich der gesamte Prozess bei gleichem Ergebnis deutlich besser handhaben und die Arbeitszeit zudem erheblich reduzieren. Allerdings erhielten die winzigen Drahtsegmente, gleichwohl ob diese oder die andere Methode zum Einsatz kam, in den im Querschnitt gerundeten bis konischen Rillen vor allem durch die Verbindung ihrer Enden mit benachbarten Drahtabschnitten Stabilität. Die Kanäle selbst werden ihrerseits allenfalls durch beim Ziselieren entstandene Unregelmäßigkeiten zur Haftung beitragen haben.

Als abschließenden Bearbeitungsschritt hat der Handwerker die Tauschierungen mit Sicherheit erneut überschleift oder poliert, um die Oberflächen der Einlagen und des Trägermetalls zu egalisieren. Jedoch ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob die noch heute sichtbaren, regelmäßigen Kratzer auf den Goldeinlagen (vgl. Abb. 10) rezenten oder prähistorischen Ursprungs sind. Letztlich ist dies für die Interpretation aber von untergeordneter Relevanz. Wichtiger ist dagegen der Umstand, dass der Handwerker durch die Politur unbeabsichtigt die partielle Freilegung des hohlen Drahtinneren bewirkte, die heute die Rekonstruktion seiner Herstellung erlaubt. Nicht mehr zu erschließen sein wird stattdessen eine künstliche Färbebehandlung des Schwertes, von der man angesichts geringer Farbkontraste der Metalle wohl ausgehen darf. Dazu sind gerade die kupfernen Einlagen zu stark durch Korrosion beeinträchtigt. Möglichkeiten zur selektiven Patinierung standen in der Bronzezeit allemal zur Verfügung.⁵⁰

4 Das Schwert aus den „Marais de Nantes“ im Vergleich zu den frühbronzezeitlichen Tauschierarbeiten

Die Untersuchung des Schwertes aus Nantes lässt in der Gesamtschau eindrucksvoll und detailliert jeden einzelnen Verfahrensschritt der Metalleinlegearbeit (*chaîne opératoire*)

49 Rawson 1968; Bauer und Sauter 1971; Wolters 2006.

50 Berger 2012, 104–158.



Abb. 12 Nachträglich ziselierte Rille im gegossenen Tauschierkanal am Schwert aus Vreta Kloster, Östergötland (Schweden).

toire) nachvollziehen. Allerdings ist die Vorgehensweise bei der Anfertigung der Vertiefungen sowie beim Tauschieren selbst weit weniger außergewöhnlich als die Technik der Doppeltauschierung an sich. So hat man die 1,5 bis fast 2 mm breiten und etwa 1 mm tiefen Kanäle an den Schwertern aus Nebra und Vreta Kloster zuvor ebenfalls an Wachs- oder Holzmodellen angelegt und später mitgegossen. Nur die spitzen Kanalausläufe hat man hier, wie beim französischen Schwert auch, mit Schrotpunzen fertiggestellt. Beim Stück aus Vreta Kloster ist in der Mitte der Tauschierkanäle zwar zusätzlich eine schmale, einziselierte Rille zur besseren Fixierung vorhanden (Abb. 12), doch abgesehen davon gleichen sich die Funde ansonsten weitgehend. Auffällig ist dabei auch, dass die recht breiten Kanäle an allen vier Griffplattenschwertern lanzettartig geformte Ornamente bilden, die sich, ausgehend von der Heftplatte, entlang der Mittelrippe in Richtung Klingenspitze ziehen (vgl. Abb. 3). Trotzdem finden sich an jedem Stück stilistische Eigenheiten der Dekorationen.

Schmalere Kanäle an den Halbschalengriffen der beiden Schwerter aus dem Nebra-Hort hat man ebenfalls mit meißelartigen Punzen eingeschlagen. Dadurch besitzen die Vertiefungen einen typisch konischen Querschnitt und laufen zu den Enden hin

spitz zusammen (vgl. Abb. 9), was ebenso für die zentrale Rille im Kanal am schwedischen Schwert gilt. Beweggrund dafür dürfte vermutlich die schlechte Fließfähigkeit und Abbildungstreue der verwendeten Zinnbronzen sein, wodurch solch schmale Kanäle ($\leq 0,5$ mm) kaum scharf konturiert zu gießen waren (Tab. 2). Hierin gleicht die Vorgehensweise der drei Schwerter im weitesten Sinn wiederum jener des Fundstücks aus Nantes. Angesichts technischer und ferner stilistischer Parallelen ist deshalb durchaus überlegenswert, ob die Schwerter aus Nebra oder das aus Vreta Kloster die Vorlagen oder Anreize für die Tauschierung des französischen Stückes geliefert haben. Zumindest chronologisch scheint das nicht ausgeschlossen und auch in der Wahl des Dekormetalls – für alle wurde reines Kupfer verwendet (Tab. 2)⁵¹ – findet diese Ansicht Bestätigung.

Dennoch bleibt mit diesen Überlegungen der Ursprung der Idee zur Doppeltauschierung mit Kupfer- und Goldeinlagen unklar. Die nächstgelegene Parallele der Technik findet sich am Beil aus Thun-Renzenbühl, bei dem zahlreiche Rhomben aus Elektum in gleichfalls unlegiertem Kupfer sitzen (vgl. Abb. 4).⁵² Die Vertiefungen dafür hat man mit entsprechend geformten Punzen geschlagen, während die 10 mm breiten und bis zu 2,5 mm tiefen Gruben für das Buntmetall gegossen sind. Wenngleich formal abweichend, so ist jedenfalls die Einlegetechnik an beiden Fundstücken prinzipiell gleich. Allerdings verbietet sowohl die große zeitliche Entfernung als auch die unterschiedlichen Objektgattungen eine direkte Verknüpfung der Funde. Möchte man also nicht gerade eine eigenständige Entwicklung der Doppeltauschertechnik am Schwert aus Nantes postulieren, so ist entweder mit Zwischenstufen zu rechnen oder man muss die Vorbilder anderswo suchen.

In dieser Hinsicht rücken besonders die doppelt-, manchmal auch dreifach-tauschierten Dolche aus Griechenland in den Fokus. Zum einen stehen sie Schwertern typologisch weit näher als Beile, zum anderen datieren einige von ihnen ähnlich spät wie das Schwert aus Nantes.⁵³ Darüber hinaus ist lange bekannt, dass schon in der frühen Bronzezeit Kontakte zwischen Nordwesteuropa und dem Mittelmeerraum bestanden und damit die Voraussetzungen für einen Technologietransfer gegeben waren.⁵⁴ Als weitere gewichtige Argumente können überdies sowohl die feinen, gerollten Drähte als auch das mutmaßlich schwach silberhaltige Gold ins

51 Die Tauschierung am Schwert aus Vreta Kloster enthält zwar 5,5 Masse-% Zinn, dieser Wert dürfte aber mit einer Anreicherung des Schwermetalls bei der Korrosion der Einlage zu erklären sein.

52 Grolimund u. a. 2011; Berger, Hunger u. a. 2013.

53 Die ältesten tauschierten Dolche aus Griechenland gehören einem frühen Horizont der Stufe SH I (späthelladisch I) an, die meisten sind jedoch nach SH II zu datieren. Nach dem traditionellen, heute als niedrige ägäische Chronologie bezeichneten Da-

tierungsansatz beginnt SH I etwa 1600/1580 v. Chr. Legt man den durch ¹⁴C-/Dendrochronologiedaten zeitlich neu fixierten Ausbruch des Thera-Vulkans zugrunde, ergibt sich nach der so genannten hohen Chronologie mit 1720/1680 v. Chr. ein deutlich früherer Zeitansatz (Manning u. a. 2006; Jung 2010, 667). Das Datierungsproblem der ägäischen Mittel-/Spätbronzezeit ist aber noch immer nicht abschließend geklärt.

54 Jung 2010.

Feld geführt werden, die nördlich der Alpen – abgesehen von den oben erwähnten Dolchgriffen und Futteralen – in der frühen und mittleren Bronzezeit praktisch unbekannt waren, jedoch Vorbilder im östlichen Mittelmeerraum haben. Filigrane Drähte kommen dort beispielsweise an tauschierten Dolchen, Krumschwertern und anderen Objekten vor,⁵⁵ silberfreies, angeblich raffiniertes Gold ist an einem frühmykenischen Schwert aus Dendra (Griechenland) und zwei Drahringen aus Susa (Irak) ebenfalls bereits für das 2. vorchristliche Jahrtausend nachgewiesen worden.⁵⁶ Dennoch muss man eine fast silberfreie Goldscheibe der frühen Nordischen Bronzezeit aus Moordorf (Ldkr. Aurich) sowie eine Reihe silberarmer Seifengoldvorkommen nördlich der Alpen anführen, die durchaus die Möglichkeit einer lokalen Goldgewinnung und -verarbeitung eröffnen.⁵⁷ Allerdings ist bislang noch unbekannt, ob eine Ausbeutung der Vorkommen bereits in der frühen Bronzezeit stattfand und ob das Gold der Moordorfer Scheibe möglicherweise importiert ist.⁵⁸ Das wird sich – genauso wie die Herkunft des Goldes am Schwert aus Nantes – nur durch gezielte geochemische Untersuchungen klären lassen. Bis dahin scheint die Möglichkeit eines Wissens- und Materialtransfers aus dem Mittelmeerraum zumindest nicht gänzlich abwegig.

55 Papadopoulos 1998; Müller 1987; Giumlíá-Mair und Riederer 1998; vgl. auch Anm. 43.

56 Hartmann 1982 2132–3133; (Au 3249–3250).

57 Hartmann 1970, Au 1122; Schmiderer 2009.

58 Die Moordorfer Goldscheibe steht zudem momentan auf dem Prüfstand bezüglich ihrer Authentizität. Solange die Herkunft nicht abschließend geklärt ist, ist das Stück deshalb nur bedingt als Vergleich heranzuziehen.

Artefakt	Probestelle	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Quelle
Vreta Kloster	Klinge	0,15	-	0,11	90	0,1	0,14	0,015	9,1	-	-	0,01	-	Schwab – Ullén – Wunderlich 2010, Table 1
	Einlage	5,4	0,05	0,03	88	-	0,63	0,014	5,5	0,005	-	0,07	0,02	Schwab – Ullén – Wunderlich 2010, Table 1
Nebra (Schwert A)	Klinge	0,05	0,016	0,192	94	-	0,32	0,015	7,1	0,023	-	-	-	Nickel 2003, Tabelle A-4-2
Nebra (Schwert A)	Griff	0,11	0,01	0,211	89	-	0,4	-	6,7	0,034	-	-	-	Nickel 2003, Tabelle A-4-2
Nebra (Schwert B)	Klinge	0,06	0,01	0,247	93	-	0,35	0,027	8,5	0,015	0,01	-	-	Nickel 2003, Tabelle A-4-2
Nebra (Schwert B)	Griff	-	0,014	0,201	93	-	0,285	0,02	8,1	0,045	-	-	-	Nickel 2003, Tabelle A-4-2
Nebra (Schwert B)	Einlage (Klinge)	-	0,006	0,158	99	-	0,108	-	0,035	-	0,03	-	-	Nickel 2003, Tabelle A-4-2

Tab. 2 Ergebnisse der chemischen Untersuchungen an den beiden Schwertern aus Nebra und dem Schwert aus Vreta Kloster. Die in Masseprozent angegebenen Daten nach Nickel 2003 sowie Schwab, Ullén und Wunderlich 2010.

Trotzdem besitzt das französische Schwert – abgesehen von der Verwendung von unlegiertem Kupfer anstelle von Kupfer-Goldlegierungen bei den griechischen Dolchen –⁵⁹ genügend Anzeichen, die für eine Umsetzung traditioneller und lokaler Gestaltungsmuster sprechen. Deshalb wird man es bei dem Stück möglicherweise mit der Arbeit eines Metallurgen zu tun haben, der zwar Anregungen zur Doppeltauschiertechnik und vielleicht auch einen Teil der Rohstoffe aus der Ferne mitbrachte, ansonsten aber auf altbewährte Muster und Formen der atlantischen Bronzezeitkulturen in Nordwestfrankreich oder Südengland (v. a. Tréboul-Gruppen und Deverel-Rimbury-Kultur) zurückgriff. Das manifestiert sich neben der Schwertform in erster Linie in den deutlich einfacher gestalteten und umgesetzten Metalleinlagen gegenüber den griechischen Vergleichsfunden. Außerdem sind Dreieck-, Rauten- und Zickzack-Ornamente weit verbreitete Dekorationselemente mittel-, west- und nordwesteuropäischer Artefakte,⁶⁰ die deshalb keineswegs zwingend auf mediterrane Vorbilder verweisen müssen. Letztlich sind damit also auch Anregungen aus dem Raum nördlich der Alpen keinesfalls abwegig, zumal dort – wie an den frühbronzezeitlichen Funden aus Priziac, Thun-Renzenbühl, Nebra und Vreta Kloster zu sehen – ebenfalls bereits seit Jahrhunderten tauschiert wurde. Es bleibt zu hoffen, dass sowohl naturwissenschaftliche Analysen als auch weitere tauschierte oder mit feinen Golddrähten versehene Artefakte zukünftig mehr Licht in die Entwicklungsgeschichte der seltenen Tauschiertechnik an diesem Schwert und darüber hinaus den anderen Tauschierarbeiten bringen können. Immerhin ist die Forschung zu Metalleinlagen an Metallobjekten durch das Auftauchen und die Identifizierung von vier tauschierten, frühbronzezeitlichen Funden innerhalb des letzten Jahrzehnts einen entscheidenden Schritt vorangekommen, durch den auch das Schwert aus den Sümpfen bei Nantes in einem neuen Kontext erscheint. Unbestritten handelt es sich sowohl bei ihm als auch den übrigen Tauschierarbeiten um Objekte von besonderem kulturellem Stellenwert, durch die entweder einzelne Personen oder Personengruppen Macht und Einfluss effektiv zu repräsentierten verstanden. Das Schwert aus Nantes zeigt außerdem, dass solche Artefakte auch zeremoniell bedeutsam gewesen sein dürften.

59 Ogden 1993; Giumlía-Mair und Craddock 1993, 19–21.

60 Z. B. Hartmann 1982, Taf. 17, Au 2481; Schauer 1984, Abb. 43,1.

Bibliographie

Amendola 2010

Roberta Amendola. „Influence of Alloying Elements on Properties of Casting Copper Base Alloys“. Unpubl. Dissertation, Universität Genua. 2010.

Armbruster 2000

Barbara R. Armbruster. *Goldschmiedekunst und Bronzetechnik: Studien zum Metallhandwerk der Atlantischen Bronzezeit auf der Iberischen Halbinsel*. Bd. 15. Monographies instrumentum. Montagnac: Édition Monique Mergoil, 2000.

Armbruster 2010

Barbara R. Armbruster. „Tauschiertechnik im bronzezeitlichen Nord- und Mitteleuropa“. In *Der Griff nach den Sternen: Wie Europas Eliten zu Macht und Reichtum kamen. Internationales Symposium in Halle (Saale)*, 16.–21. Februar 2005. Hrsg. von H. Meller und F. Bertemes. Bd. 5. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle. Halle (Saale): Passage-Verlag, 2010, 779–788.

Bauer und Sauter 1971

Wilhelm P. Bauer und Fritz Sauter. „Untersuchungen zur Koftgari-Technik auf Khanda-Schwertern“. *Archiv für Völkerkunde* 25 (1971), 15–21.

Berger 2012

Daniel Berger. *Bronzezeitliche Färbetechniken an Metallobjekten nördlich der Alpen: Eine archäometallurgische Studie zur prähistorischen Anwendung von Tauschierung und Patinierung anhand von Artefakten und Experimenten*. Bd. 2. Forschungsberichte des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle. Halle (Saale): Landesmuseum für Vorgeschichte Halle, 2012.

Berger 2014

Daniel Berger. „Late Bronze Age Iron Inlays on Bronze Artefacts in Central Europe“. In *Under the Volcano: Proceedings of the International Symposium of the Metallurgy of the European Iron Age in Mannheim* 2010. Hrsg. von E. Pernicka und R. Schwab. Bd. 5. Forschungen zur Archäometrie und Altertumswissenschaft. Rahden (Westfalen): Verlag Marie Leidorf, 2014.

Berger, Hunger u. a. 2013

Daniel Berger, Katja Hunger, Sabine Bolliger-Schreyer, Daniel Grolimund, Stefan Hartmann, Jan Hovind, Felix Müller, Eberhard H. Lehmann, Peter Vontobel und Marie Wörle. „New Insights into Early Bronze Age Damascene Technique North of the Alps“. *The Antiquaries Journal* 93 (2013), 25–53.

Berger, Schwab und Wunderlich 2010

Daniel Berger, Roland Schwab und Christian-Heinrich Wunderlich. „Technologische Untersuchungen zu bronzezeitlichen Metallziertechniken nördlich der Alpen vor dem Hintergrund des Hortfundes von Nebra“. In *Der Griff nach den Sternen: Wie Europas Eliten zu Macht und Reichtum kamen. Internationales Symposium in Halle (Saale)*, 16.–21. Februar 2005. Hrsg. von H. Meller und F. Bertemes. Bd. 5. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle. Halle (Saale): Passage-Verlag, 2010, 751–777.

Born 1994

Hermann Born. „Terminologie und Interpretation von Tauschiertechniken in der altvorderasiatischen, altägyptischen und alteuropäischen Metallkunst“. In *Tauschierarbeiten der Merowingerzeit. Kunst und Technik*. Hrsg. von W. Menghin. Bd. 2. Bestandskataloge. Berlin: Museum für Vor- und Frühgeschichte, 1994, 72–81.

Briard 1966

Jacques Briard. *Les dépôts bretons et l'Age du Bronze Atlantique*. Travaux du Laboratoire d'Anthropologie Préhistorique de la Faculté des Sciences de Rennes. Rennes: Beccdelière, 1966.

Briard 1975

Jacques Briard. „Nouvelles découvertes sur les tumulus armoricains“. *Archaeologia Atlantica* 1.1 (1975), 17–32.

Burgess und Gerloff 1981

Colin B. Burgess und Sabine Gerloff. *The Dirks and Rapiers of Great Britain and Ireland*. Bd. 4. Prähistorische Bronzefunde 7. München: Verlag C. H. Beck, 1981.

Craddock 2000

Paul T. Craddock. „Historical Survey of Gold Refining. 1: Surface Treatments and Refining Worldwide, and in Europe Prior to AD 1500“. In *King Croesus' Gold: Excavations at Sardis and the History of Gold Refining*. Hrsg. von Paul T. Ramage A. und Craddock. London: British Museum Press, 2000, 27–53.

David-Elbiali 2000

Mireille David-Elbiali. *La Suisse occidentale au IIe millénaire av. J.-C.: Chronologie, culture, intégration européenne*. Bd. 80. Cahiers d'Archéologie Romande. Lausanne: Cahiers d'Archéologie Romande, 2000.

David-Elbiali und Hafner 2010

Mireille David-Elbiali und Albert Hafner. „Gräber, Horte und Pfahlbauten zwischen Jura und Alpen: Die Entwicklung elitärer sozialer Strukturen in der frühen Bronzezeit der Westschweiz“. In *Der Griff nach den Sternen: Wie Europas Eliten zu Macht und Reichtum kamen. Internationales Symposium in Halle (Saale), 16.–21. Februar 2005*. Hrsg. von H. Meller und F. Bertemes. Bd. 5. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle. Halle (Saale): Passage-Verlag, 2010, 217–238.

M. Ebnöther und E. Ebnöther 1999

Marcel Ebnöther und Elisabeth Ebnöther. *Vom Toten Meer zum Stillen Ozean: Alte und Neue Welt. Eine Gegenüberstellung*. Ostfildern-Ruit: Gerd Hatje Verlag, 1999.

Ehser, Borg und Pernicka 2011

Anja Ehser, Gregor Borg und Ernst Pernicka. „Provenance of the Gold of the Early Bronze Age Nebra Sky Disk, Central Germany: Geochemical Characterization of Natural Gold from Cornwall“. *European Journal of Mineralogy* 24.4 (2011), 895–910.

Eluère 1983

Christine Eluère. „Prehistoric Goldwork in Western Europe“. *Gold Bulletin* 16.3 (1983), 82–91.

Foltz 1979

Ernst Foltz. „Einige Beobachtungen zu antiken Gold- und Silberschmiedetechniken“. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 9 (1979), 215–222.

Frangipane u. a. 2001

Marcella Frangipane, Gian Maria Di Nocera, Andreas Hauptmann, Paola Morbidelli, Alberto M. Palmieri, Laura Sadori, Michael Schultz und Tyedie Schmidt-Schultz. „New Symbols of a New Power in a 'Royal Tomb from 3000 BC Arslantepe, Malatya (Turkey)'“. *Paléorient* 27.2 (2001), 105–139.

Gallay 1981

Gretel Gallay. *Die kupfer- und altbronzezeitlichen Dolche und Stabdolche in Frankreich*. Bd. 6. Prähistorische Bronzefunde 5. München: Verlag C. H. Beck, 1981.

Gebhard 1999

Rupert Gebhard. „Der Goldfund von Bernstorff“. *Bayerische Vorgeschichtsblätter* 64 (1999), 1–18.

Gebhard, Krause und Röpke 2014

Rupert Gebhard, Rüdiger Krause und Astrid Röpke. „Das Gold von Bernstorff: Authentizität und Kontext in der mittleren Bronzezeit Europas“. In *Metalle der Macht: Frühes Gold und Silber*. 6. Mitteldeutscher Archäologentag 17.–19.10.2013. Hrsg. von H. Meller, R. Risch und E. Pernicka. Bd. 11. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle 2. Halle (Saale): Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, 2014, 761–776.

Gerloff 1975

Sabine Gerloff. *The Early Bronze Age Daggers in Great Britain and a Reconsideration of the Wessex Culture*. Bd. 6. Prähistorische Bronzefunde 2. München: Verlag C. H. Beck, 1975.

Giumlíá-Mair und Craddock 1993

Alessandra Giumlíá-Mair und Paul T. Craddock. *Das schwarze Gold der Alchemisten: Corinthium aes*. Bd. 11. Zaberns Bildbände zur Archäologie. Mainz: Verlag Philipp von Zabern, 1993.

Giumlía-Mair und Riederer 1998

Alessandra Giumlía-Mair und Josef Riederer. „Das tauschierte Krummschwert in der Ägyptischen Sammlung München“. *Berliner Beiträge zur Archäometrie* 15 (1998), 91–94.

Grolimund u. a. 2011

Daniel Grolimund, Daniel Berger, Sabine Bolliger-Schreyer, Camelia N. Borca, Stefan Hartmann, Felix Müller, Jan Hovind, Katja Hunger, Eberhard H. Lehmann, Peter Vontobel und Hao A. O. Wang. „Combined Neutron and Synchrotron X-ray Microprobe Analysis: Attempt to Disclose 3600 Years-Old Secrets of a Unique Bronze Age Metal Artifact“. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 26.5 (2011), 1012–1023.

Hachmann 1957

Rolf Hachmann. *Die frühe Bronzezeit im westlichen Ostseegebiet und ihre mittel- und südosteuropäischen Beziehungen: Chronologische Untersuchungen*. Bd. 6. Atlas der Urgeschichte, Beiheft. Hamburg: Flemings Verlag, 1957.

Hartmann 1970

Axel Hartmann. *Prähistorische Goldfunde aus Europa: Spektralanalytische Untersuchung und deren Auswertung*. Bd. 3. Studien zu den Anfängen der Metallurgie. Berlin: Gebr. Mann Verlag, 1970.

Hartmann 1982

Axel Hartmann. *Prähistorische Goldfunde aus Europa II: Spektralanalytische Untersuchung und deren Auswertung*. Bd. 5. Studien zu den Anfängen der Metallurgie. Berlin: Gebr. Mann Verlag, 1982.

Jung 2010

Reinhard Jung. „Der Charakter der Nordkontakte der minoischen und mykenischen Zivilisation um 1600 v. u. Z.“ In *Der Griff nach den Sternen: Wie Europas Eliten zu Macht und Reichtum kamen. Internationales Symposium in Halle (Saale), 16.–21. Februar 2005*. Hrsg. von H. Meller und F. Bertemes. Bd. 5. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle. Halle (Saale): Passage-Verlag, 2010, 657–674.

Laux 2009

Friedrich Laux. *Die Schwerter in Niedersachsen*. Bd. 4. Prähistorische Bronzefunde 17. Stuttgart: Franz Steiner Verlag, 2009.

Lomborg 1960

Ebbe Lomborg. „Donauländische Kulturbeziehungen und die relative Chronologie der frühen Nordischen Bronzezeit“. *Acta Archaeologica* 30 (1960), 51–146.

Manning u. a. 2006

Sturt W. Manning, Christopher Bronk Ramsey, Walter Kutschera, Thomas Higham, Bernd Kromer, Peter Steier und Eva M. Wild. „Chronology for the Aegean Late Bronze Age 1700–1400 B.C.“ *Science* 312.3773 (2006), 565–569.

Meller 2010

Harald Meller. „Nebra: Vom Logos zum Mythos: Biographie eines Himmelsbildes“. In *Der Griff nach den Sternen: Wie Europas Eliten zu Macht und Reichtum kamen. Internationales Symposium in Halle (Saale), 16.–21. Februar 2005*. Hrsg. von H. Meller und F. Bertemes. Bd. 5. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle. Halle (Saale): Passage-Verlag, 2010, 23–76.

Montelius 1900

Oscar Montelius. *Die Chronologie der Ältesten Bronzezeit in Nord-Deutschland und Skandinavien*. Braunschweig: Friedrich Vieweg & Sohn, 1900.

Müller 1987

Hans Wolfgang Müller. *Der Waffenfund von Balâta-Sichem und die Sichelschwerter*. Bd. 97. Bayerische Akademie der Wissenschaften. Philosophisch-historische Klasse, Abhandlungen, N. F. München: Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, 1987.

Nickel 2003

Daniela Nickel. „Archäometrische Untersuchungen zum Hortfund von Nebra“. Unpubl. Diplomarbeit, Universität Freiberg/Sachsen. 2003.

Nicolini 1990

Gérard Nicolini. *Techniques des ors antiques: La bijouterie ibérique du VII au IV^e siècle*. Bd. 1. Paris: Picard, 1990.

Oddy 1977

Andrew Oddy. „The Production of Gold Wire in Antiquity: Hand Making Methods before the Introduction of the Draw-Plate“. *Gold Bulletin* 10.3 (1977), 79–87.

Ogden 1991

Jack M. Ogden. „Classical gold Wire: Some Aspects of its Manufacture and Use“. *Jewellery Studies* 5 (1991), 95–105.

Ogden 1993

Jack M. Ogden. „Aesthetic and Technical Considerations Regarding the Colour and Texture of Ancient Goldwork“. In *Metal Plating and Patination. Cultural, Technical and Historical Developments*. Hrsg. von S. La Niece und P. T. Craddock. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1993, 39–49.

Papadopoulos 1998

Thanasis J. Papadopoulos. *The Late Bronze Age Daggers of the Aegean I: The Greek Mainland*. Bd. 6. Prähistorische Bronzefunde 11. Stuttgart: Franz Steiner Verlag, 1998.

Pernicka 2010

Ernst Pernicka. „Archäometallurgische Untersuchungen an und zum Hortfund von Nebra“. In *Der Griff nach den Sternen: Wie Europas Eliten zu Macht und Reichtum kamen. Internationales Symposium in Halle (Saale)*, 16.–21. Februar 2005. Hrsg. von H. Meller und F. Bertemes. Bd. 5. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle. Halle (Saale): Passage-Verlag, 2010, 719–734.

Pernicka 2014

Ernst Pernicka. „On the Authenticity of the Gold Finds from Bernstorf, Community of Kranzberg, Freising District, Bavaria“. *Jahresschrift für Mitteldutsche Vorgeschichte* 94 (2014), 517–526.

Persson 1931

Axel W. Persson. *The Royal Tombs at Dendra near Midea*. Bd. 15. Skrifter utgivna av Kungl. Humanistiska Vetenskapssamfundet i Lund, Acta Reg. Societatis Humaniorum Litterarum Lundensis. Lund u. a.: C. W. K. Gleerup u. a., 1931.

Rawson 1968

Philip Stanley Rawson. *The Indian Sword*. London: Herbert Jenkins, 1968.

Schauer 1972

Peter Schauer. „Ein westeuropäisches Bronzeschwert aus dem Main bei Frankfurt-Höchst“. *Germania* 50 (1972), 16–29.

Schauer 1984

Peter Schauer. „Spuren minoisch-mykenischen und orientalischen Einflusses im atlantischen Westeuropa“. *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums* 31 (1984), 137–186.

Schmiderer 2009

Alexander Schmiderer. „Geochemische Charakterisierung von Goldvorkommen in Europa“. Unpubl. Dissertation, Universität Halle-Wittenberg, 2009.

Schulz 2006

Christian E. Schulz. „Zum Aufkommen des Schwertes“. In *Proceedings of the International Symposium: Arms and armour through the ages (From the Bronze Age to the late antiquity)*. *Modra-Harmónia, 19th–22nd November 2005*. Hrsg. von Mária Novotná, Werner Jobst, Marie Dufková, Klára Kuzmová und Pavol Hnila. Bd. 4–5. ANODOS – Studies of the Ancient World. Trnava: Trnavská univerzita, 2006, 215–229.

Schwab, Ullén und Wunderlich 2010

Roland Schwab, Inga Ullén und Christian-Heinrich Wunderlich. „A Sword from Vreta Kloster, and Black Patinated Bronze in Early Bronze Age Europe“. *Journal of Nordic Archaeological Science* 17 (2010), 27–35.

Strahm 1972

Christian Strahm. „Das Beil von Thun- Renzenbühl“. *Helvetica Archaeologica* 3 (1972), 99–112.

Wolters 2006

Jochem Wolters. „Ziertechniken (Tauschierung)“. In *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde*. Hrsg. von Heinrich Beck, Dieter Geuenich und Heiko Steuer. Bd. 34. Berlin, New York: Walter de Gruyter, 2006, 537–561.

Wrobel Nørgaard 2015

Heide Wrobel Nørgaard. „Metalcraft within the Nordic Bronze Age: Combined Metallographic and Superficial Imaging Reveals the Technical Repertoire in Crafting Bronze Ornaments“. *Journal of Archaeological Science* 64 (2015), 110–128.

Xenaki-Sakellariou und Chatziliou 1989

Agnès Xenaki-Sakellariou und Christos Chatziliou. *„Peinture en métal“ à l'époque mycénienne: Incrustation damasquinage niellure*. Athen: Ekdotike Athenon, 1989.

Abbildungs- und Tabellennachweis

ABBILDUNGEN: 1 Daniel Berger. 2 Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Inv.-Nr. HK 2002:1649a, Photo: Juraj Lipták. 3 A und B: Landesmuseum für Vorgeschichte Halle (Saale), Inv.-Nr. HK 2002:1649e–g. Photos: Daniel Berger. – C: Staatliches Historisches Museum Stockholm, Inv.-Nr. SHM 10419 und D: Museum zu Allerheiligen Schaffhausen, Inv.-Nr. Eb 24066. Photos: Christian-Heinrich Wunderlich, Halle. 4 Bernisches Historisches Museum, Inv.-Nr. 10351, Photo: Christian-Heinrich Wunderlich, Halle. 5 Laboratoire d'Anthropologie, Université de Rennes, after Clark et al., 1985, fig. 4.47. 6 Museum zu Allerheiligen Schaffhausen.

Photo: Daniel Berger. 7 Museum zu Allerheiligen Schaffhausen. Photo: Daniel Berger. 8 Museum zu Allerheiligen Schaffhausen. Photo: Daniel Berger. 9 Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt. Photo: Daniel Berger. 10 Museum zu Allerheiligen Schaffhausen. Photo: Daniel Berger. 11 Daniel Berger. 12 Staatliches Historisches Museum Stockholm, Inv.-Nr. SHM 10419. Photo: Christian-Heinrich Wunderlich, Halle. **TABELLEN:** 1 Daniel Berger. Nach der Datengrundlage des Schweizerischen Nationalmuseums Zürich sowie Schwab, Ullén und Wunderlich 2010. 2 Daniel Berger. Nach Nickel 2003 sowie Schwab, Ullén und Wunderlich 2010.

DANIEL BERGER

Daniel Berger studierte von 2001 bis 2006 Archäometrie an der TU Bergakademie Freiberg. Im DFG-Forschungsprojekt *Aufbruch zu neuen Horizonten. Die Funde von Nebra, Sachsen-Anhalt und ihre Bedeutung für die Bronzezeit Europas* (FOR 555) arbeitete er ab 2007 am Landesmuseum für Vorgeschichte in Halle (Saale) und promovierte 2012 an der Universität Tübingen. Seit 2013 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie in Mannheim. Dort beschäftigt er sich neben Echtheits-, Herstellungs- und Materialanalysen an Nichteisenmetallen mit der Herkunftsbestimmung von bronzezeitlichem Zinn im Rahmen des ERC Projektes *Bronze Age Tin*.

Dr. rer. nat. Daniel Berger
Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie gGmbH
D6, 3
68163 Mannheim, Deutschland
E-Mail: danielberger.online@gmail.com

Oliver Hahn, Andrea Denker, Silke Merchel, Martin Radtke, Uwe Reinholz, Timo Wolff

Zerstörungsfreie Analyse von Metallartefakten. Eine Fallstudie

Zusammenfassung

Die naturwissenschaftliche Analyse historischer Materialien ermöglicht die Beantwortung kulturhistorischer Fragestellungen, die mit kunsthistorischen oder archäologischen Ansätzen allein nicht zu leisten sind. In dieser Studie wurden sechs römische Münzen mit unterschiedlich stark ausgeprägten Korrosionsschichten an unbehandelten und polierten Stellen mit vier zerstörungsfreien analytischen Methoden untersucht: Hoch- und Niederenergie Protonen Induzierter Röntgenemission (HE-/NE-PIXE), synchrotronbasierte Röntgenfluoreszenzanalyse (Sy-RFA) und Mikro-Röntgenfluoreszenzanalyse (Mikro-RFA) mit einem mobilen Gerät. Aufgrund von Unterschieden in den Messbedingungen und dem Einfluss der Patina-Schichten auf diese ergaben sich nur für wenige Elemente Übereinstimmungen in den quantitativen Daten. Zur Validierung zukünftiger Messkampagnen mit verschiedenen Methoden sind daher Vergleichstudien unerlässlich.

Keywords: Zerstörungsfreie Prüfung; protoneninduzierte Röntgenemission; Röntgenfluoreszenzanalyse

Investigations of physical properties and chemical composition of ancient materials generate important data for answering culture-historical questions that cannot be solved by art historical and archaeological methods alone. This contribution reports on the analysis of six Roman coins, with different degrees of corrosion layers in parts that were not handled or polished, using four non-destructive methods: low-energy particle-induced X-ray emission (PIXE, 2 MeV), high-energy PIXE (68 MeV), μ -X-ray fluorescence (XRF) spectrometry with a portable device and synchrotron-radiation induced XRF. Because of differences in the conditions needed for measurement and the influence of the layers of patina on these measurements, there were few elements where the quantitative data were in agreement. Thus

Barbara Armbruster, Heidemarie Eilbracht, Oliver Hahn, Orsolya Heinrich-Tamáská (eds.) |
Verborgenes Wissen: Innovation und Transformation feinschmiedetechnischer Entwicklun-
gen im diachronen Vergleich | Berlin Studies of the Ancient World 35 (ISBN 978-3-9816751-5-3;
URN urn:nbn:de:kobv:188-fudocsdocument00000024684-8) | www.edition-topoi.de

comparative analyses are essential to validate future measurement projects using different methods.

Keywords: Non-destructive testing; particle-induced X-ray emission; X-ray fluorescence analysis

Die Autor/innen danken Achim Berger (BAM), Wolf Görner (BAM), Heinrich Riesemeier (BAM) und Jörg Opitz-Coutureau (HZB) für ihre Anregungen und Diskussionen. Josef Riederer (chem. Rathgen-Forschungslabor, Berlin) stellte uns die römischen Münzen und die zugehörigen AAS-Daten zur Verfügung.

1 Einführung

Die naturwissenschaftliche Analytik von historischen Metallobjekten ist in vielen Fällen Bestandteil geisteswissenschaftlicher Forschung geworden. Metallobjekte bewahren Spuren von der Umwandlung des Erzes in ein Metall durch Verhüttung über die Herstellung von Gebrauchs- oder Kulturgut bis hin zur Alterung und Korrosion des Metalls zu charakteristischen Oxidationsprodukten. Erst die Analyse des Materials erlaubt die Beantwortung vieler kulturhistorischer Fragestellungen, die mit kunsthistorischen oder archäologischen Ansätzen allein nicht zu leisten sind. Eine dieser Methoden ist die Archäometallurgie, die sich aufgrund ihrer Geschichte der Verlinkung von mikrostrukturellen Eigenschaften von Metallobjekten mit deren Herstellung und deren physikochemischen Eigenschaften widmet. Sie bietet hiermit den naturwissenschaftlich-methodischen Ansatz zur Charakterisierung historischer Metallartefakte. Die analytischen Werkzeuge und Methoden der Archäometallurgie ermöglichen es, eine Vielzahl unterschiedlicher Informationen zu bekommen über:

- die elementare Zusammensetzung der Metalle;
- primäre und sekundäre Mikrostrukturen der Metalle;
- den Gehalt von Resten nicht umgewandelter Erze;
- die Art der Oberflächenbehandlungen;
- und den Erhaltungszustand der Objekte.

Je nach Fragestellung ist das geeignete analytische Werkzeug heranzuziehen. Helfen die naturwissenschaftlich-analytischen Ergebnisse jedoch wirklich dabei, den Herstellungsprozess nachzuvollziehen, zu verstehen, wie der Handwerker das Objekt gefertigt hat?

Die Vorzüge, die eine bestimmte naturwissenschaftliche Methodik zur Untersuchung von Objekten als geeignet erscheinen lassen, können folgendermaßen zusam-

mengefasst werden: Zunächst ist die einfache Handhabbarkeit des ausgewählten Analyseverfahrens ein entscheidender Vorteil. Darüber hinaus sollte die Untersuchung in einem vertretbaren finanziellen und personellen Aufwand stattfinden. Die Messungen sollten einen umfassenden Einblick in die metallurgischen Eigenschaften und den Erhaltungszustand des Objektes ermöglichen. Das Messinstrument sollte flexibel, möglicherweise mobil, sowie anpassungsfähig an die jeweilige Messaufgabe sein. Schlussendlich erfolgt die Interpretation der naturwissenschaftlichen Analysen auf der Grundlage einer breiten materialwissenschaftlichen Kenntnis (Vergleichs- und Referenzmessungen, Datenbanken, experimentelle Archäologie), d.h. es handelt sich nicht um eine Einzeluntersuchung, deren Erkenntnisgewinn aufwendig validiert werden müsste.

Die Naturwissenschaftlerin oder der Naturwissenschaftler ist jedoch oftmals mit ganz anderen Fragen konfrontiert:

- Was ist eine geeignete, repräsentative Probe, die ein Objekt hinreichend charakterisiert?
- Wenn der Fall eintritt, dass eine Untersuchung nur an einer Stelle, unter Umständen sogar nur zerstörungsfrei ohne Probenentnahme möglich ist, wie repräsentativ ist das Ergebnis für das Gesamtobjekt?
- Ist eine zerstörungsfreie Analyse ohne ein Entfernen der Patina überhaupt möglich?
- Ist die Korrosion eventuell zu stark, als dass überhaupt noch eine Aussage zur ursprünglichen elementaren Zusammensetzung möglich wäre?
- War ein Metallobjekt im Laufe seiner Geschichte einer hohen Temperatur ausgesetzt, inwieweit sind Spuren seiner Bearbeitung dann noch sichtbar und inwieweit veränderten sich weitere physikalische Eigenschaften wie die mechanische Stabilität oder die Korrosionsanfälligkeit?

Anhand einer Vergleichsstudie zur Erarbeitung vermeintlicher Vor- und Nachteile verschiedener analytischer Methoden sollen diese Fragen diskutiert werden. Bei dieser Vergleichsstudie handelt es sich um die Untersuchung von antiken Münzen (Abb. 1) mit unterschiedlichen röntgenanalytischen Methoden. Die Objekte wurden mit sogenannten Niedrigenergie-PIXE (NE-PIXE, Particle-Induced X-Ray Spectrometry, 2 MeV), Hochenergie-PIXE (HE-PIXE, 68 MeV), Mikro-Röntgenfluoreszenzanalyse (Mikro-RFA) mit einem transportablen Spektrometer sowie synchrotronbasierter Röntgenfluoreszenzanalyse (Sy-RFA) untersucht, um die elementare Zusammensetzung der Proben zu charakterisieren.

Diese Ergebnisse werden Ergebnissen, die aus Messungen mittels Atomabsorptionsspektroskopie (AAS) gewonnen wurden, gegenübergestellt. Die Untersuchungen mittels AAS erforderten allerdings eine Probenentnahme (Abb. 1).



Abb. 1 Sechs römische, antike Münzen aus der Sammlung Josef Riederer, Oberammergau.

2 Experimente

Die Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)¹ und die teilchen-induzierte Röntgenemission (PIXE)² haben heute einen wichtigen Platz bei der Untersuchung von Kunst- und Kulturgut eingenommen, da die Objekte in der Regel zerstörungsfrei, das heißt ohne Probenahme und ohne Schädigung untersucht werden können.³ Unterschiedliche chemische Elemente können simultan und schnell analysiert werden. Die mögliche Analysentiefe bei der Verwendung von Röntgen- und Teilchenstrahlen in normaler Atmosphäre hängt allerdings stark von der Zusammensetzung des Objekts und der Energie der emittierten Röntgenstrahlung des gesuchten Elements ab. Letztere ist elementspezifisch und eine Funktion der Anordnung der Elektronenbahnen und der Ordnungszahl des Elementes. Grenzen werden der RFA bei der Detektion von leichten Elementen ($Z < 18$) unter Atmosphärendruck durch die Schwächung der Röntgenstrahlen in der Luft gesetzt. Üblicherweise wird die Röntgenfluoreszenzanalyse daher im Vakuum durchge-

1 Guerra 1998; Mantler und Schreiner 2000; Neelmeijer u. a. 2000; Hahn 2010.

2 Denker und Maier 2000; Denker und Blaich 2002; Reiche, Berger u. a. 2002; Reiche, Britzke u. a. 2005; Kanngießer u. a. 2007.

3 Janssens u. a. 2000.

führt. Dies ist bei der Untersuchung von Kunst- und Kulturgut nur bedingt möglich, da die Arbeit im Vakuum oft eine Probenentnahme erfordert.

Als Röntgenfluoreszenz wird ein atomarer Prozess bezeichnet, bei dem ein angeregtes Atom unter Abgabe von Strahlung wieder in den Grundzustand zurückkehrt. Die Anregung des Atoms erfolgt durch Röntgenstrahlung. Als Quelle dieser Strahlung können Röntgenröhren, radioaktive Strahler oder Bremsstrahlung eines Synchrotrons dienen. Beim Röntgenfluoreszenzprozess wechselwirkt die anregende Röntgenstrahlung mit der Elektronenhülle des Atoms. Es wird bevorzugt ein kernnahes Elektron aus der Elektronenhülle des Atoms herausgeschlagen (die jeweiligen Elektronenhüllen werden aufsteigend mit den Buchstaben K, L, M bezeichnet). Die entstandene Lücke wird durch ein Elektron aus einem höheren Energieniveau der Elektronenhülle aufgefüllt. Die Energiedifferenz zwischen beiden Energieniveaus wird bei diesem Prozess in Form eines Röntgenquants abgestrahlt. Da für jedes Element nur ganz spezifische Energieübergänge möglich sind, kann aus der Energieverteilung der abgestrahlten Röntgenfluoreszenzstrahlung das angeregte Element identifiziert werden.

In der Röntgenfluoreszenzspektroskopie wird mit einem geeigneten Detektionssystem die Energieverteilung der Röntgenfluoreszenzstrahlung in Form eines Energiespektrums sichtbar gemacht. Neben der qualitativen Elementanalyse ist auch eine quantitative Analyse möglich, da die Signalintensität Rückschlüsse auf die vorhandene Atomanzahl eines Elements erlaubt. Bei der RFA ist die Schwächung der Anregungs- und der Fluoreszenzstrahlung durch die untersuchte Probe der Grund dafür, dass nur oberflächennahe Bereiche analysiert werden können. Typische Werte liegen bei Metallen im Bereich bis zu einigen $10\ \mu\text{m}$.

Durch die neue Technologien für die Herstellung von Röntgendetektoren und -quellen, die mit einer deutlichen Verringerung von deren Volumina einherging, ist es heutzutage möglich, auch mobile Röntgenfluoreszenzspektrometer zu konstruieren, mit denen vor Ort in den Sammlungen und Museen Untersuchungen durchgeführt werden können. Spezielle Röntgenoptiken sorgen zudem für eine Fokussierung des Anregungsstrahls, so dass auch hochauflösende Messungen möglich sind. Das Spülen des Bereiches zwischen Probe und Detektor mit Helium oder das Messen in einer Heliumkammer reduziert die Absorption an Luft, so dass eine Detektion der leichten Elemente bis hin zu Natrium ohne eine Probenentnahme möglich ist.

Im Gegensatz zur RFA werden bei der PIXE die charakteristischen Röntgenstrahlen der Elemente im untersuchten Objekt nicht durch Röntgenstrahlung, sondern durch Protonen angeregt. Die Nachweistiefe bei Verwendung von Protonen mit einer Energie von $3\ \text{MeV}$ beträgt typischerweise ca. $34\ \mu\text{m}$ in Kupfer und $53\ \mu\text{m}$ in Zinn. Auch die Bestrahlung von Material mit geladenen Teilchen führt dazu, dass Elektronen aus den inneren Schalen der Atome im untersuchten Gegenstand herausgeschlagen werden

und in der Folge Röntgenstrahlung, deren Energie charakteristisch für das aussendende Atom ist, abgestrahlt wird. In der archäometrischen Praxis werden auch hier die Grenzen durch die Schwächung der emittierten Röntgenstrahlung in Luft bei der Ordnungszahl von Silizium ($Z=14$) gesetzt. Die große Reichweite der Protonen in Luft (18 mm bei 1 MeV und 111 mm bei 3 MeV) und die geringe Absorption der höherenergetischen Röntgenstrahlung erlauben archäometrische Untersuchungen ohne Vakuum.

Die maximale Analysentiefe bei Protonenenergien von 1 bis 3 MeV ist auch bei leichten Elementen (zum Beispiel: Kohlenstoff, Kalzium, Metalloxiden) auf weniger als 0,1 mm beschränkt. Das hat zur Folge, dass die zu untersuchenden Objekte keine Oberflächen- und/oder Korrosionsschichten haben dürfen. Liegen solche Schichten vor, müssen Protonenstrahlen mit höherer Energie verwendet werden. Höhere Protonenenergien bedeuten zum einen eine höhere Reichweite; zum anderen ist der Wirkungsquerschnitt (entspricht der Wahrscheinlichkeit für die Wechselwirkung der Protonen mit den Elektronen der Atomhülle) für die Anregung der K-Linien schwerer Elemente groß genug, so dass diese über die K-Linien statt der L-Linien nachgewiesen werden können: Der Wirkungsquerschnitt für die Anregung schwerer Elemente ist bei einer Protonenenergie von 68 MeV 1000 mal größer als bei 3 MeV.⁴ Da die K-Linien deutlich weniger Absorption erfahren als die niederenergetischen L-Linien, sind durch den Einsatz hoher Protonenenergien größere Analysetiefen erreichbar.⁵ Nachfolgend werden zunächst die unterschiedlichen Messaufbauten näher erläutert.

2.1 Niedrigenergie-PIXE (NE-PIXE)

Für die Niedrigenergie-PIXE wurde das entsprechende Strahlrohr des 2 MV Tandembeschleunigers des Ionenstrahlanalytiklabors der BAM genutzt. Ein 2 MeV Protonenstrahl mit einem Durchmesser von 0,5 mm, begrenzt durch eine Kohlenstoffblende, verlässt das Hochvakuum durch eine 12,7 μm dicke Kaptonfolie[®]. Durch den Energieverlust der Protonen im Kupfer beträgt die Eindringtiefe ca. 18 μm in Kupfer (Abb. 2).⁶

Die Untersuchungsgegenstände verblieben in normaler Atmosphäre und wurden etwa 10 mm vor dem Austrittsfenster positioniert. Die von der Probe emittierte Röntgenstrahlung wird mit einem Halbleiterdetektor (Si(Li)) in einem Winkel von 135° relativ zur Anregungsstrahlung in einem Abstand von etwa 30 mm detektiert. Zur Probenpositionierung wird ein He-Ne-Laser verwendet. Die Messzeiten betragen bei diesem Versuchsaufbau zwischen 3 und 5 Minuten. Die Auswertung der Daten erfolgt mit der Software GUPIX-III⁷.

4 Paul und Sacher 1989.

5 Pineda und Peisach 1991.

6 Ziegler 2004.

7 Campbell 2000.



Abb. 2 Messaufbau der Niedrigenergie-PIXE (NE-PIXE).

2.2 Hochenergie-PIXE (HE-PIXE)

Die Protonenenergien des IonenstrahlLABs variieren generell von 30 MeV bis 72 MeV. Als Anregungsenergie wurden für die hier untersuchten Objekte aus Gründen der technischen Einfachheit 68 MeV gewählt. Für die PIXE-Messungen wird die Intensität des Protonenstrahls, der auch für andere Messungen und Verfahren zur Verfügung steht, auf einem Leuchtquarz in der gewünschten Größe fokussiert. Der Strahlfleck kann zwischen 0,5 mm und 25 mm Durchmesser variiert werden, für die Messungen wurden 2-3 mm verwendet.

Die Proben stehen auf einem xy-Tisch mit einer Positionierpräzision von 0,1 mm, die Positionierung erfolgt mit Hilfe zweier Laserkreuze (Abb. 3). Um die Zählrate des Detektors nicht zu groß werden zu lassen, werden üblicherweise Stromstärken zwischen 0,1 pA und 1 pA eingesetzt. Der Protonenstrahl verlässt das Vakuum der Strahlführung durch eine 80 μm dünne Kaptonfolie, so dass die zu untersuchenden Gegenstände in normaler Atmosphäre bleiben können.⁸ Die Reichweite von 68 MeV Protonen in Kupfer beträgt 7 mm.

Zwei Detektoren messen die durch die Protonen erzeugte Röntgenstrahlung unter einem Winkel von 135° bezogen auf die Anregungsstrahlung: Ein 30 mm² großer HPGe Detektor (High-Purity Germanium) mit einer Energieauflösung von 180 eV bei 5,9 keV misst die K-Linien der schweren Elemente und eventuell auftretende γ -Strahlung aus Kernreaktionen. Ein 12,5 mm² Halbleiterdetektor, Si(Li), mit einer Auflösung von 155 eV bei 5,9 keV misst die L-Linien der schweren und die K-Linien der leichten Elemente. Typische Messzeiten sind 200 Sekunden. Die Auswertung der Daten erfolgte mit der Software GUPIX-II⁹.

⁸ Denker, Bohne u. a. 2005.

⁹ Campbell 1995; Denker, Opitz-Coutureau u. a. 2004.

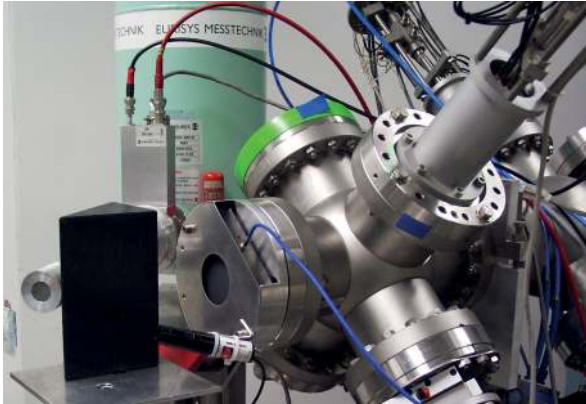


Abb. 3 Messaufbau der Hochenergie-PIXE (HE-PIXE) im Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH.

2.3 Mobile Mikro-Röntgenfluoreszenzanalyse (Mikro-RFA)

Die Analyse erfolgte mit dem mobilen MikroTAX®-Gerät der Firma Bruker AXS. Die Anregungsröhre (Molybdäntarget, 50 kV, 0,6 mA) und der Detektor (Xflash™ detector) befinden sich in einem Messkopf, der bis zu einem Abstand von 0,5 cm an die Oberfläche des Objektes herangebracht wird. Mit Hilfe einer Polykapillarlinse wird der Anregungsstrahl auf eine Größe von 70 μm im Durchmesser fokussiert (Abb. 4).

Auch dieses Gerät ist so konzipiert, dass an Luft gemessen werden kann. Durch die Verwendung eines thermoelektrisch gekühlten Silizium-Driftkammer-Detektors (XFlash™) entfällt die Notwendigkeit einer Kühlung mit flüssigem Stickstoff, die sonst bei Halbleiterdetektoren erforderlich ist.¹⁰ Mit Hilfe einer xyz-Schrittmotoreinheit kann dieser Messkopf an eine beliebige Stelle positioniert werden. Zur exakten Positionierung des Messflecks markiert eine Leuchtdiode die Stellung des Anregungsstrahls. Eine CCD-Kamera überwacht die Positionierung.

Die quantitative Auswertung erfolgt mit einem Fundamentalparameteransatz unter Berücksichtigung der Elam-Datenbank.¹¹ Für eine Charakterisierung des Anregungsspektrums wird eine umfassende Kalibrierung verwendet, welche die Transmission der Röntgenstrahlung durch die Röntgenlinse berücksichtigt.

2.4 Synchrotronbasierte Röntgenfluoreszenzanalyse (Sy-RFA)

Röntgenstrahlung, die als Bremsstrahlung eines Synchrotrons geliefert wird, bietet einige Vorteile gegenüber herkömmlichen Röntgenquellen. Es wird eine große Anzahl

¹⁰ Bronk u. a. 2001.

¹¹ Elam, Ravel und Siber 2002.

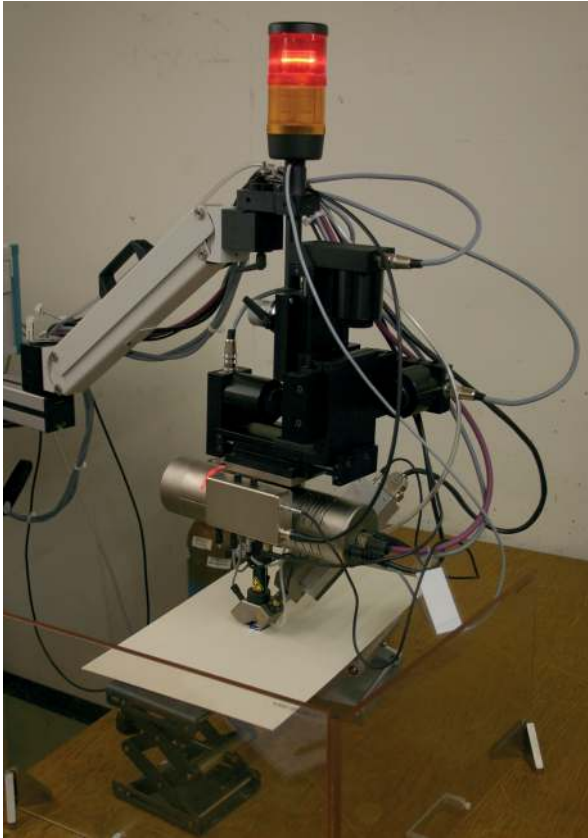


Abb. 4 Messaufbau der Mikro-Röntgenfluoreszenzanalyse (Mikro-RFA).

von Röntgenquanten pro Fläche, Raumwinkel und Zeit innerhalb eines schmalen Wellenlängenbereichs für die Anregung der charakteristischen Röntgenstrahlung zur Verfügung gestellt. Die Quanten schwingen zudem nur in einer Ebene, was letztendlich in einem geringeren Streuuntergrund bei den Messungen und damit kleineren Nachweisgrenzen resultiert

Die RFA-Untersuchungen wurden an der *BAMline* am Elektronenspeicherring BESY II durchgeführt¹². Die hochenergetische Röntgenstrahlung (Photonenenergie: 4 - 100 keV) wird im Speicherring mit einem sogenannten Wellenlängenschieber erzeugt. Für die Messungen wurde mit einem nachgeschalteten Monochromator das einstrahlende Röntgenlicht auf eine Energie von 40 keV monochromatisiert. Durch ein Schlitzsystem können Strahlfleckgrößen von $80 \times 15 \text{ mm}^2$ bis $1 \times 1 \text{ }\mu\text{m}^2$ eingestellt werden (Abb. 5).¹³

12 Riesemeier u. a. 2005.

13 Müller u. a. 2001; Görner u. a. 2006.



Abb. 5 Messaufbau der synchrotronbasierten Röntgenfluoreszenzanalyse (Sy-RFA).

Die Proben werden in einem Winkel von 45° relativ zur einfallenden Primärstrahlung montiert und verbleiben unter Luftatmosphäre. Ein „Long-Range-Mikroskop und ein Videosystem dienen zur detaillierten Auswahl der Messpunkte. Die von der Probe emittierte Röntgenfluoreszenzstrahlung wurde mit einem Halbleiterdetektor Si(Li) mit einer nominellen Energieauflösung von 130 eV bei 5,9 keV energiedispersiv detektiert. Die Messzeit beträgt 200 Sekunden pro Messpunkt. Die Quantifizierung erfolgte in diesem Fall mit Referenzmaterialien, könnte aber auch standardprobenfrei erfolgen.“¹⁴

3 Fallbeispiel

3.1 Antike Münzen

Nach der vergleichenden Analyse anhand von Referenzmaterialien wurden sechs antike römische Münzen¹⁵ untersucht. Es handelt sich um fünf Messingobjekte und eine Bronzemünze, die unterschiedliche Korrosionsschichten beziehungsweise Patina aufweisen. Die Objekte wurden für die Untersuchungen präpariert, so dass grundsätzlich drei verschiedene Messstellen jeweils an einer Münze untersucht wurden:

- eine Stelle, an der die Patina komplett durch Polierung abgetragen wurde, so dass das reine Bulkmetall analysiert werden konnte;
- eine Stelle, an der durch Behandlung mittels Glasfaserbürste die Patina teilweise entfernt wurde;
- eine unveränderte, korrodierte Oberfläche.

¹⁴ Radtke, Vincze und Görner 2010.

¹⁵ Riederer 2001.

3.2 Ergebnisse

Aufgrund unterschiedlicher Nachweisgrenzen der verschiedenen Methoden ergeben sich bereits Unterschiede in der qualitativen Analyse. Elemente mit einer kleineren Ordnungszahl als 26 ($Z < 26$) konnten nur mit der NE-PIXE und der Mikro-RFA bestimmt werden. Das Element Nickel wurde nur mittels Sy-RFA analysiert, die Elemente Arsen und Antimon nur mit der HE-PIXE und der Mikro-RFA. Die Nachweisgrenzen für Zinn und Blei liegen bei der NE-PIXE höher als bei den anderen Verfahren, daher wurden diese beiden Elemente mittels NE-PIXE nur in der Münze bestimmt, in der Zinn und Blei höhere Gehalte als 1 % aufweisen.

Zunächst wurden drei der genannten Verfahren anhand zertifizierter Referenzmaterialien miteinander verglichen. Es handelt sich um die Hochenergie-, die Niedrigenergie-PIXE und die Mikro-RFA. Die synchrotronbasierte RFA fällt hier heraus, da die Referenzmaterialien für die Quantifizierung selbst benutzt werden.

Abb. 6 zeigt die relative Abweichung – normiert und deshalb nur positiv – der quantitativen Konzentrationen als Funktion der zertifizierten Elementgehalte. Zunächst ist kein grundsätzlicher Unterschied zwischen den unterschiedlichen Methoden sichtbar. Allerdings ist eine starke Korrelation zwischen den Elementgehalten und den assoziierten Unsicherheiten sichtbar: Es wird deutlich, dass die Abweichungen mit geringer werdenden Elementgehalten größer werden. Für Elementgehalte höher als 1 % sinken die prozentualen Abweichungen unter 25 % (mit Ausnahme der NE-PIXE). Für Konzentrationen größer als 10 % sinken die Abweichungen unter 5 % (wieder mit Ausnahme der NE-PIXE). Im Konzentrationsbereich unterhalb von 1 % steigen die Abweichungen von den zertifizierten Elementgehalten stark an; Elemente mit Konzentrationen unterhalb von 0,1 % konnten nur mit der HE-PIXE und der Mikro-RFA detektiert werden.

Abb. 7 fasst exemplarisch die Ergebnisse der vier unterschiedlichen Analysemethoden an einer Münze (Dupondius Nero) zusammen. Bei der Quantifizierung der Resultate wurde die Probe nicht als Mehrschichtensystem aufgefasst, sondern als homogene, ‚dicke‘ Schicht betrachtet und die Korrosionsschicht als eigenständige Schicht vernachlässigt.

Zunächst wird deutlich, dass das Vorhandensein der Korrosionsschicht einen deutlichen Einfluss auf die Messergebnisse bei der Untersuchung mittels NE-PIXE hat. Der Effekt ist bei den anderen analytischen Verfahren ebenfalls sichtbar, aber deutlich weniger stark ausgeprägt. Die Erklärung ist durch die geringe Informationstiefe der NE-PIXE gegeben: Die Eindringtiefe der Protonen beträgt zwar 18 μm für reines Kupfer. Diese Schichttiefe im Metall erreichen sie aber gar nicht erst, da sie schon in der darüber liegenden Korrosionsschicht absorbiert werden. Die Ergebnisse der NE-PIXE an der korrodierten Probe geben somit die Zusammensetzung der Patina an; neben den Elementen aus dem Münzmetall, das heißt Kupfer und Zink, wurden Elemente wie Silizium, Phos-

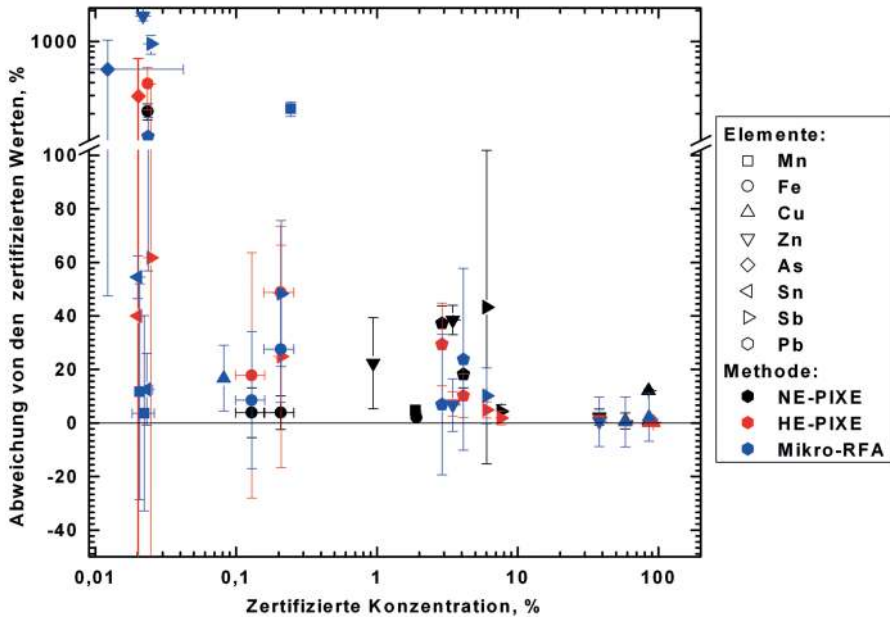


Abb. 6 Abweichung der mittels NE-PIXE, HE-PIXE und Mikro-RFA bestimmten Konzentrationen als Funktion von zertifizierten Elementgehalten.

phor, Kalzium und Eisen nachgewiesen. Letztere sind Kontaminationen aufgrund der Wechselwirkung des Bodens mit der Münzoberfläche.

