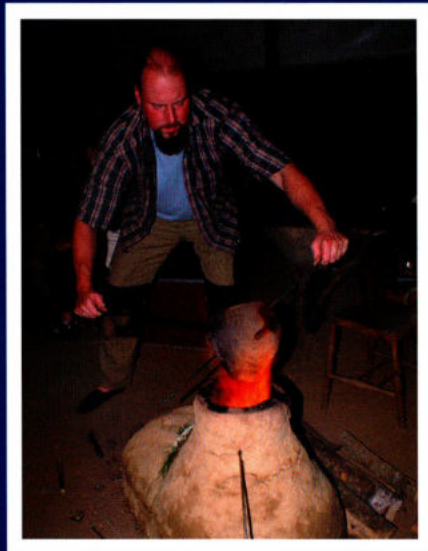


# EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE

in Europa

JAHRBUCH 2018



EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE IN EUROPA  
Jahrbuch 2018  
Heft 17

Herausgegeben von Gunter Schöbel  
und der Europäischen Vereinigung zur  
Förderung der Experimentellen  
Archäologie / European Association for  
the advancement of archaeology by  
experiment e.V.

in Zusammenarbeit mit dem  
Pfahlbaumuseum Unteruhldingen,  
Strandpromenade 6,  
88690 Unteruhldingen-Mühlhofen,  
Deutschland



EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE  
IN EUROPA

JAHRBUCH 2018

Unteruhldingen 2018

Gedruckt mit Mitteln der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie / European Association for the advancement of archaeology by experiment e.V.

Redaktion:	Ulrike Weller, Thomas Lessig-Weller, Erica Hanning
Textverarbeitung und Layout:	Ulrike Weller, Thomas Lessig-Weller
Bildbearbeitung:	Ulrike Weller, Thomas Lessig-Weller
Umschlaggestaltung:	Thomas Lessig-Weller, Ulrike Weller

Umschlagbilder: S. Guber, M. Arz, O. Ostermann

#### Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie, detaillierte bibliographische Daten sind im Internet abrufbar unter: <http://dnb.dbb.de>

ISBN 978-3-944255-11-8

© 2018 Europäische Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie / European Association for the advancement of archaeology by experiment e.V. - Alle Rechte vorbehalten

Gedruckt bei: Beltz Bad Langensalza GmbH, 99947 Bad Langensalza, Deutschland

# Inhalt

*Gunter Schöbel*

Vorwort

8

## Experiment und Versuch

*Sonja Guber*

Prähistorische Bienenhaltung in Mitteleuropa – ein archäoimkerliches Projekt

10

*Hans Reschreiter, Michael Konrad, Marcel Lorenz, Stefan Stadler, Frank Trommer, Claus-Stephan Holdermann*

Keine Tüllenpickel im bronzezeitlichen Salzbergbau in Hallstatt! Aspekte der experimentellen Fertigung bronzezeitlicher Gezähe als Interpretationsbasis bergmännischer Spezialisierung

19

*Hannes Lehar*

Auf der Suche nach dem „dehnbaren“ Beton

34

*Martin Schidlowski, Tobias Bader, Anja Diekamp*

Mineralogische und chemische Charakterisierung römischer Estriche

43

*Klemens Maier, Daniel Draxl, Matthias Leismüller, Manuel Muigg, Alexander Hanser, Oskar Hörtnner*

Rezepturenentwicklung von Opus Caementitium zur Verwendung in Hypokaustheizungen

50

*Peter Kienzle*

Erfahrungen aus dem Betrieb der rekonstruierten kleinen Thermen in Xanten

59

*Gregor Döhner, Michael Herdick, Anna Axtmann*

Ofentechnologie und Werkstoffdesign im Mayener Töpfereirevier um 500 n. Chr.

71

*Frank Wiesenberg*

Glasperlenherstellung am holzbefeuerten Lehmofen

87

*Sayuri de Silva, Josef Engelmann*

Überlegungen und Rekonstruktion zum Drahtziehen im Mittelalter

101

## Rekonstruierende Archäologie

- Thorsten Helmerking*  
„Burn-out“ als Arbeitstechnik beim Einbaumbau? 111
- Karl Isekeit*  
Das Einbaumprojekt Ziesar 121
- Gabriele Schmidhuber-Aspöck*  
Römische Schiffe im Experiment. Schiffbau im LVR-Archäologischen Park Xanten 129
- Wolfgang Lobisser, Jutta Leskovar*  
Die experimentalarchäologische Errichtung der neuen Herrinnenhalle von Mitterkirchen an der Donau im oberösterreichischen Machland 140
- Wolfgang Lobisser*  
Man muss das Eisen schmieden, solange es heiß ist! Das neue Modell einer keltischen Schmiede im MAMUZ in Niederösterreich 158
- Clio Felicitas Stahl*  
Gut gerüstet. Der Nachbau eines frühsarmatischen Schuppenpanzers aus Filippovka I unter Berücksichtigung technisch-konstruktiver Fragen 174
- Maren Siegmann*  
Die Spur der Fäden. Perlenensembles und ihre Aussagemöglichkeiten 186
- Thomas Flügen, Carsten Wenzel*  
Alten Mauern mit neuem „Glanz“ – Sanierung und Neupräsentation der „Kaiserpfalz Franconofurd“ 199
- Andreas Klumpp*  
„Wie man guote kraphen mag machen“. Neue Experimente zur Herstellung mittelalterlicher Krapfen – erste Grundlagen 209

## Vermittlung und Theorie

- Peter Kienzle*  
Der Forscher – die Botschaft – der Besucher. Kommunikation an archäologischen Stätten 220

*Sylvia Crumbach*  
Experimentelle Archäologie – Was für eine Frage? 230

*Claudia Merthen*  
Neuer Name – bewährtes Konzept. Das Potential von Citizen Science für die  
Experimentelle Archäologie 236

## Jahresbericht und Autorenrichtlinien

*Ulrike Weller*  
Vereinsbericht der Europäischen Vereinigung zur Förderung der  
Experimentellen Archäologie e.V. (EXAR) für das Jahr 2017 245

Autorenrichtlinien „Experimentelle Archäologie in Europa“ 249



# Vorwort

Liebe Mitglieder des Vereins, liebe Leserinnen und Leser,

Die Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie in Europa EXAR tagte 2017 in Xanten auf dem Gelände der einstigen römischen Stadt Colonia Ulpia Traiana. Rund 400 Jahre lang war Xanten neben Köln, Trier und Mainz eine der größten und bedeutendsten römischen Städte in Germanien. Ein Glücksfall war, dass das Gelände der einstigen Römerstadt in Mittelalter kaum besiedelt wurde, sodass sich vieles im Boden gut erhielt. 1973 beschloss der Landschaftsausschuss des Landschaftsverbands Rheinland (LVR) die Einrichtung des Archäologischen Parks auf dem Areal der ehemaligen Colonia, der am 8. Juni 1977 eröffnet wurde. Über 570.000 Besucher, darunter 40 Prozent Kinder, Jugendliche, Schüler unter 18 Jahren, haben den Archäologischen Park Xanten (APX) 2017 besucht, der damit zu den meistbesuchten Museen Deutschlands zählt. Es war ein idealer Ort für die 15. EXAR Jahrestagung vom 28. September bis 1. Oktober 2017. Ein besonderer Dank geht an Dr. Martin Müller, den Leiter des APX und an seine Mitarbeiter, die sich jederzeit bestens um uns kümmerten und hervorragende Voraussetzungen für die gelungene Durchführung der Tagung schufen. Zugleich gaben sie uns tiefe Einblicke in Organisation und thematische Orientierung des Parks.

Zwei Vortragstage und ein abschließender Exkursionstag, der uns durch den weitläufigen Archäologischen Park mit Römermuseum, Schiffswerft, Hafentempel und Amphitheater führte, füllten das dreitägige Programm. Rund 20 Vorträge

beleuchteten aktuelle Vorhaben der Experimentellen Archäologie aus unterschiedlichen Blickwinkeln. Wie jedes Jahr konnte dabei ein breites Spektrum aus dem Bereich „Experiment und Versuch“, „Rekonstruktion“ sowie „Vermittlung und Theorie“ vorgestellt werden. Das 250 Seiten umfassende Jahrbuch fasst in 22 Beiträgen das Wichtigste der vergangenen Jahrestagung zusammen. Passend zum Ort der Zusammenkunft lag ein besonderer Schwerpunkt auf Experimenten und Versuchen zur Archäologie der Römischen Provinzen. Römische Bautechniken – genannt seien die Stichworte Opus Caementitium, Estriche und Beton – wurden ebenso thematisiert wie praktische Erfahrungen im Betrieb einer Therme und beim Nachbau eines Römerschiffes. In den Bereich der Mobilität zu Wasser führten uns neben dem römischen Schiffsbau zwei Einbaum-Experimente. Unterschiedliche Fragestellungen zur Rekonstruktion nahmen sich Vorträge zur neuen Herrinnenhalle von Mitterkirchen an der Donau, Österreich, und zur Kaiserpfalz „Franconofurd“ an. Drei Berichte aus dem Bereich „Vermittlung und Theorie“ widmeten sich der Rezeption archäologischer Versuche und dem Potential von „Citizen Science“, bei der sich Bürgerinnen und Bürger an der Wissensbeschaffung und am Erkenntnisgewinn beteiligen. Ein Rückblick über die Vereinstätigkeiten aus der Feder von Frau Ulrike Weller rundet den aktuellen Band ab.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß beim Lesen

Prof. Dr. Gunter Schöbel  
Vorsitzender EXAR



Experiment und Versuch

## Prähistorische Bienenhaltung in Mitteleuropa – ein archäoimkerliches Projekt

Sonja Guber

**Summary – Prehistoric beekeeping in Central Europe – an archaeobeekeeping-project.** *Beekeeping is a topic that has not been explored adequately so far in the prehistoric archaeology of Central Europe. There is a huge gap in the knowledge between the first evidence for the use of honey and wax until the first written sources of beekeeping in Central Europe.*

*The archaeobeekeeping-project will reconstruct beekeeping in five prehistoric times – from the Mesolithic period to the early 1<sup>st</sup> century AD – at Zeiteninsel - Archaeological Open Air Museum Marburger Land, Germany. Questions about the reconstruction of material, tools, harvest of honey, management etc. are to be approached in the project. Starting point is the display of Neolithic beekeeping since spring 2017.*

*The article gives an introduction to the topic of prehistoric beekeeping in Central Europe and deals with first experience in handling a beehive in a reconstructed habitation. Communication with the audience and questions concerning bees and visitors are also addressed.*

*Keywords: beekeeping, prehistory, Central Europe, archaeobeekeeping, archaeological open-air museum*

*Schlagworte: Bienenhaltung, Prähistorie, Mitteleuropa, Archäoimkerei, archäologisches Freilichtmuseum*

### Vorbemerkungen

Obwohl in der Archäologie einzelne Funde zur Bienenhaltung Mitteleuropas bekannt sind, ist dieses Wissen jedoch sehr fragmentiert. Die wenigen Erkenntnisse zur Bienenhaltung sind auch einer an Imkerei interessierten Öffentlichkeit weitgehend unbekannt. Eine Zusammenfassung der Imkereigeschichte wird im imkerlichen Kontext häufig reduziert auf zwei Schlaglichter: eine Darstellung des sogenannten Honigjagens auf einem Felsbild im mesolithischen Kulturzusammenhang (Abb. 1)

und den Abbildungen der Zeidlererei (gewerbsmäßiges Sammeln von Honig wilder oder halbwilder Bienenvölker in lebenden Bäumen) im Mittelalter. Interessanterweise hat dieses Bild der Zeidlererei als Ursprung unserer Imkerei eine starke Wirkmacht – es gibt ebenso Abbildungen von Bienenhöfen und Korbbienenhaltung jener Zeit, jedoch gilt das Zeidlern offensichtlich als so ursprünglich, dass es in Erinnerung bleibt. Daraus resultieren Wissenslücken. Zwischen diesen beiden Schlaglichtern liegen ca. 7.000-10.000 Jahre und natürlich auch



Abb. 1: Felszeichnung Cuevas de la Araña (Spanien). – Rock art Cuevas de la Araña (Spain).

alle archäologischen Epochen, die große Veränderungen und Entwicklungen in der Wirtschaftsweise, Handwerk und Kulturtechniken hervorgebracht haben. So kann es auch zu dem Schluss verleiten, dass vom Mesolithikum bis ins Mittelalter „Bienen im noch lebenden Baum bewirtschaftet wurden“. Dies ist nicht der Fall, wie im Laufe des Artikels erläutert werden soll. Eine Übernahme imkerlicher Techniken in Mitteleuropa oder gar Materialien aus anderen geografischen Räumen zeigt sich anhand der archäologischen Belege bisher nicht.

#### Archäologische Quellen

Zunächst ist zu sagen, dass die Quellenlage schwierig ist. Alle Materialien, die mit Imkerei im Zusammenhang stehen, sind organischen Ursprungs oder nicht einfach

zu identifizieren. Organisches Material – wie Bienenbehaltungen, Wachs, Bienen – erhält sich nur unter günstigsten Bedingungen. Alle nachfolgend aufgeführten Beuten (Bienenbehaltungen) sind in einer aquatischen Umgebung aufgefunden worden. Imkerliche Werkzeuge oder verwendete Gegenstände können von so unspezifischer Art und Form sein, dass sie nicht als solche interpretiert werden müssen. Messer, Siebe, Textilien stehen nicht zwangsläufig im Zusammenhang mit Imkerei, können aber dafür verwendet worden sein. Außerdem muss „erkannt werden, was interpretiert werden soll“. So ist z. B. eine Bienenbehaltung der frühen Römischen Kaiserzeit zunächst für ein Gerät aus dem Fischereikontext gehalten worden, da sie auf der Feddersen Wierde (Nordseeküste, Deutschland) gefunden wurde (RUTTNER 1981, 166).

Bereits für das Paläolithikum ist die Verwendung von Bienenwachs als Bestandteil eines Klebstoffes nachweisbar (THIEME u. A. 2017, 68-70). Der erste Beleg für die Nutzung von bieneneigenen Produkten bezieht sich also auf Wachs.

Für das Mesolithikum liegen, wie oben bereits erwähnt, die Felsbilder aus dem heutigen Spanien vor, welche die Ernte von Honig in Felshöhlen oder Baumhöhlen zeigen (CRANE 2001, 19-24).

Im Neolithikum wird das Bild schon vielseitiger. So gab es eine groß angelegte Studie zur Untersuchung von Wachshaftungen an neolithischer Keramik, durch die u. a. eine Verbreitungskarte der Bienenhaltung in Europa erstellt wurde (ROFFET-SALQUE ET AL. 2015, 225-231). Und für das Neolithikum gibt es Funde von Holzröhren, die konkret als Bienenbehaltungen interpretiert werden. Sollte dies stimmen, wurden die Bienen in der Siedlung in von Menschen hergestellten bzw. gezielt gesucht und aufgestellten Behaltungen gehalten und nicht mehr ausschließlich die wilden Völker im Wald beerntet. Der Fundort ist Arbon Bleiche



Abb. 2: Blick von oben in die Wabengassen der besiedelten Holzröhre als Klotzbeute. – View from above into the waxcombs of the beehive inside the wooden tube as a loghive.

III, eine Seeufersiedlung auf der heutigen Schweizer Bodenseeseite (DE CAPITANI U. A. 2002, 112-113).

Die Bronzezeit ist eine besonders interessante Epoche zur Frage der Nutzung von bieneneigenen Produkten. Für das Wachsauerschmelzverfahren wurde eine stetige Verfügbarkeit nicht kleiner Mengen an Wachs benötigt. Erneut der Hinweis auf Wachsnutzung: Dieses war ein wichtiger bieneneigener Stoff, der geerntet werden musste. Ein imkerliches Management sollte angenommen werden, um die Verfügbarkeit von Wachs zu gewährleisten. Der Verzehr der ganzen Honigwaben ist in diesem Zusammenhang unwahrscheinlich, da das Wachs als ein wichtiger Rohstoff gezielt geerntet und aufbereitet werden musste.

Auch für die Bronzezeit existiert ein Fund, der als Bienenbehausung interpretiert wird: eine sehr große Klotzbeute (Holzröhre); Fundort ist Berlin-Lichterfelde

(LEHMANN 1965, 45-98). Im Inneren des Holzklotzes befindet sich ein Rost aus Geäst, der zu einigen Interpretationen anregt.

In der Bronzezeit gibt es auch erste eindeutige Funde von Getränken mit Honig, z. B. beim Grabfund des sogenannten Mädchens von Egtved (KOCH 2001, 37-39).

Für die Eisenzeit zeigt sich ein anderes Bild. Nun gibt es Funde von Getränkeresten, die auf eine große Menge Met oder honighaltige Getränke hinweisen oder gar als Honig selbst gedeutet werden. Da wären z. B. die Funde aus der Grabkammer von Hochdorf mit dem beigegebenen Kessel, der zur Zeit der Grablege vermutlich ca. 350 Liter Met enthielt (KÖRBERGROHNE 1985 85-164) oder der Inhalt zweier Kannen vom Glauberg in Hessen, der auf eine stark verbreitete imkerliche Tätigkeit hinweist (FREY 1997 543-550). Honig scheint eine große Bedeutung ge-



Abb. 3: Wabe mit ansitzenden Bienen, die aus dem Flugloch herausragt. – Comb with bees hanging out of the hive entrance.



Abb. 4: Ausschneiden der Waben aus der Holzröhre/Klotzbeute. – Cutting the combs out of the wooden tube/lohive.

habt zu haben, da er in den prominenten Kontexten und in größeren Mengen vorkommt. Jedoch konnte bisher kein Fund einer Bienenbehausung identifiziert werden. Also Imkerei ja – doch wie wurden Bienen in der Eisenzeit in Mitteleuropa gehalten?

Die Grundlage für die frühe Römische Kaiserzeit ist wieder etwas besser. Hier liegt der älteste Fund einer Bienenbehausung vor, die keine Klotzbeute ist: ein Rutenstülper (RUTTNER 1981 163-170).

Sozusagen ein Vorgänger des bis ins 20. Jh. n. Chr. geläufigen Bienenkorbes. Dieser wird in das 1./2. Jhd. n. Chr. datiert und ist auf der Feddersen Wierde (s. o.) gefunden worden. Ein weiterer Fund aus dieser Zeit ist erneut eine Klotzbeute der frühkaiserzeitlichen Siedlung von Pinnow (SCHMIDT 2011, 127-131).

Archäoimkerliches Projekt

In meinem archäoimkerlichen Projekt wird die Bienenhaltung sukzessive für fünf prähistorische Zeitstellungen – vom Mesolithikum bis zum frühen 1. Jh. n. Chr. – rekonstruiert und in zeitgemäßen Beuten gezeigt. Dies geschieht in Kooperation mit und auf dem Gelände der Zeiteninsel



Abb. 5: Brutwabe mit ansitzenden Bienen.  
– Comb with brood and bees.



Abb. 7: Nach der Umsiedlung finden sich die Bienen am Flugloch der neuen Behausung ein.  
– Gathering of bees around the entrance of the new loghive after the resettlement.



Abb. 6: Geerntetes Wachs, 100 g. –  
Harvested wax, 100 g.

- Archäologisches Freilichtmuseum Marburger Land und in Kooperation mit dem Bieneninstitut des Landes Hessen, Kirchhain. Natürlich werden hierbei die Standards moderner Bienenhaltung in Bezug auf Tierwohl und rechtliche Vorgaben eingehalten.

Begonnen wurde im Frühjahr 2017 mit der Darstellung der jungsteinzeitlichen Bienenhaltung. Die oben bereits genannten Funde von zwei hölzernen Röhren des neolithischen Fundortes Arbon Bleiche III werden hierfür als Bienenbehausungen herangezogen. Ein Nachbau der kleineren der gefundenen Röhren mit einer Höhe von ca. 41 cm und einer Breite von ca. 17 cm wurde im Mai 2017 mit einem Kunstschwarm (Bienen plus Königin, jedoch ohne Wabenbau oder Brut) besiedelt. Die Röhre wurde ohne weitere Einbauten aufgestellt. Den Boden bildete ei-



Abb. 8: Bienenbehausung ohne Holzdeckel, Verkleinerung des Flugloches. – Loghive without wooden lid, downsizing of hive entrance.

ne Holzscheibe mit einem größeren Riss. Oben verschloss ebenfalls ein Holz die Beute. Unter diesem hölzernen Deckel befand sich noch ein Leinentuch, sodass eine Öffnung von oben und ein Einblick in die Wabengassen möglich wurden (Abb. 2). Der Kunstschwarm entwickelte sich prächtig. Diese kleine Holzröhre hat lediglich ein Volumen von etwa 10 Litern und so war abzusehen, dass diese Behausung nicht lange für ein Bienenvolk ausreichen würde. Bereits vier Wochen später war der Innenraum der Röhre komplett ausgebaut und eine Wabe mit ansitzenden Bienen hing sogar aus dem Flugloch hinaus (Abb. 3). Im Juli 2017 wurde das Volk dann in eine neue – deutlich größere – Holzröhre umgesiedelt. Verschiedene Versuche des Treibens der Bienen von einer Röhre in die Nächste schlugen fehl,

sodass die Waben mit einem „Holzmesser“ ausgeschnitten (Abb. 4) und die Bienen in die neue Behausung abgefegt wurden (Abb. 5). Die Bienen hatten keinen Honig eingelagert, sondern die ersten Wochen ausschließlich zum Aufbau der Volksstärke genutzt, d. h. es befanden sich nur Brutwaben in der Holzröhre. Hierbei konnten 100 g Wachs geerntet werden (Abb. 6). Das Wachs wird der ebenfalls auf der Zeiteninsel bestehenden Bronzeguss-Arbeitsgruppe für ihre Experimente zur Verfügung gestellt. Diese und andere prähistorische Handwerke sind nicht isoliert zu denken oder durchzuführen und sollen auch im Museumszusammenhang voneinander profitieren. Der Vorgang des Umsiedelns ging sehr gut vonstatten. Die Bienen fanden sich in ihrer neuen Behausung ein (Abb. 7), be-





*Abb. 9: Auspressen einer kleinen Honigwabe mit Leinensäckchen. – Pressing of small honeycomb with pouch out of linen.*

gannen sofort wieder mit dem Wabenbau und waren auch weiselrichtig (d. h. die Königin war vorhanden und bei der Umsiedlung nicht verloren gegangen) (Abb. 8).

Leider schloss sich ein sehr verregener Hoch-/Spätsommer an, sodass die Entwicklung des Volkes ohne Zufütterung nicht gewährleistet gewesen wäre. Die Bienen mussten nicht nur für ihre Nahrung sorgen, sondern benötigten auch viel Nektar und Energie, um den Wabenbau neu zu errichten, der ja komplett entnommen worden war. Die Fütterung entspricht natürlich nicht der steinzeitlichen Praxis, doch hier stand das Tierwohl im Vordergrund. Es wird spannend sein in den folgenden Jahren des Projektes herauszufinden, zu welchem Zeitpunkt eine solche komplette Wabenentnahme möglich ist, ohne das Volk zu gefährden und auch auf eine Fütterung verzichten zu können.

Es stellt sich auch die Frage nach dem

Nutzen einer so kleinen Behausung. Eventuell war die „Raumenge“ genau das Ziel: Würde der Mensch nicht eingreifen, würden die Bienen dies über den Schwarmvorgang lösen, d. h. das Volk teilt sich auf und produziert auch eine neue Königin. Es wäre also eine mögliche Methode der Vermehrung von Bienenvölkern.

Für die potentielle Honigernte und -verarbeitung waren bereits weiterführende Überlegungen angestellt worden, die jedoch dadurch, dass die Bienen in diesem Jahr ausschließlich Brutwaben angelegt haben, noch nicht getestet wurden. So könnte der Honig durch ein Leinentuch/säckchen ausgepresst werden (Abb. 9). Möglich wäre auch ein Pressvorgang ohne Leinen, wenn ein Siebgefäß zum Einsatz kommt. Aus neolithischen Zusammenhängen gibt es z. B. Funde von Sieben aus Pflanzenfasern und keramische Siebe. Hoffentlich ermöglicht es die nächste Bienensaison verschiedene Arbeiten der Honigbearbeitung auch praktisch zu testen und durchzuführen.

#### Kontakt mit dem Publikum

Bei diversen Veranstaltungen und Begegnungen mit Besucherinnen und Besuchern auf dem Museumsgelände der Zeiteninsel hat sich die Darstellung der Bienenhaltung als sehr interessant für das Publikum erwiesen. Es ist ein geeignetes Thema, um nicht nur über die archäologischen Funde zu informieren, sondern auch ein Bewusstsein zu schaffen, wie bedeutend und wertvoll die Bienenprodukte (vor allem auch das Wachs) während der gesamten Menschheitsgeschichte waren.

Das Bienenmaterial wurde vom Bieneninstitut in Kirchhain zur Verfügung gestellt. Hierbei handelt es sich um Bienen der Unterart *Apis Mellifera Carnica*. Die hier bis zu Beginn des 20. Jh. heimische Unterart *Apis Mellifera Mellifera* ist durch den

Menschen gezielt in unseren Breiten ausgerottet und durch die *Apis Mellifera Carnica* ersetzt worden. Das ist natürlich eine tragische Tatsache, jedoch muss heute mit der Situation umgegangen werden. Da sich das archäoimkerliche Projekt auf einem Museumsgelände befindet, auch der Kontakt zu dem Publikum ermöglicht und sogar Ängste abgebaut werden sollen, ist die Verwendung einer rückgezüchteten Biene derzeit m. E. nicht angebracht. Das langjährig gezüchtete und auch an unsere Breiten angepasste Bienenmaterial, welches auf dem Museumsgelände nun beheimatet ist, ist für den Kontakt mit Publikum bestens geeignet. Darüber hinaus zeigte sich im Gespräch, dass vielen Menschen das Aussehen von Honigbienen unbekannt ist. Sie äußerten Erstaunen darüber, dass die Tiere nicht „gelb-schwarz gestreift“ sind und beschrieben das Aussehen von Deutscher Wespe (*Vespula Germanica*) oder Gemeiner Wespe (*Vespula Vulgaris*). Deswegen sind auch die optischen Unterschiede zwischen der ursprünglich hier beheimateten Biene und der *Carnica* als vernachlässigbar anzusehen.

#### Ausblick

Das Projekt ist über einen langen Zeitraum angesetzt und hat zum Ziel sukzessive für alle Zeitstellungen des Museums Zeiteninsel eine imkerliche Darstellung zu erarbeiten. Dabei sollen nicht nur Fragen nach der Konstruktion der Bienenbehaltungen, Materialien, Werkzeugen und Kleidung, sondern auch Haltungsmethoden, Ernte und Verarbeitung von Bienenprodukten im Versuch getestet werden. In Themenführungen, Workshops und bei Besuchen von Schulklassen kann das Thema der prähistorischen Bienenhaltung, ihre Relevanz im Zusammenhang mit anderen Handwerken und die bis heute bestehende Bedeutsamkeit der Imkerei vermittelt werden.

Im kommenden Jahr ist der Aufbau der Bienenhaltung der Germanen des 1. Jh. n. Chr. geplant. Der Bau eines Rutenstülpers nach dem Fund der Feddersen Wierde hat bereits begonnen und die Besiedlung mit einem Bienenvolk wird voraussichtlich Anfang Mai 2018 durchgeführt werden.

#### Literatur

**CRANE, E. 2001:** The Rock Art of Honey Hunters. International Bee Research Association. Cardiff 2001.

**DE CAPITANI, A., U. A. 2002:** Die jungsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3. Archäologie im Thurgau 11. Frauenfeld 2002.

**FREY, H. 1997:** Ein frühkeltischer Fürstengrabbügel am Glauburg im Wetteraukreis, Hessen. Bericht über die Forschungen 1994-1996. *Germania* 75/2, 1997, 459-584.

**KOCH, E. 2001:** Bejagt, biavl och biprodukter fra Noreuropas bronzealder. *Aarbøger for Nordisk Oldkyndighed og Historie* 2000 (2001), 7-54.

**KÖRBER-GROHNE, U. 1985:** Die biologischen Reste aus dem hallstattzeitlichen Fürstengrab von Hochdorf, Gemeinde Eberdingen (Kreis Ludwigsburg). In: Hochdorf, I. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 19. Stuttgart 1985, 87-164.

**LEHMANN, H. 1965:** Ein dreitausendjähriger „Klotzstülper“ aus Berlin-Lichterfelde. *Berliner Blätter für Vor- und Frühgeschichte* 11, 1965, 45-98.

**ROFFET-SALQUE, M., ET AL. 2015:** Widespread exploitation of the honeybee by early neolithic farmers. *nature* 12. November 2015. Vol. 527, 226-231.

**RUTTNER, F. 1981:** Ein Bienenkorb von der Nordseeküste aus prähistorischer Zeit. In: W. Haarnagel (Hrsg.), Feddersen Wierde III. Die Ergebnisse der Ausgrabung der vorgeschichtlichen Wurt Feddersen Wierde bei Bremerhaven in den Jahren

1955 bis 1963. Wiesbaden 1981, 165-170.

**SCHMIDT, J.-P. 2011:** Die frühkaiserzeitliche Siedlung von Pinnow, Lkr. Parchim. Bodendenkmalpflege in Mecklenburg-Vorpommern, Jahrbuch 58, 2010 (2011), 85-138.

**THIEME, H., u. A. 2017:** Jungpaläolithische Funde von der Wallburg „König Heinrichs Vogelherd“ bei Pöhlde, Stadt Herzberg am Harz, Ldkr. Osterode am Harz. Die Kunde N.F. 65, 2014 (2017), 57-82.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: Gemeinfrei, Umzeichnung

S. Guber, 2015

Abb. 2-3: S. Nowotny, 2016

Abb. 4-9: S. Guber, 2016

Autorin

Dr. Sonja Guber

Schulstraße 38

36320 Kirtorf

Deutschland

Sonja.Guber@immenzit.de

## Keine Tüllenpickel im bronzezeitlichen Salzbergbau von Hallstatt!

### Aspekte der experimentellen Fertigung bronzezeitlicher Gezähe als Interpretationsbasis bergmännischer Spezialisierung

Hans Reschreiter, Michael Konrad, Marcel Lorenz, Stefan Stadler, Frank Trommer, Claus-Stephan Holdermann

**Summary – No socketed picks at the Bronze Age salt mining site of Hallstatt! Aspects of experimental production of Bronze Age mining tools as interpretation base for specializing in mining.** *The salt mining in Hallstatt is characterized by a variety of special developments in the late Bronze Age. These are exclusively known in this mining area and are not employed in neighbouring contemporaneous copper deposits. This simultaneously applies to the question of hafting of the miners toolsets. In Hallstatt winged picks are predominantly used during the Bronze Age, whereas in the remaining Eastern Alpine area, as for example in Mitterberg, socketed haftings are deployed. Despite existing relations between the two areas, there is no technology transfer. In order to draw a comparison between these two contrasting types of toolsets, the production process of socketed and winged picks has been reconstructed in a number of archaeological experiments. The comparison shows that socket haftings require less time and work, as far as form production, casting technique, casting finishing and the production of haftings are concerned. Moreover, haftings for winged picks show various weak spots and are therefore considerably more fragile than socketed haftings. Why people in Hallstatt still opted for winged picks despite the easier production process of hafting picks, cannot be explained. The produced toolsets will be implemented in a follow-up project within a set of mining experiments and the thus resulting data will facilitate a more detailed comparison.*

**Keywords:** Hallstatt, Mitterberg, mining, winged picks, socketed picks, reconstruction of casting techniques

**Schlagworte:** Hallstatt, Mitterberg, Bergbau, Lappenpickel, Tüllenpickel, Rekonstruktion der Gusstechnik

#### Einleitung

Der Hallstätter Salzbergbau zeichnet sich in der späten Bronzezeit durch eine Vielzahl von Spezialentwicklungen aus, die

nur aus diesem Bergbau bekannt sind und in den benachbarten zeitgleichen Kupferrevieren nicht zum Einsatz kommen (RESCHREITER, KOWARIK 2015, 292). So sind etwa Fülltröge, Tragsäcke aus



*Abb. 1: Nachgüsse von Lappen- und Tüllenpickel mit Schäftung. – Experimental casted winged and socketed picks with hafting.*



*Abb. 2: Bronzezeitliche Originalschäftung mit Lappenpickelkopie. – The original Bronze Age hafting with the reconstructed winged pick.*

Rinderhaut und Holztreppe bisher nur im Salzbergwerk nachgewiesen, obwohl auch in manchen Kupferbergwerken die Erhaltungsbedingungen für Geräte aus

Holz sehr gut sind. Andererseits sind auch keine ‚Erfindungen‘ aus den Kupferrevieren, wie die Spankübel oder die Spatel (THOMAS 2018) im Salz in der Form zum Einsatz gebracht worden. Der nicht nachweisbare Technologietransfer ist insofern bemerkenswert, als auf anderer Ebene intensiver Kontakt vorausgesetzt werden muss. Die Hallstätter Betriebe benötigen ständigen Kupfernachschub, um den Verschleiß des Gezähes, der durch regelmäßiges Schleifen verursacht wird, auszugleichen (KOWARIK 2016, 308). Andererseits kann davon ausgegangen werden, dass die Kupferreviere Salz zum Konservieren ihrer Lebensmittel einsetzten (STÖLLNER ET AL. 2016). Der eigenständige Weg Hallstatts ist auch beim Abbaugerät erkennbar. In der Bronzezeit sind in den Alpen und in Siebenbürgen zwei unterschiedliche Gezähetyphen im Einsatz – Tüllenpickel und Lappenpickel.

Die 20 bekannten Tüllenpickel stammen aus den Ostalpen und wurden zuletzt von Peter Thomas und Thomas Stöllner zusammengestellt und ausgewertet. Sie datieren vom 15. Jh. bis ins 9. Jh. v. Chr. (STÖLLNER, SCHWAB 2009; THOMAS 2018) und weisen, soweit erhalten, eine recht kurze gedrungene Schäftung auf (THOMAS 2018). Für die Tüllenpickel (Abb. 1) konnte nachgewiesen werden, dass sie aus lokalen Erzen gefertigt sind (STÖLLNER ET AL. 2016, 93).

Lappenpickel hingegen kommen in Hallstatt, Sippachzell, der Koppentraun, in Tschechien und in Siebenbürgen vor. Sie datieren ins 13.-12. Jh. v. Chr. (HÖGLINGER 1996; THOMAS 2014, 182-183) und könnten in den Alpen, eventuell Hallstatt, entwickelt worden sein, da nach neueren Überlegungen die Oberösterreichischen Funde älter als die Siebenbürger sein könnten (THOMAS 2014). Die bronzezeitlichen Lappenpickel aus Hallstatt sind mit einer bis zu einem Meter langen, sehr dünnen Schäftung (Abb. 2) versehen. Die spezielle Ausformung der Schäftung legt



Abb. 3: Blick auf den Schäftungsbereich eines Lappenpickels. – Hafting section of a winged pick.

eine unübliche Art der Handhabung nahe (RESCHREITER 2017). Über tausend gebrochene Pickelstiele zeigen die exklusive Verwendung dieses Gezähes. Bisher wurde im Salz kein einziger Stiel für ein Tüllengerät entdeckt.

#### Fragestellung

Es ist vorderhand nicht nachvollziehbar, warum die Hallstätter Bergleute nicht das etablierte und bewährte Gezähe der Kupferbergleute übernahmen und für ihre Bedürfnisse adaptierten. Es ist verständlich, dass die Hallstätter in „ihrer“ Lagerstätte, in der es möglich ist, riesige Abbaukammern anzulegen, anderes Gerät zum Einsatz brachten, als ihre Kollegen in den beengten Erzgängen des Kupferreviers. Um zu verstehen, warum diese Unterschiede im Gezähe bestehen, wurden als erster Schritt mehrere Tüllen- und Lappenpickel gegossen und dabei die Gusstechnik rekonstruiert. In späteren Versuchen soll mit diesen Pickeln gearbeitet werden.

#### Lappenpickel

Die Röntgenfluoreszenzanalysen der Lappenpickel des Salzbergwerks in Hallstatt konnten zeigen, dass diese unterschiedliche Legierungstendenzen aufweisen. Bei den spätbronzezeitlichen Stücken wurden höhere Zinnwerte nachgewiesen, die zwischen 10% und 12% streuen, während die eisenzeitlichen deutlich niedriger legiert, eine breitere Streuung aufwiesen (GRASBÖCK 2008). Auf diesen Informationen aufbauend, wurden im Rahmen des experimentellen Nachvollzugs bei spätbronzezeitlichen Pickeln Bronzen mit einem Zinnanteil von 8% bis 12% verwendet. Weiterhin konnten die naturwissenschaftlichen Analysen zeigen, dass alle untersuchten Stücke ein unbearbeitetes dendritisches Gussgefüge aufweisen. Auf Grund dessen kann eine weitere Bearbeitung der prähistorischen Pickel, etwa durch Dengeln oder Glühen, im Wesentlichen ausgeschlossen werden (GRASBÖCK 2008).

Eine Ausnahme bildet hierbei der Bereich

des Hauses (Abb. 3). Die hier ansetzenden Lappen halten den Stiel, der zwischen ihnen klemmt. Sie hätten als dünne Platten oder Lappen im Wachsausschmelzverfahren gegossen werden können. Die archäologischen Funde belegen durch das wiederholte Auftreten von Gussnähten jedoch, dass die Pickel im Kokillengussverfahren hergestellt wurden. Pickel, die durch Gussvorgänge entstanden, bei denen nicht auf eine absolute Passgenauigkeit der beiden Formenhälften geachtet wurde, zeigen, dass hierbei eine gewisse Toleranz bestand, innerhalb der auch ungenau abgeformte Werkstücke funktionstüchtig gemacht wurden. Im Kokillenverfahren können aber die noch senkrecht stehenden und nach dem Guss zu biegender Lappen nicht komplett ausgeformt gegossen werden, da diese die Form beim Abkühlen (Stichwort: Schrumpfen) zerstören würden. Ihr Volumen muss daher unter Berücksichtigung der Materialeigenschaften der Gussform möglichst flächig angelegt und später, nach dem Guss, zu Lappen ausgeschmiedet werden. Generell gilt hierbei: Je größer die späteren Lappen als stehende Platten gegossen werden können, desto weniger Arbeitsaufwand ist notwendig für das aufwendige Ausschmieden (s. u.), desto ökonomischer ist die Fertigung des Werkzeuges.

Auf Erfahrungen aus bisher durchgeführten Experimenten aufbauend, sind derzeit zwei verschiedene Fertigungsmodelle vorstellbar, die auf der Verwendung von unterschiedlichem Kokillenmaterial basieren: Kokillen aus Stein und Kokillen aus Keramik. Im Wesentlichen unterscheiden sich die beiden Materialien in ihrer Verfügbarkeit, im Aufwand bei der Formfertigung und in der Standhaftigkeit als sich im Gussprozess befindende Form. Steinformen benötigen im Allgemeinen für ihre Herstellung einen höheren Zeitaufwand (für die bronzezeitlichen Pickel ca. 360 min), sind aber standhafter. Somit ist es

von Vorteil, wenn eine hohe Anzahl von Objekten gegossen werden soll, deren Form in einer Kokille gegossen werden kann, in Steinkokillen zu gießen. Wie bereits erwähnt, ist bei der Ausformung der Gussform zu berücksichtigen, dass sich das Bronzeobjekt beim Erkalten zusammenzieht. Es muss hierbei „aus der Form rutschen“. Hierfür sind Hinterschneidungen oder beim Abkühlen klemmende Gussformensegmente zu vermeiden.

Im Fall des hier skizzierten Fertigungsmodells besteht die Gefahr des Verklemmens, wenn bei der Ausformung der Lappen in der Form deren Hohlräume zu weit in das Gussformenmaterial hineinreichen. Der abkühlende Pickel würde die Form zerbrechen oder zumindest in dieser klemmen. Eine Gefahr, die bei dem hohen Aufwand des Baus einer Steinform vermieden werden muss, da diese im Hinblick auf ein ökonomisches Fertigungsmodell wiederholt gegossen werden muss. Die Pickel werden daher in Steinformen gegossen, deren Lappen in der Form konisch, mit einer Tiefe von 3 cm und einer Breite von 2 mm bis 4 mm, angelegt werden. Das verwendete Formenmaterial ist derzeit Lettenkohlen-sandstein, dessen Benutzung in Südwestdeutschland durch den Depotfund von Neckargartach bei Heilbronn (PARET 1952-54, 35-39) nachgewiesen wurde. Für Hallstatt wäre die Verwendung des lokalen Sandsteins der näheren Umgebung plausibel. Versuche bezüglich seiner Tauglichkeit als Formenmaterial sind in Vorbereitung.

Das zweite Formenmaterial, das für die Fertigung von Kokillen in Frage käme, ist Keramik (Lehm/Ton/Magerungsmittel), dessen Formenmaterialien unproblematisch in ihrer Verfügbarkeit sind. Das Ausformen einer Keramikkokille erfordert wenig Aufwand (HOLDERMANN, TROMMER i. Vorb.). Es wäre somit von Vorteil, wenn aufgrund der Form des zu gießenden Objektes eine hohe Wahrscheinlichkeit be-

stände, die Form beim Gussprozess zu beschädigen, diese aus Keramik zu fertigen. Die Fertigung der Kokille kann ökonomisch durch das Abdrücken eines, bis auf das Umbiegen der noch stehenden Lappen gefertigten, Halbfabrikates durchgeführt werden. Die Kokille wäre danach noch zu brennen. Diese Formen sind generell nicht so standhaft. Der Arbeitsaufwand bei ihrer Fertigung ist im Vergleich zu den Steinformen nicht so hoch. Der Verlust einer Kokille könnte somit eingeplant sein, wenn sich hierdurch möglichst große Lappen gießen lassen würden. Versuche bezüglich der Herstellung von keramischen Pickelformen sind derzeit in der Planung.

Ist das Rohstück gegossen, abgeschrotet und geglättet, erfolgt das Ausschmieden

der Lappen. Dieser Vorgang wird am kalten Werkstück durchgeführt, wobei die Kaltverformung eine Härtung des Stückes bewirkt, die immer wieder durch einen Zwischenglühvorgang rückgängig gemacht werden muss (weiterführend: HOLDERMANN, TROMMER 2010, 791-806). Aus diesem Grunde ist das Ausschmieden der Lappen aufwendig. Hierbei muss ständig berücksichtigt werden, dass das Werkstück im Lappenbereich bei einer zu starken Verformung einreißen könnte. Als Richtwert sind pro Lappen 10 Schmiede- und Ausglühzyklen notwendig. Ausgeschmiedet wird auf einem L-förmigen Gesenk.

Geschmiedet wird zuerst mit einem Bronzeshammer, der eine Finne aufweist. Abschließend erfolgt dann das Glätten und



Abb. 4: Die Pickel 3 (Inv. Nr. PA/NHM-Wien 36471) und 11 (Inv. Nr. PA/NHM-Wien 4902) und Skizze der Pickel mit Tülle in Schäftungslage. – Pick 3 (Inv. Nr. PA/NHM-Wien 36471) and 11 (Inv. Nr. PA/NHM-Wien 4902) with a drawing of the socketed pick with the assumed hafting position.



Biegen der Lappen. Zwei Personen halten und führen den Pickel am Gesenk, die dritte schmiedet mit wuchtigen Schlägen. Der Arbeitsaufwand beträgt hierbei für alle vier Lappen etwa 2,5 h pro Person.

Versuche, einen Metallkern zwischen die Lappen zu platzieren und die Lappen über diesem auszuschmieden, haben nicht funktioniert. Die in der Steinform gegossenen Lappen müssen konisch sein, damit der Pickel beim Erkalten nicht in der Form klemmt (s. o.). Ihre Form führt aber auch dazu, dass ein zwischen zwei Lappen platzierter Kern beim Schmieden herausrutscht.

### Die Rekonstruktion der Tüllenpickel

#### Theoretische Überlegungen

Als Ausgangsbasis für die späteren Versuche wurde in der Literatur nach Tüllenpickel der Mitterberger Form gesucht. Einen Überblick gibt Peter Thomas (THOMAS 2009, 176). Einige der hier dargestellten Pickel sind im Original im Naturhistorischen Museum verfügbar.

Die Pickel selbst sind sowohl aus Kupfer als auch aus Bronze gefertigt (STÖLLNER, SCHWAB 2009, 162, Tab. 6), haben einen trapezoiden Querschnitt, dessen breiteste Seite flach und zur Seite gekehrt ist (Abb. 4). Die Tülle ist bei allen unterschiedlich, jedoch zwischen 5 und 8 cm tief. Die Wandstärken sind ebenso sehr unterschiedlich (zwischen 0,5 und 1,2 cm), die flache Seite ist immer etwas dicker ausgeführt (THOMAS 2009, 176). Wie an den Stücken 12 und 13, vom Pass Lueg, zu sehen ist, sind diese sehr oft überschmiedet worden. Dies deutet auf eine sehr starke Abnutzung und ein wiederholtes Nachschleifen hin.

Für die Versuche wurden die Pickel Nummer 3 (Inv. Nr. PA/NHM-Wien 36471) und 11 (Inv. Nr. PA/NHM-Wien 4902) aus dem Umfeld des Mitterberger Hauptganges als Vorbilder verwendet (Abb. 5). Diese wurden von der Restaurierwerkstatt des Na-

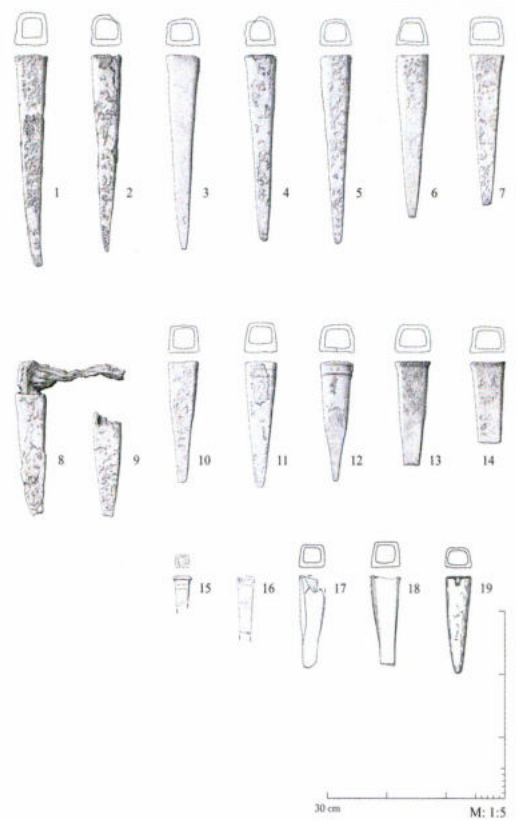


Abb. 5: Zusammenstellung der Tüllenpickel der Mitterberger Form: 1-11: Mitterberg; 12-14: Pass Lueg; 15: Fundbereich „Mittleres Koppental“; 16: Fundbereich „Kainischtraun“; 17-18: Sipbachzell; 19: Inn bei Töging. – Circulation area of the socketed picks type Mitterberg: 1-11: Mitterberg; 12-14: Pass Lueg; 15: Fundbereich „Mittleres Koppental“; 16: Fundbereich „Kainischtraun“; 17-18: Sipbachzell; 19: Inn near Töging.

turhistorischen Museums Wien in Kunststoff abgegossen und zur Verfügung gestellt. Der Pickel Nummer 3 scheint noch in seiner gesamten Länge vorhanden zu sein. Anhand dieses Stückes lässt sich die Tülle nicht rekonstruieren, da diese noch bislang nicht identifiziertes Material enthält.

Bei Pickel Nummer 11 hingegen ist die Tülle sehr schön erhalten und auf der Oberfläche des Pickels zeichnen sich

Merkmale ab, die auf die verwendete Gussform rückschließen lassen. Die Oberflächen der Tüllenpickel sind durchgehend körnig und homogen. Pickel Nummer 11 weist auf seiner flachen Seite, relativ in der Mitte, eine Delle auf, welche durch einen Lufteinschluss oder durch temperaturbedingte Volumenänderungen entstehen kann.

Da es bislang keine aufgefundenen Formen für diese Art von Tüllengerät gibt, wurden anhand der oben beschriebenen Gussmerkmale an Pickel 3 und 11 verschiedene Gussmöglichkeiten diskutiert. Dabei wurden mehrere Aspekte in Betracht gezogen:

- Welches Formmaterial wurde verwendet?
- Welche Methode kommt für den Guss infrage?
- Wurde der Guss stehend oder liegend durchgeführt?
- Wurde über die Spitze oder über die Tülle eingegossen?
- Und wie wurde die Tülle ausgeformt (Kernmaterial)?

Der Guss im Wachsausschmelzverfahren ist vorstellbar, schien hier aber nicht sinnvoll, weil der Aufwand für die benötigte Menge an solch schweren Arbeitsgeräten und die starke Abnutzung dieser dagegen sprechen. So sind zum Beispiel die beiden Pickel vom Pass Lueg (*Abb. 5*, Pickel 12 und 13) sehr stark ausgeschmiedet und stark abgenützt.

Folgende Möglichkeiten wurden als sinnvoll erachtet und im Gussexperiment nachvollzogen.

Der Guss im Sand ist für prähistorische Zeiten ein schwieriges Thema. Wie schon öfter beschrieben, ist diese Gussmethode für die Prähistorie durchaus denkbar, auch wenn sich im archäologischen Befund nichts erhält. Auch die Herstellung von Tüllengeräten ist mit dieser Technik möglich (OTTAWAY 1994, 117; GOLDMANN 1981, 109-115; FASNACHT 1995, 23-28).

Die einseitig gerade Bahn und der trapezoide Querschnitt legen eine einschalige Form mit Kern für die Tülle nahe. Für diese Art des Gusses bieten sich zwei verschiedene Methoden an. Einmal der offene Herdguss, hierbei wird das flüssige Kupfer liegend in eine einschalige Form ohne Abdeckung gegossen. Dies könnte die dicker ausgeführte flache Seite der Pickel erklären. Allerdings entsteht beim offenen Herdguss sowie beim gedeckten Herdguss (rasches Abdecken der frei liegenden Metalloberfläche nach dem Guss) auf der offenen Seite eine Oxidschicht und eine sehr unregelmäßige Oberfläche. Diese kann sich beim offenen Herdguss während des Abkühlens des Metalls sogar leicht konkav verziehen (HOLDERMANN, TROMMER 2005, 127). Die Oxidschicht und die unregelmäßige Oberfläche muss im Nachhinein abgearbeitet werden, um eine plane Oberfläche wie bei den Mitterberger Pickeln zu erhalten.