Die Informationstiefe der drei anderen Methoden ist durch die Absorption der Röntgenphotonen auf ihrem Weg aus der Probe bestimmt. Die Selbstabsorption von Kupfer führt zu einer Abschwächung der Intensität der Cu-K-Fluoreszenz um den Faktor $1/e$ nach $21,6 \mu\text{m}$. Die Korrosionsschicht scheint dünner zu sein, demzufolge repräsentieren diese Ergebnisse eher die Zusammensetzung der Legierungsmetalle, dies gilt sowohl für die unbehandelten (korrodierten) Proben, als auch für die Proben, die teilweise poliert wurden. Dennoch sind auch diese Messungen von der Präsenz der Korrosionsschicht beeinflusst: Die Messungen auf den unbehandelten Proben geben ein höheres Cu/Zn-Verhältnis an, als die auf den polierten Proben (Tab. 1). Die Anreicherung von Kupfer gegenüber Zink in der Korrosionsschicht wird durch die NE-PIXE-Daten bestätigt. Dieser sogenannte Dezinkifizierungseffekt bei der Korrosion von Messing ist gut bekannt und beschrieben.¹⁶

Abb. 8 fasst die Ergebnisse aller Messungen an den sechs Münzen zusammen. Die Münze „Sesterz des Gordian“ wurde nicht mit der Sy-RFA analysiert. Die Elementge-

16 Campanella u. a. 2009.

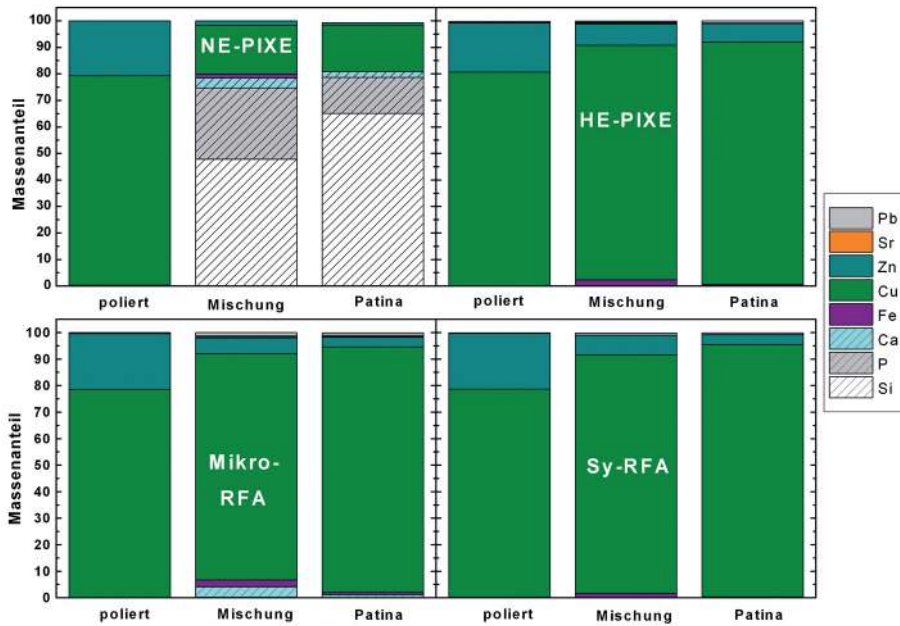


Abb. 7 Elementkonzentrationen einer Messingmünze (Dupondius Nero), die mittels NE-PIXE, HE-PIXE, Mikro-RFA und Sy-RFA untersucht wurde. Die Untersuchung erfolgte jeweils an drei unterschiedlichen Messstellen: 1) poliert, 2) Teilabnahme der Korrosionsschicht (= Mischung) und 3) unbehandelt (= Patina).

	NE-PIXE	HE-PIXE	Mikro-RFA	Sy-RFA
poliert	$3,80 \pm 0,05$	$4,40 \pm 0,07$	$3,7 \pm 0,7$	$3,74 \pm 0,50$
Mischung	$11,7 \pm 0,5$	$11,10 \pm 0,35$	$14,4 \pm 2,6$	$12,4 \pm 1,5$
unbehandelt	$21,5 \pm 1,4$	$13,1 \pm 0,4$	$25,2 \pm 4,6$	$26,5 \pm 3,1$

Tab. 1 Cu/Zn-Verhältnisse von unterschiedlichen Messpunkten (poliert, Korrosionsschicht/Mischung und unbehandelt/Patina) einer Messingmünze (Dupondius Nero). Der korrespondierende AAS-Wert ist $(4,3 \pm 0,3)$.

halte aus der Atomabsorptionsspektroskopie (AAS) werden hierbei als Referenzdaten zugrunde gelegt.

Für die AAS sind für den Sesterz des Gordian keine Zinnanteile angegeben, auch wenn die hierfür angegebene Nachweisgrenze von 0,25 %, unter der bei NE-PIXE, HE-PIXE und Mikro-RFA (jeweils 1 %) liegt. Die prozentualen Abweichungen der vier röntgenanalytischen Verfahren von den mittels AAS gewonnenen Daten sind als Funktion der AAS-Daten aufgetragen. Die Ähnlichkeiten zu Abbildung 2 sind offensichtlich: wie-

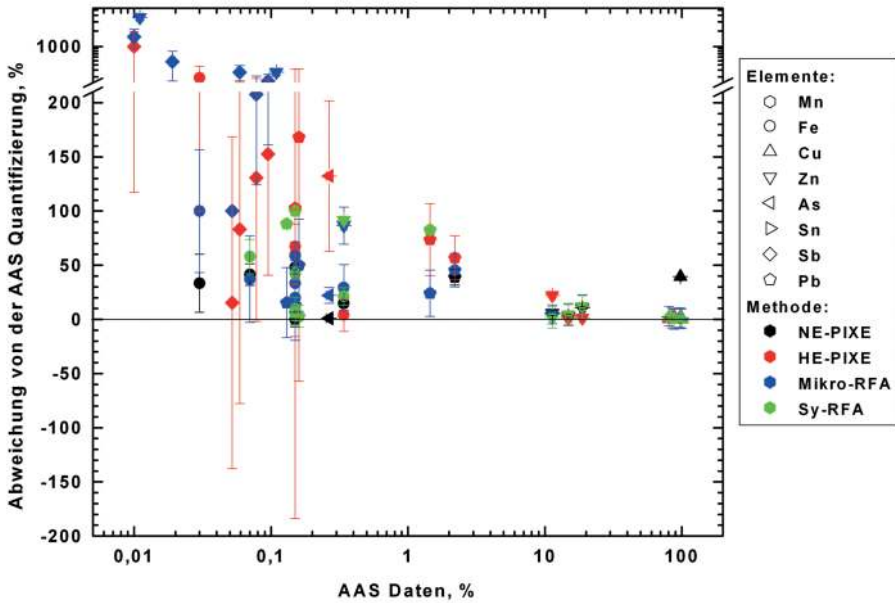


Abb. 8 Auftragung der prozentualen Abweichungen der mittels NE-PIXE, HE-PIXE, Mikro-RFA und Sy-RFA gewonnen Konzentrationen als Funktion von den mittels AAS gewonnenen Daten.

der ist eine deutliche Abhängigkeit zwischen der Abweichung und dem Elementgehalt sichtbar. Allerdings sind hier die Abweichungen größer als im Falle der zertifizierten Referenzmaterialien; dies ist möglicherweise auf eine unregelmäßigere Probenoberfläche und auf Probeninhomogenitäten zurückzuführen. Im Folgenden werden nun die Elemente Eisen, Blei und Kupfer separat betrachtet.

Abb. 9 zeigt die Abweichungen der ermittelten Kupferkonzentrationen als Funktion der AAS-Ergebnisse, hierbei wird im Gegensatz zu den vorherigen Vergleichen nun zwischen positiven und negativen Abweichungen unterschieden. Für höhere Kupferkonzentrationen liegen die durchschnittlichen Abweichungen unter 3 %. Eine Ausnahme ergibt sich bei der NE-PIXE-Messung; diese ist möglicherweise auf eine Messung an einer Stelle mit unvollständig entfernter Korrosionsschicht zurückzuführen.

Abb. 10 zeigt die Abweichungen der ermittelten Eisenkonzentrationen als Funktion der AAS-Ergebnisse. Insbesondere im Konzentrationsbereich unterhalb von 0,1 % sind hohe Abweichungen deutlich. Bemerkenswert ist, dass die vier röntgenanalytischen Verfahren in diesem Konzentrationsbereich allesamt höhere Konzentrationen als die AAS liefern. Insbesondere die HE-PIXE liefert Eisenkonzentrationen, die deutlich über den anderen Messergebnissen liegen.

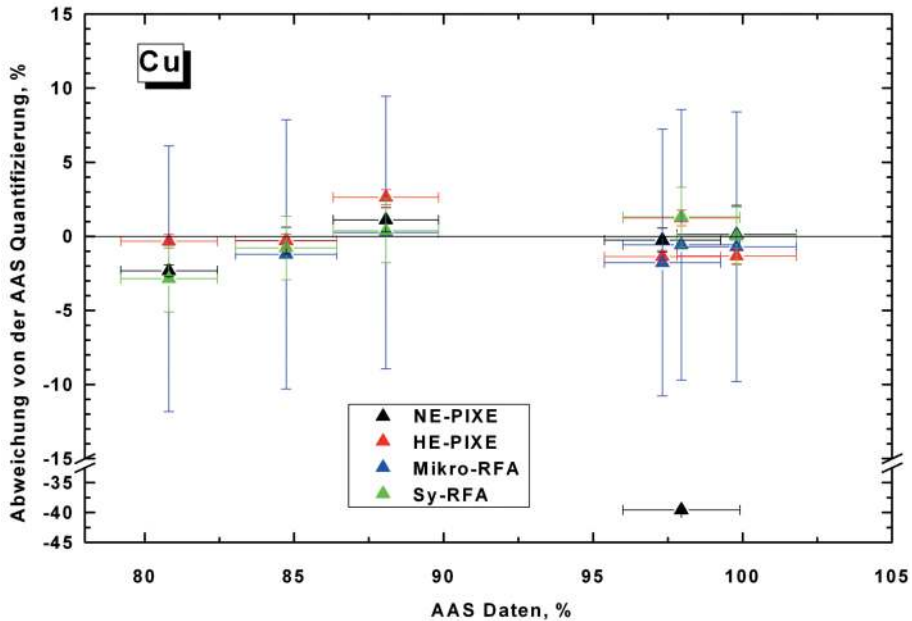


Abb. 9 Relative Abweichungen der ermittelten Kupferkonzentrationen als Funktion der AAS-Daten.

Abb. 11 zeigt die Ergebnisse der Blei-Analysen. Mit der NE-PIXE konnte Blei nur in einer Münze (Sesterz des Gordian) detektiert werden, da die Nachweisgrenze bei $500 \mu\text{g/g}$ liegt. Im Konzentrationsbereich zwischen $0,1$ bis $0,2$ % liegen die Untersuchungsergebnisse sehr weit auseinander, ein Hinweis auf die große Messunsicherheit. Im Bereich oberhalb von größer als 1 % liefern alle Methoden ähnliche Messergebnisse, allerdings geringer als die AAS-Messungen. Möglicherweise ist dies auf ein falsches AAS-Ergebnis zurückzuführen.

4 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der unterschiedlichen Verfahren verdeutlichen, wie schwierig es ist, mit zerstörungsfreien Methoden Metallartefakte quantitativ zu untersuchen. Sind Korrosionsschichten vorhanden – und das ist bei archäologischen Metallobjekten praktisch ausnahmslos der Fall – sind die Ergebnisse mit einer hohen Messunsicherheit behaftet. Je nach Analysentiefe der ausgewählten Methode beeinflusst die Zusammensetzung der Korrosionsschicht die Quantifizierung (Tab. 2). Darüber hinaus spielen natürliche Pro-

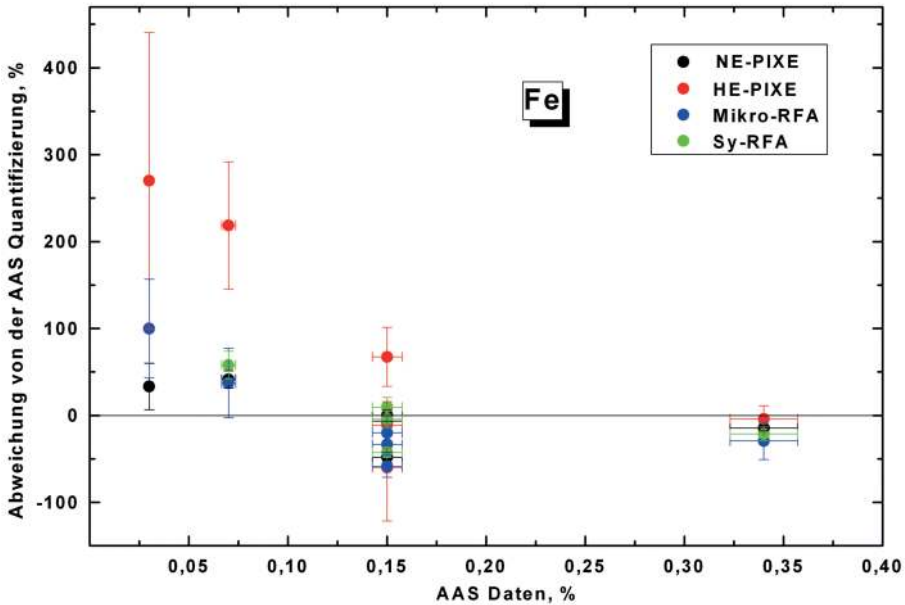


Abb. 10 Relative Abweichungen der ermittelten Eisenkonzentrationen als Funktion der AAS-Daten.

Methode	Spotgröße	Max. Eindringtiefe (in Cu)	Max. Analysetiefe
NE-PIXE	ca. 20 mm ²	~ 0,02 mm (2 MeV)	~ 0,02 mm (Cu)
HE-PIXE	ca. 7 mm ²	~ 7 mm (68 MeV)	~ 1,2 mm (Pb)
Mikro-RFA	ca. 0,0038 mm ²	~ 0,022 mm (50 kV)	~ 0,022 mm (Cu)
Sy-RFA	0,2 mm ²	~ 0,12 mm (40 kV)	~ 0,06 mm (Sn)

Tab. 2 Unterschiedliche Messparameter der vier röntgenographischen Verfahren.

beninhomogenitäten eine entscheidende Rolle, deren Einfluss sich bei geringer werdender Messfleckgröße nachteilig auswirken kann.

Die NE-PIXE ist von den betrachteten Verfahren, wie sie hier durchgeführt wurden, die einzige Methode, die es aufgrund der geringen Informationstiefe erlaubt, die Zusammensetzung der Korrosionsschicht eindeutig zu bestimmen. In Kombination mit einem der drei anderen Verfahren bietet sich hier die Möglichkeit, zunächst die Korrosionsschicht zu untersuchen und diese Erkenntnisse bei der Quantifizierung des Bulkmetalls mit einzubeziehen.

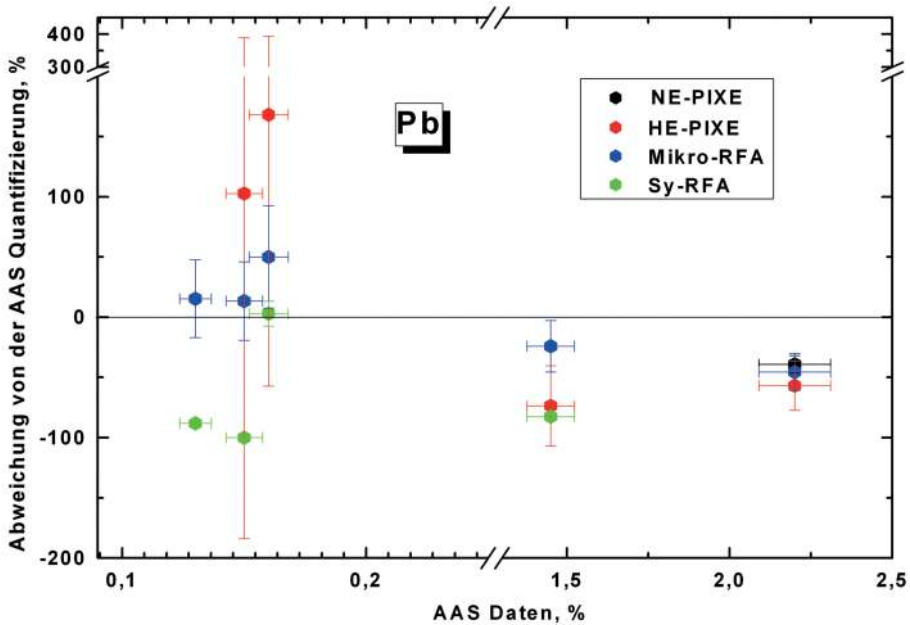


Abb. 11 Relative Abweichungen der ermittelten Bleikonzentrationen als Funktion der AAS-Daten.

Generell resultiert aus dem Fallbeispiel die Erkenntnis, dass eine kritische Diskussion der Analyseergebnisse unumgänglich ist. Die Auswahl der Methode beeinflusst selbstverständlich das Messergebnis, damit sind die Ergebnisse nicht unbedingt universell oder mit Datenbanken vergleichbar, die mit anderen Messmethoden gewonnen wurden.

Allgemein wird jedoch vorgeschlagen, dass naturwissenschaftliche Analysen generell als Bestandteil der kulturhistorischen Untersuchung von archäologischen Objekten durchzuführen sind. Sie stellen einen Mehrwert an Wissen über archäologische Quellen dar und ermöglichen daher einen neuen Erkenntnisgewinn über die Verbreitung und die Transformation von Wissen.

Bibliographie

Bronk u. a. 2001

Heike Bronk, Stefan Röhrs, Aniouar Bjeoumikhov, Norbert Langhoff, Jürgen Schmalz, Rainer Wedell, Hans Eberhard Gorny, Alexander Herold und Ulrich Waldschläger. „ArtTAX-a New Mobile Spectrometer for Energy-Dispersive Micro X-ray Fluorescence Spectrometry on Art and Archaeological Objects“. *Fresenius' Journal of Analytical Chemistry* 371.3 (2001), 307–316.

Campanella u. a. 2009

Luigi Campanella, Olimpia Colacicchi Alessandri, Marco Ferretti und Susanne H. Plattner. „The Effect of Tin on Dezincification of Archaeological Copper Alloys“. *Corrosion Science* 51.9 (2009), 2183–2191.

Campbell 1995

John L. Campbell. „The Guelph-PIXE Software Package-II“. *Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. B* 95 (1995), 407–421.

Campbell 2000

John L. Campbell. „The Guelph PIXE Software Package III: Alternative Proton Database“. *Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, B* 170.1–2 (2000), 193–204.

Denker und Blaich 2002

Andrea Denker und Markus C. Blaich. „PIXE Analysis of Middle Age Objects Using 68 MeV Protons“. *Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, B* 189.1–4 (2002), 315–319.

Denker, Bohne u. a. 2005

Andrea Denker, Wolfgang Bohne, John L. Campbell, Peter Heide, Theo Hopman, John A. Maxwell, Jörg Opitz-Coutureau, Jaane Rauschenberg, Jörg Röhrich und Eric Strub. „High-Energy PIXE Using Very Energetic Protons: Quantitative Analysis and Cross-Sections“. *X-Ray Spectrometry* 219 (2005), 130–135.

Denker und Maier 2000

Andrea Denker und Karl Hugo Maier. „Investigation of Objects d'Art by PIXE with 68 MeV Protons“. *Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, B* 161 (2000), 704–708.

Denker, Opitz-Coutureau u. a. 2004

Andrea Denker, Jörg Opitz-Coutureau, John L. Campbell, John A. Maxwell und Theo Hopman. „High-Energy PIXE: Quantitative Analysis“. *Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, B* 219 (2004), 130–135.

Elam, Ravel und Siber 2002

William Timothy Elam, Bruce D. Ravel und John R. Siber. „A New Atomic Database for X-ray Spectroscopic Calculations“. *Radiation Physics and Chemistry* 63.2 (2002), 121–128.

Görner u. a. 2006

Wolf Görner, Maik Eichelbaum, Ralf Matschat, Klaus Rademann, Martin Radtke, Uwe Reinholz und Heinrich Riesemeier. „Non-Destructive Investigation of Composition, Chemical Properties and Structure of Materials by Synchrotron Radiation“. *Insight* 48.9 (2006), 540–544.

Guerra 1998

Maria Filomena Guerra. „Analysis of Archaeological Metals. The Place of XRF and PIXE in the Determination of Technology and Provenance“. *X-Ray Spectrometry* 27.2 (1998), 73–80.

Hahn 2010

Oliver Hahn. „Analyses of Iron Gall and Carbon Inks by Means of X-ray Fluorescence Analysis: A Non-Destructive Approach in the Field of Archaeometry and Conservation Science“. *Restaurator: International Journal for the Preservation of Library and Archival Material* 31.1 (2010), 41–64.

Janssens u. a. 2000

Koen Janssens, Guido Vittiglio, Ine Deraedt, A. Aerts, Bart Vekemans, Laszlo Vincze, F. Wei, I. Deryck, Olivier Schalm, Freddy Adams, Anders Rindby, Arndt Knöchel, Alexandre Simionovici und Anatoly Snigirev. „Use of Microscopic XRF for Non-destructive Analysis in Art and Archeometry“. *X-Ray Spectrometry* 29 (2000), 73–91.

Kanngießer u. a. 2007

Birgit Kanngießer, Andreas-Germanos Karydas, Roman Schütz, Dimosthenis Sokaras, Ina Reiche, Stefan Röhrs, Laurent Pichon und Joseph Salomon. „3D Micro-PIXE at Atmospheric Pressure: A New Tool for the Investigation of Art and Archaeological Objects“. *Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, B* 264.2 (2007), 383–388.

Mantler und Schreiner 2000

Michael Mantler und Manfred Schreiner. „X-ray Fluorescence Spectrometry in Art and Archaeology“. *X-Ray Spectrometry* 29.1 (2000), 1–17.

Müller u. a. 2001

Bernd R. Müller, Wolf Görner, Manfred P. Hentschel, Heinrich Riesemeier, Michael Krumrey, Gerhard Ulm, Wolfgang Dieter, Ulrich Klein und Ronald Frahm. „BAMline“ – the First Hard X-ray Beamline at BESSY II“. *Nucl. Instr. and Meth. A* 467–468 (2001), 703–706.

Neelmeijer u. a. 2000

Christian Neelmeijer, Isabelle Brissaud, Thomas Calligaro, Guy Demortier Aimo Hautojärvi, Max Mäder, Lucien Martinot, Manfred Schreiner, Timo Tuurnala und Georges Weber. „Paintings, a Challenge for XRF and PIXE Analysis“. *X-Ray Spectrometry* 29 (2000), 101–110.

Paul und Sacher 1989

Helmut Paul und Josef Sacher. „Fitted Empirical Reference Cross Sections for K-shell Ionization by Protons“. *Data & Nucl. Data Tables* 42 (1989), 105–156.

Pineda und Peisach 1991

Carlos Pineda und Max Peisach. „Prompt Analysis of Rare Earths by High-Energy PIXE“. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 151.2 (1991), 387–396.

Radtke, Vincze und Görner 2010

Martin Radtke, Laszlo Vincze und Wolf Görner. „Quantification of Energy Dispersive SRXRF for the Certification of Reference Materials at BAMline“. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 25.5 (2010), 631–634.

Reiche, Berger u. a. 2002

Ina Reiche, Achim Berger, Wolf Görner, Hélène Guicharnaud, Silke Merchel, Martin Radtke, Josef Riederer, Heinrich Riesemeier, Michael Roth, Alexandre Duval und Bevers Holm. „Non-Destructive Investigations of Dürer’s Silver Point Drawings by PIXE and SR-XRF“. In *Art 2002 – 7th International Conference on Non-Destructive Testing and Microanalysis for the Diagnostics and Conservation of the Cultural and Environmental Heritage*, 2–6 June 2002, Antwerp, Belgium. Hrsg. von R. van Grieken et al. Antwerp: University of Antwerp, 2002, 1–8.

Reiche, Britzke u. a. 2005

Ina Reiche, Ralf Britzke, Gregor Bukalis, Uwe Reinholz, Hans Peter Weise und Raffael D. Gadebusch. „An External PIXE Study: Mughal Painting Pigments“. *X-Ray Spectrometry* 34.1 (2005), 42–45.

Riederer 2001

Josef Riederer. „Die Berliner Datenbank von Metallanalysen kunstgeschichtlicher Objekte III. Römische Objekte“. *Berliner Beiträge zur Archäometrie* 18 (2001), 139–259.

Riesemeier u. a. 2005

Heinrich Riesemeier, Klaus Ecker, Wolf Görner, Bernd R. Müller, Martin Radtke und Michael Krumrey. „Layout and First XRF Applications of the BAMline at BESSY II“. *X-Ray Spectrometry* 34.2 (2005), 160–163.

Ziegler 2004

James F. Ziegler. „SRIM-2003“. *Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, B* 34.2 (2004), 160–163.

Abbildungs- und Tabellennachweis

ABBILDUNGEN: 1 Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH (HZB). 2 BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung. 3 Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH (HZB). 4 BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung. 5 BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung. 6 Oliver Hahn, Andrea Denker, Silke Merchel, Martin Radtke, Uwe Reinholz und Timo Wolff. 7 Oliver Hahn, Andrea Denker, Silke Merchel, Martin Radtke, Uwe Reinholz und Timo Wolff. 8 Oliver Hahn, Andrea Denker, Silke

Merchel, Martin Radtke, Uwe Reinholz und Timo Wolff. 9 Oliver Hahn, Andrea Denker, Silke Merchel, Martin Radtke, Uwe Reinholz und Timo Wolff. 10 Oliver Hahn, Andrea Denker, Silke Merchel, Martin Radtke, Uwe Reinholz und Timo Wolff. 11 Oliver Hahn, Andrea Denker, Silke Merchel, Martin Radtke, Uwe Reinholz und Timo Wolff. **TABELLEN:** 1 Oliver Hahn, Andrea Denker, Silke Merchel, Martin Radtke, Uwe Reinholz und Timo Wolff. 2 Oliver Hahn, Andrea Denker, Silke Merchel, Martin Radtke, Uwe Reinholz und Timo Wolff.

OLIVER HAHN

Oliver Hahn studierte Chemie und Kunstgeschichte an der Universität zu Köln, Promotion in Physikalischer Chemie 1996. Habilitation im Bereich der Umweltchemie mit dem Thema „Zerstörungsfreie Charakterisierung von schwarzen Schreib- und Zeichenmaterialien“ 2011. Seit 2007 ist er Leiter der Arbeitsgruppe *Kunst- und Kulturgutanalyse* – nun Fachbereich gleichen Namens – in der BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung.

Prof. Dr. Oliver Hahn
BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
12200 Berlin, Deutschland
E-Mail: oliver.hahn@bam.de

ANDREA DENKER

Andrea Denker studierte Physik an der Universität Stuttgart, Promotion 1994. 1997 Aufbau des Hochenergie-PIXE Messplatzes für archäometrische Messungen am Hahn-Meitner-Institut. Seit 2007 ist sie Leiterin der Abteilung *Protonentherapie* am Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH (ehemals Hahn-Meitner-Institut).

Dr. Andrea Denker
Helmholtz-Zentrum Berlin für
Materialien und Energie GmbH
Hahn-Meitner-Platz 1
14109 Berlin, Deutschland
E-Mail: denker@helmholtz-berlin.de

SILKE MERCHEL

Silke Merchel studierte Chemie an der Universität zu Köln, Promotion 1998. Forschungsinteressen: Analyse langlebiger kosmogener Radionuklide, Isolierung und Identifikation interstellarer Materie, Nutzung ionisierender Strahlung für die analytische Chemie und Ressourcenanalytik. Neben zahlreichen Forschungsaufenthalten arbeitete sie am MPI für Chemie in Mainz, der BAM in Berlin und dem CNRS-Institut CEREGE in Aix-en-Provence. Seit 2008 ist sie am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) wissenschaftlich tätig.

Dr. Silke Merchel
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
01328 Dresden, Deutschland
E-Mail: s.merchel@hzdr.de

MARTIN RADTKE

Martin Radtke studierte Physik an der Universität Hamburg, Promotion 2000 am HASYLAB in Hamburg. Seit 2000 an der BAMline der BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung am Berliner Elektronenspeicherring für Synchrotronstrahlung BESSY II zuständig für Röntgenfluoreszenzmessungen.

Dr. Martin Radtke
BAM Bundesanstalt für Material-
forschung und -prüfung
12200 Berlin, Deutschland
E-Mail: martin.radtke@bam.de

UWE REINHOLZ

Uwe Reinholz studierte Physik an der Technischen Universität Dresden, Promotion 2007. Er arbeitet als Wissenschaftler im Bereich *Strukturanalytik* der BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung an der BAMline am Berliner Elektronenspeicherring für Synchrotronstrahlung BESSY II. Forschungsschwerpunkte sind Anwendungen der Mikro-Röntgenfluoreszenzanalytik, der Röntgenabsorptionsspektrometrie und der röntgenfluoreszenz-basierten Bildgebung.

Dr. Uwe Reinholz
BAM Bundesanstalt für Material-
forschung und -prüfung
12200 Berlin, Deutschland
E-Mail: uwe.reinholz@bam.de

TIMO WOLFF

Timo Wolff studierte Physik an der Technischen Universität Berlin, Promotion 2009. Im Rahmen seiner Promotion an der BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung und der TU Berlin entwickelte er eine Fundamentalparameter basierte Quantifizierung für die Mikro-Röntgenfluoreszenzanalyse. Nach Post-Doc Aufenthalten an der BAM und der TU Berlin arbeitet er seit Mai 2012 als wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Firma Bruker Nano GmbH, Berlin.

Dr. Timo Wolff
Bruker Nano GmbH
Am Studio 2D
12489 Berlin, Deutschland
E-Mail: timo.wolff@bruker.com

Hans-Ulrich Voß

Material und Herstellungstechnik – Überlegungen zum germanischen Feinschmiedehandwerk in der Römischen Kaiserzeit

Zusammenfassung

Während der römischen Kaiserzeit mussten germanische Handwerker ihr Material für das Feinschmiedehandwerk aus dem Römischen Reich importieren. Deshalb war Recycling eine wichtige Rohstoffquelle für die Schmiede. Dennoch wurden die Buntmetalllegierungen in der Regel nach ihren jeweiligen Verarbeitungseigenschaften gezielt eingesetzt. Der Vergleich römischer und germanischer Feinschmiedetechnik offenbart einige gravierende Unterschiede: komplexe Verfahren der Oberflächenveredelung und der Verzierung wie Blattvergoldung, Emaillieren und Niellieren fanden während des 1. bis 3. Jahrhunderts n. Chr. offenbar keinen Eingang in das germanische Feinschmiedehandwerk. Allerdings sprechen zahlreiche Argumente für ein sowohl nach individuellen Fähigkeiten als auch nach Zugangsmöglichkeiten zu handwerklichen Kenntnissen und wertvollen Rohstoffen differenziertes, teilweise hochspezialisiertes Handwerk mit Anfängen einer *cum grano salis* ‚germanischen Hofkunst‘ bereits im frühen 1. Jahrhundert n. Chr.

Keywords: Analysen; Bunt- und Edelmetall; Feinschmied; Metallographie; Oberflächenveredelung; Vergoldung; Germanen; Römer

During the Roman Iron Age Germanic craftsmen had to import the material for non-ferrous metalworking from the Roman Empire. Hence recycling was an important source of material for the smithies. Yet copper-alloys were generally used very specifically, depending on their technical properties. A comparison of the fine forging technology employed by the Romans and Germanic people reveals significant differences: complex surface treatment techniques such as gold leaf gilding, enamelling and niello were apparently not adopted by Germanic craftsmen in the 1st to 3rd centuries AD. Nevertheless many arguments speak in favour of a differentiated, partly highly specialised craft depending on individual skills as

Barbara Armbruster, Heidemarie Eilbracht, Oliver Hahn, Orsolya Heinrich-Tamáská (eds.) |
Verborgenes Wissen: Innovation und Transformation feinschmiedetechnischer Entwicklungen im diachronen Vergleich | Berlin Studies of the Ancient World 35 (ISBN 978-3-9816751-5-3;
URN urn:nbn:de:kobv:188-fudocsdocumento0000024684-8) | www.edition-topoi.de

well as access to specialised knowledge and precious raw materials, with a *cum grano salis* 'Germanic court art' beginning as early as the early 1st century AD.

Keywords: Analyses; Base and Precious Metals; Goldsmith; Metallography; Surface Refinement; Gilding; Germani; Romans

1 Einführung

„Das Beispiel Fürstengrab Gommern zeigte, dass es sehr sinnvoll ist, Materialbestimmungen nach ‚festen Maßstäben‘ durchzuführen und nicht etwa auch Bewertungen nur nach ‚Augenschein‘ gleichwertig in die Fundbeschreibung aufzunehmen. Dabei entspricht es nunmehr dem Stand der Forschung, dass nicht nur auf Materialidentifizierungen und ggf. die Zusammensetzungsanalyse gezielt wird, sondern von Anfang an und durchgehend anhand des mikrostrukturellen Befundes auch nach den in Frage kommenden Herstellungstechniken geforscht wird“;

schreibt Manfred Fütting zur Archäometrie der Funde aus dem Fürstengrab von Gommern in Sachsen-Anhalt.¹ Matthias Becker hat mit der Bearbeitung dieses eindrucksvollen Grabinventars ein Maßstäbe setzendes Werk auch für die naturwissenschaftlichen Untersuchungen der Metallfunde geliefert.² Freilich wird der beschriebene „Stand der Forschung“ aus vielerlei Gründen – angefangen von den für derartige Untersuchungen gelegentlich erforderlichen finanziellen Mitteln bis hin zu konservatorischen Beschränkungen – wohl auch in Zukunft nicht regelhaft erreichbar sein. Dies zeigte sich schon bei der in etwa zeitgleich mit Gommern³ und in enger Zusammenarbeit Mitte der 1990er Jahre erfolgten Realisierung des von der Stiftung Volkswagenwerk geförderten Projektes *Römische und germanische Bunt- und Edelmetallfunde im Vergleich. Archäometallurgische Untersuchungen ausgehend von elbgermanischen Körpergräbern (RGMA)* der Römisch-Germanischen Kommission des Deutschen Archäologischen Instituts, dessen Ergebnisse im 79. Bericht der Römisch-Germanischen Kommission 1998 publiziert worden sind.⁴ Die seinerzeit von beiden Arbeitsgruppen der Fachwelt zeitnah zur Diskussion gestellten Daten bilden den Ausgangspunkt vorliegender Überlegungen, die sich anknüpfend an die eingangs zitierte Feststellung auf das von germanischen Feinschmie-

1 Fütting 2010, 200.

2 Becker 2010.

3 Becker, Fütting und Schnarr 1998; Becker, Fütting und Hammer 2003.

4 Voß, Hammer und Lutz 1998.



Abb. 1 Grieben, Lkr. Stendal. Römische Bronzegefäße aus der Elbe.

den verwendete Material und die angewendeten Verfahren zur Herstellung, Oberflächenveredelung und Verzierung konzentrieren. Fragen des archäologischen Nachweises von Feinschmieden und deren Werkstätten sollen dagegen mit Blick auf den im Oktober 2011 in Schleswig veranstalteten *Workshop* „*Workshop*“. *The Elusive Gold Smithies of the North*⁵ im Hintergrund bleiben. Geographisch steht das mitteleuropäische Barbaricum zwischen Rhein und Weichsel im Zentrum des Interesses, skandinavische Funde werden gelegentlich einbezogen; der chronologische Rahmen umfasst das 1. bis 4. Jahrhundert n. Chr.

2 Rohstoff Metall – Herkunft und Verarbeitung

2.1 Herkunft der verwendeten Metalle

Schauen wir auf die germanischen Feinschmieden zur Verfügung stehenden Metalle, so ist auf die bekannte Tatsache zu verweisen, dass Bunt- und Edelmetalle importiert oder als Altmetall gewonnen werden mussten. Neben der berühmten Alamannenbeute aus dem Rhein bei Neupotz (Lkr. Germersheim) veranschaulichen viele andere Funde, etwa der aus der Elbe bei Grieben (Lkr. Stendal) geborgene Hortfund,⁶ den – freiwilligen oder unfreiwilligen – Hauptlieferanten, die Provinzen des Imperium Romanum (Abb. 1). Der bereits in das beginnende 5. Jahrhundert datierende Hortfund von Łubiana in Ostpommern mit fast 14 kg Bronzematerial (Abb. 2), den die Bearbeiterin Magdalena Mączyńska als Rohstoffdepot interpretiert, das vermutlich aus mehreren bearbeiteten Gräberfeldern der Wielbark- und der Przeworsk-Kultur im nördlichen Großpolen herrührt, steht für eine zweite Variante der Rohstoffgewinnung.⁷ Hier anzuschließen sind die Funde von Fragmenten vergoldeter Großbronzen augusteischer Zeit in

5 Pesch und Blanckenfeldt 2012, 5.

7 Mączyńska 2011, 254.

6 Becker, Bemann u. a. 2006 VII-13-10/1.1-9.



Abb. 2 Hortfund von Lubiana, Kr. Kościerzyna (Pommern, PL).

Wetzlar-Naunheim⁸ und Wetzlar-Dalheim (Lahn-Dill-Kreis), die den zahlreich aus der ungefähr zwei beziehungsweise sechs Kilometer entfernten römischen Stadtgründung bei Lahnau-Waldgirmes vorliegenden gleichen und die Aufsammlung von Material auf aufgelassenen römischen Plätzen bezeugen.⁹

Für einen nennenswerten Abbau und die Verhüttung regional anstehender Kupfer- oder Silbererze fehlen bisher – im Gegensatz zur räumlich und zeitlich begrenzt nachweisbaren Bleigewinnung¹⁰ – jegliche archäologische Hinweise. In großer Zahl liegen dagegen Nachweise für das ‚Recyclen‘ von Altmetall vor;¹¹ in der Hauptsache handelt es sich um römische, aber auch einheimische Erzeugnisse. Leider sind die zum Teil sehr umfangreichen Fundspektren insbesondere von Siedlungen im Thüringer Becken noch nicht ausgewertet beziehungsweise im Falle von Neunheiligen, Unstrut-Hainich-Kreis, unpubliziert. Soweit derzeit zu beurteilen, liegt der chronologische Schwerpunkt dieser Funde – je nach archäologischer Befundqualität sind es Verarbeitungsnachweise, -hinweise und Anzeichen – im 3. und frühen 4. Jahrhundert; eindeutig ältere Befunde sind seltener. Das Verbreitungsbild zeigt deutliche Häufungen in Mitteldeutschland, wobei auf die bereits mehrfach diskutierte Problematik der verzerrten Quellenlage in-

8 Abegg 2011, 88, Abb. 54.

9 Schäfer und Schroth 2008. Zur entsprechenden Situation am Burgstall von Mušov, okr. Brno-Venkov, in Mähren vgl. Tejral 2006.

10 Melzer und Capelle 2007.

11 Baumeister 2004; Voß 2009 (2011).

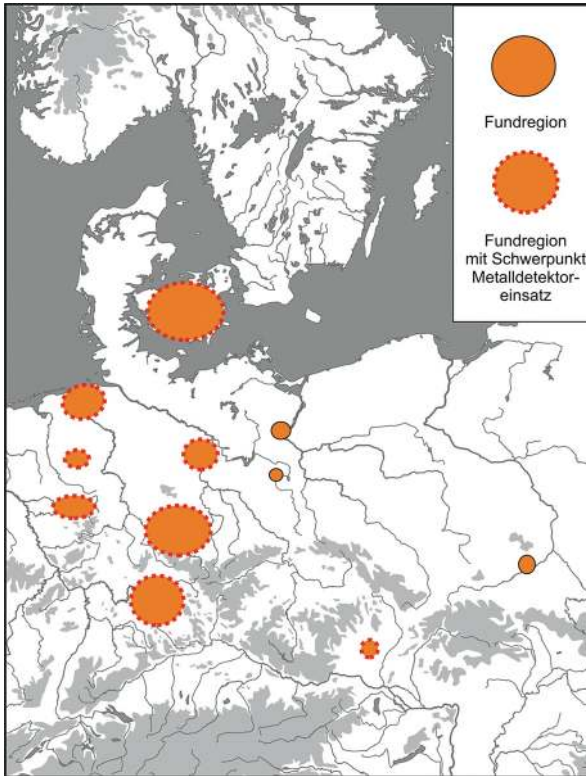


Abb. 3 Nachweise für Bunt- und Edelmetallverarbeitung in Mitteleuropa.

folge des regional sehr unterschiedlich praktizierten Einsatzes von Metalldetektoren verwiesen werden muss (Abb. 3).¹²

Die nach wie vor maßgebliche archäologische Quelle für die Erzeugnisse germanischer Feinschmiede sind die Grabfunde, ergänzt um die skandinavischen Heeresbeuteopfer.¹³ Schon bei der Bearbeitung der ‚Fürstengräber‘ von Lübsow/Lubieszewo in Pommern hatte Hans Jürgen Eggers eine Feinschmiedewerkstatt im Umfeld der Nekropole vermutet.¹⁴ Vier kräftig profilierte Silberfibeln Almgren Gruppe IV, Fig. 71, die unter anderem zusammen mit einer römischen Silberfibel sowie silbernen römischen Skyphoi in dem um 40–60 n. Chr. angelegten Grab I/1908 vom „Sandberg“ gefunden worden waren, deuten zumindest auf die zeitweise Anwesenheit von Feinschmieden hin: Die zusammen mit einem Gürtelhaken aus einer Gusscharge stammenden Fibeln waren nicht funktionsfähig, da man auf die Ausarbeitung der Nadelrast am Nadelhalter

12 Zuletzt Voß 2013, 306.

13 Zusammenfassend: Becker 2009; Gebühr 2009; Quast 2009; Jørgensen 2003; Abegg-Wigg und Rau 2008.

14 Eggers 1949/1950, 88.

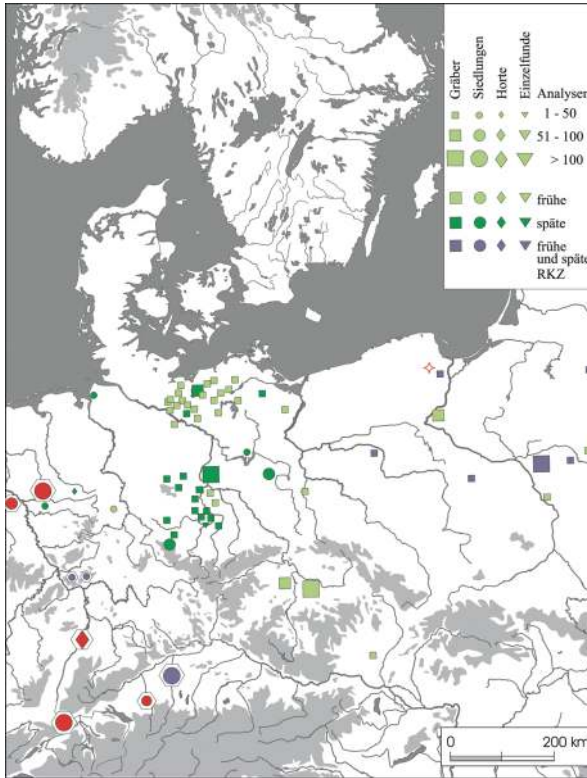


Abb. 4 Übersicht der Metallanalysen an Funden der Römischen Kaiserzeit und Völkerwanderungszeit.

verzichtet hatte. Das ist nur verständlich bei einer Anfertigung für die Grabausstattung der Toten, zu der auch zwei ungebrauchte silberne Schmucknadeln gehören.¹⁵

Diese Interpretation ist auch für den Goldhalsring und die Goldfibeln aus dem Fürstengrab von Gommern in Betracht zu ziehen.¹⁶ Dank günstiger Erhaltungs- und Bergungsbedingungen sowie der aufwändigen archäometrischen Untersuchungen bietet das Inventar dieses ‚Fürstengrabes‘ vielfältige Einblicke in das Milieu germanischer Feinschmiede einschließlich damit einhergehender Fragestellungen, sowohl hinsichtlich der Mengen des verarbeiteten Edelmetalls¹⁷ als auch bezüglich der angewendeten Technik und eventuell eigens zur Verarbeitung bezogener Materialien oder vorgefertigter Halbzeuge wie Glasmugeln und Blattgold oder bereits vergoldetes Leder.¹⁸

Bleiben wir bei den verwendeten Metallen, so lässt die Kartierung publizierter Analysen wiederum den mitteldeutschen Teil des Elbegebietes hervortreten (Abb. 4). Ne-

15 Schuster 2010, 79, 250 f. Taf. 12, 13, 2.3, 55.

16 Becker 2010, 67, 70, 75, Taf. 3–4.

17 Die 607,2 g Gold allein aus diesem Grab bereichern jene 11,49 kg spätkaiserzeitliche Goldfunde, die

Roggenbuck 1988, 120, für ihr Arbeitsgebiet geltend machen konnte.

18 Sieblist 2010a, 314.

ben den regionalen bestehen aber auch chronologische Disproportionen. So sind aus den Gebieten der Wielbark- und Przeworsk-Kultur ebenso wie aus Tschechien vor allem Sachgüter des 1. und 2. Jahrhunderts n. Chr. analysiert worden (Tab. 1). Nur an wenigen Plätzen sind darüber hinaus auch mikrostrukturelle Untersuchungen zur Herstellungstechnik erfolgt.

Die auf den ersten Blick recht große Anzahl vorhandener Analysen darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Qualität der Daten sehr unterschiedlich ist: Gelegentlich fehlen Angaben zum angewendeten Analyseverfahren und es bleibt unklar, ob mit oder ohne Patina gemessen wurde. Dennoch lässt sich als Ergebnis festhalten, dass der vorliegende Datenbestand trotz der beschriebenen Lücken im großräumigen Vergleich Entwicklungstrends bei der Verwendung bestimmter Metalle und Legierungen wie etwa Zinnbronze und Messing zu erkennen gibt.

Die Klassifizierung der Buntmetalllegierungen folgt in der Regel dem von Josef Riederer 1987 vorgelegten System zur differenzierten Ansprache von Bronze in drei und Messing in vier Gruppen.¹⁹ Die dargelegten Qualitätsunterschiede des publizierten Datenbestandes lassen die unkritische Anwendung dieses Systems auf alle vorliegenden Analysedaten jedoch nicht zu. Einen anderen Weg hat der Metallkundler Peter Hammer beschrrieben, dessen Einteilung von *aes* in sechs Legierungsgruppen weniger differenziert, dafür aber an den Verarbeitungseigenschaften der Legierungen ausgerichtet ist.²⁰

Im Rahmen des anfangs erwähnten Projektes der RGK erfolgten 778 Analysen (753 RFA, 25 AAS), davon 482 an germanischen Objekten im Barbaricum und 37 an germanischen Fibeln von den Kastellen Saalburg und Zugmantel.²¹ Die Stichprobe ergab, dass germanische Feinschmiede ihr Material in der Regel ‚sortenrein‘, das heißt nach den jeweiligen Verarbeitungseigenschaften einsetzten, während willkürlich zusammengeschmolzene Sekundärlegierung kaum in Erscheinung tritt. Gering legiertes Kupfer und Messing, das antike *aurichalcum*, mit Zinkgehalten zwischen 5 und 30 %, sowie Zinnbronze mit Zinngehalten um 10 % (5–14 % Sn) waren dabei am geläufigsten. Die sich abzeichnende Bevorzugung von gering legiertem Kupfer und insbesondere Messing im Verlauf der frühen Römischen Kaiserzeit ist im Falle der Fibeln dem großen Anteil eingliedriger Stücke geschuldet, bei denen die Fertigung der Spiralkonstruktion entsprechend duktiles Material erforderte.

Die Zusammenstellung der Zinn- und Zinkgehalte früh- und spätkaiserzeitlicher Fibeln des Elbegebietes veranschaulicht diesen Trend, wobei im Falle der Zinnbronzen durch Oberflächenmessungen auch Stücke hervortreten, die entweder Zinnauf-

19 Riederer 1987; Riederer 1998, 200, Tab. 20.

20 Voß, Hammer und Lutz 1998, 278, Tab. 30.

21 Die seinerzeit im Internet zugänglichen Daten können bei Interesse in der RGK abgefragt werden. – Zu den Ergebnissen vgl. Voß, Hammer und Lutz 1998.

Nr.	Monumenta Barbarica, Bd./FSt.	n Analysen	Bemerkungen	Datierung	Publikation
1	3 Kamieńczyk (1997)	41		B1–B2/C1	Czarnecka 2007.
2	4 Pruszcz Gdański (1997)	37		A3–C1	Pietrzak 1997.
3	5 Nadkole (1998)	118	V3 Chemical Analysis	B1–B2/C1a	Andrzejowski 1998.
4	10 Krupice (2005)	17		B1–B2	Jaskanis 2005.
5	11 Podwiesiek 2 (2005)	91	EDS Firma Edax	A1–B2	Bokinić 2005.
6	12 Netta (2007)	49	EDAX-9800 / V.5 results interpretation	C–D	Bitner-Wróbleńska 2007.
7	13 Oblin (2007)	31		B1–B2	Czarnecka 2007.
8	14 Ciebłowice Duże (2008)	13	EDAX-9800 / V.4 Metallographische Untersuchungen	B2–C1	Dzięgielewska/ Kulczyńska 2008.
	Σ	397			
9	Kowalewko	10	EDXS; AAS; Mikroskopie	B2/C1	Skorupka 2001.
10	Bunt- und Edelmetallararbeiten (RGMA 1998)	778	RFA; AAS (25); ESMA/ Metallographie / 73 Fundorte; 519 Analysen an germanischen Gegenständen	B1–D	Voß/Hammer/ Lutz 1998.
11	Fedderson Wierde (2006)	37	10 Objekte; atmosphärische REM	B2–D	Schuster 2006.
12	Bad Pyrmont, Brunnenfund (1999)	63	RFA	C	Teegen 1999.
13	Marwedel (1999)	20	RFA	B2	Gaedke-Eckhardt 1999.
14	Gommern (2010)	141 (+12)	60 Objekte; atmosphärische REM	C2	Füting 2010; Gaedke-Eckhardt 1999.
15	Kleinzerbst (1998)	22	REM an 6 Goldberlocken	B1–B2	Kersten/Klein 1998.
16	Mühlberg (1998)	125	RFA – davon 97 RGMA/ Metallographie	C1–D	Laser/Hammer/ Lutz 1998.
17	Warburg-Daseburg (1990)	13	AAS	B1	Günther 1990.
18	Dobřichov-Piřhora; Trebusice (1999; 2004)	305 (404)	RFA; NAA (1999: 126/37)	B1–B2	Droberjar/Frána 2004;Frána 1999; Ders. 2010.
19	Mušov (2002)	26 (+ x)	18 Objekte; AAS; RFA; (REM)	B2/C1	Ptáčkova 2002.
20	<i>Colonia Ulpia Traiana/</i>	51	EDS	frühe KZT	Boelicke 2002.
21	Haltern (2001)	124	AAS (nur Fibeln)	frühe KZT	Müller 2002; Riederer 2001.
22	<i>Aug. Vindelicorum/</i> Augsburg (2001)	107	AAS	mittlere KZT	Riederer 2001.
23	<i>Cambodunum/</i> Kempten (1993)	102	AAS	frühe–späte KZT	Riederer 1993a; Ders. 2001.
24	<i>Augusta Raurica/</i> Augst (1995)	97	AAS	frühe–späte KZT	Furger/Riederer 1995.
25	Neupotz, Alamannenbeute (1993)	312	AAS	späte KZT	Riederer 1993b; 2001.
	Σ (gesamt)	2841 + x			

Tab. 1 Übersicht publizierter Materialanalysen kaiserzeitlicher Bunt- und Edelmetallararbeiten (Auswahl). Zu den im RGMA-Projekt einbezogenen Fundstellen siehe Voß, Hammer und Lutz 1998, 123–157, Abb. 1. Die Zahl in Klammern verweist auf die jeweilige Literatur.

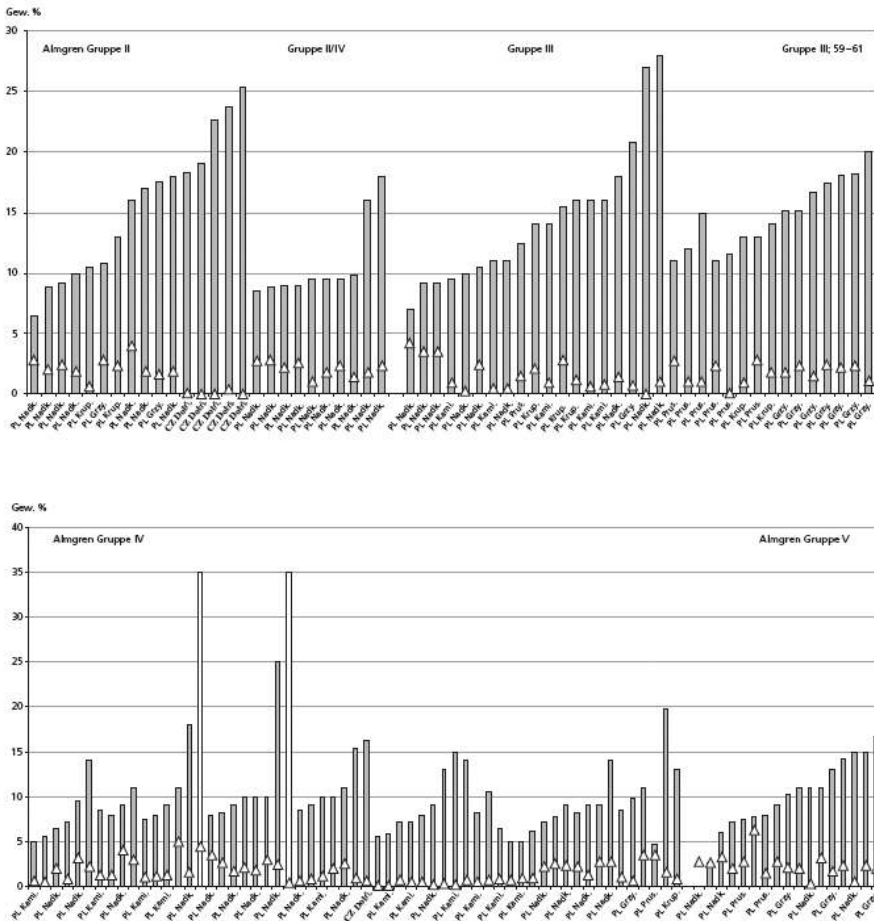


Abb. 5 Vergleich der Zinkgehalte (Säulen) und Zinngehalte (Dreiecke) ausgewählter Fibeln Almgren Gruppen II-V der Gräberfelder Dobřichov-Píchora (CZ), Grzybnica, Kamiieńczyk, Krupice, Nadkole und Pruszcz Gdański (PL). Die für antikes Aurichalcum ungewöhnlich hohen Zinkgehalte von 35 % an Fibeln aus Nadkole, Gräber 1 und 114, sind ungefähre Werte. Nachweise: Hammer und Voß 2011, 225–228, Tab. 11,3, Abb. 63 und 64.

gen als Lotrest verloren gegangener Pressblechlagen oder verzinnete Oberflächen aufweisen. Der Vergleich publizierter Analysen überwiegend frühkaiserzeitlicher Fibeln der Wielbark- und Przeworsk-Kultur in Polen sowie aus Böhmen unterstreicht die zum Messing getroffene Aussage (Abb. 5), dass dieses Metall neben den optimalen Verarbeitungseigenschaften auch durch seine Farbe besticht. Die Mehrzahl der Stücke weist dabei Zinkgehalte zwischen 5 und 15 % auf.²²

22 Hammer und Voß 2011, 202–207 Abb. 62–65.

Messungen der elektrischen Leitfähigkeit als erstes Mittel zur Einschätzung des vorliegenden Materialspektrums am Hortfund von Łubiana ergaben, dass auch hier das Gros der frühkaiserzeitlichen Fibeln aus Messing und in wesentlich geringerer Anzahl aus gering mit Zinn und/oder Blei legiertem Kupfer gefertigt worden ist. Zinnbronze mit Zinngehalten um 10 % ist dagegen offenbar deutlich unterrepräsentiert.²³

Im Gegensatz zu Sachgütern aus Bronze und Messing stehen nur vergleichsweise wenige Analysedaten von Gegenständen aus Gold und Silber zur Verfügung. Dabei deutet sich ein Trend zum häufigeren Einsatz von Silberlegierungen mit Silbergehalten zwischen 65 bis 84 % seit der späten Römischen Kaiserzeit, also dem ausgehenden 2. Jahrhundert n. Chr., an, während Daten römischer Erzeugnisse, vor allem Gefäße, Silbergehalte > 95 % oder zwischen 85 und 94 % aufweisen.²⁴ Wie bekannt, setzt sich der Trend zur Verwendung von Silber mit geringem Feingehalt während der Völkerwanderungszeit und Merowingerzeit fort.²⁵

Bevor wir uns der Herstellungstechnik und verschiedenen Arten der Oberflächenveredelung zuwenden, sei daran erinnert, dass die hier für Vergleiche zwischen dem mitteleuropäischen Barbaricum und dem Römischen Reich vorgenommene Ansprache ‚germanischer‘ und ‚römischer‘ Sachgüter nicht immer mit jener Eindeutigkeit getroffen werden kann, wie noch vor einem halben Jahrhundert angenommen worden ist. Das Beispiel der auf römischen Boden weit ab vom Hauptverbreitungsgebiet gefertigten Augenfibeln der preußischen Nebenserie ist dafür ein ebenso mahndendes Beispiel,²⁶ wie die seinerzeit von Claus von Carnap-Bornheim beispielhaft analysierten Zierscheiben des Thorsberger Moorfundes als Repräsentanten einer „römisch-germanischen Mischkultur“; die inzwischen eine ganze Palette weiterer Beispiele umfasst.²⁷

Dennoch ist die im Ergebnis des *Edel- und Buntmetallarbeiten*-Projektes der RGK vorgelegte Tabelle zum Technologievergleich zwischen dem Römischen Reich und der Germania (Tab. 2), soweit ich sehe, akzeptiert worden.²⁸ Sichtbar werden dabei für die Germania technische Innovationen, deren Übernahme zum einen in etwa mit dem Horizont der Markomannenkriege und somit dem Wandel von der frühen zur späten Römischen Kaiserzeit im Verlaufe der zweiten Hälfte des 2. Jahrhunderts n. Chr. zusammenfällt; zum anderen solche, die mit den tiefgreifenden Veränderungen ab der zweiten Hälfte des 4. Jahrhunderts, dem Beginn der sogenannten Völkerwanderungszeit, korrelieren. Dabei bestehende Forschungslücken sind ebenso wie die jeweils besonders interessierende Herstellungs-, Veredelungs- und Verzierungstechnik hervorgehoben. So konnte zum Beispiel für die späte Römische Kaiserzeit im Untersuchungsgebiet ein

23 Hammer und Voß 2011, 202–207, Abb. 60–61.

24 Voß, Hammer und Lutz 1998, 286–288, Abb. 44–45.

25 Zum Beispiel Riederer 1998; Laser, Hammer und Lutz 1998, 258; Plahter und Simensen 2002.

26 Voß 2008a, 343–344 Abb. 1.

27 Von Carnap-Bornheim 1997; Blankenfeldt 2008, 56–59; Matešić 2008, 101.

28 Voß, Hammer und Lutz 1998, 307–312 Tab. 39; Voß 2008a, 350–356, Tab. 2; Brather 2004, 440–445, Tab. 14.

Herstellungs-, Veredelungs- und Verzierungs-technik	Römisches Reich			Germania		Völker- wande- rungszeit
	frühe	mittlere	späte	frühe	späte	
	Kaiserzeit			Römische Kaiserzeit		
1. Guß						
Kokillenguß (Metallform)	? ○	○ ●	?	?	■ ■	?
Schleuderguß	?	●	?	–	–	–
f. Durchbrucharbeiten	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	◆ ?	?	?
2. Spanende Formänderung						
Drehen	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	–	–	?
3. Spanlose Formänderung						
Drücken	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	–	–	?
Schmieden im Gesenk	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	○ ● ○ ●	○ ● ○ ●	?
Prägen (Preßbleche)	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■	◆ ■ ◆ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■
Ziehen (Draht) (1)	□ ○ □	□ ○ □ ○ □	□ ○ □	□ □ □ □	□ ○ □	□ □ □ □ ■
4. Verbindungstechnik						
Löten (2)	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	?	■ ◆	◆ ■ ■ ■
Schweißen	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	–	–	?
5. Veredeungs- und Verzierungs-technik						
Plattieren/(Folien)	■ ■ ■ ■	◆ ■ ◆ ■ ◆	■ ◆ ■	■ ◆ ■	◆ ■ ◆ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■
Verzinnen	■ ■ ■ ■	■ ◆ ■ ◆ ■	■ ■ ■ ■	?	◆ ■ ◆ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■
– - „incocilia“	PLINIUS	■ ■ ● ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	?	?	■ ■ ■ ■
„Weißsieden“ (Ag)	■ ◆ ■	■ ◆ ■ ◆ ■	■ ■ ■ ■	–	?	?
Blattvergoldung	PLINIUS	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	?	■	■ ■ ■ ■ ■ ■
Feuervergoldung	PLINIUS	■ ◆ ■ ◆ ■	■ ■ ■ ■	–	■ □	■ ■ ■ ■ ■ ■
Diffusionsbindung (3)	● ? ●	● ? ●	● ? ●	● ?	■ ◆ ■ ◆ ■	● ● ●
Emallieren	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	–	–	–
Niellieren	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	–	–	■ ■ ■ ■ ■ ■
Tauschieren (auch Fe)	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■	■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■
Kerbschnitt	–	–	■ ■ ■ ■	–	–	■ ■ ■ ■ ■ ■
Filigran	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■	■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■
Granulation	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■	■ ■	? ■

Tab. 2 Vergleich ausgewählter Herstellungs-, Verzierungs- und Veredelungstechnik an Bunt- und Edelmetallar-
arbeiten im Römischen Reich und im elbgermanischen Teil des Barbaricums.

- Belege (Literatur) ◆ Belege durch eigene Untersuchungen
- Umstritten (Literatur) ● Vermutet (eigene Untersuchungen)
- Vermutet (Literatur) – Bislang kein Nachweis bekannt oder ungebräuchlich

Rot Für den Nachweis der Übernahme römischer Technik von besonderem Interesse.

(1) Zur Verlängerung durch Querschnittsverringering. – (2) Lötverbindung belastbarer Teile wie Gefäßattachen, Nadelhalter von Fibeln etc. (Festigkeitsverbindung). – (3) Für Vergoldung auf Silber (Pressbleche).

Incocilia: Plinius, Naturalis Historia 34, 162, vgl. Projektgruppe Plinius 1989. – **Blattvergoldung:** Plinius, Naturalis Historia 33, 61; 33, 64, vgl. Projektgruppe Plinius 1993. – **Feuervergoldung:** Plinius, Naturalis Historia 33, 58–68; 33, 80–94; 33, 99–100; 123; 125, vgl. Projektgruppe Plinius 1993.



Abb. 6 Illerup-Ådal, Skanderborg Amt (Jütland, DK). Verzinnung und Silberplattierung an Pferdegeschirrtteilen. Links: Verzinnte Anhänger WHR und SWA der Garnitur SAKX; rechts oben und unten: Silberplattiertes Pferdegeschirr SARM: VEQ; SARG: YDC.

Trend zur komplexeren Anwendung der Gusstechnik, auch unter Einsatz metallener Gussformen aus Kupferlegierungen,²⁹ aufgezeigt werden.

2.2 Oberflächenveredelung und -verzierung

Besonders aussagekräftig für Fragestellungen technologischer Innovationen und des damit zu verknüpfenden Technologietransfers sind jedoch noch immer Verfahren, die unter Oberflächenveredelung und Verzierung zusammengefasst werden können. Dabei ist zu unterscheiden zwischen Techniken, die wie die Tauschierung oder die Verwendung von Filigran als Modeerscheinungen während ihrer ‚Hochphasen‘ eine Breitenwirkung entfaltet haben und an zahlreichen Gegenständen unterschiedlichster Verwendung zum Einsatz kamen, und solchen, die wie etwa die Granulation oder einige Arten der Vergoldung weniger häufig, dafür aber regelhaft an Erzeugnissen auftreten, die mit einem elitären oder ‚fürstlichen‘ Milieu verknüpft werden können. Zu berücksichtigen ist ferner, dass nicht jede Technik der Oberflächenveredelung per Augenschein zweifelsfrei erkennbar ist und oftmals erst der ‚mikrostrukturelle Befund‘ die Verifizierung ermöglicht.

Dies trifft auch auf die Verzinnung zu, die sich nicht immer so eindeutig wie an den Riemenzungen (WHR und SWA) des Pferdegeschirrs (SAKX) aus Illerup (Abb. 6)³⁰ oder

29 Vgl. zum Beispiel Voß, Hammer und Lutz 1998, 322 (s.v. Kokille), Abb. 17,1.2; Bayley und Butcher 2004, 28–29.

30 Von Carnap-Bornheim und Ilkjær 1996a, 107–109, Abb. 76; von Carnap-Bornheim und Ilkjær 1996b, 105–106.; von Carnap-Bornheim und Ilkjær 1996c, Taf. 106; Voß, Hammer und Lutz 1998, 304, Taf. 54,2.3.

den inzwischen von Arne Jouttijärvi vorgelegten Beispielen aus den Heeresausstattungsopfern von Ejsbøl in Nordschleswig nachweisen lässt.³¹ Die derzeit vorliegenden Daten deuten darauf hin, dass diese Technik sporadisch seit der frühen Römischen Kaiserzeit an germanischen Fibeln und anderen Gegenständen angewendet worden ist. Ebenfalls seit der frühen Kaiserzeit wird die Plattierung praktiziert. Dabei kamen nicht nur Edelmetalle zum Einsatz; unter Gürtelbeschlägen aus Ejsbøl sind auch mit Messingblech plattierte bronzene Stücke nachgewiesen worden.³²

Wie Plattierungen sind auch Filigran und Granulation in der Regel per Augenschein erkennbar, wobei das recht unvermittelte Auftreten dieser Verzierungstechnik an skandinavischen und mitteleuropäischen Goldschmiedearbeiten des 1. Jahrhunderts n. Chr. noch Fragen offen lässt. Hier und bei den ebenfalls ab dem ersten nachchristlichen Jahrhundert auftretenden Vergoldungen werden m. E. auch die Anfänge eines handwerklichen Spezialistentums sichtbar, das Erhard Cosack im Ergebnis seiner Studien an frühkaiserzeitlichen Fibeln als „germanisches Metallhandwerk mit Qualitätserzeugnissen“ bezeichnet und Jan Schuster bei der Analyse der Funde aus den Gräbern von Lübrow/Lubieszewo eindrucksvoll dargestellt hat.³³

Nunmehr 15 Jahre nach den Untersuchungen an den Funden von Gommern und aus weiteren spätkaiserzeitlichen Körpergräbern bleibt festzuhalten, dass der eindeutige naturwissenschaftliche Nachweis von Feuervergoldung und Blattvergoldung an germanischen beziehungsweise als solchen erachteten Erzeugnissen aus der Zeit vor dem 5. Jahrhundert n. Chr. auf die beiden Stücke aus dem Grab von Gommern, den Schildbuckelaufsatz und den Prunkgürtel, beschränkt bleibt.³⁴ Für andere in der Literatur genannte Beispiele wie das Pressblech der Scheibenfibel von Tangendorf (Kreis Harburg)³⁵ oder Ledergoldbezug einer Schwertscheide aus Grab I von Bjergby auf Mors³⁶ aus dem 3. Jahrhundert n. Chr. fehlen derartige Bestätigungen.³⁷ Die Ansprache erfolgte hier letztlich wie in anderen Fällen auch ‚nach Augenschein‘ oder aber auf Grund herstellungstechnischer Erwägungen.³⁸

31 Jouttijärvi 2003, 70.

32 Jouttijärvi 2003, 73.

33 Cosack 1979, 82; Schuster 2010, 67–73 und 303.

34 Becker 2010, 87, 107, Taf. 63,2; 110,6; 132.

35 Aufderhaar 2009, 36 Abb. 4.

36 Für Auskünfte zu diesem Stück danke ich Herrn Lars Jørgensen, Nationalmuseum Kopenhagen, sehr herzlich.

37 Albrethsen 1994, 51–52, Abb. 5; Becker 2010, 87.

38 Aufderhaar 2009, 36. – Zu den dort für die Scheibenfibel von Tangendorf und für andere Stücke mit sehr stark verformten Pressblechen geäußerten herstellungstechnischen Einwänden gegen die Verwendung diffusionsvergoldeter Silberbleche ist

anzumerken, dass deren Goldschicht wesentlich stärker als Blattgold sein kann und experimentelle Untersuchungen von Peter Hammer zur Diffusion von Blattgold in Silber gezeigt haben, dass erst bei länger anhaltender Temperatureinwirkung von deutlich über 300 C die Vergoldung ‚ausbleicht‘ (Voß, Hammer und Lutz 1998, 192 Taf. 58). Zudem haben die umfangreichen Experimente zur Herstellung vergoldeter Silberbleche für den Schild von Gommern die Möglichkeit des Zwischenglühens erwiesen (Sieblist 2010b, 300; bes. 302). Weitere Experimente sollten klären, ob Diffusionsvergoldung tatsächlich nur zum Einsatz bei „sehr flach gestalteten Pressblechen“ geeignet ist.

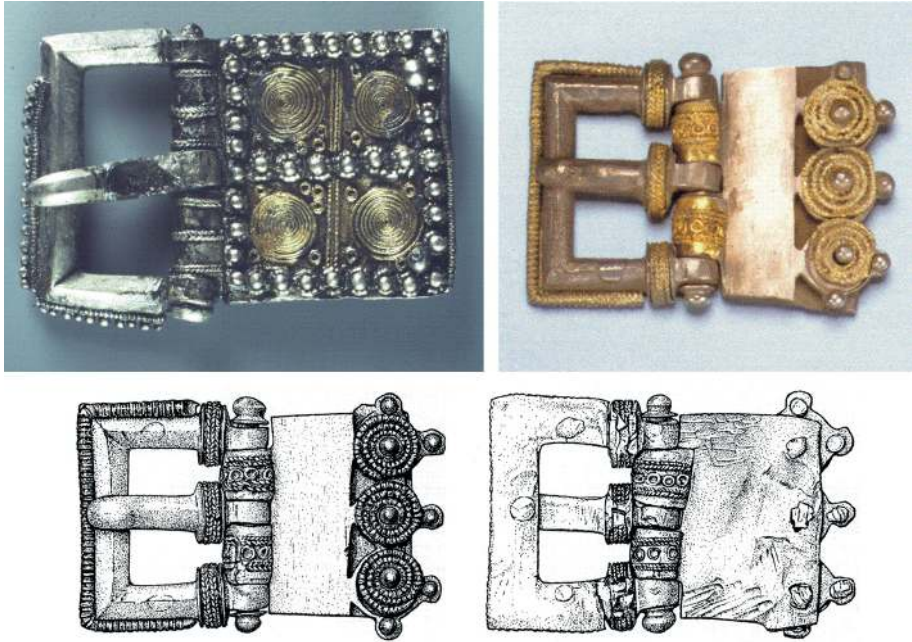


Abb. 7 Mušov, Kr. Brno-Venkov (Mähren, CZ), Silberschnalle mit Filigran und Goldplattierung aus dem ‚Königsgrab‘ (oben rechts und unten) im Vergleich mit der Silberschnalle aus Hagenow, Lkr. Ludwigslust-Parchim, Grab 1/1995 (oben links). M 1:1.

Untersuchungen an vergoldeten Ausrüstungsgegenständen aus verschiedenen Bestatungen der ‚Römergräber-Nekropole‘ von Hagenow (Lkr. Ludwigslust) in Westmecklenburg ergaben ebenfalls keine Bestätigung für die vermutete Feuervergoldung oder die Verwendung von Blattgold. Demgegenüber sind Plattierungen mit Goldfolien an Gegenständen aus elitären, ‚fürstlichen‘ oder im Falle von Mušov in Mähren (CZ) gar als ‚königlich‘ apostrophierten Grablegen seit dem 1. Jahrhundert n. Chr. bekannt und in letztgenanntem Fall wiederum mit einer hoch spezialisierten Werkstatt im Umfeld des Herrschaftssitzes verbunden worden.³⁹ Allerdings konnte Jan Schuster bei der Untersuchung der Funde von Lübsow/Lubiszewo in Pommern überzeugende Argumente beibringen, dass die silbernen, goldplattierten Gürtelbeschläge aus dem Aushub von Tunnehult Grab 1 technologisch mit denen aus Mušov übereinstimmen und vermutlich von Handwerkern aus dem Norden gefertigt worden sind.⁴⁰ Die hier anzuschließende silberne Schnalle aus Hagenow, Grab 1/1995 – formal einem Schnallenpaar aus

39 Tejral 2002, 158.

40 Schuster 2010, 158 und 303, Taf. 58,5.

dem Grab von Mušov sehr nahe stehend und wohl der gleichen Werkstatt zuzurechnen (Abb. 7) – trägt mit etwa 9–10 μm starker Goldfolie plattiertes Silberfiligran.⁴¹ Vergleichbare Stärken weist die Vergoldung der Silberbecherfragmente aus dem zerstörten Komplex 5/1995 auf. Für den Prachtgürtel aus Grab 9/1995 mit – im Gegensatz zum gebogenen Blech aus dem Thorsberger Moorfund⁴² – auf Kontur geschnittenen Vergoldungen dürfte ebenfalls derartige Folie⁴³ zum Einsatz gekommen sein; leider ließ sich an den für mikroskopische Untersuchungen zugänglichen Fragmenten die Stärke der Goldauflage nicht messen. Wie die Plattierung von Silberpressblech mit Goldfolie durch Druckanwendung funktionieren kann, hat Jaroslav Strobin ausgehend von Beobachtungen an Schildfibeln des 3. Jahrhunderts n. Chr. von Pruszcz-Gdański experimentell demonstriert.⁴⁴

Hieran anzuschließen ist die in den zurückliegenden Jahren intensiv untersuchte Diffusionsbindung zur Herstellung von vergoldetem Silberblech, das an Ausrüstungsgegenständen der skandinavischen Heeresbeuteopfer in großer Menge vertreten ist. Aber auch im ‚zivilen‘ Milieu der späten Römischen Kaiserzeit sind derartige Bleche nicht allzu selten. Das Herstellungsverfahren konnte durch metallkundliche Untersuchungen unter anderem an Proben aus Klein Körös bei Berlin und Illerup in Jütland sowie durch umfangreiche Untersuchungen und Experimente bei der Bearbeitung des Schildbuckels aus dem Grab von Gommern nachvollzogen werden.⁴⁵ Noch unklar ist, wann und wo die Impulse zur Anwendung dieser Technik durch germanische Handwerker erfolgten: schon vor oder erst im Zuge der Markomannenkriege, im mittleren Donaugebiet oder in Südsandinavien? Nicht ganz auszuschließen ist auch, dass einige Handwerker im Barbaricum im Zuge des Experimentierens mit der Plattierung von Silberblechen dieses effektive Verfahren selbst entwickelt haben.

3 Ausblick: Erforschung kaiserzeitlichen Feinschmiedehandwerks

Deutlich wird anhand der gezeigten Beispiele, dass germanische Handwerker bestrebt waren, praktikable und von zusätzlichen Materialimporten wie Quecksilber für die Feuervergoldung unabhängige Verfahren anzuwenden, bei denen Materialeinsatz und erzielter Effekt in einem günstigen Verhältnis zueinander standen. Meines Erachtens völlig zu Recht haben Ruth Blankenfeldt und jüngst Alexandra Pesch bei der Diskussion

41 Voß 2008b, 61, Abb. 12.

42 Becker, Fütting und Hammer 2003, 182, Abb. 9; Blankenfeldt 2008, Abb. 2.

43 Von Blechen wird erst ab einer Stärke von 1/10 mm (= 100 μm) gesprochen (Wolters 2006, 179).

44 Strobin 2007.

45 Voß, Hammer und Lutz 1998, 192, Taf. 46–49, 59–62; Sieblist 2010b, 300–302, Taf. 140 und 141 (s.o. Anm. 38).

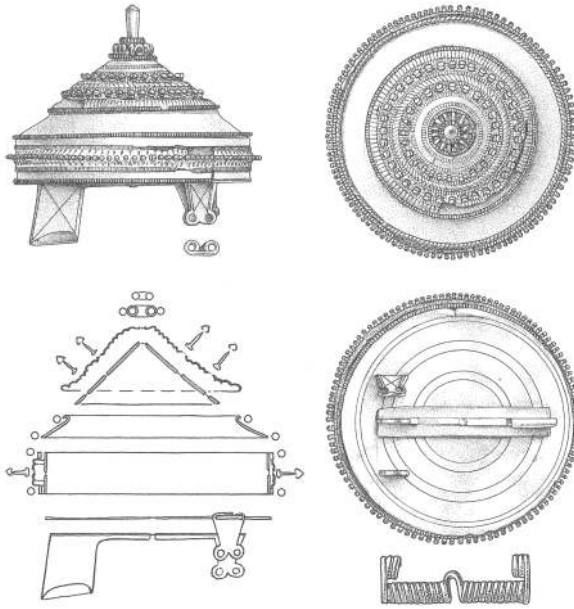


Abb. 8 Dienstedt, Gde. Ilmtal, Ilm-Kreis (Thüringen), silbernes Tutulusfibelpaar. M. 2:3.

des figürlich verzierten Thorsberger Bleches beziehungsweise des Bildergürtels aus dem Hagenower Grab 9/1995 von hochqualifizierten Handwerkern in spezialisierten Werkstätten gesprochen, die derartige Erzeugnisse herstellen konnten.⁴⁶

Eine ganze Reihe von Sachgütern und Argumenten sprechen für ein nicht nur nach individuellen Fähigkeiten und Könnerschaft, sondern auch nach Ausbildung – unter Umständen sogar auf römischem Boden – und den Zugriffsmöglichkeiten auf Edelmetalle und geographischer Mobilität differenziertes Feinschmiedehandwerk, dessen Spitzenvertreter die Ansprüche germanischer Eliten befriedigen konnten. Dass es daneben weniger spezialisierte und qualifizierte, individuell dennoch äußerst fähige Handwerker gegeben haben wird, die zudem nicht ‚hauptberuflich‘, sondern als Hauswirtschaft neben der Landwirtschaft als Feinschmiede tätig gewesen sein müssen, dürfte unbestritten sein. Zu fragen ist aber, ob Qualitätserzeugnisse, die sich in den Gräbern germanischer Eliten der frühen und späten Römischen Kaiserzeit finden und hinsichtlich der verwendeten Materialien, aber auch der Techniken teilweise sehr feine Differenzierungen erkennen lassen – zum Beispiel bei der Verwendung von Goldtauschierung anstelle Silbertauschierung, goldplattiertem Silberfiligran anstelle Pressblech oder Schmucksteinen anstelle Glasmugeln⁴⁷ – wirklich von jedem einigermaßen geschickten Handwerker ohne entsprechende Ausbildung und Erfahrung auch im Umgang mit Edelmetallen

46 Blankenfeldt 2008, 59–60; Pesch 2011, 13.

47 Voß 2008a, 357, Tab. 3.

angefertigt werden konnten? Dass nicht immer das edlere Material, sondern die erkennbar aufwändige Anfertigung die Wirkung von Gegenständen ausmachen, führen die komplex aus silbernen und kupfernen Teilen zusammengesetzten, partiell vergoldeten Dosenfibeln mit allein 120 zweiteiligen silbernen Ziernägeln und 60 Ziernieten aus dem Grab der Dame von Dienstedt (Ilmkreis) deutlich vor Augen (Abb. 8),⁴⁸ denen aus dem Milieu elitärer Krieger die Beschläge der Prunkschilde aus Illerup zur Seite gestellt werden können.⁴⁹ Allerdings kann in diesem Zusammenhang wohl nicht ganz unbegründet davon ausgegangen werden, dass im Barbaricum die im Römischen Reich bestehenden Wertrelationen⁵⁰ von *aes* und *aurichalcum* zu Silber und Gold wie auch das um 1:12 variierende Verhältnis von Gold zu Silber in etwa bekannt gewesen sind.

Ich sehe in den zuletzt genannten Beispielen trotz geäußerter Einwände⁵¹ Zeugnisse für die Existenz einer *cum grano salis* ‚germanischen Hofkunst‘, deren Anfänge bis in das frühe 1. Jahrhundert n. Chr. zurückreichen.⁵² Ebenfalls nicht auszuschließen ist, dass extravagante Erzeugnisse wie der feuervergoldete Schildbuckelaufsatz des Schildes von Gommern oder der blattvergoldete Lederprunkgürtel in diesem Grab⁵³ von provincialrömischen Handwerkern für germanische Auftraggeber hergestellt worden sind.

Abschließend sollen fünf Themenfelder benannt werden, deren Bearbeitung weitere Aufschlüsse über den Stand und die Entwicklung des germanischen Feinschmiedehandwerkes versprechen:

1. Die quantitative Erfassung der überlieferten Bunt- und Edelmetallmengen in den Fundlandschaften beziehungsweise archäologischen Kulturen zur schärferen chorologischen und chronologischen Beurteilung des Zustroms und der Verfügbarkeit dieser Metalle.
2. Materialanalysen an Stichproben von Schmuck- und Ausrüstungsgegenständen in Kombination mit Angaben zur Herstellung – gegossen, geschmiedet, überschmiedetes Gussteil – zur Erfassung technologischer Trends.
3. Die quantitative Erfassung makroskopisch, also per Augenschein erkennbarer Verzierungsstechniken wie Tauschierung, Plattierung, Filigran, Granulation, Verwendung von Pressblech zur Abgrenzung von Werkstattkreisen und Modeströmungen.
4. Untersuchungen zur Vergoldung, insbesondere zur Anwendung der Blatt- und Feuervergoldung vor dem 5. Jahrhundert n. Chr.

48 Schmidt und Bemann 2008, 145–146, Nr. 143, 2.3 Taf. 198, 199.

49 Von Carnap-Bornheim und Ilkjær 1996c z. B. Taf. 54, 58–62, 128–134, 138, 143, 144, 234, 239–242.

50 Vgl. dazu Gorecki 1981, 8–10.

51 Becker 2010, 113–114, 390.

52 Schuster 2010, 289–290, 303.

53 Becker 2010, 83–89, Taf. 10; 59, 2–6.

5. Untersuchungen ausgewählter Gegenstände zur Identifizierung gestalterischer und technischer Besonderheiten von Werkstätten und Werkstattkreisen.

Bibliographie

Abegg 2011

Angelika Abegg. „Metallfunde“. In *Die Germanen und der Limes. Ausgrabungen im Vorfeld des Wetterauer Limes im Raum Wetzlar-Gießen*. Hrsg. von Angelika Abegg und Dörte Walter. Bd. 67. Römisch-Germanische Forschungen. Mainz: Philipp von Zabern, 2011, 81–92.

Abegg-Wigg und Rau 2008

Angelika Abegg-Wigg und Andreas Rau. *Aktuelle Forschungen zu Kriegsbeuteopfern und Fürstengräbern im Barbaricum*. Bd. 4. Schriften des Archäologischen Landesmuseums, Ergänzungsreihe. Neumünster: Wachholtz, 2008.

Albrethsen 1994

Svend Erik Albrethsen. *Bjergby – en jernaldergravplads på Mors*. København: Nationalmuseets Arbejdsmark, 1994.

Aufderhaar 2009

Iris Aufderhaar. „Zu Entwicklungen in der Vergoldungstechnik im germanischen Raum während des 1. Jahrhunderts nach Christus“. *Restaurierung und Archäologie* 2 (2009), 31–46.

Baumeister 2004

Martin Baumeister. *Metallrecycling in der Frühgeschichte. Untersuchungen zur technischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rolle sekundärer Metallverwertung im 1. Jahrtausend n. Chr.* Bd. 3. Würzburger Arbeiten zur Prähistorischen Archäologie. Rahden/Westfalen: Marie Leidorf, 2004.

Bayley und Butcher 2004

Justine Bayley und Sernia Butcher. *Roman Brooches in Britain. A Technological Study Based on the Richborough Collection*. Bd. 68. Reports of the Research Committee of the Society of Antiquaries of London. London: The Society of Antiquaries of London, 2004.

Becker 2009

Matthias Becker. „Germanische Eliten der späten Römischen Kaiserzeit“. In *2000 Jahre Varusschlacht. Imperium – Konflikt – Mythos*. Hrsg. von Varusschlacht im Osnabrücker Land GmbH – Museum und Park Kalkriese. Stuttgart: Theiss, 2009, 358–370.

Becker 2010

Matthias Becker. *Das Fürstengrab von Gommern*. Bd. 63. Veröffentlichungen des Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt – Landesmuseum für Vorgeschichte (2 Bde.) Halle (Saale): Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, 2010.

Becker, Bemann u. a. 2006

Matthias Becker, Jan Bemann, Rudolf Laser, Rosemarie Leineweber, Berthold Schmidt, Erika Schmidt-Thielbeer und Ingrid Wetzel. *Corpus der römischen Funde im europäischen Barbaricum. Deutschland Band 6: Land Sachsen-Anhalt*. Bonn: Habelt, 2006.

Becker, Fütting und Hammer 2003

Matthias Becker, Manfred Fütting und Peter Hammer. „Reine Diffusionsbindung. Rekonstruktion einer antiken Vergoldungstechnik und ihrer Anwendungsbereiche im damaligen Metallhandwerk“. *Jahresschrift für Mitteldeutsche Vorgeschichte* 86 (2003), 167–190.

Becker, Fütting und Schnarr 1998

Matthias Becker, Manfred Fütting und Holger Schnarr. „Metallkundliche und analytische Untersuchungen am Fundmaterial aus dem ‚Fürstengrab‘ von Gommern, Lkr. Jerichower Land“. *Bericht Römisch-Germanische Kommission* 79 (1998), 203–216.

Blankenfeldt 2008

Ruth Blankenfeldt. „Das gebogene Blech aus dem Thorsberger Moor“. In *Aktuelle Forschungen zu Kriegsbeuteopfern und Fürstengräbern im Barbaricum*. Hrsg. von Angelika Abegg-Wigg und Andreas Rau. Bd. 4. Schriften des Archäologischen Landesmuseums, Ergänzungsreihe. Neumünster: Wachholtz, 2008, 55–84.

Brather 2004

Sebastian Brather. *Ethnische Interpretationen in der frühgeschichtlichen Archäologie. Geschichte, Grundlagen und Alternativen*. Bd. 42. Ergänzungsband Reallexikon der Germanischen Altertumskunde. Berlin/New York: de Gruyter, 2004.

von Carnap-Bornheim 1997

Claus von Carnap-Bornheim. „Neue Forschungen zu den beiden Zierscheiben aus dem Thorsberger Moorfund“. *Germania* 75 (1997), 69–99.

von Carnap-Bornheim und Ilkjær 1996a

Claus von Carnap-Bornheim und Jørgen Ilkjær. *Illerup Ådal. Die Prachtausrüstungen. 5. Textband*. Jysk Arkæologisk Selskabs Skrifter 25. Aarhus: Jysk Arkæologisk Selskab, 1996.

von Carnap-Bornheim und Ilkjær 1996b

Claus von Carnap-Bornheim und Jørgen Ilkjær. *Illerup Ådal. Die Prachtausrüstungen. 6. Katalog*. Jysk Arkæologisk Selskabs Skrifter 25. Aarhus: Jysk Arkæologisk Selskab, 1996.

von Carnap-Bornheim und Ilkjær 1996c

Claus von Carnap-Bornheim und Jørgen Ilkjær. *Illerup Ådal. Die Prachtausrüstungen. 7. Tafelband*. Jysk Arkæologisk Selskabs Skrifter 25. Aarhus: Jysk Arkæologisk Selskab, 1996.

Cosack 1979

Erhard Cosack. *Die Fibeln der Älteren Römischen Kaiserzeit in der Germania libera (Dänemark, DDR, BRD, Niederlande, CSSR). Eine technologisch-archäologische Analyse. 1. Armbrustfibeln, Rollenkapppfibeln, Augenfibeln*. Bd. 19. Göttinger Schriften zu Vor- und Frühgeschichte. Neumünster: Wachholtz, 1979.

Eggers 1949/1950

Hans Jürgen Eggers. „Lübsow. Ein germanischer Fürstensitz der älteren Kaiserzeit“. *Præhistorische Zeitschrift* 24–25 (1949/1950), 58–115.

Füting 2010

Manfred Füting. „10.1 Archäometrie an den Funden aus dem Fürstengrab von Gommern“. In *Das Fürstengrab von Gommern*. Hrsg. von Matthias Becker. Bd. 63. Veröffentlichungen des Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt – Landesmuseum für Vorgeschichte. Halle (Saale): Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, 2010, 197–216.

Gebühr 2009

Michael Gebühr. „Reiche Bauern oder Fürsten? Germanische Eliten in der älteren Römischen Kaiserzeit“. In *2000 Jahre Varusschlacht. Imperium – Konflikt – Mythos*. Hrsg. von Varusschlacht im Osnabrücker Land GmbH – Museum und Park Kalkriese. Stuttgart: Theiss, 2009, 342–351.

Gorecki 1981

Joachim Gorecki. *Münzen aus Asberg, Funde aus Asciburgium* 8. Duisburg, 1981.

Hammer und Voß 2011

Peter Hammer und Hans-Ulrich Voß. „Aussagen der elektrischen Leitfähigkeit zur Legierung und Herstellung von Fibeln“. *Bericht Römisch-Germanische Kommission* 90 (2011), 200–229.

Jørgensen 2003

Lars Jørgensen. *Sieg und Triumph: Der Norden im Schatten des Römischen Reiches*. København: Nationalmuseet, 2003.

Jouttijärvi 2003

Arne Jouttijärvi. „Rembeslag fra Ejsbøl“. *Archäologie in Schleswig* 10 (2003), 67–81.

Laser, Hammer und Lutz 1998

Rudolf Laser, Peter Hammer und Joachim Lutz. „Archäologische und metallkundliche Untersuchungen der Silber- und Aes-Funde von Mühlberg, Lkr. Gotha“. *Alt-Thüringen* 32 (1998), 255–294.

Maćzyńska 2011

Magdalena Maćzyńska. „Der frühvölkerwanderungszeitliche Hortfund aus Łubiana, Kreis Kościerzyna (Pommern)“. *Bericht Römisch-Germanische Kommission* 90 (2011), 7–481.

Matešić 2008

Suzana Matešić. „Militaria im Thorsberger Moorfund, Zeugnisse römisch-germanischer Kontakte“. In *Aktuelle Forschungen zu Kriegsbeuteopfern und Fürstengräbern im Barbaricum*. Hrsg. von Angelika Abegg-Wigg und Andreas Rau. Bd. 4. Schriften des Archäologischen Landesmuseums, Ergänzungsreihe. Neumünster: Wachholtz, 2008, 85–104.

Melzer und Capelle 2007

Walter Melzer und Torsten Capelle. *Bleibergbau und Bleiverarbeitung während der römischen Kaiserzeit im rechtsrheinischen Barbaricum*. Bd. 8. Soester Beiträge zur Archäologie. Soest: Mocker & Jahn, 2007.

Pesch 2011

Alexandra Pesch. „Gehörnte Pferde, Elitenkommunikation und synthetische Tradition am Beginn germanischer Bildkunst“. In *Das Miteinander, Nebeneinander und Gegeneinander von Kulturen. Zur Archäologie und Geschichte wechselseitiger Beziehungen im 1. Jahrtausend n. Chr.* Hrsg. von Babette Ludowici und Heike Pöppelmann. Bd. 2. Neue Studien zur Sachsenforschung. Stuttgart: Theiss, 2011, 9–17.

Pesch und Blanckenfeldt 2012

Alexandra Pesch und Ruth Blanckenfeldt. *Goldsmith Mysteries. Archaeological, Pictorial and Documentary Evidence from the 1st Millennium A.D.* Bd. 8. Schriften des Archäologischen Landesmuseums, Ergänzungsreihe. Neumünster: Wachholtz, 2012.

Plahter und Simensen 2002

Unn Plahter und Christian J. Simensen. „Some Characteristic Features of Gilded Jewellery from the 3rd, 5th, and 8th Centuries Found in Norway“. *Germania* 80 (2002), 547–570.

Projektgruppe Plinius 1989

Projektgruppe Plinius, Hrsg. *Plinius der Ältere über Blei und Zinn: Naturalis Historia 34, 156–178 und 33, 94 und 106–108*. Bd. 10. Werkhefte Naturwissenschaften. Tübingen: Attempto Verlag, 1989.

Projektgruppe Plinius 1993

Projektgruppe Plinius, Hrsg. *Gold und Vergoldung bei Plinius dem Älteren*. Bd. 13. Werkhefte Naturwissenschaften. Tübingen: Attempto Verlag, 1993.

Quast 2009

Dieter Quast. „Frühgeschichtliche Prunkgräberhorizonte“. In *Aufstieg und Untergang. Zwischenbilanz des Forschungsschwerpunktes. Studien zu Genese und Struktur von Eliten in vor- und frühgeschichtlichen Gesellschaften*. Hrsg. von Markus Egg und Dieter Quast. Bd. 82. Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums. Mainz: RGZM, 2009, 107–142.

Riederer 1987

Josef Riederer. *Archäologie und Chemie. Einblicke in die Vergangenheit*. Berlin: Rathgen-Forschungslabor, 1987.

Riederer 1998

Josef Riederer. „Metallanalysen der Silberobjekte aus dem Gräberfeld Straubing-Bajuwarenstrasse“. In *Das frühbairische Gräberfeld Straubing-Bajuwarenstrasse I. Katalog der archäologischen Befunde und Funde*. Hrsg. von Hans Geisler. Bd. 30. Internationale Archäologie. Rahden/Westfalen: Marie Leidorf, 1998, 348–355.

Roggenbuck 1988

Petra Roggenbuck. *Untersuchungen zu den Edelmetallfunden der römischen Kaiserzeit zwischen Limes, Nord- und Ostsee*. Bd. 449. BAR International Series. Oxford: Archaeopress, 1988.

Schäfer und Schroth 2008

Andreas Schäfer und Bernhard Schroth. „Das Fragment einer vergoldeten Grossplastik aus Wetzlar-Dalheim, Lahn-Dill-Kreis“. In *Hessen Archäologie. Jahrbuch für Archäologie und Paläontologie*. Stuttgart: Theiss, 2008, 71–73.

Schmidt und Bemann 2008

Berthold Schmidt und Jan Bemann. *Körperbestattungen der jüngeren Römischen Kaiserzeit und der Völkerwanderungszeit Mitteleuropas. Katalog*. Bd. 61. Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt – Landesmuseum für Vorgeschichte. Halle (Saale): Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, 2008.

Schuster 2010

Jan Schuster. *Lübsow. Älterkaiserzeitliche Fürstengräber im nördlichen Mitteleuropa*. Bd. 12. Bonner Beiträge zur Vor- und frühgeschichtlichen Archäologie. Bonn: Vor- und frühgeschichtlichen Archäologie der Universität Bonn, 2010.

Sieblist 2010a

Ulrich Sieblist. „Die Rekonstruktion des Prunkgürtels“. In *Das Fürstengrab von Gommern*. Hrsg. von Matthias Becker. Bd. 63. Veröffentlichungen des Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt – Landesmuseum für Vorgeschichte (2 Bde.) Halle (Saale): Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, 2010, 309–314.

Sieblist 2010b

Ulrich Sieblist. „Die Rekonstruktion des Schildes“. In *Das Fürstengrab von Gommern*. Hrsg. von Matthias Becker. Bd. 63. Veröffentlichungen des Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt – Landesmuseum für Vorgeschichte (2 Bde.) Halle (Saale): Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, 2010, 297–307.

Strobin 2007

Jaroslav Strobin. „Zdobienie foliami metali szlachetnych w metaloplastyce kultury wielbarskiej na przykładzie zapinek płytowatych z Pruszcza Gdańskiego, stan. 7, grób 150 oraz Pruszcza Gdańskiego, stan. 5, grób 17 (Verzierungen mit aus Edelmetallen bestehenden Folien in der Metallplastik der Wielbark-Kultur am Beispiel von Plattenfibeln aus Pruszcz Gdański (Praust), Fundort 7, Grab 150 sowie Pruszcz Gdański (Praust), Fundort 5, Grab 17)““. In *Nowe materiały i interpretacje. Stan dyskusji na temat kultury wielbarskiej*. Hrsg. von Mirosław Fudziński und Henryk Paner. Gdańsk: Muzeum Archeologiczne Gdańsku, 2007, 673–681.

Tejral 2002

Jaroslav Tejral. „Die Sporen“. In *Das germanische Königsgrab von Mušov in Mähren. Teil 1*. Hrsg. von Jaroslav Peška und Jaroslav Tejral. Bd. 55. Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums 1. Mainz: RGZM, 2002, 141–188.

Tejral 2006

Jaroslav Tejral. „Die germanische Giessereiwerkstatt in Pasohlávky (Bez. Břeclav). Ein Beitrag zur Frage der Fernhandels- und Kulturbeziehungen nach den Markomannenkriegen. (Germánská kovolitecká dílna v Pasohlávkách (okr. Břeclav). Příspěvek k otázce dálkových obchodních a kulturních vztahů po markomanských válkách)“. *Památky Archeologické* 97 (2006), 133–170.

Voß 2008a

Hans-Ulrich Voß. „Fremd, nützlich, machbar. Römische Einflüsse im germanischen Feinschmiedehandwerk“. In *Zwischen Spätantike und Frühmittelalter. Archäologie des 4. bis 7. Jahrhunderts im Westen*. Hrsg. von Sebastian Brather. Bd. 57. Ergänzungsband Reallexikon der Germanischen Altertumskunde. Berlin/New York: de Gruyter, 2008, 343–365.

Voß 2008b

Hans-Ulrich Voß. „Parum – Putensen – Pavia? Anmerkungen zur Archäologie der Langobarden an der Niederelbe“. In *Kulturwandel in Mitteleuropa. Langobarden – Awaren – Slawen*. Hrsg. von Jan Bemmman und Michael Schmauder. Bd. 11. Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte. Bonn: Habelt, 2008, 50–78.

Voß 2009 (2011)

Hans-Ulrich Voß. „Rezension zu ‚Martin Baumeister, Metallrecycling in der Frühgeschichte. Untersuchungen zur technischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rolle sekundärer Metallverwertung im 1. Jahrtausend n. Chr. Würzburger Arbeiten zur Prähistorischen Archäologie 8 (Rahden/Westfalen 2004)““. *Germania* 87.1 (2009 (2011)), 323–327.

Voß 2013

Hans-Ulrich Voß. „Roman Silver in ‘Free Germany’: Hacksilber in Context“. In *Late Roman Silver. The Traprain Treasure in Context*. Hrsg. von Fraser Hunter und Kenneth Painter. Edinburgh: Society of Antiquaries of Scotland, 2013, 305–319.

Voß, Hammer und Lutz 1998

Hans-Ulrich Voß, Peter Hammer und Joachim Lutz. „Römische und germanische Bunt- und Edelmetallfunde im Vergleich. Archäometallurgische Untersuchungen ausgehend von elbgermanischen Körpergräbern“. *Bericht Römisch-Germanische Kommission* 79 (1998), 107–382.

Wolters 2006

Jochem Wolters. „Vergolden. §1c Blattgold, -folie, -blech“. In *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde*. Bd. 32. Berlin/New York: de Gruyter, 2006, 179.

Abbildungs- und Tabellennachweis

ABBILDUNGEN: 1 Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Photo: Andrea Hörentrup. 2 Photo: J. Strobin. 3 Hans-Ulrich Voß, technische Bearbeitung: K. Ruppel. Römisch-Germanische Kommission. 4 Hans-Ulrich Voß. Technische Bearbeitung: K. Ruppel (Römisch-Germanische Kommission). 5 Hans-Ulrich Voß. Technische Bearbeitung: K. Ruppel (Römisch-Germanische Kommission). 6 Moesgård Museum, Højbjerg, Dänemark. Photos: P. Dehlholm. 7 Oben rechts und unten (Mušov, Kr.

Brno-Venkov): Römisch-Germanisches Zentralmuseum Mainz. Photo. V. Iserhardt, Zeichnung: F. J. Hassel; oben links (Hagenow, Lkr. Ludwigslust-Parchim): Landesamt für Kultur und Denkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern, Landesarchäologie. Photo: S. Suhr. 8 Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Landesmuseum für Vorgeschichte Halle/Saale. **TABELLEN:** 1 Hans-Ulrich Voß. 2 Hans-Ulrich Voß.

HANS-ULRICH VOSS

Studium der Ur- und Frühgeschichte an der Humboldt-Universität zu Berlin, Dr. phil. 1987 mit Dissertation zur völkerwanderungszeitlichen Besiedlung; Mitarbeiter im Projekt *Corpus der römischen Funde im europäischen Barbaricum*; 1994–1997 Mitarbeit am Projekt *Römische und germanische Bunt- und Edelmetallfunde im Vergleich. Archäometallurgische Untersuchungen ausgehend von elbgermanischen Körpergräbern*. Seit 2011 wissenschaftlicher Referent an der Römisch-Germanischen Kommission des Deutschen Archäologischen Instituts.

Dr. Hans-Ulrich Voß
Römisch-Germanische Kommission des
Deutschen Archäologischen Instituts
Palmengartenstr. 10–12
60325 Frankfurt a. M., Deutschland
E-Mail: voss@rgk.dainst.de

Barbara Niemeyer

Formfeinpunzen. Eine chorologische und chronologische Übersicht anhand von Einzelbeispielen

Zusammenfassung

Ziel jeden Punzenvergleiches ist es, Objekte mit identischen Werkzeugabdrücken zu identifizieren, um eine Feinschmiedewerkstatt postulieren zu können. Nach einer Begriffsklärung wird die Untersuchungsmethodik mit Hilfe von schnell abbindendem Zahnarzt silikon beschrieben und ein Überblick über vergleichbare Untersuchungen und deren Ergebnisse gegeben. Insbesondere die frühkaiserzeitlichen Silbergefäße des Hildesheimer Silberfundes und des skythischen Goldfundes von Vetttersfelde, die beide in der Antikensammlung der Staatlichen Museen zu Berlin SPK verwahrt werden, wurden eingehend beobachtet. Palmettenpunzen scheinen ausschließlich in der Vesuvgegend eingesetzt worden zu sein. Tropfenförmige Punzen konzentrieren sich das 2. und 3. Jahrhundert n. Chr. Eierstabpunzen in zwei Qualitätstypen haben eine extrem lange Verwendungszeit beginnend mindestens im 6. Jahrhundert v. Chr. Kreis- und Halbkreispunzen sind die einfachsten und daher wohl die variantenreichsten Typen. Deutlich wird aber, dass in allen Epochen ein gewisser Typenkanon von Formfeinpunzen zum Arbeitsgerät eines Feinschmiedes gehörte.

Keywords: Feinpunze; Feinschmiedehandwerk; Silber; Gold; Silikon.

The aim of the comparison of punchmarks is the identification of one and the same workshop for objects from different find spots. Terms are explained, the method described taking silicon rubber moulds, and a review of earlier assessments is given. Especially the vessels from the Hildesheim Roman silver treasure and the three large gold ornaments from the Scythian Vetttersfelde find were investigated which are both on display in the Collection of Classical Greek and Roman Antiquities of the National Museums in Berlin. Punches with palmettes seem to be specifically used in the Vesuvius region. Drop-shaped punches are concentrated in the 2nd and 3rd centuries AD whereas egg-and-dart punches were used at least since the 6th century BC. Circle and semi-circle punches are the simplest forms and

Barbara Armbruster, Heidemarie Eilbracht, Oliver Hahn, Orsolya Heinrich-Tamáská (eds.) |
Verborgenes Wissen: Innovation und Transformation feinschmiedetechnischer Entwicklungen
im diachronen Vergleich | Berlin Studies of the Ancient World 35 (ISBN 978-3-9816751-5-3;
URN urn:nbn:de:kobv:188-fudocsdocumento0000024684-8) | www.edition-topoi.de

appear in a vast amount of variants. In all periods, a certain selection of differently formed punches has been part of a metal smiths' toolbox.

Keywords: Punch marks; repoussé punching; smithing non-ferrous metals; silver; gold; silicon rubber.

1 Einführung und Definition

Formfeinpunzen sind eine bislang wenig beachtete Werkzeuggruppe, die zur Verzierung insbesondere von Metalloberflächen eingesetzt wird. Der Nachweis identischer Formpunzen auf unterschiedlichen Objekten ist ein sicherer Beleg für ihre gleichzeitige Anfertigung mit den gleichen Werkzeugen; sie müssen somit den gleichen Ursprung haben, also chronologisch wie chorologisch identisch sein.¹

Formfeinpunzen sind „stiftförmige Schlagwerkzeuge zur plastischen Verformung“ und „dienen zum Ziselieren, Treiben und Glätten“.² Mit Musterpunzen werden wiederholt die gleichen Muster durch möglichst kräftige Einzelschläge in die Metalloberfläche eingebracht, es sind aber auch immer wieder leicht versetzte Mehrfachabschläge zu beobachten. Für ein Gelingen des Punzierens sind die Metallstärke, die Schärfe der Punze und das Geschick des Feinschmiedes von Bedeutung, aber auch Art und Härte der Punzunterlage beeinflussen die Ausführung: Bei einer harten Unterlage wird das Metall beim Abschlagen der Punze vorwiegend zur Seite verdrängt, sodass auf der Unterseite nur ein leichtes Relief der Punzierung entsteht (Abb. 1). Bei einer weichen und dehnbaren Unterlage, zum Beispiel Treibkitt, wird das Metall gedehnt. So kann durch die Punzierung eine reliefartig-plastische Verformung erzeugt werden, was die englische Bezeichnung ‚repoussé punching‘ deutlich zum Ausdruck bringt (Abb. 2).

Formfeinpunzen zeigen ihre Ziermotive üblicherweise im Positiv, sodass die Motive in die Metallfläche eingetieft werden. Bei Hohl- und Perlstabpunzen ist dies umgekehrt, hier sollen durch negativ geformte Punzköpfe leicht plastische Verzierungen in der Metalloberfläche entstehen.

1 Die Untersuchung berücksichtigt im Wesentlichen Formfeinpunzen auf Edelmetallobjekten, weil diese weniger durch Korrosion angegriffen und daher besser identifizierbar sind.

2 Armbruster 2003. – ‚Die Punze‘ als feminine und ‚der Punzen‘ als maskuline Form werden gleichermaßen verwendet. ‚Stempel‘ wird vielfach synonym für ‚Punze‘ gebraucht, wird hier aber nicht verwendet, weil heute unter Stempel üblicherweise ein Münzstempel verstanden wird.



Abb. 1 Fibel des 9. Jahrhunderts v. Chr. mit S-förmigen Punzabschlägen auf harter Unterlage, angeblich aus Attika. Oben: Oberseite. Unten: Unterseite.



Abb. 2 Mundblech des 9. Jahrhunderts v. Chr. (späte Bronzezeit II) mit hufeisenförmigen Punzabschlägen auf weicher Unterlage, angeblich aus Zypern. Oben: Oberseite. Unten: Unterseite.

2 Methodik

Zur optischen Dokumentation der Formfeinpunzen bzw. ihrer Abschlüge auf Metalloberflächen werden mit einem schnell abbindenden Zweikomponenten-Zahnarztsilikon Abformungen hergestellt, die mit Gold besputtert im Rasterelektro-

nenmikroskop oder graphitiert im Stereomikroskop betrachtet und fotografisch dokumentiert werden können.³ Durch den sparsamen Einsatz von Petroleum zur Verbesserung der Fließfähigkeit des Silikons kann die Bildung von Luftbläschen verhindert und die Zeichnungsfähigkeit verbessert werden. Die Abformungen geben die Formpunzenköpfe mit all ihren Feinheiten und Fehlern exakt wieder, sodass eine Vergleichbarkeit ähnlicher Punzabschläge auf eine mögliche Übereinstimmung anhand von Abbildungen geben ist. Außerdem kann eine auf Zehntelmillimeter genaue Vermessung im Mikroskop durchgeführt werden.

3 Rückblick

Zur Beurteilung von Werkzeugspuren wurden Silikonabgüsse erstmals von Lowery, Savage und Wilkins 1971 eingesetzt, die Gravier- und Ziselierlinien zum Vergleich mit Bronzeobjekten der insularen Eisenzeit experimentell erzeugt haben;⁴ in einer zweiten Publikation 1982 wurden auch Formpunzen dokumentiert, nicht aber auf Punzidentitäten hin verglichen.⁵ Entsprechend hat auch Cosack 1979 Motivpunzen auf frühkaiserzeitlichen Rollenkapfenfibeln lediglich dokumentiert, aber nicht auf Werkzeugidentität überprüft.⁶ Shorer und Goodburn-Brown verwendeten 1987 und 1988 Silikonabgüsse von Metalloberflächen zur Identifizierung von Kristallstrukturen und von nicht-metallischen Materialien, die bei der Bearbeitung von Buntmetallen genutzt wurden, zum Beispiel Holz, Sand, Leder und ähnliches.⁷

Driehaus konnte 1983 mithilfe von Silikonabgüssen bei den beiden goldenen Armringen aus dem keltischen Frauengrab von Waldalgesheim des späten 4. Jahrhunderts v. Chr. nachweisen, dass sie mit den gleichen Formpunzen verziert sind, also aus der gleichen Werkstatt stammen müssen; der Goldhalsring mit Pufferenden wies diese Punzen dagegen nicht auf. Auch bei den bronzenen Zierbeschlägen des Wagenkastens konnten identische Formpunzen beobachtet werden.⁸ Drei Ringe und zwei Herakleskeulen-Anhänger im spätrömischen Schatzfund von Thetford (Großbritannien) weisen Abschläge einer identischen Kreispunze auf. Von elf Formfeinpunzen fanden sich vier identische auf zwei silbernen Plattenfibeln sowie zwei peltaförmigen Anhängern in einer reichen germanischen Frauenbestattung, womit diese vier Schmuckstücke der gleichen

3 Zum Einsatz kommt das Produkt PROFIL[®] novo light, Basis und Katalysator der Firma Heraeus Kulzer GmbH & Co. KG, Hanau; zu beziehen im Dentalbedarfshandel. – Versuche mit einem Digitalmikroskop der Fa. Keyence, durchgeführt im Juni 2011 zusammen mit Stefan Röhrs, Rathgen-Forschungslabor der SMB-PK, erbrachten keine vergleichbar zufriedenstellenden Ergebnisse, vermut-

lich weil der Lichteinfall nicht flexibel und somit keine Beeinflussung des Schattenwurfs möglich ist.

4 Lowery, Savage und Wilkins 1971.

5 Lowery, Savage und Shorer 1981.

6 Cosack 1979.

7 Shorer 1987; Goodburn-Brown 1988.

8 Driehaus 1983.

Werkstatt zuzuordnen sind.⁹ Andersson hat 1993/1995 bei 180 punzverzierten germanischen Schmuckstücken der jüngeren römischen Kaiserzeit aus Schweden nur in zwei Fällen Punzidentitäten feststellen können: Drei goldene Schlangenarmringe im Opferfund von Skedemosse sowie ein goldener Fingerring und eine silberne Nadel aus Grab α von Varpelev sind jeweils mit einer identischen X-förmigen bzw. Doppelhalbkreispunze verziert.¹⁰ Ein ähnliches Bild erbrachten die Untersuchungen von Mortimer und Stoney 1996 und 1997: Auf 45 Buntmetallobjekten des 6./7. Jahrhunderts wurden 53 unterschiedliche Formfeinpunzen dokumentiert, Punzidentitäten konnten aber nur bei Objektpaaren oder bei Objekten aus den gleichen Grabzusammenhängen festgestellt werden.¹¹

Durch digitale Bildüberlagerung konnte von Carnap-Bornheim 1997 belegen, dass die beiden zwischen 200 und 250 n. Chr. datierten, stilistisch unterschiedlichen Zierscheiben aus dem norddeutschen Moorfund von Thorsberg doch aus der gleichen Werkstatt stammen: Beide sind mit der gleichen Delphinpunze plastisch verformt.¹²

Ein leicht abweichendes Bild ergab die Untersuchung des Gundestruper Silberkesels (Dänemark), der zwischen 150 v. Chr. und Christi Geburt datiert wird. Hier konnte belegt werden, dass elf der dreizehn punzverzierten Platten von drei getrennt voneinander arbeitenden Handwerkern verziert wurden, die mit eigenen Werkzeugsets von sechs, fünf und vier Formfeinpunzen vier, sechs bzw. nur eine Platte bearbeitet haben. Die Punzen ähneln sich allerdings in ihrem Formkanon; so hat jeder Handwerker Hohl-, Kreis- und Punktpunzen, die aber eindeutig voneinander unterscheidbar sind.¹³

Als Fazit kann aus den beschriebenen Untersuchungen festgestellt werden, dass Abschläge identischer Formfeinpunzen bislang nur auf Edelmetallobjekten derselben Fundkomplexe oder bei identisch dekorierten Gefäß- oder Schmucksetteilen nachgewiesen werden konnten. Demnach können ein thrakischer Silberhelm im Detroit Institute of Arts und ein doppelkonisches Silbergefäß im Metropolitan Museum of Art New York wegen der Abschläge einer identischen Perlstabpunze mit charakteristischen Ausbrüchen demselben Fundkomplex und auch der gleichen Silberschmiedewerkstatt zugewiesen werden.¹⁴

9 Holmes 1983; Larsen 1984.

10 Andersson 1993 und Andersson 1995.

11 Mortimer und Stoney 1996; Mortimer und Stoney 1997, 119–122, mit Vergleich von Aufnahmen aus

dem Rasterelektronenmikroskop und durch tomographische Elektronen-Rückstreuung.

12 Von Carnap-Bornheim 1997.

13 Larsen 1985; Larsen 1987; Nielsen u. a. 2005.

14 Meyers 1981.

4 Punzverzierte Edelmetallobjekte in der Antikensammlung Berlin

Die 73 Silbergefäße des augusteischen Hildesheimer Silberfundes sind intensiv auf Punzidentitäten hin untersucht worden; auf 22 Gefäßen konnten 105 unterschiedliche Formfeinpunzen dokumentiert werden. Hier ergab sich ein dem aus der Literatur gezogenen Fazit vergleichbares Bild. Lediglich bei identisch verzierten Teilen von Gefäßpaaren und -sets sind identische Formfeinpunzen nachweisbar: bei den beiden Blattstabbechern HI 7 und 8, den beiden Zehnmaskenbechern HI 13 und 14, den drei Ententellern HI 45-47 und den beiden Rankenplatten HI 58 und 59. Dabei differiert die Anzahl identischer Punzen entsprechend dem Umfang des Punzdekors: bei den Trinkgefäßpaaren HI 7/8 und HI 13/14 stimmen nur jeweils zwei Formpunzen überein, bei den Plattensets sind es sieben und acht.¹⁵

Die drei punzverzierten großformatigen Goldblecharbeiten aus dem skythischen Fund von Vetersfelde (Polen) des 5. Jahrhunderts v. Chr., ein Scheidenmundblech, eine fischförmige Schildzier und ein Vierpass, wurden von Furtwängler 1883 einer postulierten gemeinsamen Werkstatt zugeschrieben: „[U]nser Fund [...] [ist] aus einer altgriechischen Werkstatt in den nordpontischen Colonien hervorgegangen.“¹⁶ Die genaue Betrachtung und Dokumentation der Punzabschläge im Rasterelektronenmikroskop kam dagegen zu einem gegenteiligen Ergebnis: Die drei Goldblecharbeiten sind zwar mit gleichartig geformten Formfeinpunzen verziert, diese unterscheiden sich aber deutlich in den Details. So ist zum Beispiel die strichförmige Fellpunze beim ‚Goldfisch‘ getreidekornförmig mit einer kleinen Delle im Zentrum, beim Scheidenmundblech parallelkantig mit einer senkrechten und einer spitzen Schmalseite und beim Vierpass häkelhakenförmig (Abb. 3). Damit kann die Anfertigung der drei Objekte mit den gleichen Werkzeugen definitiv ausgeschlossen werden. Die eventuell gleichzeitige Anfertigung der Stücke durch drei Handwerker, die zusammen in einer Werkstatt gearbeitet, aber ausschließlich ihre eigenen Werkzeuge benutzt haben, wäre durch die vorliegende Untersuchungsmethodik nicht nachweisbar.¹⁷

15 Niemeyer 2007, bes. Kap. 5.

16 Furtwängler 1883, 42–43.

17 Die von Reinhard Bernbeck (vgl. den Beitrag in diesem Band) beschriebene Bearbeitung eines Messingtablets in einer Werkstatt in Aleppo durch zwei Handwerker, die jeweils ihr eigenes Punzenset verwendet haben, wäre am fertigen Stück nicht

eindeutig belegbar. Es könnte lediglich dokumentiert werden, dass bestimmte Dekorpartien mit unterschiedlichen Punzensets angelegt wurden. Die Schlussfolgerung, dass dahinter auch zwei Handwerker stehen, würde vermutlich als zu weitgehend erachtet und lediglich als vage Möglichkeit angedeutet werden.

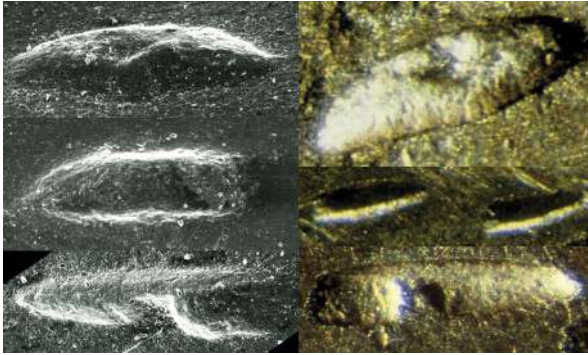


Abb. 3 Tierfell-Punzen auf Goldfisch, Schwertscheide und Vierpaß aus Vetersfelde (Polen). Links: Aufnahmen der Silikonabgüsse im Rasterelektronenmikroskop. Rechts: Abschlüge in den Goldoberflächen.

5 Typen von Formfeinpunzen

5.1 Palmettenpunzen

Palmettenpunzen in drei- und fünfblättriger Ausführung treten sowohl zeitlich als auch lokal nur sehr begrenzt auf. Von den zwölf mit punzierten Palmetten verzierten Silbergefäßen und geräten stammen allein neun Stücke (= 75 %) aus den Vesuvstädten. Der dreiblättrige Typ tritt bei vier Objekten auf: dem so genannten Eierbecherpaar im Schatzfund von Boscoreale (Italien) und bei zwei Spiegeln im Archäologischen Nationalmuseum Neapel.¹⁸ Der fünfblättrige Typ erscheint in zwei Varianten: Bei den meisten Stücken fallen die Spitzen der äußeren Blätter nach unten; nur beim Spiegel aus Pompeji weisen die Blattspitzen nach oben.¹⁹ Sehr ähnlich sind sich die vier Palmettenpunzen auf dem Plattenpaar aus Pompeji, den Füßen der Cantharuspaare aus Boscoreale und aus Hockwold (Großbritannien) sowie auf der Spiegelscheibe aus dem so genannten Mädchengrab aus Rom in der Antikensammlung Berlin.²⁰ Die neun Stücke aus den Vesuvstädten und im Nationalmuseum Neapel haben durch das Datum des Vesuvausbruchs 79 n. Chr. einen *terminus ante quem*, das Mädchengrab aus Rom ist durch ein As des Tiberius aus dem Prägejahr 15/16 n. Chr. datiert. Die Verbreitungskarte (Abb. 4) legt nahe, in der Umgebung des Vesuvs eine „Palmetten-Silberschmiedewerkstatt“ zu postulieren; der Spiegel in Rom und die beiden Gefäße in Großbritannien wären als Exporte anzusehen. Einer solchen Interpretation steht allerdings die Tatsache entgegen,

18 Eierbecher: Héron de Villefosse 1899, 101–102, Kat. 41–42; Baratte 1986, 25 und 40 (Abbildungen). – Spiegel: Guzzo 2006, 100 Kat. 91, 125 u. 129 Kat. 133.

19 Guzzo und Wiczorek 2004, Abb. S. 105.

20 Plattenpaar: Guzzo 2006, 92 Kat. 48–49. – Cantharuspaar: Héron de Villefosse 1899, 76–79 Kat. 13–14. – Spiegel aus Rom: Niemeyer 2005. – Becherpaar aus Hockwold: Johns 1986; die Punze auf diesen Becherfüßen ist nur schwer zu beurteilen, weil nur eine Zeichnung publiziert ist.

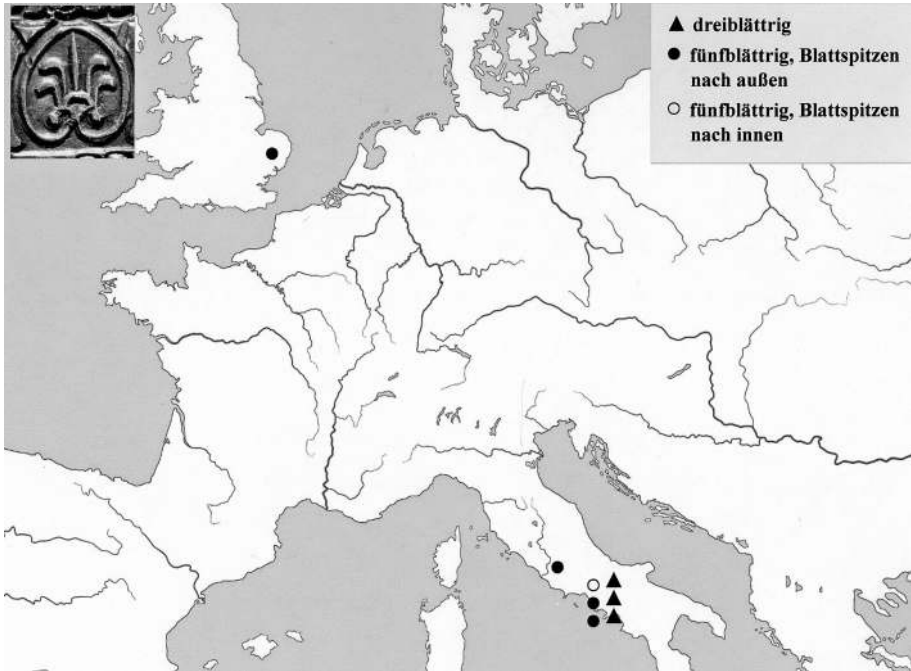


Abb. 4 Verbreitungskarte drei- und fünfblättriger Palmettenpunzen. Links oben: Palmette der Spiegelscheibe aus dem Mädchengrab von Rom (vgl. Anm. 20).

dass keine wirklich identischen Palmettenpunzen auf den bekannten Gefäßen und Geräten nachweisbar sind. Es bleibt lediglich festzuhalten, dass die Palmettenpunze ein zeitlich und räumlich nur äußerst begrenzt auftretender Formfeinpunzentyp ist.

5.2 Tropfenförmige Punzen

Tropfenförmige Punzen haben eine längere Laufzeit, sind aber nach vorläufiger Kenntnis auf die römische Kaiserzeit beschränkt mit einem deutlichen Schwerpunkt im 2. und 3. Jahrhundert n. Chr. Hier treten sie in Kombination mit Eierstab- und Punktpunzen bevorzugt als Einfassung von Zentralmedaillons auf großen Platten auf (Abb. 5). Sieben solcher Platten von drei französischen, einem deutschen, einem ägyptischen und einem georgischen Fundort sind bislang bekannt: Berthouville, Beziers, zwei Platten aus Graincourt-lés-Havrincourt sowie jeweils eine aus Haßleben, Karnak und Oureki; lediglich bei der Platte mit Leda-Medaillon aus Graincourt fehlt der Eierstab.²¹ Bei ei-

21 Berthouville, Graincourt-lés-Havrincourt: Baratte und Painter 1989, 93f. Kat. 24, 138–142 Kat. 87–88.

– Beziers: Colin, Feugère und Laurens 1986. – Haßleben: Zahn 1933. – Karnak: Mielsch und Niemeyer

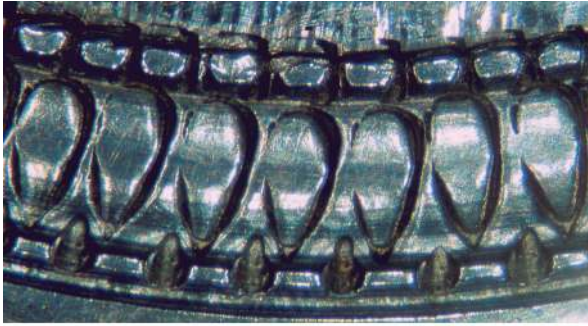


Abb. 5 Abschläge der tropfenförmigen Punze von der Löwenjagdplatte aus Karnak, Ägypten (vgl. Anm. 21). Oben: In der Metalloberfläche. Unten: Graphitierte Silikonabformung.

ner großen Platte mit leicht gewölbter, reliefverzierter Außenwand und einem zylindrischen Napf im Schatzfund von Thil (Frankreich) sind die Kanten mit den Abschlägen einer tropfenförmigen Punze eingefasst.²² Die Liste der Beispiele insbesondere des 3. Jahrhunderts ließe sich verlängern. Hier soll noch, chronologisch zurückschreitend, auf ein Cantharuspaar mit reitenden Eroten aus der Casa di Inaco e Io in Pompeji hingewiesen werden, bei denen sowohl unterhalb der Mündungsränder als auch auf den Becherfüßen Abschläge tropfenförmiger Punzen zu beobachten sind. Diese beiden wohl frühaugusteischen Gefäße sind die vorläufig am frühesten zu datierenden Stücke mit Tropfenabschlägen.²³

2001, 34–37 Kat. 24; 66 Abb. 60a. – Oureki: Matchabély 1976, 45–48 und Taf. 10.

22 Baratte und Painter 1989, 241–243 Kat. 197; 246–247 Kat. 202.

23 Guzzo 2006, 170f. Kat. 217–218. – Die tropfenförmigen Zierelemente der Randeinfassung des sogenannten Schild des Scipio aus der Rhône bei Avignon (Frankreich) vom Ende des 4./Anfang des 5. Jahrhunderts sind dagegen ziseliert; Baratte und Painter 1989, Abb. S. 52, 269–271 Kat. 235.