Die zweite Methode ist der Guss in gedeckter Form. Hierbei wird der Pickel als Negativ ebenso nur in eine Formhälfte eingearbeitet, die zweite Formhälfte dient hier von Anfang an als Abdeckplatte (JOCKENHÖVEL 1994, 38; HOLDERMANN, TROMMER 2005, 127). Diese Methode hat den Vorteil, dass der Guss von allen Seiten umschlossen ist und somit keine Oxidschicht oder eine einziehende Oberfläche entstehen kann. Daher muss darauf geachtet werden, dass die eingeschlossene Luft während des Gussvorganges entweichen kann. Dies wird einerseits durch Luftkanäle, welche sich auf zahlreichen gefundenen Gussformen aus Stein nachweisen lassen, und andererseits durch vegetabile Magerungsbestandteile im Tongemisch bei Keramikformen erreicht (KONRAD, LOBISSER 2015, 127). Generell kommen hier, wie auch bei den Lappenpickeln, Formen aus Stein oder Keramik in Frage.

Beim Guss in gedeckter Form kann diese entweder liegend oder stehend gegossen

werden. Für beide Varianten wird ein Eingusstrichter benötigt. Die verdrängte Luft steigt hierbei an die höchstgelegene Stelle innerhalb der Form.

Bei der liegenden Form ist dies die plane Seite des Pickels, auf der kleine Luftblasen über die gesamte Länge der Bahn zu erwarten sind, egal ob über die Spitze oder über die Tülle eingegossen wird.

In stehender Form gegossen ist dies entweder der obere Bereich der Tülle oder der Pickelspitze, je nachdem, auf welcher Seite eingegossen wird.

Hier muss grundsätzlich überlegt werden, welcher Teil des fertigen Werkstückes den höchsten Beanspruchungen bei der Benutzung ausgesetzt ist. Bei Tüllenpickeln ist dies wohl der Schneidenbereich, der daher besonders dicht gegossen werden soll. Deswegen empfiehlt sich ein Eingießen über den Kern, wie wir es auch aus zahlreichen Funden von Steinformen für Tüllengeräte kennen (NESSEL 2012, 145-159).

Das Material für den Kern ist für das Gelingen des Gusses von entscheidender Bedeutung. Denkbar sind Kerne aus Keramik, Holz, Stein oder Metall. Kerne aus Keramik sind aus wenigen Funden von Tüllenbeilen mit erhaltenem Kern bekannt, dabei handelt es sich um stark sandige Tonmischungen, die fest genug sein müssen, um auch in einem Stück herausgezogen werden zu können (OTTAWAY 1994, 121). Kerne aus Metall kennen wir zum Beispiel aus dem Depotfund von Crévic (Dép. Meurthe-et-Moselle; Frankreich) zur Herstellung von Tüllenlanzenspitzen (HÄNSEL, HÄNSEL 1997, 122).

#### Vorexperimentierphase

Um diese Merkmale nun mit den Herstellungsprozessen vergleichen zu können, wurden mehrere Pickel gegossen und alle oben beschriebenen Varianten getestet. Als Kernmaterial wurde Folgendes getestet: Keramik, Holzkohle und Kupfer.

Der Keramikern birgt das Problem, dass

der Kern nicht einfach herausgelöst werden kann, sondern aufwendig herausgestemmt werden muss. Auch verschiedene Lehmmischungen brachten hier keinen nennenswerten Unterschied. Keramikkerne mögen also eine gute Lösung für Schaftlöcher sein, da hier das Material durch Hinausstoßen einfacher entfernt werden kann. Für die Rekonstruktion der Tüllenpickel scheinen diese Kerne aber nur bedingt geeignet zu sein.

Der Holzkohlekern erwies sich ebenfalls als ungeeignet, da dieser bei Kontakt mit dem flüssigen Kupfer sehr stark ausgast und zu einer unvollständigen Tülle führt.

Ein Kupferkern ist in seiner Herstellung und Nachbearbeitung sehr zeitaufwendig, allerdings mehrfach verwendbar. Er muss sehr genau gearbeitet werden, da schon die geringste Hinterschneidung zu einer Verklebung mit dem Artefakt führt und somit das Lösen des Kernes unmöglich wird. Bei den Vorexperimenten zeigten sich einige Vorteile, die für einen Kupferkern sprachen, weder das Herauslösen noch Luftblasen führten zu Schwierigkeiten.

Als Formmaterial wurden folgende drei Möglichkeiten getestet:

- Sandguss
- Keramikform, offener Herdguss mit und ohne Deckel
- Sandsteinform mit Deckel

Der Sandguss ist für die Bronzezeit nicht direkt nachweisbar und erwies sich als ungeeignet für die Produktion einer Tülle. Diese bildete sich nie vollständig aus und der Kern konnte nicht zufriedenstellend fixiert werden. Die Versuche mit Gussand dienten in Folge hauptsächlich für Testzwecke, um ein Gefühl für den Umgang mit zwei Kilogramm flüssigem Kupfer zu bekommen und um verschiedene Kernmaterialien zu testen.

Die Keramikformen sind sehr schnell und einfach herzustellen. Dieser Formtyp wurde im offenen Herdguss (Abb. 6) und



Abb. 6: Keramikform für offenen Herdguss mit darin gegossenem Pickel. – Clay mould for open casting with the casted pick.

dem Guss in einer gedeckten Form getestet. Im Rahmen der Vorversuche wurden diese immer liegend gegossen. Die Formen wurden auf ca. 200°C vorgewärmt und in einem Sandbett waagrecht positioniert. Durch eine Einbettung in Sand sind kleinere Risse in den Keramikformen vernachlässigbar, da diese durch den Sanddruck verschlossen werden. Die Ausrichtung der Form wird damit sehr vereinfacht und ist ein kritischer Schritt, da kleinste Abweichungen zu einem unvollständigen Ausfüllen der Form führen. Bei einem liegenden Guss empfiehlt es sich außerdem über die Spitze einzugießen, da das Gewicht des einfließenden Kupfers die Position des Kerns beeinflussen kann. Die Formen hielten trotz unterschiedlichen Magerungszuschlägen, wie z. B. Stroh, Sand usw., den hohen Belastungen durch fast zwei Kilogramm flüssiges Kupfer nicht stand. Die Kernfixierung konnte nicht entsprechend umgesetzt

werden, sodass keine Kontrolle über die Wandstärke der Tülle vorlag. Beim Gießen über die Spitze wurde wiederholt beobachtet, dass aufgrund des geringen Gefälles das Kupfer zu früh erstarrte und somit die Tülle nicht vollständig ausgebildet wurde (Abb. 6).

Es wurden drei verschiedene Sandsteine der Variation St. Margarethen auf Kalkbasis vom Steinmetz unseres Vertrauens erworben. Sie wurden bereits geschnitten, in Blockform und mit dazu passender Deckplatte geliefert. Diese hatten unterschiedliche Härtegrade und wiesen eine gute Stabilität und Bearbeitbarkeit auf. Diese Thematik wird im folgenden Kapitel noch näher erörtert.

#### Versuchsdurchführung

Aufgrund der Erkenntnisse aus den vorhergegangenen Versuchen wurde der Guss stehend über die Tülle durchgeführt, ein Kern aus Kupfer verwendet und als



Abb. 7: Gussofen in Betrieb. – The used furnace.

Gussformmaterial Sandstein gewählt. In der Versuchsreihe wurden insgesamt fünf Rekonstruktionen gefertigt. Als Versuchsumfeld fiel die Entscheidung auf das Freilichtmuseum Asparn an der Zaya, da dort die nötige Infrastruktur, die Öffentlichkeitsnähe und ein harmonisches Umfeld gewährleistet ist. Die Durchführung von Gussexperimenten ist im Freien aus arbeitstechnischen, wahrnehmungsspezifischen und authentischen Gründen zu empfehlen.

Für die Umsetzung der Versuche wurden Kupferrohre zugekauft und zerkleinert. Für den Schmelzprozess wurde ein Lehmofen mit ca. 40 cm Durchmesser und 25 cm Höhe herangezogen. Als Gebläse fungierte ein umgebauter regulierbarer Staubsauger (Abb. 7). Des Weiteren war eine Gusstiegelzange, mehrere Klemmen und persönliche Sicherheitsausrüstung (Lederschürze, Schutzbrille, Stahlkappenschuhwerk und Gusshandschuhe) im Einsatz.

Die Sandsteinformen wurden vor Ort mit dem entsprechenden Steinmetzwerkzeug aus Stahl (Stemmeisen, Raspeln, Hammer) gefertigt. Aufgrund der Beschaffenheit des Sandsteines kann an dieser Stelle angemerkt werden, dass die Bearbeitung von Sandstein in dieser Qualität mit Bronzewerkzeugen durchaus denkbar ist. Es wurden mehrere Luftkanäle in die Form geritzt (Abb. 9). Nach Fertigstellung der Form wurde der Ofen in Betrieb genommen und mit handelsüblicher Holzkohle gefahren. Zeitgleich wurde der Kupferkern mit mehreren Schichten Schlicker (feines Ton-Wassergemisch) eingepinselt, um ein Verschmelzen mit dem Artefakt zu verhindern und um etwaige Unebenheiten am Kern auszugleichen. Gleichzeitig wurde die gefertigte Sandsteinform nahe dem Ofen in glühende Kohlen gebettet, um sie vorzuwärmen. Aufgrund der Hitzeeinwirkung riss die Form in zwei Teile, konnte aber ohne Schwierigkeiten wieder zusammengesetzt



Abb. 8: Zwei der in Sandstein gegossenen Repliken (Mitte) mit den Abgüssen der Originale (oben und unten). – Two of the picks which were casted in sandstone (middle) with the replicas of the original picks.

werden. Zusätzlich wurde der Riss mit Schlicker ausgeschmiert. Dieser Vorfall führte dazu, dass nur das Negativ der Form mit glühenden Kohlen gefüllt wurde, um weitere Temperaturspannungen abzumildern.

In einem Graphittontiegel mit ca. 0,3 l Fassungsvermögen wurden zwei Kilogramm vom zuvor aufbereiteten Kupfer eingeschmolzen. Die in der Sandsteinform befindlichen glühenden Kohlen wurden entfernt und die Form ausgeblasen. Der Kupferkern wurde oben in die Form eingesetzt und die Abdeckplatte mit zwei Klemmen und Brettern fixiert. Zusätzlich wurde ein Erdmantel um die Form aufgeschüttet, da kein Sandbett zur Verfügung stand. Der Kupferschmelze wurde etwa ein Esslöffel Weinstein (Kaliumhydrogentartrat) zugesetzt. Dieser wirkt innerhalb



Abb. 9: Frisch gegossener Tüllenpickel in der Sandsteinform, mit Kern und Abdeckplatte. – Newly casted pick in the sandstone mould, with the core and the cover.

der Schmelze desoxidierend, wodurch sich die Gießbarkeit des Kupfers verbessert.

Der Guss wurde von zwei Personen durchgeführt. Einer führte den Tiegel, während der zweite mit einem Holzschicht aufschwimmende Verunreinigungen in der Schmelze zurückhielt. Nach ungefähr fünfminütiger Abkühlphase wurde die Form vom Erdmantel befreit und der Tüllenpickel vorsichtig herausgelöst (Abb. 8). Nach dem Abschrecken im Wasserbad wurde der Kern durch mehrfache Hammerschläge gelockert und konnte problemlos entfernt werden. Das fertige Objekt wurde mit den Originalabgüssen verglichen und wies vergleichbare Gussmerkmale auf (Abb. 9). Aufgrund dieser guten Übereinstimmungen wurde dieselbe Versuchsanordnung weitere viermal angewandt und konnte wiederholt werden.

## Zusammenfassung des Experiments

Die Nachbildungen weisen starke Ähnlichkeiten zu den Originalfundstücken auf, insbesondere die Vertiefungen und die Oberflächenstruktur sind vergleichbar. Ähnliche Oberflächen wie beim Guss in Sandstein können ebenso mit einem Guss in verlorener Form produziert werden und lassen sich makroskopisch kaum unterscheiden. Von Originalstücken kann nur bedingt auf das Material der Gussform rückgeschlossen werden.

Der Zeitaufwand betrug insgesamt 60 Arbeitsstunden, die sich auf drei Personen aufteilten. Insgesamt wurden für fünf Nachbildungen drei Sandsteinformen produziert und etwa 100 kg Holzkohle verbrannt. Für einen Pickel wurden zwei Kilogramm Kupfer eingeschmolzen, dieser Vorgang benötigt etwa eine Stunde. Für das Herstellen einer Sandsteinform wurden zwei Stunden aufgewendet. Dies kann durch die nötige handwerkliche Erfahrung und Materialkenntnisse verkürzt werden. Es konnte eine Sandsteinform für drei Güsse verwendet werden. Je nach Handhabung der Form sind mehrfache Güsse möglich. Sandstein ist für die Serienproduktion von Tüllengeräten bestens geeignet. Empirisch bestätigt hat sich, dass der Guss stehend, über den Kern und in eine gedeckte Form, zu guten Ergebnissen führt. Es bedarf wenig Nachbearbeitungen, um zum fertigen Werkzeug zu gelangen. Es bildet sich kein Gusszapfen aus. Der Tüllenpickel muss lediglich nachgeglüht und seine Spitze ausgeschmiedet und geschärft werden. Die Holzkohle hat den größten Gewichtsanteil bezogen auf den Gesamtprozess.

Für weitere Versuche wäre die Verwendung von Sandstein aus der direkten Umgebung des Fundortes der Pickel aussagekräftiger. Der direkte Vergleich von Fertigungszeiten ist schwierig, da diese abhängig sind vom Material, dem Handwerkskönnen und den jeweiligen Rah-

menbedingungen. Abschließend kann gesagt werden, dass hier eine gute Basis für weitere Versuchsreihen geschaffen wurde. Die Originale konnten sehr getreu nachgebildet und ein mögliches Guss-szenario erarbeitet werden.

## Schäftung der Gezähe

Auch in Bezug auf die „Schäftung“ liegen grundlegende Unterschiede vor.

Die Tüllenschäftung ist sehr einfach herzustellen. Der aus dem Ast gefertigte Zapfen ist mit wenigen Beilhieben zuge richtet und verkeilt sich durch die konische Form der Tülle sehr sicher (THOMAS 2018).

Falls ein Tüllengerät locker wird, ist durch Einlegen von Holzplättchen oder Hautstreifen in die Tülle rasch wieder ein fester Sitz des Gerätes zu erlangen. Tüllenpickelschäftungen dürften auch wenig bruchanfällig sein, da sie auffällig häufig komplett gefunden werden (THOMAS 2018).

Für die Herstellung der Aufnahme eines Lappenpickels ist es notwendig, die Schäftung mit einem Schlitz zu versehen. Für das Ausstemmen dieser Ausnehmung, durch die dann erst die beiden Schäftungszinken entstehen, auf die dann der Lappenpickel aufgeschoben werden kann, ist ein Spezialgerät notwendig – der lanzettförmige Meißel, der nur für diese Funktion ausgelegt zu sein scheint. Außerdem wird durch den Schlitz das Holz massiv geschwächt. Je weiter der Pickel im Zuge der Verwendung in die Schäftung eingetrieben wird, desto größer ist die Gefahr, dass der Kopf der Schäftung gespalten wird oder ein Zinken ausbricht. Der Großteil der in Hallstatt gefundenen Schäftungen zeigt die Spuren dieses Bruchverhaltens. Bisher wurden über 1000 Fragmente von Pickelschäftungen geborgen. Dem stehen lediglich zwei komplette Stücke gegenüber. Auch die vielen Versuche mit rekonstruiertem Ge-

zähe, die in den letzten Jahren durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass die gespaltenen Zinken die Schwachstelle der Schäftung darstellen.

Bei Tüllen- und Lappenschäftungen hängt der Arbeitswinkel des geschäfteten Geräts vom Wuchswinkel der Stamm-Astabszweigung des verwendeten Rohlings ab. Bei der Zurichtung der Zinken für die Aufnahme eines Lappengeräts sind so gut wie keine Korrekturen des vorgegebenen Winkels möglich, um den Arbeitswinkel zu verändern. Bei Tüllenschäftungen kann im Zuge der Ausformung des Schäftungszapfens der Arbeitswinkel noch geringfügig angepasst werden.

Conclusio: Vergleich Arbeitsaufwand  
Tüllenpickel vs. Lappenpickel

Im Vergleich zu dem aufwendigen und zeitintensiven Herstellungsprozess für Lappenpickel scheinen Tüllenpickel viele Vorteile in Bezug auf die Fertigung zu haben. In der Formherstellung, Gussnachbearbeitung sowie bei der Herstellung der Schäftung ist der Tüllenpickel wesentlich weniger arbeitsintensiv. Die Schäftungen für Tüllenpickel weisen keine Schwachstellen auf und sind daher im Vergleich zu Lappenschäftungen deutlich weniger bruchanfällig.

Die Frage, warum die Hallstätter Bergleute ausschließlich Lappenpickel einsetzten, konnte mit diesen Gussexperimenten nicht beantwortet werden.

Ausblick

In den kommenden Monaten sollen sowohl die Tüllen- als auch die Lappenpickelrekonstruktionen im direkten Vergleich bei Abbauversuchen im Salzbergwerk Hallstatt eingesetzt werden.

Auch die Gussexperimente werden weitergeführt. Geplant ist, Güsse in Formen aus lokal anstehendem Gestein auszuführen und die Gussformen mit einem re-

konstruierten bronzezeitlichen Werkzeugatz herzustellen.

Literatur

**FASNACHT, W. 1995:** Die Schaftlochaxt von Parpan im Gussexperiment. In: B. Schmid-Sikimic, Ph. Della Casa, Trans Europam. Festschrift M. Primas. Bonn 1995, 23-28.

**GOLDMANN, K. 1981:** Guss in verlorener Sandform – das Hauptverfahren alteuropäischer Bronzegegesser. Archäologisches Korrespondenzblatt 11, 1981, 109-116.

**GRASBÖCK, S. 2008:** Hallstattzeitliche Bronzepickel: Zur Herstellungsqualität der Gezähe anhand metallurgischer und experimentalarchäologischer Untersuchungen – Ein Vergleich des Bruchverhaltens originaler und nachgegossener Kopien. Unpubl. schriftl. Arbeit, Wien 2008.

**HÄNSEL, A., HÄNSEL, B. 1997:** Gaben an die Götter. Schätze der Bronzezeit Europas. Berlin 1997, 101-233.

**HÖGLINGER, P. 1996:** Der spätbronzezeitliche Depotfund von Siepbachzell/OÖ. Linzer Archäologische Forschungen, Sonderheft 16. Linz 1996.

**HOLDERMANN, C.-St., TROMMER, F. 2005:** Zur Himmelsscheibe von Nebra – Metalltechnologie der frühen Bronzezeit im Nachvollzug. Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz 2005, 123-135.

**HOLDERMANN, C.-St., TROMMER, F. 2010:** Verfahrenstechniken und Arbeitsaufwand im frühbronzezeitlichen Metallhandwerk. Technologische Aspekte der Himmelscheibe von Nebra. Ein Erfahrungsbericht. In: H. Meller, F. Bertemes (Hrsg.), Der Griff nach den Sternen. Internationales Symposium in Halle (Saale), 16.-21. 02.2005. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle, 5/II, Halle 2010, 791-806.

**HOLDERMANN, C.-St., TROMMER, F. i. Vorb.:** Zum bronzezeitlichen Metallhandwerk. Aspekte der Verfahrenstechnik unter besonderer Berücksichtigung des Ofenbaus,



des Formenmaterials und der Gussdurchführung (i. Vorb.).

**JOCKENHÖVEL, A. 1994:** Arbeiten an Ofen und Tiegel – Frühe Metallurgen und Künstler. In: A. Jockenhövel, W. Kubasch (Hrsg.), *Bronzezeit in Deutschland*. Stuttgart 1994, 36-40.

**KONRAD, M., LOBISSER, W. 2015:** Das Rekonstruktionsmodell einer idealisierten Bronzegusswerkstätte nach archäologischen Befunden der späten Bronzezeit im Freilichtbereich des Museums für Urgeschichte in Asparn an der Zaya in Niederösterreich. *Experimentelle Archäologie in Europa* 14. Bilanz 2015, 119-132.

**KOWARIK, K. 2016:** Untersuchungen zu den Wirtschaftsstrukturen der bronze- und ältereisenzeitlichen Salzbergbaue von Hallstatt. Dissertation Universität Wien 2016.

**NESSSEL, B. 2012:** Alltägliches Abfallprodukt oder Marker bevorzugter Gusstechnik? Zu bronzenen Gusszapfen zwischen Karpaten und Ostsee. In: I. Heske, B. Horjcs (Hrsg.), *Bronzezeitliche Identitäten und Objekte*. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie 221. Bonn 2012, 145-160.

**OTTAWAY, B. S. 1994:** *Prähistorische Archäometallurgie*. Espelkamp 1994.

**PARET, C. 1952-54:** Der große Fund von Bronzegussformen der Spätbronzezeit von Neckargartach. *Fundberichte aus Schwaben* N.F. 13, 1952-54, 35-39.

**RESCHREITER, H., KOWARIK, K. 2015:** Die prähistorischen Salzbergwerke von Hallstatt. In: T. Stöllner, K. Oeggel (Hrsg.), *Bergauf Bergab. 10.000 Jahre Bergbau in den Ostalpen*. Wissenschaftlicher Begleitband zur Ausstellung im Deutschen Bergbau-Museum Bochum. Bochum 2015, 289-292.

**RESCHREITER, H. 2017:** 40 Years of Underground Experiments – Getting to know the prehistoric Hallstatt salt mine with the aid of experimental archaeology. *Experimentelle Archäologie in Europa* 16. Jahrbuch 2017, 45-59.

**THOMAS, P. 2009:** Die Holzfunde aus dem prähistorischen Bergbau des Arthurstollens bei Bischofshofen im Pongau. Unpubl. Magisterarbeit Universität Marburg 2009.

**THOMAS, P. 2014:** Copper and Gold – Bronze Age Ore Mining in Transylvania. *Festschrift für Horia Ciugudean*. Apulum 51. Alba Iulia 2014, 161-176.

**THOMAS, P. 2018:** Studien zu den bronzezeitlichen Bergbauhölzern im Mitterberger Gebiet. *Der Anschnitt, Beiheft 38*. Bochum 2018 (im Druck).

**STÖLLNER, T., SCHWAB, R. 2009:** Hart oder weich? Worauf es ankommt! Pickel aus dem prähistorischen Bergbau der Ostalpen. *MAG* 139, 2009, 149-166.

**STÖLLNER, T. ET AL. 2016:** The Enmeshment of Eastern Alpine Mining Communities in the Bronze Age. From Economic Networks to Communities of Practice, In: G. Körlin et al. (eds.): *From Bright Ores to Shiny Metals*. *Festschrift für Andreas Hauptmann on the Occasion of 40 Years Research in Archaeometallurgy and Archaeometry*. *Der Anschnitt, Beiheft 29*. Bochum 2016, 75-108.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: Foto F. Poppenwimmer 2017

Abb. 2: Foto A. Rausch/NHM-Wien

Abb. 3: Foto Holdermann/Trommer 2017

Abb. 4: Foto und Grafik M. Konrad 2017

Abb. 5: nach THOMAS 2009, Abb. 4.7

Abb. 6: Foto M. Konrad

Abb. 7: Foto Pokorny 2016

Abb. 8-9: Foto Lorenz 2016

Autoren  
Hans Reschreiter  
Prähistorische Abteilung/Naturhistori-  
sches Museum Wien  
Burgring 7  
1010 Wien  
Österreich  
hans.reschreiter@nhm-wien.ac.at

Michael Konrad  
OREA  
Hollandstraße 11-13  
1020 Wien  
Österreich  
michaelkonrad0@gmail.com

Stefan Stadler  
Universität Wien  
Universitätsring 1  
1010 Wien  
Österreich  
stefan.stadler@univie.ac.at

Marcel Lorenz  
Universität Wien,  
Universitätsring 1  
1010 Wien  
Österreich  
marcel\_lorenz@gmx.at

Claus-Stephan Holdermann  
CONTEXT OG ARCHÄOLOGIE –  
BAUFORSCHUNG KULTURRAUM-  
ANALYSEN  
Oberdorf 24  
6179 RANGGEN  
Österreich  
claus-stephan.holdermann@context-  
archaeology.info

Frank Trommer  
Schmied - Archäotechniker - staatl. gepr.  
Denkmalpfleger  
Ulmer Str. 43  
89143 Blaubeuren  
Deutschland  
info@trommer-archaeotechnik.de

## Auf der Suche nach dem „dehnbaren Beton“

Hannes Lehar

**Summary – On the search for “extendible” cement.** *With modern underfloor heating there needs to be a at least 10 mm broad, elastic border joint between the heated floor screed and the room's wall, because the cement floor screed through the warming which is necessary for heating expands and it needs room for that. If there is no possibility for absorption of the distention, the floor screed tears together with the floor covering installed on it, and ugly cracks form. But with roman hypocaust heating the heated floor (suspensura) screed connects to the room's walls without any gap.*

*With the reconstructed hypocaust heatings there has been no gap between the suspensura and the room's walls, similar to the roman way. Subsequently cracks developed which in these cases are not only uncomely, but also dangerous, because flue gas (with poisonous CO and CO<sub>2</sub>) enters the rooms. The reconstructions were executed with modern reinforced cement which needs to be able to expand – hence the cracks.*

*How did the roman handle this expansion without border joints? During excavations one continuously finds floors made from roman opus caementitium who quasi proceed in waves with places where modern cement long ago would have cracked. They seem as if they have been elastic. To get to the bottom of this thing the author instigated a project which has been running for more than a year. In this project the faculty of Building (area of work material technology) of the University Innsbruck and the governmental testing and experimental station for building materials of the HTL Innsbruck work together with the author to find this “elastic roman cement”.*

*Keywords: opus caementitium, hypocaust heatings, cracked suspensurae, escape of flue gas through suspensurae*

*Schlagworte: opus caementitium, Hypokaustheizung, Risse in Suspensuren, Rauchgasaustritt durch Suspensuren*

Die Hypokaustheizung ist eine der großen technischen Leistungen der Römer. Erstmals war es möglich, einen Raum großflächig behaglich zu beheizen und dabei die beim Heizen entstehenden Rauchgase nicht durch den Raum leiten zu müssen, wie das bei allen anderen damals bekannten Heizsystemen der Fall war (Abb. 1).

Das Feuer brannte im praefurnium, die warmen Rauchgase zogen unterhalb der suspensura (Abb. 1,7-9) durch das hypocaust, erwärmten die suspensura (die ihrerseits die Wärme an den Raum abgab) und zogen durch die Rauchabzüge ins Freie ab. Das scheint ganz einfach zu sein, ist aber – wie sich bei rekonstruierten Hypokaustheizungen zeigte – ein

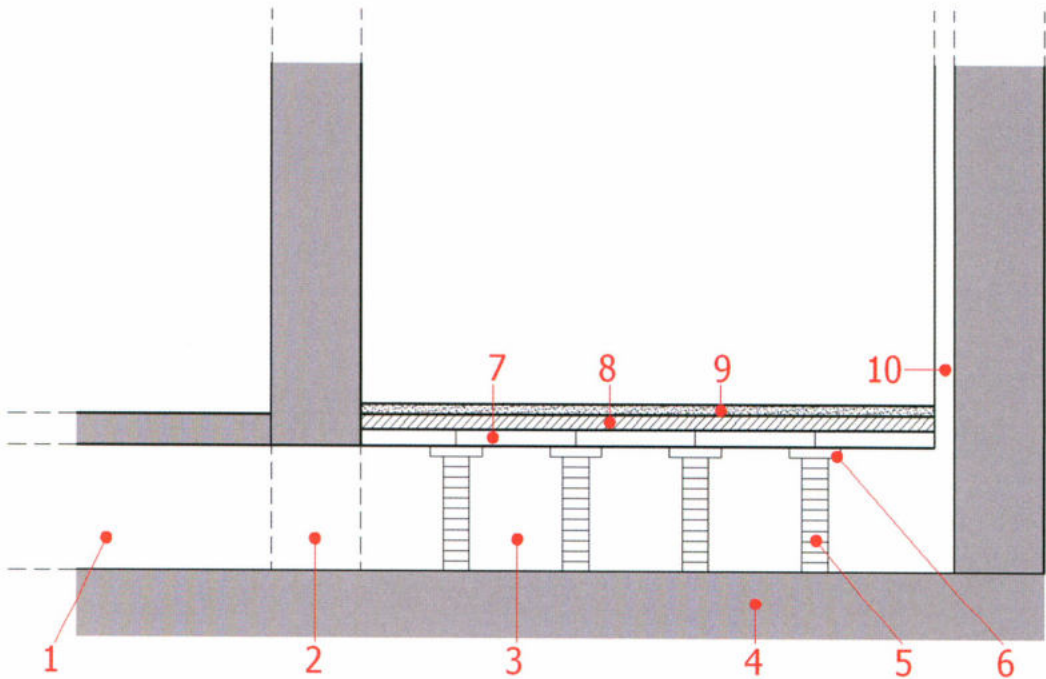


Abb. 1: Schnittbild durch eine Hypokaustheizung mit deren Hauptbestandteilen: 1= Praefurnium; 2=Feuerungskanal (auch Schürkanal) 3=Hypokaust; 4=Unterer Boden; 5=Hypokaustpfeiler; 6=Auflageplatte (auch Auflagefläche, Kopfplatte, Trägerplatte); 7=Suspensurplatten (Ziegelplatten); 8= Grober Estrich (aus opus caementitium mit groben Zuschlagstoffen); 9=Feiner Estrich (aus opus caementitium mit feinen Zuschlagstoffen); 10=Rauchabzug (auch Abzug, Endabzug, Tubulusstrang aus Hohlziegeln); 7+8+9 bilden zusammen die suspensura (=gesamte Bodenkonstruktion, auch als Estrichplatte bezeichnet). – Sectional view of a hypocaust heating with the main components: 1=prae-furnium (furnace); 2=combustion channel; 3=hypocaust; 4=lower base; 5=hypocaust pillar (pillae stack); 6=carrier/base plate; contact face; head plate; 7=suspensura-plates; 8=opus caementitium (raw/rugged screed); 9=opus caementitium (fine screed); 10=flue (box flue tiles inside the walls); 7+8+9 combined are called suspensura (=the floor construction as a whole).

komplexes System, das im praktischen Betrieb einige Schwierigkeiten mit sich brachte. Der größte Teil der aufgetretenen Probleme ist heute auf Grund eingehender Untersuchungen (KRETZSCHMER 1953, 15-41; LEHAR 2012, 37-231) gelöst. Ein gravierendes Problem besteht allerdings immer noch: Bei allen rekonstruierten Anlagen (außer möglicherweise im Saalburg-Kastell) wurden die in Abb. 1 dargestellten Teile 8 und 9 der suspensura aus modernem, armierten Beton hergestellt. Bei all diesen Heizungen traten im Heiz-

betrieb mehr oder weniger schnell Risse in der Suspensura – und damit Undichtigkeiten – auf. Sie werden dadurch hervorgerufen, dass sich die suspensura – wie jedes Material – bei Erwärmung ausdehnt, jedoch ohne dass dafür (genauso wie bei den römischen Originalbefunden) entsprechend ausreichender Platz vorgesehen ist (LEHAR 2012, 70-80) (Abb. 2). Diese Dehnung kann bei einem großen Raum bis zu einigen Zentimetern betragen. Das klingt nicht nach viel, hat aber eine große Kraft. Wenn für diese Deh-

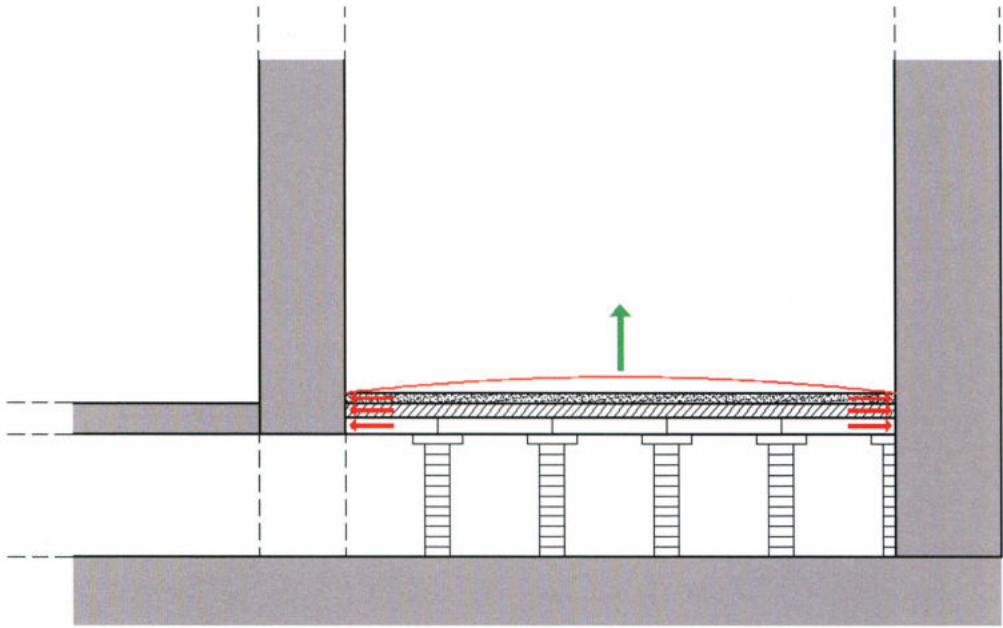


Abb. 2: Wölbung der Estrichplatte (schematisch) nach oben, wenn keine Möglichkeit einer seitlichen Dehnung besteht (rote Pfeile). – No room for extension (schematically illustrated), the floor shows surface distortion (red arrows).



Abb. 3: Risse im Boden der basilika thermarum im Archäologischen Park von Carnuntum. – Clefts in the floor of basilika thermarum (Archaeological park Carnuntum).

nung kein Platz vorhanden ist, gibt das Probleme: entweder wölbt sich der Boden in seiner Gesamtheit auf (Abb. 2) und es entstehen dadurch Risse (Abb. 3) oder es schiebt die Außenwand hinaus (Abb. 4). Diese Risse sind nicht nur störend, durch sie treten Ruß, aber vor allem gefährliche Rauchgase ( $\text{CO}$  und  $\text{CO}_2$ ) aus dem Hypokaust in den Raum ein. Welche Ausmaße der Eintritt von Abgasen durch die geschilderten Schäden annehmen kann, zeigte ein Heizversuch in den rekonstruierten Herbergsthermen im AP Xanten, bei dem in den Räumen eine  $\text{CO}$ -Konzentration von 240 ppm (ppm: parts per million; 1 ppm=0,0001%) (Das ist das Achtfache des zulässigen MAK-Wertes; MAK-Werte: Maximale Arbeitsplatzkonzentrations Werte, Deutsche Forschungs-



Abb. 4: Durch die Estrichdehnung nach außen gedrückte Wand, dadurch Risse und Eintritt von Ruß und Rauchgasen aus dem hypokaust in den Raum, AP Carnuntum, Villa Urbana. – The wall has been pressed outwards and has partially torn. Due to this, soot and flue gas were able to escape from the hypocaust.

gemeinschaft – Köln 1986) und eine  $\text{CO}_2$ -Konzentration von 0,5% (zulässiger MAK-Wert 0,15% Volumen-Konzentration) auftraten (REICHEL 2007, 80). Unter anderem wegen dieser gefährlich hohen Schadstoffkonzentration darf diese Anlage nicht mehr in Betrieb genommen werden.

Auch in der Antike dürften nicht alle Hypokaustheizungen immer perfekt funktioniert haben. Einen Hinweis dafür liefert uns Julian Apostata, der im Winter 360 n. Chr. in Lutetia (Paris) eine Beheizung seines Schlafraums ablehnte: „...ich mochte den Dienern nicht erlauben, meinen Schlafraum [mit der Hypokaustheizung; Anm. des Autors] zu heizen, denn ich fürchtete, dass dies Dämpfe aus den Mauern zie-

hen könnte.“ Statt dessen ließ er den Raum mit einem Holzkohlebecken erwärmen (Jul., Misopogon 341 B-D; vergl. SCHIEBOLD 2005, 259). Von derartigen Ausnahmen abgesehen, muss das System aber zufriedenstellend funktioniert haben, sonst wären nicht über 500 Jahre lang im ganzen Römischen Reich Hypokaustheizungen gebaut worden.

Das Problem der Rissbildung trat auch in der Anfangszeit der modernen Fußbodenheizung (FBH) auf. Es wurde auf folgende Weise gelöst: Bei dem Estrich der FBH (er ist in seiner Funktion der *suspensura* vergleichbar) handelt es sich jetzt um einen „schwimmenden Estrich“, das heißt, er hat keine feste Verbindung zum Untergrund (Wärmedämmplatten) und ist durch eine rundum verlaufende sogenannte Randfuge (mit einem darin eingelegten dauerelastischen Randdämmstreifen) einschließlich des Bodenbelags vollkommen von den Wänden getrennt (ÖNORM B 2242, 4,4), kann sich also bei Erwärmung ungehindert ausdehnen. Analog zu dieser modernen Lösung müsste eine römische Hypokaustheizung also wie in Abb. 5 aufgebaut gewesen sein. Das war sie aber nicht. Bei den römischen Hypokaustheizungen liegt die *suspensura fix* auf den Pfeilern des hypokausts auf und stößt immer voll an die Wände an, hat also keine Möglichkeit, sich auszudehnen (siehe Abb. 2). Dazu kommt, dass die *suspensura* wesentlich wärmer, ja sogar heißer wird als der Estrich einer modernen FBH, sich daher noch mehr ausdehnt. Trotzdem weisen gut erhaltene römische *suspensurae*, die, wie erwähnt, ohne jeden Spalt voll an den Raumwänden anstanden, keine Risse auf, ja selbst dort, wo die Unterkonstruktion eingebrochen ist, geht (bis zu einem gewissen Grad) die *suspensura* mit, ohne zu brechen (Abb. 6).

Interessant in diesem Zusammenhang ist die Erwähnung von E. Brödner, dass bei Grabungen häufig „verwölbte Hohlböden

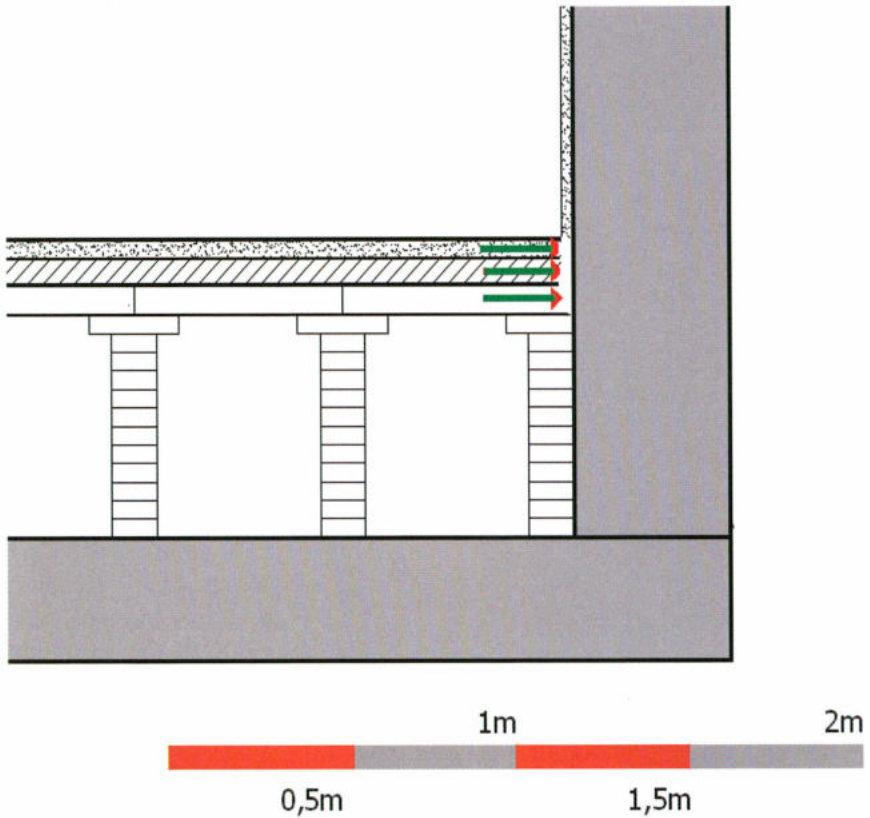


Abb. 5: Die drei Schichten der suspensura haben genügend Platz zur Dehnung (grüne Pfeile). – The three layers of suspensura have room enough to expand (green arrows).

der Hypokausten“ gefunden wurden (BRÖDNER 1989, 76). Was die Rissbildung im Estrich betrifft, ist es denkbar, dass die verwendete Estrichmasse elastischer als unser moderner Estrichbeton war. Die Abbindezeit von opus caementitium ist offenbar wesentlich länger als die modernen Betons. Lamprecht nennt einen Zeitraum von bis zu zwei Jahren (LAMPRECHT 1996, 59). Eine Untersuchung römischen Mörtels mit einem Isotopen-Verfahren im Auftrag der Europäischen Kommission setzt die Zeit bis zur vollständigen Aushärtung fallweise mit bis zu 100 Jahren an (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2005, 60). Die Lösung des Problems könnte bei dem opus caementitium (einer Art „Kalkbeton“), das für die suspensura verwendet wurde, und dessen Verarbeitung liegen. Leider sind uns keine Zusammensetzungen

gen oder Anleitungen zur Herstellung für diesen Zweck aus römischer Zeit überliefert. Um der Frage auf den Grund zu gehen, wird seit zwei Jahren auf Grund einer Anregung des Autors fachübergreifend nach einer Lösung gesucht. Beteiligt sind: die „Versuchsanstalt Innsbruck – staatlich akkreditierte Versuchsanstalt für Baustoffe“ (Dr. Klemens Maier), die „Stiftungsassistent Materialwissenschaft in der Denkmalpflege“ (Dr. Anja Diekamp) vom Institut für Konstruktion und Materialtechnologie an der Fakultät für Technische Wissenschaften der Universität Innsbruck und der Autor vom Institut für Archäologien der Universität Innsbruck. Die Lösung schien ganz einfach zu sein: die Zusammensetzung römischer suspensurae materialtechnisch analysieren und daraus ein Rezept erstellen. Zu-



Abb. 6: Wellenförmig verformter Boden in den Kleinen Thermen von Cambodunum. – Wave-like distorted floor in the Kleinen Thermen von Cambodunum.



Abb. 7: Materialuntersuchung im Labor des Instituts für Materialtechnologie (Universität Innsbruck). – Material research in the lab of the institute for material technology (University Innsbruck).

nächst wurden am Institut für Materialtechnologie Materialproben aus der römischen Villa von Borg, den Archäologischen Parks von Xanten und Homburg-Schwarzenacker sowie aus den Kleinen

Thermen von Cambodunum (Kempten im Allgäu) mittels Röntgendiffraktometrie untersucht (Abb. 7-11).

Das Ergebnis war ernüchternd: Alle vier Proben hatten nur eines gemeinsam – den hohen Anteil an Kalk. Das war bei einem „Beton“ mit dem Bindemittel Kalk zu erwarten gewesen. Aber sonst gab es keine signifikante Übereinstimmung; weder bei den Zuschlagstoffen noch bei deren Korngrößen. Das heißt, ein einheitliches Rezept für den Estrich der *suspensura* gab es offenbar nicht!

Neu war für uns der relativ große Anteil an Keramik (Ziegelstücken unterschiedlicher Größe) in der *suspensura*, obwohl es sich nicht um wasserdichtes *opus caementitium* handelte, für das eine hohe Zumischung von fein gemahlenem Ziegelsplitt charakteristisch ist (leicht an seiner rötlichen Farbe erkennbar).



## Röm. Estrich Villa Borg

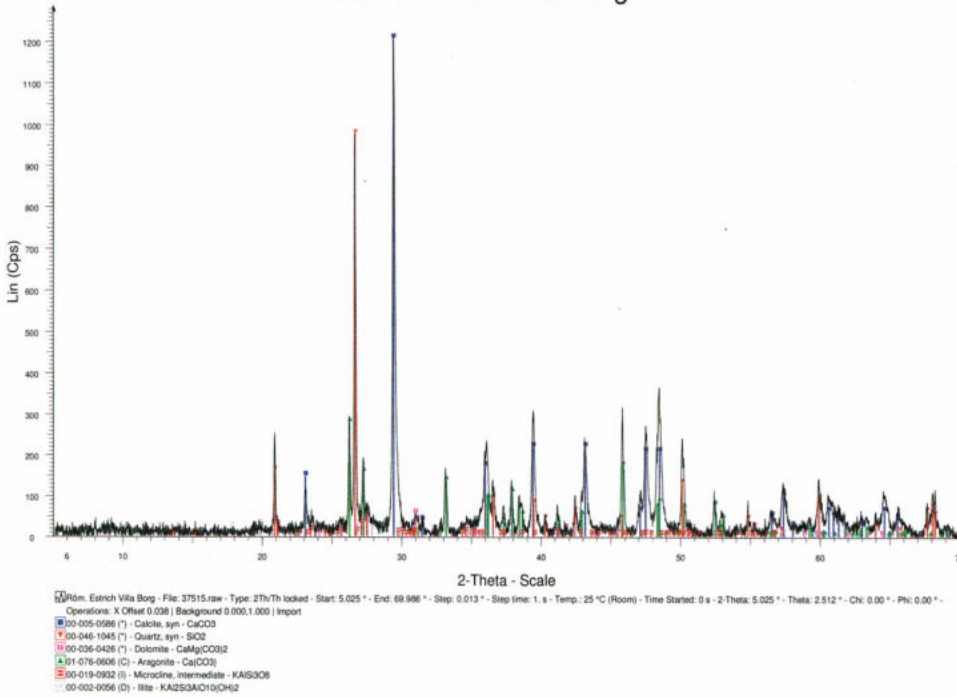


Abb. 8: Diffraktogramm der suspensura-Probe. – Diffraktogramm of the suspensura sample.

## Röm. Estrich Xanten

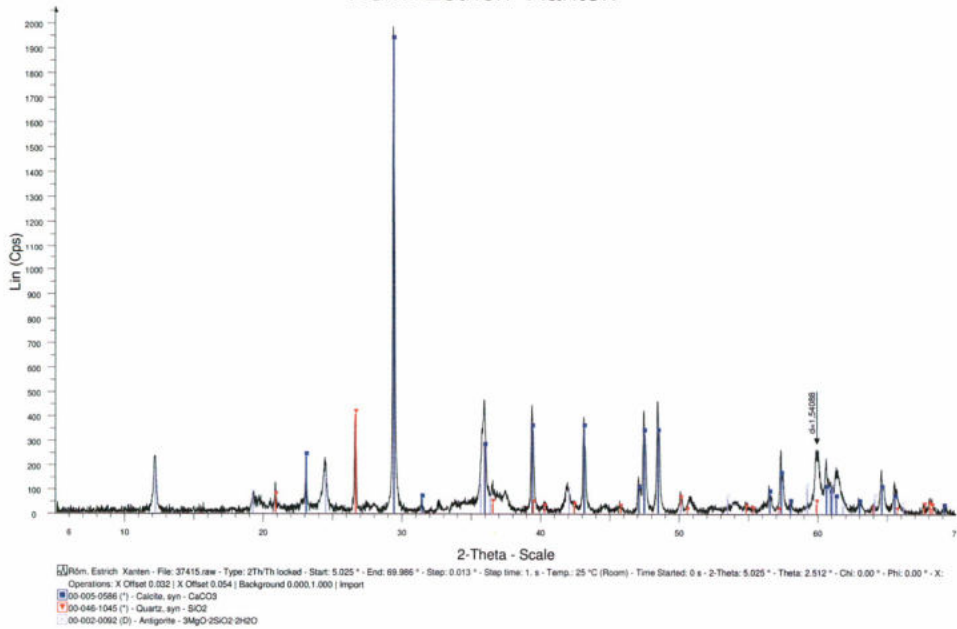


Abb. 9: Diffraktogramm der suspensura-Probe. – Diffraktogramm of the suspensura sample.

### Röm. Estrich Kempten

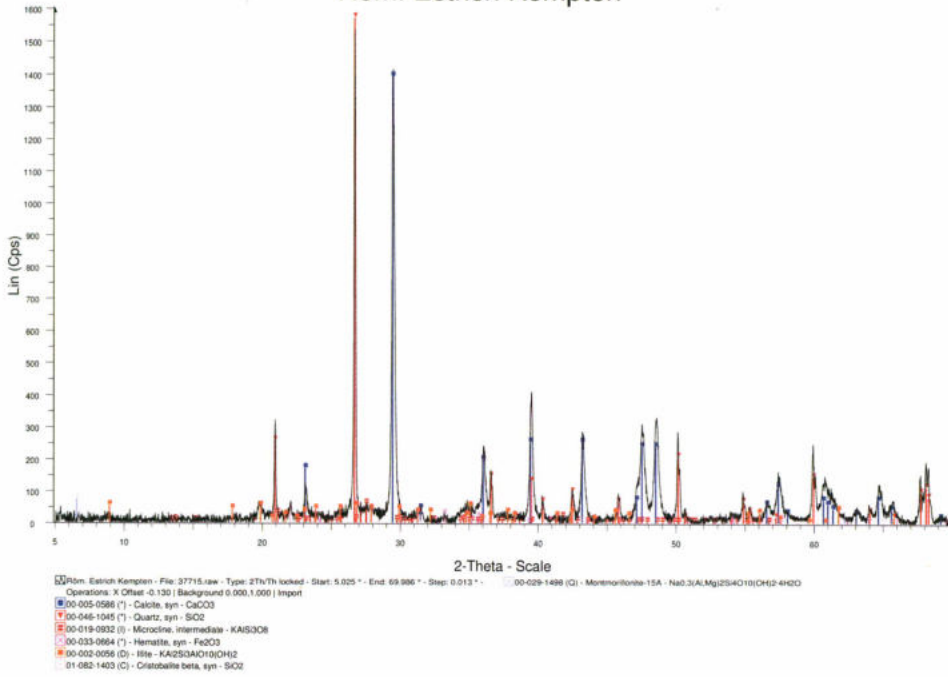


Abb. 10: Diffraktogramm der suspensura-Probe. – Diffraktogramm of the suspensura sample.