5.3 Eierstabpunzen

Der Eierstabdekor ist als Zierleiste insbesondere aus der Architektur bekannt. Entsprechend geformte Feinpunzen zur Verzierung von Metallgefäßen haben eine erheblich längere Laufzeit als die zuletzt genannten tropfenförmigen Punzen; sie reicht mindestens vom 6. Jahrhundert v. Chr. bis in die frühe römische Kaiserzeit (Abb. 6). Der Ursprung dieser Dekorform ist noch unklar; auf mykenischen Edelmetallgefäßen treten Eierstäbe nicht in Erscheinung. Das vorläufig älteste Stück ist eine im Metropolitan Museum of Art, New York, aufbewahrte Silberkanne, deren Trifoliarmündung mit den Abschlagen einer Eierstabpunze eingefasst ist.²⁴ Aus dem 5. und 4. Jahrhundert v. Chr. liegen unzählige Beispiele von Edelmetallgefäßen mit Eierstabdekoren vor.²⁵ Auch die Verbreitung ist weiträumig, wobei es sich vielfach um Importstücke aus dem griechischen Raum, also Produkte griechischer Handwerker handeln dürfte. So werden die Silberschalen im Fund von Rogozen (Bulgarien) sowie die Gold- und Silbergefäße aus den thrakischen Schatzfunden von Panagjurište und Borovo (Bulgarien) griechischer Herkunft sein.²⁶ Durch diese Importe können sich nicht nur die Inhalte des griechischen Sagenkreises, sondern auch Feinschmiedegeräte wie zum Beispiel Punzen in ihren verschiedenen Formen verbreitet haben. Bei den hellenistischen Beispielen sind bevorzugt die Mündungsränder von Schalen mit Eierstäben verziert: bei drei Schalen aus dem so genannten Morgantina-Fund im Museum von Aidone auf Sizilien, einem megarischen Becher, angeblich aus Olbia, heute im Metropolitan Museum of Art, New York, und den beiden Schalen aus Civita Castellana (Italien).²⁷ Gleiches gilt für den Calathus aus dem angeblich aus Tivoli stammenden Fund aus der Mitte des 1. Jahrhunderts v. Chr., dessen ansonsten undekorierte Wandung zu einigen glattwandigen Gefäßen im Hildesheimer Silberfund überleitet. Der Pokal aus Stevensweert (Niederlande) ist formtypologisch eng verwandt mit den beiden so genannten Zehnmaskenbechern im Hildesheimer Silberfund.²⁸ Der Eierstab des kleineren Spiegels im bereits erwähnten Mädchengrab von Rom ist auf 15/16 n. Chr. münzdatiert.²⁹

24 Von Bothmer 1984, 29 Kat. 34.

25 Giunilia-Mair und Rubinich 2002, 234–237 Kat. 58; Wulleumier 1930; Pfrommer 1987, Taf. 32 und 34a; Nicolini 2003, 189–216; Scholl und Platz-Horster 2007, 32–33.

26 Fol 1988; Ausstellungshalle der Bundesrepublik Deutschland GmbH 2004, 195–197 Kat. 226a–e, 225–229 Kat. 233a–i, 285–290 Kat. 246a–t.

27 von Bothmer 1984, 54 f. Kat. 92–94, 51 Kat. 87; Pirzio Biroli Stefanelli 1991, 6 f. Abb. 1–5, 251 Kat. 1–2.

28 Oliver jr. 1977, 103 Kat. 60; Niemeyer 2007; Guzzo 2006; Gerhartl-Witteveen 2006.

29 Niemeyer 2005.

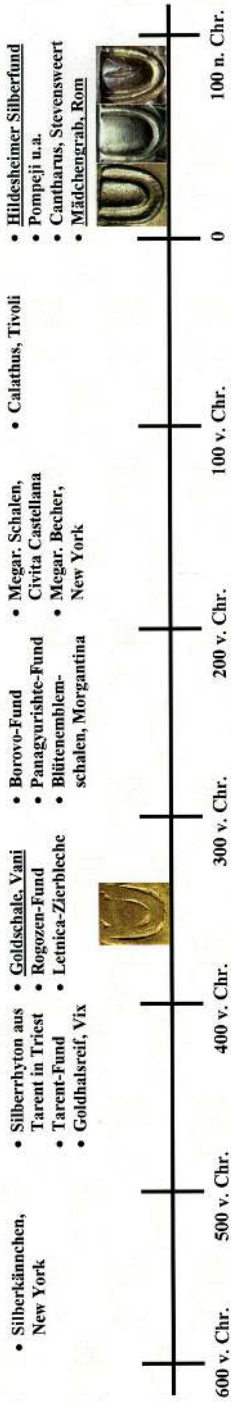


Abb. 6 Zeitschiene zum zeitlichen Auftreten von Eierstabpunzen mit ausgewählten Funden und vier Beispielen: Goldschale aus Vani (Georgien), zwei Spiegel aus dem Mädchengrab von Rom, Rankenplatte I aus dem Hildesheimer Silberfund (vgl. Anm. 25, 20 u. 15).

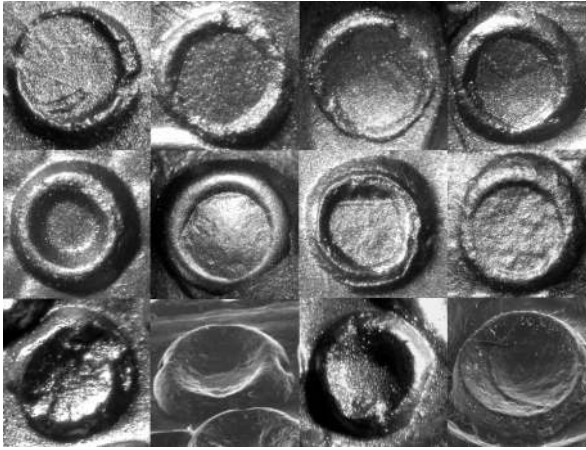


Abb. 7 Graphitierte Silikonabformungen von Kreis- oder Ringpunzen der jüngeren römischen Kaiserzeit (ohne Maßstab).

Bei den Eierstabpunzen sind zwei unterschiedliche Qualitätstypen zu unterscheiden, die durch alle Zeitstufen hindurch und in allen Kulturkreisen zu beobachten sind. Bei der schlichten Variante ist wenig Plastizität vorhanden; es sind lediglich zwei parallele huftförmige Vertiefungen in die Metalloberfläche eingetieft. Die Kanten sind leicht abgerundet, aber das ‚Ei‘ tritt nicht deutlich hervor (Abb. 6, Vani, Georgien, und Hildesheimer Silberfund, links). Die ‚Eier‘ der qualitätvollen Variante sind recht plastisch und auch die ‚Eierschalen‘ sind meist scharfkantig ausgeformt, sodass der Eierstab auch auf den Metallgefäßen und -geräten in der aus der Architektur bekannten deutlichen Ausprägung erscheint (Abb. 6, Hildesheimer Silberfund, Mitte, und Mädchengrab Rom, rechts). Dazu ist ein mehrmaliges kräftiges Abschlagen der Punze notwendig gewesen, wodurch sich der Rezipient deutlich verformt haben muss und eine Nachbearbeitung bzw. Formkorrektur erforderlich gewesen sein dürfte, was insbesondere bei unterschrittenen Gefäßrändern der Fall gewesen sein muss.

Als Zierelement an Metallgefäßen wird der Eierstab im Laufe des 2. Jahrhunderts n. Chr. durch den Astragalrand aus gereihten vollplastischen Ovalen und Scheiben ersetzt, der wiederum im späteren 3. Jahrhundert n. Chr. durch den Perlkugelrand abgelöst wird.³⁰

30 Wie schon beim *Scipio-missorium* mit tropfenförmigen Zierelementen an der Randeinfassung zeigen die Unregelmäßigkeiten in Form und Größe bei den Eierstäben auf der Achilles-Platte im Schatzfund von Kaiseraugst (Schweiz), und einem Gefäßfragment im Schatz von Traprain Law (Großbritannien

des 4. Jhs., dass auch hier keine Punzen verwendet, sondern freihändig ziseliert wurde. – Cahn und Kaufmann-Heinimann 1984, Taf. 148–159; Curle 1923, 27f., Taf. 12; Kaufmann-Heinimann 2013, bes. 248, Abb. 15.5.

5.4 Kreis- und Halbkreispunzen

Kreis-, Halbkreis- und hufeisenförmige Punzen sind neben Punktpunzen die zeitlich und kulturell wohl am weitesten verbreiteten Formfeinpunzen überhaupt. Das älteste Stück mit den Abschlügen einer hufeisenförmigen Punze ist ein spätbronzezeitliches Mundblech aus Gold in der Antikensammlung Berlin (vgl. Abb. 2). Die drei punzverzierten Goldblecharbeiten im skythischen Fund von Vetersfelde des 5. Jahrhunderts v. Chr. und die vielen Gewandzierbleche im Fund von Maikop (Republik Adygeja, Russische Föderation), datiert um 450 v. Chr., tragen ebenfalls Abschlüge unterschiedlicher hufeisenförmiger Punzen. Die Hufeisenpunze im rahmenden Kyma des spätantiken sogenannten Diana-Tellers in der Antikensammlung Berlin ist ein fast geschlossener Kreis, dessen eines Ende aber deutlich gestreckt ist; es handelt sich also nicht um eine beschädigte Kreispunze.³¹ Auf etlichen Schalen im Schatzfund von Rogozen des 4. Jahrhunderts v. Chr. und auch auf dem Emblem der Kybele-Schale im Hildesheimer Silberfund sind die Punzen deutlich halbkreisförmig.³²

Auch bei kreisförmigen Punzen ist das Variationsspektrum unüberschaubar. Der erhabene Kreisring kann rund gewölbt bis scharfkantig-gratig, unterschiedlich breit und mit Fehlern oder Ausbrüchen versehen sein, die ‚Innenfläche‘ glatt, strukturiert, eingezogen oder ausgewölbt, aber auch polygonal begrenzt sein. Auf dreizehn Gefäßen des Hildesheimer Silberfundes sind allein siebzehn unterschiedliche Kreispunzen zu finden (Abb. 7). Mortimer und Stoney haben 1996 auf 20 Objekten 62 kreisförmige und ovale Punzen mit Durchmessern zwischen 0,5 und 3 mm dokumentiert.³³

6 Resümee und Ausblick

Die ursprüngliche Idee, über identische Formfeinpunzen einzelne Feinschmiedewerkstätten und ihre spezifische Produktpalette rekonstruieren zu können, hat sich in Untersuchungen der Autorin sowie anderer ForscherInnen als wenig aussichtsreich erwiesen. Dazu ist vermutlich zu wenig Material überliefert. Selbst bei den chronologisch sehr kurz laufenden und in ihrem Dekor recht speziellen Palmettenpunzen ist eine solche Werkstatt nicht postulierbar. Und auch im reichhaltigen Material germanischen Goldschmucks konnten nur sehr vereinzelt identische Punzen beobachtet werden.

31 Zahn 1917, 262–304.

32 Fol 1988, 86–90 Kat. 40–42, 103 Kat. 61, 105 Kat. 66, 109 Kat. 73 u. 74, 120f. Kat. 85; Niemeyer 2007, 80–81 mit Tab. 14.

33 Niemeyer 2007, Kap. 5; Mortimer und Stoney 1996, Fig. 8.

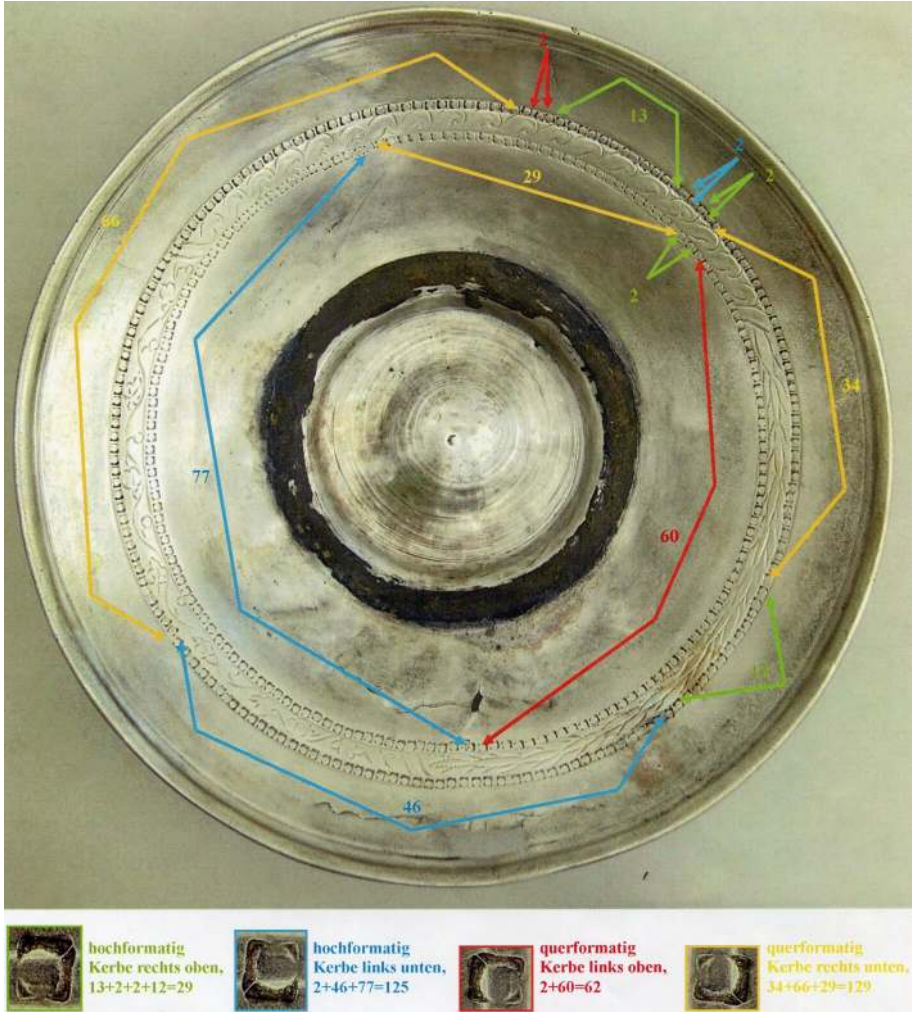


Abb. 8 Unregelmäßige Perlstab-Punzierung auf einer wohl hellenistischen Silberschale in der Berliner Antikensammlung.

Festzuhalten bleibt, dass einfach geformte Zierpunzen wie Kreis-, Halbkreis-, Dreiecks- und Eierstabpunzen zu einem Formfeinpunzen-Typenkanon gehört haben, der von Feinschmieden vieler Kulturen und Zeitepochen verwendet wurde. Aufwendiger geformte Feinpunzen können dagegen unterschiedliche Laufzeiten aufweisen und ihre Verwendung möglicherweise auf spezifische Kulturgruppen beschränkt sein. Hier wä-

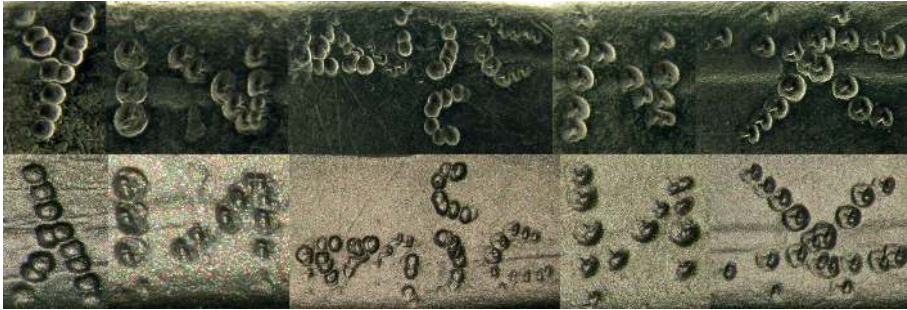


Abb. 9 Fünf Ausschnitte aus der mit zwei unterschiedlichen Punktpunzen angebrachten griechischen Inschrift in der Silberschale (vgl. Abb. 8). Oben: Jeweils in der Metalloberfläche. Unten: Spiegelverkehrt in den Silikonabformungen. Von links nach rechts: Y in Zone 1 mit ovaler, glatt polierter Punze, N in Zone 2 mit gestuft-strukturierter Punze, Verschränkungszone 3, N in Zone 4 und X in möglicher Gewichtsinschrift mit strukturierter Punze.

re interessant, die Austausch- und Verbreitungswege zwischen den Kulturgruppen zu untersuchen.

Im Einzelfall ist die Arbeitsweise eines Feinschmieds belegbar, insbesondere eine unübliche. Normalerweise wird bei der Anbringung von Punzdekoren von einem kontinuierlich verlaufenden Arbeitsprozess ausgegangen. Die Einfassung eines Zierbandes mit einer Perlpunze auf einer hellenistischen Silberschale zeigt dagegen, dass die Arbeit durch Ablegen oder Drehen der Punze vielfach unterbrochen wurde, denn die Perlpunze wurde bei der Punzierung der äußeren Leiste achtmal, bei der Ausarbeitung der inneren Leiste viermal gedreht, und das in z. T. sehr kurzen Abständen (Abb. 8). In vier Fällen wurden nur jeweils zwei Abschlüge angebracht und die Punze zwischenzeitlich wieder gedreht oder abgelegt. Auf der Außenseite dieser Schale ist unterhalb des Randes eine griechische Inschrift punziert. Auf der Silikonabformung ist deutlich zu erkennen, dass die Inschrift mit zwei verschiedenen Punktpunzen, die eine strukturiert, die andere glatt, angebracht wurde (Abb. 9). Da es eine Verschränkungszone gibt, kann es sich nicht um eine Beschädigung handeln, die während des Arbeitsprozesses entstanden ist. Die Beobachtung und Dokumentation dieser unerwarteten Eigentümlichkeit könnte Einfluss auf die noch ausstehende Übersetzung und Interpretation der Inschrift haben. Auch wenn die Wahrscheinlichkeit der Identifikation von Feinschmiedewerkstätten über Punzidentitäten eher gering ist, kann die Beobachtung von Werkspuren doch zu Aussagen über technische Abläufe führen und unter günstigen Umständen außerdem Hilfestellung bei der chronologischen und archäologisch-kunsthistorischen Interpretation geben.

Bibliographie

Andersson 1993

Kent Andersson. *Romartida guldsmede i norden I. Katalog*. Aun 17. Uppsala: Societas Archaeologica Upsaliensis, 1993.

Andersson 1995

Kent Andersson. *Romartida guldsmede i norden III. Övriga smycken, teknisk analys och verkstadsgrupper*. Aun 21. Uppsala: Societas Archaeologica Upsaliensis, 1995.

Armbruster 2003

Barbara R. Armbruster. „Punze“. In *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde*. Bd. 23. Berlin, New York: de Gruyter, 2003, 603–607.

Ausstellungshalle der Bundesrepublik Deutschland GmbH 2004

Kunst- und Ausstellungshalle der Bundesrepublik Deutschland GmbH, Hrsg. *Die Thraker. Das goldene Reich des Orpheus*. Mainz: von Zabern, 2004.

von Bothmer 1984

Dietrich von Bothmer. *A Greek and Roman Treasury*. New York: Bull. Metropolitan Museum of Art, 1984.

Baratte 1986

François Baratte. *Le trésor d'orfèvrerie romaine de Boscovale*. Collection „Albums“. Paris: Éditions de la Réunion des musées nationaux, 1986.

Baratte und Painter 1989

François Baratte und Kenneth Painter, Hrsg. *Trésors d'orfèvrerie gallo-romains*. Paris, Lyon: Éditions de la Réunion des musées nationaux, 1989.

Cahn und Kaufmann-Heinimann 1984

Herbert Adolph Cahn und Annemarie Kaufmann-Heinimann, Hrsg. *Der spätromische Silberschatz von Kaiseraugst*. Derendingen: Habegger, 1984.

von Carnap-Bornheim 1997

Claus von Carnap-Bornheim. „Neue Forschungen zu den beiden Zierscheiben aus dem Thorsberger Moorfund“. *Germania* 75.1 (1997), 69–99.

Colin, Feugère und Laurens 1986

Marie-Geneviève Colin, Michel Feugère und Annie-France Laurens. „Beziens. Un trésor d'argenterie antique“. *Archeologia* 210 (1986), 26–34.

Cosack 1979

Erhard Cosack. *Die Fibeln der älteren römischen Kaiserzeit in der Germania libera. Eine technologisch-archäologische Analyse, Teil 1: Armbrust-, Rollenkappen-, Augenfibeln*. Neumünster: Wachholtz, 1979.

Curlie 1923

Alexander O. Curle. *The Treasure of Traprain. A Scottish Hoard of Roman Silver Plate*. Glasgow: Maclehose, Jackson and Co., 1923.

Driehaus 1983

Jürgen Driehaus. „Gerätespuren und Handwerksgerät. Ein Beitrag zur Metallbearbeitung während der späten Hallstatt- und frühen Latènezeit“. In *Das Handwerk in vor- und frühgeschichtlicher Zeit 2*. Hrsg. von Herbert Jankuhn. Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht, 1983, 50–66.

Fol 1988

Alexandăr Fol (Bearb.) *Der thrakische Silberschatz aus Rogozen, Bulgarien*. Komitee für Kultur der VR Bulgarien. o. O.: Komitee für Kultur d. Volksrepublik Bulgarien, Hauptdirektion „Museen u. Kunstgalerien“, 1988.

Furtwängler 1883

Adolf Furtwängler. *Der Goldfund von Vetersfelde*. Bd. 43. Winckelmannsprogramm der Archäologischen Gesellschaft zu Berlin. Berlin: Archäologische Gesellschaft zu Berlin, 1883.

Gerhartl-Witteveen 2006

Antoinette M. Gerhartl-Witteveen. *De Kantharos van Stevensweert. Een zilveren Romeinse beker*. Bd. 10. Museumstukken. Nijmegen: Thoben Offset, 2006.

Giumlia-Mair und Rubinich 2002

Alessandra Giumlia-Mair und Marina Rubinich. *Le arti di Efesto. Capolavori in metallo dalla Magna Grecia*. Trieste: Silvana Editoriale, 2002.

Goodburn-Brown 1988

Dana E. Goodburn-Brown. „Metalworking Tools and Workshop Practices: Interpretation of Worked Metal Surfaces via Silicone Rubber Moulds“. In *Scanning Electron Microscopy in Archaeology*. Bd. 452. BAR International Series. Oxford: Archeopress, 1988, 55–64.

Guzzo 2006

Pietro Giovanni Guzzo, Hrsg. *Argenti a Pompei*. Mailand: Mondadori Electa S.p.A., 2006.

Guzzo und Wiczorek 2004

Pietro Giovanni Guzzo und Alfried Wiczorek, Hrsg. *Pompeji. Die Stunden des Untergangs 24. August 79 n. Chr.* Stuttgart: Theiss, 2004.

Héron de Villefosse 1899

Antoine Héron de Villefosse. *Le trésor de Boscoreale*. Bd. 5. Mont Piot. Monuments et Mémoires, 1899.

Holmes 1983

Robert Holmes. „Some Observations on the Techniques of Manufacture“. In *The Thetford treasure. Roman Jewellery and Silver*. Hrsg. von Catherine Johns und Timothy Potter. London: British Museum Press, 1983, 65–67.

Johns 1986

Catharine Johns. „The Roman Silver Cups from Hockwold, Norfolk“. *Archaeologia* 108 (1986), 1–13.

Kaufmann-Heinimann 2013

Annemarie Kaufmann-Heinimann. „The Traprain Treasure: Survey and Perspectives“. In *Late Roman Silver. The Traprain Treasure and its Contexts*. Hrsg. von Fraser Hunter und Kenneth Painter. Edinburgh: Society of Antiquaries of Scotland, 2013, 243–261.

Larsen 1984

Erling Benner Larsen. „Værktøjsspor – på sporet af værktøj. Identifikation og dokumentation af værktøjsspor – belyst ved punselornamenterede genstande fra Sejlflod“. *Kuml. Årbog for Jysk Arkæologisk Selskab* 1982–1983 (1984), 169–180.

Larsen 1985

Erling Benner Larsen. „The Gundestrup Cauldron. Identification of Tool Traces“. In *Iskos* 5. 3. Nordic Conf. on the application of scientific methods in archaeology. Marichamm/Funland, Okt. 1985, 561–574.

Larsen 1987

Erling Benner Larsen. „SEM-Identification and Documentation of Tool Marks and Surface Textures on the Gundestrup Cauldron“. In *Recent Advances in the Conservation and Analysis of Artefacts*. Hrsg. von James Black. London: Summer Schools Press, 1987, 393–409.

Lowery, Savage und Shorer 1981

P. R. Lowery, R. D. A. Savage und Peter H. T. Shorer. „The Technique of the Decoration on a Belt-Plate from Vognserup Ende, Kundby sogn, Tuse herred, Zealand“. In *PACT. European Study Group on Physical, Chemical and Mathematical Techniques Applied to Archaeology*. Bd. 7. 2. Helsingør: Nordic Conference on the Application of Scientific Methods in Archaeology, 1981, 459–475.

Lowery, Savage und Wilkins 1971

P. R. Lowery, R. D. A. Savage und R. L. Wilkins. „Scriber, Graver, Scorper, Tracer: Notes on Experiments in Bronzeworking Technique“. *Proceedings of the Prehistoric Society* 37 (1971), 167–182.

Matchabély 1976

Kiti Matchabély. *Pozdneantichnaja torevitika Gruzii: (po materialam torevitiki pervych vekov našej éry)*. *La torevitique de la Georgie dans l'antiquité tardive*. Tbilissi: Izdat. Macniereba, 1976.

Meyers 1981

Pieter Meyers. „Three Silver Objects from Thrace: A Technical Examination“. *Metropolitan Museum Journal* 16 (1981), 49–54.

Mielsch und Niemeyer 2001

Harald Mielsch und Barbara Niemeyer. *Römisches Silber aus Ägypten in Berlin 139./140.* Berlin: Winckelmannsprogramm der Archäologischen Gesellschaft zu Berlin, 2001.

Mortimer und Stoney 1996

Catherine Mortimer und Martin Stoney. *Decorative Punchmarks on Non-ferrous Artefacts from Barrington Edix Hill Anglo-Saxon Cemetery 198–91, Cambridgeshire, in their Regional Context. English Heritage*. Bd. 62. Ancient Monuments Laboratory Report 96. London: English Heritage. Centre for Archaeology, 1996.

Mortimer und Stoney 1997

Catherine Mortimer und Martin Stoney. „A Methodology for Punchmark Analysis using Electron Microscopy“. In *Archaeological sciences 1995*. Hrsg. von Anthony Sinclair, E. Slater und Gowlett. John A. J. Oxford: Oxbow Books, 1997, 119–122.

Nicolini 2003

Gérard Nicolini. „Observations Techniques“. In *La tombe princiere de Vix*. Hrsg. von Claude Rolley. Paris: Picard, 2003, 189–216.

Nielsen u. a. 2005

Svend Nielsen, Jan Holme Andersen, Joel A. Baker, Charlie Christensen, Jens Glastrup, Pieter M. Grootes, Matthias Hüls, Arne Jouttijärvi, Erling Benner Larsen, Helge Brinch Madsen, Katharina Müller, Marie-José Nadeau, Stefan Röhrs, Heike Stege, Zofia Anna Stos und Tod E. Waight. „The Gundestrup Cauldron. New Scientific and Technical Investigations“. *Acta Arch ologica København* 76 (2005), 1–58.

Niemeyer 2005

Barbara Niemeyer. „Spieglein, Spieglein in der Hand ...: Das Silber aus dem Mädchengrab von Rom wurde in der Berliner Antikensammlung neu restauriert“. *Antike Welt* 2 (2005), 29–31.

Niemeyer 2007

Barbara Niemeyer. *Trassologie an römischem Silber. Herstellungstechnische Untersuchungen am Hildesheimer Silberfund*. Bd. 1621. BAR International Series. Oxford: Archeopress, 2007.

Pfrommer 1987

Michael Pfrommer. *Studien zur alexandrinischen und gro griechischen Toreutik fr hellenistischer Zeit*. Bd. 16. Archäologische Forschungen. Berlin: Gebr. Mann, 1987.

Pirzio Biroli Stefanelli 1991

Lucia Pirzio Biroli Stefanelli. *L'argento dei Romani. Vasellame da tavola e d'apparato*. Rom: L'Erma di Bretschneider, 1991.

Scholl und Platz-Horster 2007

Andreas Scholl und Gertrud Platz-Horster, Hrsg. *Medeas Gold. Neue Funde aus Georgien*. Katalog zur Ausstellung des Georgischen Nationalmuseums, Tiflis und der Antikensammlung, Staatliche Museen zu Berlin. Tiflis: Georgisches Nationalmuseum, 2007.

Shorer 1987

Peter H. T. Shorer. „Surface Texture Interpretation Related to Hammer-Hardened Bronze Artifacts, with the Use of Silicone Rubber Moulds“. In *Recent Advances in the Conservation and Analysis of Artefacts*. Hrsg. von James Black. London: Summer Schools Press, 1987, 411–413.

Wuilleumier 1930

Pierre Wuilleumier. *Le trésor de Tarente*. Collection Edmond Rothschild. Paris: Leroux, 1930.

Zahn 1917

Robert Zahn. „Spätantike Silbergefäße“. *Amtliche Berichte aus den Königlichen Kunstsammlungen* 38 (1917), 262–304.

Zahn 1933

Robert Zahn. „Die Silberteller von Haßleben und Augst“. In *Das Fürstengrab von Haßleben*. Hrsg. von Walther Schulz und Robert Zahn. Bd. 7. Römisch-Germanische Forschungen. Berlin: de Gruyter, 1933, 59–96.

Abbildungsnachweis

1 Antikensammlung Staatliche Museen zu Berlin, SPK, Inv. 30553. Photos: Barbara Niemeyer.
 2 Antikensammlung Staatliche Museen zu Berlin, SPK, Inv. GI 324. Photos: Barbara Niemeyer.
 3 Antikensammlung Staatliche Museen zu Berlin, SPK. Von oben nach unten: Misc. 7839, Misc. 7844, Misc. 7841. Photos: Barbara Niemeyer.
 4 Antikensammlung Staatliche Museen zu Berlin, SPK, Inv. 30891z. Photo und Graphik: Barbara Niemeyer, Karte: Staatliche Museen zu

Berlin. 5 Antikensammlung Staatliche Museen zu Berlin, SPK, Misc. 10175,1. Photos: Barbara Niemeyer. 6 Graphik und Photos: Barbara Niemeyer. 7 Antikensammlung Staatliche Museen zu Berlin, SPK. Photos: Barbara Niemeyer.
 8 Antikensammlung Staatliche Museen zu Berlin, SPK, Inv. 30639. Graphik und Photos: Barbara Niemeyer. 9 Antikensammlung Staatliche Museen zu Berlin, SPK. Photos: Barbara Niemeyer.

BARBARA NIEMEYER

Ausgebildete Goldschmiedegesellin; Zusatzausbildung zur Restauratorin archäologischen Kulturgutes am Römisch-Germanischen Zentralmuseum, Mainz; Restauratorin im Atelier de Restauration, Vienne, und im National Museum of Wales, Cardiff; Research Assistant, UCL Institute of Archaeology, gleichzeitig Assistant Conservator, English Heritage Ancient Monuments Laboratory; seit 1992 Edelmetallrestauratorin, Antikensammlung SMB; 1998–2003 Magisterstudium der Ur- und Frühgeschichte und Klassischen Archäologie, Humboldt-Universität, 2006 Promotion am Institut für Prähistorische Archäologie, Freie Universität Berlin.

Dr. Barbara Niemeyer
 Antikensammlung
 Staatliche Museen zu Berlin – PK
 Archäologisches Zentrum
 Geschwister-Scholl-Str. 6
 10117 Berlin, Deutschland
 E-Mail: b.niemeyer@smb.spk-berlin.de

Orsolya Heinrich-Tamáska

Finds decorated with garnets from Early Avar contexts in the light of their cell techniques

Summary

The present contribution concerns the Early Avar (late 6th and first half of the 7th century AD) metal objects ornamented with garnets from the perspective of the inlay techniques employed. Such inlays occur exclusively on objects made of precious metals, indicating the high value placed on these stones. Besides standard cloisonné, it has been possible to identify techniques such as soldered band settings of single and multiple cells and open-work cellwork (pseudo cloisonné, *champlevé à jour*) as well as sunken settings (cast cavities) of single and multiple cells (standard *champlevé*). Their specific characteristics identify them as representing diverse workshop traditions and the finds assemblages can be sub-divided into three groups: a group that suggests links with the Merovingian-Germanic cultural sphere, and two sub-groups that can be traced back to Late Roman and early Byzantine traditions. Future research may establish whether this division into groups reflects alternative distribution networks for the procurement of garnets.

Keywords: Avar period; goldsmith techniques; inlay techniques; cloisonné; *champlevé*; early medieval garnets.

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit den frühwarenzeitlichen (Ende des 6. und erste Hälfte des 7. Jahrhunderts), mit Granat verzierten Metallobjekten aus der Sicht ihrer Einlagetechniken. Einlagen dieser Art kommen ausschließlich auf Edelmetallobjekten vor; dies verweist auf die Wertschätzung dieses Steines. Neben standard cloisonné konnten ein- und mehrzellige angelötete Kastenfassungen und durchbrochene Fassungen (pseudo cloisonné, *champlevé á jour*) sowie ein- und mehrzellige eingetiefte Fassungen (standard *champlevé*) unterschieden werden. Sie stehen im Einzelnen für unterschiedliche Werkstatttraditionen und ermöglichen es, das Fundmaterial in drei Gruppen zu unterteilen: Es kommen eine Gruppe von Funden vor, die merowingisch-germanische Beziehungen andeuten, sowie zwei Gruppen, die auf spätantik-byzantinische Traditionen zurückzuführen sind. Künftige

Barbara Armbruster, Heidemarie Eilbracht, Oliver Hahn, Orsolya Heinrich-Tamáska (eds.) |
Verborgenes Wissen: Innovation und Transformation feinschmiedetechnischer Entwicklungen im diachronen Vergleich | Berlin Studies of the Ancient World 35 (ISBN 978-3-9816751-5-3;
URN urn:nbn:de:kobv:188-fudocsdocumento0000024684-8) | www.edition-topoi.de

Forschungen könnten zeigen, ob diese Unterteilung auch mehrere, voneinander abweichende Distributionskreise der Granatversorgung widerspiegelt.

Keywords: Awarenzeit; Feinschmiedetechnik; Einlagetechniken; Cloisonné; Champlevé; frühmittelalterliches Granat.

1 Introduction

The middle Danube region is considered to be one of the centres of the polychromic style, which reached its zenith in the form of the cloisonné cellwork of the Apahida type that flourished around the second half of the 5th century AD.¹ Artefacts using garnet ornamentation are also attested in the 6th century AD, especially in Langobard-Pannonian assemblages.² But a distinct reduction in the use of garnets is noticeable among the so-called Early Avar finds from the end of the 6th to the end of the first third of the 7th century.³ What caused such a regression cannot yet be answered conclusively, but it does not seem to be a regional development; the trend can also be followed in Merovingian contexts outside the Carpathian Basin. This decline may be connected with a general drop in the availability of garnets, i. e. with a lack of raw material, as suggested by Uta von Freeden who linked it to the disruption of trade routes following the collapse of the Sassanid empire.⁴ However, it may also be related to changes in distribution networks, assuming that the stones were worked and then disseminated from centralised workshops.⁵

The inlay techniques employed, and the type and provenance of the garnets used, must be determined if we are to understand the phenomenon of the objects decorated with garnets of the Avar period. On this basis, an attempt to discuss and reconstruct local traditions or imported innovations in goldsmith work jewellery as well as the opportunities to acquire the stones can be made. Given the lack of relevant scientific analyses of the stone inlays themselves,⁶ the present contribution focuses specifically on the technical

1 Adams 2000 and E. Horváth 2013 offer an overview of developments in the Carpathian Basin.

2 E. Horváth 2006; E. Horváth 2012.

3 Heinrich-Tamáška 2006a.

4 Freeden 2000.

5 See Drauschke 2011, 37–48 for South-West Germany. See also Rupp 1937, 16–38 and Roth 1980.

6 An international project was initiated in 2014 under the direction of the Römisch-Germanisches Zentral-

museum Mainz (RGZM), in which the 7th-century garnets from the regions neighbouring the Frankish kingdoms will be examined, including those from Early Avar contexts. I am grateful to Dr Susanne Greiff, Dr Dieter Quast and Dr Eszter Horváth for this information. As part of my doctoral dissertation between 2000 and 2003, I commissioned some XRFS (X Ray Fluorescence Spectrometry) analyses carried out at the Rathgen Research Laboratory

characteristics and stylistic attributes of the inlay techniques. This should help ascertain which artefacts of the first half of the 7th century actually made use of garnets and the repertoire of inlay techniques employed.

2 Analyses of goldsmithing techniques and ‘hidden knowledge’: general remarks

In terms of the ‘hidden knowledge’ conference theme, the chronological, spatial and internal significance of a find or of an assemblage should lead to an appreciation and interpretation of the results of the analysis of the goldsmithing techniques used. The three spheres of interaction of an object thus addressed, i. e. time, space and meaning or importance, should, among other things, bring insights into past and present opportunities of access to the material. Yesterday’s creator and today’s interpreter have a different relationship to space, which itself has varying impacts on them.⁷ In a contemporary context the interpreter has priorities for inference that are quite different from the aspects that were essential to the artisan and the recipient at the time of the manufacture of the product.⁸ This interaction is determined by the discrepancy between the past significance and the current rating of an object’s attributes.⁹ It is in this sense that André Grabar distinguishes between the “pre-history” and the “post-history” of an artefact. He defines “pre-history” as all that belongs to the time before and during the creation of an artefact: “[I]t includes its techniques of manufacture, the social and cultural contexts which affected it, the practices and aims of its artists, the ambitions and resources of its patron, the model it used, and the identification of its time and place.”¹⁰ The “post-history” of an artefact begins “with the first reaction of the first person to see or to use it” and lasts, with constant changes, until the present.¹¹

The analysis of the goldsmith’s techniques embodied in a particular find should thus address aspects relevant to content, time and space. First, the material provides

in Berlin (led by Prof Josef Riederer), which confirm the microscopic identification of the stones as garnets (Heinrich-Tamáská 2007; XRF analyses: Keszthely-Fenéki út, Grave 2, pendant A, 2 samples, Kunbábony, Grave 1, buckle tongue, Vörs, Grave 21, S-fibula); however, they do not give any indications as to the types defined by Calligaro et al. 2008 and Gilg, Gast, and Calligaro 2010.

⁷ See Eggert 2001, 146–149.

⁸ The question of intention has been picked up as a central theme by the post-structuralist movement in archaeology in particular. Against Ian Hodder’s contention that material culture can be read as a

text, it has been pointed out that the past is largely subservient to the interests of the present (for a summary, see Bernbeck 1997, 289).

⁹ Space and time determine the relationship to significance. This is an approach that has been used in Classical Archaeology for the interpretation of Greek form structures. Both concepts are important in cultural archaeology but their differently perceived understanding has led to many misunderstandings in interpretation (Borbein 1972, 295).

¹⁰ Grabar 1994, 397. See also Veit 2003, 102.

¹¹ Veit 2003, 102.

information on the raw material(s) used, their possible origin, the composition of the alloys, and their interaction with the manufacturing techniques employed. The appropriate scientific analyses can become part of the classification process and contribute to the resulting culture-historical interpretation.¹² The material can also be interrogated in terms of the contextual information it provides: the raw material may be valued differently depending on the chronological, spatial and cultural circumstances surrounding it. Hence varying roles are ascribed to the individual materials in different chronological contexts, depending on whether they served to display material prosperity or social status, or whether they were valued for their provenance.¹³ At the same time, the attributes of the material itself, such as colour, hardness or shape may give clues as to the object's semiotic or symbolic significance.¹⁴ Aspects relating to manufacture can also be articulated in terms of the technical attributes of the artefacts, which can then be incorporated into their classification. However, considerations relating to workmanship are only rarely appropriate for constructing typological sequences, given that several manufacturing techniques were employed over a period that cannot be subdivided in time and/or over areas that cannot be delimited in space. But if changes occur, then understanding the technical innovations, their provenance, and the way they were transmitted are fundamental elements of an interpretation.¹⁵ On the other hand, the techniques of manufacture embody social and individual values through the workmanship of an object's creator. This can manifest itself either in the form of qualitative differences or in the choice of manufacturing techniques, or again according to the position occupied by the producer within an individual community.¹⁶

Material and manufacturing techniques are important typological elements within a classification. Their examination serves mainly to establish the function of an artefact, as well as the area of provenance of the raw material, its suppliers and the sphere of influence of the workshops. A related question concerns the genesis of innovations, whether they were local or brought in from outside. The manner in which such a transfer of technology takes place first manifests itself in the geographic origin of the new element, itself bound to the forms the process took. How was extraneous technical knowledge acquired and internalised? Was it the producer or merely the know-how that were imported? In the latter case, the next question relates to how this expertise was transmitted.¹⁷ In general the notion of a 'technology transfer' can be taken to represent an exchange in which

12 For example Bachmann 1998; Riederer 1988, 14–19; Raub 1985.

13 For example Theophilus Presbyter distinguishes between several types of gold depending on their provenance and evaluates them differentially (Brepohl 1987, 46–49).

14 Carr 1995, 188 considers such characteristics as examples of an 'absolute physical visibility' ('AP visibility'). For gold see e. g. Behr 2012; for garnets Arrhenius 1969.

15 See note 12.

16 See Lemmonnier 1992, 79–81.

17 See e. g. Werner 1970, 65–92; Claude 1981.

at least one of the parties involved gains from the new knowledge.¹⁸ Such exchange can take many forms and can occur both in a specific manner and in a much broader and organised fashion.¹⁹ Cultural anthropology aims to examine the processes involved, in terms of the people concerned and in view of the fact that an object takes on an active role within the social structure.

The transmission of such knowledge and forms within archaeological assemblages can be apprehended in classification, where renewals, as against the handing down of technical know-how, can be defined. The continuation of a tradition is likely when no change is detected, but if innovations appear, then we are dealing with reception. The terms ‘tradition’ and ‘reception’ conceal questions concerning the form and reason for such processes.²⁰ Until the handing down of knowledge follows a sustained and continuous course, innovations tend to be temporary, to be taken up or rejected, i. e. they are being selected.

Research into the objects of the Early Avar period ornamented with garnets lends itself particularly well to discussion of the questions outlined here. On the one hand it offers the possibility to analyse which objects were actually inlaid with such stones and whether prestige or symbolism played a role,²¹ and on the other hand it provides the opportunity to examine the inlay techniques used from a technical and ornamental viewpoint.

3 Objects ornamented with garnets of the Avar period: method

The analyses presented here are based on examinations under light optical microscope,²² their purpose being to identify the inlay techniques of the artefacts ornamented with garnets and thus the underlying goldsmithing traditions and structures. Besides garnets, there are a few rare examples of other stone inlays in this regional context and period, and beyond that it is mainly glass inlays that are recorded. Only in a very few cases are these coloured red and therefore to be considered as imitations of garnets;²³ blue and

18 Voss 1998, 312 understands the transfer of technology to mean, in its currently used sense, a planned ‘contractually agreed transmission of technical knowledge’, which, for the period studied by Voss, is not without its problems. For innovations, see Burmeister 1999, 241–243.

19 Werner 1970.

20 Biehl and Gleser 2003, 152.

21 Arrhenius 1969.

22 Apart from the finds from Kölked-Feketekapu, Kiskőrös-Vágóhíd and Bócsa, which are on permanent display at the Hungarian National Museum in

Budapest and for which I have so far not obtained permission for analysis, I have been able to examine microscopically all the other objects in my doctoral research between 2000 and 2003. To Bócsa see Heinrich-Tamáška and Voss (in press).

23 E.g. Gyen/64/2, Keszth/4/1, Keszth/5/10, Zam/1280/1 (Heinrich-Tamáška 2006a, 108–109, 120–124). In some cases there was no way of distinguishing between garnet and red glass e.g. KeszthA/0/7; KiskV/A/8, Zam/924/1 (Heinrich-Tamáška 2006a, 118–119, 128–129, 178–179). In

green colour schemes are far more common.²⁴ Further, the red carnelians and agates found in Early Avar contexts represent a slight colour deviation from the red tone of the garnets.²⁵

As mentioned, the origin of the garnets cannot be established through analyses provided by the natural sciences. But the studies so far conducted on the garnet inlays of the Merovingian period suggest that almandine and pyrope were used in the majority of cases. They can be sub-divided into five categories (A–E) on the basis of their geochemical characteristics, but their exact origins are still much debated.²⁶ In terms of chronology, the garnets from the Bavarian region examined to date show that different types of garnets were circulating between AD 500 and the middle of the 7th century: almandines (Clusters A and B: with Cr and with less Cr) were dominant in the 6th and early 7th century, whereas from the middle of the 7th century chromium-rich pyropes (Group E) are almost exclusively represented.²⁷ These results suggest that interesting outcomes should emerge from the examination of the Avar-period garnets,²⁸ as the objects which appear to exhibit different working traditions could surely also show different sources for the procurement of the garnets.

As also mentioned earlier, the present study focuses on examining the combination of the inlays with the metal framework. In this respect the construction, form and number of cells are just as important as the manner in which the inlays were set into the frame: were they fixed with or without bonding material (paste hereafter)?²⁹ Was there a foil underlay? If so, how was this foil treated?³⁰ Can differences among the foil underlays or in the composition of the paste be elicited? Birgit Arrhenius saw the acquisition of such information as the recovery of “manufacturing elements” which enabled her to construct a “manufacturing typology”³¹ of the garnet inlays of the Merovingian period. She identified three variants for single settings and four basic types for cloisonné work.

Merovingian assemblages the infill consists, apart from garnets, of glass inlays of various colours. Distinguishing between stone and glass is mostly based on personal experience assisted by microscopic examination. The glass inlays are mainly characterised by a rough, blistered surface or by opaque to non-transparent material. Traces of corrosion are frequently recorded on ancient glass, with characteristic flaking of the exterior layers. Bubbles in the glass mass can provide important evidence, but they can be confused with flaws or inclusions in the stone. Particularly among red inlays, the question is whether they are imitations of garnets in similarly coloured glass and how these substitutes can be distinguished from garnets. See Greiff and Banerjee 1994; Quast and Schüssler 2000; Kazanski and Périn 2001.

24 Heinrich-Tamáška 2006a, 94–183.

25 Carnelian: Gyö/872/1, GyöM/489/1, Unb/o/3 (Heinrich-Tamáška 2006a, 108–111, 174–175); Agate: Keszto/7, KesztoF/o/6 (Heinrich-Tamáška 2006a, 118–121)

26 Greiff 1998; Farges 1998; Quast and Schüssler 2000; Périn et al. 2007; Calligaro et al. 2008; Gilg, Gast, and Calligaro 2010.

27 Gilg, Gast, and Calligaro 2010, fig. 7. See also here (tab. 1) the clusters C (almandine with Ca) and D (pyrope with less Cr).

28 See note 6.

29 Arrhenius 1985, 84–91.

30 Avent and Leigh 1977; Arrhenius 1985, 39–41.

31 Arrhenius 1985, 77. See also Arrhenius 1971, 78–101.

She singled out the construction of the cellwork and the composition of the paste under the inlays as particularly important criteria.³²

The setting, respectively cellwork, represents the link between the metal and the inlay. Following Erhard Brepohl, the function of the framework is to hold the inlay and to enhance its effect. Generally a hard and resilient metal is needed to hold the inlays over the long term, but at the same time the metal has to be highly flexible to allow for the insertion of stone or glass inlays.³³

Just as was the case in the analyses of Birgit Arrhenius,³⁴ it has been possible to distinguish between single and multiple cell settings (*cloisonné* work) in the Avar material; in addition, the morphology of the inlay – flat or concave – and the manufacture of the setting – cast or made from soldered sheet metal – have been incorporated into the classification. Only stones within settings were considered, and worn or loose examples were excluded (see Appendix).

Apart from technological aspects, the finds ornamented with garnets can also bring insights into the role garnets played when combined with their metal supports. In this respect, four groups of variants can be identified: those that constitute the shaping of the object, or cover its surface, or are part of the ornamental scheme, or finally are merely decorative elements.³⁵ All types of inlays where the shape of the stone inlay determines the outline of an object are considered as object-shaping. In most cases these are soldered band settings, where the inlay material selected is solely responsible for the effect created in relation to the enclosing metal background.

Surface-covering designs, on the other hand, are based on the cellwork, the latter exhibiting different compositional schemes. Such surface-covering inlays need not necessarily involve the entire upper surface of an object. They may cover just part of it, but in a way that it forms a self-contained design *vis-à-vis* the metal background. This configuration allows the metal to show clearly but the inlay remains the dominant element.

If the inlay is part of the ornamental scheme, then the individual settings or the partial cellwork form part of a common design stylistically connected with the metal surfaces. The latter may be part of the background but also comprise specific elements of the ornament. In this scheme the proportion of the metal background to the inlay is mostly well balanced. The last variant, i. e. cases where the inlay serves as a decorative element, the inlay appears independently of the shape and ornament of the object as a decorative element of the surface. In contrast to the first group, the shape of the inlay is unconnected to the form of the support, and the size of the metal surface is generally far greater than that of the inlay.

32 See note 31.

33 Brepohl 1980, 371–372.

34 Arrhenius 1985, 43–95.

35 This categorisation is based on the glass- and stone-ornamented objects themselves, see: Heinrich-Tamáška 2006a, 28–29.

Considered in technical and ornamental terms, several different inlay techniques can be observed in the Early Avar garnet-ornamented objects of the Carpathian Basin: apart from soldered cloisonné and open-work settings, cast cavities are also documented, both in cellwork and in single settings. Following the subdivision into these categories, their role will be discussed from a stylistic viewpoint, as outlined above.

4 Soldered settings

4.1 Standard cloisonné (*Engzelliges Zellenwerk*)³⁶

This group comprises objects that consist of narrow-celled cellwork of gold or silver, in which thin and flat garnet platelets (generally around 1 mm thick) sit over a patterned foil underlay.³⁷ A paste was added to the cell framework made of thin metal plates, its purpose being to fill and stabilise the lower part of the cell wall in order to hold, among others, the foil and the stone.³⁸ A difference – between standard cloisonné, where the cell walls are soldered both to each other and to the metal base, and suspended cloisonné, where the whole frame is joined to the base but the cell walls are soldered to each other only³⁹ – is not always unequivocally discernible in the examples studied here.

Just two Avar-period sites, Keszthely-Fenéki Street and Kölked-Feketekapu, have produced garnet-ornamented artefacts of this type (see Appendix). From the former site, two pendants, which formed part of a necklace when found, possess a cloisonné pattern which covers the entire upper part and which represents a so-called ‘visual puzzle’ (*Vexierbild*: Figs. 1, 1a; 2a);⁴⁰ they belong to the standard cloisonné⁴¹ category. It is well worth taking a closer look at the inlays. The inlays of the larger pendant (KesztFe/2/1) – when still extant – are exclusively red (Figs. 1, 1a–g). But some are underlain by a waffle-patterned foil and others not, and hence lack the brightness that this underlay provides. This is the case of the circular and circular-oval settings (Figs. 1, 1c–e) which constitute the eyes of a mask and animals in the ‘visual puzzle’.⁴² From this, the two oval cells on the edge whose inlays are missing also probably did not originally possess a foil underlay. This is also the case of two cells lying centrally one above the other (Fig. 1, 1a) next to the ‘eyes’ and which served to articulate the visual puzzle with infilling or separating elements. It therefore appears that the stylistic design parameters determined the use or

36 E. Horváth 2012, 215 distinguishes between three variants of true cloisonné: standard, suspended and cloisonné à jour.

37 Arrhenius 1985, 79–84. Avent and Leigh 1977 and Adams 2006 provide a good overview of foil underlays.

38 Arrhenius 1985, 84–90.

39 Based on the Langobard material, cf. E. Horváth 2012, 215.

40 Heinrich-Tamáská 2004.

41 After E. Horváth 2012, 218–219.

42 Heinrich-Tamáská 2004, fig. 1, 1.

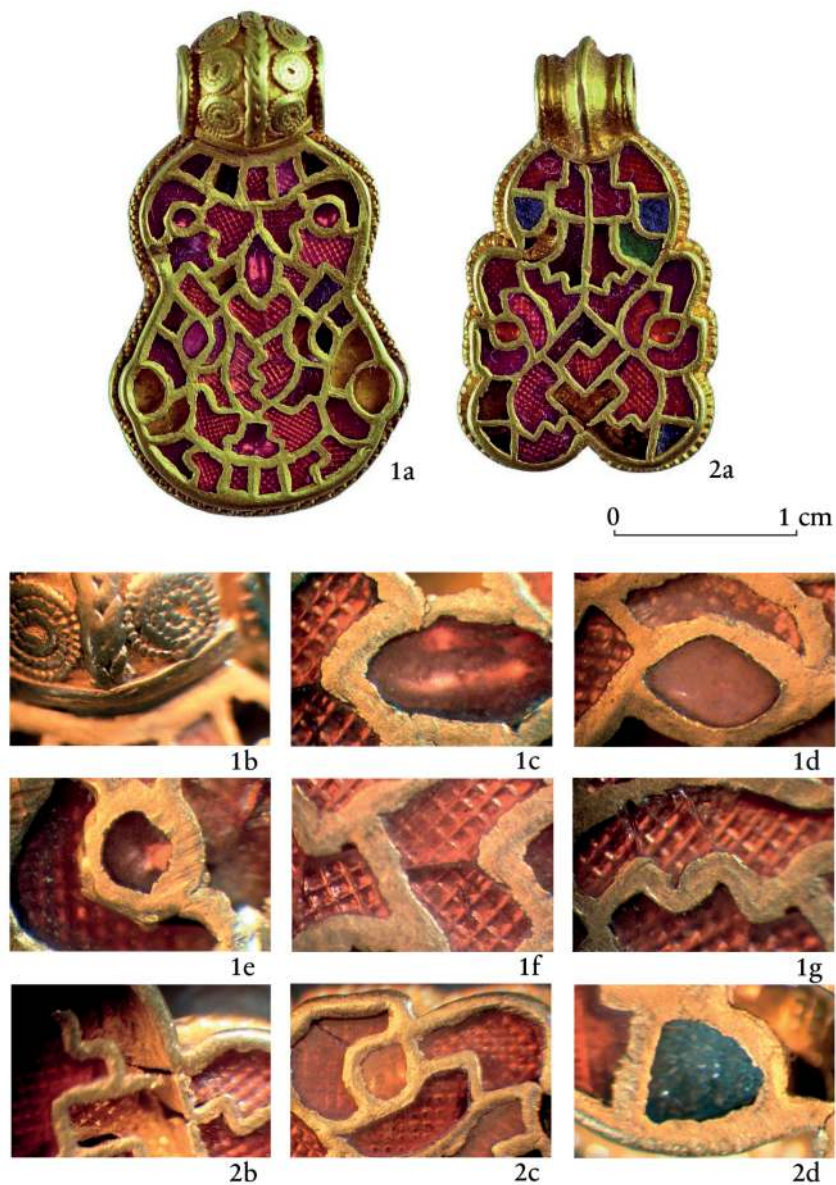


Fig. 1 Pendants from Keszthely-Fenéki Street, Grave 2: 1a the larger pendant (KesztFe/2/1); 1b loop of the larger pendant; 1c–g details of the surface of the larger pendant with garnets; the oval and round cells without wrapped foil and the others with them; 2a the smaller pendant (KesztFe/2/2); 2b–d the surface of the smaller pendant with garnet and glass inlays and the cell structure.

non-use of waffle-patterned foil. Two of the stones could unequivocally be identified as garnets thanks to XRF analysis, but further identification to ascertain whether they are almandine, as initially assumed, needs to be carried out.⁴³ The microscopic examination appears to suggest that the other platelets also consist of garnets.

The smaller exemplar from Keszthely-Fenéki Street (KeszFe/2/2) also shows the interplay between settings with waffle-patterned underlay and those without, but in addition glass inlays are present. Apart from the red garnets set on top of waffle-patterned foils (Fig. 1, 2a–c), there were also blue (Figs. 1, 2d) and green glass platelets. Since the glass inlays partially lost their transparency through corrosion, it is only on the basis of a missing inlay – which would have been of green glass – that it can be assumed that the glass inlays were originally translucent and underlain by a patterned foil (Fig. 1, 2a–b). The two cells which are missing their foil underlay are circular-oval in the case of the larger pendant. Here, the kind of material used – the inlays having a slightly divergent lighter red tone (Fig. 1, 2a, c) – requires further examination.

The pendants from Keszthely-Fenéki Street are considered to be Merovingian imports.⁴⁴ However, since they are so far unique pieces, in the Avar context as well as in western Europe, the question of their provenance cannot be answered conclusively. The pendants from Fertőszentmiklós, Grave 9, which are brought into play in this connexion, are also considered by their excavator to be Frankish imports;⁴⁵ however they exhibit a much simpler cellwork construction. They do not have the stepped cell walls that are a characteristic of narrow-celled cloisonné work, and simpler geometric shapes like quatrefoils and semi-circles determine the composition. This is also the case of the pendants from Bratislava-Rusovce, Grave 53,⁴⁶ and Lužice, Grave 46,⁴⁷ or of the eagle-fibula of Bezenye, Grave 17,⁴⁸ which must be mentioned in this context. The latter examples also belong, according to Eszter Horváth, to the category of standard cloisonné, whereas for the pendants from Fertőszentmiklós there are indications that the work is to be categorised as suspended cloisonné work, which is predominantly represented by western-Frankish imports in Lombard Pannonia.⁴⁹

43 The results of these analyses have been evaluated in an earlier publication: Heinrich-Tamáška 2007. However, in Susanne Greiff's opinion (RGZM, Mainz), the data acquired are insufficient for such identification. It is hoped to include these finds within the framework of the analytical project mentioned in note 6. We, i. e. the author with Eszter Horváth and Zsolt Bendő, propose to examine the entire metal assemblage from the Keszthely-Fenéki Street burial with X Ray Diffraction Scanning Elec-

tron Microscopy (SEM-XRD). See Heinrich-Tamáška and E. Horváth (in press).

44 Sági 1991, 128–130, 135; Müller 1994, 81.

45 Tomka 1980, 12–13. – See also E. Horváth 2012, 222–223 (as part of the Hegykő-Andernach group with suspended 'real cloisonné'). See also Koch 2013, 49–54, Abb. 21.

46 Schmidtova and Ruttikay 2007, fig. 8.

47 Zdeněk and Klanicová 2011, pl. 121, 6–8.

48 Bóna 1956, 211.

49 E. Horváth 2012, 217–224; Heinrich-Tamáška and E. Horváth (in press).

The disc brooch from Kölked-Feketekapu, Grave A279 (Köl/A279/1)⁵⁰ is also an import. This silver item possesses eleven trapezoidal cells which surround a central round setting like the petals of a flower. The central setting encloses a white inlay,⁵¹ the further cells contain red inlays, which are likely to be garnets, underlain by waffle-patterned foil. The piece, whose distribution area is in the Trier area (Böhner III),⁵² was deposited in the Kölked-Feketekapu grave most probably after prolonged use, as it had been reinforced with a secondary setting and was not used for its original purpose, given that it was found as part of a bead necklace.⁵³ The cellwork technique employed indicates that once again it belongs to the category of standard cloisonné, as is also the case of further Langobard-period disc brooches from Pannonia, as demonstrated by Eszter Horváth.⁵⁴

Two exemplars from Grave B119 at Kölked-Feketekapu need to be mentioned in this context. Although common stylistic traits are assumed,⁵⁵ they differ from each other in terms of the manufacturing techniques employed. The bracelet (Köl/B119/2) consists of a fire-gilded support made of cast silver, which, apart from the garnet cloisonné surfaces, was also decorated with niello (Fig. 2a–b). The ring, on the other hand, is entirely made of gold. Garnet inlays combined with opaque white and dark (blue?) inlays⁵⁶ appear on both items (Figs. 2a–b; 3a–b). These provide a contrast with the red inlays, described as garnets,⁵⁷ which are underlain by waffle-patterned foils. The cloisonné surfaces of both pieces form part of the ornamental scheme.⁵⁸ On the bracelet, the parts of the surfaces sunk into the silver body were set with cellwork constructed out of sheet-gold. Thus the piece has affinities with the standard *champlevé* technique of pseudo-cloisonné work.⁵⁹ However, it was a complete cellwork made of soldered sheet-gold that characterises standard cloisonné work that was inserted into the sunken area.⁶⁰

The ‘mask between animal heads’ motif (Fig. 2a) is a determinant element of the highly stylised animal-style design on the front of the bracelet.⁶¹ Purely geometric designs feature on the back: the stepped cell walls here are typical of narrow-celled (*engzellig*) cloisonné work (Fig. 2b). The niello pattern also differs between the front and the

50 Kiss 1996, 200.

51 In this case no identification can be made without scientific analysis. Hilgner 2012 has conducted archaeometric analyses of some of the finds in the collections of the RGZM in Mainz, which enabled her to recognise a series of different materials, including shells, gypsum, bone/ivory, or a combination of several raw materials.

52 Kiss 1996, 200 note 61.

53 Kiss 1996, 81.

54 E. Horváth 2012, 217–224, pl. I, figs. 1a–b.

55 Kiss 2001, vol. I, 291–292. – On a note of caution, the finger-ring does not show any animal style decoration like the bracelet.

56 For the white inlays, see note 51. The material used for the dark inlays is not given in the publication and could not be checked within the remit of this study.

57 In this case it was not possible to examine the piece microscopically (see note 22), and therefore the description given by Kiss 2001, vol. I, 54) has to suffice.

58 Heinrich-Tamáška 2006a, 44–45.

59 E. Horváth 2012, 215–216.

60 E. Horváth 2012, 233–234, also observes combinations of *champlevé* and cloisonné work in Langobard material.

61 Kiss 2001, vol. II, 283–289; Heinrich-Tamáška 2006a, 44; Heinrich-Tamáška 2006b, 515–521.



Fig. 2 The bracelet of Kölked-Feketekapu, Grave B119 (Köl/B119/2): a front view; b back view. Without scale.

back of the bracelet: while at the back rows of dog tooth motifs (*laufender Hund*) separate the decorated surfaces (Fig. 2b), rows of dots feature exclusively on the front (Fig. 2a).

The composition of the gold ring (Köl/B119/1) is more complex, consisting of several elements (Fig. 3a–b): quadrangular cellwork, round and U-shaped settings and chased sheet-gold were soldered onto a gold supporting plate. Seven quadrangular zones of cellwork feature on the front, each with a swastika motif, which are woven together into a braided pattern. Besides garnets, white inlays are used here, too (Fig. 3a). The back is characterised from a technical viewpoint by single soldered band settings with

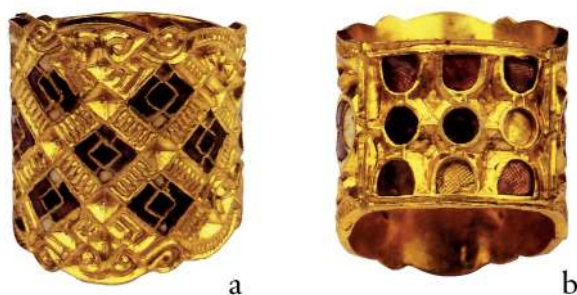


Fig. 3 The fingerring of Kölked-Feketekapu, B119 (Köl/B119/1): a front view; b back view. Without scale.

waffle-patterned foil underlays. These cells, together with the plastic composition of the surfaces in-between, imitate a disc-and-line motif (*Kreis-Linien-Motiv*: Fig. 3b). This kind of motif was regularly translated in a standard cloisonné technique, just as the work was executed on the bracelet from the same grave and on other Avar-period examples.⁶²

To conclude, it is clear that standard cloisonné appears in the Early Avar period on artefacts that form part of a western, Merovingian tradition, and that some can even be considered imports with some certainty. This is supported by the use of the animal style and animal elements; it is further emphasised by the combination of fire-gilding and the contrasting niello silver surfaces in the case of the Kölked-Feketekapu B119 bracelet. In many cases the exemplars are unique pieces, both stylistically and in terms of the goldsmithing techniques employed.