### Röm. Estrich Schwarzenacker

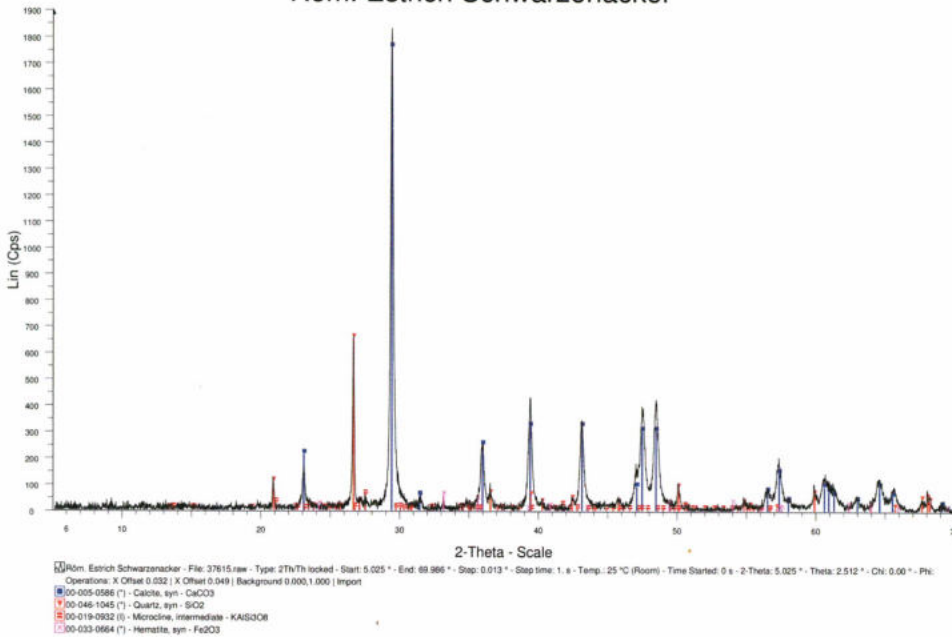


Abb. 11: Diffraktogramm der suspensura-Probe. – Diffraktogramm of the suspensura sample.

Weitere Untersuchungen am Institut für Materialtechnologie wie z. B. Rasterelektronenmikroskopie sind auf jeden Fall erforderlich, um beim Material mehr in die Tiefe gehen zu können. Der auf der Tagung gezeigte Poster von Tobias Bader MSc. und Martin Schidlowski MSc. vom Institut für Konstruktion und Materialtechnologie (siehe auch deren Beitrag in diesem Buch) zeigt bereits erste Resultate der Untersuchungen. Gleichzeitig starteten an der Versuchsanstalt Innsbruck praktische Versuche mit unterschiedlichen Materialzusammensetzungen. Die Ergebnisse wurden bewertet und darauf aufbauend gezielt weitere Versuche durchgeführt. Dabei zeigte es sich, dass es nicht nur auf die Zusammensetzung, sondern auch auf die Art der Verarbeitung ankommt. Am Beispiel gebrannter Kalk: Wurde er gebrannt, dann gelöscht und anschließend mit den Zuschlagstoffen vermischt? Wurde er gebrannt, gelöscht, eingesumpft und dann vermischt? Wurde er gebrannt, trocken mit den Zuschlagstoffen vermischt und dann erst in der Mischung gelöscht? Gar nicht zu reden von den Mischungsverhältnissen. Am Beispiel Einbringung der fertigen Masse: War sie erdfeucht wie bei modernen Estrichen oder nass und flüssiger? Wurden die beiden Schichten gleich nacheinander oder mit zeitlichem Abstand eingebracht? Wann begann man zu heizen? Bei noch feuchter oder bei bereits getrockneter Masse? Doch darüber berichtet Dr. Klemens Maier von der Versuchsanstalt Innsbruck in seinem Beitrag in diesem Buch.

#### Quellen

Julian Apostata: Misopogon 341 B-D.

#### Literatur

**BRÖDNER, E. 1989:** Wohnen in der Antike. Darmstadt 1989.

**EUROPÄISCHE KOMMISSION 2005:** European Communities, Project Report – Isotopic Technologies Applied to the Analysis of Ancient Roman Mortars – EUR 21624. Brussels 2005.

**KRETZSCHMER, F. 1953:** Hypokausten. Saalburg Jahrbuch XII, 1953, 8-41.

**LAMPRECHT, H. O. 2001:** Opus Caementitium – Bautechnik der Römer. Düsseldorf 2001.

**LEHAR, H. 2012:** Die römische Hypokaustheizung – Berechnungen und Überlegungen zu Leistung, Aufbau und Funktion. Aachen 2012.

**ÖNORM B 2242:** Österreichisches Normungsinstitut (Hrsg.), ÖNORM B 2242, Herstellung von Fußbodenheizungen, Teile 1-4. Wien 1998.

**REICHEL, W. 2007:** Die Flächenheizung und der Fenstereinfluss auf die Behaglichkeit im Warmbad. In: gi Gesundheits-Ingenieur – Haustechnik – Bauphysik – Umwelttechnik 128, Heft 2, 2007, 79-85.

**SCHIEBOLD, H. 2005:** Strömungsverlauf der Rauchgase in Hypokaustenanlagen für Heizung und Wassererwärmung. In: gi Gesundheits-Ingenieur – Haustechnik – Bauphysik – Umwelttechnik 126, Heft 5, 2005, 254-259.

Abbildungsnachweis

Abb. 1-6: H. Lehar

Abb. 7-10: A. Diekamp

Autor

Mag. Dr. Hannes Lehar

Universität Innsbruck

Freier wissenschaftlicher Mitarbeiter

Institut für Archäologien, Fachbereich

Klassische und Provinzialrömische

Archäologie

Zentrum für alte Kulturen

Langer Weg 11

6020 Innsbruck

Österreich

[hannes.lehar@aon.at](mailto:hannes.lehar@aon.at)

## Mineralogische und chemische Charakterisierung römischer Estriche

Martin Schidlowski, Tobias Bader, Anja Diekamp

### **Summary – Mineralogical and chemical characterization of Roman floor screed.**

*This study investigates the mineralogical and chemical composition of floor screed samples from Roman thermal bath buildings in Xanten and Schwarzenacker. A range of characterization methods was used, including petrographic microscopy, scanning electron microscopy with energy dispersive X-ray spectroscopy and X-ray powder diffraction. Both samples contain calcite as the main binder phase, which indicates the use of lime as basic raw material. Furthermore, they contain brick fragments, which were most likely added as a pozzolanic component to the lime. Depending on the specific type of lime which was used, different reaction products have formed. The binder from Xanten (dolomitic lime) consists among calcite of lizardite and most probably low crystalline magnesium–silicate–hydrate phases. This indicates that magnesium is part of the dolomitic lime and has also undergone a pozzolanic reaction with the brick fragments. The binder from Schwarzenacker contains only calcite, which indicates the use of pure lime as original material. The lime and the brick fragments also formed a pozzolanic reaction. This is indicated by the possible presence of calcium–silicate–hydrate phases.*

*Keywords: Roman floor screed, binder investigation, pozzolanic, M–S–H phases*

*Schlagworte: Römische Estriche, Bindemitteluntersuchungen, puzzolanisch, M–S–H-Phasen*

### Einleitung

Dieser Beitrag stellt das Bindeglied zu den Untersuchungen von Herrn Mag. Dr. Hannes Lehar und den praktischen Versuchen an der Versuchsanstalt Innsbruck unter der Leitung von Dipl.-Ing. Dr. Klemens Maier (siehe Beiträge in diesem Band) dar. Es werden erste Ergebnisse zu Bindemitteluntersuchungen an Estrichproben aus provinzialrömischen Thermengebäuden aus Colonia Ulpia Traiana und aus Schwarzenacker vorgestellt. Die

untersuchten Estrichproben enthalten Ziegelsplitt als puzzolanischen Zusatzstoff. Die bewusste Zugabe von Ziegelsplitt zu Mörteln, um diese wasserdicht zu machen, erfolgt bereits seit über 2000 Jahren (GERDES 2008, 622). Um sowohl das Bindemittel und den zugegebenen Ziegelsplitt als auch das Zusammenspiel dieser beiden Hauptkomponenten und die Bildung neuer Phasen zu analysieren, wurden mineralogische und chemische Untersuchungsmethoden angewandt.



Abb. 1: Handstücke aus Xanten (1a) und Schwarzenacker (1b). Auffällig ist das sehr reine Weiß des Bindemittels aus Xanten. Das Bindemittel der Probe aus Schwarzenacker weist eine mehr ockerfarbene Färbung auf. – Samples from Xanten (1a) and Schwarzenacker (1b). Striking is the very pure white of the binder from Xanten. The binder of the sample from Schwarzenacker has a more ocher coloring.

## Material und Methoden

### Proben

**Xanten:** Die Proben stammen aus dem Caldarium eines Thermengebäudes. Es handelt sich um Stücke eines wasserdichten Estrichs. Dieser weist hohe Gehalte an Ziegelsplitt auf. Das Bindemittel besitzt eine auffallend helle, fast weiße Färbung (Abb. 1a).

**Schwarzenacker:** Die Proben waren vermutlich Teil eines Wohngebäudes oder einer Töpferei. Auch hierbei handelt es sich um Stücke eines wasserdichten Estrichs, der Anteile an Ziegelsplitt enthält. Das Bindemittel weist eine mehr ockerfarbene Färbung auf (Abb. 1b).

### Untersuchungsmethoden

Das Gefüge des Estrichs und der Mineralbestand des Zuschlags wurden an polierten Dünnschliffen mit einem Polarisationsmikroskop (PolMi) vom Typ Axio Imager.A2m der Firma Zeiss charakterisiert.

Mittels Rasterelektronenmikroskopie (REM) vom Typ QUANTA 200 3D der Firma FEI wurde das Gefüge im  $\mu\text{m}$ -Bereich sowohl an Dünnschliffen als auch an Bruchstücken weiterführend untersucht.

Ein mit dem Rasterelektronenmikroskop gekoppelter Detektor zur energiedispersiven Röntgenspektroskopie (EDS) diente zur qualitativen und quantitativen chemischen Bestimmung ausgewählter Bindemittelbereiche.

Die Pulverröntgendiffraktometrie (RDA) ermöglicht die qualitative Analyse der mineralogischen Zusammensetzung des Bindemittels (Siebfraktion  $< 0,063 \text{ mm}$ ). Sie erfolgte mit dem EMPYREAN der Firma PANalytical. Die Messungen wurden mittels  $\text{CuK}\alpha$ -Strahlung in einem Winkelbereich von  $5^\circ$  bis  $70^\circ 2\theta$  durchgeführt.

### Ergebnisse / Diskussion

Aufgrund der Komplexität und Heterogenität historischer Mörtel ist es sinnvoll, sich mit dem Polarisationsmikroskop einen Überblick über das Gefüge, die Zuschläge und den Charakter des Bindemittels zu verschaffen. Beide Proben sind im Dünnschliff in Bezug auf die Farbgebung des Bindemittels inhomogen und weisen diffuse, fleckige Bereiche auf (Abb. 2a und 2c). Größere Bereiche mit gleichmäßig hellem, mikritischem Braun, wie sie für einen reinen Kalkmörtel typisch wären, finden sich nicht (BLÄUER, KÜNG 2007,

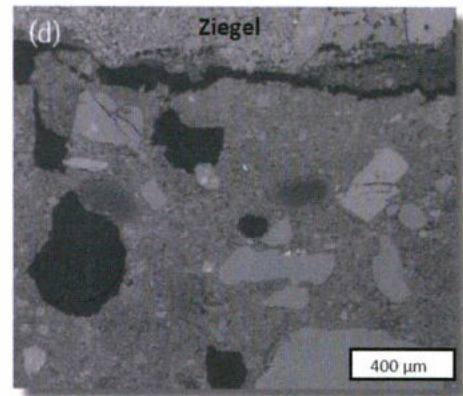
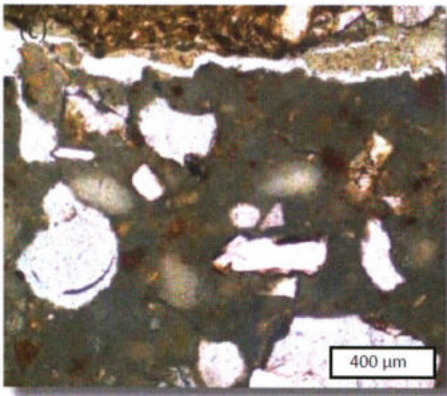
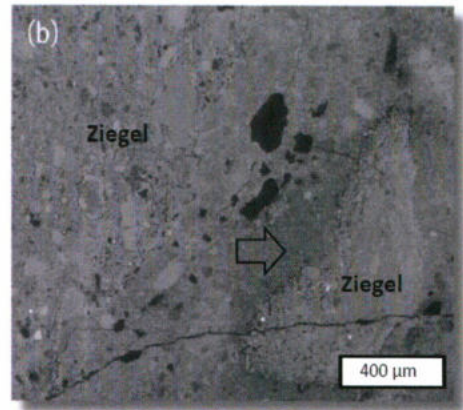
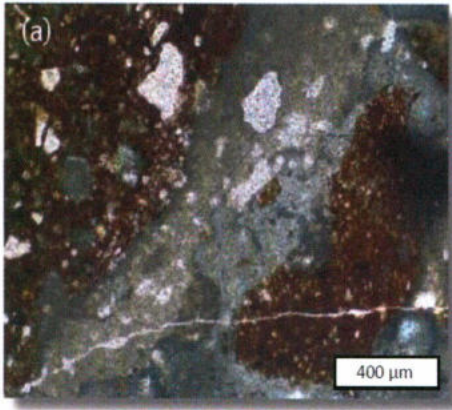


Abb. 2: Polarisationsmikroskop-Aufnahmen der Dünnschliffe von Proben aus Xanten (2a) bzw. Schwarzenacker (2c). Die BSE-Aufnahme (backscattered electrons, zurückgestreute Elektronen) aus Xanten (2b) weist im Bindemittel relativ dunkle, Mg-reiche Bereiche (Pfeil) sowie hellere, Mg-ärmere Bereiche auf. Das Bindemittel in der BSE-Aufnahme aus Schwarzenacker (2d) ist gleichmäßiger und insgesamt ärmer an Mg. – Petrographic microscope photographs of the thin sections of the samples from Xanten (2a) and Schwarzenacker (2c). The backscattered electron (BSE) photograph from Xanten (2b) shows relatively dark, magnesium rich areas and brighter, magnesium depleted areas in the binder. The binder in the BSE photograph from Schwarzenacker (2d) is more homogeneous and contains less magnesium.

1203). Überwiegend besitzt das Bindemittel Grautöne sowie teils bräunliche Farben. Beide Proben haben einen Anteil von ca. 50% Ziegelsplitt. Die Ziegelsplittfragmente in den untersuchten Proben weisen Größen von bis zu zwei Zentimetern auf.

Die Untersuchungen der chemischen Zusammensetzung des Bindemittels an den Dünnschliffen mittels REM/EDS ergaben für die Probe aus Xanten hohe Magnesi-

um- und Siliziumgehalte (bis zu 19% Mg und 12% Si), die jedoch räumlich stark variieren. Je reicher ein Bereich an Magnesium ist, desto dunkler erscheint er in der REM/BSE-Aufnahme (Abb. 2b und 2d). Das Bindemittel der Probe aus Schwarzenacker weist im Vergleich deutlich höhere Calcium-Anteile auf, jedoch vergleichsweise wenig Magnesium (max. 3,6%) und Silizium (max. 3,8%).

Mittels Pulverröntgendiffraktometrie wur-

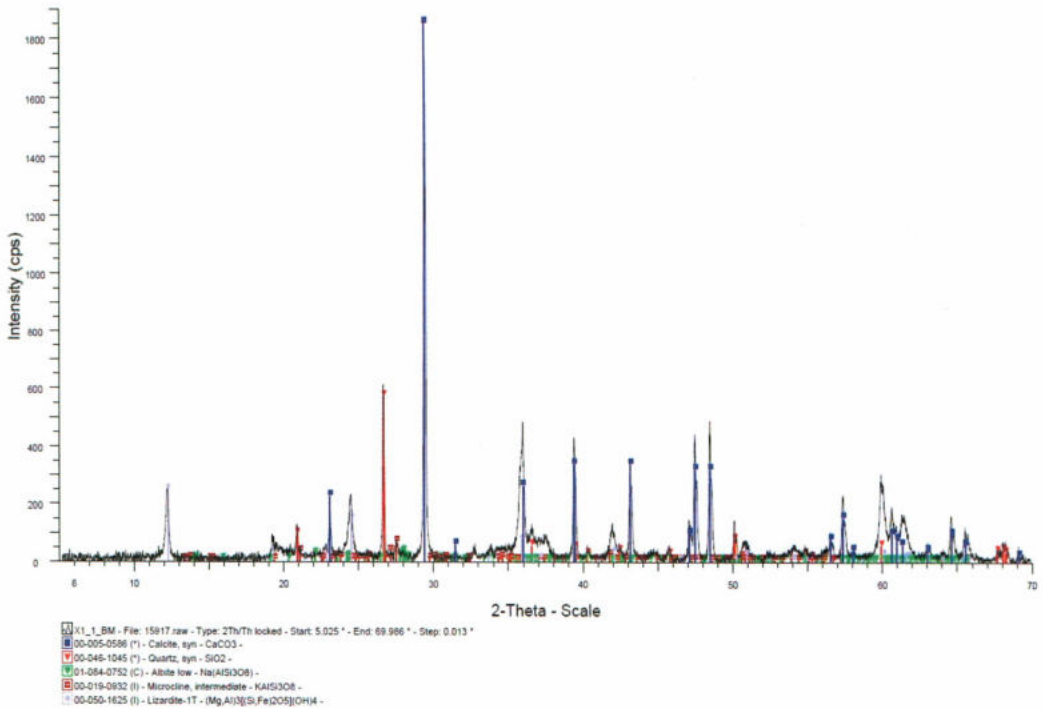


Abb. 3: Diffraktogramm des Bindemittels aus Xanten. Calcit ( $\text{CaCO}_3$ ) und Lizardit ( $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ) sind als Bindemittelkomponenten enthalten. Geringe Anteile an Quarz und Mikroklin stammen aus dem Zuschlag/Ziegelsplitt. – X-ray diffractogram of the binder from Xanten. Calcite ( $\text{CaCO}_3$ ) and lizardite ( $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ) represent the binder components. Small amounts of quartz and microcline originate from the aggregate /brick fragments.

den die im Bindemittel vorkommenden kristallinen Phasen identifiziert. Das Spektrum aus Xanten zeigt Calcit ( $\text{CaCO}_3$ ) und das Magnesiumsilikathydrat Lizardit ( $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ) als Bindemittelkomponenten. Darüber hinaus ist im Bereich von  $33^\circ$  bis  $38^\circ$   $2\theta$  ein erhöhter Untergrund zu beobachten (Abb. 3), was auf die Anwesenheit von amorphen bzw. schwach kristallinen Phasen im Bindemittel hindeuten kann. Typische Vertreter von schwach kristallinen Phasen, die durch puzzolanische Reaktionen entstehen können, sind Calcium-Silikat-Hydrate (C–S–H) oder Magnesium-Silikat-Hydrate (M–S–H). Die Pulveranalyse aus Schwarzenacker zeigt Calcit ( $\text{CaCO}_3$ ) als kristalline Bindemittelphase (Abb. 4).

Um das Gefüge des Bindemittels eingehender untersuchen zu können, wurden

REM-Aufnahmen von Estrichbruchstücken angefertigt. Zudem wurden die Bruchstücke mit dem Bruchstück eines historischen, reinen Kalkmörtels aus Agrigent (Sizilien) verglichen, um strukturelle und chemische Unterschiede herausarbeiten zu können (Abb. 5a-c). Die Probe aus Xanten erscheint im Vergleich zu den anderen beiden relativ inhomogen. Dunkle, filzige Bereiche lassen sich von hellen, idiomorphen Calcitkristallen unterscheiden. EDS-Messungen zeigen, dass die filzigen Bereiche im Bindemittel dieser Probe stark angereichert an Mg und Si sind (Abb. 5d). Das Mg/Si-Verhältnis ist größer 1, was auf M–S–H-Phasen wie Serpentin oder den Serpentin-Vorgänger Lizardit hindeuten kann (LOTHENBACH ET AL. 2015, 60; NIED ET AL. 2016, 331). Das bedeutet, dass das mittels RDA-Analyse

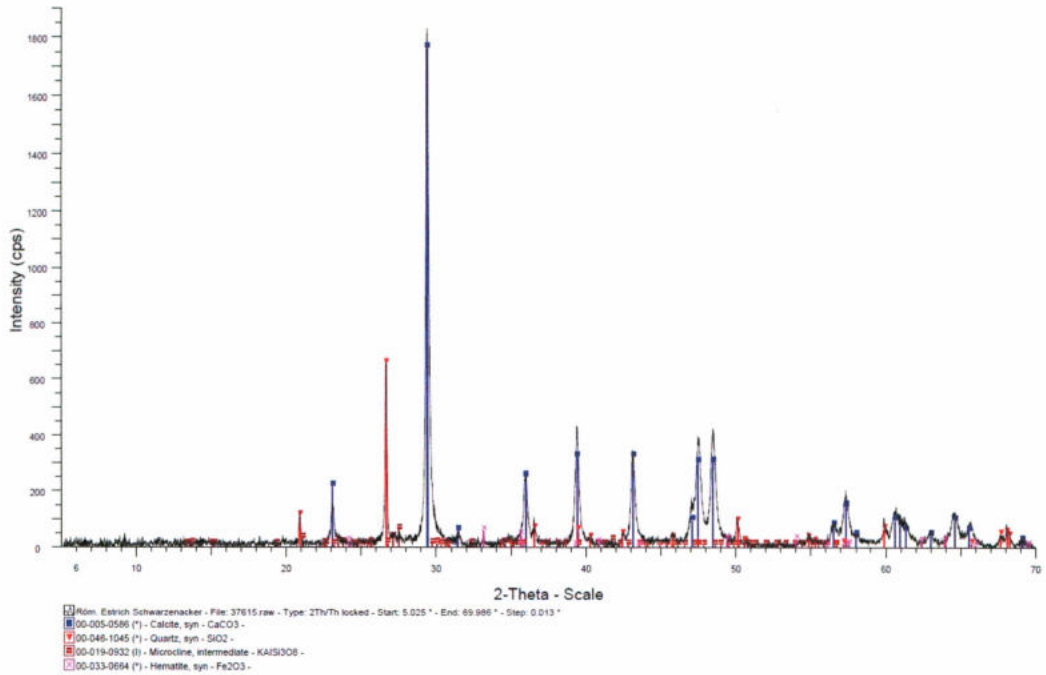


Abb. 4: Diffraktogramm des Bindemittels aus Schwarzenacker. Calcit ( $\text{CaCO}_3$ ) ist als mineralische Bindemittelkomponente enthalten. Geringe Anteile an Quarz, Mikroklin und Hämatit stammen aus dem Zuschlag/Ziegelsplitt. – X-ray diffractogram of the binder from Schwarzenacker. Calcite ( $\text{CaCO}_3$ ) is contained as mineralogical binder component. Small amounts of quartz, microcline and hematite originate from the aggregate/brick fragments.

im Pulver identifizierte Mineral Lizardit in den beschriebenen Bereichen im Bruchstück zu lokalisieren ist und somit eindeutig dem Bindemittel zugeordnet werden kann. EDS-Untersuchungen an den Proben aus Schwarzenacker und Agrigent belegen eine weitgehend homogene, Ca-reiche Zusammensetzung innerhalb der Bindemittel, wobei letztere aufgrund des sehr hohen Calciumanteils in den REM-Aufnahmen heller erscheint. Schwarzenacker enthält zusätzlich geringe Anteile an Mg, Al, Si und Fe (Abb. 5e-f). Das Bindemittel aus Schwarzenacker kann zunächst als Kalkmörtel klassifiziert werden. Die geringen Anteile an Al, Si und Fe, die in den Dünnschliffen in den „fleckigen“ Bereichen gemessen wurden, sind Indizien für C–S–H-Phasen, welche aus einer puzzolanischen Reaktion mit den Ziegel-

fragmenten resultieren. Mit den bisher verwendeten Methoden konnten sie aber noch nicht eindeutig nachgewiesen werden.

#### Zusammenfassung

- 1) Das Ausgangsmaterial für den Estrich aus Xanten stammt entsprechend bisherigen Untersuchungen aus der Gegend um Iversheim, wo die kalk- und dolomithaltigen Sedimentgesteine der sogenannten Sötenicher Kalkmulde anstehen (WANG 1995, 22). Der nachgewiesene hohe Mg-Anteil im Bindemittel und die Identifizierung von Lizardit mittels RDA bekräftigen die Verwendung von Dolomitkalk als Ausgangsmaterial.
- 2) Das Magnesium im Bindemittel aus Xanten liegt als Lizardit oder womöglich



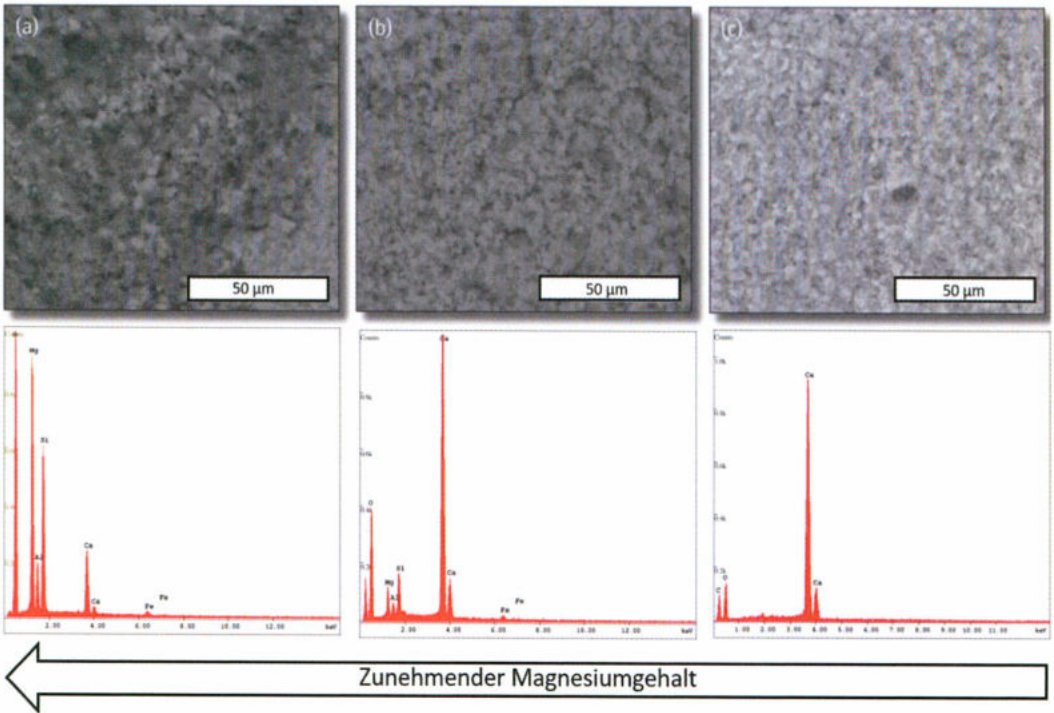


Abb. 5: BSE-Aufnahmen an Bruchstücken aus Xanten (5a), Schwarzenacker (5b) und Agrigent (5c). EDS-Spektren der Bindemittel aus Xanten (5d), Schwarzenacker (5e) und Agrigent (5f). In Xanten überwiegen die Mg- und Si-Anteile, während Schwarzenacker und Agrigent reich an Ca sind. – BSE photographs from fragments from Xanten (5a), Schwarzenacker (5b) and Agrigent (5c). Energy dispersive X-ray spectroscopy spectra of the binders from Xanten (5d), Schwarzenacker (5e) and Agrigent (5f). In Xanten the magnesium and silicon proportion is dominating, whereas Schwarzenacker and Agrigent are rich of calcium.

auch in Form von schwach kristallinen M–S–H-Phasen vor, d. h. der Mg-Anteil aus dem Branntkalk scheint mit dem Ziegelmehl eine puzzolanische Reaktion eingegangen zu sein. Die Zugabe von Ziegelmehl als puzzolanisch wirkende Komponente erfolgte, um höhere Festigkeiten zu erzielen (DIEKAMP 2014, 2) und um Wasserundurchlässigkeit zu erreichen (GERDES 2008, 621).

3) Das Ausgangsmaterial des Estrichs aus Schwarzenacker ist vermutlich Kalk aus der umliegenden Region im Saarland. Für eine puzzolanische Reaktion mit dem Ziegelmehl unter der Bildung von C–S–H-Phasen gibt es Indizien. Für einen zweifelsfreien Nachweis der C–S–H-Phasen sind weitere Untersuchungen notwendig.

#### Ausblick

Um weitere Aussagen über die Bildung der Bindemittelphasen sowie den hydraulischen Charakter des Bindemittels treffen zu können, werden Thermische Analysen (DTA/TG) durchgeführt. Hierbei können durch kontrolliertes Erhitzen der Proben Erkenntnisse zum Vorhandensein hydraulischer Phasen gewonnen werden (MOROPOULOU ET AL. 1995, 780).

#### Literatur

**BLÄUER, C., KÜNG, A. 2007:** Examples of microscopic analysis of historic mortars by means of polarising light microscopy of dispersions and thin sections. Materials

Characterization 58, 2007, 1199-1207.

**DIEKAMP, A. 2014:** Bindemitteluntersuchungen an historischen Putzen und Mörteln aus Tirol und Südtirol. Dissertation Universität Innsbruck, 2014, 152 Seiten.

**GERDES, A. ET AL. 2008:** Neue Strategien für die Entwicklung präventiver Oberflächenschutzmaßnahmen. Tiefbau 10, 2008, 621-630.

**LOTHENBACH, B. ET AL. 2015:** Magnesium and calcium silicate hydrates. Cement and Concrete Research 77, 2015, 60-68.

**MOROPOULOU, A. ET AL. 1995:** Characterization of ancient byzantine and later historic mortars by thermal and X-ray diffraction techniques. Thermochemica Acta 269/270, 1995, 779-795.

**NIED, D. ET AL. 2016:** Properties of magnesium silicate hydrates (M-S-H). Cement and Concrete Research 79, 2016, 323-332.

**WANG, S. 1995:** Römische Kalkmörtel aus der Colonia Ulpia Traiana bei Xanten: Mineralogische und chemische Eigenschaften. Dissertation Universität Karlsruhe, 1995, 107 Seiten.

#### Abbildungsnachweis

Abb. 1-5: Sämtliche Abbildungen wurden eigenhändig am Arbeitsbereich für Materialtechnologie der Universität Innsbruck (MTI) angefertigt.

#### Autoren

Martin Schidlowski, Tobias Bader,  
Anja Diekamp  
Arbeitsbereich für Materialtechnologie  
Universität Innsbruck  
Technikerstraße 11/13  
6020 Innsbruck  
Österreich  
anja.diekamp@uibk.ac.at

## Rezeptentwicklung von Opus Caementitium zur Verwendung in Hypokaustheizungen

Klemens Maier, Daniel Draxl, Matthias Leismüller, Manuel Muigg,  
Alexander Hanser, Oskar Hörtnner

**Summary – Development of a recipe of Opus Caementitium for use in a hypocaust.**  
*In the course of reconstruction of hypocausts it was found out that by use of customary screeds because of the high temperatures in the hypocaust considerable length expansions originate. These length expansions generate high compressive stress on the walls and building damages can be produced. A construction reacting to this length expansion of the suspensura with an open deformation gap led to the entry of smoke gases in the living space. Thus in connection with the reconstruction attempts it points out that the ancient material Opus Caementitium has to be given also by the construction of hypocausts a far higher attention than supposed.*

*In the course of a thesis at the HTL in Innsbruck together with Dipl.-Ing. Dr. techn. Anja Diekamp of the university of Innsbruck experiments in a modern interpretation of the building material Opus Caementitium were done to be able to investigate the bases. After experiments with anhydrate, fly ash, a processed hydraulically addition for concrete production and brick break it became clear that a stronger hydraulic component is required to get a better reactivity and better strength and elasticity. Light microscopies and REM analyses of old materials carried out by Dipl.-Ing. Dr. techn. Anja Diekamp showed further evidences for recipe attempts and formed a basis for other experiments with changed basic materials.*

*Keywords: Roman screed, hypocaust, compound research*

*Schlagworte: Römischer Estrich, Hypokaust, Mischungsuntersuchungen*

### Serie 1

Im Zuge der Rekonstruktion von Hypokaustheizungen wurde festgestellt, dass bei Verwendung herkömmlicher Estriche durch die hohen Temperaturen im Hypokaust erhebliche Längenausdehnungen entstehen, die in weiterer Folge zu hohen Druckspannungen auf die Wände und dort zu Zerstörungen führen können.

Eine auf diese Längenausdehnung reagierende Herstellung der Suspensura mit offenem Verformungsspalt führte zum Eintrag von Rauchgasen in den Wohnraum.

So zeigte sich im Zusammenhang mit den Rekonstruktionsversuchen, dass dem Material Opus Caementitium auch beim Bau von Hypokaustheizungen ein weit höheres Augenmerk geschenkt werden

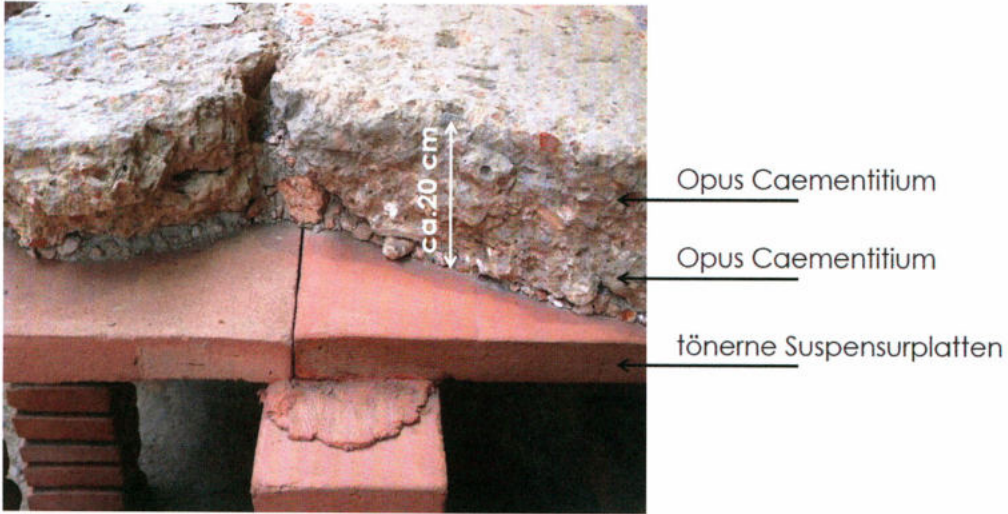


Abb. 1: Aufbau Hypokaustheizung. – Cross section of a hypocaust.

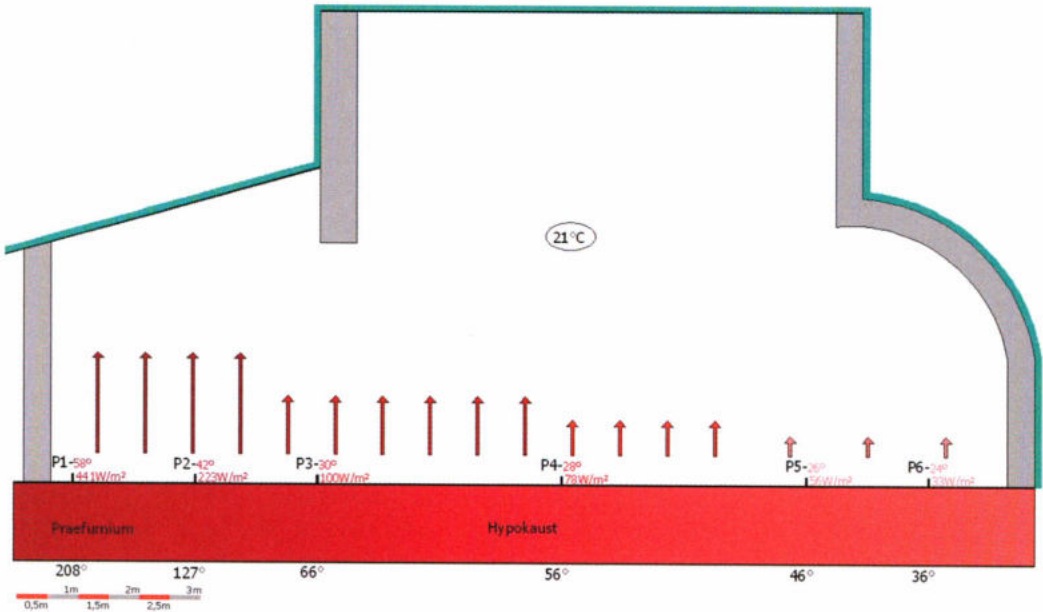


Abb. 2: Temperaturverlauf in Hypokaustheizung. – Temperatures in a hypocaust.

muss als bisher angenommen (Abb. 1). Mag. Dr. Hannes Lehar, Universität Innsbruck, Institut für Archäologien, Fachbereich Klassische und Provinzialrömische Archäologie, stellte im Zuge seiner Dissertation Berechnungen zur Wirkungsweise der Hypokaustheizungen an und lieferte auf Grund seiner Rechenmodelle der Temperaturverläufe erste Anhaltspunkte

zum auftretenden Temperaturbereich (Abb. 2). Nach ersten Überlegungen gemeinsam mit Dr. Lehar wurde rein durch Betrachtung des Temperaturverlaufs bald klar, dass eine einfache konstruktive Lösung des Problems nicht realistisch sein wird und die praktischen Untersuchungen viel tiefer in die Materialkomponente gehen müssen.

Proben Nr.	AHWZ [%]	Kalkhydrat [%]	Flugasche [%]	Ziegelbruch [%]
Probe 1	95	5	0	0
Probe 2	0	5	95	0
Probe 3	0	100	0	0
Probe 4	90	10	0	0
Probe 5	0	10	90	0
Probe 6	85	15	0	0
Probe 7	0	15	85	0
Probe 8	80	20	0	0
Probe 9	0	20	80	0
Probe 10	72	18	0	10
Probe 11	0	18	72	10
Probe 12	50	50	0	0
Probe 13	0	50	50	0
Probe 14	38,5	38,5	0	30
Probe 15	57,5	19,5	0	23
Probe 16	0	50	0	50

Abb. 3: Mischungen und Mischungsverhältnisse der Serie 1. – Mixtures test 1.

Nach weiteren Überlegungen zusammen mit Frau Dipl.-Ing. Dr. techn. Anja Diekamp von der Universität Innsbruck, Institut für Materialwissenschaften, wurden im Zuge einer Diplomarbeit Materialversuche geplant und durchgeführt.

In einem ersten Schritt sollte versucht werden, durch Herstellung unterschiedlichster Mischungen die Grundwirkungsweise von Kalkmörteln unter Temperatureinfluss zu verstehen. Um die Ergebnisse nicht durch die großen Streuungen der Materialkennwerte alter Baustoffe zu verfälschen, wurden die Versuche mit modernen qualitätsgesichert hergestellten Ausgangsstoffen durchgeführt.

Da die Römer zur Herstellung von Opus Caementitium Kalk verwendeten, wurde nun für die ersten Versuche als Ausgangsstoff Kalkhydrat gewählt, um die Einflüsse der unterschiedlichen Kalke auszuschließen.

Anhand der Analysen von Frau Dr. Diekamp zeigte sich, dass in den Proben der

untersuchten Bruchstücke alter Thermenanlagen bis auf einen auffallend hohen Kalkanteil keine Übereinstimmung im Aufbau gegeben war. Allgemein war in den Proben neben den Gesteinskörnungen ein relativ hoher Ziegelanteil feststellbar. Daher wurde für die ersten durchgeführten Experimente ein qualitätsgesichertes modernes Produkt verwendet, welches zerschlagen und auf entsprechende Größe gebracht wurde.

Hypokaustheizungen waren im römischen Reich weit verbreitet. Im Zuge von Literaturrecherchen zu bisherigen Analysen der Hypokaustheizungen zeigte sich, dass beim Bau von Hypokaustheizungen als Gesteinskörnung die in der jeweiligen Gegend vorhandenen Gesteine verwendet worden waren. So wurde nun auch für die Versuche an der HTL Innsbruck als Gesteinskörnung ein sehr gleichmäßiger Kalksand aus dem Raum Tirol verwendet. Unerwünschten Schwankungen der Wasserqualität wurde durch die Verwendung

von Trinkwasser aus dem Innsbrucker Trinkwasserleitungsnetz vorgebeugt.

Alle Vorüberlegungen deuteten darauf hin, dass es bei der Rekonstruktion von Hypokaustheizungen an einer hydraulischen Komponente fehlen könnte. So wurde beschlossen, in die Versuchsserie auch das Ausgangsmaterial Flugasche und das Material „Aufbereiteter Hydraulisch Wirksamer Zusatzstoff“ miteinzubeziehen.

Die verwendete Flugasche ist ein Abfallprodukt aus den Filtern von Kohlekraftwerken und dient bei modernen Betonen zur Verbesserung der Eigenschaften. Das Produkt ist gemäß ÖNORM EN 450 klassifiziert und qualitätsüberwacht.

Das Material „Aufbereiteter Hydraulisch Wirksamer Zusatzstoff“ dient ebenfalls der Verbesserung moderner Betoneigenschaften. Das verwendete Produkt ist gemäß ÖNORM B 3309-1 klassifiziert, von der Versuchsanstalt für Baustoffe an der HTL Innsbruck qualitätsüberwacht und ist ein Kombinationsprodukt aus Flugasche, Hochofenschlacke und Kalkstein.

Um eine Reproduzierbarkeit zu ermöglichen und doch ein Herstellverfahren zu finden, welches von den Römern baupraktisch angewandt worden sein könnte (leider wurden ja keine Aufzeichnungen dazu in der Literatur gefunden), wurden folgende Festlegungen getroffen:

- Die Wasserzugabe erfolgte rein aus optischen und verarbeitungstechnischen Gründen.
- Kein fixes „Wasser-Bindemittel-Verhältnis“.
- Die Wassermenge wird so gewählt, dass sich ein homogenes und einfach zu verarbeitendes Material ergibt.
- Protokollierung der zugegebenen Wassermengen
  - zur Reproduzierbarkeit,
  - um Aussagen über den Wasseranspruch der einzelnen Mischungen treffen zu können.
- Das Verhältnis Bindemittel zu Gesteins-

körnung wurde ausgehend von Literaturrecherchen für alle Mischungen mit 1:3 fixiert, um eindeutige Aussagen treffen zu können.

Weiters wurde festgelegt, dass einerseits zur Absteckung der Grenzen Extremmischungen hergestellt werden sollen, andererseits durch geringfügige Mischungsänderungen die von den einzelnen Ausgangsstoffen folgenden Auswirkungen wesentlich besser bewertbar gemacht werden sollen.

Somit ergaben sich 16 Rezepturen (*Abb. 3*).

Je Mischung wurden dann folgende Probestkörper für folgende Prüfungen hergestellt:

Prismen 40/40/160 mm: Biegezugfestigkeit, Druckfestigkeit (nach 3 Tagen, nach 28 Tagen).

Prismen 40/40/160 mm: Wärmeausdehnungsverhalten.

Würfel 150/150/150 mm: Druckfestigkeit (nach 28 Tagen).

Prismen 100/100/400 mm: Elastizitätsmodul.

## Ergebnisse

Es zeigte sich, dass die Festigkeiten bei Verwendung von „Aufbereiteten Hydraulisch Wirksamen Zusatzstoffen“ nach 28 Tagen höhere Werte erreichten, jedoch auch die Verformungen infolge Temperaturerhöhung wesentlich höher sind (*Abb. 4, 6, 8*).

Bei Verwendung von Flugasche als zusätzliche hydraulische Komponente war neben der geringeren Wärmeausdehnung auch eine gleichmäßigere und einfachere Verarbeitbarkeit gegeben (*Abb. 5, 7, 9*).

Es wurde im Zuge der Versuche aber auch klar ersichtlich, dass die modernen Ausgangsstoffe rasch an ihre Grenzen kommen und beispielsweise modern hergestellte Ziegel im Gegensatz zu alten Ziegeln auf Grund der heute üblichen ho-

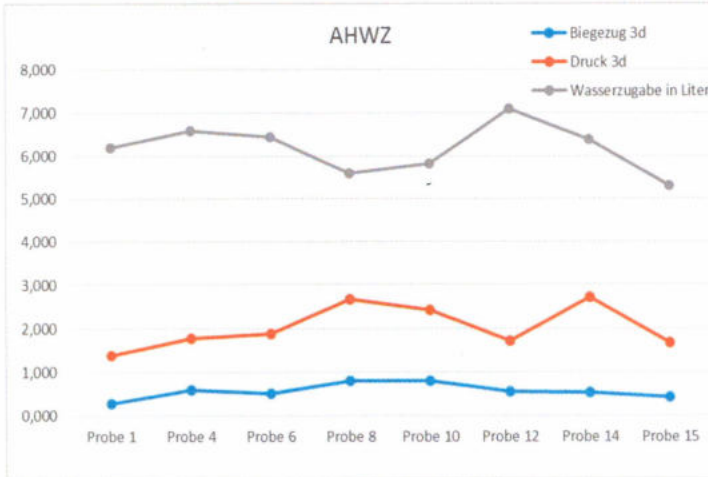


Abb. 4: Biegezug- und Druckfestigkeiten nach drei Tagen bei Verwendung von AHWZ. – Flexural strength and compressive strength after three days using AHWZ.

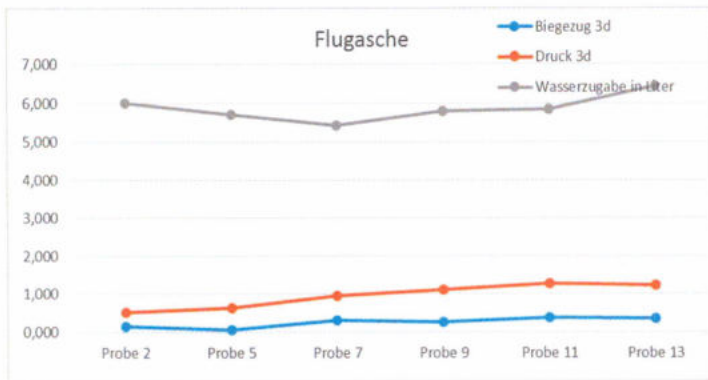


Abb. 5: Biegezug- und Druckfestigkeiten nach drei Tagen bei Verwendung von Flugasche. – Flexural strength and compressive strength after three days using flyash.

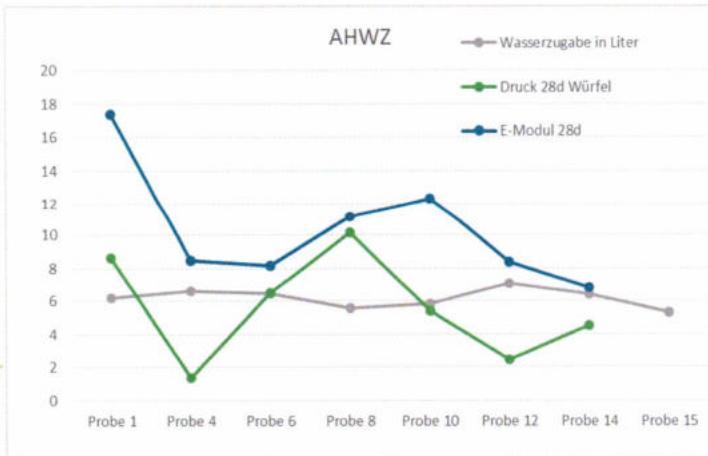


Abb. 6: E-Modul und Druckfestigkeiten nach 28 Tagen bei Verwendung von AHWZ. – Modulus of elasticity and compressive strength after 28 days using AHWZ.

hen Brenntemperaturen keine hydraulischen Komponenten mehr enthalten. Ebenfalls zeigte sich, dass die Gleichmäßigkeit von Kalkhydrat die Versuchsergebnisse zwar sehr reproduzierbar macht, jedoch die in den alten Proben vorhandenen Unregelmäßigkeiten im Aufbau der Kalke mit den dadurch bedingten posi-

ven Effekten nicht mehr gegeben sind. Auf Grund der gesammelten Ergebnisse wurde eine weitere Diplomarbeit durchgeführt. Nun sollte sowohl der Einfluss verschiedener „alter“ Kalke als auch der Einfluss „alter“ bzw. in den letzten Jahren auf alte Weise gebrannter Ziegel untersucht werden.

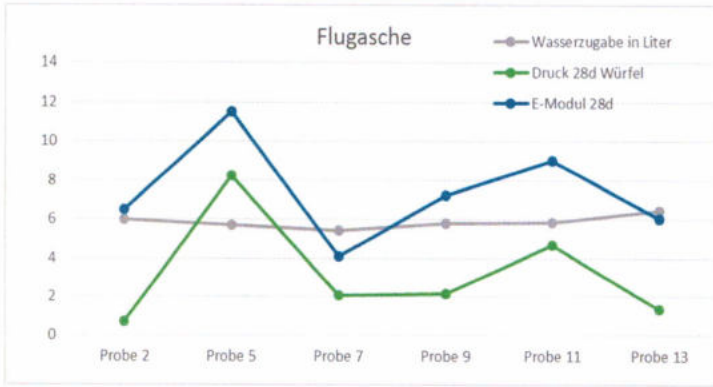


Abb. 7: E-Modul und Druckfestigkeiten nach 28 Tagen bei Verwendung von Flugasche. – Modulus of elasticity and compressive strength after 28 days using flyash.

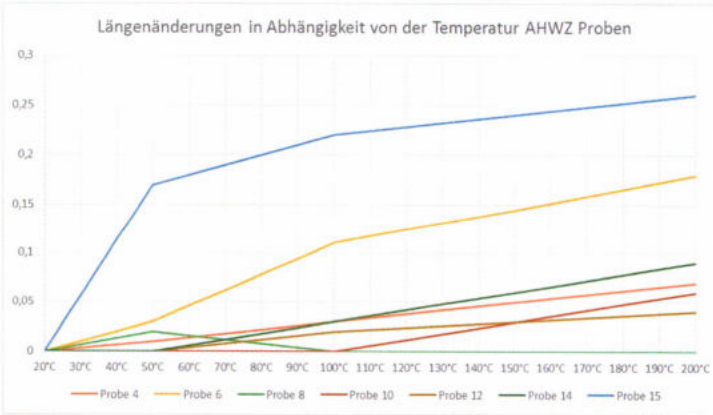


Abb. 8: Längenänderung in Abhängigkeit von der Temperatur bei Verwendung von AHWZ. – Length change depending on the temperature using AHWZ.

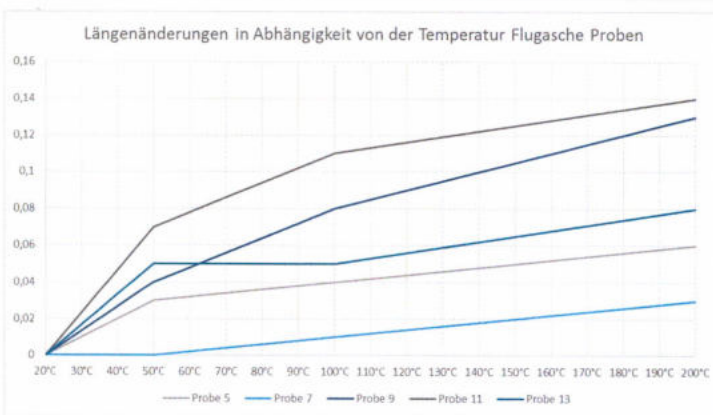


Abb. 9: Längenänderung in Abhängigkeit von der Temperatur bei Verwendung von Flugasche. – Length change depending on the temperature using flyash.

## Serie 2

Im Zuge dieser neuen Diplomarbeit wurde das Kalkhydrat einmal durch Sumpfkalk auf Basis eines Holzgebrannten Kalkes, einmal durch Sumpfkalk auf Basis eines Gasgebrannten Kalkes und einmal durch einen durch die Diplomanten trockengelöschten Stückkalk ersetzt. Aus Literaturrecherchen und den darin enthaltenen Materialanalysen wurde ersichtlich, dass

sehr häufig „Kalkspatzen“ (ein kleines nach dem Brennen im Ziegel erkennbares Kalkstück) gefunden wurden, weshalb auch das Hauptaugenmerk in den Untersuchungen auf den trockengelöschten Brandkalk gelegt wurde. Der Löschvorgang ist einfach und recht sicher durchführbar.

Aus baupraktischen und ökonomischen Überlegungen lässt sich wohl schließen, dass die im Opus Caementitium vorhan-



Nr.	Mischungsverhältnis	Kalkart	Ziegelart
1	S0,K3, Z1	Kalkhydrat	moderner Ziegel
2	S0,K3, Z1	Kalkhydrat	moderner Ziegel
2S	S-, K3, Z1	Kalkhydrat	moderner Ziegel
3	S3, K0,5, Z1	trockengelöscht	nachgebauter Ziegel
4	S0,857, K0,1428, Z3	trockengelöscht	nachgebauter Ziegel
5	S1,K3,Z1	trockengelöscht	nachgebauter Ziegel
6	S1,K3,Z1	Sumpfkalk (holzg.)	nachgebauter Ziegel
7	S1,K3,Z1	Sumpfkalk	nachgebauter Ziegel
8	S1,K3, Z1	Kalkhydrat	nachgebauter Ziegel
9	S1, K3, Z1	Alle	nachgebauter Ziegel
10	S0, K3, Z1	Kalkhydrat	nachgebauter Ziegel
11	S1, K6, Z1	trockengelöscht	nachgebauter Ziegel
12	S1, K1, Z1	trockengelöscht	nachgebauter Ziegel

Abb. 10: Mischungen und Mischungsanteile Serie 2. – Mixtures test 2.

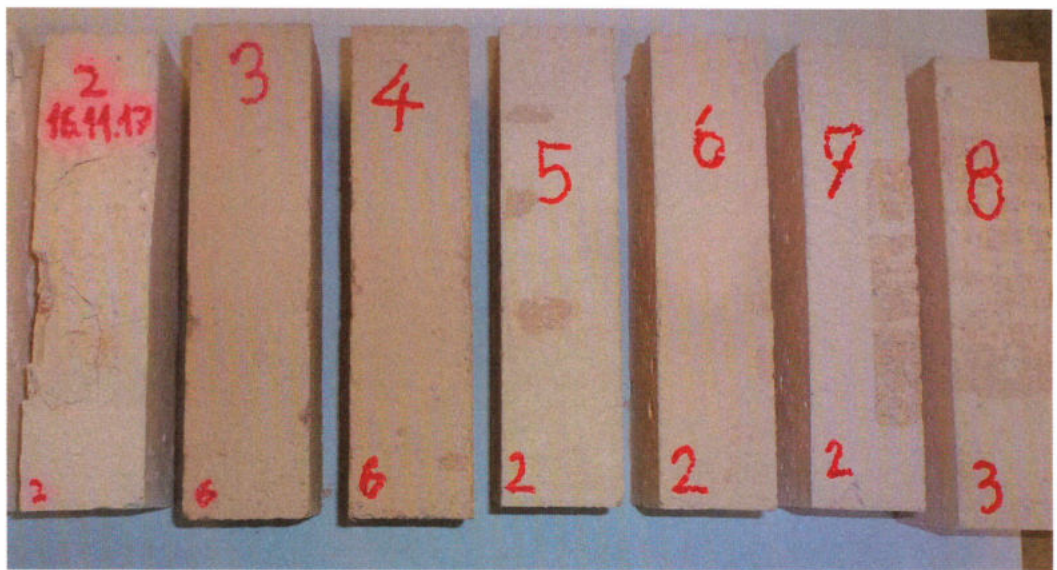


Abb. 11: Verschiedene Probekörper aus Serie 2. – Different specimens test 2.

denen Ziegelstücke nicht aus eigens dafür gebrannten Ziegeln stammen, sondern viel wahrscheinlicher im Zuge der Ziegelherstellung zerbrochene Reststücke verwendet wurden. Somit ist von einer Verwendung im Zuge der alten Brennöfen mit stark unterschiedlichen Brenntemperaturen über- bzw. unterbrannter Ziegel auszugehen.

Speziell die unterbrannten Ziegel sind dabei von Interesse, denn diese Reststücke weisen noch sehr hohe reaktive Anteile auf und dienen damit im Opus Caementitium als hydraulische Komponente. Über Vermittlung von Mag. Dr. Lehar konnten handgestrichene Ziegel mit den Abmessungen 37/37/5 cm aus dem Ziegeleimuseum in Lage organisiert werden.

Dr. Andreas Immenkamp hat diese Ziegel mit einem nachgebauten römischen Ziegelofen gebrannt. Ziel war es, Ziegel für die Versuche zu erhalten, die einer geringeren Brenntemperatur, d. h. im unteren Bereich der üblichen Temperaturbandbreite von 650°C und 980°C, ausgesetzt gewesen waren. Analysen von Frau Dr. Diekamp zeigten jedoch, dass die nachgebrannten Ziegel im Gegensatz zu den im Zuge von Untersuchungen alter Proben im Opus Caementitium gefundenen Ziegeln eine zu hohe Brenntemperatur erhalten hatten. Dies ist ein weiteres Indiz dafür, dass die damals verwendeten Ziegelbruchstücke größtenteils Abfall gewesen sein dürften, welche unterbrannt gewesen waren.

Die Komponente Gesteinskörnung wurde wie das Wasser analog zur ersten Serie gleich gehalten.

Es wurden daraus 13 Mischungen kreiert und hergestellt sowie geprüft (*Abb. 10-11*).

Anhand der bereits hergestellten und optimierten Mischungen werden derzeit noch einige Versuche durchgeführt, deren Ergebnisse nach dem Vorliegen der Analysen veröffentlicht werden.

## Ausblick

Um weiterführende Aussagen zum Ausdehnungsverhalten zu bekommen, werden Versuchsplatten mit 50/50 cm hergestellt und Temperaturen bis zu 100°C ausgesetzt. Die dazu verwendete Mischungsrezeptur wird auch für länger andauernde Versuche verwendet.

## Literatur

**DRAXL, D., LEISMÜLLER, M., MUIGG, M. 2017:** Opus Caementitium zur Verwendung in Hypokaustheizungen. Diplomarbeit an der Höheren Technischen Bundes-Lehr und Versuchsanstalt, 2017.

**HÖRTNER, O., HANSER, A. 2018:** Opus

Caementitium zur Verwendung in Hypokaustheizungen. Diplomarbeit an der Höheren Technischen Bundes-Lehr und Versuchsanstalt (Zwischenbericht), 2018.

**LAMPRECHT, H. O. 2001:** Opus caementitium. Bautechnik der Römer. Bau und Technik. 5. Aufl., Düsseldorf 2001.

**LEHAR, H. 2012:** Die römische Hypokaustheizung. Berechnungen und Überlegungen zu Leistung, Aufbau und Funktion. Aachen 2012.

**SCHIDLowski, M., BADER, T., DIEKAMP, A. 2017:** Mineralogische und chemische Charakterisierung Römischer Mörtel. Posterpräsentation EXAR-Tagung Xanten 2017.

**WANG, S. 1995:** Römischer Kalkmörtel aus der Colonia Ulpia Traiana bei Xanten: Mineralogische und chemische Eigenschaften. Dissertation Universität Karlsruhe, 1995.

## Abbildungsnachweis

Abb. 1-2: H. Lehar

Abb. 3-9: K. Maier, Daniel Draxl, Matthias Leismüller, Manuel Muigg

Abb. 10-11: K. Maier, Alexander Hanser, Oskar Hörtner

Autoren

Dipl.-Ing. Dr. techn. Klemens Maier  
MAIER-MAIER ZIVILTECHNIKER GmbH

Kreith 43

6162 Mutters

Österreich

mmzt@aon.at

Versuchsanstalt für Baustoffe an der  
Höheren Technischen Bundes-Lehr und  
Versuchsanstalt in Innsbruck

Trenkwaldersstraße 2

6020 Innsbruck

Österreich

klemens.maier@versuchsanstalt-ibk.at

Daniel Draxl, Matthias Leismüller, Manuel  
Muigg, Alexander Hanser, Oskar Hörtnner  
Schüler an der HTL Bau & Design

Innsbruck

Trenkwaldersstraße 2

6020 Innsbruck

Österreich

## Erfahrungen aus dem Betrieb der rekonstruierten kleinen Thermen in Xanten

Peter Kienzle

**Summary – Experiences in operating the reconstructed Roman baths in the Archaeological Park at Xanten.** In 1989, the small Roman baths at the hostel were reconstructed in the LVR-Archaeological Park at Xanten. After scientific but yet unpublished investigations in 1993/94 by the Verein Deutscher Ingenieure (VDI), the baths were heated up several times every year until they had to be closed in 2005. Poisonous vapour was entering the bathrooms. Prior to a refurbishment, current investigations try to establish if the baths were wrongly operated, wrongly reconstructed or if the Romans had similar problems. By now, we know that heating up the baths will take at least four weeks and within these four weeks, corrosive condensation occurs. Thus, in Roman times the baths were heated up once and used for a long period, rather than heated up numerous times. Furthermore, damp firewood has caused some problems and the air supply to the fire was not sufficient. Cracks occurred due to thermal expansion of the floor slab made of a modern replica of opus signinum. Obviously, the Roman mortar, made of lime and crushed tiles, showed less thermal expansion. The results of this research will become part of the new project design to refurbish the baths and improve its technical details but also enhances our knowledge of the way Roman underfloor heating worked.

**Keywords:** Roman baths, underfloor heating, corrosive condensation, tarry soot, shining soot, thermal expansion

**Schlagworte:** Römische Thermen, Fußbodenheizung, Versottung, Schmierruß, Glanzruß, Temperatureausdehnung

### Einleitung

Der vorliegende Beitrag ist die erweiterte und fortgeschriebene Version des Forschungsberichtes zu den Schäden an den Herbergsthermen, der erstmalig im Jahr 2009 in Carnuntum vorgestellt wurde (KIENZLE 2011). Seitdem haben sich neue Aspekte und neue Fragestellungen ergeben, insbesondere aus der Zusammenarbeit mit Dr. Hannes Lehar, Universität

Innsbruck (siehe auch seinen Beitrag in diesem Band).

Die Überreste der römischen Stadt Colonia Ulpia Traiana (CUT) liegen unmittelbar nördlich des heutigen Xantens am Niederrhein. Im Osten der Insula 38 der CUT wurden zwischen 1975 und 1983, gegenüber der am Hafen gelegenen Stadtmauer, größere Flächen archäologisch untersucht. Im Verlauf der Grabung legten die Ausgräber Überreste einer



Abb. 1: Filmaufnahmen zum römischen Badewesen in den Herbergsthermen. – *Filming Roman life in the baths at Xanten.*

Herberge (*mansio*) frei (PRECHT 1978; KIENZLE 2008). Zu diesem Gebäude gehörte auch eine kleine, mehrphasige Badeanlage (BRIDGER 1989). Nach Abschluss der Grabungen erstellte Gundolf Precht einen Rekonstruktionsentwurf für den gesamten Baukomplex und stellte diesen Entwurf im Rahmen eines wissenschaftlichen Fachkolloquiums zur Diskussion. Das Gremium empfahl die Rekonstruktion des gesamten Gebäudekomplexes, wobei die Thermenanlage an der Herberge als funktionsfähiges Modell errichtet werden sollte.

Die Rekonstruktionsarbeiten an der Herberge begannen, mit Förderung des Landes Nordrhein-Westfalen, im Jahr 1982 (PRECHT 1983, 72). Die sogenannten kleinen Thermen wurden von 1986 bis 1989 als letzter Bauabschnitt errichtet. Im Ge-

gensatz zum ersten und zweiten Bauabschnitt der Herberge erfolgte diese Rekonstruktion materialgerecht. Bei der Rekonstruktion der Herberge wurden moderne Baumaterialien verwendet, lediglich Putz, Malerei und Schreinerarbeiten, die letztendlich die sichtbare Oberfläche darstellen, wurden konkret nach römischen Vorbildern gestaltet. Bei der Thermenanlage legte man dagegen Wert auf eine authentisch betriebsfähige Rekonstruktion. Deshalb entstanden alle Wände aus zweischaligem Tuffmauerwerk. Für den *hypokaust*-Bereich wurden eigens Tonziegel entsprechend der römischen Dimensionen angefertigt. Für den Bodenbelag aus *opus signinum* unternahm man zahlreiche Versuche im Vorfeld, um die richtige Mörtelmischung zu entwickeln. Er wurde aus Weißzement und Ziegelbruch nachgebildet.

In Kooperation mit dem Verband Deutscher Ingenieure (VDI) wurden die Herbergsthermen im Sommer 1993 und im Winter 1993/94 wissenschaftlich beheizt und untersucht. Es wurde genau vermerkt, wie oft und in welchen Abständen welche Menge an Brennholz nachgelegt wurde. Mit zahlreichen Messstellen unter dem Fußboden, in den Badebecken, in den Rauchabzügen, im Dachraum und an der Außenwand wurden die Temperaturverläufe dokumentiert. Leider kam es nie zu einer abschließenden Publikation der Messergebnisse.

In den Jahren danach wurden die Thermen mehrfach im Jahr angeheizt – teilweise für die Besuche wichtiger Gäste, überwiegend jedoch für die jährlich stattfindende Sommerakademie und für die alle zwei Jahre stattfindende Großveranstaltung „Schwerter, Brot und Spiele“. Die Anlage bildete ein Kernstück der Vermittlung im LVR-Archäologischen Park Xanten (APX). Hier konnte das römische Badewesen in seiner einfachen, provinziellen Ausprägung gezeigt werden. Die Erklärung zur Funktionsweise einer römi-

schen Thermenanlage und einer *hypocaust*-Heizung war Bestandteil jeder Führung im APX. Insbesondere, wenn die Thermen beheizt waren, wurde der Besuch der kleinen Badeanlage zu einem unvergesslichen Erlebnis. Das Quiet-schen der Türen in den Angeln, das Plätschern des Wassers, die Wärme und die Feuchtigkeit im *caldarium*, das kalte und das warme Wasser in den beiden Baderäumen und der Geruch nach Holzfeuer bescherten den Besuchern ein Erlebnis für alle Sinne. Eine Führung in den beheizten Thermen bildete lange vor der musealen Entdeckung des Begriffs der Immersion einen Höhepunkt der musealen Vermittlung im Archäologischen Park (Abb. 1).

Im Jahr 2005 wurden die Herbergsthermen zum letzten Mal beheizt. Danach musste der Betrieb aufgrund von Schäden am Gebäude eingestellt werden. Weil giftige Rauchgase in größeren Mengen in die Baderäume eindringen, war ein sicherer Besucherbetrieb bei beheizten Thermenräumen nicht mehr zu gewährleisten.

### Problemstellung und Fragen

Die Herbergsthermen sollen in den nächsten Jahren vollständig saniert und wieder funktionsfähig hergestellt werden. Als Vorbereitung zu einer umfassenden Sanierung erfolgt eine wissenschaftliche Analyse der Rekonstruktionsgeschichte der Thermen, der Unterlagen und Messungen im Betrieb sowie der Ursachen aller Schäden am Bau. Dabei stellen sich drei zentrale Fragen:

1. Sind die im Folgenden vorgestellten Schäden entstanden, weil die Herbergsthermen der CUT falsch rekonstruiert wurden (konstruktive Mängel)?
2. Sind die Schäden entstanden, weil die Herbergsthermen falsch betrieben wurden (operative Mängel)?
3. Sind vergleichbare Schäden bereits in

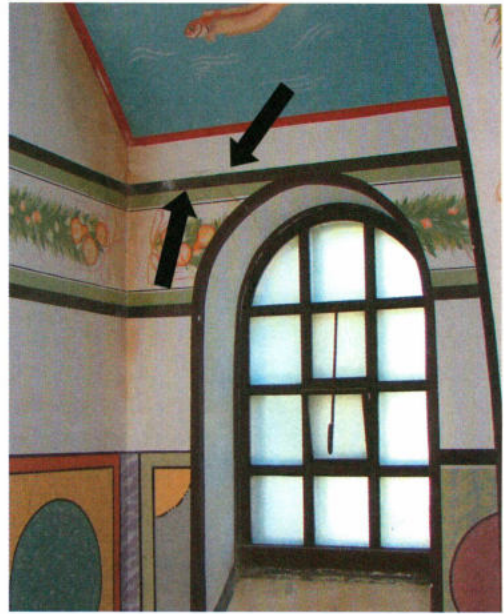


Abb. 2: Risse im *caldarium*. – Cracks in the wall of the *caldarium*.

römischer Zeit aufgetreten und wurden damals womöglich als „normal“ empfunden (kognitive Mängel)?

Auf Basis der Untersuchungsergebnisse wird von der Bauabteilung des LVR-Archäologischen Parks Xanten ein Sanierungskonzept entwickelt und die Herbergsthermen werden, nach Mittelfreigabe, wieder funktionsfähig hergestellt.

### Risse im *caldarium* und im *frigidarium*

Über den seitlichen Fenstern des Baderäumens im *caldarium* zeigen sich Risse im Mauerwerk, die von der Dachtraufe des Bauwerks bis zur Oberseite der Fenster reichen (Abb. 2). Die Risse setzen sich unterhalb der Fenster nicht sichtbar fort. Moderne Bauten werden auf stahlbewehrten Betonfundamenten gegründet. Die rekonstruierten Thermen wurden jedoch in die originalen, im Mittelalter weitgehend ausgebrochenen Fundamentgräben gebaut. Die Fundamente bestehen aus Mauerwerk ohne armierten Betonkern. Die Risse könnten also durch

Unregelmäßigkeiten in der Baugrube entstanden sein. Dagegen spricht jedoch, dass die Risse nur oberhalb der Fenster auftreten und sich unterhalb nicht fortsetzen. Bei Problemen aus dem Untergrund wäre eine Fortsetzung der Risse bis auf das Bodenniveau zu erwarten. Die Ursache ist folglich im oberen Abschluss der Wand zu suchen. Ein armierter Beton-Ringbalken fasst die Mauern um das *caldarium*-Becken in Traufhöhe zusammen. Weil der Raum mit dem Heißbadebecken das Ende der Raumflucht bildet und das Dach des *praefurniums* lediglich an die Giebelwand angelehnt ist, kann sich die Giebelwand bei Temperaturveränderungen frei nach außen bewegen. Der Betonringbalken dehnt sich entsprechend der Temperaturveränderungen aus und verursacht dadurch die Risse im darunterliegenden Mauerwerk.

Weitere Risse zeigen sich am Anschluss der Wand zwischen *frigidarium* und *apodyterium* an die Wand der Herberge aus einem früheren Bauabschnitt. Dies ist eine klassische konstruktive Problemstelle. Die Trennwand zwischen *apodyterium* und *frigidarium* wurde aus zweischaligem Tuffsteinmauerwerk ausgeführt und schließt an eine vorhandene, moderne Hochlochziegelwand des ersten Bauabschnitts an. Hier treffen zwei Materialien mit unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften aufeinander. Zudem ist die Verzahnung zur bestehenden Wand naturgemäß nicht so stabil, als wenn beide Wände zeitgleich und korrekt verzahnt errichtet worden wären. Daher sind diese Risse im Folgenden nicht weiter Gegenstand dieser Betrachtung.

#### Versottung im *tepidarium* und im *caldarium*

Auf der Putzoberfläche im *tepidarium* zeigen sich braune Flecken an der Stelle, an der die letzten drei *tubuli*-Züge in die Wand eingelassen sind. Ähnliche Flecken



Abb. 3: Versottung im *tepidarium*. – Corrosive condensation in the *tepidarium*.

sind an der gewölbten Decke des *tepidariums* zu sehen (Abb. 3). Auch im *caldarium* zeigen sich an der Wand zum *tepidarium* jeweils in den Ecken sowie an den Wänden hinter dem Badebecken braune Verfärbungen. Diese Verfärbungen werden allgemein als Versottung bezeichnet. Sie deuten auf Probleme bei der Abgasführung hin. Neben dem Rauchgas entstehen beim Verbrennen von Holz – abhängig von der ursprünglichen Restfeuchte des Feuerholzes – gewisse Mengen an Wasserdampf. Kühlt das Rauchgas auf dem Weg durch das *hypokaustum* und die *tubulatur* ab, sinkt dessen Fähigkeit Wasserdampf aufzunehmen. Dies spiegelt sich im Begriff der relativen Luftfeuchtigkeit wider. Beim Erreichen des Sättigungspunktes fällt der Wasserdampf in Form von flüssigem Wasser aus: Der Wasserdampf kondensiert. Man spricht von einer Taupunktunterschreitung. Je nach ursprünglichem Feuchtigkeitsgehalt des Feuerholzes

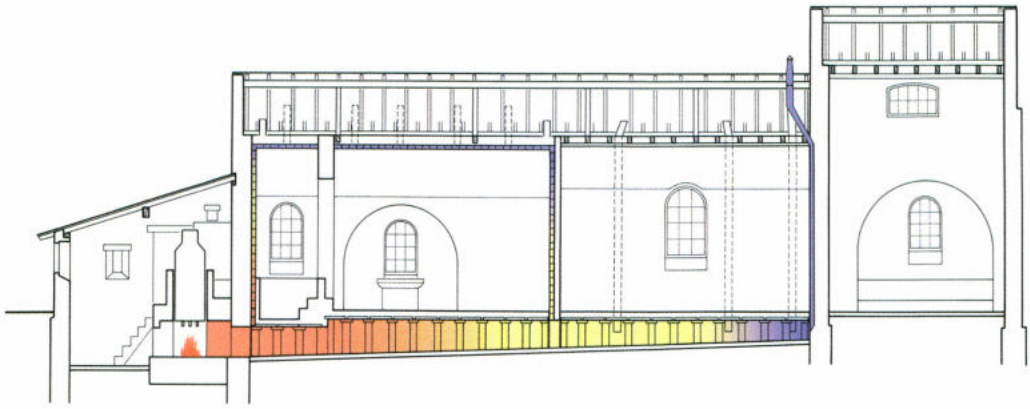


Abb. 4: Längsschnitt durch die Herbergsthermen mit schematischer Darstellung der Temperaturen in hypokaustum und tubulatur. – Longitudinal section of the baths with colours indicating the temperature in hypocaust and tubuli.

kann der Taupunkt zwischen 30°C und 80°C liegen.

Das in flüssiger Form im Rauchgas enthaltene Wasser reagiert mit den säure- bzw. schwefelhaltigen Schadstoffen des Abgases und schlägt sich an der Innenwandung der tubuli-Züge nieder. Es entstehen Schwefelsäure und schweflige Säure, die mineralische Baustoffe sehr schnell durchdringen und sich an der Außenfläche der Rauchgaszüge in Form der besagten braunen Flecken zeigen. Bei modernen Heizungen tritt dasselbe Problem auf, wenn effiziente Niedertemperaturkessel an alten Schornsteinen mit entsprechend großen Querschnitten angeschlossen werden.

In den Herbergsthermen des Archäologischen Parks Xanten trat bereits bei den ersten Betriebsversuchen ein Problem auf: Nach dem Entfachen des Feuers in der Feuerstelle schlug der Rauch in das praefurnium zurück. Der Raum war nicht mehr zu begehen und an ein Nachlegen von Feuerholz war nicht zu denken. Dies hatte zwei Ursachen: Erstens liegt der Sturz der Feuerungsöffnung im praefurnium höher als der Sturz der Öffnung zum hypokaustum. Der Rauch kann auf dem Weg nach draußen durchaus auch nach unten sinken, sofern ein ausreichender

Zug vorhanden ist. Solange sich im hypokaustum und der tubulatur jedoch kein Zug ausgebildet hat, wird der Rauch nicht zwangsläufig in diese Richtung gezogen und schlägt zurück in das praefurnium. Zweitens ist der gesamte Bereich des hypokaustums beim Anfeuern kalt, und erst dann, wenn sich ein ausreichender Zug ausgebildet hat, zieht der Rauch durch das hypokaustum und die tubulatur ab. Der Zug kann sich jedoch nicht von selbst ausbilden, da der Querschnitt der Zuluftöffnung (Feuerloch im praefurnium) wesentlich größer ist als der Querschnitt aller Abluftöffnungen (Anzahl und Querschnitt der Abzugsöffnungen der tubuli-Stränge über Dach).

Das Problem ließ sich dadurch lösen, dass die letzten drei tubuli-Züge über dem Gewölbe des tepidariums mit Metallrohren zusammengeführt wurden und dort ein Ventilator eingebaut wurde. Dieser Ventilator saugt das Rauchgas aus der Feuerstelle durch das hypokaustum bis zu den letzten tubuli-Zügen. Dabei gibt das Rauchgas auf dem Weg so viel Wärme an die kalte Umgebung ab, dass der Taupunkt bereits in den tubuli-Zügen erreicht wird.

Der Ausfall von Schwefelsäure konzentriert sich nun genau dort, da hier das ge-



samte Rauchgas durch den Ventilator abgeführt wurde (Abb. 4).

Die Taupunktunterschreitung in den letzten drei *tubuli*-Zügen fand so lange statt, bis das gesamte Luftvolumen im *hypokaustum* sowie die Massen der *hypokaust*-Pfeiler, der *hypokaust*-Wände und der *suspensura* erwärmt waren. Nach unseren Beobachtungen benötigt diese Erwärmung ungefähr vier Wochen Zeit. Anschließend sind nur noch der Wärmeverlust zum Boden und die Abwärme durch das Rauchgas auszugleichen. Weil nun der Taupunkt im *tubuli*-Zug nicht mehr unterschritten wird, findet keine Versottung mehr statt. Zeitgleich nimmt der Holzverbrauch drastisch ab.

Wie oben bereits erwähnt, hängt der Taupunkt im Rauchgas stark von der Restfeuchtigkeit im Brennholz ab. Je trockener das Holz, desto geringer die Gefahr einer Versottung. In Xanten haben betriebliche Abläufe zur Verwendung von Hölzern geführt, die nicht gut getrocknet waren. Verwendet wurde Brennholz, das nach dem Fällen und Verarbeiten alter und kranker Bäume von den Mitarbeitern der Parkpflege auf den vorderen Holzstapeln in den Holzlagerschuppen bei den Herbergsthermen aufgeschichtet wurde. Die mit dem Heizen der Thermen betrauten Studenten der Internationalen Archäologischen Sommerakademie hatten jedoch in aller Regel keine Erfahrung mit Holzfeuerung; anstatt das besser getrocknete Holz den hinteren Reihen zu entnehmen, verwendeten sie die zuletzt eingelagerten Scheite von vorne. Aus diesem Grund wurde oft frisches Holz mit einer hohen Restfeuchte verfeuert.

Eine Unterschreitung des Taupunkts ist in der Anheizphase selbst mit gut getrocknetem Holz nicht vermeidbar. Wenn allerdings die Thermen nach der Anheizphase kontinuierlich beheizt werden, kann die Konstruktion den einmaligen Anfall an Schadstoffen durch das Anheizen aushalten. In Xanten wurden die Thermen je-



Abb. 5: Waagerechte Risse über dem Fußboden im *caldarium*. – Horizontal cracks above the floor of the *caldarium*.

doch mehrfach im Jahr jeweils nur für kurze Zeit betrieben. Oftmals wurden die Thermen für weniger als vier Wochen betrieben und befanden sich somit immer in der Anheizphase und verursachten das Auftreten von erheblichen Mengen an Schadstoffen und folglich von Versottung.

#### Thermische Spannungsrisse

Im Sockelbereich der Wände des *caldariums* sind an mehreren Stellen waagerechte Risse aufgetreten, überwiegend in den Raumecken (Abb. 5). Ein weiterer Riss ist im Gewölbe des *caldariums* unmittelbar vor der südwestlichen Schildwand festzustellen. Beide Schäden sind aufgrund von Temperaturspannungen entstanden.

Im *caldarium* befindet sich zwischen dem Rauchgas im *hypokaustum* und der Luft im Innenraum über dem Fußboden eine ca. 21 cm starke, frei auf den *hypokaust*-Pfeilern aufgelagerte Fußbodenplatte, die *suspensura*. Sie besteht aus 3 cm starken Ziegelplatten als „verlorene Schalung“ und einem 18 cm starken Estrichboden, bei den Römern *opus signinum* genannt (Abb. 6). Nach den Messungen des VDI betrug die Rauchgastemperatur im *hypokaustum* des *caldariums* unmittelbar hinter der Feuerstelle bis zu 130°C und die



Abb. 6: Herbergsthermen während der Erbauung. Konstruktion der *suspensura* im Anschluss an die *tubulatur* im *caldarium* vor Aufbringen des *opus signinum*. – The Roman baths at Xanten in the building process. The construction of the *suspensura* adjacent to the *tubuli* prior to casting the *opus signinum* floor.

Oberflächentemperatur der Bodenplatte betrug mehr als 30°C, obwohl die Aufheizzeit bei diesen Versuchen jeweils weniger als vier Wochen betrug. Bei längerem Betrieb werden die Temperaturen noch ansteigen. Auf Grund dieser Messungen kann die durchschnittliche Temperatur der gesamten Bodenplatte im heißen Zustand auf 55°C geschätzt werden. Im kalten Zustand (unbeheizt im Winter) beträgt die Temperatur ungefähr 5°C. Bei einem Ausdehnungskoeffizienten von 0,01 mm pro Meter und Grad Kelvin dehnt sich die Bodenplatte um mindestens 4 mm aus. Diese große Ausdehnung ist auf die Verwendung von Weißzement bei der Herstellung der Bodenplatte während der Rekonstruktion der Anlage im Jahr 1987 zurückzuführen. Wegen ihrer Lagerung auf den hypokaust-Pfeilern kann die Bodenplatte sich frei ausdehnen und zer-

drückt die in der Wand verbaute *tubulatur*. Nachforschungen an den Überresten verschiedener römischer Badeanlagen zeigen, dass die *tubulatur* nicht auf der *suspensura* aufsitzt, sondern in der Regel bis zur Unterkante der *suspensura* reichte, also dem Seitenschub der Bodenplatte vollständig ausgesetzt war. Die absolute Ausdehnung der Bodenplatte berechnet sich aus der Temperaturdifferenz zwischen kaltem und heißen Zustand und dem Ausdehnungskoeffizienten des Materials. Da die Temperaturdifferenz auf Grund der gewünschten Beheizung der Thermen entsteht, bestand in der Antike die einzige Möglichkeit zur Verminderung der durch die Schubkräfte entstehenden Schäden in der Verwendung von Baustoffen mit geringerem Ausdehnungskoeffizienten (siehe hierzu auch den Beitrag von Dr. Hannes Lehar in diesem Band).

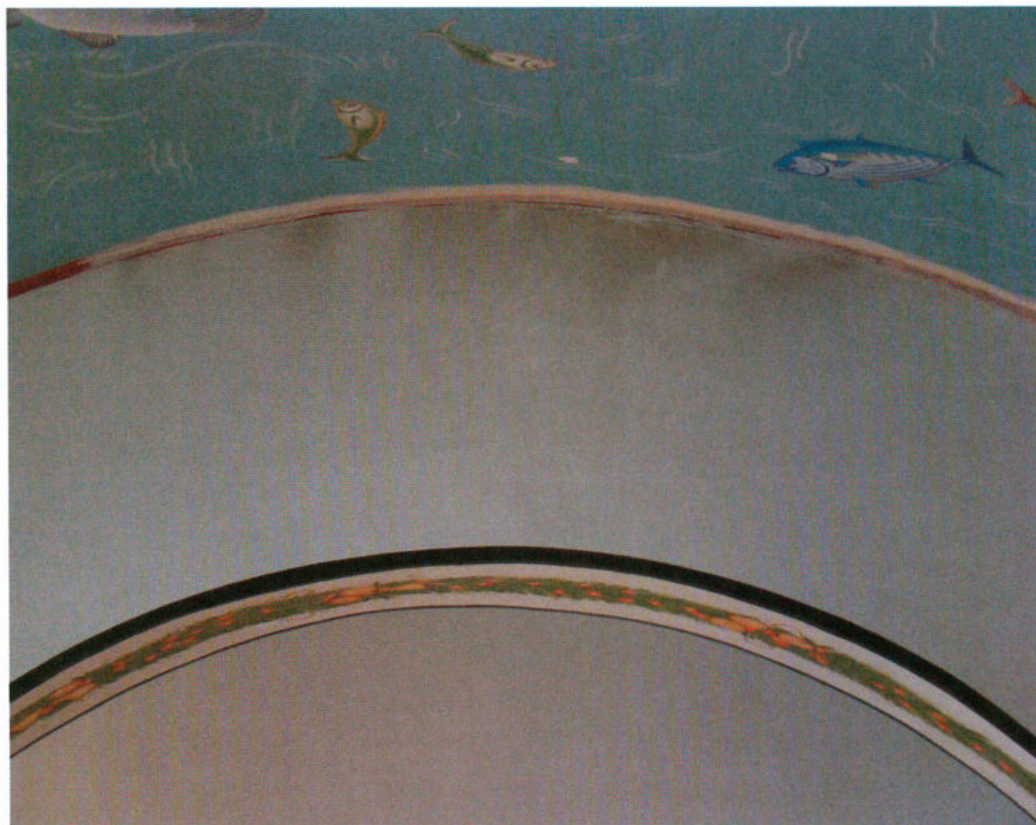


Abb. 7: Abriss des tubuli-Gewölbes an der Schildwand im caldarium. – Crack between the tubuli-vault and the front wall.

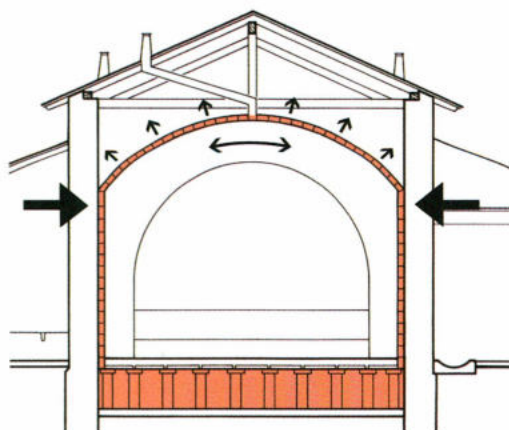


Abb. 8: Querschnitt durch das caldarium mit schematischer Darstellung der temperaturabhängigen Bewegungen. – Cross-section of the caldarium indicating the thermal expansion.

Am Anschluss des Gewölbes des caldariums zur Schildwand über dem Badebecken zeigt sich ebenfalls ein Riss (Abb. 7). Das Gewölbe über dem caldarium besteht lediglich aus verputzten tubuli-Ziegeln. Im Gegensatz zur tubulatur vor einer Wand fehlt in diesem Gewölbe die Masse einer rückseitigen Wandscheibe, die als Temperaturpuffer die Ausdehnung der tubuli-Züge abmildern könnte. Das Gewölbe dehnt sich bei Erwärmung aus und vergrößert seinen Durchmesser. An den Widerlagern ist es durch die Außenwände begrenzt; dadurch hebt es sich am Scheitel (Abb. 8). Während sich das Gewölbe im Scheitel hebt, verharrt die nicht beheizte Wandscheibe am Durchgang zum caldariums-Becken in ihrer Dimension. In der Folge reißen die tubuli-ziegel des ersten Zuges vor der Wand ab. Dieses Problem tritt allerdings nur an der

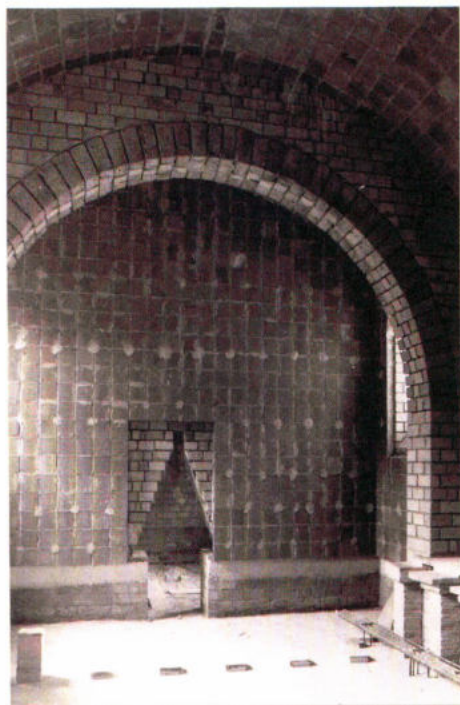


Abb. 9: Herbergsthermen während der Erbauung. Blick vom caldarium zum praefurnium mit Schildwand über dem Durchgang zum Badebecken aus Tuffstein und Gewölbe aus tubuli-Ziegeln. – The construction of the Roman bath at Xanten. View from the caldarium to the praefurnium showing the arched front wall made of tuffa-stone and the tubuli-vault.

Wand über dem Badebecken auf. An der gegenüberliegenden Seite ist kein Riss zu sehen. Die dem Badebecken zugewandte Seite liegt näher am praefurnium, und somit sind die Temperaturunterschiede größer als an der gegenüberliegenden, weiter entfernt liegenden Schildwand. Zudem besitzt die Schildwand mit dem Durchgang zum Badebecken keine tubulatur, da der breite Durchgang keinen Anschluss an das hypokaustum im Boden erlaubt (Abb. 9). Die dem tepidarium zugewandte Schildwand besitzt hingegen eine vollflächige tubulatur und heizt sich daher ähnlich schnell auf wie das aus tubuli-Ziegeln

gebildete Gewölbe. Die Temperaturunterschiede sind hier so gering, dass es nicht zum Abriss kommt.

#### Schmierruß und Glanzruß

Im hypokaust-Bereich haben sich an der Unterseite der suspensura erhebliche Mengen eines zähflüssigen teerähnlichen Produktes abgelagert, das ähnlich Stalaktiten in einer Tropfsteinhöhle herabhängt. Es handelt sich um sogenannten Schmierruß. Der Schmierruß entsteht infolge der Dampfsättigung bei Verwendung feuchten Brennholzes, außerdem fördert die mangelnde Luftzufuhr seine Bildung. Nach seiner Ablagerung trocknet der Schmierruß in der folgenden Heizphase und wird zu leichtem, brüchigem Glanzruß. Schmierruß selbst ist aufgrund seines höheren Feuchtigkeitsgehalts relativ unproblematisch, Glanzruß hingegen ist leicht entzündlich. Es droht der so genannte „Kaminbrand“. Insbesondere in Süddeutschland war es über viele Jahrhunderte hinweg üblich, den Kamin regelmäßig kontrolliert abzubrennen, bevor der schichtweise angelagerte Glanzruß zu einem unkontrollierbaren Kaminbrand führt. In den Xantener Thermen bricht der Glanzruß im Laufe der Zeit von der Unterseite der suspensura ab und fällt zu Boden. Weite Bereiche des hypokaustums sind auf diese Weise mit einer bis zu 10 cm hohen Glanzrußschicht belegt, am stärksten mittig vor dem caldariums-Bekken, also unmittelbar nach Eintritt in das hypokaustum. In Richtung tepidarium und zu den Seiten hin nimmt die Schichtstärke ab. Auf diese Weise ist der Verlauf der Temperaturkurve im hypokaustum an der Schichtstärke des abgefallenen Glanzrußes ablesbar (Abb. 10).

Es ist bemerkenswert, dass in den Befunden von römischen Heizanlagen und hypokausten selten bzw. nur geringfügige Rußablagerungen zu finden sind, obwohl Kohlenstoffe sich generell auch über lan-



Abb. 10: Schmierruß (oben) und Glanzruß (unten) im hypokaustum unter dem caldarium. – Tarry soot (top) and shining soot (bottom) in the hypocaust under the caldarium.

ge Zeiträume eher gut erhalten. Es ist auszuschließen, dass all diese Anlagen kurz vor ihrem endgültigen Verfall gründlich gereinigt wurden. In Anbetracht der engen Pfeilerstellung in einem *hypokaustum* stellt sich sogar prinzipiell die Frage

nach den Möglichkeiten für eine sorgfältige Reinigung. Demzufolge müssen die römischen *hypokaust*-Heizungen generell einen wesentlich geringeren Rußanfall aufgewiesen haben als die Xantener Rekonstruktion.

Es wurde bereits oben dargestellt, dass in Xanten zu viel feuchtes Brennholz verfeuert wurde. Hinzu kommt, dass die vor dem Ofenloch im *praefurnium* angebrachte Ofenklappe zwei kleine Luftöffnungen aufweist. Beide Öffnungen können zusätzlich mit einem Schieberiegel verschlossen werden. Bei reduzierter Luftzufuhr verbrennen zwei bis drei Holzscheite so langsam, dass beim nächsten Auflegen nach zwei Stunden noch genug Glut vorhanden ist, um die neuen Scheite zu entflammen. Die Wärmeenergie reicht aus, um die Thermen zu beheizen. Allerdings führt dann die zu geringe Luftzufuhr zu einem Reduktionsbrand, der die Bildung von Schmierruß und Glanzruß zusätzlich begünstigt.

#### Fehleranalyse

Unsere Forschungen zu den Schäden an den Herbergsthermen in Xanten sind noch nicht vollständig abgeschlossen. Weitere Untersuchungen sind notwendig, bis ein abschließendes Sanierungskonzept für die Badeanlage erstellt werden kann. Einige Punkte kristallisieren sich jedoch bereits heraus:

1. Es wurde beim Beheizen der Herbergsthermen im LVR-Archäologischen Park Xanten zu viel feuchtes Holz verwendet.
2. Die Thermen wurden mehrmals im Jahr für kurze Zeitabschnitte angeheizt. Es ist davon auszugehen, dass in römischer Zeit die Thermen nach dem Anheizen kontinuierlich betrieben wurden. Daher kam es in der Antike im viel geringeren Umfang zu Versottungserscheinungen.
3. Eine Anheizperiode im Sommer reduziert die Temperaturdifferenz zwischen der Luft und den Massen im *hypokaustum* einerseits und dem Rauchgas andererseits und damit auch die Gefahr der Versottung. Die Anheizperiode sollte daher im Sommer liegen.
4. Das *opus signinum* der *suspensura*

darf nicht mit Weißzement hergestellt werden. Erforderlich ist ein Material mit geringerem Ausdehnungskoeffizienten.

5. Die Bewegung der Rauchgase in *hypokaustum* und *tubulatur* ist weiter zu erforschen. Das Verschließen der Feuerungsöffnung im *praefurnium* begünstigt die Bildung von Schmierruß und Glanzruß. Insbesondere die Frage nach dem Austritt der Rauchgase über das Dach ist zu prüfen.

6. Beim Besuch von provinziellen hammams in der heutigen Türkei sind ebenfalls Schäden zu erkennen. Es darf vermutet werden, dass gewisse Schadensbilder in römischer Zeit als durchaus tolerierbar und „normal“ betrachtet wurden.

7. Auch für die römische Zeit ist eine grundlegende Renovierung nach 16 Jahren vermutlich als normal anzusehen. Hier ist jedoch weitere Quellenforschung notwendig.

Eine Analyse der Probleme und die Kalkulation der Kosten für eine anstehende Sanierung der Herbergsthermen in Xanten wirft unweigerlich die Frage auf, ob diese Rekonstruktion fehlerhaft ausgeführt wurde. Diese Frage ist eindeutig mit „Nein“ zu beantworten. Der Bauforscher und Architekt Gundolf Precht hatte das damals zur Verfügung stehende Wissen seiner Zeit und seine eigenen Fähigkeiten genutzt, um die theoretischen Ansätze zur Funktion römischer Thermenanlagen in die Praxis umzusetzen. Da ihm keinerlei Vergleiche mit anderen, funktionstüchtigen Rekonstruktionen antiker Thermenanlagen zur Verfügung standen, musste er völliges Neuland betreten. Die Xantener Herbergsthermen haben 16 Jahre lang in weiten Teilen gut funktioniert. Die aufgetretenen Mängel sind eher als gering zu bezeichnen. Der Sanierungsbedarf einer solchen Badeanlage nach jahrelangem Betrieb ist sicherlich nicht ungewöhnlich. Es ist besonders zu betonen, dass die Rekonstruktion einer solchen

technischen Anlage neben der Vermittlung auch der Forschung dient. Die in jahrelanger Betriebszeit gewonnenen Erkenntnisse wären ohne die praktische Rekonstruktion dieser bis heute einzigartigen Anlage nicht möglich gewesen. Erst in der jahrelangen praktischen Erprobung treten Probleme wie Temperaturspannungen und Versottung deutlich zu Tage. Die Herbergsthermen im LVR-Archäologischen Park Xanten sind – im besten Sinne – Experimentelle Archäologie.

#### Literatur

**BRIDGER, C. 1989:** Colonia Ulpia Traiana Insula 38: Die Befunde der Grabungen 1979 bis 1983. Rheinische Ausgrabungen. Köln 1989.

**KIENZLE, P. 2008:** Die zivile Wohnbebauung in der CUT. In: M. Müller, H.-J. Schalles, N. Zielsing (Hrsg.), Colonia Ulpia Traiana. Xanten und sein Umland in römischer Zeit. Mainz 2008, 413-432.

**KIENZLE, P. 2011:** Erfahrungen aus dem Betrieb der so genannten Herbergsthermen in Xanten. In: F. Humer, A. Konecny (Hrsg.), Römische Thermen – Forschung und Präsentation. Akten des Internationalen Kolloquiums des Archäologischen Parks Carnuntum und der Gesellschaft der Freunde Carnuntums, 17.-18. September 2009, Kulturfabrik Hainburg. Carnuntum 2011, 175-182.

**PRECHT, G. 1978:** Der Archäologische Park Xanten – 2. Arbeitsbericht (1976). In: Colonia Ulpia Traiana, 1. und 2. Arbeitsbericht zu den Grabungen und Rekonstruktionen. Veröffentlichungen zum Aufbau des Archäologischen Parks Xanten. Bonn 1978.

**PRECHT, G. 1983:** Der Archäologische Park Xanten. In: Ausgrabungen im Rheinland 81/82. Köln 1983, 65-76.

#### Abbildungsnachweis

Abb. 1: Foto: Ingo Martell, LVR-Archäologischer Park Xanten

Abb. 2-3; 5; 7; 10: Foto: Peter Kienzle, LVR-Archäologischer Park Xanten

Abb. 4; 8: Zeichnung: Roswitha Laubach, LVR-Archäologischer Park Xanten

Abb. 6; 9: Foto: Archiv des LVR-Archäologischen Parks Xanten

#### Autor

Dr. Peter Kienzle

LVR-Archäologischer Park Xanten

Bahnhofstraße 46–50

46509 Xanten

Deutschland

## Ofentechnologie und Werkstoffdesign im Mayener Töpfereirevier um 500 n. Chr.

Gregor Döhner, Michael Herdick, Anna Axtmann

**Summary – Furnace Technology and Material Design in the Mayen Pottery District around 500 A.D.** *The focus of the first phase of the investigations about the Mayen ceramic technology was the reconstruction of an updraft kiln excavated at Siegfridstr 53, which was built around 500 and used until 520/530 AD. Between 2014 and 2016, three experimental firings were carried out. One of the central findings was that the kiln construction reflects only a part of a complex technological system. The properties of the ceramic material, the stacking of the wares in the kiln, as well as the firing process all influence the firing just as much as the kiln construction. The verdict about the technological efficiency of the Mayen updraft kiln must be seen in relation to the coarse wares that were being produced there around 500 AD and were mainly destined for export. When looking at the relative amount of time and work needed for producing these types of wares, the updraft kilns were efficient. For other types of wares that needed to be fired at higher temperatures or in an alternating atmosphere, then this type of kiln is less suitable. In addition, the available clay resources were analyzed in terms of their technological properties and put in relation to their utilization in the respective period. The processing of the plastic raw materials into usable ceramic mass was also examined. This requires combining the analytical data from the raw resources and material with the effective behavior of the clays during throwing, drying and firing. The aim is the development of a generally applicable methodological tool based on the technological analysis of the resources and materials, which would allow one to draw conclusions about the form, function and statics of a typological spectrum of pots produced during a certain period. This includes recording and sampling the different clay deposits and in which time period they were exploited, as well as the addition of various aggregates to the raw materials. At the same time, analyses and test series concerning the adequacy of clay from Mayen for the production of engobes are also being undertaken.*

**Keywords:** *toploader kiln, clays, ceramics, pottery, resource exploitation strategy*

**Schlafworte:** *Schachtofen, Tone, Keramik, Töpferei, Ressourcennutzungsstrategie*

In der Römischen Kaiserzeit entstand zwischen Mayen (Kreis Mayen-Koblenz) und Koblenz ein Industrieviertel von mitteleuropäischer Bedeutung, das überre-

gionale Absatzmärkte bis ins Mittelalter hinein behaupten konnte. Fernhandels-güter waren Basaltmöhlen und Tuff, der als Leichtbaustein der Antike dient. Seit



etwa 300 n. Chr. produzierten auch die Mayener Töpfereien zunehmend für den Export (GRUNWALD 2015; GRUNWALD 2016). Archäometrische Untersuchungen ermöglichten die Rekonstruktion der mitteleuropäischen Absatzmärkte und den Nachweis der Imitation Mayener Ware in verschiedenen Regionen. Großflächige Ausgrabungen der Produktionsstätten in Mayen im letzten Drittel des 20. Jhs. erlauben einen Überblick über rund 1.000 Jahre Entwicklungsgeschichte der Ofentechnologie (GRUNWALD 2011). Ideale Voraussetzungen für eine Modellstudie zur Kontextualisierung eines Töpfereireviers von mitteleuropäischer Bedeutung in diachroner Perspektive in seinen wirtschafts-, technik- und sozialgeschichtlichen Dimensionen. Als Konsequenz daraus begannen 2014 auch experimentalarchäologische Studien zur Evaluierung der Keramiktechnologie der Mayener Töpfereien. Ziel dabei ist nicht der schlichte rekonstruierende Nachvollzug historischer Prozesstechniken eines einzelnen Standorts, sondern die Schaffung eines technikkarchäologischen Wissensfundaments. Die erzielten Ergebnisse sollen zur Analyse anderer Produktionsstätten des Töpferhandwerks herangezogen werden können: sei es um Übereinstimmungen oder sogar verallgemeinerbare Regeln sichtbar zu machen, sei es um Abweichungen und Unterschiede hervorzuheben.