4.2 Cellwork composed of single soldered band settings

The difference with the variants described above consists of the absence of a cloisonné cellwork. These simple designs can be seen as a combination of single band settings, each separately soldered onto the supporting plate and together forming a multiple-cell cellwork. No foil underlay was fitted under the flat-shaped stones.

All the finds of this group belong to the context of the so-called pseudo-belt buckle⁶³ horizon (Appendix). At Bócsa (Bó/c/1–2) garnets appear as elements of a sword: the inlays are set in circular settings and in a simple cellwork on the gold suspension loops of the sword. Garnets are entirely absent from the other objects that belong to the grave,

62 For further examples, see Heinrich-Tamáska 2006a, 42. – For the disc-and-line pattern, see also Nagy 1999, 380–381, 413–414.

63 For pseudo-belt buckles, their origin and significance in the Avar context, see Tóth and A. Horváth 1992, 97–117; Bálint 1995, 250–257; Garam 2005, 419–426, figs. 12–14; Heinrich-Tamáska and Voss (in press).

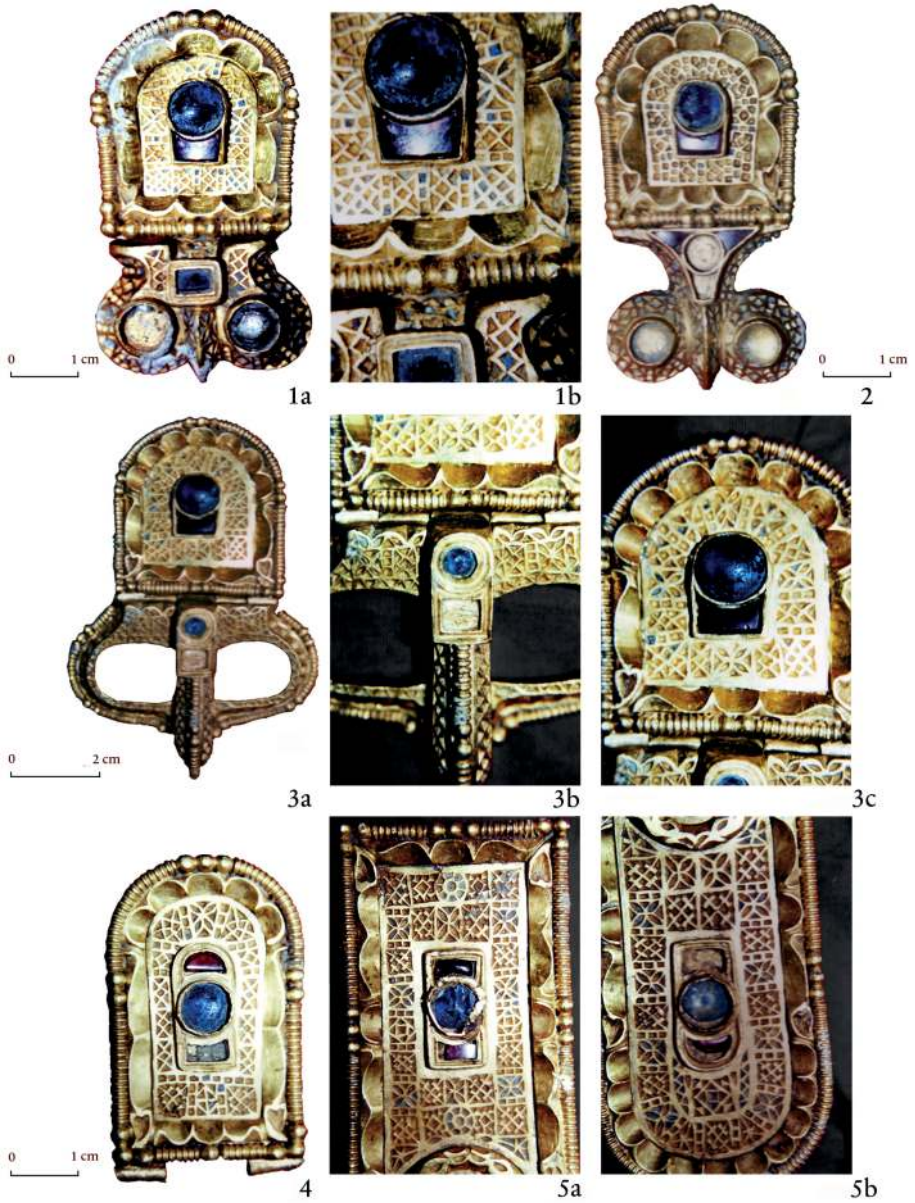


Fig. 4 Elements of the gold pseudo-buckle belt from Sremska Mitrovica/Sirmium: 1a pseudo-buckle (Sir/o/2); 1b detail of the surface of the front of the pseudo-buckles; 2 T-shaped belt plaque (Sir/o/11); 3a buckle (Sir/o/1); 3b–c details of the surface of the front of the buckle; 4 clasp from a belt plaque (front side: Sir/o/8); 5a–d details of the surface of the front of the large strap end (Sir/o/7).

although there are examples of garnet inlays on pseudo-belt buckles elsewhere.⁶⁴ They appear for example on the multiple-cell settings of Sremska Mitrovica/Sirmium: on the belt plaque and the belt mount of the pseudo-belt plaques (Sir/0/1-4, 11). Each was centrally fitted with a circular soldered band setting to which a quadrangular framework was attached so as together they formed a design in the shape of a shield that referred to the shape of the belt plaque (Figs. 4, 1a-b). The T-shaped belt mount additionally featured in its lower part a triangular setting around a circular cell, which thus formed a four-celled composition (Fig. 4, 2).

The examples briefly described here are closer to soldered band settings than to classic cloisonné cellwork in terms of their technical composition. On the suspension loop fittings of the Bócsa sword (Bó/0/1-2) single-framed triangular settings were soldered together so closely that they formed a unitary composition, the convergence of the individual cells creating double cell walls separating the garnets. On the back of one of the mounts, instead of cellwork, a metal plate was soldered on – presumably at a later stage – most probably to strengthen or improve the thin supporting plate.⁶⁵ The examples from Sirmium are also instances of a simple combination of two soldered band settings; in this case angular additions were fastened to the circular settings at their upper extremities.

The connection of such ‘cellwork’ with soldered band settings is also supported by the fact that there is no evidence for foil underlays, and this has contributed to the darker appearance of the stones. In general a paste was applied under the stones, to fix and raise them. This is clearly visible on the finds from Sirmium: today some of the inlays are loose within their frame, sunk within their settings, owing to the fact that the binding material is no longer preserved, and in other instances a shift in the position of the stone has rendered the adhesive visible (Fig. 4, 5a-b).

Together, the finds belonging to this group are indicative of a tradition of inlay techniques entirely different from that represented by the standard cloisonné, and, despite their ‘multiple-cell attributes,’ they are more closely connected to individually-framed settings.

4.3 Soldered single settings: band setting

This group is numerically the best represented and its members are all made of gold, although they belong to typologically diverse categories. The greater part of the finds

64 E. g. the components of the pseudo-belt buckle from Bócsa (see Garam 1993, 53–55). On the other hand, they are present at Sirmium (Popović 1997, 64–71) and Kunbábony (Tóth and A. Horváth 1992, 28–29). For the results see Heinrich-Tamáška and Voss (in press).

65 Garam 1993, pl. 11, 1.

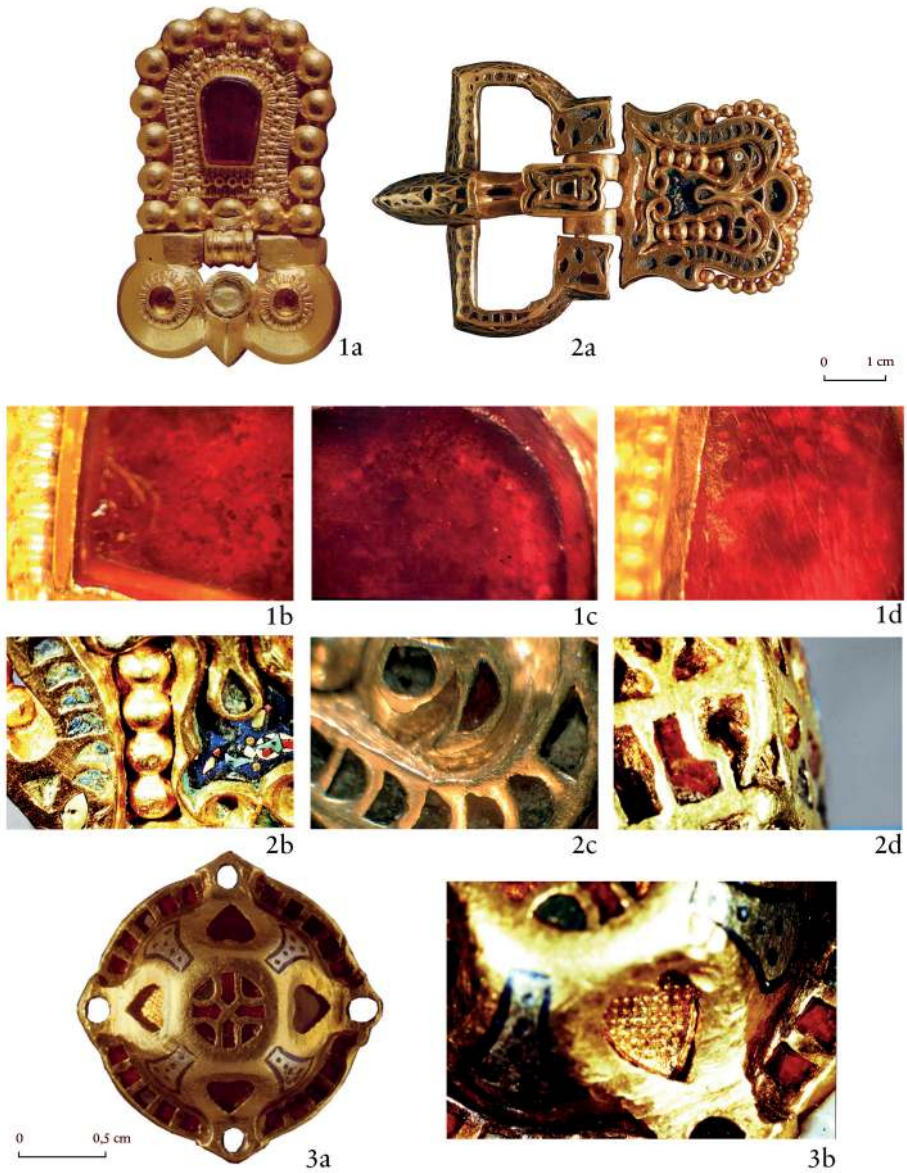


Fig. 5 Elements of the gold pseudo-buckle belt from Grave 1 at Kunbábony: 1a pseudo-buckle (Kunb/1/3); 1b-d details of the garnet inlays on the pseudo-buckle plaques; 2a buckle (Kunb/1/1); 2b mosaic, glass inlays and granulation on the plate of the buckle; 2c glass inlays on the plate of the buckle; 2d garnet inlays on the tongue of the buckle; 3a stud (element of dress ornament? - Kunb/1/2); 3b detail of the stud with a heart-shaped setting with wrapped foil and with a silver-niello inlay.

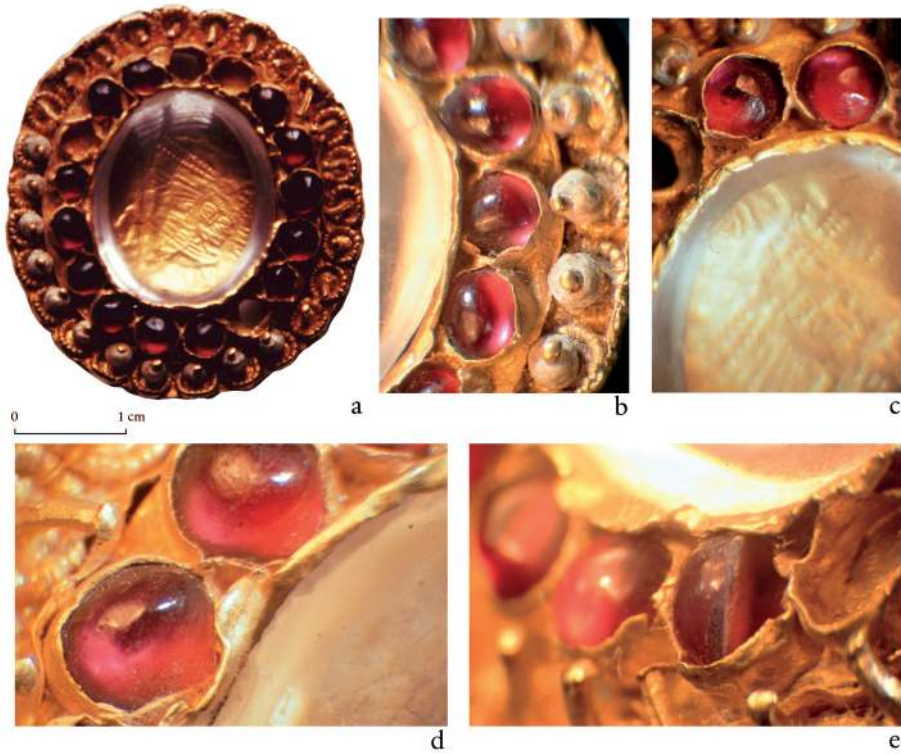


Fig. 6 a Disc fibula from Keszthely-Fenekpuszta, Horreum, Grave 8 (KesztH/8/2); b–e details of the garnet, rock crystal and pearls from this object.

in this group comes from to the pseudo-belt buckle horizon here, too; beyond that, examples are mainly found among the single finds from the so-called Keszthely culture⁶⁶ (Appendix). As a rule the cells are geometric in shape, being round, oval, shield-shaped or quadrangular and none possesses foil underlays. Stylistically the incrustations and inlays that gave the cells their shape are documented as variants of the ornamental scheme.

Among the pseudo-belt buckles, examples of the latter version are predominant. Apart from the belt components from Sirmium mentioned above, the belt fitting from Kunbábony (Kunb/1/3–6) is noteworthy. It has large faceted almandine⁶⁷ inlays (Fig. 5, 1b–d) set in a simple shield-shaped soldered band setting that conforms to the form of the belt plaque (Fig. 5, 1a–d). On the examples from Sirmium (Sir/0/2–4, 9, 11) the individual settings with garnet platelets are positioned on the root of the tongue. In each case they are quadrangular settings onto whose upper edge a grooved metal frame was

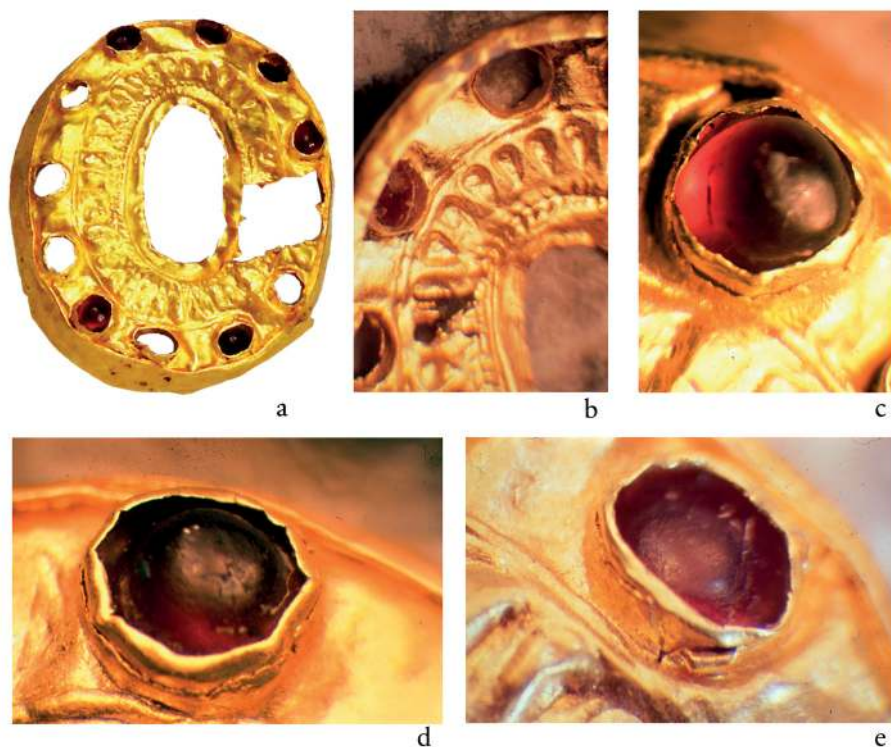


Fig. 7 Disc fibula from Nagykozár (Nagyko/o/1); b back side; c–e details of the garnet inlays from this object. Without scale.

additionally soldered (Fig. 4,1a-b). The remainder of the fittings' surfaces was decorated with enamel.⁶⁸

Small concave garnet inlays with straight base are recorded on the disc brooches of Keszthely-Fenekpuszta/Horreum, and Nagykozár. The round cells of the Keszthely (KesztH/5/13) fibula were soldered individually onto the gold supporting plate (Fig. 6a–e); the stones were set over a paste composed, apart from wax, of lime, gypsum and quartz.⁶⁹ In the Nagykozár (Nagyko/o/1) example the pressed supporting plaque was carved out to accommodate the inlays, and subsequently the circular cell walls were inserted from behind (Fig. 7a–e). The entire back of this brooch would have originally been filled with a paste and sealed to its back plate.

66 For the Keszthely culture, see overview by Daim 2000 and Heinrich-Tamáška 2007–2008, 215–220.

67 See Tóth and A. Horváth 1992, 28 note 22 concerning the identification of the stones as almandine.

68 For these attributes, see Heinrich-Tamáška 2006a, 38–39; Heinrich-Tamáška and Voss (in press).

69 Heinrich-Tamáška 2007.



Fig. 8 1 Finger-ring from the burial at Ozora-Tótipuszta (Oz/0/1); 2 basket-shaped earrings from Kölked-Feketekapu, Grave B85 (Köl/B85/3). Without scale.

Concave inlays are further documented on the Byzantine-type finger-ring from Ozora-Tótipuszta (Oz/0/1);⁷⁰ the front face is surrounded by beaded wire (*Perldraht*). On the latter piece the inlay forms part of a more complex cellwork whose inlays did not survive (Fig. 8, 1). Concave garnets are documented on the straight terminal of a pair of gold basket-earrings from Kölked-Feketekapu (Köl/B85/3), combined in this case with filigree. The stone set on that example suggests that the paste raised the stone while also fixing it into position (Fig. 8, 2).

Finally garnets exist as shape-forming inlays on (necklace) pendants, discussed within a Byzantine context.⁷¹ On the jewelled collar from Grave 5 at Keszthely-Fenekpuszta/Horreum (KesztH/5/1), they appear in combination with glass inlays of different colours⁷² in triangular cells (Fig. 9, 1a) whose backs are decorated with granulation (Fig. 9, 1b). In one of the settings, a ring-stamped foil underlay is identifiable;⁷³ the latter appears in this form on the S-fibula of the Langobard-period cemetery of Vörs for example.⁷⁴

The five oval, concave-shaped almandines from Kiskörös-Vágóhíd, Grave A (KiskV/A/7-11) are also interpreted as pendants from a jewelled collar, in the sense of an

70 Garam 2001, 84–87.

71 Garam 1991.

72 The collar consists of 14 triangular settings, eight of which still retain their inlays. Only one inlay is likely to be a garnet, the others are glass inlays, one of them coloured red. Beyond that, there are also small concave glass inlays set on both sides of the

circular settings (Fig. 9, 1e) which acted as pendants to each triangular element. See Heinrich-Tamáská 2006a, 218 figs. 65–66.

73 Heinrich-Tamáská 2006a, 218 fig. 63; Avent and Leigh 1977, fig. 1g.

74 Grave 33: Heinrich-Tamáská 2006a, 219 fig. 70.

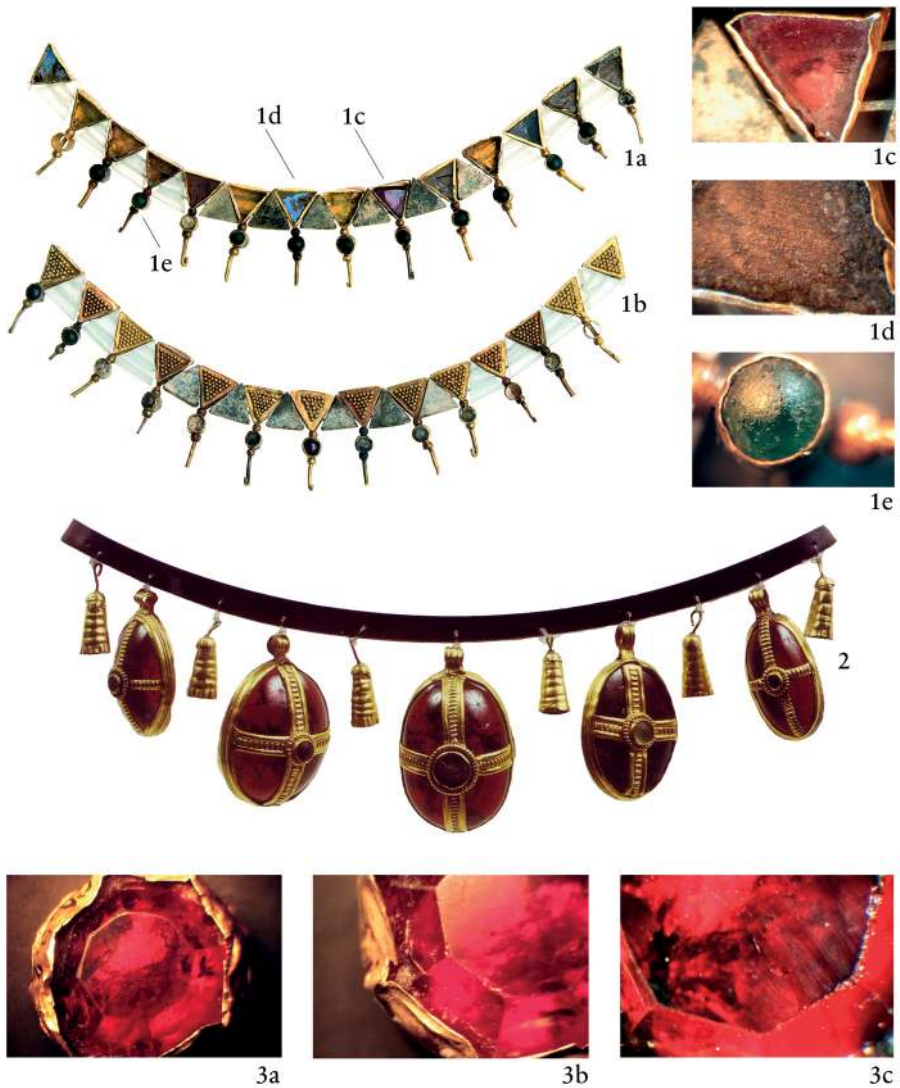


Fig. 9 1a–b jewelled collar from Keszthely-Fenekpuszta, Horreum, Grave 5 (front and back sides: KeszthH/5/13); 1c garnet inlay from one frame from this object; 1d–e glass inlays from this object; 2 jewelled collar from Kiskörös-Vágóhíd, Grave A (5 garnets: KiskV/A/7–11); 3a–c Keszthely-Fenekpuszta, Horreum, Grave 9, faceted garnet in gold cell (KeszthH/9/3). Without scale.

imitatio imperii.⁷⁵ Their size sets them apart as unique pieces (Fig. 9, 2), unparalleled in

75 Garam 1991, 167–168.

the material examined by Birgit Arrhenius who attributes a Sassanid origin to them.⁷⁶ They may have had various provenances, combined here into a composite piece of jewellery: one of the stones is faceted and the remainder's crescent-shaped sections appear quite variable.⁷⁷ From the perspective of the setting techniques they can however be ascribed to the category of soldered band settings only conditionally. Indeed they do not possess a back plate. The framing consists merely of a strip of gold, held on top by a loop, and two further gold strips crossing each other on the front of the pendant; sited at the junction of these two strips is a circular soldered band setting with inlay.⁷⁸

The original function of the setting with one hexagonal faceted garnet from Keszthely-Fenekpuszta/Horreum (KesztH/9/3; Fig. 9, 3a–c) is unknown but it could have been threaded onto something or other, as suggested by the presence of small holes in the cell walls. There was also a concave garnet inlaid into the drop-shaped setting of the Kunmadaras (Kunm/0/1) pendant, encircled by three lines of beaded wire.

The finds presented here are without exception high-value items of jewellery made of gold from high-status burial complexes. Apart from the soldered band settings, decorative techniques involving enamelling, granulation and filigree were also employed, which emphasise the rarity and special status of these finds in the Avar context;⁷⁹ this horizon is often considered within the broader context of Byzantine influences, whether original products or imitations.

4.4 Open-work cellwork: *champlevé à jour*⁸⁰

Eszter Horváth considers this technique as already part of the so-called pseudo-cloisonné techniques, to which the later sunken settings also belong.⁸¹ Here they will however be treated in connexion with the soldered settings, since the soldering technique is at the basis of the work here, too. The principle is as follows: the space for the inlays is cut out of a 'capping plate' (open-work) to be mounted later on the upper side, and this is set on a structure made of back and side cell walls. As a result there is no real separation between the cells (hence pseudo-cloisonné), the inlays being held in position by the paste that fills the whole of the construction's hollow space. Among the finds assigned to this category feature some fairly complex items as well as some examples that show rather simpler solutions (Appendix).

The buckle of the Kunbábony (Kunb/1/1) pseudo-belt buckle shows a high-quality form of the *champlevé à jour* technique applied to the sides of the belt plaque: it repre-

76 Arrhenius 1985, 55.

77 Heinrich-Tamáska 2006a, 57.

78 According to Garam 1993, 82–83 the inlays consisted of a white, a dark, a green and a red glass inlay. The fifth inlay did not survive. She considers this

framing to have been made in a local Avar context (Garam 1991, 168).

79 Heinrich-Tamáska 2002, 260–263.

80 E. Horváth 2012, 216.

81 E. Horváth 2012, 216.

sents two S-shaped animal figures, bent and looking towards the loop (Fig. 5, 2a–c).⁸² The inlays have all but disappeared, only some green-blueish glass splinters remained preserved in the binding material. Garnets are still present in several examples on the tongue and the loop of the buckle (Fig. 5, 2c).⁸³

The composition of the fittings on the guard of the Bócsa sword (Bó/0/33–34) is already simpler. The fittings belong to the same sword as the suspension loops discussed above (Bó/0/1–2). The front plate features cut-out cellwork (surface decoration) which is framed by a ribbed gold strip and which was soldered onto a gold lateral plate. The latter is also wrapped around the iron sword's guard.

The simplest form of execution can be observed on some components of the pseudo-belt buckle from Sirmium (Sir/0/7–8). Elongated shield-shaped and quadrangular settings are soldered and centrally placed as an ornamental element on the enamel-decorated front plate; the upper plate is centrally articulated around a circle and quadrangular and crescent-shaped elements flank this circle. The cell must originally have been filled with paste, the circular settings were occupied by blue glass inlays and the further cells held (re-used⁸⁴) garnets. The margin of the open-work plates (like the band settings) of the belt fitting are articulated by grooves (Figs. 4, 5a–b).

The items presented here once again belong to the pseudo-belt buckle horizon and are an expression of the multiplicity of ornamental techniques used on these objects.

5 Cast cavities⁸⁵ (sunken settings): standard champleve⁸⁶

The defining characteristic of this inlay technique is that the space to be occupied by the inlay is already formed in the casting process and hence sunk into the support. Multiple- as well as single-celled versions exist, and examples with and without foil underlay have been recorded. Silver items, fire-gilded with gold in every case, are predominant in this group, but there are also objects made purely of gold.

The S-fibula of Várpalota 19 type from Keszthely-Fenekpuszta/Horreum, Grave 11 (KesztH/11/1) features single cells; the silver base material contained two circular and three triangular settings sunk into it (Fig. 10, 1), underlain by a simple waffle-patterned foil made of gilded silver. It belongs to a type that is well documented in Langobard-period contexts.⁸⁷ A further S-fibula from the same cemetery (KesztH/17/1) exhibits cellwork along its outer contours representing two bent eagles' heads (Fig. 10,

82 Tóth and A. Horváth 1992, 27, 97–104.

83 A garnet and a white inlay (shell?) appear in the centre of the belt fitting.

84 Heinrich-Tamáská 2006a, 37–38; Heinrich-Tamáská and Voss (in press).

85 Arrhenius 1985, 78.

86 E. Horváth 2012, 216.

87 E. Horváth 2006, 53–54.



Fig. 10 1 S-shaped fibula from Keszthely-Fenékpuszta, Horreum, Grave 11 (KesztH/11/1); 2a S-shaped fibula from Keszthely-Fenékpuszta, Horreum, Grave 17 (KesztH/17/1); 2b–c details of the garnet inlays from this object; 3a trapeze-shaped plate from a stud belonging to a spatha baldric from Keszthely, Pusztaszentgyházi-dűlő, Grave A (KesztP/A/2); 3a detail of one of the garnet inlays from this object; 4 hair-pin from Kölked-Feketekapu, Grave B85 (Köl/B85/1); 5 tongue with damascening (*Tauschierung*) and garnet inlays from Kölked-Feketekapu, Grave B173 (Köl/B173/1).

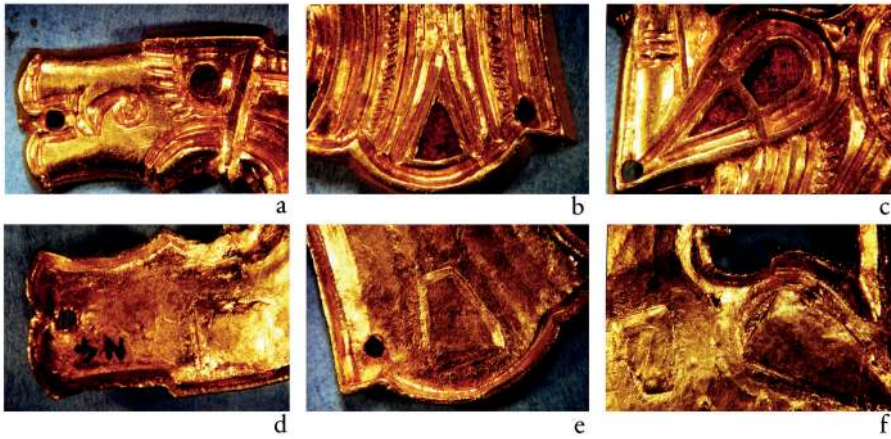


Fig. 11 Boar-shaped plate from the Jankovich Collection (JankG/0/1): a–c front side of the garnet inlays; d–f back side with gold plates (showing the location of the garnet inlays). Without scale.

2a).⁸⁸ The cells had already been fashioned individually in the casting mould (Figs. 10, 2b–c). Recently Eszter Horváth has drawn attention to a parallel from the nearby Langobard-period cemetery of Vörs.⁸⁹ In connexion with silver supports, the stud from the baldric from Keszthely-Pusztaszentegyházi dűlő (KesztP/A/2) also belongs to this context. Gilded like the fibula, this stud possesses garnet platelets⁹⁰ on all four sides of its trapezoidal fitting (Fig. 10, 3a), set in their cast cavities on top of an adhesive and a waffle-patterned foil underlay (Fig 10, 3b).

The terminal of a hair-pin from Kölked-Feketekapu (Köl/B85/1) was also cast in silver and fire-gilded. Its garnets, set in sunken settings,⁹¹ accentuate the almond-shaped eyes and pointy ears of two animal heads that figure on the slightly raised front side (Fig. 10, 4).⁹² The garnet inlays from a boar-shaped fitting in cast gold from the Jankovich Collection (JankG/0/1) also form part of an animal style in which the separate elements of an animal figure (eyes, upper limbs, etc.) were enhanced by garnets underlain by waffle-patterned foils (Fig. 11a–c).⁹³ Small quadrangular metal plates were soldered onto

88 Heinrich-Tamáská 2004, 171, fig. 7.

89 E. Horváth 2012, 224.

90 The piece was recently examined in detail as part of a study by Bendó, Heinrich-Tamáská, and E. Horváth 2014. This revealed that two different types of garnets were used: almandine of Type 'A' und pyrope-almandine of Group 'X'.

91 It was not possible to determine from the publication whether patterned foil underlays were under

the garnets. According to the description given it appears that the right eye of the upper animal head was replaced by a green-whitish glass inlay (Kiss 2001, vol. I, 32).

92 For the motif, see Kiss 2001, vol. I, 266–268; Heinrich-Tamáská 2006b, 520.

93 On the subject of the ornamental scheme, see Heinrich-Tamáská 2006b, 522–523.

the back of the fitting (Fig. 11d–e) in the places the inlays occupy, no doubt to secure the underside of the inlay on a thin cast plaque.

A strap-end from Kölked-Fekekapu (Köl/B173/1) constitutes an exception in this group in terms of the material used for the support, i. e. iron.⁹⁴ However, here, too, the settings on the front were sunk – in accordance with the definition of standard *champlevé* – between the braids made by silver and brass metal-wire inlays (*damascening* = *Tauschierung*) and the settings were lined with gold (?) waffle-patterned foil to receive the garnet platelets (Fig. 10, 5). The strap-end is connected to the Group A damascening work of the Early Avar period which is interpreted as the expression of a local Pannonian-Germanic workshop tradition.⁹⁵

Two further gold objects from Kunbábony belong to this category. A cone-shaped stud and the buckle mentioned above. The stud (Kunb/1/2), which has been interpreted as an element of dress ornament,⁹⁶ exhibits several specific technical attributes. Set along the cone-shaped outer surfaces, four heart-shaped single cast cavities, with waffle-patterned foil underlay and garnets alternate with axe-shaped silver inlays with niello decoration (Fig. 5, 3b). Waffle-patterned foil also underlays the *champlevé* cellwork that figures on the flattened head, in a form that represents a cross set within a circle. Finally five quadrangular settings appear on the lower edge of the stud between the holes that served to fasten the stud onto the cloth (Fig. 5, 3a). Apart from garnets, blue glass (?) inlays are also present. Furthermore, sunken settings are documented on the loop and tongue of the buckle from the same grave (Kunb/1/1), the inlays being held in position by a paste (Fig. 5, 2d).

The last two examples aside, the silver objects ornamented in the *champlevé* technique belong to a Germanic-Langobard workshop tradition, and the two S-fibulae from Keszthely-Fenékpuszta may even count as products of this phase, which were buried only after a long period of use. The two Kunbábony finds are unique pieces, not only from the point of view of their inlay techniques, but also in terms of their form. They are most likely to derive from a milieu that could draw on a widespread repertoire of goldsmithing techniques, suggesting an arena in which Late Roman-Byzantine workshops were influent.

94 Garnet inlays are also documented at Sommerein, Grave 19 (Som/16/1–5), but the set already belongs to the Late Avar period, around AD 700. For an overview, see Heinrich-Tamáska 2005, 33.

95 Heinrich-Tamáska 2005, 127.

96 Tóth and A. Horváth 1992, 28–29, 125–126.

6 Concluding remarks

The finds, subdivided here into categories according to the cell techniques employed, can largely be attributed to three large groupings on the basis of the working traditions they represent. Finds which show affiliations with Merovingian-Germanic prototypes constitute the first group. They comprise on the one hand artefacts that are representative of the standard cloisonné technique, and on the other hand (and in the majority of cases) objects exhibiting the standard *champlevé* technique. These artefacts predominantly made use of flat garnets with waffle-patterned foil underlays. Such a combination of traditions is also confirmed by the formal and stylistic characteristics of the finds, such as the animal style and S-fibulae.

The pseudo-belt buckle sets can be identified as forming a second grouping. Here single- and multiple-cell versions of gold soldered band settings are prevalent, besides *champlevé à jour* forms; waffle-patterned foil underlays have not been encountered. In addition, the finds from this group show the use of further decorative techniques that are rarely seen in the Avar period, such as granulation and enamelling, which suggests a sphere of influence of Late Roman-Byzantine workshops. The third group is made up of individual items of jewellery, stemming in the great majority of case but not exclusively from the Keszthely cultural sphere, that are also connected with a Byzantine tradition.

There are unique pieces in all three groups, for example the belt buckle from Kunbábony, the pendants from Kiskőrös-Vágóhíd or those from Keszthely-Fenekpuszta/Horreum; they highlight the individuality of the object on which garnets feature. Conversely the use of garnets emphasises and strengthens the material value of the objects. On the whole, however, the material assemblage that distinguishes the Early Avar period also confirms the overall image: garnet inlays were exclusively used on objects made of precious metals, each rated as prestige objects, as objects in themselves as well as within their specific context. Indeed the golden pseudo-belt buckles accompany the richest burials, as do the jewelled collars in Byzantine tradition and objects from the burial ground of Kölked-Feketekapu B. The garnets could thus have served as the means to project power and wealth.⁹⁷

The investigation of garnet-decorated objects shows in an exemplary manner how technological observations can help reconstruct the ‘pre-history’ of this kind of artefacts, as described at the beginning of this article. The quality and origin of the raw material(s), the essential elements of manufacture and its details can provide important insights into the social and cultural background for production and use. Moreover the categories of cell techniques defined here indicate the different sources and traditions in use at the same time on the territory of Avaria. That should not mean local workshops alone,

97 As already suggested by Arrhenius 1969 for the Scandinavian material.

but rather the output of foreign craftsmen and/or import. Further technological details, like granulation, enamel and filigree are indications of strong external influences, from the West as well as from Byzantium. Moreover, the high prestige status that this kind of artefacts seems to have possessed, points to the importance of the transfer of metal technology for the local elites. Nevertheless the symbolical meaning of garnets must be stressed. The red colour and the shine of this stone alongside the combination with gold or gilded surfaces express prestige and wealth. Not everybody could have access to the sources of garnets: the distribution and the specialist knowledge needed to treat this material were only available to the high-ranking circles of early medieval societies. It is hoped that future research applying geochemical analytical techniques to identify garnets will give renewed impetus to the image projected here. The provenance of the stones that reached the Carpathian Basin remains to be verified, as is the possibility that alternative distribution networks for the procurement of garnets lay concealed behind the demonstrable differences among the cell techniques employed.

7 Appendix: Catalogue of finds decorated with garnets from the Early Avar contexts

In the appendix below, the listing of the finds within individual groups follows the catalogue numbering published by Heinrich-Tamáška in 2006,⁹⁸ where references to individual finds in the literature will be found. Many refer to several different inlay techniques. In this case they are listed under several categories and shown in italics.

98 Heinrich-Tamáška 2006a, 93–190.

Type	Code	Function	Base	Manufacturing technique	Surface/decoration techniques	Other inlays/cell techniques	Cell			Garnet	Fig.		
							Base	Foil	Paste			Shape (no.)	Shape (no. ^a)
Standard cloisonne (Einzelziges Zellenwerk)	KeszFe/2/1	Pendant	Au	hammering	filigree		Au/soldered	Au	x	stepped (43)	flat (37)	cutting	1,1a-g
	KeszFe/2/2	Pendant	Au	hammering	beaded wire	glass	Au/soldered	Au	x	stepped (31)	flat (19)	cutting	1,2a-g
	Köl/A279/1	disc fibula	Ag/Fe	hammering/ forging	–	white inlay	Au/soldered	Ag	x	trapeze (11)	flat (11)	cutting	–
	Köl/B119/2	bracelet	Ag	casting	fire-gilding/ niello	white-black inlays	Au/soldered	Au	x	stepped/geometric shapes (207)	flat(189)	cutting	2a-b
	Köl/B119/1	finger-ring	Au	hammering	–	white inlays	Au/soldered	Au	x ²	geometric shapes (40)	flat (32)	cutting	3a-b
	B6/0/1–2	suspension loop fittings (a pair for a sword)	Au	hammering		band settings	Au/soldered	–	x	triangle (2x5)	flat (2x5)	cutting	–
	Sir/0/1	buckle	Au	casting	enamel	band settings/ glass	Au/soldered	–	x	rectangle (2)	faceted/ flat (1)	cutting	4,3a-c
	Sir/0/2–4	pseudo-buckles	Au	casting	enamel	band settings/ glass	Au/soldered	–	x	rectangle (2)	faceted/ flat (1)	cutting	4,1a-b
	Sir/0/11	T-shaped plaque	Au	casting	enamel	band settings/ glass	Au/soldered	–	x	geometric shapes (6)	flat (3)	cutting	4,2
	Cellwork of band settings												

Type	Code	Function	Base	Manufacturing technique	Surface/decoration techniques	Other inlays/cell techniques	Cell			Garnet	Fig.		
							Base	Foil	Paste			Shape (no.)	Shape (no. ^a)
Band settings	B6/0/1-2	suspension loop fittings (a pair for a sword)	Au	hammering		cellwork of band settings	Au/soldered	-	x	circle (2x3)	domed/keeled (2x3)	-	
	KesztH/5/13	jewelled collar	Au	hammering		glass	Au/soldered	x	x	triangle (14)	flat (2)	9,1a-c	
	KesztH/8/2	disc fibula	Au	hammering/pressing		pearls, rock crystal	Au/soldered	-	x	circle (17)	domed/keeled (15)	6a-e	
	KesztH/9/3	plaque	Au	hammering			Au/soldered	-	-	circle (1)	faceted (1)	9,3a-c	
	Kisk/A/7-11	jewelled collar	-	-		band setting/glass	Au/pressed	-	-	oval	domed/keeled (5)	9,2	
	Köl/B85/3 ^c	pair of basket earrings	Au	hammering	filigree		Au/soldered	-	?	circle (2x5)	domed/keeled (2x1)	8,2	
	Kunb/1/3-6	pseudo-buckles/belt plaques	Au	casting/hammering	granulation/beaded wire	glass	Au/soldered (3)	-	?	U-shaped (1)	faceted	cutting	5,1a-d
	Kunm/0/1	plaque	Au	hammering	beaded wire		Au/soldered	-	?	oval (1)	domed/keeled (1)	cleaving	-
	Nagyko/0/1	disc fibula	Au	pressing			Au/soldered	-	x	circle (12)	domed/keeled (6)	cleaving	7a-e

Type	Code	Function	Base	Manufacturing technique	Surface/decoration techniques	Other inlays/cell techniques	Cell			Garnet	Fig.		
							Base	Foil	Paste			Shape (no.)	Shape (no.) ^a
Band settings	Oz/0/1	finger-ring	Au	hammering	beaded wire	cellwork of band settings (without inlays)	Au/soldered	–	x	circle (1)	domed/keeled (1)	8,1	
	Sir/0/2–4	pseudo-buckles	Au	casting	enamel	cellwork of band settings/glass	Au/soldered	–	x	Rectangle (1)	flat (1)	4,1a-b	
	Sir/0/9	belt plaque	Au	casting	enamel		Au/soldered	–	x	U-shaped	flat	–	
	Unb/0/16 ^d	pendant	Au	hammering	beaded wire		Au/soldered	–	?	bead-shaped (1)	domed/keeled? (1)	–	
	Kunb/1/1	buckle	Au	casting/hammering	granulation	standard cham-pleve/ mosaic/glass/ white inlay	Au/soldered	–	x	various (37)	flat (1)	cutting	5,2a-c
<i>Champlevé à jour</i>	B6/0/33–34	pair of fittings on the guard of a sword	Au	hammering			Au/soldered	–	?	semi-circles (6)	flat (6 ^e)	cutting?	
	Sir/0/7	large stap-end	Au	casting	enamel	framed setting/glass	Au/soldered	–	x	geometric shapes (6)	flat (2)	cutting	4,5a-b
	Sir/0/8	belt plaque	Au	casting	enamel	glass	Au/soldered	–	x	geometric shapes (3)	flat (3)	cutting	4,4

Type	Code	Function	Base	Manufacturing technique	Surface/decoration techniques	Other inlays/cell techniques	Cell			Garnet		Fig.
							Base	Foil	Paste	Shape (no.)	Shape (no. ^a)	
Standard <i>champlevé</i>	Kunb/1/2	stud (element of dress ornament?)	Au	casting	Ag/niello	glass	Au/ cast	Au ? (head)	head-shaped (4)/geometric shapes (28)	flat (21)	cutting	5,3a-b
	Kunb/1/1	buckle	Au	casting/hammering	granulation	champlevé à jour/mosaic/glass/white inlay	Au/ cast	-	x geometric shapes ^e	flat	cutting	5,2a-c
	KesztH/17/1	S-Fibula	Ag	casting	fire-gilding/beaded wire		Ag/ cast	Ag ?	geometric shapes (12)	flat (12)	cutting	10,2a-c
	KesztH/11/1	S-Fibula	Ag	casting	fire-gilding/niello		Ag/ cast/	Ag/ ? gilded	geometric shapes (5)	flat (4)	cutting	10,1
	KesztP/A/2	baldric stud (for spatha)	Ag	casting	fire-gilding		Ag/ cast	Au	x trapeze (4)	flat (4)	cutting	10,3a-b
	JankG/0/1	boar-shaped plaque	Au	casting			Au/ cast	Au ?	geometric shapes (4)	flat (4)	cutting	11a-f
	Köl/B85/1	hair-pin	Ag/Fe	casting/forging	fire-gilding		Ag/ cast	-	x geometric shapes (9)	flat (9)	cutting	10,4
	Köl/B173/1	stap-end	Fe	forging	Damascening (<i>Tauschierung</i>)		Au	Au ?	geometric shapes (11)	flat (10)	cutting	10,5

^a Number of cells that contain garnets (still today).

^b After Arrhenius 1985, 43–76.

^c This find does not feature in Heinrich-Tamáska's catalogue (2006a) because the work does not incorporate earrings. For this find, see Kiss 2001, vol. 2, Pls. 29.1; 1.3–4.

^d Heinrich-Tamáska (2006a, 174) also refers to a piece (Unb/0/3) with garnet inlay in a soldered band setting. It has been omitted because no reference to the type of material used – whether actually garnet – could be found.

^e Without indication of the number of cells or the number of surviving garnets.

Bibliography

Adams 2000

Noël Adams. "The Development of Early Garnet Inlaid Ornaments". In *Kontakte zwischen Iran, Byzanz und der Steppe in 6.–7. Jahrhundert*. Ed. by Csanád Bálint. *Varia Archaeologica Hungarica X*. Budapest, Napoli, Roma: Arch. Inst. Ungarische Akademie der Wissenschaften, 2000, 13–70.

Adams 2006

Noël Adams. "Back to the Front: Observations on the Development and Production of Decorated Backing Foils for Garnet Cloisonné". *Historical Metallurgy* 40.1 (2006), 12–26.

Arrhenius 1969

Birgit Arrhenius. "Zum symbolischen Sinn des Almandin im frühen Mittelalter". *Frühmittelalterliche Studien* 3 (1969), 47–59.

Arrhenius 1971

Birgit Arrhenius. *Granatschmuck und Gemmen aus nordischen Funden des frühen Mittelalters*. Stockholm: Holmqvists Reprötryck, 1971.

Arrhenius 1985

Birgit Arrhenius. *Merovingian Garnet Jewellery. Emergence and Social Implications*. Stockholm: Almqvist & Wiksell, 1985.

Avent and Leigh 1977

Richard Avent and David Leigh. "A Study of Cross-Hatched Gold Foils in Anglo-Saxon Jewellery". *Medieval Archaeology* 21 (1977), 1–46.

Bachmann 1998

Hans-Gert Bachmann. "Grundlagen und Ziele der metallkundlichen und analytischen Untersuchungen". In *Römische und germanische Bunt- und Edelmetallfunde*. Ed. by Hans-Ulrich Voss, Peter Hammer, and Joachim Lutz. Vol. 79. Bericht der Römisch-Germanischen Kommission. DAI, 1998, 117–120.

Bálint 1995

Csanád Bálint. *Kelet, a kora avarok és Bizánc kapcsolatai (Régészeti tanulmányok)*. Vol. 8. Magyar Östörténeti Könyvtár. Szeged: Magyar, 1995.

Behr 2012

Charlotte Behr. "The Working of Gold and its Symbolic Significance". In *Goldsmith Mysteries. Archaeological, Pictorial and Documentary Evidence from the 1st Millennium AD in Northern Europe*. Ed. by Alexandra Pesch and Ruth Blankenfeldt. Vol. 8. Schriften des Archäologischen Landesmuseums, Ergänzungsreihe. Neumünster: Wachholtz Verlag, 2012, 51–58.

Bendő, Heinrich-Tamáská, and E. Horváth 2014

Zsolt Bendő, Orsolya Heinrich-Tamáská, and Eszter Horváth. "Material- und Herstellungsanalysen der goldenen und vergoldeten Funde aus dem Grab A von Keszthely-Fenekpuszta, Ödenkirche-Flur". In Róbert Müller. *Die Gräberfelder von Keszthely-Fenekpuszta, Ödenkirche-Flur*. Vol. 5. Castellum Pannonicum Pelsonense. Rahden, Westf.: Verlag Marie Leidorf, 2014, 311–335.

Bernbeck 1997

Rheinhard Bernbeck. *Theorien in der Archäologie*. UTB. Tübingen, Basel: Francke, 1997.

Biehl and Gleser 2003

Peter F. Biehl and Ralf Gleser. "Theorien und Methoden der Stilanalyse". In *Zwischen Erklären und Verstehen? Beiträge zu den erkenntnistheoretischen Grundlagen archäologischer Interpretationen*. Ed. by Marlies Heinz, Manfred K. H. Eggert, and Ulrich Veit. Vol. 7. Tübinger Archäologische Taschenbücher. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann, 2003, 149–174.

Bóna 1956

István Bóna. "Die Langobarden in Ungarn". *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 7 (1956), 183–242.

Borbein 1972

Adolf Borbein. "Rezension zu: 'Allgemeine Grundlagen der Archäologie'". Ed. by Hausmann, Ulrich". *Gnomon* 44 (1972), 280–300.

Brepohl 1980

Erhard Brepohl. *Theorie und Praxis des Goldschmieds*. Leipzig: Fachbuchverlag, VEB, 1980.

Brepohl 1987

Erhard Brepohl. *Theophilus Presbyter und die mittelalterliche Goldschmiedekunst*. Wien, Köln, Graz: Böhlau, 1987.

Burmeister 1999

Stephan Burmeister. "Innovation, ein semiologisches Abenteuer – Das Beispiel der Hallstattzeit in Südwestdeutschland". *Archäologische Informationen* 22.2 (1999), 241–260.

Calligaro et al. 2008

Thomas Calligaro, Patrick Périn, Françoise Vallet, and Jean-Paul Poirot. "Contribution à l'étude des granats mérovingiens (Basilique de Saint-Denis et autres collections du Musée d'Archéologie Nationale, diverses collections publiques et objets fouillés récents)". *Antiquités Nationales* 38 (2008), 111–144.

Carr 1995

Christopher Carr. "A Unified Middle-Range Theory of Artifact Design". In *Style, Society, and Person. Archaeological and Ethnological Perspectives*. Ed. by Idem and Jill E. Neitzel. Interdisciplinary contributions to archaeology. New York, London: Plenum, 1995, 171–253.

Claude 1981

Dietrich Claude. "Die Handwerker der Merowingerzeit nach den erzählenden und urkundlichen Quellen". In *Das Handwerk in vor- und frühgeschichtlicher Zeit. Bericht über Kolloquien der Kommission für die Altertumskunde Mittel- und Nordeuropas in den Jahren 1977–1980*. Ed. by Herbert Jankuhn et al. Vol. 1. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 1981, 204–266.

Daim 2000

Falko Daim. "Keszthely". In *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde*. Vol. 16. Berlin, New York: de Gruyter, 2000, 468–474.

Drauschke 2011

Jörg Drauschke. *Zwischen Handel und Geschenk. Studien zur Distribution von Objekten aus dem Orient, aus Byzanz und aus Mitteleuropa im östlichen Merowingerreich*. Vol. 14. Freiburger Beiträge zur Archäologie und Geschichte des ersten Jahrtausends. Rahden/Westf.: Verlag Marie Leidorf, 2011.

Eggert 2001

Manfred K. H. Eggert. *Prähistorische Archäologie: Konzepte und Methoden*. UTB. Tübingen, Basel: Francke, 2001.

Farges 1998

François Farges. "Mineralogy of the Louvres Merovingian Garnet Cloisonné Jewelry: Origins of the Gems of the First Kings of France". *American Mineralogist* 83 (1998), 323–330.

Freedden 2000

Uta von Freedden. "Das Ende engzelligen Cloisonés und die Eroberung Südarabiens durch die Sassaniden". *Germania* 78 (2000), 97–124.

Garam 1991

Éva Garam. "Über Halsketten, Halsschmucke mit Anhängern und Juwelenkragen byzantinischer Ursprungs aus der Awarenzeit". *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 43 (1991), 151–179.

Garam 1993

Éva Garam. *Katalog der awarenzeitlichen Goldgegenstände und der Fundstücke aus den Fürstengräbern im Ungarischen Nationalmuseum*. Vol. 1. *Catalogi Musei Nationalis Hungarici Ser. Arch.* Budapest: Ungarisches Nationalmuseum, 1993.

Garam 2001

Éva Garam. *Funde byzantinischer Herkunft in der Awarenzeit vom Ende des 6. bis zum Ende des 7. Jahrhunderts*. Vol. 5. *Monumenta Avarorum Archaeologica*. Budapest: Ungarisches Nationalmuseum, 2001.

Garam 2005

Éva Garam. "Avar kori nemzetségfő sírja Maglódon (Das awarenzeiliche Sippenhäuptlingsgrab von Maglód)". *Communicationes Archaeologicae Hungariae* (2005), 407–436.

Gilg, Gast, and Calligaro 2010

Albert H. Gilg, Norbert Gast, and Thomas Calligaro. "Vom Karfunkelstein". In *Karfunkelstein und Seide. Neue Schätze aus Bayerns Frühzeit*. Ed. by Ludwig Wamser. Vol. 37. *Ausstellungskataloge der Archäologischen Staatssammlung*. München: Verlag Friedrich Pustet, 2010, 87–100.

Grabar 1994

Oleg Grabar. "Different but Compatible Ends". *The Art Bulletin* 76.3 (1994), 396–399.

Greiff 1998

Susanne Greiff. "Naturwissenschaftliche Untersuchungen zur Frage der Rohsteinquellen für frühmittelalterlichen Almandingranatschmuck rheinfränkischer Provenienz". *Jahrbuch RGZM* 45.2 (1998), 599–646.

Greiff and Banerjee 1994

Susanne Greiff and Arun Banerjee. "Zerstörungsfreie Unterscheidung von Granat und Glas in frühmittelalterlichen Granatfibeln. Eine Anwendung der Infrarot-Reflexionsspektroskopie". *Archäologisches Korrespondenzblatt* 24 (1994), 197–205.

Heinrich-Tamáska 2002

Orsolya Heinrich-Tamáska. "Megjegyzések a kora avarkori ötvösművészethez a fogazással díszített leletek kapcsán. (Bemerkungen zur Feinschmiedetechnik der Frühawarenzeit am Beispiel der zahnschnittverzierten Fundstücke)". *Móra Ferenc Múzeum Évkönyve – Studia Archaeologica* 8 (2002), 245–282.

Heinrich-Tamáska 2004

Orsolya Heinrich-Tamáska. "Állatornamentika a Keszthely környéki 6. századi leleteken. (Tierornamentik vor und nach 568 auf den Funden in der Umgebung von Keszthely)". *Archeologiai Értesítő* 129 (2004), 165–177.

Heinrich-Tamáska 2005

Orsolya Heinrich-Tamáska. *Studien zu den awarenzeitlichen Tauschierarbeiten*. Vol. 11. Monographien zur Frühgeschichte und Mittelalterarchäologie. Innsbruck: Universitätsverlag Wagner, 2005.

Heinrich-Tamáska 2006a

Orsolya Heinrich-Tamáska. *Die Stein- und Glasinkrustationskunst des 6. und 7. Jahrhunderts im Karpatenbecken*. Vol. 9. Monumenta Avarorum Archaeologica. Budapest: Ungarisches Nationalmuseum, 2006.

Heinrich-Tamáska 2006b

Orsolya Heinrich-Tamáska. "Tier- und Zahn-schnittornamentik im awarenzeitlichen Karpatenbecken". *Bericht der Römisch-Germanischen Kommission* 87 (2006), 507–628, 507–628.

Heinrich-Tamáska 2007

Orsolya Heinrich-Tamáska. "Az avarkori kő- és üvegberakásos díszítés (Die Stein- und Glasverzierung der Awarenzeit)". In *Hadak útján. Népeiségek és iparok a népvándorlás korában. A Népvándorlások Fiatal Kutatóinak XVI. Konferenciáján elhangzott előadások*. Ed. by Zsuzsanna Újlaki Pongrácz. Nagykovácsi: Pars Kft., 2007, 137–151.

Heinrich-Tamáska 2007–2008

Orsolya Heinrich-Tamáska. "Bemerkungen zur Transformation spätantiker Strukturen in Pannonien am Beispiel von Keszthely-Fenekpuszta". *Acta Archaeologica Carpathica* 42–43 (2007–2008), 199–229.

Heinrich-Tamáska and E. Horváth (in press)

Orsolya Heinrich-Tamáska and Eszter Horváth. "Before or after 568 AD? Technological Observations to the Grave 2 of Keszthely-Fenekí Road". In *'Es ist nicht alles Gold was glänzt' – Oberflächenveredelung vor- und frühgeschichtlicher Metallarbeiten. NAHM Workshop 2*. Ed. by H. Eilbracht and H.-U. Voss. Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte 22. Bonn: Dr. Rudolf Habelt GmbH. In press.

Heinrich-Tamáska and Voss (in press)

Orsolya Heinrich-Tamáska and Hans-Ulrich Voss. "Pseudoschnallengürtel des 7. Jahrhunderts aus der Sicht ihrer Herstellungstechnik". In *'Es ist nicht alles Gold was glänzt' – Oberflächenveredelung vor- und frühgeschichtlicher Metallarbeiten. NAHM Workshop 2*. Ed. by H. Eilbracht and H.-U. Voss. Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte 22. Bonn: Dr. Rudolf Habelt GmbH. In press.

Hilgner 2012

Alexandra Hilgner. "Weiß wie Schnee, rot wie Blut. Naturwissenschaftliche Analysen zu weißen Einlagen in frühmittelalterlichen Granat-Schmuckstücken". In *Utere felix vivas. Festschrift für Jürgen Oldenstein*. Ed. by Patrick Jung and Nina Schücker. Vol. 208. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie. Bonn: Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, 2012, 77–92.

E. Horváth 2006

Eszter Horváth. "A langobárd ékkő- és üvegberakás technológiai sajátosságainak vizsgálata a várpalotai és jutasi fibulákon (The Technological Analysis of the Langobard Precious Stone and Glass Inlay on the Brooches of Várpalota and Jutas)". *Veszprém Megyei Múzeum Közleményei* 24 (2006), 46–66.

E. Horváth 2012

Eszter Horváth. "Cloisonné Jewellery from the Langobardic Pannonia: Technological Evidence of Workshop Practice". In *The Pontic-Danubian Realm in the Period of the Great Migration*. Ed. by Vujadin Ivanšević and Michael Kazanski. Vol. 36. Collège de France – CNRS Centres de Recherche d' Histoire et Civilisation de Byzance. Monographie. Paris/Beograd: ACHCByz, Arceološki Int. Beograd, 2012, 207–242.

E. Horváth 2013

Eszter Horváth. "Gemstone and Glass Inlaid Fine Metalwork from the Carpathian Basin: the Hunnic and Early Merovingian Periods". In *Dissertationes Archaeologicae ex Instituto Archaeologico Universitatis de Rolando Eötvös nominatae*. Ed. by Dávid Bartus. Vol. 3. 1. Budapest: Eötvös Lóránd University, Institute of Archaeological Sciences, 2013, 275–302.

Kazanski and Périn 2001

Michael Kazanski and Patrick Périn. "Der polychrome Stil im 5. Jahrhundert". In *Das Gold der Barbarenfürste. Schätze aus Prunkgräbern des 5. Jahrhunderts n. Chr. zwischen Kaukasus und Gallien*. Ed. by Alfred Wiczorek and Patrick Périn. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2001, 80–83.

Kiss 1996

Attila Kiss. *Das awarenzeitliche gepidische Gräberfeld von Kölked-Feketekapu A*. Vol. 2. Monographien zur Frühgeschichte und Mittelalterarchäologie. Innsbruck: Universitätsverlag Wagner, 1996.

Kiss 2001

Attila Kiss. *Das awarenzeitliche Gräberfeld von Kölked-Feketekapu B*. Vol. 6. Avarorum Archaeologica 1–2. Budapest: Ungarisches Nationalmuseum, 2001.

Koch 2013

Ursula Koch. "Die weibliche Elite im Merowingerreich – Königinnen, Hofherrinnen und Töchter". In *Königinnen der Merowinger. Adelsgräber an der Kirche von Köln, Saint-Denis, Chelles und Frankfurt am Main*. Ed. by Egon Wamers and Patrick Périn. Regensburg: Schnell und Steiner, 2013, 37–58.

Lemmonnier 1992

Pierre Lemmonnier. *Elements for an anthropology of technology*. Michigan: An Arbor, 1992.

Müller 1994

Róbert Müller. "Über die Herkunft und das Ethnikum der Keszthely-Kultur". In *Ethnische und kulturelle Verhältnisse an der mittleren Donau vom 6. bis zum 11. Jahrhundert (Symposium Nitra 1994)*. Ed. by Darina Bialekova and Josef Zábajnik. Bratislava: VEDA, Verlag der Slowakischen Akademie der Wissenschaften, 1994, 75–82.

Périn et al. 2007

Patrick Périn, Thomas Calligalo, Françoise Vallet, Jean-Paul Poirot, and Dominique Bagault. "Provenancing Merovingian Garnets by PIE and μ -Raman Spectrometry". In *Post-Roman Towns, Trade and Settlement in Europe and Byzantium. Vol. 1. The Heirs of the Roman west*. Ed. by Joachim Hennig. Millennium-Studien zu Kultur und Geschichte des ersten Jahrtausends n. Chr. Millennium Studies in the culture and history of the first millennium C.E. Berlin, New York: de Gruyter, 2007, 69–75.

Popović 1997

Ivana Popović. *Zlatny avarski pojac iz okolinie Sirmijuma. Golden Avarian belt from the vicinity of Sirmium*. Beograd: National Museum Beograd, 1997.

Quast and Schüssler 2000

Dieter Quast and Ulrich Schüssler. "Mineralogische Untersuchungen zur Herkunft der Granate merowingerzeitlicher Cloisonnéarbeiten". *Germania* 78 (2000), 75–96.

Raub 1985

J. Christoph Raub. "Was kann der Archäologe von der Metallkunde erwarten?" *Fundberichte aus Baden-Württemberg* 10 (1985), 343–365.

Riederer 1988

Josef Riederer. *Archäologie und Chemie – Einblicke in die Vergangenheit*. Berlin: Staatliche Museen Preußischer Kulturbesitz, Rathgen-Forschungslabor, 1988.

Roth 1980

Helmuth Roth. "Almandinhandel und -verbreitung im Bereich des Mittelmeeres". In *Allgemeine und vergleichende Archäologie*. Vol. 2. München: C. H. Beck, 1980, 309–336.

Rupp 1937

Hertha Rupp. *Die Herkunft der Zelleneinlage und die Almandin-Scheibefibel im Rheinland*. Vol. 2. Rheinische Forschungen zur Vorgeschichte. Bonn: Ludwig Rörscheid Verlag, 1937.