Der Forschungsansatz zur experimentalarchäologischen Evaluierung der Ofentechnologie lässt sich vor diesem Hintergrund wie folgt formulieren: Rekonstruktion und technologische Evaluierung von Ofentypen, die nach dem Stand der Forschung einen technikgeschichtlichen Entwicklungsschritt markieren und/oder in einer sozial- bzw. wirtschaftsgeschichtlichen Übergangszeit in Erscheinung treten.

Angewandt auf die Mayener Töpfereien legt das zunächst die Rekonstruktion und die experimentalarchäologische Untersu-

chung eines um 500 errichteten und bis 520/30 genutzten Schachtofens aus der Siegfriedstr. 53 nahe. Solche Schachtofen lösten in der 2. Hälfte des 5. Jahrhunderts in Mayen die üblichen Öfen mit gestreckt ovalen oder rechteckigen Grundformen ab. Die Notwendigkeit einer experimentalarchäologischen Analyse des Befundes erschließt sich erst durch die technikkarchäologische sowie wirtschafts- und sozialgeschichtliche Kontextualisierung. Das grundlegende Bauprinzip des Schachtofens, als Stehender Ofen – mit einer konstruktiven Trennung zwischen dem Feuerungsraum für das Brennmaterial und dem Brennraum zur Aufnahme der Keramikwaren – lässt sich weit in die Vor- und Frühgeschichte des Mittelmeerraumes und des Alten Orients zurückverfolgen. Für die römischen Töpfereien von Mayen stellte der Ofentyp eine Neuerung dar, obwohl er in der Region bereits aus Fundzusammenhängen der Zeit um Christi Geburt bekannt war. In politischer und wirtschaftsgeschichtlicher Hinsicht war die Spätantike, in der die Betriebszeit des Untersuchungsobjekts liegt, eine Transformationsphase. Nach heutigem Forschungsstand handelte es sich dabei jedoch gerade im Untersuchungsraum nicht um einen Katastrophenhorizont, sondern um eine Übergangsphase mit bemerkenswerter Kontinuität auf dem Gebiet der Verwaltung, Wirtschaft und Technologie.

Die erste Phase der experimentalarchäologischen Evaluierung der Mayener Ofentechnologie begann 2014 mit der Rekonstruktion und dem Probebrand eben dieses Ofenbefundes. Der Scientific Community wurden die Resultate im Rahmen der EXAR-Tagung 2015 auf der Saalburg vorgestellt (HANNING ET AL. 2016). Dem Anspruch folgend, dass eine moderne Experimentelle Archäologie nicht auf den bloßen (einmaligen) Nachvollzug einer historischen Handwerkstechnik abzielen kann, erfolgten 2015 und 2016 weitere

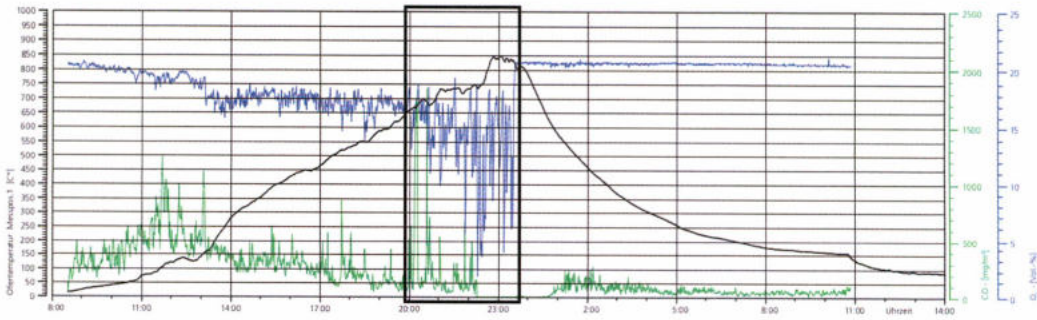


Abb. 1: Das Diagramm zeigt gut sichtbar eine reduzierende Phase, die durch starke Ausschläge der Sauerstoff (Zu- und Abnahme) und Kohlenmonoxidkurve gekennzeichnet ist. Zunächst reicht der vorhandene Sauerstoff nicht aus, um das eingebrachte Holz zu verbrennen. Die Kohlenmonoxidkurve zeigt starke Ausschläge nach oben. Die starken Ausschläge der Sauerstoffkurve nach unten zeigen den intensivierten Verbrennungsprozess an.– A prominent reduction phase is visible in the diagram, which is indicated by a decrease in the  $O_2$  and increase in carbon monoxide values. Initially there is not enough oxygen to completely burn the wood in the kiln. As a result, the carbon monoxide curve has strong positive peaks while the oxygen shows a sharp downward curve.



Abb. 2: Flammenauschlag (Reduktionsflamme) während einer reduzierenden Phase. Anhand solcher Merkmale informieren sich Töpfer auch ohne großen apparativen Aufwand über die unterschiedlichen Brenn Atmosphären in ihrem Ofen. – Flames during a reduction phase. According to such characteristics, it was possible for the potter to gain knowledge about the atmospheric conditions inside the kiln without the use of complicated modern equipment.

Versuchsbrände. Die Ergebnisse lassen sich beim derzeitigen Forschungsstand

(Stand 2017) für die Beurteilung des Leistungsspektrums des Bauprinzips „Schachtofen“ wie folgt zusammenfassen: a) Entgegen dem früheren Forschungsstand benötigt der Ofen keine stationäre Kuppel. Dafür sprachen bereits keramotechnologische Vorüberlegungen, die durch die Brennergebnisse bestätigt wurden. Die mit gepressten Keramikschalen simulierte Abdeckung des Brennguts mit Keramikbruch wirkt sich nicht nachteilig auf eine oxidierende Brennführung tongrundiger Keramik aus.

b) Ein oxidierender Brand beinhaltet auch immer reduzierende Phasen (Abb. 1-2). Dort wo der Sauerstoff nicht oder nur unzureichend hingelangt, entsteht eine reduzierende Atmosphäre im Ofen, die bei entsprechender Dauer zu unterschiedlich intensiv schwarz gefärbten Bereichen auf den Gefäßoberflächen führte. Für sich genommen kann diese Beobachtung keinen wissenschaftlichen Neuigkeitswert beanspruchen. Ihr wissenschaftliches Innovationspotenzial erschließt sich erst, wenn man es auf die konkreten zeitgenössischen Mayener Verhältnisse anwen-



*Abb. 3: Das Einstapeln der Waren ohne Stapelhilfen verlangt großes Erfahrungswissen. Das Brenngut muss so eingestapelt werden, dass Flamme und Brenngase so durch den Ofen geführt werden, dass eine gleichmäßige Temperaturverteilung gegeben ist und die Gefäße durch den Stapeldruck nicht beschädigt werden. – Stacking the pots without the help of supports takes quite a lot of practical experience. The wares have to be stacked in a manner that the flames and gasses can circulate through the kiln and create an even temperature but also crack due to uneven pressure on the pot walls.*

det. Aus der Spätantike sind aus den Großgrabungen in Mayen nur zwei kleine Stapelhilfen, die wohl als Abstandhalter dienten, erhalten. Daraus ist abzuleiten, dass das lufttrockene Brenngut direkt aufeinander gestapelt wurde. Was beim Blick in den Ofen chaotisch wirkt (Abb. 3), verlangt ein hohes Maß an Erfahrungswissen. Das Brenngut muss so eingestapelt werden, dass Flamme und Brenngase so durch den Ofen geführt werden, dass eine gleichmäßige Temperaturverteilung gegeben ist und die Gefäße durch den Stapeldruck nicht beschädigt werden. Auf diese Weise können rund 550 Gefäße des zeitgenössischen Formenspektrums eingestapelt werden. Die unter diesen Produktionsvoraussetzungen gefertigten rot-

schwarzen Oberflächen der ofenfrischen Gefäße haben ein lebendigeres Aussehen als Mayener Keramik aus archäologischen Komplexen (Abb. 4). Damit rückt die Frage nach taphonomischen Prozessen, die Erscheinungsbild und Eigenschaften von Keramik nach dem Brand beeinflussen langfristig auf die Forschungsagenda.

c) Zur Energiebilanz von Schachttöfen zur Keramikproduktion lässt sich folgende Feststellung treffen: Schachttöfen arbeiten in höheren Temperaturbereichen weniger energieeffizient. Das Halten von Temperaturen in höheren Bereichen, insbesondere jenseits der 800°C, ist im Brennraum regelhaft mit einem hohen Brennstoffverbrauch verbunden (Abb. 5). In diesem



Abb. 4: Die Gegenüberstellung des im Experimentalbrand erzeugten Kleeblattkruges mit einem Original zeigt anschaulich den Einfluss der taphonomischen Prozesse auf das Erscheinungsbild. An der Replik sind gut die dunklen Oberflächenbereiche zu erkennen, die auf das ausreichende Einwirken einer lokal reduzierenden Atmosphäre während eines Brandes mit grundsätzlich oxidierender Atmosphäre zurückzuführen sind. – Comparison of an experimentally reconstructed and fired clover-shaped jug and an original specimen, which has been altered by taphonomic processes. The dark patches on the reconstructed jug's surface are the product of a localized reducing atmosphere in the kiln, although the atmosphere during most of the firing was oxidizing.

Stadium unterliegen Brennanlagen einer extrem hohen thermischen Beanspruchung. Denn eine quantitative Erhöhung des Brennmaterials führt nur verzögert zu einer Temperatursteigerung, aber dafür zu einer erhöhten Reduktion im Brennofen. Der Grund dafür ist im Konstruktionsprinzip von Schachtofen zu sehen. Entscheidend ist der feuerungstechnische Wirkungsgrad bei holzbefeuerten Brennanlagen. Hier entstehen zwei Arten von Energieverlusten:

- Thermische Verluste durch Wärmeabgabe

- Chemische Verluste durch unvollständiges Verbrennen

Der thermische Verlust durch Wärmeabgabe an die Umgebung im Bereich der Brennraumöffnung ist nur begrenzt zu reduzieren, da sonst das Zugverhalten des Ofens beeinträchtigt wäre. Entscheidend für die Limitierung der Brennendtemperatur bei Schachtofen ist aber die Abhängigkeit der Verbrennungstemperatur vom Sauerstoffgehalt im Ofen sowie der Holzfeuchte, die bei 12%-14% liegt. Durch das Abdecken des Brenngutes fehlt es an ausreichendem Luftüber-

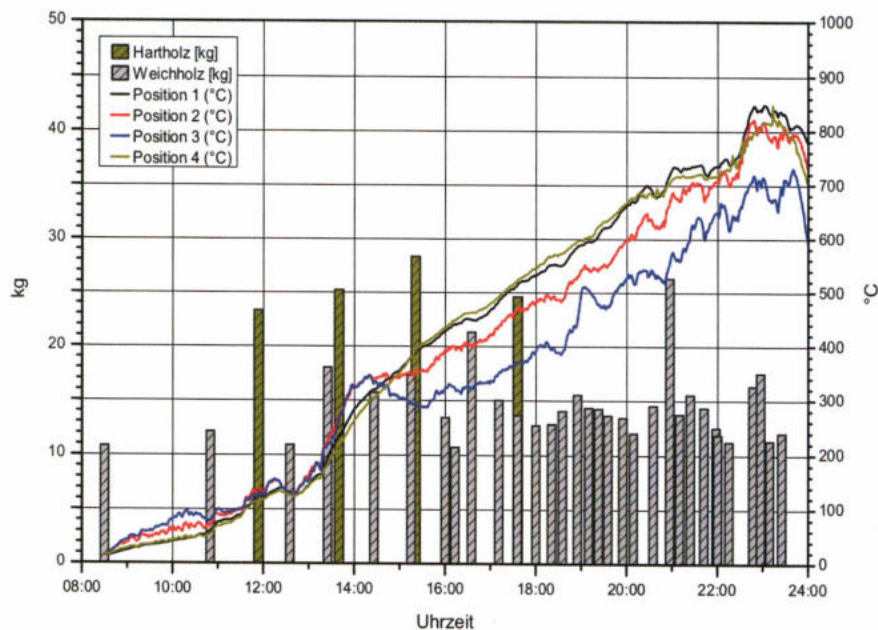


Abb. 5: Diagramm zur Brennstoffzugabe. Auffallend ist u. a., dass das Zuführen weiterer Holzmassen über 800°C nicht mehr zu einem signifikanten Temperaturanstieg führt. – Fuel diagram. Notable is that that additional amount of wood when the temperature in the kiln was above 800°C did not lead to a notable increase in temperature.

schuss innerhalb des Brennraumes zur Steigerung der Temperatur. Ein Weglassen der Abdeckung würde aber zu einem hohen thermischen Verlust durch Wärmeabgabe führen und zugleich zu einem so hohen Luftüberschuss, dass eine zusätzlich Abkühlung einsetzen würde. Die Konsequenz daraus ist, dass bei einer geringfügigen Erhöhung der Brennendtemperatur, auch bei längeren Haltezeiten, das Verhältnis zwischen zugeführter und nutzbarer Leistung überproportional ansteigt.

d) Ein abschließendes Urteil über die technologische Effizienz des rekonstruierten Mayener Schachtofens lässt sich nur in Relation zu dem robusten, rauwandigen Gebrauchsgeschirr fällen, das in der Zeit um 500 im oxidierenden Brand vorrangig für den Export produziert wurde. Das experimentalarchäologisch evaluierte Ofenbauprinzip erwies sich in der Be-

triebsführung als robust und vergleichsweise wenig stör anfällig. Das notwendige Erfahrungswissen zur Steuerung des Brandes des um 500 n. Chr. bevorzugt für den Export hergestellten Keramikguts in einem Mayener Schachtofen hätte ein Arbeiter nach mehrmonatiger Einarbeitungszeit recht schnell erlernen können. Möglich wurde das durch den nahezu linearen Brennverlauf, der nur bei 80-120°C und bei der gewünschten Endtemperatur zwischen 800 und 900°C Haltezeiten aufweist (Abb. 6).

Aus den vorangegangenen Ausführungen, insbesondere zur Rekonstruktion der Stapeltechnik (b) und zur Bewertung der Anforderungen an die Brennführung (d), wird deutlich, dass die Ofenkonstruktion für sich alleine noch nicht als vollständiges technologisches System betrachtet werden kann. Die Eigenarten des ge-

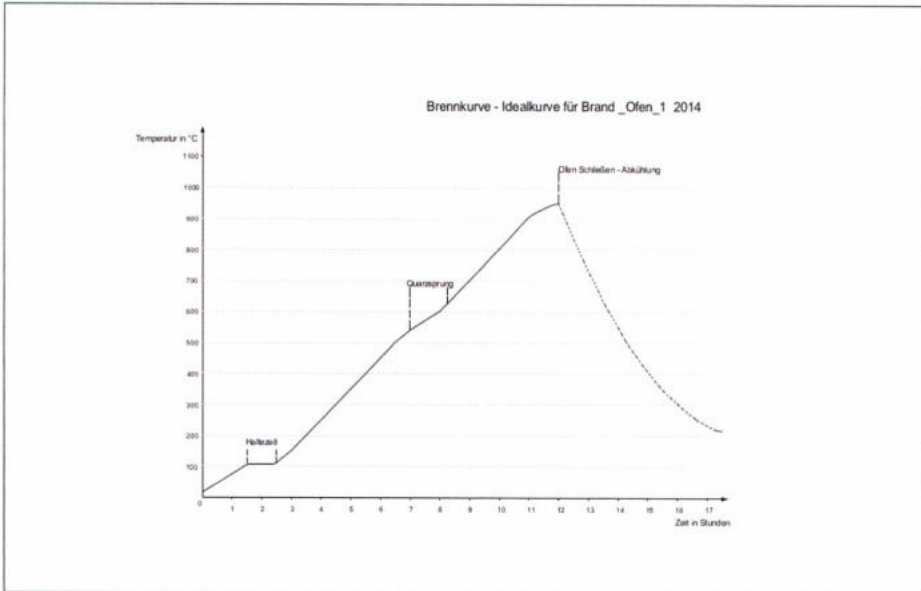


Abb. 6: Ideale Brennkurve mit Haltezeiten für die Produktion des Mayener Exportgutes um 500. 1. Haltezeit: Restwasser entweicht; 2. Haltezeit: Eine ausreichende Einwirkzeit der Endtemperatur ist entscheidend für die Qualität der Keramik. – Ideal firing schedule for the production of Mayen export wares from 500 A.D. First firing ramp is to allow for the evaporation of mechanically and chemically bound water: the second firing ramp is critical for the quality of the ceramic in that enough time elapses before the final temperature is reached.

wählten keramischen Produktionsgutes und ihre Anforderungen an die Stapeltechnik und den Brennprozess bestimmen mindestens ebenso sehr die Eigenarten des Brennverlaufs wie das für die Fertigung realisierte Ofenbauprinzip. Diese Feststellung ist nicht ohne Brisanz für die Archäologie, weil sowohl in der archäologischen Überlieferung wie auch bei der Befundvorlage in der Regel die Überreste der Ofenkonstruktion dominieren. Damit wird auch der technikgeschichtlich begrenzte Aussagewert von – ansonsten außerordentlich verdienstvollen – Übersichtswerken zu den mittelalterlichen und neuzeitlichen Töpferöfen in Mitteleuropa deutlich, wie sie von Barbara Weiser und Andreas Heege vorgelegt wurden (WEISER 2003; HEEGE 2008). Diese fokussieren

notgedrungen auf die typologische Gliederung der Ofenbefunde, die nach technologischen Maßstäben eigentlich nur das Skelett des Keramikproduktionssystems „Töpferofen“ darstellen; also nur einen Teil des Gesamtproduktionssystems ausmachen.

Vor diesem Hintergrund wird auch für den keramiktechnologischen Laien sichtbar, dass die Töpfer vor- und frühgeschichtlicher Zeit in technologischer Hinsicht weitaus mehr Entscheidungsspielräume zu bewältigen hatten als es die Betrachtung der isolierten Überreste der Ofenanlagen zu erkennen gibt. Herausforderung für eine zukunftsweisende Keramikarchäologie ist es, das potenzielle keramiktechnologische Nutzungsspektrum der lokal bzw. regional verfügbaren Rohstoffe

eines Töpfereistandortes mit den Materialeigenschaften und Brennanforderungen des tatsächlich produzierten Warenspektrums in Verbindung zu bringen.

In der mitteleuropäischen Forschungs- und Publikationslandschaft fehlt es nicht an Einzelstudien und -beobachtungen, die den Abbau von Tonen, den Gebrauch verschiedener Tone oder deren Mischung an einem Produktionsstandort thematisieren. Sogar Nachweise für den Import besonderer mineralischer Produkte zur Herstellung keramischer Sonderformen sind bekannt. Tonaufbereitungsanlagen sind eine fest etablierte Größe bei der Ausgrabung und Befundvorlage von Töpfereistandorten.

Als Exempel für Untersuchungen eines römischen Tonabbaugebiets kann auf Augusta Raurica verwiesen werden (SCHMID, GROLIMUND 2001). Übergreifend kann derzeit festgehalten werden, dass römische Töpfereien ihren Rohstoffbedarf vorwiegend aus dem unmittelbaren und weiteren Nahbereich deckten. Nur wenn die Töpfereien ihren Standort in großen Metropolen mit einer entsprechenden Konzentration von Abnehmern hatten, erschien es offensichtlich ökonomisch sinnvoll, die Rohstoffe auch aus Entfernungen von mehreren Kilometern heranzuführen, wie es etwa für Köln überliefert ist (HANCOCK 1984). Der konkrete Nachweis des Masseversatzes von Tonen in einer Töpfereiwerkstatt mit archäometrischen Methoden ist beispielsweise aus dem römerzeitlichen Bonn überliefert (SCHWEDT, MOMMSEN 2004). Archäometrische Indizien für die zeitgleiche Verwendung unterschiedlicher Tonmassen und die Aufbereitung von Tonen liegen auch für die Mayener Keramik vor (XU 2012, 41; KRITSOTAKIS 1986, 779). Dass es sich dabei nicht um isolierte Befunde handelt, zeigen die Ausführungen von Hans Mommsen in der Einführung in die Archäometrie von Günther A. Wagner: *„Das in Keramik gemessene Elementmuster repräsentiert im Normalfall nicht*

*dasjenige des ausgebeuteten Tonlagers, sondern, wie heute durch zahlreiche Analysen bekannt ..., dasjenige der Tonmasse. Das inzwischen 30 Jahre alte Herkunftspostulat (Weigand et al. 1977) sollte deshalb neu formuliert werden, indem das Wort „Rohmaterialquellen“ durch das Wort „Tonmasse“ ersetzt wird.“* (MOMMSEN 2007, 182).

Untersuchungen in der römischen Töpfersiedlung Schwabmünchen (Lkr. Augsburg) erbrachten den Nachweis, dass zur Herstellung von Reibschüsseln Dolomit zur Herstellung der Arbeitsoberflächen importiert wurde. Dolomit steht erst in den Alpen und nicht am Töpfereistandort an. Die nächstgelegene, verkehrsgünstig im Einzugsbereich des Lech befindliche Lagerstätte befindet sich bei Alterschrofen (Gde. Schwangau, Lkr. Ostallgäu). In Schwabmünchen wurden auch makroskopisch sichtbare Indizien für die Mischung von Tonen für die Herstellung von Reibschalen gefunden (SORGE 2001, 23). Dass Tonaufbereitungsanlagen von der archäologischen Forschung längst als wichtige Quellengattung bei der Untersuchung von Produktionsstätten der Töpferei erkannt worden sind, zeigen beispielsweise die „Guidelines for Best Practice“ von „Historic England“ für die Untersuchung von Töpfereien (HISTORIC ENGLAND 2015).

Die positiven Fallbeispiele können freilich nicht über vorhandene Defizite hinwegtäuschen. So werden Tonaufbereitungsanlagen bei Ausgrabungen vielfach immer noch stiefmütterlich behandelt und ohne dezidierte Fragestellung mit Blick auf das Werkstoffdesign antiker Töpfer untersucht. Um Masseversatz nachweisen zu können, müssen Tonaufbereitungsbecken in jedem Fall geschnitten, schichtweise beprobt und entsprechende archäometrische und keramiktechnologische Untersuchungen durchgeführt werden. Immer wieder bleibt dem Bearbeiter von Töpfereikomplexen nur der kurze Hinweis, dass



*Abb. 7: Carl-Heinrich-Grube der KTS Mülheimer Ton- und Schamottewerke. In dieser Grube werden heute ein Dutzend verschiedener Rohstoffe gewonnen. Unter Mitverwendung zugekaufter Rohstoffe entstehen im KTS-Weiterverarbeitungswerk ca. 50 Werkstoffe. – The clay pit from the KTS Mülheimer Ton- und Schamottewerke. This clay pit produces more than a dozen different raw materials. With the addition of external components, ca. 50 different types of construction materials are produced at the KTS-factory.*

ein entsprechender Befund vorhanden, aber z. B. nur durch ein einzelnes Foto dokumentiert wurde (HELFERT 2010, 41). Naturwissenschaftliche und keramiktechnologische Methoden werden bei der Untersuchung antiker und mittelalterlicher Töpfereien in Mitteleuropa noch zu selten eingesetzt, um gezielt der intendierten Aufbereitung von Tonmassen und ihrer Entwicklung in diachroner Perspektive nachzugehen. Beobachtungen zu diesem Fragenkreis fallen bislang in der Regel als Einzelbeobachtungen bei Studien zur Provenienzbestimmung von Keramik an. Was systematische Studien mit Fokus auf der Gewinnung von Tonrohstoffen und ihrer Verarbeitung zu keramischen Rohstoffen zum Verständnis menschlichen Verhaltens und zur Modellbildung beitragen können, zeigen vor allem englischsprachige Studien, die sich auch auf ethnoarchäologische und -archäometrische Ansätze stützen (ARNOLD 2000; ARNOLD 2017; COSTIN 2000; GOSSELAIN 1994; HEGMON 2000; STARK 2003). Impulse für sol-

che Arbeiten kamen nicht selten auch aus der Archäometrie, deren Vertreter Voraussetzungen und Interpretationen ihrer analytischen Ansätze evaluieren wollten (BUXEDA ET AL. 2003; CAU ONTIVEROS ET AL. 2014; NEUPERT 2000; POLITO ET AL. 2015; SILLAR 2000). Exemplarisch für den Erfolg dieser Forschungstradition steht das Lebenswerk von Dean E. Arnold, der auf der Basis ethnoarchäologischer Studien theoretische Modelle für die Entwicklung der Keramiktechnologie entwickelte (ARNOLD 1985; ARNOLD 2006; ARNOLD 2011). Seine darüber hinausgehende, herausragende Leistung bestand darin, den Gebrauchswert dieser Modelle sowohl bei der Untersuchung prähistorischer wie auch zeitgenössischer Töpfereiproduktion zu erproben (ARNOLD 2003; ARNOLD 2008). Karen G. Harry hat ebenfalls anschaulich demonstriert, wie diese ethnoarchäologischen Modelle als Inspiration bei der Bearbeitung keramiktechnologischer Fragen anderer Zeiträume und Epochen herangezogen werden können (HARRY 2011).





Abb. 8: Tone aus dem Mayener Stadtgebiet. – Clays from the city of Mayen.

Welche Aufgaben die Experimentalarchäologie bei der Evaluierung des Nutzungsspektrums von Tonen im Umfeld eines Töpfereizentrums leisten kann, zeigt etwa die von ihr initiierte Studie im Rahmen des „West Branch Projects“ in Südarizona an (HARRY 2010, 28-32).

Vor diesem Hintergrund soll der zweite Untersuchungsansatz für die Erforschung der Keramiktechnologie wie folgt formuliert werden:

Ermittlung des maximalen Nutzungsspektrums der verfügbaren Rohstoffe unter keramiktechnologischen Gesichtspunkten in Relation zur Nutzungspraxis der jeweiligen Betriebsepochen. Das erfordert, die Analysedaten aus den Roh- und Werkstoffuntersuchungen mit dem tatsächlichen

chen Dreh-, Trocken- und Brennverhalten zu verknüpfen. Langfristiges Ziel ist ein allgemein anwendbares Methodeninstrumentarium, das es ermöglicht, aus den keramiktechnologischen Rohstoffanalysen Argumente für ein mögliches Gefäßspektrum bezüglich Form, Statik, Größe und Funktion abzuleiten.

Dementsprechend wurde der Untersuchungsansatz 2015/2016 erweitert. Es begannen keramiktechnologische Versuche mit Tonen aus dem Mayener Raum, um das maximale Nutzungsspektrum der verfügbaren Rohstoffe zu ermitteln und Unterschiede zwischen den einzelnen Tonen für den Töpfereigebrauch zu ermitteln. Ein und dasselbe Tonvorkommen kann verschiedene Tone enthalten, wie der Blick in die Tongrube in Mülheim-Kärlich exemplarisch zeigt (Abb. 7), wo im unteren Bereich z. B. der sogenannte Blauton besonders gut zu erkennen ist, der bei der Herstellung der Urmitzer Ware Verwendung fand. Auch aus dem Stadtgebiet von Mayen konnten wir unterschiedliche Tone abbauen, deren Unterschiede schon visuell ins Auge fallen (Abb. 8).

Die Entstehung der Mayener Tonvorkommen steht in Zusammenhang mit den Aktivitäten des benachbarten Ettringer Bellerberg-Vulkans. Einer seiner Lavaströme staute die Nette auf, sodass im Mayener Becken ein See entstand, in dem sich mächtige Tone ablagerten. „Das Ausgangsmaterial für diese Seetone stammt aus der Verwitterungsrinde der Devon-schiefer und aus tertiären Tonen der Umgebung“ (MEYER 2013, 527). Bei keinem der von uns untersuchten Tone konnten Vulkanite nachgewiesen werden, die in der Literatur auch schon als Magerungsmittel der Mayener Keramik genannt wurden (SCHNEIDER, ROTHER 1991, 203-204). Nach neueren Untersuchungen soll es sich bei den dunklen Partikeln in der Mayener Keramik, die so angesprochen wurden, „um Schwerminerale in den San-



Abb. 9: Links: Ton 0001 – Deutlich ist der Schaden zu sehen, der beim Hochziehen und anschließendem Weiten während der Formgebung (Drehen) entsteht. Rechts: Ton 0002 – Die hohe Trockenschwindigkeit führte zu charakteristischen Trocknungsrisse bei Schalen. – Left: Clay 0001 – the cracks from raising and subsequent expanding of a thrown pot with this type of clay are apparent. Right: Clay 0002 – the high rate of shrinkage while drying lead to characteristic drying cracks when throwing shallow bowls.

den“ handeln, die nicht vulkanischen Ursprungs sind (Xu 2012, 34-35.). Das bedeutet freilich nicht, dass Vulkanite nicht zumindest zeitweilig in Tonmassen der Mayener Töpfereien vorhanden waren. Deshalb sind für die Zukunft u. a. auch keramiktechnologische Studien zu ihrer Wirkung als Zuschlagsstoffe für die Mayener Rohstoffe geplant.

Für die Mayener Brennversuche 2015/16 wurden zunächst verschiedene Mayener Tone gereinigt und ohne Veränderung der materialspezifischen Eigenschaften eingesetzt. Die vorangegangene keramiktechnologische Analyse erbrachte folgende Ergebnisse:

Die aufbereiteten Mayener Tone konnten unmittelbar nach der Aufbereitung nur eingeschränkt zur Herstellung der schiebgedrehten Gefäße des zeitgenössischen Waren- und Formenspektrums für den Export genutzt werden. Alle Tone wiesen unterschiedliche Eigenschaften bei der Formgebung auf. Sie eigneten sich jeweils nur zur Herstellung bestimmter Segmente des zeitgenössischen Mayener Formenspektrums. Beispiele:

a) Der Ton 0001 (gelb; Polcher Str.) konnte bei der Formgebung auf der Drehscheibe nicht in die Höhe gezogen und an-

schließend geweitet werden. Dabei entstanden Risse in der Gefäßwandung.

b) Der Ton 0002 (weiß; Polcher Str.) war besonders plastisch und wies eine hohe Trockenschwindigkeit auf, sodass flache, weite Schalen während des Trocknens typische Trockenrisse bildeten (Abb. 9).

Unter der Voraussetzung, dass es für die Töpfer in Mayen und anderenorts nicht sinnvoll war, eine größere Zahl von Tonmassen für ein spezifisches Waren- und Formenspektrum vorzuhalten, ist davon auszugehen, dass die antiken Mayener Töpfer bei der Entwicklung ihrer Tonmassen mit Masseversatz, also mit Mischungen der lokal verfügbaren Tone gearbeitet haben müssen.

Bei den Brennversuchen 2016 wurden Tests zum Masseversatz und zur Aufbereitung der Mayener Tone durch Zuschlagsstoffe durchgeführt. Die Tone wurden in einem festgelegten prozentualen Verhältnis zu einem Masseversatz zusammgeführt. Ferner wurden die Masseversätze in einer weiteren Testreihe mit 15% Quarzsand gemagert. Die Gleichbehandlung der Masseversätze bei der Zugabe von Quarzsand resultierte aus den Rohstoffanalysen und dem beobachteten Trocknungsverhalten sowie der geringen

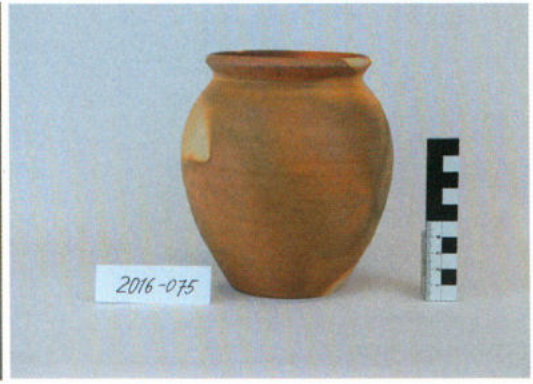


Abb. 10: Inv.-Nr. 2015-412, Ton 0002 Weiß, Anzahl der Durchgänge: 3; Anmerkungen: Das Gefäß hat zwei Durchgänge überstanden und zerbrach beim dritten. Die Brüche erschienen an verschiedenen Stellen und üblicherweise vertikal. Der größte Schaden entstand durch eine flache Absplitterung der Gefäßwand; Inv.-Nr. 2016-075, Ton: MV4 / Weiß 50% – Rot 50%, Anzahl der Durchgänge: 10, Anmerkungen: Das Gefäß hat 10 Durchgänge ohne Schaden überstanden. – Inv.-Nr. 2015-412, Clay 0002 White, Number of passes: 3, Remarks: The vessel has survived two rounds and cracked during the third time. The cracks occurred in several places and usually vertically. The greatest damage was caused by a flat chipping of the vessel wall; Inv.-Nr. 2016-075, Clay: MV4 / White 50% – Red 50%; Number of passes 10; Remarks: The vessel has survived ten passes without damage.

Temperaturwechselbeständigkeit (TWB) der aufbereiteten Tone. Archäometrische Studien weisen die Quarzmagerung im Untersuchungszeitraum als technologischen Entwicklungsschritt für die Mayener Keramiktechnologie aus (XU 2012, 42). Gleichzeitig existieren solide Studien zur Wirkung von Quarz als Magerungsmittel archäologischer Keramik (KILIKOGLU ET AL. 1998; VEKINIS, KILIKOGLU 1998).

Bereits das Dreh- und Trocknungsverhalten des Wareneinsatzes hatte sich signifikant geändert. Es konnten keine Trockenrisse festgestellt werden, auch das Brennverhalten erwies sich als stabil. Die Massen erwiesen sich gegenüber Temperaturschwankungen und Temperaturunterschieden sowohl während des Brandes als auch im Gebrauch der Gefäße als robust. Zur Überprüfung der Temperaturwechselbeständigkeit (TWB), der sowohl für das Brennen von Keramik als auch für die Anwendung als Kochgefäß eine besondere Bedeutung zukommt, wurden entsprechende Labortests durchgeführt

(Abb. 11, links). Dabei werden die Gefäße einzeln auf 500°C aufgeheizt und nach der Entnahme aus dem Ofen im Wasserbad bei 20°C abgeschreckt. Dieser Vorgang wird pro Gefäß und Gefäßform zehnmal wiederholt. Alle Testkörper, die aus den gemagerten Masseversätzen hergestellt wurden, durchliefen die Testreihe unbeschadet.

Mit Blick auf das maximale Nutzungsspektrum der verfügbaren Rohstoffe wurde auch der Frage nachgegangen, inwieweit die Mayener Tone zur Herstellung von Engoben geeignet sind. Im Römischen Reich wohlbekannt, waren sie doch im Untersuchungszeitraum zur Verzierung der Mayener Exportwaren von untergeordneter Bedeutung. Die keramische technologische Analyse erbrachte diesbezüglich bemerkenswerte Ergebnisse. Die Tone 0002 und 0003 erwiesen sich als engobentauglich (Abb. 11, links). 2016 konnte bei Bauarbeiten noch ein weiterer Ton geborgen werden. Naturwissenschaftliche Analysen zu diesem auffälli-

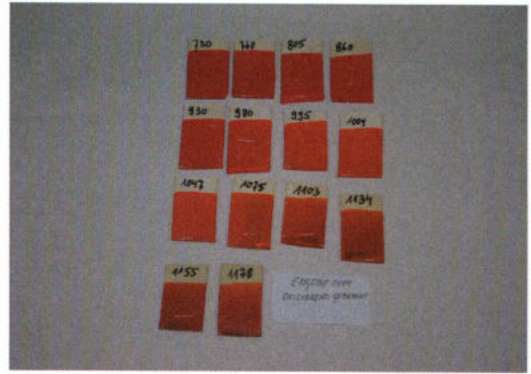


Abb. 11: Die Brenntafeln aus den Labortests zeigen exemplarisch die Engobentauglichkeit der untersuchten Tone. Links: Ton 0003 (rot; Geishecker Hof), rechts: Ton 0004 (Glanztone; Eichenweg). – The firing plaques from the laboratory tests exhibit the capability of the slip-glazes created from the different clays. Left: Clay 0003 (red, Geishecker Hof), right: Clay 0004 (luster clay, Eichenweg).

gen roten Ton stehen noch aus. Erste Engobentests wurden aber bereits durchgeführt. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass dieser Ton bei Labortests im Hinblick auf die visuelle Anmutung Eigenschaften eines Glanztons besitzt (Abb. 11, rechts). Im Temperaturbereich von 1050°C bis 1100°C bildet der Ton als Engobe einen lackartig glänzenden roten Überzug.

Im Untersuchungszeitraum, am Übergang von der Spätantike zum Frühmittelalter, hatte das Engobepotenzial der regionalen Rohstoffe eine völlig untergeordnete Bedeutung für den Mayener Keramikexport. Grundsätzlich sind dafür zwei Erklärungsansätze denkbar: Kollektiventscheidung oder staatliche Lenkung der Warenproduktion hin zu einem standardisierten Exportgut. Siedlungsarchäologische Studien im Untersuchungsgebiet (GLAUBEN ET AL. 2009; GRUNWALD 1997) haben eindeutige Argumente für eine Kontinuität römischer Verwaltungsstrukturen geliefert. Die Verlagerung und Konzentration der Mayener Töpfereiareale von der Spätantike bis zum Beginn des Frühmittelalters legen viel mehr den Schluss einer staatlich gelenkten Ansiedlung nahe. Die fokussierte Nutzung des keramiktechnologischen Anwendungsspektrums der regionalen Tone

zur Fertigung eines klar definierten, hochwertigen Massenprodukts der Haushalts- und Küchenkultur interpretieren wir als Indiz, dass staatlicher Einfluss auch bei der Warenpalette für den Export wirksam wurde.

Das übergeordnete Forschungspotenzial des hier demonstrierten Untersuchungsansatzes besteht darin, dass man Untersuchungen zu Rohstoffnutzungs- und Werkstoffentwicklungsstrategien für Keramikprodukte in einem vielfach größeren Umfang in der Fläche anwenden kann als etwa für Edelmetalle oder Salz, deren Förderung und Veredelung von überregionaler Bedeutung auf wesentlich weniger Orte beschränkt war. Es erscheint daher sinnvoll und lohnenswert, entsprechende Studien zur Keramik verstärkt mit Blick auf ihre potenzielle Modellfunktion für das Verständnis menschlicher Rohstoffnutzungs- und Werkstoffentwicklungsstrategien zu entwickeln und zu erproben.

#### Literatur

- Arnold, D. E. 1985:** Ceramic Theory and Cultural Process. New Studies in Archaeology. Cambridge, New York 1985.  
**ARNOLD, D. E. 2003:** Ecology and Cera-

mic Production in an Andean Community. Cambridge 2003.

**ARNOLD, D. E. 2006:** The Threshold Model for Ceramic Resources: A Refinement. In: D. Gheorgiu (Hrsg.), *Ceramic Studies: Papers on the Social and Cultural Significance of Ceramics in Europe and Eurasia from Prehistoric to Historic Times*. BAR International Series 1553. Oxford 2006, 3-9.

**ARNOLD, D. E. 2008:** Social Change and the Evolution of Ceramic Production and Distribution in a Maya Community. *Mesoamerican worlds*. Boulder, Colorado 2008.

**ARNOLD, D. 2011:** Ceramic Theory and Cultural Process After 25 Years. *Ethnoarchaeology* 3/1, 2011, 63-98.

**ARNOLD, D. E. 2017:** Raw Material Selection, Landscape, Engagement, and Paste Recipes: Insights from Ethnoarchaeology. In: L. Burnez-Lanotte (Hrsg.), *Matières À Penser: Raw Materials Acquisition and Processing in Early Neolithic Pottery Productions*. Proceedings of the Workshop of Namur (Belgium), 29 and 30 May 2015. Paris 2017, 15-27.

**ARNOLD, P. J. 2000:** Working without a Net: Recent Trends in Ceramic Ethnoarchaeology. *Journal of Archaeological Research* 8, No. 2, 2000, 105-133.

**BUXEDA, J. ET AL. 2003:** Chemical Variability in Clays and Pottery from a Traditional Cooking Pot Production Village. Testing Assumptions in Pereruela. *Archaeometry* 45/3, 2003, 1-17.

**CAU ONTIVEROS, M. Á. ET AL. 2014:** Ceramic Ethnoarchaeometry in Western Sardinia: Production of Cooking Ware at Pabillonis. *Archaeometry* 57/3, 2014, 453-475.

**COSTIN, C. 2000:** The Use of Ethnoarchaeology for the Archaeological Study of Ceramic Production. *Journal of Archaeological Method and Theory* 7/4, 2000, 377-403.

**GLAUBEN, A. M. ET AL. 2009:** Mayen am Übergang von Spätantike zu frühem Mittelalter. In: *Der umkämpfte Ort – von der Antike bis zum Mittelalter*. Beihefte zur

Mediävistik 10. Frankfurt am Main 2009, 135-156.

**GOSSELAIN, O. 1994:** Skimming Through Potter's Agendas: An Ethnoarchaeological Study of Clay Selection Strategies in Cameroon. In: T. Childs (Hrsg.), *Society, Culture and Technology in Africa*. Philadelphia, Pennsylvania 1994, 99-107.

**GRUNWALD, L. 1997:** Das Moselmündungsgebiet zwischen Spätantike und Frühmittelalter. *Berichte zur Archäologie an Mittelrhein und Mosel* 5, 1997, 309-331.

**GRUNWALD, L. 2011:** Keramik für den europäischen Markt: die römischen und mittelalterlichen Töpfereien von Mayen/Eifel. *Beiträge zur Mittelalterarchäologie in Österreich* 27, 2011, 25-34.

**GRUNWALD, L. 2015:** Produktion und Warendistribution der Mayener Ware in spät-römischer und frühmittelalterlicher Zeit. In: C. Later, M. Helmbrecht, U. Jecklin-Tischheuser (Hrsg.), *Infrastruktur und Distribution zwischen Antike und Mittelalter: Tagungsbeiträge der Arbeitsgemeinschaft Spätantike und Frühmittelalter 8: Stadt, Land, Fluss – Infrastruktur und Distributionssysteme in Spätantike und Frühmittelalter* (Lübeck, 2.-3. September 2013). Hamburg 2015, 191-208.

**GRUNWALD, L. 2016:** Mayen in der Eifel und die Herstellung der „Mayener Ware“ von der Mitte des 4. bis in die 1. Hälfte des 6. Jh.s. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 46/3, 2016, 345-361.

**HANNING, E. ET AL. 2016:** Experimental Reconstruction and Firing of a 5/6<sup>th</sup> Century Updraft Kiln from Mayen, Germany. *Experimentelle Archäologie in Europa* 15, Jahrbuch 2016, 60-73.

**HANCOCK, R. G. 1984:** On the Source of Clay Used for Cologne Roman Pottery. *Archaeometry* 26/2, 1984, 210-217.

**HARRY, K. G. 2010:** Understanding Ceramic Manufacturing Technology: The Role of Experimental Archaeology. In: J. R. Ferguson (Hrsg.), *Designing Experimental Research in Archaeology: Examining*

Technology Through Production and Use. Boulder, Colorado 2010, 13-46.

**HARRY, K. G. 2011:** Building Ceramic Theory. A Twenty-Five Year Retrospective on Dean Arnold's Work. *Ethnoarchaeology* 3/1, 2011, 99-104.

**HEEGE, A. 2008:** Töpferöfen: die Erforschung frühmittelalterlicher bis neuzeitlicher Töpferöfen (6.-20. Jahrhundert) in Belgien, den Niederlanden, Deutschland, Österreich und der Schweiz [aus Anlass des 40. Internationalen Hafnerei-Symposiums in Oberzell, Bayern, 2007]. Basler Hefte zur Archäologie 4. Basel 2008.

**HEGMON, M. 2000:** Advances in Ceramic Ethnoarchaeology. *Journal of Archaeological Method and Theory* 7, 2000, 129-137.

**HELFERT, M. 2010:** Groß-Gerau II: die römischen Töpfereien von Groß-Gerau, „Auf Esch“. Archäologische und archäometrische Untersuchungen zur Keramikproduktion im Kastellvicus. *Frankfurter archäologische Schriften* 11. Bonn 2010.

**HISTORIC ENGLAND 2015:** Archaeological and Pottery Production Sites: Guidelines for Best Practice. London 2015.

<<https://content.historicengland.org.uk/images-books/publications/archaeological-and-historic-pottery-production-sites/heag-019-pottery-production-sites.pdf>> (15.7.2017).

**KILIKOGLU, V. ET AL. 1998:** Mechanical Performance of Quartz-Tempered Ceramics: Part I: Strength and Toughness. *Archaeometry* 40/2, 1998, 261-279.

**KRITSOTAKIS, K. 1986:** Mineralogische und geochemische Untersuchungen zur Charakterisierung Rheinzaberner Terra Sigillata und rauhwandiger Keramik Mayener Art. *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums* 33/2, 1986, 753-782.

**MEYER, W. 2013:** Geologie der Eifel. 4., völlig neu bearb. Aufl. Stuttgart 2013.

**MOMMSEN, H. 2007:** Tonmasse und Keramik: Herkunftsbestimmung durch Spurenanalyse. In: G. A. Wagner (Hrsg.), Einfüh-

rung in die Archäometrie. Berlin, New York 2007, 179-192.

**NEUPERT, M. A. 2000:** Clays of Contention: An Ethnoarchaeological Study of Factionalism and Clay Composition. *Journal of Archaeological Method and Theory* 7, No. 3, 2000, 249-272.

**POLITO, A. ET AL. 2015:** Ceramic Ethnoarchaeometry in Sicily: Recent Traditional Productions as a Tool for Understanding Past Manufactures. In: P. Militello, H. Oniz (Hrsg.), *Soma 2011: Proceedings of the 15<sup>th</sup> Symposium on Mediterranean Archaeology*, held at the University of Catania 3-5 March 2011. *BAR International Series* 2695,1. Oxford 2015, 253-258.

**SCHMID, D., GROLIMUND, L. 2001:** Das Tonabbaugebiet von Augusta Raurica. *Rei Cretariae Romanae Fautorum Acta* 37, 2001, 137-39.

**SCHNEIDER, G., ROTHER, A. 1991:** Chemisch-mineralogische Untersuchungen völkerwanderungszeitlicher Keramik vom Runden Berg. In: K. Roth-Rubi, *Die scheibengedrehte Gebrauchskeramik vom Runden Berg. Der Runde Berg bei Urach IX. Sigmaringen* 1991, 189-223.

**SCHWEDT, A., MOMMSEN, H. 2004:** Clay Paste Mixtures Identified by Neutron Activation Analysis in Pottery of a Roman Workshop in Bonn. *Journal of Archaeological Science* 31, 2004, 1251-1258.

**SILLAR, B. 2000:** Dung by Preference: The Choice of Fuel as an Example of how Andean Pottery Production is embedded within wider Technical, Social, and Economic Practices. *Archaeometry* 42, No. 1, 2000, 43-60.

**SORGE, G. 2001:** Die Keramik der römischen Töpfersiedlung Schwabmünchen, Landkreis Augsburg. *Materialhefte zur bayerischen Vorgeschichte* Bd. 83. Kallmünz/Opf. 2001.

**STARK, M. T. 2003:** Current Issues in Ceramic Ethnoarchaeology. *Journal of Archaeological Research* 11/3, 2003, 193-242.

**VEKINIS, G., KILIKOGLU, V. 1998:** Mecha-

nical Performance of Quartz-Tempered Ceramics: Part II: Hertzian Strength, Wear Resistance and Applications to Ancient Ceramics. *Archaeometry* 40/2, 1998, 281-292.

**WEISER, B. 2003:** Töpferöfen von 500 bis 1500 n. Chr. im deutschsprachigen Raum und in angrenzenden Gebieten. *Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters*, Beihefte 15. Bonn 2003.

**Xu, W. 2012:** Charakterisierung antiker Keramik und ihrer Herstellungstechniken mit mineralogischen Methoden am Beispiel Mayener Gebrauchskeramik. Universität Mainz 2012. Promotionsserver Universität Mainz, URN (urn:nbn:de:hebis:77-32647).