Sági 1991

Károly Sági. "Egy VI. századi keszthelyi temető és mondanivalója a `keszthelyi kultúra` ethnikumának szempontjából (Keszthelyer Friedhof aus dem 6. Jahrhundert und dessen Bedeutung bezüglich des Ethnikums der „Keszthely-Kultur“): *Tapolcai városi Múzeum Évkönyve* 1 (1991), 261–317.

Schmidtova and Ruttkay 2007

Jaroslava Schmidtova and Matej Ruttkay. "Das merowingerzeitliche Gräberfeld in Bratislava-Rusovce, Lage Pieskový hon". In *Barbaren im Wandel. Beiträge zur Kultur- und Identitätsbildung in der Völkerwanderungszeit*. Ed. by Jaroslav Tejral. Vol. 26. Spisy Archeologického Ústavu AV ČR Bruno. Brno: Archeologický Ústav Akademie Věd České Republiky, 2007, 339–359.

Tomka 1980

Péter Tomka. "Das germanische Gräberfeld aus dem 6. Jahrhundert in Fertőszentmiklós". *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 32 (1980), 5–30.

Tóth and A. Horváth 1992

Elvira H. Tóth and Attila Horváth. *Kunbáony. Das Grab eines Awarenkabans*. Museumdirection der Selbstverwaltung des Komitats Bács-Kiskun, 1992.

Veit 2003

Ulrich Veit. "Texte und Spuren: Ur- und Frühgeschichtliche Archäologie zwischen Verstehen und Erklären". In *Zwischen Erklären und Verstehen? Beiträge zu den erkenntnistheoretischen Grundlagen archäologischer Interpretationen*. Ed. by Marlies Heinz, Manfred K. H. Eggert, and Ulrich Veit. Vol. 7. Tübinger Archäologische Taschenbücher. Münster/New York/München/Berlin: Waxmann, 2003, 97–111.

Voss 1998

Hans-Ulrich Voss. "Zum Vergleich römischer und germanischer Feinschmiedetechnik anhand ausgewählter Sachgüter". *Bericht der Römisch-Germanischen Kommission* 79 (1998), 307–313.

Werner 1970

Joachim Werner. "Zur Verbreitung frühgeschichtlicher Metallarbeiten (Werkstatt – Wanderhandwerk – Handel – Familienverbindung)". *Early Medieval Studies* 1 (1970), 65–92.

Zdeněk and Klanicová 2011

Klanica Zdeněk and Soňa Klanicová. "Das langobardische Gräberfeld von Lužice (Bez. Hodonín)". In *Langobardische Gräberfelder in Mähren*. Ed. by Jaroslav Tejral et al. Vol. 39. Langobardische Gräberfelder in Mähren I. Schriften des Archäologischen Instituts der AW CR in Bruno. Brno: Spisy Archeologického Ústavu Bruno AV ČR Brunč, 2011, 225–312.

Illustration credits

- 1 Balatoni Museum, Keszthely, Inv.-No. 75.71.1–2. Photographs: 1a, 2a József Bicskei; 1b–g and 2b–d O. Heinrich-Tamáška. 2 Hungarian Nationalmuseum, Budapest, Inv.-No. 79.1.36. Photographs: András Dabasi: a–b after Kiss 2001, vol. II, pls. V,1 and 4. 3 Hungarian Nationalmuseum, Budapest, Inv.-No. 79.1.32. Photographs: András Dabasi: after Kiss 2001, vol. II, pl. VI,2–3. 4 Museum of Srem, Sremska Mitrovica, Inv.-No. SV/696, 697, 703 and 706. Photographs: O. Heinrich-Tamáška. 5 Katona József Museum, Kecskemét, Inv.-No. 71.2.141, 145 and 146. 1a, 2a and 3a after Tóth/Horváth 1992, colour pl. 1–2 (photographs: Béla Kiss); photographs: 1b–d, 2c Orsolya Heinrich-Tamáška; 2b, d and 3b: Birgit Bühler. 6 Balatoni Museum, Keszthely, Inv.-No. 1960.5.5. Photographs: O. Heinrich-Tamáška. 7 Janus Panonius Museum, Pécs, Inv.-No. N65.1.8. a after Garam 2001, pl. V,1 (right side, photograph: András Dabasi); b–e photographs: O. Heinrich-Tamáška. 8 Hungarian Nationalmuseum, Budapest, Inv.-No. N 32 and 81.1.96, photographs: András Dabasi: 1 after Garam 2001, pl. XXIV,6; 2 after Kiss 2001, vol. II, pl. I,3. 9 Balatoni Museum, Keszthely, Inv.-No.1960.5.4.1–2 and 1960.9.2.2. Photographs: 1a–b József Bicskei; 1c–e and 3a–b O. Heinrich-Tamáška; 2 Hungarian Nationalmuseum, Budapest, Inv.-No. N 322–326, after Garam 2001, pl. XIV,2. 10 1–3 Balatoni Museum, Keszthely, Inv.-No. 1960.11.2, 1960.17 and 1999.43.1; 4–5 Hungarian Nationalmuseum, Budapest, Inv.-No. 78.2.109 and 81.1. Photographs: 1, 2a J. Bicskei; 2b–c O. Heinrich-Tamáška; 3a–b Eszter Horváth; 4–5 András Dabasi: after Kiss 2001, vol. II, pl. I,2; 5 Ibid. vol. II, pl. VII,3b. 11 © Hungarian Nationalmuseum, Budapest, Inv.-No. N 4. Photographs: Birgit Bühler.

ORSOLYA HEINRICH-TAMÁSKA

Studium der Ur- und Frühgeschichte, Klassischen Archäologie und der mittelalterlichen Geschichte an der Freien Universität zu Berlin, an der Humboldt-Universität zu Berlin, an der Philipps-Universität Marburg und an der Universität Wien. 1999–2000 postgraduales Studium im Studiengang *Schutz europäischer Kulturgüter*. 2004 Promotion zum Thema *Die Einlagetechniken der Früh- und Mittelawarenzeit*. Seit 2006 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Geisteswissenschaftlichen Zentrum, Geschichte und Kultur Ostmitteleuropas. 2012 Feodor-Lynen-Stipendium der Alexander von Humboldt-Stiftung. Arbeitsschwerpunkte: Spätantike und frühes Mittelalter, Siedlungs- und Landschaftsarchäologie, Erforschung spätantik-frühmittelalterlicher Feinschmiedehandwerk und Ornamentik.

Dr. Orsolya Heinrich-Tamáška
Geisteswissenschaftliches Zentrum
Geschichte und Kultur Ostmitteleuropas e. V.
an der Universität Leipzig
Reichsstraße 4-6
04109 Leipzig, Deutschland
E-Mail: heintama@uni-leipzig.de

Susanne Greiff

Silberfunde aus Szeged-Kiskundorozsma (Ungarn). Eine legierungstechnische Diskussion über den möglichen Zusammenhang zwischen Schmuckwaren und Münzsilber im 10. Jahrhundert

Zusammenfassung

Im Rahmen des Forschungsprojekts *Reiterkrieger – Burgenbauer: die frühen Ungarn und das ‚Deutsche Reich‘ vom 9. bis zum 11. Jahrhundert* wurden an Funden frühungarischer Silberwaren des 10. Jahrhunderts minimalinvasive chemische Legierungsanalysen durchgeführt. Anhand einer stichprobenartigen Gegenüberstellung von Schmucksilber aus Grab 595 und Münzen aus Grab 100 von Szeged-Kiskundorozsma wurde die Frage diskutiert, ob die untersuchten Silbermünzen dieses Fundortes ohne weitere Veränderung der Legierung zur Herstellung der dort gefundenen silbernen Beschläge zu verwenden gewesen wären. Die Analysen zeigten, dass die Mehrzahl der Münzen sich deutlich von den Beschlägen unterscheidet, jedoch eine Prägung Hugos von Provence große Ähnlichkeiten mit drei Objekten aufweist und als Ausgangsmaterial für deren Herstellung hätte dienen können.

Keywords: Silberlegierungen; Frühe Ungarn; Szeged-Kiskundorozsma; Silbermünzen; Zusammensetzung; Mikro-Röntgenfluoreszenzanalyse.

As part of a research project *Reiterkrieger – Burgenbauer: die frühen Ungarn und das ‚Deutsche Reich‘ vom 9. bis zum 11. Jahrhundert* (Knight warriors – Castle builders: The early Hungarians and the ‘German empire’ from the 9th to the 11th century) early Hungarian silver finds dating to the 10th century from graves found at Szeged-Kiskundorozsma were analysed by Micro-X-ray fluorescence for their silver alloy compositions. By comparing the coins from grave 100 and the jewellery from grave 595 we investigated whether the coins could have had the appropriate composition to produce the silver fittings found on site without further alloying procedures. The majority of the coins was clearly different from the silver fittings, with the exception of one coin issued by Hugh of Provence which had a composition very

Barbara Armbruster, Heidemarie Eilbracht, Oliver Hahn, Orsolya Heinrich-Tamáska (eds.) |
Verborgenes Wissen: Innovation und Transformation feinschmiedetechnischer Entwicklun-
gen im diachronen Vergleich | Berlin Studies of the Ancient World 35 (ISBN 978-3-9816751-5-3;
URN urn:nbn:de:kobv:188-fudocsdocument00000024684-8) | www.edition-topoi.de

similar to three of the analysed artefacts; such coins could have served as the material used to produce the silver ornaments.

Keywords: Silver alloys; Early Hungarians; Szeged-Kiskundorozsma; silver coins; composition; Micro X-ray fluorescence.

Folgender Beitrag der Autorin erschien in ungarischer Sprache unter dem Titel *A Szeged-Kiskundorozsma, bosszúháti ezüstleletek ötvöztéchnikai vizsgálata. Adatok a 10. századi fémmelékletek és ezüstpénzek lehetséges összefüggéseiről*, in der Gedenkschrift für Lívia Bende: Móra Ferenc Múzeum Évk. – Studia Arch. 11, 2011, 481–491. Die Publikation ist Bestandteil eines Kooperationsprojektes zwischen dem Móra Ferenc Múzeum Szeged und dem RGZM Mainz mit dem Titel *Coins and prosperity: Multidisciplinary studies on rich female burials dating to the 10th century in the Carpathian Basin*. – Ich danke den Kollegen Dr. Attila Türk (Péter Pázmány Katholische Universität Budapest) und Dr. Gábor Lőrinczy (Szeged) für die freundliche Überlassung des Probenmaterials und die Bereitstellung von Berichten und Literaturhinweisen. Dr. Bendeguz Tobias (Universität Innsbruck) hat mich dankenswerterweise bei der Suche nach Analysen von Silbermünzen des 10. Jahrhunderts unterstützt.

1 Einführung

Das Fundspektrum frühungarischer Gräber im Karpatenbecken des 10. Jahrhunderts zeichnet sich nicht zuletzt durch eine Fülle von mit Silber verzierten Grabbeigaben aus. Eine Zusammenstellung verschiedener Grabinventare war 2006 in einer Sonderausstellung des Römisch-Germanischen Zentralmuseums in Mainz zu sehen. Unter dem Titel „Heldengrab im Niemandsland – Ein frühungarischer Reiter aus Niederösterreich“¹ wurden einem Knabengrab aus dem österreichischen Gnadendorf Waffen und Reiterausrüstungen aus Karos, Szeged und vielen anderen bekannten frühungarischen Fundorten gegenüber gestellt.²

Diese Zusammenschau wurde zum Anlass genommen, die Funde im Mainzer Archäometrielabor legierungsanalytisch zu untersuchen, nachdem die Gnadendorfer Objekte zuvor bereits in der VIAS³ analysiert worden waren. Die Ergebnisse liegen pu-

1 Daim 2006.

2 Es handelte sich bei den analysierten Stücken um reiternomadische Funde aus Gnadendorf, Österreich, aus Geszteréd – Kecskelátó dűlő (Kreis Szabolcs-Szatmár-Bereg, Ungarn); Budapest – Farkasrét (Kreis Pest, Ungarn); Budapest – Farkasrét; Karos – Eperjesszög (Kreis Borsod-Abaúj-Zemplén,

Ungarn), Friedhof III/Grab 11; Karos – Eperjesszög, Friedhof III/Grab 11; Karos – Eperjesszög, Friedhof II/ Grab 52; Szob – Kiserdő (Kreis Pest, Ungarn); Musca [ung. Muszka] (Kreis Arad, Rumänien).

3 Archäologisches Institut der Universität Wien (VIAS), Analysen: Dr. Matthias Mehofer.

bliziert vor.⁴ Dabei hat sich herausgestellt, dass einige der im Zusammenhang mit der Mainzer Ausstellung analysierten Silberfunde⁵ hier neben den sonst üblichen Gehalten an Kupfer, Blei und Gold auch Zink und Zinn in Prozentbereichen enthielten, die über eine zufällige Verunreinigung deutlich hinaus gehen. Auch die Kupfergehalte waren bei vielen Stücken deutlich erhöht. Dieses Phänomen ließ sich eindeutig an der Herstellungstechnik der jeweiligen Objekte festmachen, denn diese Beimischungen wurden vornehmlich an gusstechnisch erzeugten Silberwaren beobachtet.

Im Jahr 2010 wurden die Analysenserien zum frühungarischen Silber dann an den Funden aus Szeged-Kiskundorozsma fortgeführt,⁶ unter besonderer Berücksichtigung der Frage, ob die Legierungen der in den Gräbern aufgefundenen Silbermünzen dieses Fundortes ohne weitere Metallzusätze bereits für die Erzeugung der silbernen Beschläge zu verwenden gewesen wären. Dies sollte bei dem Material von Szeged-Kiskundorozsma nur stichprobenartig an zwei Gräbern (595 und 100) überprüft werden. Darüber hinaus wurden routinemäßig auch weitere Funde aus Buntmetall und Gold analytisch mit Hilfe der Mikro-Röntgenfluoreszenzanalyse („Mikro-RFA“) untersucht.⁷ Die Mikro-RFA Methode ist eine oberflächensensitive Methode, d. h. sie erfasst nur Bruchteile von Millimetern der obersten Schicht eines Objektes. Im Falle von Bodenfunden sind die chemischen Informationen damit stark von Auslaugungsprozessen und Korrosionsablagerungen beeinflusst. Dementsprechend muss darauf geachtet werden, die Proben sorgfältig zu präparieren, um eine authentische Analyse der Legierungen zu erhalten. Selbst optisch nicht erkennbare Korrosionserscheinungen können die Ergebnisse extrem verfälschen.

4 Mehofer und Greiff 2006; Greiff, Mehofer und Révész 2007.

5 S. oben.

6 Diese Studie wurde im Rahmen des Forschungsprojekts *Reiterkrieger – Burgenbauer: die frühen Ungarn und das ‚Deutsche Reich‘ vom 9. bis zum 11. Jahrhundert des RGZM* verfasst. Vgl. hierzu auch Greiff 2012.

7 Die Analysen wurden dankenswerterweise durchgeführt von Frau Dipl.-Ing. Sonngard Hartmann; mit der Mikro-RFA Methode lassen sich die meisten chemischen Elemente in einer Probe identifizieren und auch deren Mengenanteile in Gewichtsprozent bestimmen. Die Probe wird dabei durch eine dünne Glasfaserkapillare mit Röntgenstrahlung beschossen. Diese primäre Strahlung regt dabei in der Probe eine sekundäre Strahlung an, die Fluoreszenzstrahlung. Der Messfleck beträgt nur 0,3 mm, d. h. es lassen sich auch feine Strukturen, die kleiner als 1 mm sind, analysieren, daher der Zusatz „Mikro“.

Die sekundäre Strahlung, die die chemischen Elemente in der Probe aussenden, bestehen aus charakteristischen Linien für jedes Element. Die Intensität der Linie ist indirekt abhängig von dem jeweiligen Mengenanteil in der Probe. Im Detektor werden die verschiedenen Linien zu einem Spektrum zusammengestellt, das sich dann qualitativ und quantitativ auswerten lässt. – Messparameter: Modell EAGLE III der Firma Roanalytic, Taurusstein; Rhodium-Röhre mit max. 40 kV, 1 mA, Hersteller: Oxford Instruments; Si(Li)-Detektor, Hersteller: EDAX, Auflösung 148 eV für MnK α ; Probenkammer: 75 x 75 x 135 cm; Röntgenoptik: Monokapillare mit 0,3 mm Brennfleck (entspr. Analysenfläche); EDAX-Analytik, stickstoffgekühlt. Analysenbedingungen: Röhrenparameter 40 kV, 125 μ A in Luft für Buntmetalle, 300 μ A für Silber; Filter Titan 25; Quantifizierung erfolgte auf Basis kommerziell erhältlicher Standardproben. Messzeit 500 Lsec.

2 Die Silberfunde von Szeged-Kiskundorozsma

Die Untersuchungen bezogen sich auf das Inventar von Grab 595, aus dem keine Münzen zur Analyse vorlagen, und auf vier Münzen aus Grab 100. Darüber hinaus wurden Recherchen zu publizierten Analysedaten an Silbermünzen durchgeführt, welche im 9. und 10. Jahrhundert in Ungarn in Umlauf gewesen sind oder zumindest hätten sein können.

Die untersuchten Silberobjekte aus Grab 595 umfassten mehrere kleine, in Gusstechnik hergestellte silbervergoldete Beschläge, einen Armreif, einen Ohrring und einen Anhänger (Abb. 1). Dazu kamen ein Goldring sowie ein kleines Beschlagsblech aus Gold, deren Analyseergebnisse hier der Vollständigkeit halber mit aufgeführt werden.

Für Grab 100 sind mit den 18 geborgenen Münzen fünf verschiedene Typen belegt, die in Frankreich und Italien geprägt wurden. Sie datieren zwischen 888 und 950.⁸ Die Art der Niederlegung variierte: Eine oder zwei Münzen waren wohl als Totenobuli vorgesehen, die anderen Exemplare dienten als Verzierung des Gürtels und des Schuhwerks. Es befinden sich darunter Prägungen von Berengar, Hugo von Provence und Lothar II. aus verschiedenen italischen Münzstätten sowie mehrere französische Denare, die nicht genauer zuzuordnen sind. Vier Münzen wurden zur Analyse vorgelegt.

3 Ergebnisse

3.1 Silberobjekte aus Grab 595

Die für die Legierungsanalysen ausgewählten neun Silberobjekte aus Grab 595 zeigen ausnahmslos einen hohen bis sehr hohen Kupfergehalt, der in seiner Höhe und Systematik eine zufällige oder natürliche Beimengung weit übersteigt (Tab. 1). Andere Beimengungen sind in Gehalten von mehr als 1,5 % ihres Gewichtsanteils nicht vertreten. Somit werden die Haupteigenschaften der Legierung wie Schmelzpunkt, Härtebarkeit, Festigkeit und Farbe hauptsächlich durch das Kupfer bestimmt. Dieser lineare Zusammenhang zwischen Silber und Kupfer ist auch an Abb. 2 ablesbar, in der die Daten für die Elemente Silber und Kupfer in Abhängigkeit voneinander aufgetragen sind.

Kupfer: Der Kupfergehalt erstreckt sich zwischen 14,4 und 47 % Kupfer und ergibt eine gut definierte Verdünnungslinie mit Silber (vgl. Abb. 2). Das Kupfer ist somit die prägende Komponente für die Eigenschaften der Legierung des jeweiligen Objektes.

Blei: Blei ist in geringen Mengen in fast jedem antiken Silberobjekt nachweisbar. Da Silber meist aus Bleierzen gewonnen wurde und zudem durch verbleiendes Schmelzen

⁸ Bende, Lőrinczy und Türk 2001, 384.



Abb. 1 Szeged-Kiskundorozsma: Chemisch analysierte Silberobjekte aus Grab 595 (mit Ausnahme des Armreifs MFM 2010.03.24) und Münzen aus Grab 100, im Maßstab 1:2. Die Münzen sind jeweils mit Vorder- und Rückseite abgebildet. Die Nummerierung entspricht der auch in Tab. 1 verwendeten Fundnummerierung des Móra Ferenc Múzeum Szeged.

gereinigt wurde,⁹ sind gewisse Bleianteile bis zu etwa einem Gewichtsprozent zu erwarten. Eine statistische Auswertung zeigt, dass in antiken Silberlegierungen mit mehr als 95 % Ag ein Bleigehalt von 1,2 % Pb kaum überschritten wird.¹⁰ Wir verzeichnen hier bei den Objekten aus Grab 595 etliche Stücke, die dieses Limit überschreiten, wie z. B. der Nietkopf (MFM¹¹ 2010.03.20) mit einem Bleigehalt von 1,51 % Blei oder die Zierscheibe (MFM 2010.03.19 mit 1,86 %). Ein Beschlag (MFM 2010.03.02) und eine Zierscheibe (MFM 2010.03.06) zeigen hier mit immerhin noch 1,13 und 1,10 % Pb die niedrigsten Werte. Insgesamt ist bei allen aus Grab 595 untersuchten Objekten der Bleigehalt signifikant erhöht.

Gold: Abgesehen von der Vergoldung, die aufgrund ihrer Quecksilbergehalte ausnahmslos als Feuervergoldung identifizierbar ist, besitzen auch die Silberlegierungen selbst stets gewisse geringe Goldanteile, denn bei der Gewinnung bzw. Reinigung des Silbers mittels Kupellation verhalten sich beide Edelmetalle chemisch auf die gleiche

9 S. unten.

10 Wanhill 2003, 13.

11 MFM = Móra Ferenc Múzeum, Szeged. Vgl. auch Tab. 1, wo dieses Kürzel vor den Inventarnummern ebenfalls erwähnt wird.

	Objekt	RGZM-Nr	Bauteil	Cu	Zn	Au	Pb	Bi	Ag
MFM 2002.18.4	Silbermünze	10-93		3.53		1.16	0.58	Spuren	94.68
MFM 2002.18.5	Silbermünze	10-91		23.75		0.54	1.19	Spuren	74.46
MFM 2002.18.7	Silbermünze	10-90		12.37		0.56	1.14	0.12	85.82
MFM 2002.18.8	Silbermünze	10-92		4.86		0.77	0.84	Spuren	93.47
MFM 2010.03.02	Beschlag	10-41		25.71	n.n.	0.76	1.13	Spuren	72.31
MFM 2010.03.03	Zierscheibe	10-44	Scheibe	34.53	0.78	0.67	1.61	n.n.	62.41
MFM 2010.03.03	Zierscheibe	10-44	Niet	34.31	0.54	0.52	1.47	n.n.	63.17
MFM 2010.03.03	Zierscheibe	10-44	Scheibe	31.73	0.74	0.75	1.60	n.n.	65.17
MFM 2010.03.03	Zierscheibe	10-44	Niet	34.31	0.54	0.52	1.47	n.n.	63.17
MFM 2010.03.04	Zierscheibe	10-45	Scheibe	32.37	n.n.	0.79	0.23	n.n.	66.63
MFM 2010.03.04	Zierscheibe	10-45	Niet			0.57	1.54	n.n.	58.54
MFM 2010.03.05	Zierscheibe	10-46	Scheibe	47.12	0.69	0.58	1.32	n.n.	50.30
MFM 2010.03.05	Zierscheibe	10-46	Niet 1	29.73	0.35	0.67	1.61	n.n.	67.52
MFM 2010.03.05	Zierscheibe	10-46	Niet 2	31.77	0.62	0.65	1.59	n.n.	65.22
MFM 2010.03.05	Zierscheibe	10-46	Niet 3	31.53	0.37	0.79	1.93	n.n.	65.28
MFM 2010.03.06	Zierscheibe	10-42		46.37	n.n.	0.37	1.10	Spuren	52.10
MFM 2010.03.07	Beschlag	10-43	Scheibe	14.03	0.41	0.67	1.79	n.n.	83.00
MFM 2010.03.07	Beschlag	10-43	Niet1	11.24	0.24	0.62	1.60	n.n.	86.09

MFM 2010.03.07	Beschlag	10-43	Niet2	7.55	0.22	0.66	1.52	n.n.	89.96
MFM 2010.03.07	Beschlag	10-43	Scheibe	14.03	0.41	0.67	1.79	n.n.	83.00
MFM 2010.03.07	Beschlag	10-43	Niet1	11.24	0.24	0.62	1.60	n.n.	86.09
MFM 2010.03.07	Beschlag	10-43	Niet2	7.55	0.22	0.66	1.52	n.n.	89.96
MFM 2010.03.19	Zierscheibe	10-47	Scheibe	15.93	0.17	0.61	1.64	0.20	81.40
MFM 2010.03.19	Zierscheibe	10-47	Niet	22.36	0.23	0.65	1.86	0.20	74.64
MFM 2010.03.20	Nietkopf	10-48		21.95	0.23	0.72	1.51	0.18	75.41
MFM 2010.03.20	Nietkopf	10-48	Niet	29.27	0.25	0.52	1.49	0.19	68.29
MFM 2010.03.24	Armreif	10-49		35.73	1.13	0.32	1.51	0.26	61.05

Tab. 1 Ergebnisse in Gewichtsprozent der Legierungsanalysen mittels Mikro-RFA. „Spuren“ heißt unter 0,1%; „n.n.“ heißt nicht nachgewiesen; an allen gemessenen Stellen ist Oberfläche abgetragen worden.

Art und Weise. Meist liegen deren Gehalte unter einem Gewichtsprozent, können aber auch stärker erhöht sein, wenn mit Recycling von vergoldeten Altmetallen gerechnet werden muss. Mit 0,3 bis 1,0 % entsprechen die Silberobjekte aus Grab 595 dem üblichen Verteilungsmuster antiker Silberobjekte.

Wismut: Bei einigen Stücken wurden Wismutgehalte (chemische Abkürzung Bi) nachgewiesen, die aber alle in etwa um die Nachweisgrenze der Mikro-RFA-Anlage von ca. 0,1 % Bi liegen. Einige Objekte (Zierscheibe MFM 2010.03.19, Nietkopf MFM 2010.03.20 und Armreif MFM 2010.03.24) haben höhere Wismutgehalte um 0,2–0,3 %.

Wismut ist ein Metall, welches typischerweise in Silber- und Bleierzen auftritt. Es kann bis zu 1,5 % und mehr in antiken Silberlegierungen vorhanden sein.¹² Die Wismutgehalte sind von Lagerstätte zu Lagerstätte unterschiedlich. Solche niedrigen Werte wirken sich nicht merklich auf die schmiedetechnischen Eigenschaften des Werkstoffes Silber aus. Bei der Kupellation verteilt sich das Wismut auf Bleigliätte und Silber, jedoch führen hohe Gehalte im Ausgangsmaterial auch zu höheren Werten in der späteren Silberlegierung.¹³ Gehalte bis 1 % Bi werden als typisch für kupelliertes Silber angesehen.¹⁴

Zink: Zink ist selten in Silber zu finden und auch bei den Funden aus Grab 595 liegen die Gehalte kaum über einem Prozent. Der Armreif ist mit einem Mittelwert von

12 Gale und Stós-Gale 1981.

14 Mc Kerrell und Stevenson 1972.

13 Mc Kerrell und Stevenson 1972.

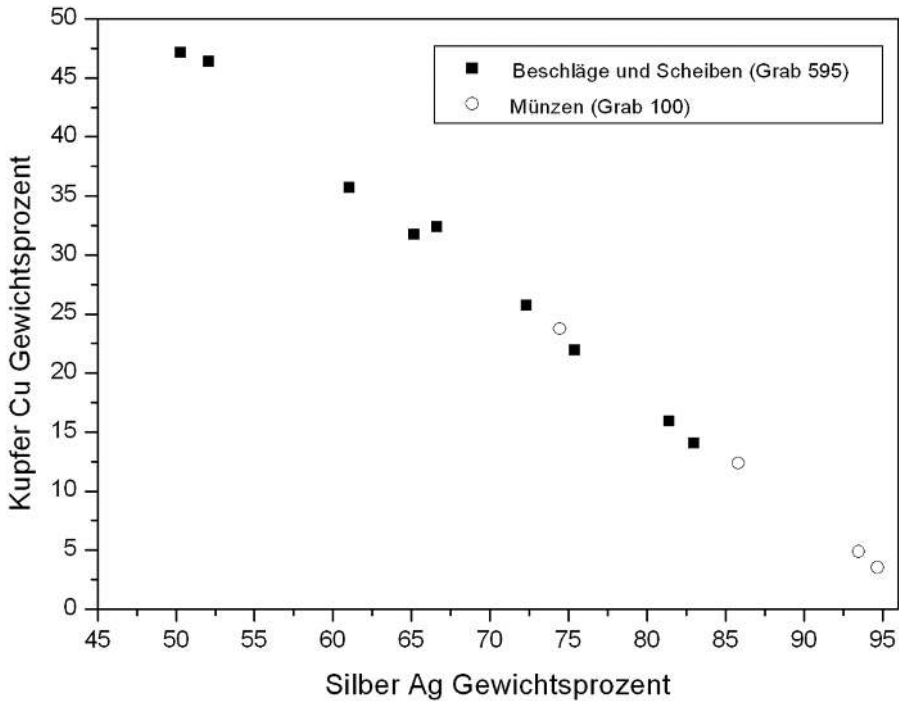


Abb. 2 Die untersuchten Objekte aus Grab 595 und eine Münze aus Grab 100 zeigen einen hohen Kupfergehalt, der den Silberlegierungen seine charakteristischen Eigenschaften verleiht.

1,13 % das Objekt mit dem höchsten Anteil. Die meisten liegen gar unter der Nachweisgrenze des Analysengerats, die 0,01 % Zn beträgt. Die drei Zierscheiben (MFM 2010.03.03, MFM 2010.03.05 und MFM 2010.03.19) liegen zwischen 0,4 und 0,74 %, ansonsten besitzt ein Beschlag (MFM 2010.03.07) einen Gehalt von 0,41 % und ein Nietkopf (MFM 2010.03.20) von 0,24 %.

3.2 Weitere Metallobjekte aus Grab 595

Neben den bereits besprochenen Silberobjekten wurden auch einige Metallobjekte aus Buntmetall und Gold untersucht.

Goldring (MFM 2010.03.08):¹⁵ Der Ring besteht aus einer Ringschiene und einer Fassung, in der sich ein blaue, leicht verwitterte Einlage befindet, die sich unter dem Mikroskop als ursprünglich transparentes Material zu erkennen gibt. Dieses

15 Schwerpunkt der Analysenserien bildeten die Silberobjekte. Goldring und Pressblech sind daher

nicht in Tab. 1 aufgeführt und werden hier nur kurz umrissen.

konnte analytisch als Natron-Kalkglas identifiziert werden, das mit Kupfer und Kobalt blau gefärbt wurde. Ringschiene und Fassung bestehen aus einer kupferhaltigen Gold-Silberlegierung mit 67,2 % Gold, 26,6 % Silber und 6,2 % Kupfer. Weitere Elemente konnten nicht nachgewiesen werden. Die Lötstelle zwischen Schiene und Fassung ist mit einer stärker kupferhaltigen Gold-Silberlegierung hergestellt worden, während die Lötstelle auf der Fassung selbst aus einem Silberlot mit über 80 % Silber besteht.

Pressblech (MFM 2010.03.23): Das kleine Blech besteht aus einer Goldlegierung mit 83,7 % Gold, 12,9 % Silber und 3,4 % Kupfer. Hier wurden an allen vier untersuchten Probepunkten Spuren von Palladium gefunden.

3.3 Münzen aus Grab 100

Die vier untersuchten Münzen (vgl. Abb. 1) datieren zwischen 888 und 950.¹⁶ Laut numismatischer Bestimmung handelt es sich ausnahmslos um die italischen Prägungen von Berengar (zu Zeiten seines Königtums), Hugo von Provence und Lothar II.:

Nr. 1. MFM 2002.18.4: Berengar Rex (888–915)

Nr. 2. MFM 2002.18.5: Hugo von Provence oder Lothar II. (931–947)

Nr. 3. MFM 2002.18.7: Hugo von Provence (926–945)

Nr. 4. MFM 2002.18.8: Lothar II. (945–950)

Die vier Münzen haben unterschiedliche Zusammensetzungen, wobei Nr. 1 (Berengar) und Nr. 4 (Lothar II.) recht ähnlich sind (vgl. Tab. 1). Sie weisen mit jeweils 3,5 und 4,9 % einen deutlich geringeren Kupfergehalt als die anderen beiden Münzen auf. Die Silberwerte liegen mit 94,7 % und 93,5 % ebenfalls nicht weit auseinander. Beide besitzen Blei, Gold und Wismut in einer vergleichbaren Größenordnung.

Davon setzt sich Münze Nr. 3 (Hugo von Provence) mit 12,4 % Kupfer und 85,8 % Silber deutlich ab (vgl. Abb. 2). Gold, Blei und Wismut sind hier ebenfalls vertreten. Der mit Abstand höchste Anteil an Kupfer ist bei Münze Nr. 2 (Hugo von Provence /Lothar II.) anzutreffen. 23,8 % Kupfer stehen lediglich 74,5 % Silber gegenüber. Die typischen Nebenelemente wie Gold, Blei und Wismut sind hier ebenfalls vertreten.

4 Diskussion

Zunächst sollen hier die technischen Eigenschaften der unterschiedlichen Silberlegierungen, die bei den vorliegenden Funden aus Szeged-Kiskundorozsma für Schmuckob-

¹⁶ Bende, Lőrinczy und Türk 2001, 384.

jekte und Münzen verwendet wurden, diskutiert werden. Außerdem gilt es zu klären, ob die Münzen aus Grab 100 grundsätzlich als Ausgangsmaterial für die Herstellung der Schmuckobjekte aus Grab 595 gedient haben könnten. Darüber hinaus werden zum Vergleich weitere Legierungsanalysen von Schmuckwaren und Münzen des 10. Jahrhunderts herangezogen, die in der einschlägigen Literatur zu finden sind.

4.1 Charakterisierung der verwendeten Silberlegierungen

Silber ist als reines Metall aufgrund seiner geringen Härte für die Herstellung von Schmuck und Münzen nicht gut geeignet und wird daher mit geringen Mengen anderer Metalle wie Kupfer legiert, um ihm durch gezieltes Bearbeiten, Erwärmen und/oder Abschrecken dann die gewünschten Formen und Eigenschaften verleihen zu können.¹⁷ Aber auch bereits die Natur gibt dem Erz bestimmte Bestandteile wie Gold, Blei, Kupfer und Wismut in geringen Mengen mit auf den Weg, die sich auch später in den fertigen Objekten wiederfinden.¹⁸ Blei gerät wiederum durch die Extraktion des Silbers aus den Bleierzen oder bei anderen metallurgischen Prozessen wie der Kupellation (s. u.) auch in größeren Mengen in das Objekt.

Betrachten wir zunächst die Rolle des Kupfers in den Silberlegierungen. Gerade bei den Objekten aus Grab 595 sind durchgängig sehr hohe Kupfergehalte zu beobachten. Silber konnte schon in der Antike mittels der sog. Kupellation¹⁹ bis hinunter auf 0,3–0,5 % Cu gereinigt werden. Generell gelten Gehalte über einem Gewichtsprozent Kupfer als absichtlich hinzugefügte Metallmengen,²⁰ die dazu dienen, eine ansonsten weiche Silberlegierung für den täglichen Gebrauch durch Schmieden härtbar zu machen. Dafür reichen aber bereits wenige Prozente aus. Hohe Kupfermengen, wie sie hier beobachtet werden, sind für das feinschmiedende mechanische Umformen gar eher hinderlich, haben jedoch bei gusstechnisch erzeugten Silberwaren einen erheblichen Vorteil. Sie setzen den Schmelzpunkt des Silbers deutlich herab,²¹ wobei die minimal mögliche Schmelztemperatur von 779 °C bei einer Mischung von 72 % Silber und 28 % Kupfer erreicht wird. Auf der gegen die Legierungszusammensetzung abgetragenen Temperaturkurve wird dieses Schmelzpunktminimum als „Eutektikum“ bezeichnet. Diese „eu-

17 Brepohl 1992.

18 Raub 1995, 256.

19 Mc Kerrell und Stevenson 1972; Kohlmeyer 1994; Bayley 2008. Die Kupellation ist das in der Antike übliche Verfahren, um Silber im großen Maßstab entweder aus dem frisch verhütteten Blei zu isolieren oder Altsilber von verunreinigenden Metallbeimischungen zu befreien. Der Prozess wurde auch für das ‚Probieren‘ kleinerer Chargen angewandt, um durch Wiegen des verunreinigten Silbers vor und nach der Kupellation die Reinheit einer Sil-

berlegierung zu bestimmen. Grundlage ist dabei jedoch stets die gute Löslichkeit von geschmolzenem Silber in einem Überschuss an geschmolzenem Blei und die Eigenschaft der Bleischmelze unter Zutritt von Luftsauerstoff eine separate, eher schaumige Bleioxidschicht zu bilden, die wie ein Schwamm im Silber vorhandenen Verunreinigungen aufzunehmen vermag.

20 Wanhill 2005, 51.

21 Brepohl 1992, 41–47.

tektische“ Legierung ist dann zwar hart, aber eher spröde, und lässt sich nur bedingt mechanisch umformen. Der Schmelzpunkt steigt dann für Legierungen mit höheren wie niedrigeren Kupfergehalten wieder an.

Die für die Objekte aus Grab 595 registrierten Kupfergehalte liegen knapp über und unter der eutektischen Zusammensetzung (vgl. Tab. 1). Während reines Silber bei 961 °C schmilzt, weist eine Silberlegierung mit knapp 26 % wie die von Beschlag MFM 2010.03.02 einen Schmelzpunkt (SP) von ca. 780 °C auf. Dies entspricht in etwa der minimalen Schmelztemperatur der erwähnten eutektischen Zusammensetzung.

Andere Objekte wie eine Zierscheibe (MFM 2010.03.06) besitzen einen sehr hohen Anteil an Kupfer von mehr als 46 %. Das steigert den SP auf ca. 850 °C, was aber noch immer deutlich unter dem von reinem Silber liegt. Auf der silberreichen Seite des Eutektikums befindet sich mit 14 % der Beschlag MFM 2010.03.07, der einen Schmelzpunkt von ca. 880 °C aufweisen würde. Zwischen diesen beiden Werten bewegen sich die hier beobachteten Silberlegierungen. Allen gemeinsam sind neben vergleichsweise niedrigen Schmelzpunkten relativ hohe, spröde Materialhärten und eine schlechte mechanische Dehnbarkeit gegenüber reinem Silber bzw. gegenüber Silber mit niedrigen Kupfergehalten. Letzteres lässt sich gut kalt umformen und durch ein abschließendes Abschrecken härten, dafür aber schlechter gießen.

Keines der neun analysierten Silberobjekte aus Grab 595 hat einen Kupfergehalt unter 13 %. Zwei Stücke (MFM 2010.03.02 und 2010.03.06) wurden in der Objektliste als Blecharbeiten angesprochen, während die anderen laut Grabungsobjektliste gegossen sein sollen. Auch ohne metallographische Studien an Anschliffen durchgeführt zu haben, erscheint diese postulierte Herstellungsweise für das Objekt MFM 2010.03.02 aufgrund der Materialstärke und der Ausarbeitung der Dekordetails als wenig wahrscheinlich. Bei dem anderen Stück bestehen ebenfalls Zweifel an der Zuordnung als Blechernerarbeit, denn es trägt eher die makroskopischen Charakteristika eines gegossenen Objektes. Dazu passt auch der hohe Kupfergehalt.

Wir haben es also bei fast allen der hier untersuchten Beschläge und Zierscheiben mit Legierungen zu tun, die für den Guss besonders gut geeignet waren. Auch unter den Münzen findet sich ein Exemplar, dessen Legierung deutlich besser für eine gusstechnische Herstellungsart geeignet ist als für die bei der Münzprägung erforderlichen hohen Umformraten.

Neben den mechanischen und gusstechnischen Eigenschaften ist auch die Farbe einer Silberlegierung vom Kupfergehalt abhängig. Ab 20 % Kupfer ist ein Umschlag der Metallfärbung ins Gelblichweiße erkennbar.²² Da sich bei frühungarischen Silberobjekten aber häufig die silbernen Flächen mit Vergoldungen abwechseln, fällt der gelbliche Farbstich des stark kupferhaltigen Silbers durch den Farbkontrast sicher weniger

22 Brepohl 1992, 44.

deutlich auf. Die meisten Silberobjekte werden vom Silberschmied damals wie heute routinemäßig in Säuren oder speziellen Salzlösungen gebeizt, insbesondere nach einer Bearbeitungsphase, die in irgendeiner Form unter Hitzeeinwirkung stattgefunden hat, um angelaufene Oberflächen und unerwünschte Oxidationsprodukte zu entfernen. Dabei wird Kupfer oberflächlich herausgelöst und das Silber außen in Schichtdicken von 10–50 µm passiv angereichert.²³ Als „Weißsieden“ bezeichnet der Feinschmied den bewussten Einsatz dieses Verfahrens zur gezielten Erzeugung einer dünnen oberflächlichen Versilberungsschicht.

Aber auch der Gussvorgang selbst kann, wie experimentelle Arbeiten zu nachgegossenen Silbermünzen mit hohen Kupfergehalten zeigen, in den Randbereichen silberreiche Schichten hervorbringen,²⁴ die eine vergleichbare Schichtdicke besitzen, wie die durch Weißsieden erzeugten. Eine Silberanreicherung (ob gewollt oder zufällig) lässt sich auch an der Analyse recht gut ablesen, wenn man die Werte an zunächst nicht präparierten und dann freigelegten Probenpunkten vergleicht. Dies ist z. B. an einem Armreif (MFM 2010.03.24), einer Zierscheibe (MFM 2010.03.06) und an einem Beschlag (MFM 2010.03.02) zu beobachten gewesen.

Neben der oberflächlichen Anreicherung von Silber kann die Farbe einer Silberlegierung mit hohen Kupfergehalten auch auf andere Weise verbessert werden, nämlich durch den Zusatz von Zink. Dies muss dann allerdings in größeren Mengen zugesetzt werden, als dies bei den Objekten aus Grab 595 mit ihren Gehalten von ca. 1 % und weniger der Fall ist. Die alte Gold- und Silberschmiedeliteratur empfiehlt 2 bis 5 % Zink.²⁵

Der Einsatz von Zink verbessert aus verschiedensten Gründen auch die gusstechnischen Eigenschaften von Silberlegierungen. Es wurde anhand der eingangs erwähnten Untersuchungsserie an frühungarischen Gräbern aus Gnadendorf und anderen Fundorten belegt, dass sich der Einsatz zinkreicher Legierungen auf gusstechnisch erzeugte Waren beschränkte. Hohe Kupfergehalte wurden auch bei diesen Untersuchungsserien²⁶ nachgewiesen, jedoch immer im Zusammenwirken mit deutlichen Gehalten an Zink und/oder Zinn, was darauf hindeutet, dass das Kupfer bei diesen Objekten in Form von Bronzen bzw. Messing in das Material geraten ist. Die Funde aus dem Grab 595 scheinen jedoch einer anderen Werkstatttradition anzugehören, denn wir finden hier Zink nur in geringfügigen Mengen, Zinn überhaupt nicht. Dagegen scheint bei den hier untersuchten Funden aus Grab 595 der Kupfergehalt für die gusstechnischen Waren eine entscheidende Rolle zu spielen.

Der hier beobachtete geringe Zinkgehalt ist sicherlich auch gemeinsam mit dem Kupfer in die Silberlegierung geraten; eine schwache positive Korrelation ist vorhanden, wenn man die sechs Punkte der zinkhaltigen Proben gegen den Kupfergehalt aufträgt

23 Stern 2003, 33.

24 Beck u. a. 2003, 563.

25 Sterner-Rainer 1957, 94.

26 S. oben.

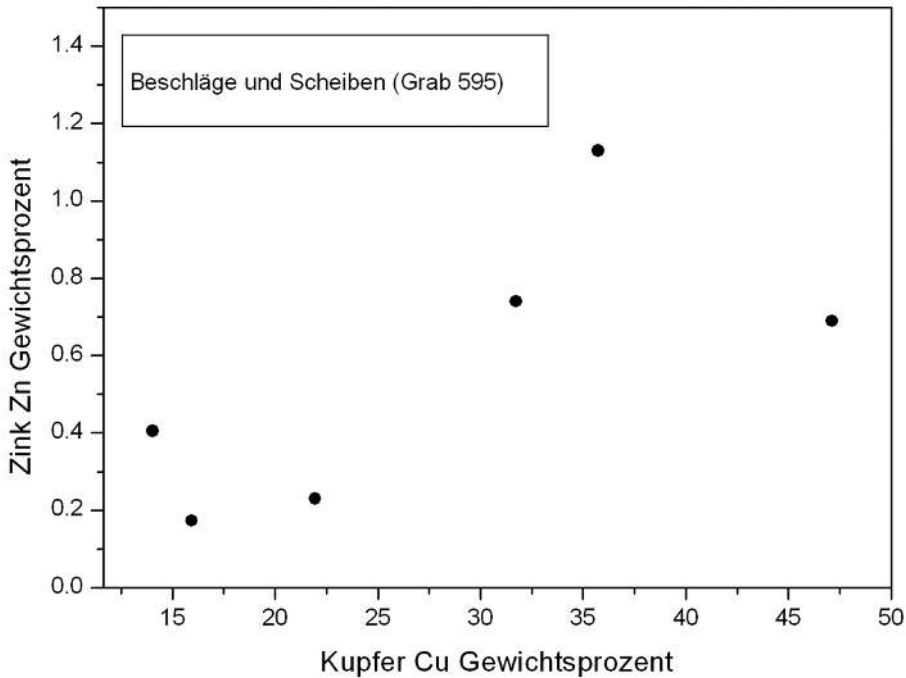


Abb. 3 Kupfer und Zink zeigen eine schwach ausgeprägte positive Korrelation. Wahrscheinlich wurde Kupfer bei diesen Objekten in Form von Messing einer Silberlegierung beigemischt.

(Abb. 3). Alle Objekte, die Zink enthalten, besitzen auch einen hohen Kupferanteil. In den entsprechenden Diagrammen ist kein Zusammenhang zwischen der Zugabe von Zink und einem der anderen Nebenelementmetalle wie z. B. Blei oder Wismut zu erkennen (Abb. 4).

4.2 Vergleich zwischen Silbermünzen und Schmuckwaren

Die vier untersuchten Münzen aus Grab 100 besitzen mit Ausnahme der Münze Nr. 3, einer Prägung von Hugo von Provence (MFM 2002.18.7), nur geringe Kupfergehalte, wie für die meisten Münzen üblich (vgl. Tab. 1; Abb. 2). Die neun hier zur Diskussion stehenden Schmuckobjekte aus Grab 595 können also in einem direkten Umschmelzschritt nur aus einer Legierung, wie sie Münze Nr. 3 aufweist, entstanden sein, den anderen drei Münzen hätte man Kupfer oder eine seiner Legierungen zusetzen müssen. Auch die Bleigehalte sowie die Goldanteile stimmen bei der Münze Nr. 3 mit der Bandbreite der Schmuckobjekte überein. Diese Münze enthält auch als einzige einen Wismutgehalt, der mit einigen der fraglichen Objekte vergleichbar ist, nämlich mit der

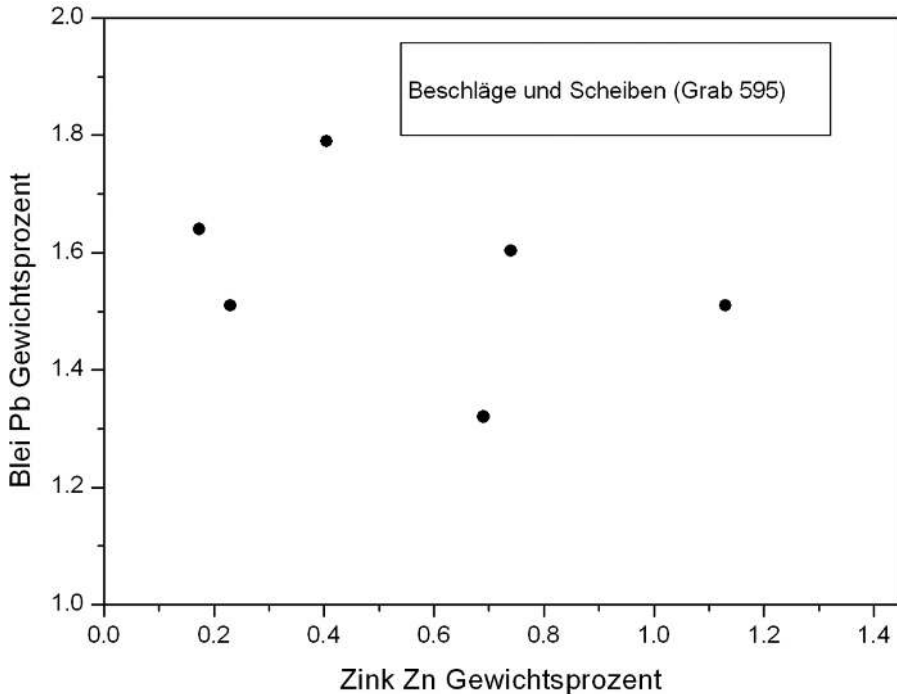


Abb. 4 Bei den Objekten mit nachweisbaren Zinkgehalten zeigt sich keine positive Korrelation zwischen Blei und Zink. Es ist deshalb unwahrscheinlich, dass eine Kupferlegierung beigemischt wurde, die sowohl Blei als auch Zink enthielt.

Zierscheibe MFM 2010.03.19, dem Nietkopf MFM 2010.03.20 und dem Armreif MFM 2010.03.24.

Diese drei Objekte ließen sich auch nicht durch „Verdünnen“ des Munzsilbers mit einer Kupferlegierung aus den anderen Münzen erzeugen, da der Wismutanteil dann noch geringer ausfallen würde. Es lässt sich also festhalten, dass sich die Legierungen von Zierscheibe 19, Nietkopf 20 und Armreif 24 prinzipiell aus Munzlegierungen, wie sie die Hugo’sche Prägung darstellt, durch ein einfaches Umschmelzen herstellen ließen. Zu einer Bestätigung des Befunds wären zusätzliche Untersuchungen der Bleiisotopensignaturen notwendig.

Wie sieht aber das Potenzial der reineren Münzen als Ausgangsprodukt für die kupferreichen Schmuckwaren aus? Nehmen wir als Beispiel zunächst einmal die Beimischung eines reinen Kupfers zu Münze Nr. 1 (MFM 2002.18.4) an. Wollte man aus dieser Legierung mit ca. 95 % Silber und 5 % Kupfer eine Legierung herstellen, die dem Beschlag MFM 2010.03.02 mit 73 % Silber und 27 % Kupfer gleicht, so müsste man zu 100 g Ausgangsmaterial etwa 30 g Kupfer mischen. Dies ergäbe einen Verdünnungs-

faktor von 0,77. Der Goldgehalt des Beschlags von 0,76 % ließe sich noch annähernd aus den 1,16 % der Münze erzeugen, jedoch käme der Bleigehalt von 1,13 % nicht bei einem Ausgangswert von 0,6 % Pb in der Münze Nr. 1 zustande. Da bereits zwei der insgesamt vier Münzen einen geringeren Bleigehalt besitzen als ihre theoretisch durch Kupferzusatz verdünnten Endprodukte, kommen diese Münzen als Ausgangsprodukt eines Verfahrens, bei dem reines Kupfer als Legierungszusatz verwendet wurde, nicht in Frage.

Die sechs Schmuckobjekte mit leicht erhöhten Zinkgehalten zeigen eine negative Korrelation mit Blei. Das heißt, dass bei einer postulierten Erzeugung dieser Objekte aus Münzsilber durch Zusatz einer Kupfer-Zinklegierung keine Buntmetalllegierung beteiligt gewesen sein kann, die zugleich auch nennenswertes Blei enthielt (z. B. eine Rotgusslegierung). Dann müsste mit dem Zink nämlich auch der Bleigehalt steigen. Ein reines Messing wiederum ergäbe eine zu starke Verdünnung. Die gemessenen Bleiwerte entsprechen etwa dem eines kupellierten Silbers, das nicht stark verdünnt wurde. Eine Erzeugung der Schmuckwaren aus den hier analysierten Münzen kann also, selbst unter Annahme der Beigabe einer wie auch immer gearteten Kupferzugabe, ausgeschlossen werden, mit Ausnahme von Münze Nr. 3 (MFM 2002.18.7).

4.3 Silberlegierungen und Münzen zum Ende des ersten Jahrtausends

Der Umlauf von Edelmetallen zum Zwecke des Handels, für Tributzahlungen oder Schenkungen beschränkte sich zunächst vornehmlich auf das Edelmetall Silber, welches in Form von Münzen, Barren und Altmetall zum Teil über weite Strecken expediert wurde, wie die überaus zahlreichen Dirham-Funde in Skandinavien beweisen. Das System basierte dabei im Norden und Osten vor allem auf dem Gewicht des Materials und nicht auf dem „Wert“ der Münze.²⁷ Auf- und Abwertung, die z. B. bei Goldmünzen in der Römerzeit oder in der Spätantike auch durch Adaption ihres Feingehaltes erfolgten, wurden im 9. und 10. Jahrhundert vornehmlich, zumindest offiziell, nur über die pro Münze eingesetzte Materialmenge gesteuert. Während im fortschreitenden Mittelalter auch die „Lötigkeit“, also der Feingehalt bei Wertberechnungen stärker berücksichtigt wurde,²⁸ scheint dies im ausgehenden ersten Jahrtausend nicht allgemeine Praxis gewesen zu sein.

Die großen Hacksilberfunde sind vor allem auf den Norden und nördlichen Osten Europas beschränkt (Skandinavien, Baltikum, Polen u. a.), obwohl der Handelsraum an sich bereits ein paneuropäischer war. Es sind mehrere Hundert solcher Hortfunde bekannt, die, was ihren Münzanteil angeht, zum größten Teil aus Dirhams sowie deut-

27 Brather 2007.

28 Kluge 1991, 9.

schen und englischen Münzen bestehen.²⁹ In der ersten Hälfte des 11. Jahrhunderts lässt der Einfluss der arabischen Münzprägungen deutlich nach.³⁰ In den baltischen Hortfunden sind ab dem Ende des 10. Jahrhunderts auch byzantinische Münzen stark vertreten.³¹ Die großen Hortfunde mit der immens hohen Anzahl an Münzen vermitteln ein recht deutliches Bild, welche Silbermünzen zu welcher Zeit in dieser Region in Umlauf waren.

In Ungarn, wie in einigen anderen europäischen Regionen, sind Hortfunde wesentlich seltener anzutreffen. Man ist hier weitgehend auf die Münzfunde in Gräbern oder Verlustmünzen aus Zufallsfunden oder Siedlungsgrabungen angewiesen. In den frühungarischen Gräbern trifft man das Münzmaterial zum einen als auf Gewand oder Schuhwerk aufgenähte (häufig gelochte) Exemplare an. Dann finden sich Münzen in Form eines ‚Totenpfennigs‘ im Brust- oder Mundbereich sowie als Gürtelbeschläge. Auch Pferdezaumzeug oder anderes Zubehör ist häufig mit Münzen verziert worden.³²

Ab 905 trafen verstärkt Tributzahlungen aus Italien ein, so dass auch mit solchen Münzen zu rechnen ist. Raubzüge gingen nach 904 Richtung Bayern, Sachsen, Thüringen, Schwaben, Burgund, Lothringen und Dänemark³³ mit entsprechenden möglichen Auswirkungen auf das frühungarische Spektrum an Silberlegierungen. István Fodor³⁴ berichtet von „vermutlich“ wolgalbulgarischen Münzen in landnahmezeitlichen Gräbern, die aufgrund der in den Quellen belegten Handelsbeziehungen in den Fundzusammenhang geraten sind.

Sehr häufig sind die italischen Prägungen von Berengar in den frühungarischen Gräbern anzutreffen.³⁵ Neben den Münzen der norditalienischen Städte nimmt sich das Münzgut der deutschen Territorien in ungarischen Grabfunden ausgesprochen mager aus. Man vermutet, dass das Tributsilber entweder umgeschmolzen oder vielleicht in Form von Barren statt Münzen Richtung Osten transportiert wurde.³⁶

Die vielfachen Möglichkeiten der Herkunft von Münzen, die sich theoretisch zu Schmucksilber umschmelzen ließen, fordert es, auch diese als mögliche Quelle für die Objekte aus Grab 595 zu diskutieren. Der Bestand an publizierten Silberlegierungsdaten ist jedoch sehr unterschiedlich, mag aber trotz alledem als Basis für die folgenden Ausführungen dienen.

In vielen Regionen finden sich im 10. Jahrhundert Silbermünzen, die stark mit Kupfer verdünnt sind und prinzipiell als ‚Rohstoff‘ für die kupferreichen Silberwaren des Grabes 595 in Frage kämen. So können angelsächsische Münzprägungen mit Werten

29 Stern 2003, 31.

30 Brather 2007, 451.

31 Buko 2007, 438.

32 Révész 2006, 134.

33 Kovács 1989, 103; Révész 2006, 135.

34 Fodor 2009, 308.

35 Hahn 2006.

36 Révész 2006.

bis zu 50 % Kupfer vertreten sein; dies betrifft vor allem verschiedene Münzmissionen von Eadgar,³⁷ der von 943/44 bis 975 England regierte. Auch in Salzburg geprägte Münzen von Herzog Heinrich von Bayern (985–995) liegen bei Kupfergehalten von ca. 45 %.³⁸ Ebenso kommen einzelne Dirham-Editionen des 10. Jahrhunderts in Frage, obwohl Dirham-Münzen generell eine recht hohe Wertigkeit aufwiesen. Dies zeigen die Dirham-Münzen aus dem Fundort Gnězdovo am Dnjeper³⁹ wie auch viele weitere Analysen dieser Währung. In Haithabu wird gar ein Rückgang der Akzeptanz von Dirham-Münzen verzeichnet, die in ihrem mangelnden Feingehalt begründet sein soll.⁴⁰

5 Schlussbemerkungen

Die stichprobenartige Untersuchung eines möglichen Zusammenhangs zwischen Münze und Schmuck aus zwei Gräbern aus Szeged-Kiskundorozsma hat im Fall einer Münze (Nr. 3) zu einem positiven Ergebnis geführt, insofern als eine große Ähnlichkeit zwischen einer Prägung Hugos von Provence und den kupferhaltigen Silberlegierungen bestimmter Objekte analytisch festgestellt werden konnte. Dies kann natürlich zunächst nicht verallgemeinert werden, sondern muss stets an konkreten und sorgfältig ermittelten Analysedaten individuell berechnet und überprüft werden. Erst die Interpretation einer breiten Datenbasis würde es ermöglichen, eine generelle Aussage über den Zusammenhang zwischen Münzsilber und Schmucksilber des 10. Jahrhunderts zu treffen. Man kann sich jedoch zumindest Gedanken machen, welche anderen Typen von Silbermünzen, wie Dirhams, englische Prägungen etc. generell ohne weitere legierungstechnische Manipulationen, für die Erzeugung der kupferreichen Silberlegierungen der Funde aus Grab 595 von Szeged-Kiskundorozsma in Frage kämen.

Insgesamt weisen die analysierten Silberobjekte aus Grab 595 einen auffällig hohen Kupfergehalt auf, der nur von relativ geringen weiteren Beimengungen begleitet wird. Vorausgehende Studien an anderen frühungarischen Objekten zeigten dagegen bei gegossenen Stücken zum Teil ebenfalls hohe Kupferanteile, die dann aber stets von deutlichen Gehalten an Zink, Zinn und Blei begleitet wurden. Ob es sich hier um einen anderen Werkstattkreis handelt oder eine chronologische Entwicklung dahinter steckt, kann zum derzeitigen Stand der Forschung noch nicht entschieden werden.

37 Mc Kerrell und Stevenson 1972, 199.

38 Gresits und Gedai 2000.

39 Eniosova 2012, Abb. 3 und 7.

40 Steuer, Stern und Goldenberg 2002, 153 Abb. 12; Ilisch und Schwarz 2003.

Bibliographie

Bayley 2008

Justine Bayley. „Medieval precious metal refining: Archaeology and contemporary texts compared“. In *Archaeology, History and Science. Integrating approaches to ancient metals*. Hrsg. von Marcos Martínón-Torres und Thilo Rehren. London: Left Coast Press, 2008, 131–150.

Beck u. a. 2003

Lucile Beck, Sandrine Reveillon, Sophie Bosonet, Daniel Eliot und Fabien Pilon. „Experimental evidence of direct silver surface enrichment on silver-copper alloys. Application to the analysis of ancient silver coins“. *Archaeometallurgy in Europe* 2003.2 (2003), 561–568.

Bende, Lőrinczy und Türk 2001

Livia Bende, Gábor Lőrinczy und Attila Türk. „Honfoglalás kori temetkezés Kiskundorozsma-Hosszúhát-Halomról“. *Móra Ferenc Múzeum Évkönyve – Studia Arch.* 8 (2001), 351–402.

Brather 2007

Sebastian Brather. „Counted and weighed silver: the fragmentation of coins in early medieval East Central Europe“. In *Post-Roman Towns, trade and settlement in Europe and Byzantium, vol. 1, The heirs of the Roman West*. Hrsg. von Joachim Henning. Berlin/New York: de Gruyter, 2007, 451–471.

Brepohl 1992

Erhard Brepohl. *Theorie und Praxis des Goldschmiedens*. Leipzig/Köln: Hanser, 1992.

Buko 2007

Andrzej Buko. „Tribal societies and the rise of the early medieval trade: archaeological evidence from Polish territories (eight-tenth centuries)“. In *Post-Roman Towns, trade and settlement in Europe and Byzantium, vol. 1, The heirs of the Roman West*. Hrsg. von Joachim Henning. Berlin/New York: de Gruyter, 2007, 431–450.

Daim 2006

Falko Daim, Hrsg. *Heldengrab im Niemandsland. Ein frühungarischer Reiter aus Niederösterreich*. Bd. 2. Mosaiksteine, Forschungen am Römisch-Germanischen Zentralmuseum. Verlag des RGZM, 2006.

Eniosova 2012

Nataša Eniosova. „Tracing the routes of silver procurement to the early urban centre. Gnězdovo in the 10th/early 11th century“. In *Die Archäologie der frühen Ungarn. Chronologie, Technologie und Methodik*. Hrsg. von Bendeguz Tobias. Bd. 17. RGZM Tagungen. Mainz: Verlag des RGZM, 2012, 261–276.

Fodor 2009

István Fodor. „Ein ungarischer Fund aus dem 10. Jahrhundert in Kasan“. *Acta Orientalia Academiae Scientiarum Hungariae* 62 (2009), 303–313.

Gale und Stós-Gale 1981

Noel Gale und Zofia Anna Stós-Gale. „Ancient Egyptian Silver“. *Journal of Egyptian Archaeology* 67 (1981), 193–115.

Greiff 2012

Susanne Greiff. „Silver grave goods from early Hungarian contexts: technological implications of debased alloy compositions with zinc, tin and lead“. In *Die Archäologie der frühen Ungarn. Chronologie, Technologie und Methodik*. Hrsg. von Bendeguz Tobias. Bd. 17. RGZM Tagungen. Mainz: Verlag des RGZM, 2012, 261–276.

Greiff, Mehofer und Révész 2007

Susanne Greiff, Mathias Mehofer und László Révész. „Gezielte Nutzung zinkreicher Silberlegierungen an frühungarischen Silberfunden“. In *Archäometrie und Denkmalpflege – Kurzberichte* 2007. Bochum: Deutsches Bergbaumuseum, 2007, 60–62.

Gresits und Gedai 2000

Iván Gresits und István Gedai. „Chemische Zusammensetzung von Münzen des Frühmittelalters“. In *Akten XII. Internationaler Numismatischer Kongress, Berlin 1997*. Hrsg. von Bernd Kluge und Bernhard Weisser. Berlin: Gebr. Mann Verlag, 2000, 904–905.

Hahn 2006

Wolfgang Hahn. „Die Münzen“. In *Das frühungarische Reitergrab von Gnadendorf (Niederösterreich)*. Hrsg. von Falko Daim und Ernst Laueremann. Mainz: Schnell & Steiner, 2006, 99–106.

Ilisch und Schwarz 2003

Lutz Ilisch und Florian Schwarz. „Die Analysen der islamischen Münzen“. In *Dirham und Rappenfennig, Mittelalterliche Münzprägung in Bergbauregionen*. Hrsg. von Lutz Ilisch, Sönke Lorenz, Willem Stern und Heiko Steuer. Beiheft zur Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters. Bonn: Habelt, 2003, 62–114.

Kluge 1991

Bernd Kluge. *Deutsche Münzgeschichte von der späten Karolingerzeit bis zum Ende der Salier (ca. 900 bis 1125)*. Bd. 29. Monographien RGZM. Sigmaringen: Jan Thorbecke, 1991.

Kohlmeyer 1994

Kai Kohlmeyer. „Zur frühen Geschichte von Blei und Silber“. In *Handwerk und Technologie im Alten Orient. Internationale Tagung Berlin 12.–15.3.1991*. Hrsg. von Ralf Bernhard Wartke. Berlin: Philipp von Zabern Verlag, 1994, 41–48.

Kovács 1989

László Kovács. *Münzen aus der ungarischen Landnahmezeit. Archäologische Untersuchung der arabischen, byzantinischen, westeuropäischen und römischen Münzen aus dem Karpatenbecken des 10. Jahrhunderts*. Akadémiai Kladó, 1989.

Mc Kerrell und Stevenson 1972

Hugh Mc Kerrell und Robert Stevenson. „Some analyses of Anglo-Saxon and associated Oriental Silver Coinage“. In *Methods of Chemical and Metallurgical Investigation of Ancient Coinage*. Hrsg. von Edward Thomas Hall und D. Michael Metcalf. Bd. 8. Royal Numismatic Society Special Publication. London: Royal Numismatic Society, 1972, 195–209.

Mehofer und Greiff 2006

Mathias Mehofer und Susanne Greiff. „Archäometrische Untersuchungen an Metallgegenständen“. In *Das frühungarische Reitergrab von Gnadendorf (Niederösterreich)*. Hrsg. von Falko Daim und Ernst Laueremann. Bd. 64. Monographien RGZM. Mainz: Schnell & Steiner, 2006, 181–188.

Raub 1995

Christoph J. Raub. „The metallurgy of gold and silver in prehistoric times“. In *Prehistoric Gold in Europe. Mines, metallurgy and manufacture*. Hrsg. von Giulio Morteani und Jeremy Peter Northover. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995, 243–259.

Révész 2006

László Révész. „Auswertung der Funde“. In *Das frühungarische Reitergrab von Gnadendorf (Niederösterreich)*. Hrsg. von Falko Daim und Ernst Laueremann. Bd. 64. Monographien RGZM. Mainz: Schnell & Steiner, 2006, 158–188.

Stern 2003

Willem B Stern. „Zur naturwissenschaftlichen Analyse von Edelmetallmünzen“. In *Dirham und Rappenfennig, Mittelalterliche Münzprägung in Bergbauregionen*. Hrsg. von Lutz Ilisch, Sönke Lorenz, Willem Stern und Heiko Steuer. Beiheft zur Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters. Bonn: Habelt, 2003, 11–49.

Stern-Rainer 1957

Ludwig Stern-Rainer. *Die Edelmetall-Legierungen in Industrie und Gewerbe*. 1930, ND Stuttgart. Leipzig: Rühle-Diebener-Verlag, 1957.

Steuer, Stern und Goldenberg 2002

Heiko Steuer, Willem B. Stern und Gert Goldenberg. „Der Wechsel von der Münzgold- zur Gewichtsgeldwirtschaft in Haithabu um 900 und die Herkunft des Münzsilbers im 9. und 10. Jahrhundert“. In *Haithabu und die frühe Stadtentwicklung im nördlichen Europa*. Hrsg. von Klaus Brandt, Michael Müller-Wille und Christian Radtke. Bd. 8. Schriften des Archäologischen Landesmuseums. Neumünster: Wachholtz, 2002, 133–167.

Wanhill 2003

Russell Wanhill. „Ancient silver embrittlement: significances of copper, lead and cold-deformation“. Unpublished report NLRTP-2003-617, Amsterdam. Dezember 2003.

Wanhill 2005

Russell Wanhill. „Embrittlement of ancient silver“. *Journal of Failure Analysis and Prevention* 5 (2005), 41–54.

Abbildungs- und Tabellennachweis

ABBILDUNGEN: 1 Móra Ferenc Múzeum Szeged, Inv. Nr. 2001.18.4–5, 7–8, 2010.03.02–07. Photos: René Müller, RGZM. 2 Daten und Graphik: Susanne Greiff. 3 Daten und Graphik: Susanne

Greiff. 4 Daten und Graphik: Susanne Greiff.
TABELLEN: 1 Daten und Graphik: Susanne Greiff.

SUSANNE GREIFF

leitet den Kompetenzbereich Naturwissenschaftliche Archäologie und das Archäometrielabor des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Leibniz-Forschungsinstitut für Archäologie. Sie lehrt an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz zu antiken Werkstofftechnologien und auf dem Gebiet der Konservierung und Restaurierung. Ihre Forschungsinteressen gelten den Goldschmiedetechniken des ersten Jahrtausends, der Provenienzanalyse von Granat und der antiken Glastechnologie.

Dr. rer. nat. Susanne Greiff
Römisch-Germanisches Zentralmuseum
Leibniz-Forschungsinstitut für Archäologie
Ernst-Ludwig-Platz 2
55116 Mainz, Deutschland
E-Mail: greiff@rgzm.de

Heidemarie Eilbracht

Edelmetallschmuck der Wikingerzeit – Analysen und Interpretationen

Zusammenfassung

Der Beitrag befasst sich mit dem Filigran- und Granulationsschmuck im ersten Jahrtausend n. Chr. Aufgrund der charakteristischen Herstellung dieser Produkte sind sie besonders gut geeignet, das technische Wissen der Produzenten und dessen handwerkliche Umsetzung in dieser Zeit zu untersuchen: Sie bestehen aus hochwertigem Rohmaterial (Edelmetall), sie werden mit Hilfe spezifischer Werkzeuge hergestellt (Pressmodel) und sie bestehen häufig aus mehreren hundert Einzelteilen. Damit bieten sie eine breite Ausgangsbasis für Studien zur Homogenität des Metalls und zur Einheitlichkeit der Herstellungsverfahren. Anhand der goldenen Objekte des wikingschen Schmuckensembles von der Insel Hiddensee und der an ihnen durchgeführten Materialanalysen werden diese Fragen beispielhaft diskutiert.

Keywords: Edelmetall; Wikingerschmuck; Hiddensee; Filigran; Granulation; Pressmodel; Lötverfahren; Metallanalysen.

This article deals with the filigree and granulation jewellery of the first millennium AD. Due to their characteristic method of production, these artefacts are particularly suitable for research into the technical knowledge of the craftsmen who made them and the application of their know-how. The objects are made of high quality raw materials (precious metals), they are produced with specific tools (dies), and they are often composed of several hundred separate parts. Hence they provide an extensive basis for studying the homogeneity of the metals and the uniformity of the techniques used. The gold objects of the Viking period that belong to the jewellery recovered on the island of Hiddensee and the results of their analysis serve explore these questions in detail.

Keywords: Precious metal; Viking period jewellery; Hiddensee; filigree; granulation; die; soldering techniques; metal analyses.

Barbara Armbruster, Heidemarie Eilbracht, Oliver Hahn, Orsolya Heinrich-Tamáská (eds.) |
Verborgenes Wissen: Innovation und Transformation feinschmiedetechnischer Entwicklun-
gen im diachronen Vergleich | Berlin Studies of the Ancient World 35 (ISBN 978-3-9816751-5-3;
URN urn:nbn:de:kobv:188-fudocsdokument00000024684-8) | www.edition-topoi.de

I Einleitung

Die These, dass die artifiziellen Hinterlassenschaften vergangener, weitgehend schriftloser Kulturen *per se* Träger eines verborgenen Wissens sind, findet wohl auch über den Rahmen dieses Workshops hinaus weitgehende Zustimmung. Die vom Menschen hergestellten Objekte resultieren immer aus einem spezifischen Produktionsprozess und spiegeln damit einen im Gegenstand archivierten Kenntnisstand, der in der Regel weder in schriftlichen Quellen explizit beschrieben noch in bildlichen Quellen umfassend dargestellt wird. Nur das Produkt selbst enthält die Informationen über das angewendete Wissen seines Produzenten. Dem heutigen Bearbeiter erschließt sich seine Herstellung oft nur sukzessive und nicht selten erst unter Zuhilfenahme unterschiedlichster Methoden und Verfahren. Zutreffend hat daher Chris Caple archäologische Objekte als „widerwillige Zeugen“¹ der Vergangenheit titulierte.

Ein vorhandenes ‚objektimmanentes‘ Wissen kann man besonders für solche Gegenstände annehmen, die schon rein visuell aufgrund ihrer aufwändigen Konstruktion oder ihres spezifischen Materials ein umfangreiches technisches Knowhow nahelegen. Produkte aus Metall zählen zu diesen Gegenständen, und Beispiele wie die aus zahlreichen Komponenten bestehenden frühmittelalterlichen Gürtelbestandteile oder die früh- und hochmittelalterlichen Fibeln – um nur zwei Objektgruppen zu nennen – unterstreichen dies eindrucksvoll.² Das vor- und frühgeschichtliche Metallhandwerk erweist sich somit für Fragen zum Niveau, zur Qualität und zum Umfang von ‚Wissen‘ als ein äußerst ergiebiger Forschungsgegenstand.

Das gilt auch für das Thema im vorliegenden Beitrag, die wikingsche Edelmetallkunst im Norden Europas im ausgehenden ersten Jahrtausend n. Chr. Diese Kunst wird im Wesentlichen von zwei Verarbeitungsverfahren für Gold und Silber geprägt: von massiv gegossenen Objekten einerseits und von gelöteten Blechobjekten ohne und mit Filigran- und Granulationsdekor andererseits. Besonders die Filigran- und Granulationskunst mit ihrer charakteristischen vierteiligen Komposition aus Blechen, Drähten und Granalien spiegelt das handwerklich-technische Können der Zeit auf höchstem Niveau wider.³ Sie steht daher im Zentrum zweier wichtiger Fragen: Wie erschließen wir das in den Objekten verborgene Wissen und was davon können wir nach heutigem Forschungsstand als innovativ bestimmen?

Für die Frage nach den Methoden zur Erforschung des in den Metallfunden verborgenen technischen Knowhows bieten seit langem chemische und andere naturwissenschaftliche Analysen eine Antwort: Mit ihrer Hilfe gelingt es mittlerweile scheinbar mühelos, dem Material, seiner Zusammensetzung und seiner Verarbeitung zahlreiche

1 Caple 2006.

2 Zu den Fibeln: Thieme 1978; Pasch 2010. – Zu den Gürteln: Daim 2000.

3 Eilbracht 1999; Armbruster 2010b.



Abb. 1 Goldschmuck von Hiddensee, Deutschland, 10. Jahrhundert. Filigran- und granulationsverzierter Anhänger in Kreuzform mit einem Dekor aus Flechtbändern auf dem Anhänger und einem Vogelkopf auf dem Aufhänger (Nr. 14, vgl. Tab. 1, Breite: 6,43 cm). Insgesamt zehn solcher charakteristischen Anhänger sind, mit Abweichungen in Größe und Verzierung, im Schmuckensemble vertreten.

Fakten zu entlocken, die aufgrund ihrer mathematischen Struktur zudem ungewöhnlich präzise erscheinen. Doch so ‚einfach‘ wie die Messungen funktioniert der daraus extrahierbare Mehrwert an Wissen leider nicht. Allein mit der Generierung naturwissenschaftlicher Daten ist noch kein automatischer Zuwachs an Erkenntnissen für den heutigen Bearbeiter verbunden. Vielmehr erfüllt sich die Gleichung ‚mehr Analytik = mehr Kenntnis über das alte Wissen‘ nur im engen interdisziplinären Dialog aller Beteiligten.⁴ Wie vielschichtig derartige Analysen und Interpretationen sein können, möchte der Beitrag an einem Beispiel deutlich machen.

Zuerst erfolgt dazu eine kurze Charakterisierung der wikingerzeitlichen Edelmetallkunst, bevor einige Analysen diskutiert werden, die am bekannten Goldschmuckensemble von Hiddensee durchgeführt wurden (Abb. 1).⁵ Die Ausführungen fokussieren dabei ausschließlich auf das technische Wissen der Feinschmiede und dessen handwerkliche Umsetzung. Die Bilder- und Symbolsprache der Objekte wird dagegen nicht berücksichtigt, denn diese Aspekte sind eine eigene, hier nicht zu leistende Abhandlung wert. Sicher stellen aber auch die Kenntnisse zur Bedeutung der Zeichen und Symbole sowie das Geschick in der bildlichen Umsetzung ein zusätzliches spezifisches Wissen dar, das den Feinschmied vor vielen anderen Handwerkern auszeichnete.⁶

4 Vgl. die auch wissenschaftsgeschichtlich interessanten Entwicklungen zur Archäometrie anhand der Publikationen seit Etablierung dieses Forschungs-

zweiges: z. B. Akademie Mainz 1976; Riederer 1976; Morteani und Northover 1995; Hauptmann und Pingel 2008; Bayley, Crossley und Ponting 2008.

2 Edelmetallschmuck der Wikingerzeit

Eine Übersicht über den Metallschmuck der Wikingerzeit kann in diesem Rahmen nur allgemeine Linien nachzeichnen und muss vorhandene chronologische, regionale und soziale Unterschiede weitgehend ausblenden. Zwar finden sich einzelne Schmuckformen mit einer weiten Verbreitung in den skandinavischen Kernregionen und Einflussgebieten, die – wie die so genannten ovalen Schalenbspangen – als ‚typisch wikingsch‘ gelten.⁷ Doch einen räumlich einheitlich auftretenden Wikingerschmuck hat es im Norden Europas während des 8. bis 11. Jahrhunderts n. Chr. nicht gegeben. In diesem Sinne existierte natürlich auch der typische wikingsche Goldschmied nicht, den wir als Träger des damals vorhandenen Wissens ansprechen könnten. Vielmehr, und das scheint nur logisch, zeugen die archäologischen Quellen von einem durchaus gestuften Niveau bei der Anwendung von schmiedetechnischem Knowhow: Nicht jeder Feinschmied beherrschte alle Techniken gleichermaßen und musste dies offenbar auch nicht,⁸ doch zählte die Herstellung von Gold- und Silberschmuck in Filigran- und Granulationstechnik unbestritten zu seinen anspruchsvollsten Aufgaben.⁹

Grundsätzlich umfasst der Edelmetallschmuck der Wikingerzeit Hals- und Armringe, verschiedenes Kleidungszubehör wie Fibeln und Gürtelteile, Nadeln für Textilien und Haartracht sowie Anhänger in unterschiedlicher Gestalt. Silber ist das im Fundstoff dominierende Metall. Gold kommt vor, ist jedoch deutlich seltener. Wenn es aber auftritt, stellen die Objekte immer die hochwertigsten Vertreter ihrer Schmuckform dar.¹⁰ In diese knappe Charakterisierung fügen sich die filigran- und granulationsverzierten Schmuckstücke der Zeit nahtlos ein. Fibeln und Anhänger bilden darunter die

5 Ein herzlicher Dank gilt Dr. Andreas Grüger, Kulturhistorisches Museum der Hansestadt Stralsund (seit 2015 Stralsund Museum), für die Erlaubnis, intensiv mit und an den Hiddenseer Stücken forschen zu können, und für seine uneingeschränkte Unterstützung in der gesamten Zeit. Die interdisziplinär angelegten Untersuchungen in den vergangenen Jahren wurden von einem Team von Fachkolleginnen und -kollegen durchgeführt, deren Ergebnisse in diesen Beitrag mit eingeflossen sind. Dr. habil. Barbara Armbruster (Toulouse) hat mir gemeinsam in mehreren umfangreichen Kampagnen den Hiddensee-Schmuck typologisch und herstellungstechnisch untersucht. Dr. habil. Ina Reiche (Berlin/Paris) und Dr. Martin Radtke (Berlin) haben die Metallanalysen durchgeführt und ausgewertet. In den Institutionen vor Ort haben Claudia Hoffmann

M. A. (Stralsund Museum) sowie Dr. Detlef Jantzen und Sabine Suhr (Landesamt für Kultur und Denkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern) das Vorhaben in vielfältiger Weise begleitet. Vgl. Armbruster und Eilbracht 2010.

6 Vgl. zu den vielen Aspekten des frühmittelalterlichen Goldschmiedehandwerks zuletzt Pesch und Blankenfeldt 2012.

7 Berlin 1992, 192–193; Löberl 1998, 61–62. – Zur Problematik der ‚wikingschen‘ Fibeln vgl. Eilbracht 2007; Kershaw 2013.

8 Lønborg 1998.

9 Eilbracht 1999, insbes. 24–46. – Allgemein zu den Techniken: Wolters 1983, 1986; Wolters 1987.

10 Für einen Überblick über den Formenbestand vgl. Speyer 2008; Williams, Pentz und Wemhoff 2014.

umfangreichsten Gruppen, wohingegen Hals-, Arm- und Fingerringe nicht in diesen Techniken ausgeführt werden.¹¹

2.1 Filigran und Granulation

Hinsichtlich ihrer Herstellung zeichnet sich die wikingsche Filigran- und Granulationskunst durch einige Besonderheiten aus. So werden die charakteristischen Drähte (Filigran) und Kügelchen (Granulation) grundsätzlich auf einem Metallblech angebracht und nicht freistehend verwendet, wie es etwa aus der zeitgleichen slawischen Kunst bekannt ist.¹² Zudem existieren mit den so genannten Pressmodellen spezifische Werkzeuge, die offenbar ausschließlich in diesem feinschmiedetechnischen Kontext zur Anwendung kamen. Es handelt sich dabei um massive Gussprodukte aus Kupferlegierungen,¹³ in deren Oberfläche das Ornament als positives Relief wiedergegeben ist. Sie dienten dazu, die gewünschten, später filigran- und granulationsverzierten Tier- und Bandmuster im Metallblech vorzuprägen.

Studien an Modellen und Endprodukten sowie der experimentelle Nachvollzug ergeben mittlerweile ein vollständiges Bild von ihrem Gebrauch: Der Goldschmied legte ein grob beschnittenes Blech auf den Pressmodell und drückte es vorsichtig mit einem gerundeten Werkzeug in dessen Relief hinein. Wichtig war, das Blech nicht einzureißen, denn die Modelle haben eine Höhe von bis zu einem Zentimeter und mehr und eine Relieftiefe von mehreren Millimetern. Es konnte daher nötig sein, das Blech zwischenzeitlich zu erwärmen. Mit Hilfe kleiner Passmarken wurde es anschließend auf dem Modell wieder korrekt ausgerichtet. War das Pressblech fertig, erfolgte die Vervollständigung des Dekors mit Drähten und Granalien, die sorgfältig auf dem als Relief herausgearbeiteten Muster aufgelötet wurden.¹⁴

Etwa 60 wikingsche Modelle sind heute bekannt.¹⁵ Bei allen handelt es sich um massive dreidimensionale Gussprodukte. Das umfangreichste Set stammt aus dem Hafenbecken der frühmittelalterlichen Siedlung von Haithabu, Schleswig-Holstein (Abb. 2).¹⁶ Von den insgesamt 41 Modellen wurden 37 im Rahmen der oben skizzierten Filigran- und Granulationskunst für die Herstellung von Fibeln und Anhängern verwendet.¹⁷

11 Die aus mehreren Drähten oder Stäben hergestellten Ringkörper, die miteinander verzwirrt wurden, sind zwar auch eine Art ‚Drahtarbeit‘; zählen aber nicht zur Filigrantechnik im engen Sinne.

12 Wieczorek und Hinz 2000, Bd. 3, 151 [Körbchenohrringe und Perlen aus Dučové, Slowakei]; 210 [Körbchenohrringe aus Staré Mesto na Moravě, Tschechien]; 401 [Ohrringe aus Łomża, Polen].

13 Bislang sind nach Kenntnis der Verfasserin keine Analysen an den Pressmodellen durchgeführt worden.

14 Armbruster 2002a, 239–245, Abb. 11.

15 Eilbracht 2012, 182 Tab. 1.

16 Kleingärtner 2007, 21–24.

17 Armbruster 2002a, 251–263, Kat.-Nr. 1–37, Taf. 1–10; Kleingärtner 2007, 324–334, Kat.-Nrn. P-1 bis P-37. – Ein weiterer Modell diente für die Herstellung von hohlen Tierköpfen (Armbruster 2002a, Taf. 11.4; Kleingärtner 2007, Kat.-Nr. P-41), und drei Modelle stehen für ein Verfahren, bei dem die normalerweise gelötete Filigran- bzw. Granulation



Abb. 2 Set mit 41 Pressmodellen aus Kupferlegierungen für die Herstellung filigran- und granulationsverzierter Schmuckstücke, Haithabu, Deutschland, 10. Jahrhundert.

Diese Filigran- und Granulationstechnik ist nicht vom Beginn der Wikingerzeit an voll ausgebildet. Vielmehr durchläuft sie einen Prozess, der eng mit der Verwendung der Pressmodel zusammenhängt. Die Entwicklung beginnt im frühen 9. Jahrhundert mit ‚einteiligen‘ Schmuckstücken. Diese bestehen aus nur einem massiven Blech, das man nicht vorprägte; Filigran und Granulation formen das gewünschte Muster direkt, ohne Model, auf dem planen oder leicht gewölbten Untergrund.¹⁸ In einer anschließenden Phase entstehen ‚meherteilige‘ Schmuckstücke, die aus einem Boden- und einem Deckblech bestehen. Der Filigran- und Granulationsdekor wird dabei auf dem vorgeformten Deckblech aufgebracht, wobei dieses ganzflächig oder nur partiell das Grundblech bedeckte. Insgesamt sind die Deckbleche durch ein flaches Relief und eine geringe Höhe gekennzeichnet. Für diese Phase ist unklar, ob man für das Pressen der Muster vorhandene Schmuckstücke ‚abformte‘ oder ob man für die Herstellung bereits Model, also zweckgebundene Werkzeuge, verwendete,¹⁹ denn archäologische Nachweise fehlen.

onsauflage im Pressblech selbst ‚nur‘ imitiert wird; dem entsprechend sind die Muster in der Oberfläche dieser Model bereits mit Kerben u.a. versehen (Armbruster 2002a, Taf. 11.1–3; Kleingärtner 2007, 334 F. Kat.-Nrn. P-38, P-39, P-40).

18 Zum Beispiel eine Goldfibel aus Haithabu, Schleswig-Holstein. Einzelfund. Vgl. Eilbracht

1999, Kat.-Nr. 311 und Taf. 26; Armbruster 2002b, 108–109, Abb. 8.

19 Ein schönes Beispiel bilden zwei goldene scheibenförmige Anhänger aus Kammergrab 5 in Haithabu, Deutschland, vgl. Bleile 2006, 123 (Farbabbildung) oder Armbruster 2002b, 114–119 Abb. 12. – Zum Grabbefund siehe Arents und Eisenschmidt 2010, Bd. 2, 251–257.



Abb. 3 Goldschmuck von Hiddensee. Scheibenförmige filigran- und granulationsverzierte Fibel mit Tierornament, a) in Frontalansicht und b) in Schrägansicht (Durchmesser: 8 cm).

Spätestens ab dem 10. Jahrhundert treten entwickelte Pressmodel auf, die sich durch ihre spezifische Funktion, ihre dreidimensionale Form und ihre charakteristischen Tier- und Bandmuster auszeichnen. Mit ihrer Hilfe entstehen die typischen gewölbten Schmuckstücke, die die Blüte der nordischen Filigran- und Granulationskunst bis in die ausgehende Wikingerzeit im 11. Jahrhundert kennzeichnen (Abb. 3). Die Verwendung spezifischer Pressmodel für einen ebenso spezifischen Herstellungsprozess ist m. E. eine Neuerung in der Wikingerzeit. Woher die nordischen Schmiede die innovative Idee zur Ausformung eines solchen zweckgebundenen Werkzeugs bezogen, ist noch nicht ab-

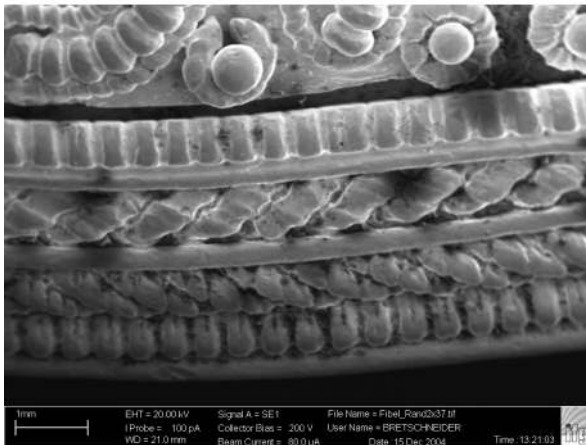
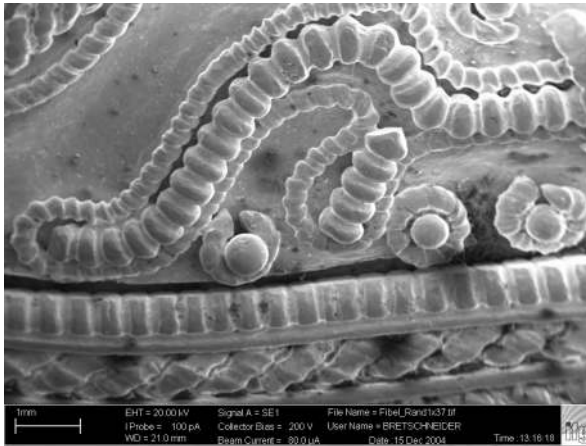


Abb. 4 Goldschmuck von Hiddensee, Detail der scheibenförmigen Fibel. Ornament (oben) und Randdekor (unten) aus Drähten mit unterschiedlicher Stärke und Struktur. Aufnahmen im Rasterelektronenmikroskop mit 37facher Vergrößerung.

schließlich untersucht. Gussformenreste für Model belegen aber, dass das Werkzeug vor Ort hergestellt wurde.²⁰

Eine zweite technische Besonderheit der wikingschen Filigran- und Granulationskunst ist die vierteilige Konstruktion der Schmuckstücke. Neben Deck- und Bodenblechen bestehen sie aus mehreren Dutzend Drahtstücken unterschiedlichster Machart und aus Granalien verschiedener Größe (Abb. 4). Die Drähte sind gewirrt oder rund und glatt. Die glatten Formen sind häufig zu mehreren miteinander verzwirrt, so dass sie so genannte Kordeldrähte ergeben. Bei der Gestaltung der Muster werden die Drähte überwiegend in parallelen Bündeln zu zweit, dritt, viert oder sogar fünft angeordnet.²¹

20 So auf dem Fundplatz Borgeby, Schweden: Svanberg 1998, 116 Abb. 4; 117 Abb. 5.

21 Eilbracht 1999, 73–76; Armbruster und Eilbracht 2006.

Allein diese Vielzahl der Komponenten verweist auf das umfangreiche Knowhow des Goldschmieds. Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob sämtliches Metall für Bleche und Dekore aus einer einzigen Rohstoffquelle stammt oder ob sich Unterschiede in den Legierungen nachweisen lassen. Diese und andere Fragen zum Umgang des wikingischen Feinschmieds mit seinem Rohmaterial stehen in den folgenden Ausführungen im Mittelpunkt.

3 Der Goldschmuck von Hiddensee: Analysen und Interpretationen

Zu den eindrucksvollsten Vertretern der wikingischen Filigran- und Granulationskunst gehört zweifelsohne ein goldenes Ensemble aus 16 Schmuckstücken, das Ende des 19. Jahrhunderts auf der kleinen Ostseeinsel Hiddensee westlich von Rügen entdeckt wurde. Erhalten sind ein Halsring aus vier massiven Goldstäben sowie 15 Objekte mit reichem Filigran- und Granulationsdekor: eine scheibenförmige Fibel mit 8 cm Durchmesser, zehn große kreuzförmige Anhänger mit Längen zwischen 5,1 und 6,9 cm und vier kleine Hängestücke mit Längen um die 2,3 cm (vgl. Tab. 1). Das Gesamtgewicht beträgt knapp 600 g.²² Die Stücke wurden im späten 10. Jahrhundert in einer Werkstatt im altdänischen Herrschaftsgebiet hergestellt.²³

3.1 Analysen

In einem interdisziplinären Vorhaben wurden vor einiger Zeit neben formenkundlichen Studien erstmals auch Fragen zur Herstellung des Schmucks und zur Zusammensetzung des Metalls untersucht. Da die 15 filigranverzierten Stücke eine große Ähnlichkeit in der handwerklichen Ausführung aufweisen, war u. a. zu klären, inwieweit sich dieser visuelle Eindruck in den Metallanalysen widerspiegelt. Von den zahlreichen Untersuchungsaspekten sollen zwei Ergebnisse hier vorgestellt werden: die Gruppierung der Objekte anhand der Goldanalysen und – daran anschließend – die Bewertung der chemischen Kenntnisse des Goldschmieds. Die hohe Stückzahl und die zahlreichen Einzelkomponenten boten dabei eine ungewöhnlich gute Ausgangsbasis für einen fundimentalen Vergleich. Die Verbindung der aus Blech gearbeiteten Filigranobjekte zum einzigen massiven Objekt des Hiddensee-Schmucks, dem Ring, war ebenfalls zu prüfen. Dieser besteht aus vier Stäben mit rundem Querschnitt: Je zwei wurden mitein-

22 Armbruster und Eilbracht 2010.

23 Schulze-Dörrlamm, Mechthild. „Hiddensee“. In *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde* 14,

Berlin/New York: Walter de Gruyter 1999, 551–553; Williams, Pentz und Wemhoff 2014, 132–133; Eilbracht 2010.

ander verzwirrt und die so entstandenen Kordeldrähte ebenfalls miteinander verdreht. Die punzierten Endstücke für den Verschluss aus Haken und Öse sind im Überfangguss gesondert angesetzt worden.²⁴

Die Goldanalysen wurden mit Hilfe der Röntgenfluoreszenzanalytik auf Basis von Synchrotronstrahlung (Sy-RFA) am Berliner Synchrotron-Speicherring BESSY II durchgeführt.²⁵ Dies bot von archäologischer Seite mehrere Vorteile: Neben der absolut zerstörungsfreien Untersuchung gehören dazu ein punktgenau zu platzierender Messstrahl, der es ermöglicht, nah beieinander liegende Bereiche (z. B. Blech und Draht) exakt auszuwählen und zu bestimmen, sowie ein ausreichend großer Messplatz, so dass mehrere Objekte gleichzeitig fixiert und analysiert werden konnten. Die variablen Messbedingungen, verbunden mit der Option, in einem Messvorgang mehrere chemische Elemente zu erfassen, beschleunigte zudem die umfangreichen Untersuchungen.²⁶ An den 16 Stücken wurde der Anteil von Gold, Silber, Kupfer und Zinn an insgesamt 160 Einzelpunkten bestimmt. Die Messpunkte umfassen die konstruktiven Elemente wie Bleche und Dekorteile sowie spezifische Details wie Reparaturstellen und Lotreste. Sie wurden in mikroskopischen Voruntersuchungen vorab exakt festgelegt (Abb. 5).

Selbstverständlich können einzelne Analysedaten immer nur einen Ausschnitt des Ganzen wiedergeben. Doch aufgrund der großen Zahl und der breiten Streuung der Messpunkte an den Objekten scheinen die Ergebnisse für eine erste qualifizierte Bewertung ausreichend. So konnte die Analytik etwa die Frage nach der Zusammensetzung des Metalls eindrucksvoll beantworten. Was das Gold betrifft, zeigen die 16 Stücke ein stark übereinstimmendes, wenn auch kein absolut identisches Bild. Insgesamt ist das Metall durch einen hohen Reinheitsgrad gekennzeichnet. Der Goldgehalt beträgt zwischen 92 und 96 Gewichtsprozent, das sind 22 bis 23 Karat. Der Halsring weist dabei den höchsten und die Fibel den niedrigsten Wert auf (vgl. Tab. 1). In chemischer und damit in materialspezifischer Hinsicht sind die Abweichungen jedoch gering, so dass

24 Armbruster und Eilbracht 2006, 29–30, Fig. 3a; Armbruster 2010a, 116–117.

25 Die Messungen im Jahr 2004 sowie die Auswertung der Daten wurden von Dr. Martin Radtke (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung Berlin) und Dr. habil. Ina Reiche (Rathgen-Forschungslabor der Staatlichen Museen zu Berlin, Stiftung Preußischer Kulturbesitz/CNRS Paris) vorgenommen. Der Speicherring BESSY II in Berlin-Adlershof gehört heute zum Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB). – Zu den Untersuchungen siehe Armbruster, Eilbracht u. a. 2004.

26 Zu den Vorteilen der Methode von physikalisch-analytischer Seite siehe Reiche und Radtke 2010. – Vgl. auch die Bewertung durch Schmiederer 2008, 54: „Die Synchrotron-Röntgenfluoreszenz (SyXRF) wird bei der Untersuchung geologischer Artefakte schon seit Jahren als etablierte Methode eingesetzt. Der Hauptgrund der Anwendung im archäometallurgischen Bereich liegt an der praktisch unbegrenzten möglichen Objektgröße sowie an der vollständig zerstörungsfreien Methode. Da kein Vakuum zur Messung erforderlich ist, bietet sich diese Methode für eine Vielzahl von archäologischen Objekten und Fragestellungen an.“ – Allgemein zu den Untersuchungsmethoden von Goldobjekten Guerra 2008.

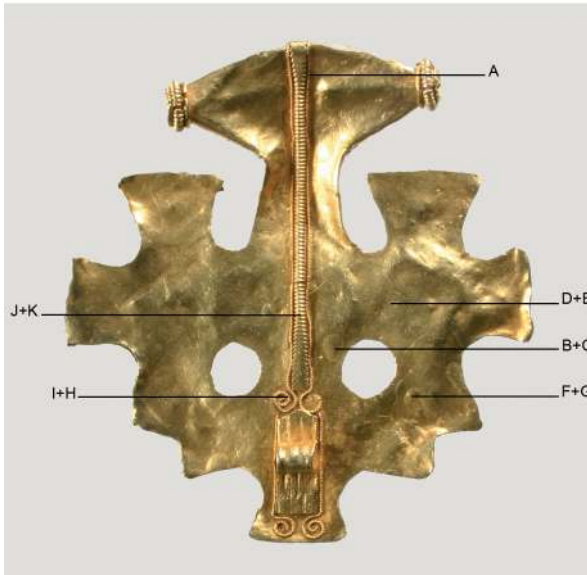


Abb. 5 Goldschmuck von Hiddensee. Anhänger Nr. 13 mit Markierungen der Messpunkte auf Vorder- und Rückseite (vgl. Tab. 1, Breite: 6,36 cm). A – Draht rechts; B – Lot; C – Lot; D – Grundblech; E – Grundblech; F – Lot; G – Lot; H – Draht links; I – Draht links; J – Draht mittig; K – Draht mittig; L – Deckblech; M – Deckblech; N – Draht mittig; O – Draht links.

Schmuckstück	Gewicht (g)	Größe (mm)	Kupfer	Silber	Zinn	Gold
Fibel	114,0	Dm. 80,0	1,37	6,01	0,009	92,62
Halsring	152,8	Dm. außen 135,0	0,21	1,65	0,003	98,14
Hängestücke:						
Nr. 3	5,0	L. 23,0 x B. 19,0	0,33	3,36	0,010	96,30
Nr. 4	5,6	L. 23,2 x B. 20,0	0,53	3,67	0,013	95,79
Nr. 5	5,4	L. 22,8 x B. 20,9	0,97	3,83	0,011	95,19
Nr. 6	5,0	L. 22,7 x B. 18,6	1,02	3,97	0,028	94,99
Anhänger in Kreuzform:						
Nr. 7	20,2	L. 51,3 x B. 47,0	0,89	3,35	0,005	95,75
Nr. 8	20,3	L. 51,7 x B. 48,0	1,19	3,36	0,005	95,45
Nr. 9	21,5	L. 51,6 x B. 48,3	1,20	3,33	0,007	95,46
Nr. 10	22,5	L. 51,5 x B. 48,6	0,77	3,18	0,004	96,04
Nr. 11	40,4	L. 67,9 x B. 64,2	1,16	4,18	0,006	94,66
Nr. 12	39,1	L. 69,0 x B. 64,9	2,01	1,82	0,003	96,17
Nr. 13	38,0	L. 68,2 x B. 63,6	1,35	3,98	0,005	94,66
Nr. 14	35,0	L. 65,5 x B. 64,3	1,06	3,51	0,002	95,43
Nr. 15	34,5	L. 65,8 x B. 64,9	0,56	3,43	0,003	96,01
Nr. 16	36,2	L. 64,4 x B. 64,6	0,51	3,08	0,004	96,41

Tab. 1 Goldschmuck von Hiddensee. Maße aller 16 Schmuckstücke sowie typische chemische Gehalte an jeweils einem Messpunkt (in Gewichtsprozent).

man die Hiddenseer Stücke als sehr homogene Gruppe von Goldobjekten ansprechen kann.²⁷

Kleine Unterschiede zwischen den Stücken gibt es dennoch und sie werden deutlich, wenn man alle 160 Messpunkte gemeinsam in die Betrachtung einbezieht. Die graphische Umsetzung der analysierten Daten veranschaulicht, wie dicht der Großteil der Messwerte beieinander liegt (Abb. 6). Der Vergleich der Kupfer- und der Silberanteile zum Goldgehalt ergibt eine Ballung für 13 Objekte: Neun kreuzförmige Anhänger

27 Im Gegensatz dazu stehen etwa die Ergebnisse an Objekten aus Haithabu, D, mit Goldgehalten zwischen 67 % und 98 %: Pernicka 2002. – Ebenfalls als heterogen erwiesen sich die Analysen an den

Schmuckstücken aus dem so genannten Erfurter Schatzfund des 13./14. Jahrhunderts mit Goldgehalten zwischen 45 % und 99 %: Mecking 2010, 59–65.

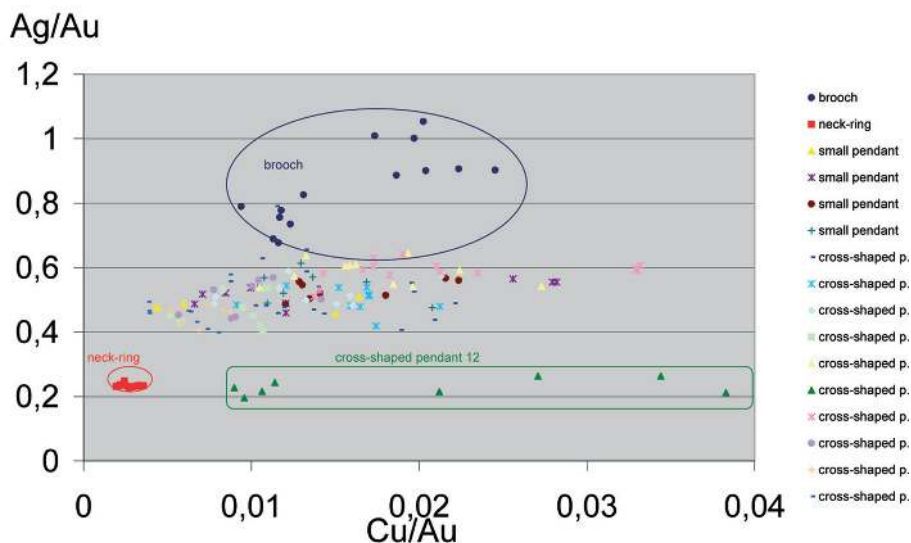


Abb. 6 Graphische Darstellung der Ergebnisse für alle 160 Messpunkte an den 16 Schmuckstücken, bezogen auf das Intensitätsverhältnis von Kupfer und Silber zum Gold.

und die vier Hängestücke weisen ein konstantes Ag/Au-Verhältnis zwischen 0,4 und 0,6 auf bei einem Cu/Au-Verhältnis, das zwischen 0,005 und 0,03 variiert.

Drei Objekte stehen davon abseits: die Fibel, der zehnte Kreuzanhänger und der Halsring. Die Werte für den Ring²⁸ (zehn Messpunkte) ergeben eine gesonderte und sehr einheitliche Gruppe mit insgesamt geringen Cu- und Ag-Anteilen. Offenbar hat der Feinschmied die goldenen Stäbe für den Ringkörper und auch die nachträglich angesetzten Endstücke für den Verschluss aus einer geschlossenen und sehr reinen Rohmaterialquelle hergestellt.

Die 14 Messwerte für die Fibel²⁹ liegen mit ihrem jeweiligen Silberanteil alle oberhalb der genannten Fundkonzentration. Dies ist insofern bemerkenswert, als das Stück hinsichtlich der Filigrandrähte absolut die gleiche Gestaltung aufweist wie die kreuzförmigen Anhänger: Objektübergreifend werden die Muster aus parallelen Drahtsträngen gebildet, für die regelhaft drei oder fünf Drähte miteinander kombiniert werden (Abb. 7). Bei drei Drähten handelt es sich z. B. um zwei feine Perldrähte außen, die entweder einen dickeren Perldrath oder einen dickeren Kordeldraht flankieren; bei fünf Drähten ist der mittlere in der Regel ein glatter Draht, links und rechts jeweils begleitet von einem Kordeldraht und einem feinen Perldrath außen.

28 Nr. 2 laut Tab. 1. – Inv.-Nr. Kulturhistorisches Mus. Stralsund: 1873-499a.

29 Nr. 1 laut Tab. 1. – Inv.-Nr. Kulturhistorisches Mus. Stralsund: 1873-499b.



Abb. 7 Goldschmuck von Hildensee. Anhänger Nr. 15 (vgl. Tab. 1, Breite: 6,49 cm). Ornamendetails: Kombinationen aus drei Drähten (rot) und aus fünf Drähten (grün).

Doch trotz der regelmäßigen Verwendung der Drahtkombinationen weisen nur die Drähte der Anhänger eine gleichartige Zusammensetzung des Rohgoldes auf. Sämtliche Teile der Fibel hingegen scheinen aus einer eigenen Metallcharge angefertigt worden zu sein und man kann annehmen, dass die Herstellung dieses Prunkstücks als Sonderanfertigung in der Hand eines Goldschmieds lag. Für die Anhänger sehen die Schlussfolgerungen anders aus. Die in Bezug auf den Silberanteil eng beieinander liegenden Werte (vgl. Abb. 6) sind möglicherweise auf eine Art ‚Bausatz‘-Produktion zurückzuführen. Vermutlich hat man in der Werkstatt große Bleche und lange Drähte in verschiedenen Macharten vorbereitet, von denen dann die benötigten Teilstücke abgetrennt und daraus die einzelnen Objekte zusammengesetzt wurden.

Aus diesen Überlegungen fällt allerdings einer der kreuzförmigen Anhänger (Nr. 12) heraus (Abb. 8).³⁰ Das Stück besitzt einen ebenso geringen Silberanteil im Gold wie der Halsring, aber seine Kupfergehalte sind etwas größer und streuen etwas stärker. Mit diesen Werten hebt er sich von allen anderen Objekten ab. Offenbar wurde der Anhänger extra hergestellt, vielleicht sogar, bevor oder nachdem alle anderen Stücke fertig waren. Die deutliche Sonderstellung der acht Messpunkte ist auch insofern bemerkenswert, als der Anhänger ein in Form und Dekor nahezu identisches Pendant besitzt, dessen Werte aber ganz mit denen der übrigen Objekte übereinstimmen.³¹ Absolut gesehen sind die Abweichungen innerhalb der 160 Messpunkte jedoch eher gering. Für die Gesamtbeurteilung wiegt der übereinstimmend hohe Feingehalt der Stücke zwischen 22 und 23 Karat deutlich schwerer.

30 Nr. 12 laut Tab. 1. – Inv.-Nr. Kulturhistorisches Mus. Stralsund: 1873:499c.

31 Stilistisches Pendant zu Nr. 12 ist der Anhänger Nr. 13 laut Tab. 1. – Inv.-Nr. Kulturhistorisches Mus. Stralsund: 1874:92. Vgl. Abb. 5.



Abb. 8 Goldschmuck von Hiddensee. Anhänger Nr. 12 (vgl. Tab. 1, Breite: 6,49 cm). In Form und Dekor ist er ein nahezu identisches Pendant zum Anhänger Nr. 13.

3.2 Interpretationen

Die Ergebnisse zur Zusammensetzung des Metalls führen zur Frage nach den chemischen Kenntnissen des Goldschmieds. Angesichts der vorgelegten Werte und besonders des hohen Reinheitsgehalts des Goldes ist anzunehmen, dass er das zur Verfügung stehende Altmetall chemisch gereinigt hat. Die Forschung vertritt dazu unterschiedliche Ansichten: So komme durchaus sehr reines Gold als natürliches Roherz vor, und es müsse sich nicht notwendig um aufbereitetes Altgold handeln.³² Für die Wikingerzeit können wir jedoch sicher davon ausgehen, dass das Gold aus sekundären Rohstoffquellen stammt, zumal im skandinavischen Raum keine relevanten Goldlagerstätten vorhanden sind.³³ Aus den schriftlichen Quellen geht vielmehr hervor, dass die Wikinger ihr Edelmetall aus Beutegut und Tributen gewannen. Aus Norwegen stammt ein silberner Halsring mit einer Runeninschrift. Sie lautet: „Wir fuhren zum Treffen mit Frieslands Kriegern, und teilten unter uns die Kriegsbeute.“³⁴ Aus seinem Anteil am Beutezug ließ der stolze Besitzer offenbar den Ring arbeiten. Ein anderes Beispiel findet sich in einer norwegischen Schriftquelle: Der Skaldendichter Emyndir sollte für ein Gedicht einen

32 Hartmann 1970; Hartmann 1982; Morteani und Northover 1995.

33 Lehrberger 1995; Neumann 1904, 201.

34 Zitiert nach: Wamers und Brandt 2005, 116. – Williams, Pentz und Wemhoff 2014, 126 übersetzen

die Inschrift abweichend: „Wir fuhren hinaus zu den Männern von Friesland und tauschten die Kampfkleidung mit ihnen« – eine Metapher für eine Schlacht.“

Lohn erhalten. „Auf dem Allding wird beschlossen, dass eingegangene Silber durch Schmiede reinigen zu lassen und daraus eine Mantelspange zu fertigen.“³⁵

Archäologische Funde bestätigen den Gehalt dieser Aussagen. Die Aufbereitung von Silber und Gold im Rahmen der so genannten Kupellation ist für die Wikingerzeit archäologisch und chemisch belegt. Bei diesem Prozess wird die charakteristische Eigenschaft von Blei genutzt, beim Schmelzen einer edelmetallhaltigen Charge das Silber oder Gold zu sammeln, während unedle Metalle und andere Bestandteile verschlacken. Für diesen Vorgang benutzte man flache keramische Schälchen. Durch die spezifische Funktion weisen sie einen markanten Bleigehalt auf. In Dänemark und Schweden sowie im anglo-skandinavischen Raum hat man an verschiedenen Fundorten solche Keramik entdeckt. Ihr Bleigehalt beträgt zwischen 37 % und 50 %.³⁶ Auch der chemische Vorgang der so genannten Zementation, das Trennen von Gold und Silber, ist aus wikingerzeitlichen Kontexten belegt.³⁷

Letztlich geben die Daten der Hiddenseer Goldlegierungen trotz der eindeutigen Werte keine absolute Antwort darauf, ob sie das Ergebnis eines chemischen Läuterungsvorgangs sind. Die spezifische Herstellung der Schmuckstücke unterstreicht jedoch, dass der Goldschmied das Metall für seine Zwecke legiert hat. Die endgültige Befestigung aller Komponenten – Bleche, Drähte und Granalien – war der komplexeste Vorgang der Herstellung. Sie musste in einem Schritt erfolgen; ein mehrfaches Erhitzen hätte zuvor verbundene Teile wieder lösen können. Die richtige Zusammensetzung des Lotes stellte die Grundlage für das Gelingen der Arbeit dar: Es muss in Feingehalt und Menge exakt bemessen sein, um weit genug unter dem Schmelzpunkt der zu verbindenden Metallteile zu liegen; gleichzeitig muss es vollständig in den Verbindungspunkten aufgehen, ohne auf dem Metall zu erstarren. An den Hiddenseer Schmuckstücken ließ sich die Verwendung von metallischem Lot optisch und analytisch nachweisen.³⁸ Dem Goldschmied gelang dabei nicht immer ein fehlerfreies Arbeiten: Manchmal verrutschte ein Lotbatzen und setzte sich als Buckel auf dem Blech fest, oder die Lotmenge war zu groß und die Einzelteile verbackten miteinander (vgl. Abb. 5, Punkte F+G). An anderer Stelle hatte sich ein Blech an der Fibel gelöst und wurde mit Nietstiften erneut befestigt.³⁹

35 Zitiert nach Beck 1983, 632.

36 Zu den skandinavischen Fundorten vgl. Eilbracht 2005; Söderberg 2011. – Zu den anglo-skandinavischen Fundorten, z. B. York, vgl. Bayley 1992.

37 Zum Nachweis der Zementation, dem Scheiden von Gold und Silber, vgl. Bayley 1992 („Parting“).

38 Reiche und Radtke 2010, 143–147.

39 Vgl. die Abbildung in Armbruster 2010a, 104.

4 Fazit

Im Ergebnis der Untersuchungen zeigt sich, dass die materialspezifischen Analysen einerseits die stilistischen Beobachtungen zur Zusammengehörigkeit der Objekte unterstreichen, andererseits aber auch darüber hinausreichende Erkenntnisse liefern. Die hohe Stückzahl der chronologisch und typologisch eng verbundenen Untersuchungsgegenstände und damit die große Zahl der Messwerte gestatten einen tiefen Blick nicht nur in die Herstellung eines Objektes, sondern bieten auch eine qualitativ vergleichende Bewertung der Stücke untereinander. Daraus ergeben sich Interpretationen bis hin zu den Produktionsabläufen in der wikingschen Werkstatt. Die komplexen Feinschmiedearbeiten Filigran und Granulation gehen einher mit einem exklusiven Material, dessen Wert als Rohstoff durch das handwerkliche und technisch-chemische Vermögen des Goldschmieds noch gesteigert wurde. Das Hiddenseer Schmuckensemble stellt also nicht nur einen materiell wertvollen und historisch bedeutenden Goldschatz, sondern auch einen ebenso großen Wissensschatz dar.

Bibliographie

Akademie Mainz 1976

Akademie der Wissenschaften und der Literatur Mainz, Hrsg. *Themen, Probleme und Organisation interdisziplinärer Arbeiten in der Archäometrie, Tagung 1976*. Berlin: Freie Universität Berlin, Arbeitskreis Archäometrie, 1976.

Arents und Eisenschmidt 2010

Ute Arents und Silke Eisenschmidt. *Die Gräber von Haithabu. Bde. 1 und 2*. Bd. 15. Die Ausgrabungen in Haithabu. Neumünster: Wachholtz, 2010.

Armbruster 2002a

Barbara Armbruster. „Die Preßmodel von Haithabu“. In *Haithabu und die frühe Stadtentwicklung im nördlichen Europa*. Hrsg. von Klaus Brandt, Michael Müller-Wille und Christian Radtke. Bd. 8. Schriften des Archäologischen Landesmuseums Schleswig. Neumünster: Wachholtz, 2002, 219–280.

Armbruster 2002b

Barbara Armbruster. „Goldschmiede in Haithabu – Ein Beitrag zum frühmittelalterlichen Metallhandwerk“. In *Das archäologische Fundmaterial VII*. Hrsg. von Kurt Schietzel. Bd. 34. Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu. Neumünster: Wachholtz, 2002, 85–198.

Armbruster 2010a

Barbara Armbruster. „Die Goldschmiedetechniken“. In *Wikingergold auf Hiddensee*. Hrsg. von Barbara Armbruster und Heidemarie Eilbracht. Bd. 6. Archäologie in Mecklenburg-Vorpommern. Rostock: Hinstorff, 2010, 101–133.

Armbruster 2010b

Barbara Armbruster. „Remains of the Viking-Age Goldsmith's Craft and Workshop“. In *Trade and Communication Networks of the First Millennium AD in the Northern Part of Central Europe. Central Places, Beach Markets, Landing Places and Trading Centres*. Hrsg. von Babette Ludovici et al. Stuttgart: Theiss, 2010, 191–213.

Armbruster und Eilbracht 2006

Barbara Armbruster und Heidemarie Eilbracht. „Technological Aspects of the Viking Age Gold Treasure from Hiddensee, Germany“. *Historical Metallurgy* 40 (2006), 27–41.

Armbruster und Eilbracht 2010

Barbara Armbruster und Heidemarie Eilbracht. *Wikingergold auf Hiddensee*. Bd. 6. Archäologie in Mecklenburg-Vorpommern. Rostock: Hinstorff, 2010.

Armbruster, Eilbracht u. a. 2004

Barbara Armbruster, Heidemarie Eilbracht, Andreas Grüger, Martin Radtke, Heinrich Rieseemeier und Ina Reiche. „The Vikings in Berlin: SR-XRF Analyses of the Hiddensee Gold Jewellery“. *Bessy Highlights* 1 (2004), 32–33.

Bayley 1992

Justine Bayley. *Anglo-Scandinavian Non-Ferrous Metalworking from 16-22 Coppergate*. Bd. 17. The Archaeology of York 7. London: Council for British Archaeology for the York Archaeological Trust, 1992.

Bayley, Crossley und Ponting 2008

Justine Bayley, David Crossley und Matthew Ponting. *Metals and Metalworking. A Research Framework for Archaeometallurgy*. London: The Historical Metallurgy Society, 2008.

Beck 1983

Heinrich Beck. „Handwerk‘ und ‚Handwerker‘ im Altnordischen“. In *Das Handwerk in vor- und frühgeschichtlicher Zeit 2. Archäologische und Philologische Beiträge*. Hrsg. von Herbert Jankuhn et al. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 1983, 620–635.

Berlin 1992

Staatliche Museen zu Berlin, Hrsg. *Wiking, Waräger, Normannen. Die Skandinavier und Europa 800–1200*. Bd. 1992–1993. Ausstellungskatalog Paris, Berlin, Kopenhagen. Berlin: Staatliche Museen zu Berlin, 1992.

Bleile 2006

Ralf Bleile, Hrsg. *Magischer Glanz. Gold aus archäologischen Sammlungen Norddeutschlands*. Ausstellungskatalog Schleswig 2006–2007. Schleswig: Archäologisches Landesmuseum, 2006.

Caple 2006

Chris Caple. *Objects: Reluctant Witnesses to the Past*. London: Routledge, 2006.

Daim 2000

Falko Daim. „Byzantinische« Gürtelgarnituren des 8. Jahrhunderts“. In *Die Awaren am Rand der byzantinischen Welt. Studien zur Diplomatie, Handel und Technologietransfer im Frühmittelalter*. Hrsg. von Falko Daim. Innsbruck: Universitäts-Verlag Wagner, 2000, 77–204.

Eilbracht 1999

Heidemarie Eilbracht. *Filigran- und Granulationskunst im wikingischen Norden. Untersuchungen zum Transfer frühmittelalterlicher Gold- und Silberschmiedetechniken zwischen dem Kontinent und Nordeuropa*. Bonn: Habelt, 1999.

Eilbracht 2005

Heidemarie Eilbracht. „Probieren – Reinigen – Löten. Zur Funktion und Aussagefähigkeit technischer Keramik aus wikingerzeitlichen Feinschmiedekomplexen“. In *Itinera Archaeologica vom Neolithikum bis in die frühe Neuzeit. Festschrift Torsten Capelle*. Hrsg. von Heidemarie Eilbracht, Vera Brieske und Barbara Grodde. Bd. 22. Internationale Archäologie. Studia honoraria. Rahden/Westfalen: Verlag Marie Leidorf, 2005, 65–76.

Eilbracht 2007

Heidemarie Eilbracht. „Ich bin, was ich trage? Bemerkungen zur Funktion und Deutung wikingischer Fibeln“. In *Zwischen Fjorden und Steppe. Festschrift Johann Callmer*. Hrsg. von Claudia Theune et al. Bd. 31. Internationale Archäologie. Studia honoraria. Rahden/Westfalen: Verlag Marie Leidorf, 2007, 277–288.

Eilbracht 2010

Heidemarie Eilbracht. „Von kurzer Dauer: Zur Biografie des Goldschmucks“. In *Wikingergold auf Hiddensee*. Hrsg. von Barbara Armbruster und Heidemarie Eilbracht. Bd. 6. Archäologie in Mecklenburg-Vorpommern. Rostock: Hinstorff, 2010, 184–195.

Eilbracht 2012

Heidemarie Eilbracht. „Edelmetall in der Wikingerzeit: Die Werkstätten und ihr archäologisches Fundgut. Mit einem Beitrag von Michal Baranski zum Neufund eines Pressmodells aus Gramzow“. In *Goldsmith Mysteries. Archaeological, Pictorial and Documentary Evidence from the 1st Millennium AD in Northern Europe*. Hrsg. von Alexandra Pesch und Ruth Blankenfeldt. Neumünster: Wachholtz, 2012, 177–195.

Guerra 2008

Maria Filomena Guerra. „An Overview on the Ancient Goldsmith's Skill and the Circulation of Gold in the Past: the Role of X-Ray Based Techniques“. *X-Ray Spectrometry* 37 (2008), 317–327.

Hartmann 1970

Axel Hartmann. *Prähistorische Goldfunde aus Europa: spektralanalytische Untersuchungen und deren Auswertung*. Bd. 2. Berlin: Mann, 1970.

Hartmann 1982

Axel Hartmann. *Prähistorische Goldfunde aus Europa: spektralanalytische Untersuchungen und deren Auswertung*. Bd. 1. Berlin: Mann, 1982.

Hauptmann und Pingel 2008

Andreas Hauptmann und Volker Pingel, Hrsg. *Archäometrie. Methoden und Anwendungsbeispiele naturwissenschaftlicher Verfahren in der Archäologie*. Stuttgart: Schweizerbart, 2008.

Kershaw 2013

Jane Kershaw. *Viking Identities: Scandinavian Jewellery in England*. Oxford: Oxford University Press, 2013.

Kleingärtner 2007

Sunhild Kleingärtner. *Der Pressmodellfund aus dem Hafen von Haithabu*. Bd. 12. Die Ausgrabungen in Haithabu. Neumünster: Wachholtz, 2007.

Lehrberger 1995

Gerhard Lehrberger. „The Gold Deposits of Europe: An Overview of the Possible Metal Sources for Prehistoric Gold Objects“. In *Prehistoric Gold in Europe. Mines, Metallurgy, and Manufacture*. Hrsg. von Giulio Morteani und Jeremy P. Northover. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995, 115–144.

Löberl 1998

Ulrich Löberl, Hrsg. *Die Wikinger*. Bd. 1998. Ausstellungskatalog Koblenz. Koblenz: Selbstverlag Landesmuseum, 1998.

Lønborg 1998

Bjarne Lønborg. *Vikingetidens metalbearbejdning*. Bd. 17. Fynske Studier. Odense: Universitetsforlag, 1998.

Mecking 2010

Oliver Mecking. „Die Rekonstruktion der Goldschmiedetechniken aufgrund der chemischen Analytik“. In *Der Schatzfund. Analysen – Herstellungstechniken – Rekonstruktionen*. Hrsg. von Sven Ostritz. Bd. 2. Die mittelalterliche jüdische Kultur in Erfurt. Weimar: Beier & Beran, 2010, 10–224.

Morteani und Northover 1995

Guilio Morteani und Jeremy P. Northover, Hrsg. *Prehistoric Gold in Europe. Mines, Metallurgy, and Manufacture*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995.

Neumann 1904

Bernhard Neumann. *Die Metalle: Geschichte, Vorkommen und Gewinnung nebst ausführlicher Produktions- und Preis-Statistik*. Halle (Saale): Knapp, 1904.

Pasch 2010

Astrid Pasch. „Zur Herstellungstechnik der Schatzfundobjekte“. In *Der Schatzfund. Analysen – Herstellungstechniken – Rekonstruktionen*. Hrsg. von Sven Ostritz. Bd. 2. Die mittelalterliche jüdische Kultur in Erfurt. Weimar: Beier & Beran, 2010, 237–437.

Pernicka 2002

Ernst Pernicka. „Röntgenfluoreszenzanalyse der Goldobjekte von Haithabu“. In *Das archäologische Fundmaterial VII*. Hrsg. von Kurt Schietzel. Bd. 34. Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu. Neumünster: Wachholtz, 2002, 199–200.

Pesch und Blankenfeldt 2012

Alexandra Pesch und Ruth Blankenfeldt, Hrsg. *Goldsmith Mysteries. Archaeological, Pictorial and Documentary Evidence from the 1st Millennium AD in Northern Europe*. Bd. 8. Schriften des Archäologischen Landesmuseums, Ergänzungsreihe. Neumünster: Wachholtz, 2012.

Reiche und Radtke 2010

Ina Reiche und Martin Radtke. „Unter Röntgenlicht betrachtet. Metallanalysen am Hiddensee-Schmuck“. In *Wikingergold auf Hiddensee*. Hrsg. von Barbara Armbruster und Heidemarie Eilbracht. Bd. 6. Archäologie in Mecklenburg-Vorpommern. Rostock: Hinstorff, 2010, 135–148.

Riederer 1976

Josef Riederer. „Denkschrift zur Eröffnung des Rathgen-Forschungslabors der Staatlichen Museen Preußischer Kulturbesitz“. *Berliner Beiträge zur Archäometrie* 1976 (1976), 1–100.

Schmiderer 2008

Alexander Schmiderer. *Geochemische Charakterisierung von Goldvorkommen in Europa*. Dissertation. Naturwissenschaftliche Fakultät III, Universität Halle-Wittenberg, 2008. URL: <http://d-nb.info/1024859169/34> (besucht am 04. 27. 2016).

Söderberg 2011

Anders Söderberg. „Eyvind Skáldaspillir's Silver – Refining and Standards in Pre-Monetary Economies in the Light of Finds from Sigtuna and Gotland“. *Situne Dei. Årsskrift för Sigtunaforskning och historisk arkeologi* 2011 (2011), 5–34.

Speyer 2008

Historisches Museum Speyer, Hrsg. *Die Wikinger*. Bd. 2008. Ausstellungskatalog Speyer. München: Edition Minerva, 2008.

Svanberg 1998

Fredrik Svanberg. „Exclusive Jewellery, Borgeby and Western Scania c. AD 950–1050“. *Formvännen* 93 (1998), 113–124.

Thieme 1978

Bettina Thieme. „Filigranscheibenfibeln der Merowingerzeit in Deutschland“. *Bericht der Römisch-Germanischen Kommission* 59 (1978), 381–500.

Wamers und Brandt 2005

Egon Wamers und Michael Brandt, Hrsg. *Die Macht des Silbers. Karolingische Schätze im Norden*. Ausstellungskatalog Frankfurt am Main und Hildesheim. Regensburg: Schnell & Steiner, 2005.

Wieczorek und Hinz 2000

Alfried Wieczorek und Hans-Martin Hinz, Hrsg. *Europas Mitte um 1000*. Ausstellungskatalog Budapest et al. Bde. 1–3. Theiss, 2000.

Williams, Pentz und Wemhoff 2014

Gareth Williams, Peter Pentz und Matthias Wemhoff, Hrsg. *Die Wikinger*. London, Berlin: Hirmer, 2014.