#### Abbildungsnachweis

Abb. 1a: IZF Essen/RGZM

Abb. 1b-3; 7-8; 10: Foto: RGZM

Abb. 4-5: Grafik G. Döhner/RGZM

Abb. 6: KTS

Abb. 11: A. Axtmann/RGZM

#### Autoren

Michael Herdick, Gregor Döhner, Anna Axtmann  
Römisch-Germanisches Zentralmuseum  
KB Experimentelle Archäologie  
An den Mühlsteinen 7  
56727 Mayen  
Deutschland

## Glasperlenherstellung am holzbefeuerten Lehmofen

Frank Wiesenberg

**Summary – Making glass beads at a wood-fired furnace.** *Museums and other historical events frequently include craft demonstrations of glass bead making. These demonstrations usually employ either gas torches or a charcoal fire which needs to be ventilated by bellows or electrical fans.*

*In order to adhere as closely as possible to ancient and Medieval practices, gas torches and electrical fans can easily be eliminated. Upon closer examination, a charcoal fire does not appear to be suitable for glass making at all, because generally it provides either direct or contact heat. Only the labour-intensive operation of bellows will force a charcoal fire to produce the long flame lengths essential for bead making. In contrast to charcoal, wood seems to be the ideal fuel, because it automatically provides long flames.*

*Since 2014, the building and operation of wood-fired daub furnaces have been elements of the glass furnace projects in the Archaeological Park Roman Villa Borg (Borg Furnace Projects) to test the usability of such furnaces for bead making. Along with two further projects at the Saarland University's campus, and at Calugareni Mures (Romania), there now have been seven comparable bead furnaces built and operated, with layouts more or less identical to the initial concept. In contrast to the furnaces frequently used for crafts demos at many historical events, these wood-fired bead furnaces only consume wood, rendering the labour-intensive use of bellows superfluous.*

*Keywords: bead furnace, glass bead furnace, glass beads, daub furnace, furnace construction, bead maker*

*Schlagworte: Perlenofen, Glasperlenofen, Glasperlen, Wickelglasperlen, Ofenbau, Lehmofen, Schachtofen, Perlenmacher*

### Einleitung

„Warum einfach, wenn es auch kompliziert geht?“ – an diesen markigen Spruch fühle ich mich stets erinnert, wenn ich mir das Wickeln von Glasperlen bei Museumsveranstaltungen und anderen historischen Events anschau. Als Energiequelle kommt meist ein Gasbrenner, seltener ein per Blasebalg oder gar elektrischem

Gebläse angefachtes Holzkohlefeuer zum Einsatz. Merkwürdigerweise selten bis nie Holz, wobei dies doch quer durch die Zeiten die am besten verfügbare Energiequelle gewesen wäre.

Um sich dem antiken oder mittelalterlichen Handwerk anzunähern, kann der Gasbrenner mit Sicherheit genauso wie ein elektrisches Gebläse ausgeschlossen werden. Bei näherer Betrachtung er-



scheint die Nutzung des Holzkohleofens für vorführendes Glasmacher-Handwerk insgesamt nicht zielführend, da die Holzkohle primär direkte bzw. Strahlungshitze liefert und ihr die zur Glasverarbeitung benötigte lange Flamme erst unter mühseligem Blasebalg-Einsatz abgerungen werden muss. Dagegen sollte Holz mit seinem langen Flammenschlag für diesen Zweck ein idealer Brennstoff sein, der zudem – im Gegensatz zur Holzkohle – nicht aufwendig hergestellt werden muss. Um die Tauglichkeit von Holz zur Perlenherstellung zu überprüfen, sind seit 2014 der Bau und der direkt anschließende Betrieb eines holzbefeuerten Lehmofens regelmäßiger Bestandteil des Glasofenprojektes im Archäologiepark Römische Villa Borg, dem „Borg Furnace Project“ ([www.glasofenexperiment.de](http://www.glasofenexperiment.de)). Zusammen mit zwei weiteren Ofenprojekten, auf dem Campus der Universität des Saarlandes und in Calugareni Mures (Rumänien), wurden mittlerweile sieben vergleichbare Öfen leicht bis deutlich unterschiedlicher Geometrie errichtet, die folgend vorgestellt werden.

### Forschungsgeschichte

Ohne auf ethnographische Beispiele einzugehen, sollen hier zwei experimentelle Öfen für die Glasperlenherstellung kurz erwähnt werden. Es handelt sich um den 1991 von Dudley Giberson in den USA seinem „Volcano dream“ folgenden Ofen (GIBERSON 1997, 2; GIBERSON 1998) und die Experimente von Thomas Risom im Ribe Vikingecenter in Dänemark (RISOM 2013). Beide Öfen eint ein vertikaler Aufbau aus Lehm mit einer oben angeordneten horizontalen Arbeitsöffnung und einer unteren seitlichen Schüröffnung. Risom verwendet bei seinem Ofen ein Stützgerüst aus Weidenruten für den Lehm. Beim Ofen von Giberson ist ein solches nicht zu erkennen. Während Giberson mit einer seitlichen Schlitzung des

Kragens der Arbeitsöffnung eine Ablage für den Perlendorn und eine Abschirmung der Hand des Perlenmachers von der Strahlungshitze erreicht, fehlt diese bei Risoms Ofen. Beide Öfen verfügen nur über eine einfache bogenförmige Schüröffnung ohne weiteren angesetzten Kragen. Neben der Verwendung von Holz als Brennmaterial gibt es in der Arbeitshöhe, die ein komfortables sitzendes Arbeiten ermöglicht, eine weitere Parallele der beiden Öfen.

Leider waren mir beide Perlenofen-Ideen nicht bekannt, als ich mich der Problematik stellte, an einem holzbefeuerten Ofen Perlen wickeln zu wollen. Meine Idee für meinen ersten Perlenofen PO-Borg-1 fußte hingegen neben grundsätzlichen thermodynamischen Überlegungen auf einem kleinen 2011 von Mark Taylor (The Glassmakers) in seinem modernen Studio im südenglischen Quarley aus modernen Ofenbau-Materialien samt Gasbrenner improvisierten vertikalen Ofen, auf dem er einen Versuch zur Herstellungstechnik einer speziellen schottischen Glasperle durchführte.

### Die erste Idee: PO-Borg-1

Inspiziert durch den kleinen gasbetriebenen „Vulkan“ im Studio von Mark Taylor und David Hill stellte sich die Frage, ob ein ähnliches Layout nicht auch mit Holz funktionieren könnte. Zum Wickeln von Perlen aus Glas römischer Rezeptur sollte eine Arbeitstemperatur von mindestens 900°C erreicht werden. Die Erfahrungen mit dem Betrieb eines Glasschmelz- und Arbeitsofens im Archäologiepark Römische Villa Borg (WIESENBERG 2014; WIESENBERG 2016a) legten nahe, dass dieses Unterfangen nicht unrealistisch wäre. Der erste Entwurf (WIESENBERG 2016b) war im Wesentlichen eine stehende, sich nach oben verjüngende Tonne mit oberer horizontaler, ca. 15 cm weiter Arbeitsöffnung und unterer Schüröffnung von ca.

# Perlenofen-Studie "PO Borg 1" (2014)

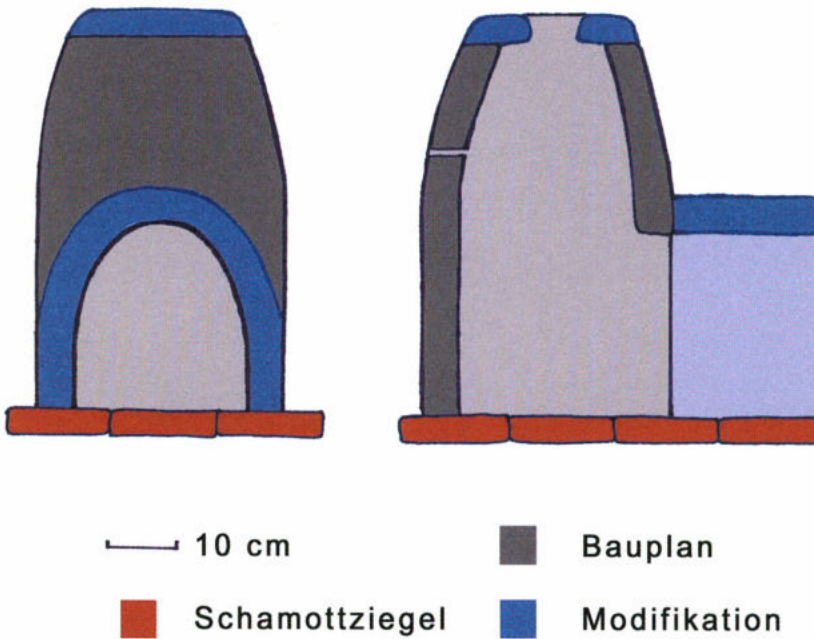


Abb. 1: Schnittzeichnung des ersten Perlenofen-Entwurfs PO-Borg-1. Graue Elemente: erster Entwurf; blaue Elemente: Ergänzungen. – Sectional drawing of the bead furnace PO-Borg-1. Grey elements: first layout; blue elements: later additions.

20 cm Breite und max. 25 cm Höhe ohne Kragen (Abb. 1, graue Elemente). Der Innendurchmesser der Feuerkammer betrug 25 cm. Somit war dieses Layout den Öfen von Giberson und Riesom zunächst nicht unähnlich. Dieser Ofen wurde von mir innerhalb mehrerer Wochen parallel zu einem für das Glasofenprojekt „Borg Furnace Project 2014“ (WIESENBERG 2016c; WIESENBERG 2016d) benötigten zweiten Kühl- bzw. Entspannungsöfen im hinteren Teil der Glashütte des Archäologieparks Römische Villa Borg aus dem lokal anstehenden und von Hand gereinigten und ungemagert aufgekneteten Lehm errichtet. Kurz vor dem Glasofenprojekt musste er von seinem Bauplatz entfernt und auf eine Schamottplatten-Unterlage

im vorderen Bereich der Glashütte umgesetzt werden, was zu einigen gravierenden Rissen führte. Diese konnten aber ebenso wie die letzten Trocknungsrisse rechtzeitig vor dem ersten Anfeuern mit frischem Lehm geschlossen werden (Abb. 2).

Für den ersten Testlauf standen mit Mark Taylor und François Arnaud (Atelier Pi-Verre) nicht nur zwei erfahrene Glasmacher, sondern mit Gabriele Darga (Schmuck-Atelier Darga) eine ebenso erfahrene Perlenmacherin bereit. Als Arbeitsmaterial standen jetzt und auch bei den folgenden Projekten sowohl aus modernem Glas gezogene, handelsübliche Perlenstäbe als auch aus nach römischer Rezeptur von Mark Taylor und David Hill



Abb. 2: Der erste Entwurf des Perlenofens PO-Borg-1 kommt noch nicht so richtig in Fahrt. – Struggling with the first layout of bead furnace PO-Borg-1 (14.6.2014).

erschmolzenem Glas gezogene Stäbe zur Verfügung. Die Temperaturmessung hier und auch in allen folgenden Projekten erfolgte zentral im Ofen knapp unterhalb des Arbeitsniveaus mit einem Digitalthermometer mit K-Typ Thermosensor, der einen Messbereich bis 1.250°C ermöglicht. Für indirekte Temperaturmessungen stand stets ein handgeführtes Infrarot-Pyrometer mit einem Messbereich bis 1.600°C zur Verfügung.

Mit dem ersten Layout war nur schwer eine stabile Temperatur von über 850°C erreichbar. Trotz der nicht direkt in Windrichtung angeordneten Schüröffnung stellte insbesondere der recht kräftige Wind an den Glasofentagen ein Problem dar, denn hierdurch schlug die Flamme teilweise weit aus der Schüröffnung heraus. Parallel sackte die gemessene Temperatur im Ofen auf unter 800°C ab.

Um die Windempfindlichkeit zu reduzieren und die Effektivität der gerichteten Flam-

me zu erhöhen, modifizierten Mark Taylor und François Arnaud den Perlenofen PO-Borg-1 am Folgetag stark. Mit modernen Schamottsteinen und -platten wurden verschiedene Kragendimensionen an der Schüröffnung ausprobiert, wobei sich letztendlich ein Kragen von etwa 15 cm Länge als die effektivste Lösung herausstellte. Die Arbeitsöffnung wurde mit einem Lehmring auf etwa 7 cm reduziert (Abb. 1, blaue Elemente). Die Summe beider Modifikationen bewirkte eine stabiler gerichtete und auch heißere Flamme. Bei der nun möglichen Arbeitstemperatur von 900-950°C ließen sich erste „richtige“ Glasperlen am Ofen wickeln.

Da sich während des das „Borg Furnace Project 2014“ begleitenden Seminars „Feuer und Flamme für Glas“ des Archäologischen Instituts der Universität zu Köln die Frage gestellt hatte, wie genau das früheste geblasene Glas eigentlich hergestellt wurde, widmeten Mark Taylor



Abb. 3: François Arnaud fertigt eine kleine Glasflasche am umgebauten PO-Borg-1. – François Arnaud making a small phial at the modified PO-Borg-1 (14.6.2014).

und François Arnaud mehrere Stunden am Perlenofen genau dieser Fragestellung (Abb. 3; s. a. WIESENBERG 2016b). Zwischendurch wurden ein paar gebogene Glasfäden als Halbzeuge für einen Schlangenfaden-Glas-Versuch am großen Glasofen präpariert. Mit kleineren Schamottplatten ließ sich nicht nur die Arbeitsöffnung passend reduzieren, sondern auch eine passende flache Ablage für die Glasfäden improvisieren. Auch die kleinen geblasenen „Tränenfläschchen“ gelangen am Perlenofen PO-Borg-1 sehr ordentlich – zum Teil sogar mit umwickelter Fadenzier.

Ein Manko war die ab 900°C doch als sehr unangenehm wahrgenommene Hitzeabstrahlung auf die den Perlendorn haltende Hand. Abhilfe bot die Verwendung längerer Perlendorne statt der bisherigen von 25-30 cm Länge, aber mit den 50 cm langen Dornen war ein filigranes Arbeiten kaum möglich. Trotzdem entstanden auch von den Studierenden einige schöne Perlen an diesem Ofen während des Glasofenprojektes und einiger weiterer Ofenfahrten, die unter anderem zu Temperatur- und Holzverbrauchsmessungen dienten. Danach wurde der Ofen in einen abgelegenen Teil des Archäologieparks umgesetzt. Dort dient er



Abb. 4: Der Reduzierung von PO-Borg-2 hat sich nicht bewährt. – The reduction ring of PO-Borg-2 did not prove to be successful (6.6.2015).

seit Mai 2015 ungeschützt als Verwitterungsstudie. Aufgrund der durch das zweimalige Umsetzen entstandenen Risse musste der Ofen hier mit einem Drahtgitter stabilisiert werden.

Neue Ideen: PO-Borg-2 „Lydia“

Während des „Borg Furnace Projects 2014“ hatte sich der Betrieb des Perlenofens als sehr hilfreich für die projektbeteiligten Studierenden erwiesen, um erste Erfahrungen im Umgang mit dem heißen Glas zu machen. Durch die Transportrisse und die provisorischen Ergänzungen an PO-Borg-1 lag es nahe, diesen bei nächster Gelegenheit durch einen Neubau zu ersetzen. Anders als zuvor sollte dieser aber fortan zu jedem größeren Ofenprojekt von den beteiligten Studie-



Abb. 5: Gruppenarbeit an PO-Borg-2 „Lydia“. – Teamwork at PO-Borg-2 „Lydia“ (7.6.2015).

renden selbst aus dem vor Ort anstehendem Lehm vorgenommen werden. Ferner sollte zumindest der nächste Ofen nicht mehr auf einem Schamottunterbau, sondern direkt auf dem Erdboden in der Glashütte errichtet werden, um nach einem Abbruch des Ofens die Verfärbung des Bodens (der Ofensohle) zum Vergleich mit Grabungsbefunden von antiken Perlenwerkstätten dokumentieren zu können.

So errichteten die Teilnehmer des Seminars „Antikes Glas“ des Instituts für Alte Geschichte und des Lehrstuhls für Vor- und Frühgeschichte und Vorderasiatische Archäologie der Universität des Saarlandes während des „Borg Furnace Projects 2015“ ihren eigenen Perlenofen PO-Borg-2 in der Glashütte des Archäologieparks Römische Villa Borg. Durch eine starke Magerung mit frischem Grasschnitt und sporadischem Trockenbrennen konnte trotz Verzicht auf ein Holzskelett eine kur-

ze Bauzeit von zwei Tagen erreicht werden. Bei Außenabmessungen von ca. 80 cm Länge, 60 cm Breite und ca. 45 cm Höhe betrug der Feuerkammerdurchmesser ca. 40 cm. Spätestens dieses Layout differierte deutlich von den Öfen von Giberson und Risom.

Der recht lange und enge Schürkanal bewirkte zwar den gewünschten ruhigen Flammenschlag, machte aber das Positionieren der Holzstücke im Ofen und auch das Herausziehen von überschüssiger Glut und Asche schwierig. Testweise wurde auch ein Reduzierring für die Arbeitsöffnung benutzt, der sich aber aufgrund zu großer Rußentwicklung der Flamme nicht bewährt hat und wieder abgenommen werden musste (Abb. 4). Diese Rußentwicklung verhinderte ein Anhaften des Glases auf dem Perlendorn bzw. auf dem Trennmittel. Ohne den Reduzierring bewährte sich diese Ofenkonstruktion aber sehr gut. Eine Spitzentem-



Abb. 6: Ein an PO-Borg-2 gefertigtes, aus einem Glasrohr geblasenes Glasfläschchen. – A phial made from a glass tube at PO-Borg-2 (27.3.2016).

peratur von 1.023°C konnte dokumentiert werden, aber normalerweise wurde um 900-950°C gearbeitet. Um die beim vorherigen Ofen unangenehme Hitzeabstrahlung auf die den Perlendorn haltende Hand etwas abzuschirmen, wurden beim PO-Borg-2 erstmals zwei vertikale Schlitze seitlich der Arbeitsöffnung eingelassen. Dies hat sich bestens bewährt. So war endlich auch die Herstellung filigran verzierter Perlen an diesem Ofen möglich.

Da sich das Glas römischer Rezeptur am Ofen ähnlich verhielt wie die modernen Glasstäbe, kam hier und auch bei den folgenden Projekten primär das moderne Glas zum Einsatz. Während des „Borg Furnace Projects 2015“ arbeiteten zum Teil bis zu 5 Studierende plus Heizer(in) gleichzeitig am Ofen (Abb. 5). Trotz einer durch Vandalismus beschädigten Arbeitsöffnung konnte ich im Rahmen eines Tagesprojektes an diesem Ofen noch einmal die Herstellung der kleinen Tränenfläschchen nachvollziehen und fotografisch dokumentieren (Abb. 6).

Exkurs: Perlenofen auf dem Campus der Universität des Saarlandes „Verona“

Als besonderes Highlight bauten zum „Tag der offenen Tür der Universität des Saarlandes“ im Juli 2015 die zuvor am Glasofenprojekt im Archäologiepark Römische Villa Borg beteiligten Studieren-



Abb. 7: Der Perlenofen „Verona“ auf dem Campus der Universität des Saarlandes, Saarbrücken. – Bead furnace „Verona“ at the Saarland University's campus (4.7.2015).

den selbständig auf dem Universitäts-campus ihren eigenen Perlenofen. Nach ein paar Änderungen der Länge des Schürkanals und des Durchmesser der Arbeitsöffnung war auch an diesem etwas flacheren Lehmofen ein Wickeln von Glasperlen möglich (Abb. 7). Hier bestätigte sich die grundsätzliche Annahme, dass es eine bestimmte Relation zwischen der Weite der Schüröffnung (abzüglich des Querschnittes des darin liegenden Holzes) und der Weite der Arbeitsöffnung geben muss, damit der Ofen eine hohe Temperatur ohne gravierende Rußentwicklung erreichen kann.

Warum nicht leicht asymmetrisch: PO-Borg-3 „Nero“

Im Folgejahr bot sich für Studierende des Fachbereichs III – Klassische Archäologie der Universität Trier im Rahmen der Übung „Feuer und Flamme für Glas“ und des „Borg Furnace Projects 2016“ die Gelegenheit, ihren eigenen Perlenofen PO-Borg-3 zu bauen. Zuvor musste der alte Perlenofen PO-Borg-2 entfernt werden. Leider zerbrach dieser Ofen beim Versuch des Umsetzens in so kleine Stücke, dass ein Wiederaufbau als Ver-

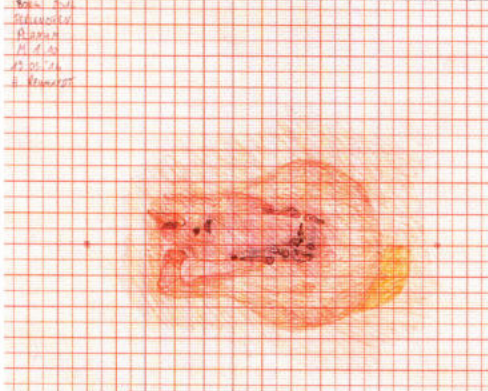
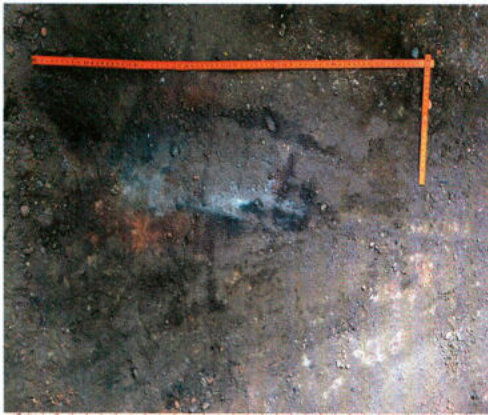


Abb. 8: Dokumentation des Befundes nach Abbau von PO-Borg-2. – Documentation of the "archaeological record" after dismantling PO-Borg-2 (19.5.2016).

witterungsstudie nicht möglich war. Nach sorgfältiger Säuberung wurde die Bodenverfärbung der Ofensohle zeichnerisch von Helen Reinhardt, Doktorandin an der Universität Trier, und auch fotografisch dokumentiert (Abb. 8), um einen Vergleich mit entsprechenden Befunden archäologischer Ausgrabungen zu ermöglichen. Während die äußeren Abmessungen von PO-Borg-3 denen seines Vorgängers folgten, wurden ein paar kleine Ideen ausprobiert, die den Betrieb erleichtern sollten. So wurden dem Entwurf ein paar „Mauselöcher“ direkt oberhalb der Ofensohle an der Brennkammersohle hinzugefügt. Diese sollten eine bessere Steuerbarkeit des Ofens ermöglichen und vor allem den hinteren Bereich der Brennkammer mit mehr Sauerstoff versorgen, sodass sich



Abb. 9: Arbeiten an PO-Borg-3 „Nero“. – Working at PO-Borg-3 „Nero“ (30.7.2016).

der Glutaufbau im Ofen etwas reduzieren und dadurch ein mehrmaliges Leeren der Feuerkammer pro Ofenfahrt nicht mehr nötig sein sollte. Diese Löcher konnten mit passenden Stopfen verschlossen werden. Um die zuvor etwa eine Stunde betragende Aufheizzeit zu verkürzen, wurde der Ofen leicht asymmetrisch angelegt, sodass das Grundlayout von der Schüröffnung aus gesehen ein P beschreibt (Abb. 9).

Beide Neuerungen haben sich gut bewährt: Durch die Asymmetrie entsteht insbesondere beim Aufheizen ein Flammenzyklon (Abb. 10), mit dem die sonst lange Flamme ideal zum Aufheizen des Lehmofens ausgenutzt wird. Ein Regelungseffekt war über die Sockellöcher zwar nicht auszumachen, aber durch sie ist seitdem ein Leeren des Ofens während des Betriebs nicht mehr erforderlich. Im Rahmen des „Borg Furnace Projects 2018“ wird dieser Perlenofen voraussichtlich durch einen Neubau ersetzt. Bis dahin stand er mir und verschiedenen Perlenmachern für Forschungsprojekte und Vorführungen zur Verfügung. So konnte ich auch die Idee der niederländischen Glasspezialistin E. Marianne Stern zu heiß aufgenommenen Glasbrocken, die über der Flamme zu einem Glasbatzen verschmolzen und zu einem einfachen Gefäß aufgeblasen werden (STERN 2012),



Abb. 10: Der Flammenwirbel beschleunigt das Aufheizen der asymmetrischen Perlenöfen, hier ein Blick in PO-Borg-3 kurz nach dem Anzünden. – The hot cyclone shortens the heating up of the asymmetrical bead furnaces as shown in PO-Borg-3 shortly after starting the fire (30.7.2016).

erfolgreich an PO-Borg-3 nachvollziehen und dokumentieren. Inzwischen konnten wiederholt Temperaturmaxima über 1.070°C gemessen werden. Dank des mehrfach geschlitzten Kragens ist ein komfortables und effektives Arbeiten von zwei Perlenmachern bei 950-1.000°C möglich.

Neben diversen Projekttagen wurde PO-Borg-3 auch während der Internationalen Reenactmentmessen IRM2017 und IRM 2018, den Römertagen 2016 und 2018 der Villa Borg und auch des „Perlentreffs 2017“ von Sabine Aescht (Grafenshop), Christian Rupp (Perlenschmiede) und mir in Betrieb genommen und für Vorführungen genutzt. Seit dem ersten Betrieb weist der Ofen einige Risse auf, die aber im Laufe der vielen Ofenfahrten nicht gravierender wurden. Sie sind als Dehnungsfugen zu interpretieren.

Noch einmal draußen: PO-Borg-4

Genau nach dem gleichen Baumuster entstand anlässlich der internationalen Konferenz „Römische Glasöfen – Befunde, Funde und Rekonstruktionen in Synthese“ durch die kundigen Hände der Restauratoren und Restauratorinnen und Studierenden des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz im Archäologiepark Römische Villa Borg im Juni 2016 der nächste Perlenofen PO-Borg-4. Abgesehen vom nun annähernd perfekten äußeren Finish, samt römischem Schiff als Applike oberhalb des Schürkanals, war der gravierende Unterschied der Standort außerhalb der Glashütte.

Während des Baus und des mehrtägigen Betriebs bei einer mit PO-Borg-3 identischen Arbeitstemperatur wurde dieser Ofen noch durch einen Pavillon geschützt. Seit Juni 2016 ist PO-Borg-4 der





Abb. 11: PO-Borg-4 dient seit Juni 2016 als Verwitterungsstudie. – Since June 2016, PO-Borg-4 serves as a study object for weathering processes (27.2.2018).

Witterung ungeschützt ausgesetzt. Ebenso wie mit PO-Borg-1 sollen so Erkenntnisse über den Verwitterungsverlauf gebrannter Lehmstrukturen gewonnen werden. Als Schutz vor Vandalismus dient ein einfacher Holzkäfig, von dem aber aufgrund der weiten Lattung keine Beeinflussung der Verwitterung zu erwarten ist. Der witterungsbedingte Verfall dieses Perlenofens wird regelmäßig dokumentiert (Abb. 11).

Exkurs: Perlenofen in Călugăreni Mureș, Rumänien „Jessica“

Im August 2016 bot sich die Möglichkeit, anlässlich des Grabungsfestes der vom Mureș County Museum (Muzeul Județean Mureș) in Călugăreni Mureș, Rumänien, durchgeführten archäologischen Grabung am Donaulimes einen Perlenofen zu bauen. Auch hier kamen wieder der bewährte Bauplan von PO-Borg-3 und lokale Bau-

materialien zum Einsatz. Statt frischem Grasschnitt wurde Stroh als Magerungsmaterial des Lehms verwendet. Eine Verbesserung erfolgte im Bereich der Schlitze an der Arbeitsöffnung: Hier wurden neben zwei der drei Schlitze kleine Ablagemöglichkeiten für die Perlendorne angefügt, sodass diese beiden Schlitze getrept ausgebildet waren.

Zusammen mit Marion Maselter gelangen der Bau und das Anlernen der Grabungsteilnehmer auf den Betrieb und das Perlenwickeln innerhalb weniger Tage, sodass zum Grabungsfest ein attraktiver Programmpunkt geboten wurde (Abb. 12). Vorab konnten während des ersten Versuchsbetriebes und der Trainingsstunden sogar genügend Perlen für Ohrringe nach römischem Vorbild für die Grabungsteilnehmerinnen gefertigt werden. Dank der getrepten Schlitze war nun ein noch entspannteres Arbeiten mit weitgehend abgeschirmten Händen und zeitwei-



Abb. 12: Der Perlenofen „Jessica“ beim Grabungsfest in Călugăreni Mureș, Rumänien. –  
Bead Furnace “Jessica” during the Roman event at the excavation undertaken in  
Călugăreni Mureș, Romania (13.8.2016).

se aufgelegtem Dorn und Glasstab möglich. Auch diese Modifikation sollte künftig beibehalten werden.

Leider wurde dieser Perlenofen über den Winter 2016/17 durch Vandalismus vollständig zerstört, konnte aber von lokalen Mitarbeitern des Museums inzwischen durch einen funktionsfähigen Neubau ähnlicher Geometrie ersetzt werden.

Reduce to the max: PO-Borg-5 „Bert“

Im Rohbau der neuen Glashütte des Archäologieparks Römische Villa Borg durften dann Studierende im Rahmen des „Borg Furnace Projects 2017“ bzw. des begleitenden Seminars „Feuer und Flamme für Glas“ am Archäologischen Institut der Universität zu Köln den nächsten Perlenofen PO-Borg-5 bauen. Der grundsätz-

liche Entwurf folgte wieder PO-Borg-3, aber in verkleinerter Dimension. Der Schüröffnungsdurchmesser, die Weite der Arbeitsöffnung, die Lage und der Durchmesser der Sockellöcher, die getrepten Schlitz an der Arbeitsöffnung sowie die Arbeitshöhe wurden weitestgehend beibehalten. Aber durch die Halbierung der Grundfläche von 80 cm x 60 cm auf 60 cm x 40 cm sollte ein kompakter und effektiver kleiner Ofen entstehen, der in der nächsten Auflage sogar portabel sein könnte.

Durch die deutliche Größenreduzierung war der Bau aus dem lokal anstehenden Lehm samt Stroh- und Grasmagerung mit gelegentlichem Ausbrennen sehr schnell möglich. Trotz der kompakten Abmessungen wurde eine Arbeitstemperatur zwischen 950-1.000°C erreicht (Abb. 13).



*Abb. 13: Der erste Test des gerade fertiggestellten PO-Borg-5 „Bert“ mit aus nachgemischtem römischem Glas gezogenen und tordierten Glasstäben. – The first test of PO-Borg-5 “Bert” using twisted glass rods made from reconstructed Roman glass (10.6.2017).*

Nach dem „Borg Furnace Project 2017“ konnten PO-Borg-5 in der neuen und PO-Borg-3 in der alten Glashütte des Archäologieparks Römische Villa Borg parallel beim „Perlentreff 2017“ genutzt werden. Während dieses Treffs von Perlenmachern war ein Vergleichsarbeiten nicht nur an verschiedenen Gasbrennern, sondern auch an den beiden verschiedenen holzbeheizten Lehmöfen möglich. Hierbei zeigte sich, dass PO-Borg-5 trotz seiner im Vergleich zu den Vorgängern halbierten Grundfläche ähnliche Leistungen bei etwas reduziertem Brennstoffverbrauch bietet. Allerdings reagiert er aufgrund der kleinen Feuerkammer etwas nervöser als seine Vorgänger.

Bis hierhin und weiter

Beide Glashütten des Archäologieparks

Römische Villa Borg bieten in ihrem vorderen Bereich genügend Platz, jeweils einen Perlenofen zu beherbergen. So ist gewährleistet, dass mindestens einer der Öfen für Vorführungen und Forschungsprojekte zur Verfügung steht. Einer dieser Öfen soll regelmäßig bei den Glasofenprojekten von den projektbeteiligten Studierenden abgetragen, die Bodenverfärbungen dokumentiert und folgend an gleicher Stelle ein Ofen neu errichtet werden. Dies und der darauffolgende selbständige Betrieb des Perlenofens sind elementare Bausteine der zu gleichen Teilen auf die Theorie und auf die Praxis fokussierenden Blockseminare an den jeweiligen Universitäten.

Weitere Perlenöfen ähnlicher Geometrien, zum Teil mit Nischen zum Sammeln der gefertigten Perlen oder zur Aufnahme einer kleinen Schmelzschale, sind in der

Außenstelle Titz-Höllen des LVR-Amtes für Bodendenkmalpflege (Juni 2018), im Pfahlbaumuseum Unteruhldingen (Juli 2018) und im LWL-Industriemuseum Glashütte Gernheim (Oktober 2018 oder Oktober 2019) in Vorbereitung. Darüber hinaus sollen im Laufe des Jahres 2018 für mehrere GlasperlenmacherInnen portable Lehmofen-Lösungen nach ähnlichem Muster entstehen.

Somit ist dieser Bericht nur als Zwischenbilanz zu verstehen. Aber schon jetzt kann festgehalten werden, dass diese holzbefeuerten Lehmöfen keinesfalls schlechter zum Glasperlendreihen geeignet sind als die bislang regelmäßig bei musealen oder archäotechnischen Vorführungen verwendeten Holzkohle-Öfen. Mit etwas Übung kann sehr gut in den verschiedenen Bereichen der aus einem holzbefeuerten Lehmofen herausschlagenden langen Flamme gearbeitet werden. Durch eine passende Wahl der Ofenabmessungen kann der Ofen auch komplett alleine geschürt und ohne Unterbrechung sitzend daran gearbeitet werden.

Im Vergleich zu den Holzkohle-Öfen kann auf einen arbeitsintensiven Einsatz von Blasebälgen und der für deren Bedienung im Regelfall notwendigen Hilfsperson verzichtet werden. Ebenso entfällt die „dreckige“ Herstellung der Holzkohle – oder deren Zukauf. Die Lehmöfen sind auch ohne spezielles Know-how schnell aus lokalen Rohstoffen errichtet. Sie halten bei adäquatem Witterungsschutz trotz Rissbildung mit nur minimalen Reparaturen dutzende Ofenfahrten aus.

Nachdem sich anfangs die vertikale Tonne als nicht ideal erwiesen hatte, haben sich fast alle kleinen Modifikationen des Layouts als dem Arbeitsprozess und Ofenbetrieb zuträglich herausgestellt: Der Kragen bzw. der längere Schürkanal schirmt gut gegen Windeinfluss ab. Der Flammenschlag ist dadurch ruhiger und gleichmäßiger. Seit dem Zufügen der So-

ckellöcher ist kein Leeren der Feuerkammer während des Betriebs mehr nötig. Die Schlitzung der Arbeitsöffnung bewirkt ein weitgehendes Abschirmen der Hände. Durch die Treppung der Schlitzte ist eine zusätzliche Werkzeugablage entstanden, ohne dass die Abschirmung zu sehr reduziert wurde.

Aus archäologischer Sicht bleibt das Problem der fehlenden Hinweise auf den oberirdischen Aufbau. Zur Ofensohle von PO-Borg-2 passende Befunde gibt es hingegen, allerdings handelt es sich nur um Bodenverfärbungen. PO-Borg-4 zeigt, in welchem rasanten Tempo die hiesige Witterung auch gebrannten Lehm bis zum vollständigen Kollaps der Ofenstruktur verwittern lässt. Insofern ist das Fehlen archäologischer Belege für genau diese Ofenlayouts aus unseren Breitengraden nicht verwunderlich.

#### Literatur

**GIBERSON, D. 1997:** When glass was one: an article about the beginnings of glass-making. Warner 1997.

**GIBERSON, D. 1998:** A Glassblower's Companion. A Compilation of Studio Equipment Designs, Essays, and Glass-making Ideas. Warner 1998, 15-19.

**ISRAELI, Y. 1991:** The Invention of Blowing. In: M. Newby, K. Painter (Hrsg.), Roman Glass. Two Centuries of Art and Invention. London 1991, 46-55.

**RISOM, Th. 2013:** Perlemageren fra Ribe. Historien, materialerne og teknikkerne. Stockholm 2013, 50-73.

**STERN, E. M. 2012:** Blowing Glass from Chunks Instead of Molten Glass: Archaeological and Literary Evidence. Journal of Glass Studies 54. Corning, New York 2012, 33-45.

**WIESENBERG, F. 2014:** Experimentelle Archäologie: Römische Glasöfen. Rekonstruktion und Betrieb einer Glashütte nach römischem Vorbild in der Villa Borg. Borg Furnace Project 2013. Schriften des

Archäologieparks Römische Villa Borg 6 = ARCHEOglas 2. Merzig 2014.

**WIESENBERG, F. 2016a:** Experimentelle Archäologie: Die Römische Glashütte im Archäologiepark Römische Villa Borg. In: B. Birkenhagen, I. Vogt (Hrsg.), 30 Jahre Archäologiepark Römische Villa Borg. Merzig 2016, 84-97.

**WIESENBERG, F. 2016b:** Prinzipstudie Perlenofen: Glasperlen und Fläschchen / Bead Furnace Study Project. In: B. Birkenhagen, F. Wiesenberg (Hrsg.), Experimentelle Archäologie: Studien zur römischen Glastechnik Band 1. Schriften des Archäologieparks Römische Villa Borg 7 = ARCHEOglas 3. Merzig 2016, 110-126.

**WIESENBERG, F. 2016c:** Rohglas, Mosaikglas, Rippenschalen und römisches Fensterglas – ausgewählte Resultate des „Borg Furnace Project 2015“ im Archäologiepark Römische Villa Borg. Experimentelle Archäologie in Europa 15. Jahrbuch 2016, 35-46.

**WIESENBERG, F. 2016d:** Rohglas, Mosaikglas, Rippenschalen und römisches Fensterglas – Neues vom experimentalarchäologischen „römischen“ Glasofenprojekt im Archäologiepark Römische Villa Borg (Borg Furnace Project 2015, BFP2015). In: M. Koch (Hrsg.), Archäologentage Otzenhausen 2. Nonnweiler 2016, 265-272.

Autor

Frank Wiesenberg  
Stammheimer Str. 135  
50735 Köln  
Deutschland  
info@glasrepliken.de  
www.frankwiesenberg.de  
www.glasrepliken.de

Archäologiepark Römische Villa Borg  
Roman Glass Research Center  
Projektleitung Glasofenprojekte im Experimentalarchäologischen Werkbereich  
Im Meeswald 1  
66706 Perl-Borg  
Deutschland  
www.villa-borg.de  
www.glasofenexperiment.de

#### Abbildungsnachweis

Abb. 1: Zeichnung F. Wiesenberg, WIESENBERG 2016b, 112 Abb. 2

Abb. 2-5, 13: Foto M. Arz

Abb. 6, 7, 9-12: Foto F. Wiesenberg

Abb. 8: Zeichnung H. Reinhardt, Foto F. Wiesenberg

## Überlegungen und Rekonstruktion zum Drahtziehen im Mittelalter

Sayuri De Zilva, Josef Engelmann

**Summary – Medieval wire drawing – reflections and reconstruction.** *Our archaeo-technical reconstruction and experiment of ancient wire-making with iron drawplates is based on source material from ethno-archaeological studies, medieval textual sources and visual anthologies. In general there are at least eight different ancient wire-making techniques (WOLTERS 1998, 205) known up to the Viking period. One technique is drawing solid wire out of an ingot of metal which is forced through tapered holes of diminishing size in a metal plate (drawplate).*

*According to the published current state of research concerning hand drawn solid non-ferrous wires, the practice using iron drawplates is supposed to be common in the 8<sup>th</sup>/9<sup>th</sup> centuries AD. The functional usability of previous single finds of drawplates for making solid wire is intensely discussed.*

*Our archaeo-technical research is focused on the method perforating the iron sheet in order to achieve tapering of the holes and their gradually diminishing diameter. As in comparison modern drawplates have a very fine gradation, it has been assumed that medieval coarse drawplates might not have been used for drawing solid wire. Alternatively and in addition to experimental wire-making by drawing rolled thin metal sheets ("roll-drawn" method, ÖZŞEN, WILLER 2016, 89-96) we reconstructed drawing solid wires. We could prove coarse drawplates made of soft iron with unpolished holes allow drawing solid wire with the aid of a footstool as shown on 15<sup>th</sup> century copperplate engravings.*

*Keywords: wiredrawing, drawplates, medieval goldsmith craft, ancient wire-making techniques*

*Schlagworte: Drahtziehen, Zieheisen, mittelalterliches Goldschmiedehandwerk, antike Drahtherstellung*

Die frühesten bislang publizierten eiser-  
nen Zieheisen, die im gesicherten Kontext  
der Metalldrahtherstellung gesehen wer-  
den, datieren in Europa in das 8. und 9.  
Jahrhundert. Hinsichtlich der funktionalen  
Ansprache gibt es forschungsgeschicht-  
lich vielfach erhebliche Unklarheiten und  
Kontroversen darüber, ab welcher Materi-

alstärke, ab welcher Anzahl an Löchern,  
ab welchen Abstufungen der Lochdurch-  
messer und bei welcher Verwendung von  
Zieheisen gesprochen werden kann (vgl.  
EILBRACHT 1999, 25; 28ff.).

Nicht immer liegt den publizierten Erklä-  
rungsansätzen eine praktisch-handwerkli-  
che Expertise zugrunde und vielfach ist



Abb. 1: Zieheisen (30,5 x 5,5 x max. 0,6 cm) mit 11 Ziehholen (von 2,5-5,0 mm) und Werkzeug (Zange, Dorn). – Iron drawplate (30,5 x 5,5 x max. 0,6 cm) with 11 holes (2,5-5,0 mm) and tools (drawtong, prickle).

begrifflich unklar, um welche Art des herzustellenden Drahtes es sich in der Interpretation des mittelalterlichen Gebrauchs handeln sollte.

Unser Interesse gilt der diskutierten Frage, ob ungehärtete, „grobe“ mittelalterliche Zieheisen zur Herstellung massiver Buntmetalldrähte gedient haben könnten?

#### Hintergrund und Quellen

Aus Antike und Mittelalter sind acht verschiedene Arten der Drahtherstellung überliefert (BOSELMANN-RUICKBIE 2014, 340ff.; ÖZŞEN, WILLER 2016, 86-90; ODDY 1977, 83ff.; 205; WOLTERS 1998, 205). Drahtziehen mithilfe eines Zieheisen ist eine Technik, die nach derzeitigem Forschungsstand sowohl im wikingerzeitlichen als auch im mittelbyzantinischen

Bunt- und Edelmetallhandwerk bekannt und üblich war (ARMBRUSTER, EILBRACHT 2006, 32; BOSELMANN-RUICKBIE 2011, 82-83).

Ein Zieheisen ist ein auch heute noch gebräuchliches Werkzeug in modernen Goldschmiedewerkstätten. Es handelt sich um eine eiserne Platte mit einer oder mehrerer Reihen sich im Durchmesser verringender konisch zulaufender Löcher (Ziehhole) zur Herstellung von Drähten (Abb. 1; ÖZŞEN, WILLER 2016, 86, Abb. 2a; ARMBRUSTER, EILBRACHT 2010, 127). Im englischen Sprachgebrauch wird der Begriff „Zieheisen“ mit „drawplate“ übersetzt (siehe z. B. ODDY 1977), was dem Umstand Rechnung trägt, dass es flache Werkzeuge sind, die zum „Ziehen“ von einem Material, einem Werkstück (z. B. Metall) verwendet werden, jedoch nicht

notwendigerweise aus Eisen bestehen müssen. Der deutsche terminus impliziert, dass es sich, wenn nicht anders beschrieben, um eine eiserne Platte handelt. Zur Drahtherstellung werden mithilfe einer Ziehzange längliche Metallzaine oder kräftigere Metalldrähte nacheinander durch die konischen Öffnungen (Ziehhole) des Zieheisens bis zum gewünschten verringerten Durchmesser, zur gewünschten Länge und/oder dem gewünschten Querschnitt des Drahtes gezogen. Durch Platten mit Löchern verschiedener Größe lassen sich je nach Material der Platten selbstverständlich unterschiedliche längliche Materialien ziehen (Leder, dünne Blechstreifen, Sehnen, Schnüre, Pflanzenfasern etc.).

Im modernen Goldschmiedebedarf erhält man auch Ziehplatten aus Hartholz zum Ziehen von Metallketten. Alle diese Möglichkeiten sind bei eisernen Ziehplatten nicht ausgeschlossen.

Unlängst haben erstmalig Özşen und Willer den Gebrauch von wenig differenziert abgestuften Zieheisen zur Herstellung eines von ihnen so genannten „roll-drawn“ Drahtes experimentell erprobt: Sie zogen ein längliches gerolltes dünnes Blech (Kupfer; Eisen) erfolgreich zur Drahtherstellung durch ein „grobes“ Zieheisen (ÖZŞEN, WILLER 2016, 89-95).

Das vermutlich älteste bekannte als Zieheisen anzusprechende Werkzeug stammt aus Wölfersheim-Berstadt, aus bislang unpubliziertem merowingerzeitlichem Grabkontext (Vortrag von Dipl. Restauratorin Angelika Ulbrich bei der EXAR-Tagung 2014 und freundliche mündliche Mitteilung Dr. E. Saal und A. Ulbrich 2017).

Bekanntere publizierte und diskutierte Funde sind beispielsweise die Zieheisen-Exemplare aus Birka (siehe EILBRACHT 1999, 32 Abb. 2 Mitte) und Staraja Ladoga (Abb. in ARMBRUSTER, EILBRACHT 2010, 26). Die älteste bekannte Erwähnung eines Zieheisens stammt aus dem byzantinischen



Abb. 2: Bildausschnitt aus „Der Hl. Eligius in seiner Werkstatt“, Kupferstich um 1450, Rijksmuseum Amsterdam. – Detail „St. Eligius in his Workshop“, copper plate engraving 1450, Rijksmuseum Amsterdam.

Traktat „Über die hochgeschätzte und berühmte Goldschmiedekunst“ aus dem 11. Jahrhundert. Darin ist das Ziehen von Silberdrähten mittels Zieheisen erwähnt (WOLTERS 2004, 164).

Die bisher früheste Beschreibung eines Zieheisens stammt von Theophilus Presbyter (Buch III, Kap. 8): „Zwei Eisenwerkzeuge, drei Finger breit, sind oben und unten verjüngt, im ganzen flach und in drei oder vier Reihen durchlocht. Durch diese Löcher werden die Drähte gezogen“.

Bildliche Darstellungen von Zieheisen in Verwendung finden sich im Hausbuch der Mendelschen Zwölfbrüderstiftung zu Nürnberg von 1425 (vgl. TREUE ET AL. 1965, Abb. 229) und im Kupferstich „Der Heilige Eligius in seiner Werkstatt“ (um 1450).



## Fragestellung und archäotechnischer Ansatz

Unsere konkreten technischen Fragen an die Zieheisen „von mittelalterlichem Standard“ waren folgende:

1. Sind die frühen Zieheisen mit ihren wenig differenzierten Ziehholabstufungen und ihrem weichen Eisen technisch gebrauchsfähig zum Ziehen massiver Buntmetalldrähte?
2. Welche für einen mittelalterlichen Goldschmied praktikable Herstellungstechnik ist zur Einbringung der Ziehhole in das Eisen geeignet, um gebrauchsfähige Werkzeuge zur Drahtherstellung zu erhalten?
3. Gibt es in der Praxis zur Herstellung von massiven Drähten mit „groben, weichen“ Zieheisen einschränkende Parameter im Gebrauch von Ziehschemel bzw. in sitzender oder stehender Körperhaltung?

Die Herstellung der Zieheisen stand nicht im Fokus der archäotechnischen Experimente, sie diente nicht der historisch korrekten Rekonstruktion von Herstellung und Aussehen mittelalterlicher Zieheisen. Dennoch führte die Herstellung zu einem Erkenntnisgewinn beispielsweise bezüglich der Frage der Einbringung feiner Löcher in das Eisen (siehe Ergebnisse).

### Herstellung der Zieheisen

Für die Herstellung der Zieheisen und dornartigen Hilfswerkzeuge wurden kohlenstoffarme Schmiedeeisenstücke aus Altmetallbeständen entnommen. Es wurde kein moderner Werkzeugstahl verwendet.

Nach einem Schmiedevorgang zum Erhalt der passenden Dimensionen des Ausgangsmaterials wurden die Löcher (Ziehhole) in das Eisen eingebracht. Dazu wurden zunächst Löcher mit Durchmessern zwischen zwei und drei Millimeter mit einem eisernen Dorn in das flache glühende Eisen geschlagen. In einem zwei-

ten Schritt wurden die Löcher im Zuge eines erneuten Schmiedevorgangs (zum Planrichten der Ziehplatte) im Durchmesser verringert.

In einem dritten Arbeitsprozess wurde gezielt jedes Ziehhol entweder mit einem entsprechenden eisernen Dorn im Durchmesser der Öffnung erweitert oder durch Schmieden im Durchmesser verringert.

Die feinsten Ziehholöffnungen oder Abstufungen der Lochdurchmesser erreichten wir durch planmäßiges Verringern der Öffnungen beim Schmieden im oben beschriebenen dritten Arbeitsprozess. Die hergestellten Ziehhole waren konisch, ohne exakt kreisrund zu sein.

Die Ziehholmaße und die Machart der für unseren Gebrauch hergestellten Zieheisen orientierte sich an den bekannten Exemplaren (z. B. Birka ca. 9,8 x 1 cm; Staraja Ladoga, ca. 11 x 2 x 0,1 cm; siehe EILBRACHT 1999, 32, Abb. 2; ARMBRUSTER, EILBRACHT 2010, 126, Abb. links unten), auch das unlängst geborgene Ziehwerkzeug aus Wölfersheim (Hessen) lässt sich dem Augenschein nach in diese Größenordnungen einreihen.

### Klärung des Gebrauchs und Herstellung eines Ziehschemels

In dem Kupferstich „*Der Heilige Eligius in seiner Werkstatt*“ befindet sich im Vordergrund eine Draht ziehende Person auf einem Ziehschemel (Abb. 2). Ein Ziehschemel dient als Hilfsmittel dazu, das Zieheisen in einer Höhe zu fixieren, die es erlaubt auf dem Schemel stehend vom Boden beginnend mit eigener Körperkraft einen Draht durch das Zieheisen in die Höhe zu ziehen. Das Zieheisen liegt unter den Füßen auf dem Schemel (Abb. 3-4). Ein Schemel ist nicht zwingend notwendig. Geübte Drahtzieher aus traditionellem Buntmetallhandwerk halten ihre Zieheisen sehr bodennah mit den Fußsohlen fest. Sie stehen beim Ziehvorgang beispielsweise auf anderen Abstand halten-



Abb. 3: Drahtziehen mit dem Ziehschemel. – Wire drawing with foot stol.

den flachen Werkzeugen (ARMBRUSTER, EILBRACHT 2010, 128, Abb. links).

Der Verwendung eines Ziehschemels oder eines ähnlichen bank-/trittartigen hölzernen Hilfsmittels sind Grenzen gesetzt – sowohl hinsichtlich der physischen Beschaffenheit des Nutzers/der Nutzerin als auch hinsichtlich der technischen Möglichkeiten des Gerätes.

Als sehr hilfreich hat sich erwiesen, die Trittfläche für einen sicheren Stand des Drahtziehenden einerseits ausreichend groß zu gestalten, andererseits die Größe so gering zu halten, dass ein Kippen vor-/hintenüber oder seitlich nicht möglich ist, bei zugleich ausreichender Aussparung für den Ziehvorgang. Ebenfalls sollte der Ziehschemel so hoch sein, dass genügend Spielraum zum knickfreien Liegen und Bewegen eines längeren Drahtes unterhalb von Zieheisen und Schemel direkt über dem Boden gegeben ist. Dennoch sollte die Höhe des Schemels bei Gebrauch einen sicheren Stand gewährleisten können. Die Aussparung für den Be-



Abb. 4: Gezogener Kupferdraht (rund) am Ziehschemel. – Drawn copper wire (round diameter) at the foot stol.

reich des Ziehvorgangs sollte so gewählt sein, dass Zange und Draht genügend Spiel bei den Handbewegungen (zum Teil unter großem Kraftaufwand) des/der Ziehenden haben, ohne Verletzungsgefahr seiner/ihrer Füße.