Wolters 1983, 1986

Jochem Wolters. *Die Granulation. Geschichte und Technik einer alten Goldschmiedetechnik*. München: Callwey, 1983, 1986.

Wolters 1987

Jochem Wolters. „Filigran“. In *Reallexikon zur Deutschen Kunstgeschichte*. Bd. 8. München: Beck, 1987, 1062–1184.

Abbildungs- und Tabellennachweis

ABBILDUNGEN: 1 Kulturhistorisches Museum Stralsund, Inv.-Nr. 1873:450. Photo: Sabine Suhr, Landesamt für Kultur und Denkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern. 2 Stiftung Schleswig-Holsteinische Landesmuseen Schloss Gottorf, Wikinger Museum Haithabu, KSD 539.1–41. 3 a) und b) Kulturhistorisches Museum Stralsund, Inv.-Nr. 1873:499b. Photo: Sabine Suhr, Landesamt für Kultur und Denkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern. 4 Oben und unten: IfG – Institute for Scientific Instruments GmbH, Berlin (Mario Bretschneider). 5 a) und

b) Kulturhistorisches Museum Stralsund, Inv.-Nr. 1874:92. Photo: Sabine Suhr, Landesamt für Kultur und Denkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern. 6 Graphik: I. Reiche. 7 Kulturhistorisches Museum Stralsund, Inv.-Nr. 1874:39a. Photo: Sabine Suhr, Landesamt für Kultur und Denkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern. 8 Kulturhistorisches Museum Stralsund, Inv.-Nr. 1873:499c. Photo: Sabine Suhr, Landesamt für Kultur und Denkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern.
TABELLEN: 1 Zusammenstellung: Heidemarie Eilbracht.

HEIDEMARIE EILBRACHT

studierte Ur- und Frühgeschichte, Klassische Archäologie und Geschichte in Münster, Westfalen. Bis 2011 arbeitete sie in verschiedenen Positionen in der Bodendenkmalpflege und in anderen wissenschaftlichen Institutionen, zuletzt für den Exzellenzcluster Topoi. Seit 2012 ist sie in einem internationalen Projekt zur Archäologie des westlichen Baltikums am Museum für Vor- und Frühgeschichte in Berlin tätig und lehrt darüber hinaus am Institut für Prähistorische Archäologie der Freien Universität Berlin. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen zum einen im Bereich der Forschungsgeschichte, zum anderen in der Erforschung des Metallhandwerks, insbesondere des frühen Mittelalters und der Wikingerzeit. Gemeinsam mit Kollegen hat sie das *Netzwerk Archäologisch-Historisches Metallhandwerk* (NAHM) initiiert.

Dr. Heidemarie Eilbracht
Museum für Vor- und Frühgeschichte
Staatliche Museen zu Berlin – PK
Archäologisches Zentrum
Geschwister-Scholl-Straße 6
10117 Berlin, Deutschland
E-Mail: h.eilbracht@smb.spk-berlin.de

Susan La Niece

Sand Casting in the Islamic World

Summary

Sand casting leaves little evidence compared to other casting mould materials. Archaeological discoveries of sand casting flasks in the Islamic world date the method to at least as early as the 11th century AD. The history of sand casting in China and Europe is also considered.

Keywords: Sandcasting; Islamic world; metal; casting flask; Middle East; China; Europe; India.

Der Guss in zweiteiligen Formen aus Sand hinterlässt nur wenige Spuren im Vergleich zu Gussformen aus anderen Materialien. Archäologische Funde von so genannten Formkästen in der Islamischen Welt ermöglichen eine Datierung dieser Gießmethode bereits in das 11. Jahrhundert n. Chr. Neben diesen Funden wird im Beitrag auch die Tradition des Gießens in Sandformen in China und Europa betrachtet.

Keywords: Guss in Sandform; Islamische Welt; Metall; Formkasten; Mittlerer Osten; China; Europa; Indien.

I want to thank Hermann Born, Paul Craddock, Natasha Eniosova, Matthew Ponting, Quanyu Wang, Michael Wayman and Zhou Weirong for information and helpful discussions; Tom Nickson for information concerning the panels of the Puerta del Perdon, Seville; Antony Simpson for drawing Fig. 2 and Rachel Ward for many years of collaboration.

I Introduction

Shaped moulds have been used for casting metal items from the earliest times. Stone, clay, and even metal have all been used to make moulds and these are often preserved in the archaeological record. Sand, because it takes an impression easily, can also be used as a mould material if a binder is added, but it does not retain the shape of the casting in the way that baked clay and other mould materials will, even when broken up; sand becomes unrecognisable as a mould once discarded. A simple impression made in sand to make an open mould no doubt dates back to the beginnings of metalworking, but the use of sand in two part moulds is a much more advanced concept, requiring considerable skill, but enabling mass production of identical copies from an original model. It is the known history of this technique which forms the subject of this paper.

In China there is evidence for the method being used in the 6th century AD (Northern Wei period) for casting coins with designs on both faces,¹ supplanting the stone and clay moulds of earlier periods of coin production which were not as suitable for manufacturing the large numbers of coins required at this time. Much later, in the late Ming dynasty, there is literary evidence for sand casting mirrors with decorated backs from a technical handbook by Sung Ying-Hsing, published in AD 1637.² Because coins and mirrors are flat they are relatively simple to cast by this method, especially when a real coin or mirror is used to make the impression in the sand.

In India, the inlaid and black patinated zinc alloy wares known as 'bidri' can be traced back to at least the mid 18th century AD and it is suggested that this traditional craft dates back to the 15th century AD.³ Bidri wares are made today by sand casting⁴ and it is likely that they always were (Fig. 1).

An absence of moulds in the archaeological record of the earliest metal-using periods in Europe has led to the suggestion that sand was used in the Bronze Age even for hollow forms requiring cores,⁵ though evidence for this practice is inconclusive from the study of the microstructure of the metal.⁶ It seems unlikely that the method was completely unknown in Europe; but if it was widespread in medieval Europe it would seem surprising that there is no mention of sand casting in the treatise of Theophilus,⁷ compiled circa AD 1125, which describes only lost-wax casting. In Europe it is not until the Renaissance that there is incontrovertible evidence for sand casting. The eighth book of the 16th-century metallurgical treatise of Biringuccio, *Pirotechnia*, begins with a preface on casting small items: "[...] I shall also tell you of the methods of moulding in boxes and in frames, and how the said powders are to be prepared for casting

1 Ying-Hsing 1966, 247.

2 Weirong 2003.

3 Stronge 1985.

4 Untracht 1968.

5 Eccleston and Ottaway 2002; Kuijpers 2008.

6 Wang and Ottaway 2004.

7 Theophilus 1933; Theophilus 1979.



Fig. 1 Metal sand casting flask, length c. 25 cm (above) and assembled with front and back boards, showing ingate (below), for casting of bidri ware in modern Hyderabad, India.

either dry or green.”⁸ The ‘powders’ described by Biringuccio are composed of a variety of granular materials such as gravel, tuff, river silt, crushed bricks and moist sand. In the Renaissance the method was used to produce items both small and flat, such as medals⁹ and large and hollow, such as candlesticks, bells and mortars.¹⁰ From the 19th century sand casting has been widely used in industry, particularly for cast-iron components, though other metals and alloys can be cast by the method. Sand casting has also been used in art foundries, particularly in Paris in the 18th and 19th century for producing editions of bronze sculpture. Such castings were too complex to cast in one piece and

⁸ Biringuccio 1959, 323.

⁹ Hill 1978.

¹⁰ Biringuccio 1959, 327.

were made in sections and assembled, requiring extensive tooling to finish the surface and to conceal the joins.¹¹

The Middle East has a long tradition of metallurgical innovation and might be expected to be an area in which to look for early application of the technique. It has been suggested, for example, from examination of objects and comparison with modern small-scale casting carried out in Iraq, that sand casting dates back to the 3rd millennium BC in Mesopotamia.¹² This may be true but substantive proof that the two-part moulds were sand, not clay, is so far lacking. The aim of this paper is to bring together firm literary and artefactual evidence, in particular from the Middle East, for the earliest dates for which we can be confident that casting in two-part sand moulds was being carried out.

2 The materials of sand casting

The simplest form of sand mould can be made by impressing moist sand with a model of the object to be cast. This model is commonly known as a pattern. The pattern can be of any resilient, easily shaped material such as wood. A metal item itself can be used as a pattern to cast copies. The sand preparation is important, and different workshops have their own preferences, in particular for the binding media added to the sand.¹³ As a general rule, sharp sand is sieved and mixed with clay, oil or other binding media to give the sand cohesion. 'Green sand', a mixture of sand with clay and water is sold today as a prepared medium for casting. It is necessary to use a dusting of fine powder as a parting agent to prevent the pattern and mould parts from sticking together. The 16th-century Italian treatise of Biringuccio¹⁴ describes dusting with ash for this purpose. Talc, chalk dust, graphite or proprietary powders are used as parting agents in modern casting.

The sand is usually confined to a box or frame. A flat item with a design on one side can be cast in a simple box of sand, for example the decorative cast-iron plates made in large numbers from about the 16th century onwards to protect the brickwork at the back of fire-places. The back of such a simple sand casting made in an open sand mould will be uneven because of surface tension of the liquid metal and shrinkage during solidification.

The more sophisticated method of sand casting examined here uses a two-part mould frame sometimes known as a casting flask. It is a frame, rather than a box: it is open, back and front, to allow access for filling with sand and removing the pattern. Separate boards are bound to the back and front of the frame to support the sand during

11 Rich 1947.

12 Müller-Karpe 1990.

13 Walker 1938.

14 Biringuccio 1959, 326.

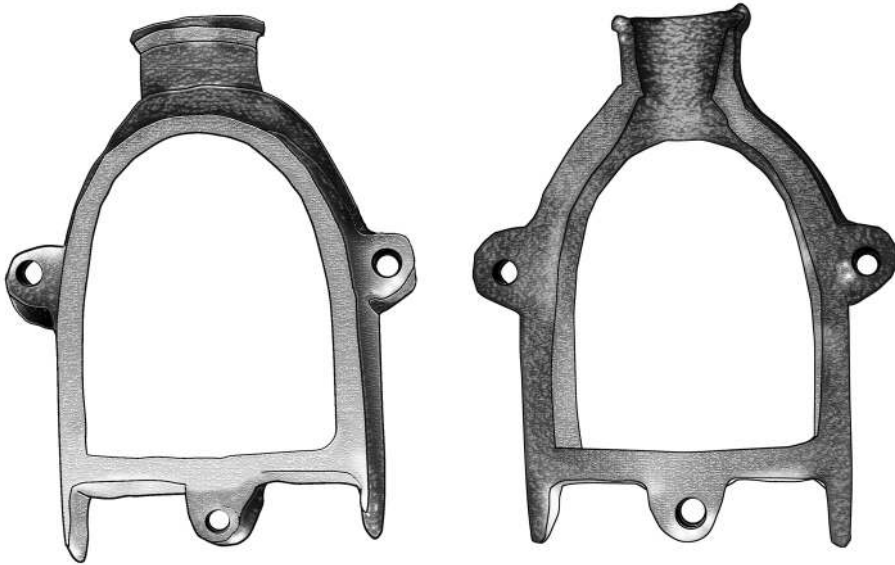


Fig. 2 A stirrup-shaped metal sand casting flask with ingate at top and three lugs for locating pins. The projections at the bottom assist in positioning the flask upright for pouring in the molten metal.

moulding and casting, but the process, as described below, requires the craftsman to have access to all sides of the frames at different stages in the process. Casting flasks are made in any suitable rigid material such as bronze, steel or wood. No ancient wooden examples have survived but metal casting flasks are sometimes recorded from excavation, as discussed below. They are not necessarily recognized for what they are: one typical form is illustrated in Fig. 2. As with any two-part mould, the casting flask often incorporates locating pins to prevent misalignment of the two halves. The pouring ingates are often integral to the wall of the casting flask (see Figs. 1–3).

There are several advantages to sand over other types of mould material; in particular it is well suited to mass production by the repeated use of the same pattern. The sand allows good gas permeability, lowering the risk of porosity, though the surface tends to be rougher or more matt than that produced in fine clay moulds for example.

As with other casting techniques it is possible to cast hollow items by fitting a disposable core in the mould, to block the molten metal from flowing where it is not wanted, for example filling the interior cavity of a bell. In modern foundry practice, cores are made of sand, usually mixed with a binder and are prepared in a core-box, which is a special mould, often in two parts, in which a core of exactly the right size and form is moulded.¹⁵ If the core is too small, for example, the walls of the casting will be too thick.

¹⁵ Roper 1958.

A core should be strong enough to hold together when the molten metal flows around it but should accommodate shrinkage of the cooling metal and permit removal of the core material from the finished casting.

3 The method

The description in Biringuccio's *Pirotechnia* Book (VIII, chapter 3) dating to AD 1540¹⁶ is recognisable when compared with modern practice.¹⁷ Variations in the technique and materials occur between workshops but the basic steps to sand cast a two-sided medal, for example, can be summarised as follows, and a search of the Web will find several sites demonstrating the method:

1. Place one part of the casting flask onto a flat board and ram tightly with sand;
2. Scrape the excess sand off to level the top and dust with parting powder;
3. Press the pattern half way into the sand;
4. Dust over the pattern with parting powder and blow away the excess;
5. Place the other half of the casting flask on top with the pattern which is still in place;
6. Pack with sand and scrape the excess off the top;
7. Place a board over the top, lift and turn over the top frame;
8. Remove the pattern and patch any areas where the sand comes away with the pattern;
9. Cut channels in the sand to make an ingate for the metal to enter the mould and vents for escaping gas;
10. Reposition the halves of the flask and the boards, bind tightly together then pour in the molten metal;
11. After cooling, open the flask and extract the casting;
12. Finish as required, cutting off the runners and risers.

¹⁶ Biringuccio 1959, 120; Biringuccio 1925. The German translation by O. Johannsen differs in some interpretations of the original Italian text.

¹⁷ For example Aspin 1972.

There are variations in the procedure, for example to cast some forms it is more efficient to start by placing the pattern on the base board and then position half the flask, face down, around it. The pattern is then dusted with parting powder, sand is rammed in over and around the pattern before levelling it, turning over the flask and continuing from step 4 above.

4 Lands under Islamic rule

Cast round mirrors, like those from the late Ming dynasty in China mentioned above with relief decoration and a perforated knob in the centre of the back through which a cord may be threaded, are also found in the Islamic world. One distinctive group, examples of which are found in relatively large numbers, share the decorative motif of a pair of sphinxes and Kufic inscriptions which run round the rim. Many of the Islamic mirrors with the sphinx decoration have similar dimensions, suggesting that they were made with a standard mould or pattern. The relief decoration on some of this group is not sharply defined, indicating either the use of a worn pattern for making the mould or wear on a re-used mould. Unlike the Chinese examples discussed above, there is no literary evidence for how these Islamic mirrors were cast but sand casting is certainly a possibility, bearing in mind the simple form and the numbers of similar mirrors that seem to have been produced.¹⁸

The discovery of a casting flask constitutes clear evidence for sand casting: a handful of stirrup-shaped casting flasks have been excavated (and recognized). Excavations at Tiberias, on the western shore of the Sea of Galilee, uncovered three large storage jars filled with bronze scrap, apparently ready for melting down and recycling.¹⁹ The metal scrap included parts of cast vessels and a distinctive small metal frame of the type illustrated in Fig. 2. This hoard contained over 50 coins, the latest of which, a coin of the Byzantine emperor Michael VII (AD 1071–1078), provides the *terminus post quem* for its deposition, placing it in the Fatimid period.

From the northern extremities of Islamic influence, at Golden Horde sites north of the Caspian Sea, some of these stirrup-shaped casting flasks are also known,²⁰ though the only one with a dated archaeological context is one half of a small copper alloy casting flask from the 13th to early 14th-century Islamic levels at Ukek, a town on the River Volga.²¹

A much larger, circular two-part frame (31 cm in diameter × 24 cm deep) in the Islamic collections of the British Museum has all the necessary features of a sand casting

18 See La Niece 2003 for a survey of manufacturing techniques of Islamic brasses.

19 Hirschfeld and Gutfeld 2008.

20 Polyakova 1996, Fig. 58,12; Volkov 2011.

21 Nedashkovsky 2004.



Fig. 3 Bronze sand casting flask from Iran, unknown date. The ingate for pouring in the metal is at the top. Note the relief keying on the inner face. Diameter: 31 cm.

flask, in particular an opening for the molten metal to be poured in (see Fig. 3). It was itself made by casting, in leaded bronze, complete with pins to accurately locate the two halves and prevent misalignment. On its inner surface there are relief patterns which presumably would have provided keying to help hold the sand in place. Its date and provenance are unknown except that it was donated to the Museum with a group of Persian objects and it has Arabic script cast in relief on the interior which translates as “work of [– –] Mohamed”. The plastic appearance of the relief keying suggests that the flask was probably made by lost-wax casting. If this is so, it would indicate that both casting methods were being used together, presumably for different products.

There is literary evidence too for sand casting: the court inventor al-Jazari, writing in the city of Amid, near Mosul (in present day Iraq) around AD 1200, described the process of sand casting openwork brass plaques to form an interlocking facing for a wooden door to a palace.²² Al-Jazari describes cutting (wooden) patterns to make impressions in the sand “as the founders do in the foundry (*ālat-al-Ṣabb*)”, an indication that sand casting was being more generally used in the local foundry. Al-Jazari also describes an ingenious variation to the technique; nails were partly embedded in the sand mould before pouring in molten brass around the heads of the nails, producing plaques equipped with fixings, ready to hammer into the wooden door. An example of the type

²² al-Jazari 1974.



Fig. 4 Copper alloy panels and openwork knocker on the Puerta del Perdon Seville cathedral, Spain, 1172–1196 AD.

of decorated doors to which he might be referring are the 12th–13th-century doors of the Great Mosque of Cizre, on the Tigris in south-eastern Turkey, now in the Museum of Turkish and Islamic Art, Istanbul. Another possible example is the Puerta del Perdon, the main entrance to the only surviving section of the mosque now incorporated into the cathedral in Seville, Spain. These doors are dated to AD 1172–1196 and are over nine metres tall, covered with a large number of lozenge-shaped plaques with Koranic inscriptions and Almohad floral ornament (Fig. 4). It is not known how these particular plaques were made, though examination may be able to establish whether they could have been made by sand casting.

Identifying objects that may have been made by sand casting is difficult, particularly where the surface of the casting has been well finished, removing any texture left by the mould material. There is a group of candlesticks, probably made in Anatolia and dated



Fig. 5 Three identical brass candlesticks cast in one piece and inlaid with silver. Anatolia, second half of the 13th century AD. Height of all: c. 20 cm.

to the 13th and 14th centuries, which may have been made by sand casting (Fig. 5). They are more complex in form and larger than items discussed so far, but the casting flask in Fig. 3 would be almost large enough to cast these. Biringuccio recorded that he had seen muskets of three hundred pounds apiece and large candelabra cast, so the size of these candlesticks should certainly not have been a problem.²³ They were clearly mass produced – more than seventy such candlesticks survive today and all those examined were cast in one piece, and have very similar dimensions and weights: height and diameter circa 20 cm to 19.5 cm, weight circa 1.8 kg, metal thickness circa 3 mm.

A factor suggesting that these were made by sand casting is the evidence for the positioning of their casting cores. The candlesticks were cast in a single piece, with cores for both the hollow candle socket and the base. These cores were removed after casting but the evidence of their form and position in the mould is preserved on the inside of the candlesticks. The thin metal wall at the bottom of the candle socket, designed to prevent the candle falling into the hollow base, is pierced by a small hole about 8 mm in diameter, curiously off centre in all cases. There is no functional necessity for this hole. Inside the base and candle socket there is a linear discontinuity in the surface of the metal (Fig. 6). These internal linear features indicate that the cores were made in two-part moulds which did not join tightly, creating flash lines down the side of the cores which were then imprinted on the cast metal in negative.

The method of making cores in two-part core boxes is well documented for sand casting from more recent times.²⁴ As the hole in the thin metal between the two candlestick cavities is too small to serve as a core print, it is suggested that there was a rod running between the cavities, piercing the cores like a kebab stick. The ends of this rod would have been embedded in the wall of the mould to hold the cores in place during casting. To do this for a sand casting, the ends of the core rod would need to be held between the two halves of the casting flask. The obvious way of positioning the ends

23 Biringuccio 1959, 120 (Book VIII, chapter 3).

24 For example Roper 1958.



Fig. 6 Features of the core preserved in the metal at the bottom of the candle socket on a damaged candlestick of the type seen in Fig. 5. Note both the linear discontinuity indicating the core was made in a two-part mould, and the small hole linking the candle socket core with the core in the hollow base of the candlestick. Scale: 5 mm divisions.

without obstructing the tight closure of the two-part flask would be to make a notch in the rim of one half of the flask to accommodate the rod. This is described well by Biringuccio: “If they are things that need a core inside in order to make them hollow and light in bronze [...] such as pedestals, candlesticks, small or large bells, mortars, or similar things, make the core on a suitable iron, either using the same powder in a mould, or forming it by hand [...] put them in their places in the frames [...]. Then join the frames together and press them between two flat boards with a clamp or with a rope [...] to hold them tight [...] cast them in whatever metal you wish”²⁵

Positioning the cores as described would result in the rod being slightly off centre in the sand impression; so, to compensate for this lack of symmetry and ensure the even thickness of the walls of the casting, the core would need to be slightly thicker on one side than on the other. This minor asymmetry of the cores is a feature which can be observed on the interior of these candlesticks. It is not absolute proof of how they were made, but the unusually large number of virtually identical candlesticks further supports the suggestion that they were made by sand casting, a method well suited to mass production.

5 Conclusions

The history of sand casting in two-part moulds is still far from complete, largely because of the poor preservation of evidence in the archaeological record. It would seem that the earliest surviving evidence for the method is in China, where it was used for mass-production of coins in the 6th century AD. It was known in the Islamic world by at least as early as the 11th century AD where it was used to cast brass artefacts and

25 Biringuccio 1959, 327.

decorative plaques, and it had certainly reached Europe by the 16th century. It cannot be claimed that the process was invented in China and spread westward, only that the survival of evidence can be traced back to these dates in different areas of the world. It is possible, some would say likely, that the method is considerably earlier in many parts of the world and it might be hoped that in future more casting flasks will be reported from dated contexts.

Bibliography

Aspin 1972

B. Terry Aspin. *Foundrywork for the Amateur*. Hemel Hempstead: Model & Allied Publications, 1972.

Biringuccio 1925

Vannoccio Biringuccio. *Biringuccios Pirotechnia*. Ed. by O. Johannsen. Braunschweig: Friedrich Vieweg & Sohn, 1925.

Biringuccio 1959

Vannoccio Biringuccio. *The Pirotechnia*. Ed. by C. S. Smith and M. T. Gnudi. New York: Basic Books, Inc., 1959.

Eccleston and Ottaway 2002

Mark Eccleston and Barbara Ottaway. "Experimental Casting of Copper and Bronzes in Sand Moulds". In *Proceedings of the 31st International Symposium on Archaeometry*. Ed. by Jerem E. and K. Biró. BAR Archaeolingua Central European Series 1. Oxford: Archaeopress, 2002, 185–189.

Hill 1978

George Francis Hill. *Medals of the Renaissance*. Ed. by Graham Pollard. Revised edition. London: British Museum Publications, 1978.

Hirschfeld and Gutfeld 2008

Yizhar Hirschfeld and Oren Gutfeld. *Tiberias: Excavations in the House of the Bronzes. Final Report, Volume 1: Architecture, Stratigraphy and Small Finds*. Qedem 48. Monographs of the Institute of Archaeology. Jerusalem: Hebrew University, 2008.

al-Jazari 1974

Ibn al-Razzāz al-Jazari. *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices*. Ed. by D. R. Hill. Boston: D. Reidel, 1974.

Kuijpers 2008

Maikel H. G. Kuijpers. *Bronze Age Metalworking in the Netherlands (c. 2000–800 BC)*. Leiden: Sidestone Press, 2008.

La Niece 2003

Susan La Niece. "Medieval Islamic Metal Technology". In *Scientific Research in the Field of Asian Art: Proceedings of the First Forbes Symposium at the Freer Gallery of Art*. Ed. by P. Jett. London: Archetype, 2003, 91–97.

Müller-Karpe 1990

Michael Müller-Karpe. "Der Guß in der verlorenen Sandform in Mesopotamien". *Mitteilungen der Deutschen Orient-Gesellschaft* 122 (1990), 173–192.

Nedashkovsky 2004

Leonard Fedorovich Nedashkovsky. *Ukek: The Golden Horde City and its Periphery. An Analysis of the Written, Numismatic and Artefactual Evidence for the City of Ukek and the Jochid state on the Volga, 12th–15th Centuries*. BAR British Archaeological Report 1222. Oxford: Archaeopress, 2004.

Polyakova 1996

G. F. Polyakova. "Izdelija iz zvetnych i dragotzenykh metallov (Copper-alloy and precious metal objects)? In *Gorod Bolgar. Remeslo metallurgov, kuznetzov, litejchikov (Town of Bolgar. Crafts of metallurgists, blacksmiths and casters)*. Ed. by G. A. Fedorov-Davydov, T. A. Chlebnikova, and F. S. Chakimzjanov. Kazan, 1996, 154–268.

Rich 1947

Jack C. Rich. *The Materials and Methods of Sculpture*. New York: Oxford University Press, 1947.

Roper 1958

Francis D. Roper. *Cores and Coremaking*. London: George Allen & Unwin Ltd, 1958.

Stronge 1985

Susan Stronge. *Bidri Ware, Inlaid Metalwork from India*. London: Victoria & Albert Publications, 1985.

Theophilus 1933

Theophilus. *Technik des Kunsthandwerks im zehnten Jahrhundert. Des Theophilus Presbyter Diversarum artium schedula*. Ed. by W. Theobald. Berlin: VDI Verlag, 1933.

Theophilus 1979

Theophilus. *On Divers Arts*. Ed. by J. G. Hawthorne and C. S. Smith. New York: Dover, 1979.

Untracht 1968

Oppi Untracht. *Metal Techniques for Craftsmen*. London: Doubleday, 1968.

Volkov 2011

I. V. Volkov. "O naznachenii odnogo tipa predmeta iz zolotoorgynskikh gorodov (The function of a particular object type from the Golden Horde cities)". In *Ot paleolita do srednevekoviya (From Palaeolithic to Middle Ages)*. Ed. by V. L. Egorov. Moscow: Moscow State University, 2011, 156–158.

Walker 1938

T. R. Walker. *Foundry Sands*. London: Charles Griffin & Co, Ltd, 1938.

Wang and Ottaway 2004

Quanyu Wang and Barbara Ottaway. *Casting Experiments and Microstructure of Archaeologically Relevant Bronzes*. BAR British Archaeological Report 1331. Oxford: Archaeopress, 2004.

Weirong 2003

Zhou Weirong. "Coin-Cast Technologies and Their Evolution in Ancient China". *Bulletin of the Metals Museum of the Japan Institute of Metals* 37 (2003), 3–21.

Ying-Hsing 1966

Sung Ying-Hsing. *T'ien-Kung Kai-Wu: Chinese Technology in the Seventeenth Century*. Trans. by E.-T. Zen Sun and S.-C. Sun. Pennsylvania: Pennsylvania State University, 1966.

Illustration credits

1 Photo: Rachel Ward. 2 Drawing: Antony Simpson. 3 British Museum, Inv.-no.1969,0924.4. Photo: Tony Milton. © The Trustees of the British Museum. All rights reserved. 4 Photo: Tom Nickson. 5 British Museum, Inv.-no. 1955,0214.2;

1885,1010.8; 1955,0214.1. Photo: Tony Milton. ©The Trustees of the British Museum. All rights reserved. 6 British Museum, Inv.-no. 1954,1016.1. Photo: Tony Milton. ©The Trustees of the British Museum. All rights reserved.

SUSAN LA NIECE

is the British Museum's senior metallurgist, with research interests in the history of technology and workshop techniques. Publications on a wide range of archaeo-metallurgical research subjects include metalworking techniques of medieval Europe and the Middle East; the history of gold usage; bronze casting technologies; niello and other decorative inlays in metal artefacts and the history of gilding, silvering and decorative patination.

Susan La Niece
Department of Scientific Research
The British Museum
London WC1B 3DG, UK
E-Mail: slaniece@thebritishmuseum.ac.uk

Mercedes Gransow, Matthias Knaut, Karol Suchak

Der barocke Zinnsarkophag des Konrad von Burgsdorff. Herstellung und Rekonstruktion. Ein Arbeitsbericht

Zusammenfassung

Das Grab des Konrad von Burgsdorff (gest. 1652) wurde im Jahr 2008 in einer Gruft im Bereich des alten Berliner Doms, dem Areal des ehemaligen Dominikaner Klosters in Berlin-Mitte, entdeckt und freigelegt. Der Tote wurde in einem Sarkophag in einer Gruft am Rande der Klosterkirche mit 17 weiteren Bestattungen beigesetzt. Aufgrund des schlechten Erhaltungszustands der Metallbleche entschieden sich die Ausgräber für eine Blockbergung. In den Restaurierungslaboren der HTW Berlin wurde eine detaillierte Zustandsdokumentation erstellt. Dabei war es das Ziel, jegliche aufliegenden Verzierungen, Farbfassungen, Metall- oder Stoffapplikationen *in situ* zu erhalten. Es stellte sich heraus, dass der Sarkophag aus zwei großen Teilen aufgebaut war – einer unteren Wanne und einem oberen Deckel, die beide aus an den Kanten verlöteten Blechen hergestellt waren. Die Außenseiten waren mit Metallverzierungen besetzt: Löwenköpfe mit Ringen als Handgriffe, Metallborten in Akanthusmotiven, zwei Engelköpfe und einige runde Medaillons. Ein hölzerner Sarg, innen mit Textilien ausgekleidet, barg den Verstorbenen. Die Füllung der Gruft mit Bauschutt hatte den Sarkophag, der unter dieser Last eingebrochen war, stark beschädigt. Aufgrund der durchgeführten Analysen und anhand von Vergleichen mit zeitgleichen Sarkophagen aus der Hohenzollern-Gruft im Berliner Dom konnte eine überzeugende virtuelle Rekonstruktion des Sarkophags von Konrad von Burgsdorff erarbeitet werden.

Keywords: Sarkophag; Konrad von Burgsdorff; Barock; Blockbergung; Blei-Zinn-Legierung; Konservierung; virtuelle Rekonstruktion.

The grave of Konrad von Burgsdorff, who died in 1652, was uncovered 2008 in a vault or partly destroyed crypt in the area of Berlin Cathedral, in the area of the former Dominican Monastery in the city centre. The corpse was buried, together with 17 other burials, in a sarcophagus in a vault on the periphery of the monastery's church. Due to the poor preservation of the sheet metal parts, the excavator decided to lift the burial as a block.

Barbara Armbruster, Heidemarie Eilbracht, Oliver Hahn, Orsolya Heinrich-Tamáská (eds.) |
Verborgenes Wissen: Innovation und Transformation feinschmiedetechnischer Entwicklun-
gen im diachronen Vergleich | Berlin Studies of the Ancient World 35 (ISBN 978-3-9816751-5-3;
URN urn:nbn:de:kobv:188-fudocsdocument00000024684-8) | www.edition-topoi.de

Detailed records were made in the conservation laboratories of the Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW Berlin). The aim was to preserve any surface detail *in situ*, be it decoration, colour, metal or textile applications. The sarcophagus turned out to be constructed of two main parts – a lower container and a lid, both made of sheet metal soldered at the edges. The outer sides were decorated with metal parts: rings with lions' heads serving as handles, borders with scroll motifs, two angels' heads and several round medallions. A wooden coffin with a textile lining contained the corpse. The fill of the vault with building rubble damaged the sarcophagus which broke under the load of the rubble. The analyses and a comparison with sarcophagi of similar date in the crypt of the royal family of Hohenzollern in Berlin Cathedral allow us to propose a convincing virtual reconstruction of the sarcophagus of Konrad von Burgsdorff.

Keywords: Sarcophagus; Konrad von Burgsdorff; Baroque; block lift; lead-tin alloy; conservation; virtual reconstruction.

I Ausgrabungen auf dem Berliner Schlossplatz

Das Landesdenkmalamt Berlin führte von Mitte 2008 bis Mitte 2009 den ersten von zwei Ausgrabungsabschnitten auf dem Schlossplatz in Berlin-Mitte durch. Gegenstand der Untersuchungen war das Areal des ehemaligen Dominikanerklosters, welches im 13. Jahrhundert gegründet und nach dessen Auflösung 1536 von den Hohenzollern als Domstift mit Kirche weitergenutzt wurde (Abb. 1).¹ Von Bedeutung ist dabei die Nutzung der Kirche als Begräbnisstätte von adligen Cöllner Familien und Mitgliedern der Hohenzollern in Gruftbestattungen (Abb. 2). Die Kirche gliederte sich später direkt an das im 17. Jahrhundert von Andreas Schlüter erbaute Schloss an, wohingegen die Stiftsgebäude aufgrund der Errichtung des Schlosses bereits vorher weichen mussten. 1747 wurde auch die Kirche abgerissen, die bis zu diesem Datum noch als Begräbnisstätte diente. Bei den Ausgrabungen wurde in der Kirche die Gruft einer bedeutenden preußischen Adelsfamilie mit 18 Bestattungen entdeckt, darunter auch der Metallsarkophag des Grabes 367.²

Anfang April 2009 barg das Ausgrabungsteam vier Särge aufgrund ihres guten Erhaltungszustandes jeweils im Block, um sie im Labor weiter freizulegen, zu untersuchen und zu konservieren. Die Bergung führte die Firma *Restaurierung am Oberbaum* in enger Zusammenarbeit und Abstimmung mit der HTW, mit geeignetem Gerät und professionellem logistischen Know How durch (Abb. 3). Gemeinsam planten die Kooperations-

1 Jeberien und Knaut 2012, 11–12.

2 Unpubl. (Raum 8 des Grabungsplans). Für die vorläufigen Ergebnisse der Grabung s. Wemhoff 2012; Jeberien und Knaut 2012, 11–12.

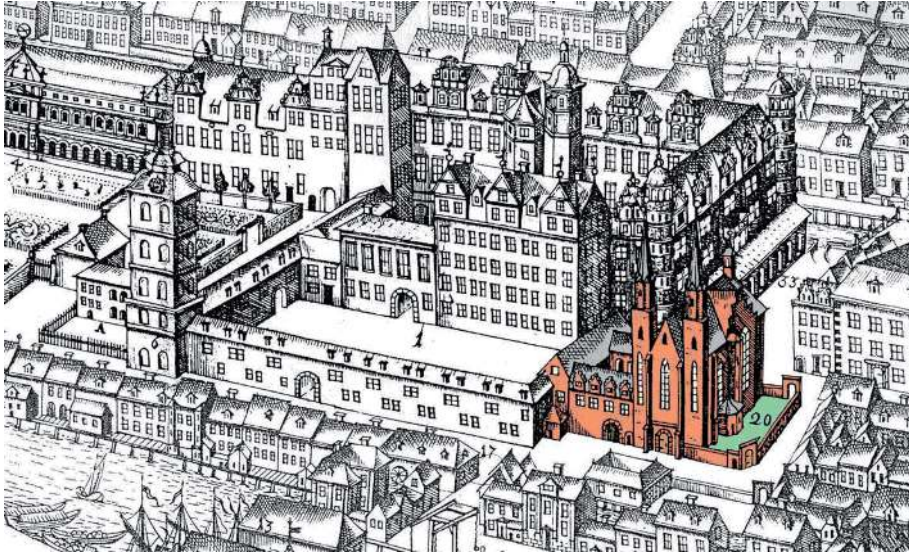


Abb. 1 Das Dominikanerkloster in Berlin-Mitte im 17. Jh. Im Hof nördlich des Kirchenbaus wurde Ende 2008 eine bis dahin ungestörte Gruft mit insgesamt 18 Bestattungen von sechs Erwachsenen und zwölf Kindern entdeckt. Der Bestattungsplatz wurde etwa ab den 1680er Jahren belegt. Ausschnitt aus: *Residentia Electoralis Brandenburgica*. Plan der Residenzstadt Berlin von Johann Bernhard Schulz, 1688, Kupferstich.

partner³ alle Parameter der Bergung und des Schutzes. Der Sarkophag des Grabes 367 aus Zinn wurde mit einer mehrere Millimeter dicken Cyclododecan-Schicht vor Ort in der Gruft behandelt, bevor ein sicherer Transport des fragilen Erde-Metall-Blocks (der Zinnsarkophag allein wog knapp 3 Tonnen) erfolgen konnte. Der Transport von diesem Befund und der weiteren, nur mühsam manövrierbaren und zudem schweren und sperrigen Blöcke sowie die optimale Einpassung der Bergungskisten in die Räume der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin waren eine besondere Herausforderung für alle Beteiligten. In den Werkstatträumen der Hochschule sollten die Sarkophage als Studien- und Abschlussprojekte über mehrere Semester von Studierenden des Studiengangs *Konservierung und Restaurierung/Grabungstechnik* bearbeitet werden.⁴

- 3 Finanzielle Förderung durch den Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung – EFRE; Senatsverwaltung für Bildung, Wissenschaft und Forschung des Landes Berlin; Landesdenkmalamt Berlin; Museum für Vor- und Frühgeschichte der Staatlichen Museen zu Berlin, SPK.
- 4 Der Sarkophag wurde von den Studierenden Samy Mahjoub, Karol Suchak und Mercedes Gransow freigelegt, untersucht und stabilisiert. Dies geschah im Hinblick auf seine Ausstellung im Neuen Mu-

seum – Museum für Vor- und Frühgeschichte der Staatlichen Museen zu Berlin, SPK. Untersuchungen zu seiner Materialbeschaffenheit, zur Konservierung und zu Möglichkeiten und Varianten der Rekonstruktion wurden und werden im Rahmen von Bachelor- und Master-Arbeiten an der HTW Berlin, Studiengang *Konservierung und Restaurierung/Grabungstechnik* im Rahmen des *Berliner Särge-Projektes* durchgeführt. LeiterInnen des Projektes sind Prof. Dr. des. Dipl. Rest. Alexandra Jeberien M. A. und



Abb. 2 Ausgrabungen auf dem Schlossplatz Berlin-Mitte im Jahr 2009 mit einigen teils zerstörten Gräften.



Abb. 3 Entladen der Blockbergung des Burgsdorff-Sarkophags an der Hochschule für Technik und Wirtschaft.

Prof. Dr. Matthias Knaut. Die Präsentation des Sarkophags und der Funde aus dem Grab Konrad von Burgsdorffs erfolgte in einer Sonderausstellung des

MVF unter dem Titel „Von den letzten Dingen“ vom 12. Januar bis 24. Juni 2012 im Neuen Muse-

Im Fall des hier besprochenen Sarkophags verfolgte man das Ziel, alle Informationen zu seiner Form und den verwendeten Materialien sowie Hinweise zur Identität des Bestatteten zu erschließen und zu dokumentieren. Zudem sollte der Sarkophag in seinem Erhaltungszustand gesichert und konserviert und für eine geplante Präsentation im Neuen Museum vorbereitet werden.

An der HTW Berlin standen zunächst materialtechnische Untersuchungen an dem Objekt im Vordergrund; die Schutz- und Stabilisierungsschicht wurde abgearbeitet und konnte teilweise kontrolliert sublimieren. Mit Hilfe der Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) und der Elektronenstrahlmikrosonde (ESMA) konnten Untersuchungen zur Bestimmung der Metalllegierungen durchgeführt werden. Dendrochronologische Untersuchungen an Holzresten wahrscheinlich aus dem Sarginneren ergaben, dass es sich um Holz einer Kieferart handelt, deren Fälldatum nach 1638 liegt. Zur Identifizierung textiler Überreste erfolgten mikroskopische Untersuchungen von kleinen Fragmenten. Während der Bearbeitung wurde der Sarg durchgehend fotografisch dokumentiert und in allen Zuständen kartiert. Mit einem 3D Laserscanner wurde die gesamte Oberfläche des Sarges erfasst, um ihn so virtuell rekonstruieren zu können. Optische und messtechnische Untersuchungen gaben Aufschluss über Form und Dekor des Sarkophags sowie über die Herstellungstechniken. Die Beigaben und andere Indizien lieferten Hinweise und Informationen über Identität und Rang des Verstorbenen.⁵

2 Historischer Kontext

Die sterblichen Überreste im Sarkophag konnten dank einer Vielzahl von Indizien als die des Konrad Alexander Magnus von Burgsdorff (geb. 1595, gest. 1652) identifiziert werden. Er war geheimer Staatsrat des Großen Kurfürsten Friedrich und einer der mächtigsten Politiker seiner Zeit.⁶ Dendrochronologische Untersuchungen und Funde aus dem Sarginneren (vgl. Abschnitt 3.2) stützen die Ergebnisse des Historikers Daniel Krebs, der den Bestatteten zuerst als Konrad von Burgsdorff identifizierte.⁷

Vergleiche mit zeitgenössischen Sarkophagen aus der Hohenzollerngruft im Dom zu Berlin⁸ weisen insgesamt darauf hin, dass der Sarkophag, bei dem es sich um eine Blei-Zinn-Legierung handelt, wohl um die Mitte des 17. Jahrhunderts hergestellt wurde. Stilistische Parallelen in der Verarbeitung und dem Dekor der verwendeten Ornamente legen zudem die Vermutung über deren Herstellung in einer gemeinsamen Werkstatt nahe.

um (Ausstellungskatalog vgl. Wemhoff 2012). Das Projekt wurde gefördert mit Mitteln der in Anm. 3 genannten Institutionen.

5 Jeberien und Knaut 2012, 119–120.

6 Erdmannsdörffer 1876, 615–616.

7 Jeberien und Knaut 2012, 119–120.

8 Becker 2005.



Abb. 4 Linke Seite des Burgsdorff-Sarkophags während der Freilegung.

3 Ergebnisse der Untersuchung des Sarkophags aus Grab 367

3.1 Beschreibung und Erhaltungszustand

Der Sarkophag war im Auffindungszustand ca. 2,3 m lang. Die rekonstruierte ursprüngliche Höhe von ca. 75 cm wurde partienweise besonders am Kopfende auf 20 cm zusammengedrückt (Abb. 4). Die für das 17. Jahrhundert typische Truhenform des Sarkophags verläuft konisch, so dass sich die Breite von 90 cm am Kopfende auf 75 cm zum Fußende hin verjüngt. Deckel und Wanne ergeben einen hexagonalen Querschnitt, welcher durch den Einsturz der Gruftdecke stark deformiert war. An dem Sarkophag befinden sich zwölf Griffe, die als Löwenköpfe *en face* mit Ring im Maul gestaltet sind, wobei je vier zu beiden Seiten an der Wanne und je ein Griff an den Stirnseiten von Wanne und Deckel montiert waren. Sämtliche Flächen sind entlang der Ränder mit Akanthusornamenten verziert. An den Längsseiten des Deckels waren Texttafeln beziehungsweise Medaillons angebracht, während der mittlere Deckelbereich mit zwei sich gegenüberliegenden Putten verziert ist.

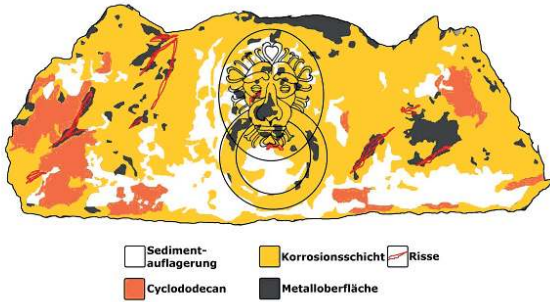
Die Materialanalyse des metallenen Korpus ergaben eine Blei-Zinn-Legierung mit Anteilen von Arsen, Wismut und Kupfer. Quantitative Untersuchungen führten zu keinem eindeutigen Ergebnis. Hinweise sowohl auf einen sehr hohen Blei- wie auch Zinnanteil lassen vermuten, dass die Legierung nicht vollständig gelöst wurde, und erschweren eine Aussage darüber, ob die Zusammensetzung dominierend als Zinn- oder Blei-legierung angelegt wurde.

Das Metall ist stark korrodiert und der Metallkern ist stellenweise komplett mineralisiert. Die Oberflächen des Sarges zeigen tiefe Verwerfungen bis hin zu Rissen und Löchern im Material (Abb. 5a–b).

Der mittlere Bereich des Deckels wies die stärkste Zersetzung auf und konnte lediglich in Klein- und Kleinstfragmente zerfallen geborgen werden. Vier der zwölf Löwenkopfgriffe sind noch deutlich zu erkennen. Die übrigen Sarggriffe liegen unter den ver-



a



b

Abb. 5 a. Detailphoto über den Zustand des Metalls und der Oberfläche am Fußende des Burgsdorff-Sarkophags während der Freilegung; b. Kartierung des Zustands des Metalls und der Oberfläche am Fußende des Burgsdorff-Sarkophags.

formten Bereichen der Längsseiten verborgen. Die Akanthusornamente sind nur noch an wenigen Stellen erhalten und am Fußteil schwach erkennbar; häufiger sind nur noch Reste der Niete und Lötstellen zu sehen. Die Putten, die sich auf dem mittleren Bereich des Deckels befanden, sind ebenfalls durch Korrosion stark zerstört und kaum noch zu identifizieren. Auch die Medaillons sind lediglich fragmentarisch erhalten und lassen keinen Aufschluss über ihre einstmalige Gestaltung zu.

Neben den natürlichen Abbauprozessen und korrosiven Einflüssen auf bodengelagerte Funde ist der Erhaltungszustand des Sarkophags vor allen Dingen dem Einsturz der Gruftdecke und den auflagernden Schuttmassen zuzuschreiben. Durch die Ablagerung von Schutt und Sediment sind ein Großteil der aufliegenden Ornamente und Oberflächeninformationen zerstört und verloren gegangen. Die Fondbleche wurden durch die Krafteinwirkung stark verformt. Zusätzlich hat der direkte Kontakt mit dem



Abb. 6 Das freigelegte Innere des Burgsdorff-Sarkophags mit dem stark zerdrückten Schädel (re.) des Toten und den Holzresten unter und zwischen den Beinknochen.

umgebenden Erdreich die Korrosion der Metalloberflächen befördert und verursachte die Entstehung eines Bleioxides, das die gesamte Oberfläche bedeckt.

3.2 Das Innere des Sarkophags

Der Innenbereich des Sarkophags (Abb. 6) stellte sich ebenfalls als stark abgebaut und durch den mechanischen Druck des Bauschuttes zerstört dar. Aufgrund der Öffnung des Korpus waren Feuchtigkeit und Sedimente in das Sarginnere gelangt, so dass kaum organische Reste erhalten blieben. Textilfragmente konnten lediglich korrodiert an kleinen Eisennägeln dokumentiert werden (Abb. 7) und weisen auf die Stoffbespannung der Sarginneren hin. Es konnten zudem Holzfragmente eines inneren Sarges geborgen werden, die aus Kiefernholz bestehen. Das größere Holzbrett am Boden datiert auf die erste Hälfte beziehungsweise Mitte des 17. Jahrhunderts.

Die Freilegung des Innenraumes ermöglichte auch die Bergung der sterblichen Überreste des Konrad von Burgsdorff (vgl. Abschnitt 2). Im Bereich des Brustbeins des Toten lag ein kreuzförmiger Johanniterorden (Abb. 8). Er ist aus stabilem Goldblech gefertigt und mit weißem Email überzogen. Konrad von Burgsdorff ist mit einem solchen Orden auf der Brust abgebildet worden (Abb. 9). Zwischen den Fingerknochen der wahrscheinlich gefalteten Hände des Verstorbenen fand sich außerdem ein massiver Goldring. Der Ring zeigt eine gleichartige weiße Emailauflage wie der Orden und am Kopf sitzt ein konkav geschliffener Rubin (vgl. Abb. 8). Auf der Innenseite des Rings

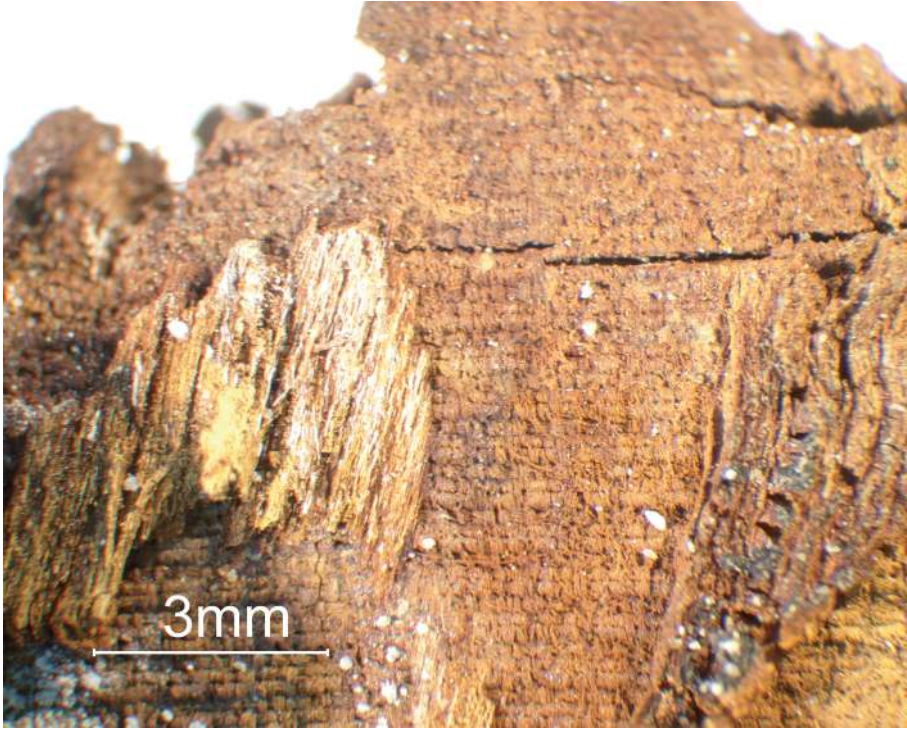


Abb. 7 Detailaufnahme der textilen Innenbespannung des Sarges.

sind die Initialen ‚FWC‘ eingraviert, die als „Friedrich Wilhelm Churfürst“ gelesen werden dürfen.⁹

4 Herstellungsspuren und Rekonstruktionsversuch

Neben der Dokumentation der Detailinformationen und der Sicherung der Originalmaterialien in ihrem jeweiligen Zustand ist die Suche nach Spuren der Herstellung sowie die nachfolgende virtuelle Rekonstruktion ein wesentliches Element zum weiteren Verständnis des Objektes. Gerade bei Befunden wie dem Sarkophag des Konrad von Burgsdorff, der aufgrund seines schlechten Erhaltungszustandes auf den ersten Blick wenig von seinem ursprünglichen Erscheinungsbild erkennen lässt, ist eine solche Rekonstruktion ein sinnvolles und gebotenes Verfahren zur ganzheitlichen Erschließung

⁹ Beide Fundstücke wurden jüngst noch einmal herstellungstechnisch und materialanalytisch untersucht, vgl. Born u. a. 2015.



Abb. 8 Johanniterorden und Ring aus dem Burgsdorff-Sarkophag.

des Befundes. Erst die fundierte virtuelle Rekonstruktion ermöglicht eine gut begründete Diskussion des Für und Wider ihrer einzelnen Elemente. Das anhand der Fragmente, Indizien und Vergleiche erzeugte Bild, welches einen optimalen historischen Ausgangs-



Abb. 9 Johann Hermann, Konrad von Burgsdorf.

beziehungsweise Neuzustand vor Augen führt, gestattet eine Beurteilung der Glaubwürdigkeit einer Rekonstruktion.

Für einen solchen Vorgang konnten die ursprüngliche Form und ermittelten Maße des Sarkophags direkt aus der Blockbergung abgenommen werden. Der hexagonale Querschnitt ließ sich noch aus der Form der Stirnseiten des Sarkophags erschließen (vgl. Abb. 5a–5b). Die genaue Untersuchung des Originalmaterials ließ auch Rückschlüsse auf die Herstellungstechnik zu. So wurden die flächig gegossenen Fondbleche nach dem Guss angepasst und zusammengelötet. Zur größeren Stabilität montierte man Winkelleisten an sämtlichen Kanten. Anschließend sind die größeren plastischen Applikationen wie Putten oder die als Löwenköpfe ausgeformten Sarggriffe auf den Platten befestigt worden. Die Befestigung wurde zum einem durch Niete (vgl. Abb. 10: Nietkopf im oberen Drittel des Ornaments) oder durch Verlötungen von der Rückseite des Fondblechs bewerkstelligt. Abschließend wurden die Akanthusornamente umlaufend an sämtliche Flächen montiert.

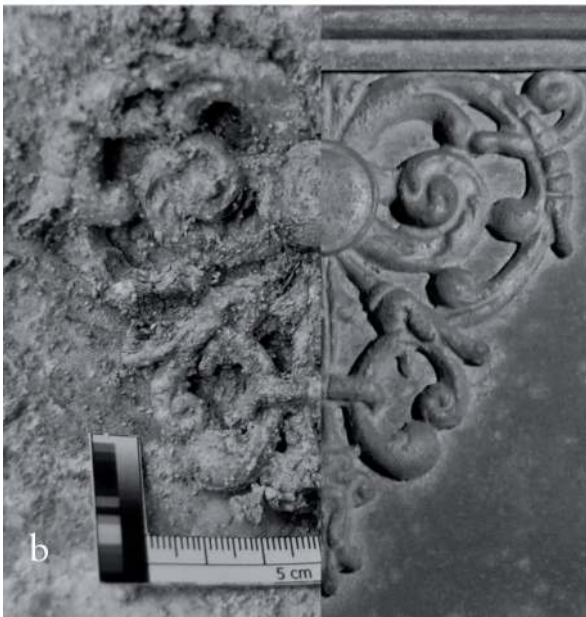


Abb. 10 a Vergleich: Löwenkopfhandhabe des Burgsdorff-Sarkophags (links) mit Sarkophag Nr. 14 aus der Hohenzollerngruft (rechts). b Vergleich: Akanthusornament des Burgsdorff-Sarkophags (links) mit Sarkophag Nr. 14 aus der Hohenzollerngruft (rechts).

Um eine Rekonstruktion durchführen zu können, wurden Vergleiche mit Metallsarkophagen aus der Hohenzollerngruft im Berliner Dom angestellt, die regionale und zeitliche Übereinstimmungen zeigten (Abb. 10). Besonders die Sarkophage von Jo-



Abb. 11 Virtueller Rekonstruktionsvorschlag des Sarkophags des Konrad von Burgsdorff.

hann Siegismund, Sohn des Kurfürsten Georg Wilhelm, gestorben am 9.11.1624 und der Kurfürstin Elisabeth Charlotte von der Pfalz, gestorben 1660, ließen sich mit von Burgsdorffs Sarkophag vergleichen: in der Form sowie in Details wie den Löwenkopfgreifen und den Ornamenten an den Rändern der großen Flächen.¹⁰ Es ist zu vermuten, dass vergleichbare, wenn nicht sogar gleiche Gussmodelle verwendet wurden. Das weist auch darauf hin, dass der Werkstatt für die Herstellung solcher Sarkophage in Berlin gelegen haben könnte. Hierzu sind aber noch weitere Recherchen in den historischen Quellen der Stadt- und Landesgeschichte notwendig.

Rückstände von farbigen Fassungen und Vergoldungen konnten am Sarkophag bisher nicht nachgewiesen werden, jedoch gibt es Hinweise auf Teilvergoldungen der Ornamente. Das Beispiel eines Sarkophags aus der Hohenzollerngruft weist auf diese Möglichkeit hin.¹¹

Eine virtuelle Rekonstruktion aufgrund der gewonnenen Ergebnisse zeigt Abbildung 11. Da viele Details des Sarkophags durch die archäologische Überlieferung im Boden vernichtet oder stark beschädigt worden sind, ist natürlich mit gewissen Unsicherheiten zu rechnen. Vergleichsobjekte halfen, sich bei der bildnerischen Wiederherstellung einem idealen Zustand weitgehend anzunähern und einen überzeugenden Eindruck vom einstmaligen Aussehen des Sarkophags des Konrad von Burgsdorff zu erreichen.

10 Hoth 1995, 7 (Nr. 19), 10 (Nr.17).

11 Becker 2005.

Bibliographie

Becker 2005

Christine Becker. „Zur Typologie der Sarkophage und Särge in der Hohenzollerngruft im Berliner Dom“. In *Alle Erinnerung ist Gegenwart. Die Hohenzollerngruft und ihre Sarkophage*. Hrsg. von Landesdenkmalamt Berlin und Oberpfarr- und Domkirche zu Berlin. München: Deutscher Kunstverlag, 2005, 27–46.

Born u. a. 2015

Hermann Born, Claudia Bullack, Stefan Röhrs und Sabine Schwerdtfeger. „Emailliertes Gold vom Großen Kurfürsten – Untersuchung und Konservierung zweier Pretiosen aus dem Sarkophag des Konrad von Burgsdorff“. *Acta Praehistorica et Archaeologica* 47 (2015), 169–182.

Erdmannsdörffer 1876

Bernhard Erdmannsdörffer. „Konrad Alexander Magnus von Burgsdorff“. In *Allgemeine Deutsche Biographie*. Hrsg. von Historische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Bd. 3. Leipzig: Duncker & Humblot, 1876, 615–617.

Hoth 1995

Rüdiger Hoth. *Die Gruft der Hohenzollern im Dom zu Berlin*. Bd. 426. Große Baudenkmäler. München, Berlin: Deutscher Kunstverlag, 1995.

Jeberien und Knaut 2012

Alexandra Jeberien und Matthias Knaut, Hrsg. *Adel verpflichtet. Forschungen zur Konservierung und Restaurierung der barockzeitlichen Särge vom Schlossplatz Berlin-Mitte*. Bd. 5. Berliner Beiträge zur Konservierung von Kulturgut und Grabungstechnik. München: Verlag Anton Siegl, 2012.

Wemhoff 2012

Matthias Wemhoff, Hrsg. *Von den letzten Dingen – Tod und Begräbnis in der Mark Brandenburg 1500–1800*. Ausstellungskatalog. Berlin: Staatliche Museen zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz, 2012.

Abbildungsnachweis

1 Kartenabteilung, Staatsbibliothek zu Berlin, Preußischer Kulturbesitz. Graphische Bearbeitung: Matthias Knaut. 2 Landesdenkmalamt Berlin. Photo: Matthias Knaut. 3 Landesdenkmalamt Berlin. Photo: Matthias Knaut. 4 Landesdenkmalamt Berlin (Inv.-Nr. If 23829/375). Photo: Karol Suchak. 5 a. Landesdenkmalamt Berlin. Photo: Mercedes Gransow. b. Landesdenkmalamt Berlin. Graphik: Karol Suchak.

6 Landesdenkmalamt Berlin. Photo: Karol Suchak. 7 Landesdenkmalamt Berlin. Photo: Karol Suchak. 8 Landesdenkmalamt Berlin (Inv.-Nr. If 23829/373: Orden sowie Inv.-Nr. If 23829/374: Ring). Photo: Claudia Bullack. 9 Kupferstichkabinett, Staatliche Museen zu Berlin, Inv. 390–100. Photo: Volker H. Schneider. 10 Landesdenkmalamt Berlin. Photos: Mercedes Gransow. 11 Graphik: Mercedes Gransow.

MERCEDES GRANSOW

B. A., 2011 Absolvierung des ‚Bachelor of Arts‘ an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW Berlin) im Studiengang *Konservierung und Restaurierung/Grabungstechnik* mit dem Schwerpunkt Archäologisch-Historisches Kulturgut. Thema der Abschlussarbeit: Rekonstruktion des Metallsarkophags von Konrad von Burgsdorff.

Mercedes Gransow
Hochschule für Technik und Wirtschaft
Campus Wilhelminenhof
Studiengang Konservierung – Restaurierung/
Grabungstechnik
Wilhelminenhofstr. 75 A
12459 Berlin, Deutschland
E-Mail: mechthildbr@aol.com

MATTHIAS R. KNAUT

Prof. Dr. phil., Studium der Fächer Ur- und Frühgeschichte, Alte Geschichte und Europäische Ethnologie. Promotion zum Dr. phil. an der Philipps-Universität Marburg/Lahn. Gründungsprofessor für das Studienprogramm *Konservierung und Restaurierung/Grabungstechnik*. Forschungsgebiete: Frühmittelalterliche Archäologie, Völkerwanderungs- und Merowingerzeit, Denkmalpflege, Konservierung und Restaurierung archäologischer Kulturgüter, Risikobewertung und -management für Kulturgüter.

Prof. Dr. Matthias R. Knaut
Hochschule für Technik und Wirtschaft
Campus Wilhelminenhof
Studiengang Konservierung – Restaurierung/
Grabungstechnik
Wilhelminenhofstr. 75 A
12459 Berlin, Deutschland
E-Mail: vp.forschung@htw-berlin.de

KAROL SUCHAK

B. A., 2011 Absolvierung des ‚Bachelor of Arts‘ an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW Berlin) im Studiengang *Konservierung und Restaurierung/Grabungstechnik* mit dem Schwerpunkt Archäologisch-Historisches Kulturgut. Thema der Abschlussarbeit: Restaurierung und Konservierung der Stirnplatte vom Blei-Zinn-Sarkophag des Konrad von Burgsdorff.

Karol Suchak
Hochschule für Technik und Wirtschaft
Campus Wilhelminenhof
Studiengang Konservierung – Restaurierung/
Grabungstechnik
Wilhelminenhofstr. 75 A
12459 Berlin, Deutschland
E-Mail: karli667@hotmail.com

BARBARA ARMBRUSTER (Promotion 1996, Habilitation 2008) ist seit 2000 am Centre national de la recherche scientifique, Forschungslabor TRACES, Toulouse, seit 2012 als Forschungsdirektorin.

HEIDEMARIE EILBRACHT (Promotion 1993) arbeitete von 2010 bis 2011 als Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der FU Berlin für den Exzellenzcluster Topoi. Seit 2012 ist sie in einem Projekt zur Archäologie des westlichen Baltikums am Museum für Vor- und Frühgeschichte in Berlin tätig.

OLIVER HAHN (Promotion 1996, Habilitation 2011) ist seit 2007 Leiter des Fachbereichs Kunst- und Kulturgutanalyse in der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung; seit 2014 hat er eine Professur für Naturwissenschaftliche Materialanalyse an der Universität Hamburg inne.

ORSOLYA HEINRICH-TAMÁSKA (Promotion 2004) ist seit 2006 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Geisteswissenschaftlichen Zentrum Geschichte und Kultur Ostmitteleuropas an der Universität Leipzig. 2012 erhielt sie das Feodor-Lynen-Stipendium der Alexander von Humboldt-Stiftung.

In der Reihe BERLIN STUDIES OF THE ANCIENT WORLD erscheinen Monographien und Sammelbände aller altertumswissenschaftlichen Disziplinen.

Die Publikationen gehen aus der Arbeit des Exzellenzclusters *Topoi. The Formation and Transformation of Space and Knowledge in Ancient Civilizations* hervor, einem Forschungsverbund der Freien Universität Berlin und der Humboldt-Universität zu Berlin sowie den Partnerinstitutionen Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Deutsches Archäologisches Institut, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte und Stiftung Preußischer Kulturbesitz.

Die Reihe ist Bestandteil der Publikationsplattform *Edition Topoi*. Alle Bände der Reihe sind elektronisch unter www.edition-topoi.org verfügbar.

35 BERLIN STUDIES OF
THE ANCIENT WORLD

www.edition-topoi.org

ISBN 978-3-9816751-5-3



9 783981 675153