Aufgrund der geringen Härte der eisernen Zieheisen sollte zusätzlich – besonders bei geringer Stärke des Zieheisenblechs – darauf geachtet werden, dass die Aussparung nicht zu groß gewählt wird, um ein Auf-/Verbiegen des Zieheisen zu vermeiden; dies betrifft die Bereiche, an denen das Zieheisen trotz Halt der Fußsohlen (von der Oberseite) von der Unterseite ohne Auflagefläche auf dem Schemel in Gebrauch ist.

Praxistest: Drahtziehen, Verwendung der Zieheisen

Den bildlichen und schriftlichen Quellen folgend verwendeten wir die Zieheisen

zum Drahtziehen per Hand mit einer eisernen Ziehzange auf zweierlei Arten:

- mithilfe eines Ziehschemels, fixiert mit den Füßen und dem eigenen Körpergewicht (Abb. 3-4);
- fixiert in einen halbhohen Holzstamm (Abb. 5).

Der als Ausgangsmaterial verwendete dünne Metallstab bestand aus reinem Kupfer. Der geschmiedete, weich geglühte Kupferstab war im Querschnitt ungleichmäßig oval bis rund mit einem Durchmesser von 3,5 Millimeter. Die notwendigen und üblichen Vorbereitungen zum Drahtziehen, wie (aus einem Drahtende) eine Ziehspitze schmieden und/oder feilen sowie die Ziehhole der eisernen Ziehplatte von innen „schmieren“ (mit Fett, Öl oder Bienenwachs), wurden vorgenommen.

Der Kupferdraht wird durch die plastische Verformung des Ziehvorgangs sukzessive dünner und länger bei steigender Materialhärte bzw. nachlassender Verformbarkeit. Das in der goldschmiedischen Praxis übliche „Zwischenglühen“ des Werkstückes (leichte Rotglut bei ca. 600°C) und sofortiges Abschrecken in Wasser ermöglicht das schrittweise Verformen des Drahtes bis zur gewünschten Länge oder dem gewünschten Durchmesser.

Nach Glühen und Abschrecken wurden die Drähte für einige Minuten zur Entfernung der durch den Glühvorgang entstandenen Oxidschicht in Spitzwegerichbeize gelegt.

## Ergebnisse

### Zur Herstellung der Zieheisen

Zieheisen aus ungehärtetem Eisen sind problemlos für das Ziehen von massiven Bunt- und Edelmetalldrähten verwendbar. Die erst in einem zweiten Arbeitsdurchgang durch Schmieden und/oder Auftreiben erreichte Abstufung der Ziehholldurchmesser erklärt möglicherweise das

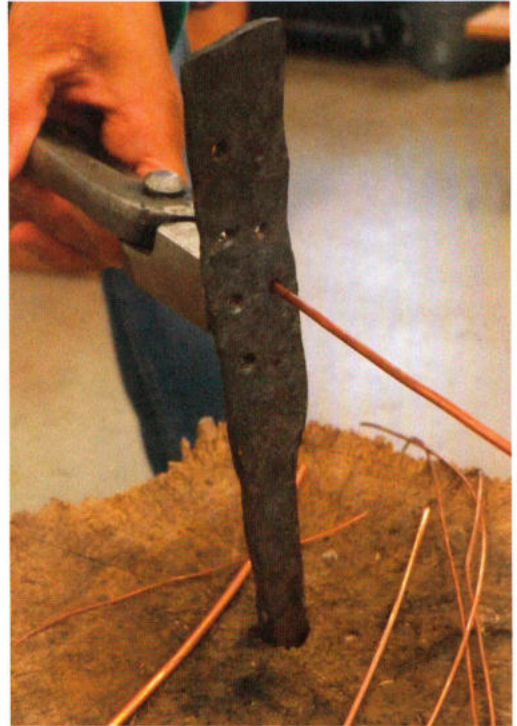


Abb. 5: Drahtziehen am eingelassenen Zieheisen. – Wire drawing with fixed iron drawplate.

Vorhandensein „überflüssiger“, „zu großer“ oder mehrerer gleich großer funktionsloser Löcher an archäologischen Fundstücken (vgl. EILBRACHT 1999, 33, Anm. 111-113). Es sind Löcher, die demnach aus dem ersten Arbeitsdurchgang stammen und zum weiteren Gebrauch nicht mehr notwendig waren oder am Werkstück nicht bis zur Gebrauchsfertigkeit bearbeitet wurden. Aus der Praxis des Schmiedens erklärt sich, dass die Öffnungen für die Ziehhole in dem ersten Arbeitsschritt in ausreichender Anzahl eingebracht werden müssen, da es nach dem zweiten Arbeitsdurchgang schwierig ist, erneut neue Öffnungen einzuschlagen, ohne nahe liegende Ziehhole in Größe oder Form zu verändern. Bei unerfahrenen Zieheisenherstellern mag das zu der Vorsichtsmaßnahme „lieber zu viel als zu wenig“ geführt haben. Die zusätzlichen funktionslosen Löcher stören beim Gebrauch nicht.

### Zur Verwendung der Zieheisen

In der handwerklichen Praxis spielt es eine untergeordnete Rolle, ob die Lochdurchmesser geordnet auf einem Eisen oder auf verschiedene Eisen verteilt vorliegen. Lediglich der Zeitaufwand für die Drahterstellung könnte geringfügig höher sein durch das Verwenden mehrerer Zieheisen mit jeweils weniger Löchern. Im Zweifelsfall mag die vorhandene Ressource Zeit somit einen Mangel an geeigneten großen Eisenstücken/Rohmaterialstücken aufgewogen haben. Somit könnte es sich bei Zieheisen mit sehr unterschiedlichen Lochdurchmessern oder nur wenigen Ziehholen um Teile eines sinnvoll nur in Kombination/im Ensemble von anderen Zieheisen zu verwendendes Stück handeln. Die Zieheisen im archäologischen Fundgut belegen womöglich nicht nur einen Teil bekannter Goldschmiedetechnik (Drahterstellung), sondern spiegeln sowohl die Entwicklung eines Werkzeugs als auch eine gängige Praxis des Umgangs mit Ressourcen und Material wieder. Diese Feststellung ist relevant in Bezug auf Objekte aus archäologischem Kontext, die bislang nicht als gebrauchsfähige Zieheisen zur Metall-Drahterstellung angesprochen wurden, da sie der gängigen Forschungsmeinung zufolge als einzelne Werkzeuge jeweils über zu wenige Ziehhole verfügten oder aber keine Gleichmäßigkeit in der Verringerung der Lochdurchmesser aufwiesen (vgl. EILBRACHT 1999, 31).

Da die „geschmiedeten“ und unpolierten Ziehhole keine exakt kreisförmigen Durchmesser aufweisen, muss der Draht öfter als im Gebrauch moderner Zieheisen durch dasselbe Loch geführt werden bis kein Widerstand mehr feststellbar ist. Insgesamt benötigte das experimentelle Drahtziehen von Hand zur Verringerung des Drahtdurchmessers von 3,5 Millimeter auf 1,0 Millimeter im Vergleich zum Gebrauch eines modernen Zieheisens dreizehn Löcher weniger. Die Nutzung

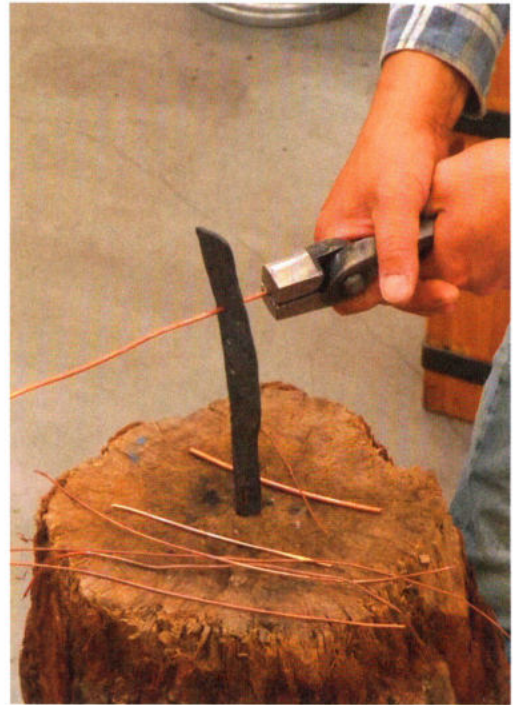


Abb. 6: Verbogenes Zieheisen; Kupferdrähte von 3,5-1,0 mm gezogen. – Bent iron drawplate; Copper wires drawn from 3,5-1,0mm.

weniger Ziehhole ist auf die gröbere Abstufung der Ziehholdurchmesser zurückzuführen. Der Zeitaufwand ist jedoch nicht geringer. Der Kraftaufwand ist aufgrund des Widerstands beim Ziehen mit voneinander stärker abweichenden Ziehholöffnungen größer und zeitintensiver als es bei modernen, fein abgestuften Zieheisen der Fall ist.

Einige Exemplare aus dem archäologischen Fundgut weisen eine längliche Vertiefung/eine Rille, entlang welcher die Ziehhole eingebracht wurden, auf (beispielsweise Zieheisen aus By, Bronze; siehe EILBRACHT 1999, Tafel 34, 1). Diese vertiefte Rille erleichtert durch die geringere Materialdicke das exakte Einbringen feiner Löcher in das glühende Eisen bzw. eine gezielte Abstufung der Löcher.

Zieheisen von geringerer Materialstärke eignen sich besser im Gebrauch mit einem Ziehschemel; zur Hälfte fixierte dün-

ne, weiche Zieheisen verbiegen bei Dauergebrauch, so wie unser in den Holzblock mit Angel eingelassenes Zieheisen (Abb. 6).

Zur Verwendung des Ziehschemels

Die Nutzung eines Ziehschemels scheint unserer Erfahrung nach kurioserweise eher für Menschen bis zu einer Körpergröße von ca. 1,70 m praktikabel zu sein. Bei sehr viel größerer Körperlänge scheint das Verhältnis von Arm- und Beinlänge zum restlichen Körper in Kombination mit der aufzuwendenden Körperkraft und Bewegung nicht in Einklang mit dem zum Drahtziehen sicheren Stand bzw. nötigen Körpergleichgewicht zu stehen. Der Körperschwerpunkt darf nur so hoch liegen, dass das vertikale Ziehen des Drahtes eine leichte Beugung des Oberkörpers bei gleichzeitiger Beugung der Beine und Inanspruchnahme der Hände/Arme zu einer gezielten Zugbewegung von unten nach oben erlaubt. Erschwerend bei höher gelegenem Körperschwerpunkt ist, dass die Arme nicht frei zur Verfügung stehen, um das Gleichgewicht auszubalancieren, und zu tiefes Beugen, um einen kürzeren Draht zu ziehen, bei größerer Körperlänge ein Vornüberfallen nach sich zieht.

Diese Feststellungen mögen banal klingen, die limitierenden physischen Parameter erschweren in der Praxis jedoch erheblich das zügige und kräftige Ziehen bzw. bergen eine Gefahrenquelle bzw. ein Verletzungsrisiko. Möglicherweise ist daher der drahtziehende abgebildete Goldschmied in der Goldschmiedewerkstatt des Hl. Eligius eine kleinere Person wie beispielsweise einer der Lehrlinge. Im Vergleich dazu scheint der abgebildete auf einer Schaukel sitzende Handwerker der Zwölfbrüderschaft zu Nürnberg, der Draht durch ein in einen Holzklötz eingelassenes Zieheisen zieht, etwas größerer Gestalt zu sein. Die Art des „horizontalen“ Drahtziehens ist ab einer gewissen Kör-

perlänge und -größe komfortabler. Auch das gewünschte Endprodukt kann die Wahl der Ziehtechnik beeinflussen: Das Ziehen sehr langer Drähte ist in der stehenden Position weniger praktikabel, da das häufige und feste Nachfassen des Drahtes mit der Zange auf dem blanken/glattem Metalldraht Spuren hinterlässt und möglicherweise den Draht verbiegt.

#### Literatur

**ARMBRUSTER, B., EILBRACHT, H. 2006:** Technological aspects of the Viking age gold treasure from Hiddensee, Germany. *Historical metallurgy* 40/1, 2006, 27-41.

**ARMBRUSTER, B., EILBRACHT, H. 2010:** Wikingergold auf Hiddensee. Rostock 2010.

**BOSELNANN-RUICKBIE, A. 2011:** Byzantinischer Schmuck des 9. bis frühen 13. Jahrhunderts. Wiesbaden 2011.

**BOSELNANN-RUICKBIE, A. 2014:** Das Verhältnis der *Schedula diversarum artium* des Theophilus Presbyter zu byzantinischen Goldschmiedearbeiten – Grenzüberschreitende Wissensverbreitung im Mittelalter. In: A. Speer, (Hrsg.), *Die Schedula diversarum artium. Miscellanea Mediaevalia* 37, Berlin u. a. 2014, 333-368.

**EILBRACHT, H. 1999:** Filigran- und Granulationskunst im Wikingschen Norden. Untersuchungen zum Transfer frühmittelalterlicher Gold- und Silberschmiedetechniken zwischen dem Kontinent und Nordeuropa. *Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters* 11, 1999, 25-33.

**ODDY, A. 1977:** The Production of Gold Wire in Antiquity. *Hand-Making Methods before the Introduction of the Draw-Plate.* *Gold Bulletin* 10/3, 1977, 79-87.

**ÖZŞEN, I., WILLER, F. 2016:** Gezogener antiker Draht? Zur Drahtproduktion des Kettenpanzers aus Zemplín. *Restaurierung und Archäologie* 9, 2016, 85-102.

**TREUE, W. ET AL. 1965:** Das Hausbuch der Mendelschen Zwölfbrüderstiftung zu Nürnberg. *Deutsche Handwerksbilder des*

15. und 16. Jahrhunderts. München 1965.

**WOLTERS, J. 1998:** Drahtherstellung im Mittelalter. In: U. Lindgren (Hrsg.), Europäische Technik im Mittelalter: 800 bis 1400. Tradition und Innovation. Berlin 1998, 205-216.

**WOLTERS, J. 2004:** Der Traktat „Über die edle und hochberühmte Goldschmiedekunst“. Das Münster 3, 2004, 162-181.

#### Abbildungsnachweis

Abb. 1: Retrieved from <[https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Saint\\_Eligius\\_in\\_his\\_workshop.jpg&oldid=205612970](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Saint_Eligius_in_his_workshop.jpg&oldid=205612970)>

Abb. 2, 5: Josef Engelmann; Labor für Experimentelle Archäologie, Mayen

Abb. 3-4, 6: Sayuri de Zilva; Labor für Experimentelle Archäologie, Mayen

#### Autoren

Sayuri de Zilva  
Tannbach 2  
4293 Gutau  
Österreich  
sayuri.dezilva@gmx.de

Josef Engelmann  
Tannbach 2  
4293 Gutau  
Österreich  
josef.engelmann@gmx.at



Rekonstruierende Archäologie

## „Burn-out“ als Arbeitstechnik beim Einbaumbau?

Thorsten Helmerking

**Summary – “Burn-out” as procedure on building a dugout canoe?** In 2016 our team received the order from the “Dümmer-Museum” to rebuild the oldest dugout canoe of Lower Saxony from sight Hüde 1. The fragments, discovered in 1963, could be dated between 3.770 and 3.370 BC (TRB culture). Now they are exposed in a permanent exhibition in the Landesmuseum Hanover. The second project was the rebuild of the medieval dugout canoe from Ziesar in Brandenburg that was found in 1935. Now it is stored in the collection of BLDAM. Traces of work or old cut-marks could not be found in both cases. The inner and outer edges of the swells were heavily rounded. An expected typical texture of the gated inner surface of tree rings even could not be found. In spite of conserving the original, the preserved inner surfaces showed an eye-catching fissured structure similar to steel brushed. In the assumption that this prominent structures and the absence of working-traces are not conditional to taphonomic processes or non-documented conservation, we tried to reproduce these special surfaces with using fire. After hollowing out the freshly cut oak-trees with tools, the inner parts of the dugout canoes were set on fire for several times. Afterwards the burned parts were cleaned up from charcoal. Now the surfaces and edges were smooth and well-rounded and also completely free of cutting-marks. Even the gated tree rings were no longer visible and now the fissured structures of the surfaces were similar to the originals.

**Keywords:** dugout canoe, experimental archaeology, working-traces, burning out, fissured surface

**Schlagworte:** Einbaum, Experimentelle Archäologie, Arbeitsspuren, Ausbrennen, rissige Oberfläche

Im Jahr 2016 wurden mein Kollege Dr. Behnke vom ATZ Welzow und ich mit zwei Einbaumprojekten betraut. Beim ersten handelte es sich um einen verkleinerten Nachbau des ältesten Einbaumfundes aus Niedersachsen vom Fundplatz Hüde I am Dümmersee. Die Reste des 1963 geborgenen Fragments (DEICHMÜLLER 1963) befinden sich in der Dauerausstellung des Landesmuseums Hannover. Das aus ei-

nem Eichenstamm hergestellte neolithische Boot konnte in die Zeit zwischen 3.770–3.370 v. Chr. datiert werden.

Beim zweiten Projekt handelte es sich um den Nachbau des slawischen Einbaums von Ziesar in Brandenburg. Das 1935 gefundene und weitestgehend erhaltene Original (KERSTING 2013) befindet sich im Magazin des Brandenburgischen Landesamtes für Archäologie. Auch dieses





Abb. 1: Nahaufnahme vom Dümmer-Einbaum. – Close-up from the Dümmer dugout canoe.

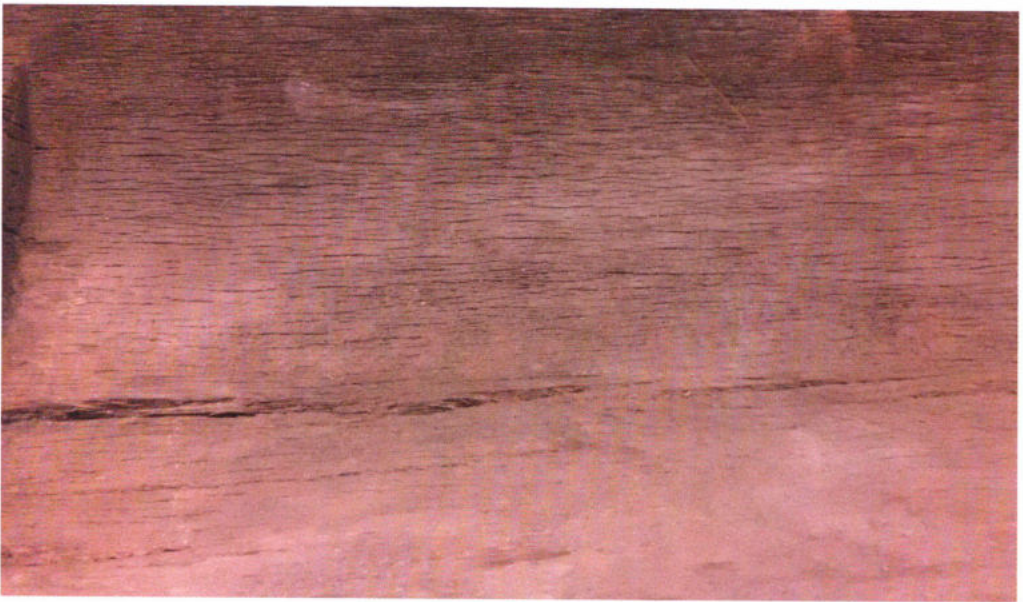


Abb. 2: Nahaufnahme vom Ziesar-Einbaum. – Close-up from the Ziesar dugout canoe.

Boot wurde aus einem Eichenstamm gefertigt.

Beide Originale konnten eingehend in Augenschein genommen werden. Arbeits- oder Werkzeugspuren aus der Zeit der Herstellung konnten in beiden Fällen zumindest makroskopisch nicht entdeckt

werden. Die Innen- und Außenkanten im Bereich der noch erhaltenen Schwellen waren stark verrundet, eine Fladerung, die durch den flächigen Anschnitt der Jahrringe zu erwarten gewesen wäre, konnte nicht erkannt werden. Die gesamten auf den Innenseiten erhaltenen Ober-

flächen zeigten jedoch in beiden Fällen eine auffällige längsrisige Struktur, die an eine mit einer Drahtbürste durchgeführte Behandlung erinnerte (Abb. 1-2).

Handelt es sich bei diesen Fissuren um die Folge taphonomischer Prozesse, die bei der Feuchtbodenerhaltung von Eichenholz auftreten? Könnte eine Zersetzung der Oberflächen stattgefunden haben, die alle Arbeitsspuren getilgt hatte? Denkbar wären auch die Auswirkungen konservatorischer Maßnahmen wie z. B. die Behandlung mit PEG oder Zuckerlösung. Dies konnte aber bei beiden Originalen eindeutig ausgeschlossen werden, auch wenn die lackartige Substanz eines nicht dokumentierten Konservierungsversuches am Dümmer-Einbaum eine klare Einschätzung erschwerte.

Es stellte sich auch die Frage, ob nicht die lagerungsbedingte radikale Austrocknung, die in beiden Fällen stattgefunden hatte, zu einer nachträglichen Veränderung der Oberflächenstruktur geführt haben könnte?

Dagegen spricht jedoch, dass die verschiedentlich glatten und offenbar gut erhaltenen alten Oberflächen insbesondere des Ziesarer Einbaums Außen- wie Innenbords scharfkantig aufeinandertreffen. Daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass keine Abrasion in Folge von Fäulnis oder Pilzbefall und auch kein Schwundprozess die originalen Oberflächen verändert haben können, sondern eben genau diese Oberflächenstruktur den erhaltenen originalen Zustand darstellt.

Auf Grund der Erfahrungen, die wir durch unsere holzhandwerkliche Ausbildung besitzen, kamen wir zu dem Schluss, dass es sich hierbei um keine mechanische oder biologische, sondern möglicherweise um eine thermische Veränderung der Oberfläche handeln könnte.

In Folge z. B. eines Schadfeyers oder eines Lockfeyers zum Lichtfischen sind Veränderungen der Oberflächenstruktur bereits im Inneren von mesolithischen

Einbäumen nachgewiesen worden (KLOOS, LÜBKE 2009). Der Erhaltungszustand und der Fundkontext unserer untersuchten Funde spricht aber gegen die zerstörende Wirkung eines Schadfeyers oder eines flächig begrenzten Lockfeyers, sondern viel mehr für eine großflächige und kontrollierte Hitzeeinwirkung, die sich ausschließlich auf den Innenbereich erstreckte. Dieser Umstand schließt also auch die Verwendung von Feuer zum Aufweiten der Bordwände aus, einer Technik, die auch heute noch in Skandinavien und Sibirien Anwendung findet (VASYUKOV, HERZOG 2013).

Somit stehen die von uns beobachteten Spuren vielleicht für einen mit Feuer ausgeführten Arbeitsschritt im Rahmen der Herstellung dieser Wasserfahrzeuge. Sollten europäische Einbäume also doch entgegen der Überlieferung ausgebrannt worden sein?

#### Anwendung von Hitze und Feuer bei Oberflächenmodifikation und Abtrag

Antik wie auch rezent sind verschiedene Verfahren der Feuer- bzw. Hitzebehandlung von Hölzern bekannt. In der Antike handelt es sich zunächst um spezielle Anwendungen zum Zwecke der Konservierung bzw. temporären Verlängerung der strukturellen Integrität. Der im 1. Jahrhundert lebende römische Architekt und Autor Vitruv (IV, 4,2) berichtet z. B. von angekohlten Hartholz-Stämmen, die in den Untergrund gerammt, zur Stabilisierung von Substruktionen beim Tempelbau in sumpfigem Gelände dienen.

In Japan wird seit dem Ende des 16. Jh. die Shou-Sugi-Ban-Technik vor allem im traditionellen Tempelbau zur Festigung und optischen Veredelung von Bauhölzern und Fassaden angewandt. Hierbei wird die Oberfläche der Hölzer (vornehmlich Zeder = Sugi) kontrolliert verbrannt, gesäubert und geölt. Auch in Nord-Amerika und Europa wird diese Technik in

jüngster Zeit adaptiert wie z. B. an der Fassade des Müritzeums. Die fertig zugerichteten Hölzer werden in einem kontrollierten Verbrennungsprozess bei möglichst geringer Sauerstoffzufuhr starker Hitze ausgesetzt, die tief ins Holz eindringt. Ähnlich der Holzkohlenherstellung wird die Oberfläche der Hölzer somit einem pyrolytischen Prozess unterzogen. Je nach Grad der Verkohlung entstehen vor allem dekorative Strukturen und Farben. Schädlinge meiden fortan dieses Holz.

In Europa wird seit Ende der 1990er Jahre so genanntes Thermoholz hergestellt (SCHEIDING 2008). Verschiedene Holzarten werden durch Hitze von 160°C bis zu 250°C in einer Atmosphäre von Wasserdampf und austretenden Holzgasen gebacken und dadurch in ihrer gesamten Struktur thermisch modifiziert. Auch im Rahmen eines von Hans Lässig (LÄSSIG 2012) vorgestellten Experimentes wurden Nachbauten von neolithischen Rädern einem Schwelbrand unterzogen, um deren Schwindverhalten und Widerstandsfähigkeit gegen Umwelteinflüsse dauerhaft zu verbessern.

Da auch für die Umwandlung zu Thermoholz möglichst sauerstoffarme Bedingungen vorherrschen müssen, handelt es sich ebenfalls um einen pyrolytischen Prozess. Je nach Höhe der Temperatur, bei der einige Holzinhaltstoffe ausdampfen und wiederum andere, wie z. B. Zuckerstoffe, miteinander verketteten, also karamellisieren, wird das Material gegen Pilze und Bakterien unempfindlich, da es von diesen nicht mehr abgebaut werden kann. Durch die chemische Umwandlung nehmen aber nicht nur Quell- und Schwindverhalten ab, sondern mit steigender Temperatur auch Elastizität und Festigkeit.

Völkerkundlich ist das Ausbrennen von Einbäumen offenbar eine gängige Methode im Aushöhlungsprozess von Einbäumen, wie auch ein Stich von Theodor de



Abb. 3: Theodor de Bry 1590 nach einem Aquarell von John White. – Theodor de Bry 1590 after a watercolor painting by John White.

Bry aus dem Jahre 1590 zeigt (Abb. 3). Zu dieser Zeit werden Einbäume im Bereich der Mississippikultur fast gänzlich ohne Werkzeugeinsatz nur mit Hilfe von Feuer, Lehm und großen Muscheln, die als Schaber eingesetzt werden, hergestellt (POWELL 1993).

Vor allem in tropischen Breiten fand diese Technik bis in jüngste Zeit Anwendung, was sich durch die Struktur der verfügbaren Hölzer erklärt. Da tropische Hölzer durch ganzjähriges Wachstum kaum zur Jahrringbildung neigen, kommt es beim Schwelbrand zu einer gleichmäßigen thermischen Zersetzung bei vergleichsweise geringem Arbeitsaufwand. Im europäischen Kontext scheint diese Technik jedoch nicht bekannt bzw. nicht angewandt oder zumindest nicht tradiert worden zu sein (WAWRZINEK 2011). Es sind zwar immer wieder Brandspuren an Einbäumen festzustellen, doch sind diese nur kleinflächig und nicht im Zusammenhang mit deren Produktion zu sehen (KLOOS, LÜBKE 2009, 99f.)

Da die Harthölzer gemäßigter und kalter Breiten, bedingt durch die Winterruhe, oft eine stark unterschiedliche Dichte im Grenzbereich zwischen zwei Jahrringen aufweisen, geht eine Aushöhlung mittels eines Schwelprozesses bei fälltischem

Holz nur sehr langsam und unregelmäßig voran. Das erhöht zum einen das Risiko einer Schwundrissbildung an den Hirnholzenden, zum anderen macht es ein begleitendes mechanisches Abtragen nötig. Somit war in Europa eine spanende Bearbeitung mit den jeweiligen zeitgenössischen Werkzeugen üblich (ELLMERS 1986).

Unter der Annahme, dass es sich bei der charakteristischen rissigen Oberflächenstruktur der von uns untersuchten Einbäume nun also um die beabsichtigte Auswirkung von höheren Temperaturen mit zerstörender Wirkung gehandelt haben könnte, gelangten wir zu der Annahme, dass der Aushöhlungsprozess zwar mit spanenden Werkzeugen ausgeführt worden war, das „Finish“ – sozusagen der letzte Schliff – jedoch mit dem gezielten Einsatz von Feuer ausgeführt worden sein könnte (HELMERKING 2017).

In Absprache mit den jeweiligen Auftraggebern ergab sich die äußerst reizvolle Möglichkeit, die Auswirkungen einer solchen Brand-Behandlung im Rahmen der Anfertigung unserer Nachbauten mit den originalen Oberflächen abgleichen zu können.

## Experiment

Zunächst wurde jeweils ein ausreichend großer Eichenstamm beschafft (BEHNKE ET AL. 2018). Unter optimalen Bedingungen sollte zwischen dem Fällen und der Herausarbeitung des Kerns nicht unnötig Zeit verstreichen. Zum einen ist die händische Bearbeitung von „grünem Holz“ wesentlich leichter, zum anderen neigt ein Stamm bei warmem trockenem Wetter schon innerhalb von Stunden zu radial verlaufenden Schwundrissen im Hirnholzbereich. Der Baum sollte also an den Enden versiegelt oder feucht gehalten werden. Nach der groben mechanischen Aushöhlung folgte dann unverzüglich der Ausbrennvorgang.

Versuche mit verschiedenen Brennmaterialien wie Holzkohle, Torf, Reisig und Spaltholz hatten bereits beim ersten Versuch mit dem Dümmer-Einbaum gezeigt, dass kein unnötiger Aufwand betrieben werden musste. Ganz normales trockenes Spaltholz von 30-50 cm Länge hatte trotz der Eigenfeuchte des ausgehöhlten Stammes für eine gute Flammenbildung gesorgt (Abb.4). Beim Ziesarer Einbaum war es wegen der sommerlichen



Abb. 4: Der Baum brennt. – The tree is burning.



Abb. 5: Prüfen der Verbrennungstiefe. – Control of the impact.

Trockenheit sogar möglich, die angefallenen Dechsel- und Hackspäne desselben Baumes als Brennmaterial zu verwenden. Zunächst wurde jeweils nur ein kleiner Bereich in Brand gesetzt, um den Prozess leichter unter Kontrolle halten zu können. Es wurde in der Mitte des auf seiner Bordwand liegenden Bootskörpers begonnen, um das Feuer sukzessive zu den Enden hin zu verbreiten. Schon nach kurzer Zeit war das Feuer, trotz des feuchten Milieus, so kräftig, dass die Flammenzungen sowohl den senkrecht stehenden Boden als auch die angrenzende innere obere Bordwand gut erreichen konnten. Mehrmalige Kontrolle zeigte, dass die untere innere Bordwand auf der das Feuer gelegt worden war, nach bereits 20 Minuten gut einen Jahrring tief (ca. 6 mm) verkohlt war (Abb. 5). Auch der senkrecht stehende Boden war in derselben Zeitspanne annähernd einen Jahrring tief verkohlt. Nur die Kehlen, an denen Wand- und Bodenflächen sowie die Absätze der Schwellen aufeinandertrafen, waren nicht ganz so stark verbrannt.

Unter Verwendung eines Blasebalgs konnte nachgeholfen werden, um auch an diesen Stellen eine Tiefenwirkung zu erzielen. Die Bordkanten wurden nur zurückhaltend befeuert, um diese nicht unnötig zu schwächen.

Nachdem das Feuer jeweils über die ganze Länge geführt worden war, wurde der Einbaum auf die gegenüberliegende Seite

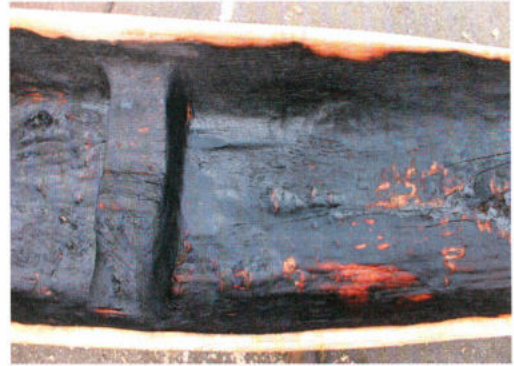


Abb. 6: Verrundete Kanten an einer der Schwellen nach dem ersten Brand. – The edges have lost their sharpness after the 1<sup>st</sup> burning.

gelegt. Die Prozedur wurde, wiederum von der Mitte ausgehend, wiederholt. Während der gesamten Dauer (ca. 20 Minuten pro lfd. Meter) wurden die Außenflächen immer wieder auf Erwärmung und unerwünschte Trocknung kontrolliert und, wenn nötig, mit Wasser befeuchtet. Es wurde darauf geachtet, die Temperatur der Außenflächen nicht über 40°C steigen zu lassen. Eine anschließende Überprüfung zeigte, dass die Eindringtiefe, also die Dicke der verkohlten Schicht, unabhängig von der Reihenfolge Glut/Flamme bzw. Flamme/Glut annähernd gleich war. Am jeweils senkrecht stehenden Boden war die Verkohlung jedoch an besonders glatten Flächen noch unvollständig. Auch in den bereits erwähnten Kehlen im Bereich der Schwellen und an den Spitzen von Bug und Heck bedurfte es mehrfacher Behandlungen. Hierzu wurden die Einbäume nun auf dem Boden liegend erneut befeuert. Wenn der Brennvorgang augenscheinlich abgeschlossen war, wurde das Innere des jeweiligen Einbaums zur Sicherheit mit reichlich Wasser abgelöscht, sodass keine Glutnester verbleiben konnten.

Nachdem die Einbäume ausgekühlt und das Löschwasser ausgeschöpft worden war, konnten die verbrannten Flächen mit Schabern von der anhaftenden Holzkohle



Abb. 7: Gesäuberte Fläche. – Cleaned surface.

befreit werden. Die verbliebene Feuchtigkeit minderte die Staubbildung. Das Material der Schaber, egal ob scharfkantiger Flint oder Stahl, machte keinen Unterschied, da jeweils nur die zu Holzkohle verbrannte Schicht bis zum Erreichen des festen Untergrundes abgetragen wurde. Diese Arbeit nahm pro m<sup>2</sup> Fläche ca. 30 Minuten in Anspruch. Es zeigte sich, dass das Feuer an den Flächen etwa 4 bis 6 mm tief eingedrungen war, was in etwa einer, höchstens aber zwei Jahrringtiefen entsprach. Alle hervorstehenden Holzsplitter sowie scharfe Kanten und Werkzeugspuren waren fast gänzlich verschwunden.

Im Bereich der Schwellen, die unbehandelt mit Absicht recht scharfkantig gehalten



Abb. 8: Rissige Oberfläche (Fissuren) am Nachbau. – Fissured surface on the replica.

worden waren, zeigte sich überraschenderweise eine regelrechte Verrundung mit hoher Eindringtiefe entlang der Jahrringgrenzen (Abb. 6). Nach dem gründlichen Entfernen der relativ losen Holzkohleschicht verblieben alle Bereiche, trotz intensiven Schabens, nach wie vor anthrazit-schwarz, sodass fast keine hellen Stellen festgestellt werden konnten. Die charakteristische Rissbildung, die es zu erzielen galt, zeichnete sich bereits zu diesem Zeitpunkt deutlich ab.

Da die Oberflächen nach dem Auskehren immer noch schwarz abfärbten, wurde der gesamte Innenbereich gründlich ausgebürstet. Beim Dümmer-Einbaum hatten sich auch grober Sand sowie Granitgrus als besonders effektive Schleifmittel erwiesen (Abb. 7). Diese Arbeit nahm pro m<sup>2</sup> Fläche ca. 20 Minuten in Anspruch. Nach dem Ausbürsten und einer erneuten Säuberung mit Wasser war die Oberfläche nach dem Abtrocknen zwar immer noch tief schwarz, aber stabil und färbte nun nicht mehr ab.

Besonders die feinrissigen Strukturen, die an den Originalen so auffällig gewesen waren, traten nun auch in den Rekonstruktionen ebenso deutlich in Erscheinung (Abb. 8). Nur an wenigen Stellen des Ziesarer Einbaums zeigten sich im Streiflicht besonders glatte, leicht konkave, löffelartige Strukturen, die sich an den Rändern etwas bräunlich und heller abgrenzten. Obwohl auch hier eine Holz-



Abb. 9: Blick über den Einbaum (Nachbau Ziesar). – View over the replica of the Ziesar dugout canoe.

kohlenschicht abgetragen worden war, könnten diese Strukturen mit der nun vorhandenen Erfahrung als diffuse Werkzeugspuren gedeutet werden.

An den Schwellen war die Hitze in allen Fällen dort, wo Hirnholz offen lag, im Frühholzteil der Jahrringe etwas tiefer eingedrungen, sodass sich eine reliefartige Jahrringstruktur deutlich abzeichnete. Entlang der inneren Bordkanten erfolgte die Verbrennung arbeitsbedingt eher unregelmäßig, da diese empfindlichen Bereiche zu schonen waren. An den schräg zum Stammverlauf angelegten Flächen von Bug und Heck war die Tiefenwirkung des Feuers nur in den oberen Bereichen etwas weniger ausgeprägt, da auch hier bei der Feuerführung zurückhaltender agiert worden war (Abb. 9). In den schräg verlaufenden Flächen war aber, ähnlich wie an den Schwellen, die Jahrringstruktur deutlich hervorgetreten. Insgesamt betrug der Zeitaufwand für das Ausbrennen,

Auskratzen und Versäubern der Innenflächen etwa 1,5 Stunden pro lfd. Meter Einbaum.

#### Ergebnisse

In den zwei hier beschriebenen Versuchen konnte mit relativ geringem Aufwand, was Zeitdauer, Arbeitseinsatz und Brennmaterial anbelangt, die beabsichtigte Oberflächenstruktur erzielt werden. Werkzeugspuren waren nach dem Ausbrennen kaum noch erkennbar. Unebenheiten und Splitter waren verschwunden. Im Bereich der Schwellen waren zuvor bewusst scharf belassene Kanten deutlich verrundet. Raue, weniger gründlich geglättete Flächen zeigten nach dem Brennen sogar bessere Ergebnisse, als zuvor aufwendig geglättete Bereiche. Die von Brandrückständen gesäuberten Oberflächen schienen nun härter als zuvor zu sein. Im gesamten Innenraum war



Abb. 10: Probefahrt. – Test run.

die beabsichtigte feinrissige Struktur gut zu erkennen.

Der Laufhorizont hatte regelrecht Gripp bekommen, was den nackten Füßen bei den anschließenden Probefahrten auch bei Wasser im Boot Rutschsicherheit bot (Abb. 10). Bei Tätigkeiten im Stehen, wie z. B. Netze auswerfen oder Aalstechen und beim Staaken in seichtem Wasser bzw. im Schilfgürtel eines Gewässers ist dieser Aspekt durchaus von Vorteil.

Nachdem der Ziesauer Einbaum etwa ein halbes Jahr lang der Witterung ausgesetzt worden war, zeigten sich, bis auf die charakteristischen Fissuren an den Innenflächen, fast keine farblichen Unterschiede mehr zwischen feuerbehandelten und unbehandelten Flächen.

In Anlehnung an moderne technische Verfahren glauben wir nun bestätigen zu können, dass auch in unseren Breiten in vor- und frühgeschichtlicher Zeit Feuer zumindest zur „Veredelung“ der inneren Einbaumoberflächen Verwendung gefunden

haben könnte. Die Untersuchung von möglichst vielen Originalfunden sowie weitere Versuche im Sommer 2018 sind in Vorbereitung. Der Vergleich zwischen gebrannten mit bereits bestehenden ungebrannten Einbäumen soll Aufschluss über Haltbarkeit, Pilz- und Fäulnisresistenz sowie Arbeitsaufwand liefern.

Mein Dank an:

Dr. Hans Joachim Behnke, Marie-Sophie Bielicke, Kurt Boer, Brigitte Faber-Schmidt (Kulturland Brandenburg), Mohamed Emin, Lukas Goldmann, Bernard Haarmeier, Sabine Hacke (Dümmersmuseum), Karl Isekeit, Prof. Dr. Elke Kaiser (FU Berlin), Dr. Rainer Kossian (Arch.LM Brb.), Dr. Christof Krauskopf (Arch.LA Brb.), Sebastian Nößler (Fotos).

Literatur

**BEHNKE, H. J. ET AL. (Hrsg) 2017:** Schwimmendes Holz – Der Nachbau des



slawenzeitlichen Einbaums aus Ziesar. Brandenburg 2017.

**DEICHMÜLLER, J. 1963:** Neue Ausgrabungen am Dümmer. Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte 32, 1963, 84-73.

**ELLMERS, D. 1986:** Reallexikon der Germanischen Altertumskunde Bd. 6, s. v. Einbaum, I Archäologisches. Berlin, New York 1986, 601-609.

**HELMERKING, T. 2017:** Der Baum brennt – Ausbrennen als Arbeitsschritt beim Einbaumbau. In: H. J. Behnke et al. (Hrsg.), Schwimmendes Holz – Der Nachbau des slawenzeitlichen Einbaums aus Ziesar. Brandenburg 2017, 54-65.

**KERSTING, T. 2013:** Ein slawischer Einbaum aus Ziesar im westlichen Brandenburg. Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas 70, 2012 (2013), 451-458.

**KLOOS, S., LÜBKE, H. 2009:** The terminal mesolithic and early neolithic logboats of Stralsund-Mischwasserspeicher. In: Between the seas – transfer and exchange in nautical technologie. RGZM-Tagungen Bd. 3. Mainz 2009, 97-105.

**LÄSSIG, H. 2012:** Schwarze Räder. Experimentelle Archäologie in Europa 11. Bilanz 2012, 66-74.

**POWELL, T. 1993:** Mud and Fire: Tools of the Dugout Canoe Maker. Bulletin of Primitive Technology, vol. 6, Utah 1993, 15-22.

**SCHEIDING, W. 2008:** IHD Merkblatt Nr. 6 „Verfahren zur Herstellung von TMT“. In: Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH (Hrsg.). Dresden 2008.

<<http://www.lhd-dresden.de>> (19.12.2017).

**VASYUKOV, D., HERZOG, W. 2013:** Happy People – Ein Jahr in der Taiga [Blu-ray].

**WAWRZINEK, C. 2011:** Erfolgsmodell Einbaum: ein keineswegs primitiver Bootstyp. In: M. Fansa, F. Both, „O, schaurig ist`s übers Moor zu gehen“. Oldenburg 2011, 231-260.

## Quellen

Vitruv, de architectura libri decem. C. Fensterbusch (Hrsg.). Darmstadt 1991.

Internet-Verweise auf shou-sugi-ban: <<http://www.espazium.ch/uploads/MTQzODMyODI5My0zNjc1ODk1MTUwLTUyNTMtMjk=.pdf>> (19.12.2017).

pro:Holz, Arbeitsgemeinschaft der österreichischen Holzwirtschaft: <<http://www.proholz.at/zuschnitt/41/holzmodifikationen/>> (19.12.2017).

Charred Wood LLC © 2017: <<http://charredwood.com/charred-wood-frequently-asked-questions-news/>> (19.12.2017). Houzz Inc. 285 Hamilton Avenue, 4th Floor, Palo Alto, CA 94301, USA: <<https://www.houzz.de/ideabooks/29825355/list/was-ist-eigentlich-shou-sugi-ban/>> (19.12.2017).

## Abbildungsnachweis

Abb. 1-2, 4; 7-8: T. Helmerking

Abb. 3: gemeinfrei

Abb. 5-6, 9: S. Nößler

Abb. 10: Untere Denkmalschutzbehörde Brandenburg a. d. Havel

## Autor

Thorsten Helmerking

Landeshuterstr.14

49406 Barnstorf

Deutschland

t.helmerking@posteo.de

## Das Einbaumprojekt Ziesar

Karl Isekeit

**Summary – The dugout project Ziesar.** *The goal of the project was to recreate the over eight meters long dugout, found 1935 in the “Alten See” near Ziesar. For this purpose, a true to size drawing of the original was made and a smaller replica was built and tested in 2012.*

*For the reconstruction in the original dimensions a team was put together with employees from the ATZ Welzow, Students of Prehistorical Archeology from the Freie Universität Berlin, a freelancing archeotechnician and an experiential educator. During the third week, a Kurdish refugee was also joined the team. The construction took place in the courtyard of the Archaeological Museum of Brandenburg in the Paulikloster.*

*With the tree’s delivery several defects were ascertained, which would clearly complicate the work and almost ended in a disaster during the cauterization. In spite of these circumstances, a water vehicle was handmade with axe, hatchet, and adze, in under 600 working hours.*

*After completion, the replica was driven from the Regattastrecke to the Paulikloster in the course of the Archäotechnica. There it was handed over to the Archaeological Museum of Brandenburg.*

*Keywords: dugout, slavic, reconstruction*

*Schlagworte: Einbaum, slawisch, Rekonstruktion*

Während Meliorationsarbeiten wurde im Jahr 1935 in der Nähe der Burg Ziesar im „Alten See“ ein Einbaum gefunden. Der aus Eichenholz bestehende Bootskörper wies eine erhaltene Länge von 8,27 m und eine Breite von 0,83 m auf. Die Höhe betrug 0,33 m (Abb. 1). Durch eine Dendrodatierung konnte der Wachstumsbeginn des genutzten Stammes auf 954 n. Chr. bestimmt werden. Das ermittelte Fälldatum lag um 1025±20 n. Chr. (KERS-  
TING 2013, 453-454; siehe auch: PIELE 2017, 18).

Ziel des Projektes war es eine maßstabs-

getreue Rekonstruktion anzufertigen, um diese nach Überprüfung ihrer Funktionsfähigkeit, im Hof des Burgmuseums in Ziesar auszustellen.

Als Vorbereitung auf den späteren Bau haben Mitarbeiter des Archäotechnischen Zentrums (ATZ) Welzow bereits 2012 eine maßstabsgerechte Zeichnung von Aufsicht und Ansicht im Maßstab 1:10 angefertigt. Außerdem wurde im ATZ ein kleineres Modell von 6,90 m Länge nachgebaut, was etwa 80% der Originallänge entspricht. Bei einer Testfahrt mit Maximalbelastung aus fünf Personen musste

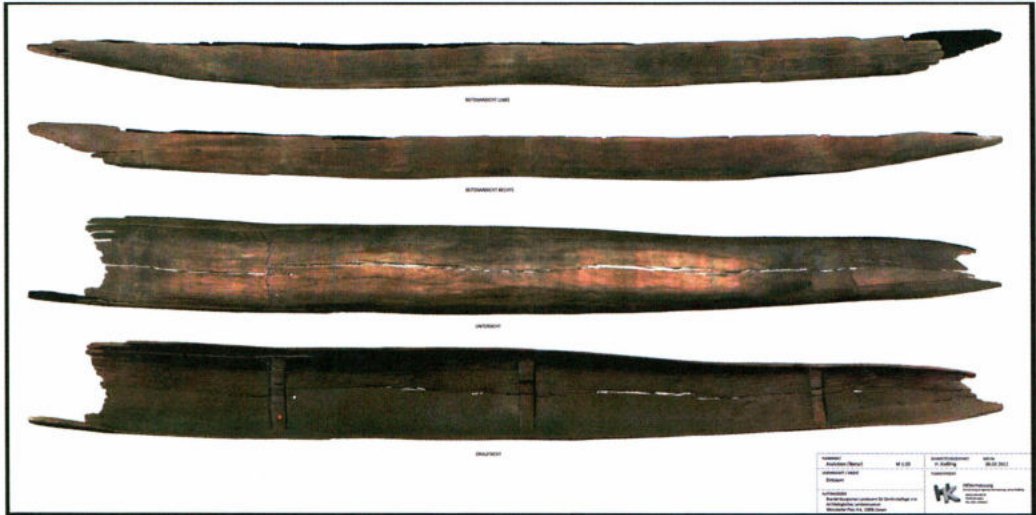


Abb. 1: Fotogrammetrie des Original-Einbaums. – Photogrammetry of the original dugout.



Abb. 2: Ein Baum für den Einbaum. – A tree for the dugout.

die Besatzung feststellen, dass die leicht durchgebogene Form des Originals kontraproduktiv ist, weil der Einbaum vollief und sank. Diese ungeeignete Form ist wahrscheinlich auf den Erddruck zurückzuführen, dem der Einbaum ausgesetzt war. Um ein schwimmfähiges Boot zu bauen, wurde auf die leicht gekrümmte Form des Originals verzichtet und die Anfertigung der maßstabsgetreuen Replik erfolgte in gerader Form (BEHNKE 2017, 35-36).

Für den Bau des Einbaums bildete sich ein Team aus Mitarbeitern des ATZs, einem freiberuflichen Archäotechniker, einem Erlebnispädagogen und Studierenden

der Prähistorischen Archäologie an der Freien Universität Berlin. Während der dritten Arbeitswoche schloss sich außerdem ein kurdischer Flüchtling aus Syrien dem Bauteam an. Das Projekt wurde von Juni bis Juli 2016 auf dem Hof des Archäologischen Landesmuseums Brandenburg im Paulkloster durchgeführt.

Als Baumaterial diente eine 175 Jahre alte Amerikanische Roteiche aus der Uckermark mit einer Stammlänge von 12 m, einem Durchmesser von 1,40 m und einem Gewicht von 10 t (Abb. 2). Dieser Baum stellte sich bei näherer Betrachtung eigentlich als ungeeignet für eine originalgetreue Replik heraus. Denn neben der falschen Holzart (Amerikanische Roteichen sind erst seit dem 17. Jh. in Europa bekannt [<https://www.baumportal.de/amerikanische-eiche>] (23.10.17)) wies er noch weitere erhebliche Mängel auf. Zum Zeitpunkt seiner Fällung hatte der für das Original genutzte Baum ein Alter zwischen 70 und 80 Jahren erreicht. Die Roteiche war hingegen etwa 100 Jahre älter und dementsprechend auch deutlich größer und schwerer, was beim Umlagern und Sägen beträchtliche Schwierigkeiten verursachte.

Durch den gebogenen Wuchs, der durch



Abb. 3: Einsägen der Kappen. Einsägen vor dem Ausstemmen – Sawing prior to chiseling. Sawing the caps.



Abb. 4: Drehen des Einbaums auf die Steuerbordseite. – Turn the dugout on the starboardsite.



Abb. 5: Grobe Arbeiten am Heck. – Heavy works at the rear.

das Wachsen an einer Hangkante bedingt war, ließen sich die Holzfasern nicht gerade spalten, sodass viele kleinteilige Nacharbeiten nötig waren. Zahlreiche gesunde und faule Äste sowie deren Überwallungen führten zudem zu einem Wildwuchs des Holzes, wodurch sich diese Stellen bedeutend schwerer bearbeiten ließen. Außerdem waren durch die Faulstellen Löcher in der Bordwand unumgänglich, die aufwändig gespundet werden mussten.

Im Bugbereich bildete der Baum einen Zwiesel aus. Die aufgrund der Kronenbildung an dieser Stelle zweigeteilte Kernbildung wies naturbedingt verwachsene Holzfasern auf, die ebenfalls für deutliche Bearbeitungsschwierigkeiten sorgten. Eines der bedeutendsten Probleme stellte jedoch die lange Liegezeit der Eiche dar, denn der Stamm war nicht fällfrisch geliefert worden, sondern hatte vermutlich schon seit einem Jahr im Wald gelegen. Getrocknetes Holz ist um einiges härter als frisches. Außerdem führte die erhöhte Brennbarkeit des trockneren Holzes während des Ausbrennens fast zur Katastrophe (ISEKEIT, GOLDMANN 2017, 48-51).

Trotz all dieser Probleme wurde mangels Alternativen mit dem Bau begonnen. Zunächst fand die Festlegung der Lage von Dollbord und Boden statt und zwar so, dass während des Baus möglichst viele fehlerhafte Stellen beseitigt werden würden. Anschließend erfolgte das Ablegen



Abb. 6: Multitasking beim Aushöhlen. – Multitasking when hollowing out.

und Verkeilen des Stamms, wobei die Dollbordseite unten und die Bodenseite oben lag. Das Team entfernte mit Beil, Axt und Rindenschäler die Rinde und gab die Form des späteren Bodens mit Hilfe einer Schlagschnur und zweier an den Stirnseiten befestigter Bretter vor. Daraufhin wurden die Sägeschnitte mit Hilfe einer Schrotsäge in 25 cm Abständen bis auf Bodenniveau gesetzt (Abb. 3) und die dadurch entstandenen Kappen mit Keil und Vorschlaghammer entfernt sowie die Oberfläche mit Dechseln geglättet. Nach zwei Tagen waren die Arbeiten so weit vorangeschritten, dass der Stamm gedreht werden sollte. Aufgrund des hohen Gewichts konnte dies jedoch nicht manuell geschehen, sodass der Einsatz von Fahrzeugtechnik nötig war.

Die Dollbordhöhe sollte 40 cm Abstand zum Boden betragen, allerdings war der Stamm hier viel mächtiger als auf der Bodenseite. Dadurch funktionierte das Einsägen des Stammes von Hand auf dieser Seite nicht mehr – die eingesetzte Schrotsäge stellte sich als zu kurz heraus. Abhilfe konnten die Mitarbeiter der Forst in Brandenburg an der Havel leisten, die mit einer Kettensäge die Stirnseiten abtrennten und den Stamm so auf die gewünschte Länge brachten. Außerdem setzten sie innerhalb von 25 Minuten 35 Schnitte mit einer Tiefe bis zu 60 cm, was einen deutlichen Zeitvorteil zur Folge hatte. Mit einer Schrotsäge hätte dieser Vor-

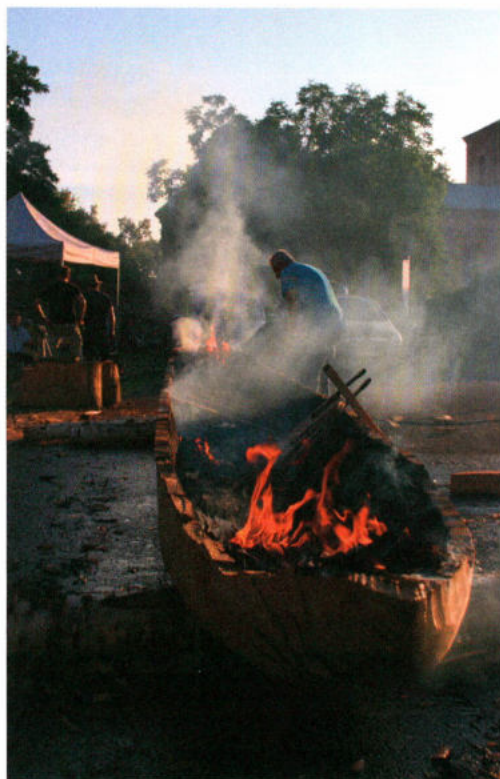


Abb. 7: Der Baum brennt. – The tree is burning.

gang wahrscheinlich mehrere Tage in Anspruch genommen.

Nach dem Abtrennen des Hirnholzbereichs offenbarte sich der Baum erneut als ungeeignet. Zwei durchgehende Kernrisse führten zu einem unterbrochenen Faserverlauf, wodurch sich die Schlagkraft beim Spalten des Holzes nicht komplett übertragen ließ. Außerdem erzeugte einer der Risse einen Spalt in Bug- und Heckbereich, der mit Teer geklebt werden musste. Durch diese erschwerenden Bedingungen ergab sich eine deutlich höhere Arbeitszeit als ursprünglich geplant. Um den Einbaum trotzdem fristgerecht fertigstellen zu können, war eine zusätzliche Arbeitswoche notwendig.

Die zweite Arbeitswoche begann mit dem Anreißen des Dollbordbereichs in der Draufsicht. Um Spannungsrisse zu verhindern, musste der gesamte Stamm grob ausgehöhlt und so das Mark auf der ge-



Abb. 8: Das Brandloch. – The burnt hole.

samten Bootslänge entfernt werden. Die späteren Querrippen wurden dabei ausgespart. Es folgte die Drehung des Bootes auf die Steuerbordseite, das Team beilte die Backbordseite ab und erzeugte auch die Rundung zum Boden hin. Anschließend fand der gleiche Vorgang auf der Steuerbordseite statt. Der langsam erkennbare Bootskörper war inzwischen so leicht, dass sich die Drehungen mit einer Seilwinde und sicheren Hebeln durchführen ließen (Abb. 4). Im Anschluss entstanden durch die Arbeit mit Axt, Vorschlaghammer, Beil und Fäustel sowie Dechseln der Bug und das Heck (Abb. 5). Um dem Zwiesel im Bugbereich beizukommen, wandten Thorsten Helmerking und Sebastian Nößler eine Methode an, bei der abwechselnd 30 Schläge mit der Axt geführt und anschließend für 30 Schläge pausiert wurde. Durch diese kurzen Regenerationsphasen war eine durchgehende Bearbeitung des widerstandsfähigen Materials möglich, wodurch sich der Zeitverlust erheblich minimierte. Um eine exakt ebene Bodenform zu erreichen, nutzte das Team eine einfache Fluchteinrichtung. Während dieser Feinarbeiten mit verschiedenen Hobeln und Ziehmessern waren mehrere Drehungen des Einbaums erforderlich, um die Fluchten zu überprüfen und Unebenheiten zu beseitigen.

Der nächste Arbeitsschritt sah das Verschließen der Faulstellen mit einem



Abb. 9: Die letzten Arbeiten an der Dollbordkante. – The last work on the gunwale.

Spund vor. Dafür mussten die betroffenen Bereiche bis auf das gesunde Holz ausgearbeitet und ein passend geschnittener Eichenast einschlagen und abgelängt werden. Abschließend erfolgte die Abdichtung durch das Verputzen mit Teer.

Die letzte Maßnahme vor dem Ausbrennen war das Aushöhlen des Einbaums auf 2 cm Stärke. Die Bearbeitung der Innenwandung fand mit Beil und Fäustel oder Hohlbeitel und Schlägel, die der Bodenfläche mit verschiedenen Beiteln und Dechseln statt (Abb. 6) (BEHNKE 2017, 38-44)

Das Ausbrennen des Innenraums erfolgte zunächst nur probeweise in einem Gefach in der Einbaummitte. Dazu wurde der Baum auf die Bordwand gelegt und ein Feuer entzündet, um den Boden und die obere Bordwand abzuflammen. Dieser Vorgang beseitigt alle Werkzeugspuren.



Abb. 10: Der Einbaum nimmt Fahrt auf. – The dugout departs.

Zum Abflammen der anderen Seite wendete das Bauteam den Bootskörper, noch unter Feuer. Die letzte Drehung auf den Boden fand nach ca. 90 min statt, damit auch dieser übergebrannt werden konnte (Abb. 7). Abschließend wurde die Holzkohle mit Zieheisen abgeschabt, um die gewünschte Oberfläche zu erhalten.

Während des Ausbrennens sind zwei Dinge besonders zu beachten. Zum einen ist eine konstante Feuerführung wichtig, um hohe Spannungen durch Temperaturunterschiede zu verhindern. Zum anderen ist das Kühlen des Rumpfes von außen unerlässlich, da sonst die Gefahr besteht, dass der Stamm durchbrennt (HELMERKING 2017, 60-65; siehe außerdem Beitrag in diesem Band). Am darauffolgenden Tag erwies sich der lange Lagerungsprozess des Baumaterials im Wald als besonders problematisch. Als sich die Projektteilnehmer wegen eines Gewitters zurückziehen mussten, bei dem sogar der Blitz ins Museum einschlug, sorgte das viel zu trockene Holz dafür, dass die Bordwand innerhalb von 30 min durchbrannte (Abb. 8). Glücklicherweise konnte das so entstandene Loch mittels eines flachen Holzstückes und einer großen Menge Teer gespundet werden (ISEKEIT, GOLDMANN 2017, 51).

Zuletzt erfolgte das Abrunden der Dollbordkanten mit Hilfe von Ziehmessern und Hobeln (Abb. 9). Anschließend konn-

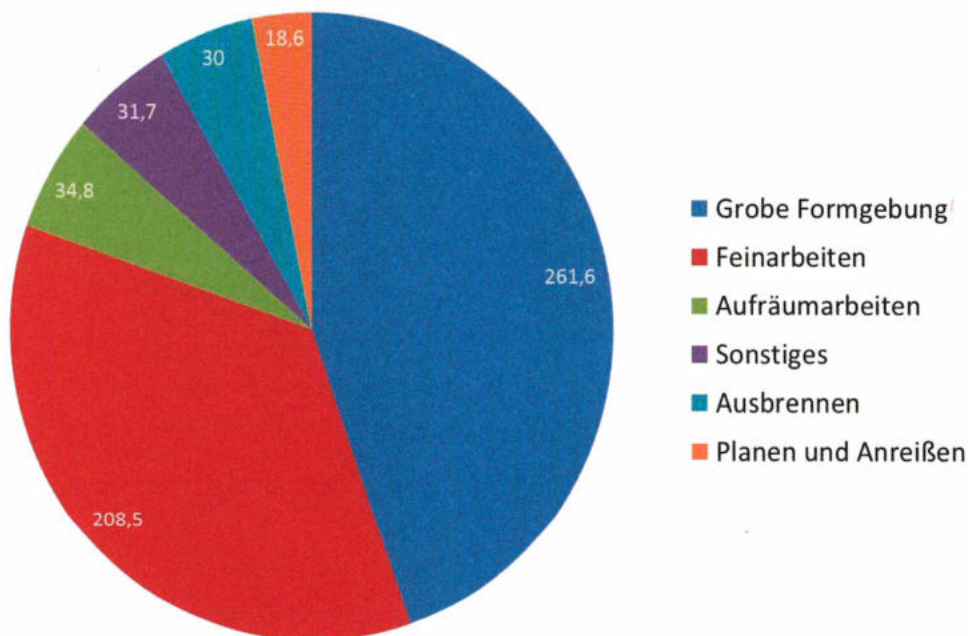


Diagramm 1: Zeitaufwandsberechnung des Einbaubaus. – Calculation of the consumed time for the construction.

te der fertige Einbaum mittels eines Taus von 12 Personen auf einen LKW verladen und für eine Testfahrt (Abb. 10) zur Regattastrecke in Brandenburg an der Havel gefahren werden. Das Endgewicht des Einbaums betrug zu diesem Zeitpunkt zwischen 400 und 500 kg. Die Testfahrt zeigte, dass er bis zu sieben Personen tragen kann. Die Wasserverdrängung liegt bei ca. einer Tonne, allerdings ist eine Zuladung dieses Gewichtes ungünstig, da das Boot damit volllaufen und sinken würde (BEHNKE 2017, 46-47).

Insgesamt hatte das Bauteam eine Arbeitszeit von ca. 582 Personenarbeitsstunden abgeleistet. Der Wert der Personenarbeitsstunden (PAS) ergibt sich aus der Arbeitszeit multipliziert mit der Anzahl der Projektteilnehmer. Dabei nahmen die grobe Formgebung mit 261,6 PAS und die Feinarbeiten mit 208,5 PAS den größten

Teil der Zeit in Anspruch. Die restlichen Arbeitsstunden teilen sich auf das Planen und Anreißen 18,6 PAS, das Ausbrennen 30 PAS, die Aufräumarbeiten 34,8 PAS und sonstige Arbeiten 31,7 PAS auf (Diagramm 1) (GOLDMANN, ISEKEIT 2017, 52-53).

Bei einer weiteren Testfahrt durch die achtfache Olympiasiegerin Birgit Fischer konnte das Verhalten des fertigen Wassergefährtetes getestet werden. Dazu versuchte sie zunächst, den Einbaum vom Bootsende aus alleine mittels eines Stechpaddels zu kontrollieren. Sie musste jedoch schnell feststellen, dass das eigentümliche Zusammenspiel aus Trägheit und Dynamik das Boot kaum lenkbar machten. Dies hing vor allem mit dessen hohem Eigengewicht zusammen. Daher wurde beschlossen, dass drei Personen den Einbaum zur Taufe zum etwa 5 km



entfernten Paulikloster fahren würden (FISCHER 2017, 69-70).

Anlässlich der Archäotechnica am 20. August 2016 fand schließlich die Überführung durch Birgit Fischer, Jaqueline Schuster und Dr. Johanna Brabandt-Behnke zum Paulikloster statt. Dort erfolgte die Taufe des Bootes auf den Namen „Hodika“. Im Oktober wurde der Einbaum an das Burgmuseum in Ziesar übergeben und kann seitdem im Burghof besichtigt werden (BEHNKE 2017, 47).

#### Literatur

**BEHNKE, H. J. 2017:** Der Nachbau eines Einbaums im Landesmuseum im Paulikloster in Brandenburg an der Havel. In: H. J. Behnke u. a. (Hrsg.), Schwimmendes Holz. Der Neubau des slawischen Einbaums aus Ziesar. Wünsdorf 2017, 34-47.

**FISCHER, B. 2017:** Die Fahrt im Einbaum-Nachbau. In: H. J. Behnke u. a. (Hrsg.), Schwimmendes Holz. Der Neubau des slawischen Einbaums aus Ziesar. Wünsdorf 2017, 66-70.

**GOLDMANN, L., ISEKEIT, K. 2017:** Im Schweiß deiner Angesichts sollst du dein Boot bauen: Arbeitsaufwandsschätzung beim Nachbau des Einbaums von Ziesar. In: H. J. Behnke u. a. (Hrsg.), Schwimmendes Holz. Der Neubau des slawischen Einbaums aus Ziesar. Wünsdorf 2017, 52-53.

**HELMERKING, T. 2017:** Der Baum brennt: Ausbrennen als Arbeitsschritt beim Einbaumbau. In: H. J. Behnke u. a. (Hrsg.), Schwimmendes Holz. Der Neubau des slawischen Einbaums aus Ziesar. Wünsdorf 2017, 54-65.

**ISEKEIT, K., GOLDMANN, L. 2017:** Der Teufel steckt (nicht nur) im Detail: Probleme beim Nachbau des Einbaums aus Ziesar. In: H. J. Behnke u. a. (Hrsg.), Schwimmendes Holz. Der Neubau des slawischen Einbaums aus Ziesar. Wünsdorf 2017, 48-51.

**KERSTING, T. 2013:** Ein slawischer Einbaum aus Ziesar im westlichen Brandenburg. In: F. Biermann (Hrsg.), Soziale Gruppen und Gesellschaftsstrukturen im westslawischen Raum: Beiträge der Sektion zur slawischen Frühgeschichte des 20. Jahrestagung des Mittel- und Ostdeutschen Verbandes für Altertumsforschung in Brandenburg (Havel), 16. bis 18. April 2012. Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas 70. Langenweißbach 2013, 451-458.

**PIELE, A.-K. 2017:** Wieder im Lande: Der slawenzeitliche Einbaum von Ziesar, Lkr. Potsdam-Mittelmark. In: H. J. Behnke u. a. (Hrsg.), Schwimmendes Holz. Der Neubau des slawischen Einbaums aus Ziesar. Wünsdorf 2017, 18-27.

#### Abbildungsnachweis

Abb. 1: Grafik H. Kießling, BLDAM

Abb. 2-4: S. Nößler, M.S. Bielicke, Einbaumprojekt

Abb. 5: K. Isekeit, Einbaumprojekt

Abb. 6-9: S. Nößler, Einbaumprojekt

Abb. 10: H. J. Behnke, ATZ Welzow

Diagramm 1: K. Isekeit, Einbaumprojekt

#### Autor

Karl Isekeit B.A.

Karl-Egon-Str. 6d

10318 Berlin

Deutschland

karl.isekeit@t-online.de

## Römische Schiffe im Experiment Schiffbau im LVR-Archäologischen Park Xanten

Gabriele Schmidhuber-Aspöck

**Summary – Roman ships in experiment. Shipbuilding in the LVR-Archaeological Park Xanten.** *In the 1990s, a very well preserved Roman ship wreck, a flat bottom boat, was found during gravel mining close to the Roman harbour of the Colonia Ulpia Traiana. Built for heavy transport, the pram of Xanten-Wardt was constructed around 100 AD and a precise replica was built in 2014 and tested in the water in 2015. This including project worked with young people with special needs and the shipbuilding was open daily for visitors of the Archaeological Park. Especially the test drive with the "Nehalennia" provided new insights on Roman inland navigation. The experiments have confirmed the theory, that the boat could be used as a yaw ferry. In 2015 two dugouts, whose archetypes were found in Zwammerdam (3 + 5) in the Netherlands, were reconstructed. "Philemon" is an extended dugout primarily used for fishing, "Baucis" was a small dugout originally and already in Roman times modified as a holding tank for live fish. Philemon is a very quick boat, which can be moved on by paddling, punting and sailing. Baucis descends into water within a few minutes and the top cover floats on. It can be towed by paddling Philemon easily, but was probably fixed by the bank of the river most of the time, hence locks were necessary to protect the fish from thefts. A cargo sailing vessel after the wreck find "Mainz 3" is under construction now and will be tested as soon as completed.*

*Keywords: shipbuilding, pram, ferry, dugout, holding tank for live fish, test run*  
*Schlagworte: Schiffbau, Prahm, Fähre, Einbaum, Lebendfischbehälter, Testfahrt*

Seit 2014 werden in einer Werft auf dem Gelände des LVR-Archäologischen Park Xanten (APX) schwimmfähige römische Schiffe nachgebaut. Der Schiffbau ist für die Gäste des Parks täglich live mitzuerleben und wird während der Sommermonate durch Aktionen zum Mitmachen zusätzlich belebt. Ein Schwerpunkt dieses inklusiven Projekts, bei dem Menschen mit und ohne Behinderung mitarbeiten, liegt auf der Experimentellen Archäologie:

Durch den detailgetreuen Nachbau werden immer neue Fragestellungen zum römischen Schiffbau gestellt. Neue Erkenntnisse bringen zudem vorrangig die Testfahrten mit den rekonstruierten Schiffen.

Die Schifffahrt und somit auch das Wissen um den Schiffbau waren von enormer Bedeutung für die Expansion des römischen Reiches: Menschen und Materialien konnten auf dem Wasserweg beson-



Abb. 1: Der Pram von Xanten-Wardt im LVR-RömerMuseum. – The pram of Xanten-Wardt in the LVR-RömerMuseum.

ders schnell und günstig an die Zielorte des Imperiums transportiert werden.

Die Beförderung von Handels- und Versorgungsgütern sowie Baumaterialien war zu Wasser mit Lastschiffen in der Regel schneller, günstiger und sicherer als der Weg über Land (BENDER 1983, 145-152; ELLMERS 1983, 307-312). Aufgrund fehlender Steinvorkommen am Niederrhein hatte der Hafen für die Colonia Ulpia Traiana (CUT; heute APX) eine besonders hohe Bedeutung, da sämtliches Steinmaterial mit Lastschiffen geliefert werden musste (TEIGELAKE 2008, passim).

Funde von Lastkähnen, Prahme genannt, die in verlandeten Rheinabschnitten zutage kamen, bezeugen im Hinblick auf die Bauform die große Effektivität römischer Schiffbautechnik: Bis in das 20. Jahrhundert hat sich an der Konstruktion kaum etwas geändert, da der flache Boden mit kastenartigen Schiffsenden ein Maximum an Beladung bei einem Minimum von

Tiefgang ermöglicht (BOCKIUS 2000, passim). Im Verhältnis zu den tausenden solcher Schiffe, die in römischer Zeit gebaut werden mussten, um den stetigen Transport aufrecht zu erhalten, wurden bisher wenige Lastschiffe entdeckt. Dies liegt einerseits an der Vergänglichkeit des Baumaterials Holz und andererseits an der (in antiker Zeit) Wiederverwendbarkeit desselben.

Das Plattbodenschiff von Xanten-Wardt wurde bei Auskiesungen im Jahr 1991 nahe dem Hafen der CUT entdeckt. Dendrochronologische Untersuchungen ergaben ein Fälldatum von ca. 100 n. Chr. Nach der Konservierung mit PEG konnte das Wrack schließlich im 2008 neu errichteten LVR-RömerMuseum ausgestellt werden (OBLADEN-KAUDER 2008, 507-515) (Abb. 1). Im Jahr 2014 entstand von Februar bis November die „Nehalennia“, ein Schwesterschiff, in detailgetreuer Rekonstruktion. Nehalennia war eine in Nieder-



Abb. 2: Erprobung der Rekonstruktion eines in der CUT gefundenen Hobels. – Practical trial of a reconstructed plane found in the CUT.



Abb. 3: Einpassung von Spanten in den Schiffsrumpf der Nehalennia. – Adjusting frames in the hull of the Nehalennia.

germanien ursprünglich einheimische Gottheit, der von der römischen Bevölkerung zahlreiche Votivsteine geweiht wurden und welche unter anderem die Schifffahrt beschützte (DERKS 2014, 207-212).

Für den Nachbau konnte der niederländische Schiffbaumeister Kees Sars gewonnen werden: Er ist spezialisiert auf dem Gebiet des Nachbaus historischer Holzschiffe und einer von nur noch sehr wenigen dieses Faches. Kees Sars und sein Team boten zudem mehreren jungen Menschen aus verschiedenen Bildungseinrichtungen und Werkstätten für behinderte Menschen die Möglichkeit, in mehrmonatigen Praktika das traditionelle Handwerk des Holzschiffbauers kennenzulernen.

Von dem Wrack, das aus massivem Ei-

chenholz und tausenden Eisennägeln besteht, sind der komplette Vordersteven, die gesamte Breite (2,65 m) und Höhe (0,65 m) erhalten, der Länge nach fehlt jedoch ca. die Hälfte. Diese wurde auf 14,80 m rekonstruiert, was 50 Pedes Monetalis entspricht.

Wie in der Antike üblich begann Kees Sars den Bau „auf Schale“. Das heißt, dass zuerst Bodenplanken und Kimmen konstruiert und erst danach die Spanten in die fertige Schale eingepasst werden. Für die groben Arbeitsschritte kamen Maschinen zum Einsatz, alle Hölzer wurden per Hand mit modernem Gerät nachbearbeitet. Dieses unterscheidet sich jedoch kaum von römischen Holzbearbeitungswerkzeugen, was die Rekonstruktionen eines römischen Hobels und einer Dechsel nach Funden aus der CUT im Einsatz bestätigten (Abb. 2).

Der längste aus einem Teil bestehende Plankengang und die beiden L-förmigen Kimmen (Übergang zwischen Boden und Bordwand) ohne Kaffe bemessen sich auf elf Meter. Dazu kommen zwanzig Spanntenpaare (Querhölzer), die jeweils aus einem rechtwinklig gewachsenen Krummholz bestehen müssen (Abb. 3). Das beste Holz für den traditionellen Schiffbau wächst heute in Dänemark, wo schon die niederländische Ostindien-Kompanie im 17. Jahrhundert Eichenwälder für ihr Bauholz pflanzte. Im dänischen Køge fand der Schiffbaumeister schließlich die seltenen Krummhölzer, die von ca. 125 Jahre alten Eichen stammen. Die Spannten haben von Natur aus die gewünschte Form, wohingegen die sechs Zentimeter dicken Planken an beiden Schiffsenden künstlich gebogen werden müssen, um die Kaffe zu erzeugen, die sich 44 cm nach oben neigt. Dieses „Plankenbiegen“ kann ausschließlich mittels Feuer bzw. Hitze erzeugt werden, weshalb es auch „Brennen“ genannt wird. Dazu wurden die Planken in einen Gabelstapler eingespannt und mittels Gasbrenner und heißem Wasser so lange erhitzt, bis sie die durch eine Malle (Schablone) vorgegebene Krümmung erreicht hatten. Durch das Erhitzen wird das Zellgewebe des Holzes weich und lässt sich biegen. Erkalte das Holz, bleibt die gebogene Form weitgehend erhalten. In römischer Zeit muss das Biegen ebenfalls durch Hitze erfolgt sein, auch wenn an den antiken Hölzern keine Brandspuren nachzuweisen sind. Dokumentationen von Schiffsbauten aus dem frühen 20. Jahrhundert zeigen, dass simple Konstruktionen mithilfe von Gewichten, die die Planken beschwerten, und ein offenes Feuer denselben Erfolg erzielen.

Bislang wurde das Schiff aufgrund seiner Bauart mit dem flachen Boden stets als gallo-römischer Prahm angesprochen. Prähme sind Transportschiffe für Binnengewässer, deren Konstruktion sich glei-



Abb. 4: Eisenbänder zum Schutz der Kalfaterung an den Kaffen. – Iron bands protecting the caulking of the swimhead.

chermaßen durch Einfachheit wie durch Effektivität auszeichnet.

Im Zuge des Projektes kooperierte der LVR-APX mit Dr. Jaap Morel vom Nederlands Instituut voor Scheepsarcheologie in Lelystad. Die erneute wissenschaftliche Untersuchung des Schiffsfundes sowie die sofortige praktische Umsetzung der Ergebnisse legen nun eine veränderte Funktion nahe:

Schon früher wurde beobachtet, dass das Schiff für einen Prahm außergewöhnlich klein ist. Vergleichsfunde weisen Längen zwischen 20 und 34 m auf. Zudem verjüngt es sich von der maximalen Breite hin zu den Schiffsenden nur gerade um 0,35 m auf 2,30 m, d. h. dass der Bug des Schiffes im Verhältnis zum Rest sehr breit ist. Die Kaffe ist zudem extrem flach, da sie sich am äußersten Ende lediglich um 0,44 m nach oben biegt. Die Plankenfugen an den vorderen 2 m der Kaffe sind am Schiffsboden überdies durch Eisenbänder geschützt (Abb. 4). Das Schiff besitzt einen Mastspant, in den üblicherweise bei Prähmen Treidelmasten eingesetzt wurden, die zum Ziehen entgegen der Fließrichtung des Stromes dienten. Die Untersuchung ergab jedoch, dass es keinerlei Spuren von Nägeln oder Eisenbändern gibt, mit deren Hilfe man einen Mast hätte befestigen können. Das bedeutet, dass der sogenannte Mastspant nicht die



Abb. 5: Einbringung des Kalfats, Kalfatnägeln. – Caulking material and nails.

angenommene Funktion erfüllte und es an dieser Stelle keinen Mast gegeben hat. Abnutzungsspuren an anderer Stelle sprechen dagegen, dass das Schiff noch nicht fertiggestellt war, als es im Rhein kenterte. Die oben aufgezählten Eigenschaften mit der flachen Kaffe und dem breiten Bug sprechen für eine Fährfunktion des Schiffes. Die Eisenbänder zum Schutz der Kalfaterung sind notwendig, wenn das Schiff ständig ans Ufer aufläuft, was bei einer Fähre zutrifft. Der breite Bug macht auch ein Verladen von Wagen möglich. Zudem ist das gesamte Schiff zwischen den Spanten mit Füllstücken ausgestattet, sodass der Boden zu einer fast ebenen Fläche egalisiert wird. Daher konnten auch Wagen mit Tieren problemlos auf dem Schiff befördert werden. Die Spanten sind exakt rechtwinklig, was ebenfalls eine Besonderheit darstellt. Da-

durch vergrößert sich auch die zu beladende Fläche der Lastenfähre, wobei ein Mast ein Hindernis wäre, da er den Be- und Entladefluss unmöglich macht. Überraschend ähnliche Maße zum römischen Schiff von Xanten-Wardt weist die Prahmfähre von Haithabu auf, die aus dem 12. Jahrhundert stammt (KÜHN 2004, passim). Es existierten Fähren auf Donau und Inn aus der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, die sich in Aufbau und Maßen kaum von der Xantener Fähre unterscheiden (SARRAZIN, VAN HOLK 1996, passim, besonders 183). Größe und Form dieser Schiffe eignen sich insbesondere als Prahmfähren.

Die Testfahrt wurde für Frühjahr 2015 geplant. Die Abdichtung der Plankenfugen ist kurz vor der Zuwasserlassung am effektivsten, weshalb die Kalfaterung nicht direkt nach Abschluss der Bauarbeiten, sondern erst im Mai 2015 erfolgte. Am Wrack wurden Samen von Rohrkolben als Kalfatmaterial nachgewiesen. Da Rohrkolben unter Naturschutz stehen, nutzte man für die Abdichtung der Nehalennia anstatt dessen Hanftau. In Holzteer getränktes Werg wurde schon in römischer Zeit verwendet und wird heute noch zum Kalfatern von Holzschiffen gebraucht (BOCKIUS 2002, 205-201; 233-234).

Das Tau brachte man in zwei Lagen (die erste 4 mm, die zweite 8 mm stark) mithilfe traditioneller Kalfateisen in die Plankenfugen ein. Im Abstand von ca. 5 cm wurde das Tau mittels 2000 handgeschmiedeter Kalfaternägeln festgeschlagen (Abb. 5). Am Originalschiff wurden sämtliche Kalfatnägeln vermessen und ein Durchschnittswert für die rekonstruierten Eisennägel errechnet: Es ergibt sich eine durchschnittliche Länge der rechteckigen Schäfte von 33 mm sowie ein Durchmesser der runden Nagelköpfe von 14 mm.

Am 16. Juni 2015 nahm die Nehalennia schließlich ihre erste Fahrt nach Dorsten an den Fluss Lippe auf. Der LVR-APX ko-



*Abb. 6: Die Nehalennia wird in der Lippe gestakt. – Punting the Nehalennia on the river Lippe.*

operierte hierbei mit dem Lippeverband. Dieser erteilte die Genehmigung, das Schiff drei Tage lang auf der Lippe bei Dorsten im Bereich der Fahrradfähre Baldur zu testen, wofür der Fährverkehr für diesen Zeitraum ausgesetzt wurde. Am ersten Tag wurde das Schiff mit Portalkränen und einem Autokran aus dem Werftzelt gehoben und mit einem Tieflader in die Nähe des Sportboothafens Fürst-Leopold transportiert. An dieser Stelle konnte der LKW zufahren und sich der 100 t-Kran auf der Wiese zwischen Straße und Fluss aufbauen, um die 5 t Tonnen schwere Nehalennia über die ca. 50 m weite Distanz ins Wasser zu heben. Die Kalfaterung war so ordentlich gearbeitet, dass bei der Zuwasserlassung nur minimal Wasser in das Schiff eindrang und nicht gepumpt werden musste. Im Leerzustand betrug der Tiefgang 17,5 cm, bei ca. 1 t Tonne Beladung lag die Nehalennia 20 cm im Wasser.

Eine Strecke von 2,5 km stakte und ruderte die Mannschaft das Schiff stromabwärts. Trotz der unerfahrenen Crew konnten vier Mann (zwei vorne, zwei hinten) mit Stakstangen ordentlich Geschwindigkeit aufnehmen (Abb. 6). Das Plattbodenschiff erwies sich als überraschend wendig: Kleine Abweichungen beim Krafteinsatz führten sogleich zu Kursänderungen. Nach 30-minütiger Fahrzeit erreichte das Schiff die Stelle, an der es in der Mitte des Flusses an einem ca. 70 m langen Seil verankert werden konnte. Dort erfolgte der Test, ob die Nehalennia mit der Technik des Gierens von einem zum anderen Flussufer übersetzen kann (Abb. 7). Dafür wird ausreichend Strömung benötigt, da die Bewegung des Schiffes alleine durch die Wasserkraft verursacht wird. Gelenkt wird die Fähre durch zwei sog. Gierseile, die an einem Ende am im Fluss verankerten Hauptseil befestigt sind und am anderen

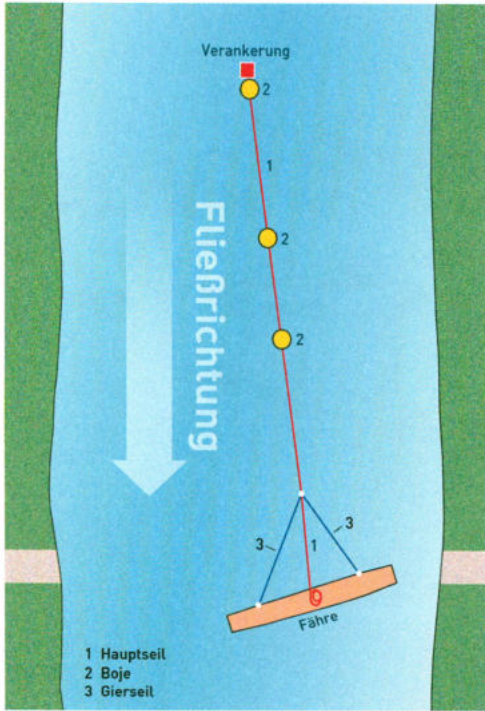


Abb. 7: Schema einer Gierseilfähre. – Diagram of a yaw boat.

Ende vorne und achtern an Dollen festgemacht werden.

Am zweiten Tag wurden verschiedene Versuche zum Fahr- und Manövrierverhalten durchgeführt. Bei den richtigen Windverhältnissen kann das Schiff von nur einem Fährmann geführt ohne Kraftaufwand den Fluss überqueren. Aufgrund des Aufwandes, das Schiff an einem geeigneten Platz in der richtigen Stellung zur Strömung und zum Ufer gestellt zu verankern, ist davon auszugehen, dass wie heute auch in römischer Zeit Fährschiffe fest installiert waren.

Am dritten Testtag wurde das Schiff stromaufwärts zurück zu der Stelle gestakt und gerudert, an der es mit dem Kran aus dem Wasser gehoben werden konnte. Auch stromaufwärts erreichte man beim Staken Geschwindigkeiten von 6 km/h. Der Einsatz eines Steuerruders im Hinterschiff empfiehlt sich, da das Kurshalten dadurch wesentlich vereinfacht wird. Die Fortbewegung mittels Ru-



Abb. 8: Segeln mit Philemon auf der Xantener Südsee. – Sailing Philemon on the Xantener Südsee.

dern erwies sich als ungleich kraftaufwendiger. Daher ist davon auszugehen, dass diese Technik nur Anwendung fand, wenn der Fluss zum Staken zu tief war. Die Stakstangen wurden auf 6 m Länge rekonstruiert, da sie bei dieser Größe noch gut zu handhaben sind.

Im Sommer 2015 wurde der Schiffbau mit den Rekonstruktionen von zwei aus dem niederländischen Zwammerdam stammenden römischen Einbäumen fortgeführt. Einbäume sind Boote, deren Rumpf aus einem einzigen ausgehöhlten Baumstamm besteht. Der Ausdruck „Einbaum“ lehnt sich an den altgriechischen Begriff „Monoxyton“ an (μονοξ: einzig; ξυλον: Holz).

Der Ort Zwammerdam liegt am niedergermanischen Limes, wo sich bis ca. 275 n. Chr. das Militärlager „Nigrum Pullum“ befand. Außerordentlich gute Feuchtbodenerhaltung sorgte in den 70er Jahren des 20. Jhs. für zahlreiche sensationelle Schiffsfunde (DE WEERD 1988, passim). Die niederländischen Archäologen leisteten bei den Ausgrabungen der sogenannten Zwammerdam-Schiffe Pionierarbeit in der Schiffsarchäologie.

Um im LVR-APX die schiffbauliche Entwicklung vom Einbaum zum Plankenschiff zu visualisieren (DE WEERD 1987, 389, Abb. 2), wurden als Vorbilder von weiteren römischen Rheinschiffen der erweiterte Einbaum Zwammerdam 3 und der





Abb. 9: Baucis wird durch Paddeln nachgeschleppt. – Baucis being towed by paddling.

Lebendfischbehälter Zwammerdam 5 ausgewählt, die aus dem späten 2. oder frühen 3. Jh. n. Chr. stammen (DE WEERD 1988, 69-92). Dr. Jaap Morel fertigte neue Rekonstruktionszeichnungen an, die den Nachbauten zugrunde liegen.

Nach einer Metamorphose Ovids erhielten die beiden Einbäume die Namen „Philemon und Baucis“. Die beiden Boote waren in der Antike genauso eng miteinander verbunden wie das Ehepaar Philemon und Baucis, das Jupiter aus Dank am Ende ihres Lebens in zwei Bäume verwandelte.

Philemon ist ein erweiterter Einbaum mit 10,65 m Länge, 1,2 m Breite und 0,4 m Höhe. Über dem Schiffsrumpf wurde eine Planke aus Weißtanne angesetzt, um das Wasserfahrzeug zu erhöhen und zu verbreitern. Im Inneren wird der Einbaum durch Spanten stabilisiert. Ein Mastschuh zeigt an, dass es jedenfalls einen Mast gab. Ob es sich um einen Treidel- oder einen Segelmast handelt, ist ungewiss.

Solche Boote wurden natürlich im gesamten Rheingebiet eingesetzt und dienten vorrangig zum Fischfang. Es ist aber auch möglich, dass sie als Beiboote großer Lastkähne eingesetzt wurden.

Baucis zeugt von besonderer römischer Raffinesse: Ursprünglich ein einfacher Einbaum von ca. 7 m Länge, war er bereits in römischer Zeit nicht mehr als Boot zu gebrauchen. So wurde das wertvolle Eichenholz mit einem Deckel sowie zwei Luken versehen und der Rumpf durchlöchert (Abb. 10). Die Länge beträgt immer noch 5,4 m bei einer Breite von 0,76 m und einer Höhe von 0,46 m. Baucis diente als Lebendfischbehälter, um die gefangenen Fische möglichst lange frisch halten zu können.

Um Dieben vorzubeugen, wurden an den Luken Schließvorrichtungen angebracht. Diese wurden ebenfalls detailgetreu nachgebaut und sind mit einem Schloss absperbar. Für den Rumpf verwendete man beständiges Eichenholz, der Deckel



Abb. 10: Die Werft im LVR-Archäologischen Park Xanten. Im Vordergrund Nehalennia, Philemon und Baucis. Im Hintergrund die Mallen der Minerva Tritonia. – The shipyard in the LVR-Archaeological Park Xanten. In the front Nehalennia, Philemon and Baucis. In the back the moulds of Minerva Tritonia.

besteht aus Weißtanne. Neuzeitliche Lebendfischbehälter sind ähnlich aufgebaut, jedoch nur halb so lang wie das römische Exemplar (SARRAZIN, VAN HOLK 1996, 139-142).

Nach fünfmonatiger Bauzeit fanden am 16. und 17. Juni 2016 die ersten Testfahrten mit Philemon und Baucis statt. Diese wurden in der „Xantener Südsee“, einem Freizeitsee nahe des APX, durchgeführt. Der erweiterte Einbaum ist in seiner Form mit nur 1,2 m Breite besonders schmal, was Instabilität im Wasser zur Folge hat. Der Rumpf neigt sich schnell seitwärts, stabilisiert sich dann aber durch das Gewicht auch wieder rasch.

Mit Mast und Segel wiegt das Boot knapp 600 kg. Zum Manövrieren des Schiffes benötigt man erfahrene Bootsfahrer, ein Steuerruder ist unerlässlich. Zwei gute Paddler können im stehenden Gewässer

bis zu 8 km/h aufnehmen. Ferner wurden Tests mit Rah- und Sprietsegel durchgeführt. Die Größe des Segels wurde aufgrund von Nautik und Statik auf 5 qm festgelegt. Beide Segelformen funktionieren einwandfrei (Abb. 8), wobei die Handhabung bei Anwendung des Sprietsegels einfacher war. Schon bei Windstärke 2-3 (Bft) wurden 5-7 km/h aufgenommen, was die Schnelligkeit des Bootes unterstreicht. Die im Vorfeld diskutierten Theorien über das mögliche (Fehl-)Verhalten des Lebendfischbehälters im Wasser konnten allesamt widerlegt werden. Nach der Zuwasserlassung füllte sich Baucis innerhalb weniger Minuten vollkommen mit Wasser, sank bis auf wenige cm unter Wasser und schwamm. Aufgrund der Konstruktion hat das Behältnis im hinteren Bereich einen höheren Auftrieb. Es lässt sich sowohl mit Philemon völlig pro-

blemlos hinterher schleppen als auch am Ufer befestigen. Das bedeutet, dass die römischen Fischer ihren Fang mitschleppen konnten (Abb. 9). Wenn der Behälter aus Gründen der Praktikabilität am Ufer befestigt war, sicherte man den wertvollen Fang mithilfe der Schließvorrichtungen (Abb. 10).

Unterdessen wurde im APX im Frühjahr 2016 mit der Rekonstruktion eines weiteren Schiffes begonnen: Nachgebaut wird das Wrack „Mainz 3“, dessen Original im Schiffahrtsmuseum Mainz ausgestellt ist. Hierbei handelt es sich um ein Segelschiff, das multifunktional einsetzbar und zum Transport von Menschen und Lasten geeignet ist (Abb. 10). Solche Schiffe können sowohl im militärischen als auch im zivilen Kontext fungiert haben. Nach Fertigstellung der „Minerva Tritonia“ wird auch dieser weitere römische Flussschiffstyp im Wasser getestet werden.

#### Literatur

**BENDER, H. 1983:** Verkehrs- und Transportwesen in der römischen Kaiserzeit. In: H. Jankuhn et al. (Hrsg.), Untersuchungen zu Handel und Verkehr der vor- und frühgeschichtlichen Zeit in Mittel- und Nordeuropa. Teil V, Der Verkehr. Verkehrswege, Verkehrsmittel, Organisation. Göttingen 1983, 108-154.

**BOCKIUS, R. 2000:** Antike Prahme. Monumentale Zeugnisse keltisch-römischer Binnenschifffahrt aus der Zeit vom 2. Jh. v. Chr. bis ins 3. Jh. n. Chr. Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums 47(2), 2000, 439-493.

**BOCKIUS, R. 2002:** Abdichten, Beschichten, Kalfatern. Schiffsversiegelung und ihre Bedeutung als Indikator für Technologietransfers zwischen den antiken Schiffbautraditionen. Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums 49, 2002, 189-234.

**DERKS, T. 2014:** Die Weihealtäre aus den Nehalennia-Heiligtümern. In: A. Busch, A.

Schäfer, Römische Weihealtäre im Kontext. Friedberg 2014, 199-219.

**ELLMERS, D. 1983:** Die Archäologie der Binnenschifffahrt in Europa nördlich der Alpen. In: H. Jankuhn et al. (Hrsg.), Untersuchungen zu Handel und Verkehr der vor- und frühgeschichtlichen Zeit in Mittel- und Nordeuropa. Teil V, Der Verkehr. Verkehrswege, Verkehrsmittel, Organisation. Göttingen 1983, 291-350.

**KÜHN, H. J. 2004:** Ein hochmittelalterlicher Fährprahm im Haddebyer Noor (Haithabu Wrack IV). In: K. Brandt, H. J. Kühn (Hrsg.), Der Prahm aus dem Hafen von Haithabu. Beiträge zu antiken und mittelalterlichen Flachbodenschiffen. Neumünster 2004, 9-20.

**OBLADEN-KAUDER, J. 2008:** Spuren römischer Lastschifffahrt am Unteren Niederrhein. In: M. Müller, H.-J. Schalles, N. Zieling (Hrsg.), Colonia Ulpia Traiana. Xanten und sein Umland in römischer Zeit. Xantener Berichte Sonderband. Geschichte der Stadt Xanten 1. Mainz 2008, 507-523.

**SARRAZIN, J., VAN HOLK, A. 1996:** Schopper und Zillen. Eine Einführung in den traditionellen Holzschiffbau im Gebiet der Deutschen Donau. Schriften des Deutschen Schiffahrtsmuseums Band 38. Bremerhaven 1996.

**TEIGELAKE, U. 2008:** Schiffsverkehr auf dem Niederrhein. In: M. Müller, H.-J. Schalles, N. Zieling (Hrsg.), Colonia Ulpia Traiana. Xanten und sein Umland in römischer Zeit. Xantener Berichte Sonderband. Geschichte der Stadt Xanten 1. Mainz 2008, 495-506.

**DE WEERD, M. D. 1987:** Sind „keltische“ Schiffe römisch? Zur angeblich keltischen Tradition des Schiffstyps Zwammerdam. Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums 34(2), 1987, 387-410.

**DE WEERD, M. D. 1988:** Schepen voor Zwammerdam. Dissertation Amsterdam 1988.

## Abbildungsnachweis

Abb. 1: St. Arendt, LVR-Zentrum für  
Medien und Bildung

Abb. 2-3; 5; 10: O. Ostermann

Abb. 4; 6; 8-9: D. Schmitz, LVR-Zentrum  
für Medien und Bildung

Abb. 7: H. Stelter, LVR-Archäologischer  
Park Xanten

## Autorin

Dr. Gabriele Schmidhuber-Aspöck

LVR-Archäologischer Park Xanten

Bahnhofstraße 46-50

46509 Xanten

Deutschland

[gabriele.schmidhuber@lvr.de](mailto:gabriele.schmidhuber@lvr.de)

## Die experimentalarchäologische Errichtung der neuen Herrinnenhalle von Mitterkirchen an der Donau im oberösterreichischen Machland

Wolfgang F. A. Lobisser, Jutta Leskovar

**Summary – The experimental archaeological erection of a new big house model in Mitterkirchen near the Danube in Upper Austria.** In the Iron Age open-air museum Mitterkirchen in Upper Austria an architectural model of the Hallstatt Period was built up in 2016 and in 2017. During the erection process techniques and methods of experimental archaeology were used. The new house model shows the high standards of Iron Age wood technology to the public. In the future it will be used for visitor activities as well as for running big events on site. The measurements of the ground plan are about 21 to 9 meters and the gable reaches up to 8 meters. We are quite sure that the original house was planned and built up on the basis of a determined module measure of 18,48 cm. In 2016 within 6 months the timber framing of oak and spruce was finished and the larch shingle roof was installed. The working team of VIAS consisted of 6 to 8 persons. Up to a high degree the activities were carried out with reconstructions of Iron Age tools. Thereby a lot of time was spent on the preparation of the squared timber. During the erection we tried to figure out all single working steps using original techniques. In 2017 within five months the walls, the doors and an upper floor were implemented. The project gave the chance to work out a better understanding for house building processes in the first millennium BC.

**Keywords:** experimental archaeology, open-air museum, house model, wood construction, reconstructive archaeology, Iron Age wood working tools

**Schlagworte:** Experimentelle Archäologie, Freilichtmuseum, Hausmodell, Holzbau, Rekonstruierende Archäologie, eisenzeitliche Holzwerkzeuge

### Einleitung

Im archäologischen Freilichtmuseum „Keltendorf Mitterkirchen“ wurde in den Jahren 2016 und 2017 ein neuer Großbau errichtet, der im Museum multifunktional für Beispielungsaktivitäten, aber auch als Veranstaltungs- und Ausstellungsbereich ge-

nutzt werden soll. Der neue Großbau von Mitterkirchen wurde als klassischer Pfostenbau ausgeführt und basiert auf einem archäologischen Grabungsbefund von einer Außensiedlung der Heuneburg in Süddeutschland. Die Planungs- und auch die praktischen Errichtungsarbeiten vor Ort wurden dem VIAS, einer interdisziplinären

nären Forschungseinrichtung der Universität Wien übertragen. Am Rekonstruktionsprojekt von Mitterkirchen haben folgende Personen aktiv im VIAS-Team mitgewirkt: Daniel Bierdümpfl, Doris Bota, Michaela Fritzl, Anna Jaklin, Christoph Jezek, Gerald Karlovits, Manuel Kofler, Michael Konrad, Maria Linke, Jutta Leskovaar, Wolfgang Lobisser, Marcel Lorenz, Marco Prehsegger, Sabine Schmiedbauer und Noah Stuefer. Unser Dank gilt selbstredend auch allen anderen, die dazu beigetragen haben, das Projekt zu verwirklichen. Beim Aufbau sollten vor allem Rohmaterialien und Arbeitstechniken eingesetzt werden, die bereits den Menschen der Eisenzeit zur Verfügung standen. Somit entsprechen Holzverbindungstechniken, Arbeitsspuren und Holzoberflächen weitgehend der bisher nachgewiesenen eisenzeitlichen Handwerkskultur.

Im Zuge der Aufbauarbeiten wurden soweit eisenzeitliche Werkzeugtypen eingesetzt, dass die dabei gewonnenen wissenschaftlichen Daten seriöse Hochrechnungen zu den möglichen Originalerrichtungsbedingungen in der Hallstattzeit erlauben. Unser Ziel war es, die Errichtung eines derartigen Großbaues in keltischer Zeit aus wissenschaftlicher Sicht neu beurteilen zu können. Bereits während der Bauphase konnten Besucher dabei die Entstehung des Gebäudes vor Ort „live“ mitverfolgen. Mitarbeiter der Universität Wien erklärten gerne die Grundsätze und die Methode der Experimentellen Archäologie und die Werkzeugtypen sowie die holztechnologischen Möglichkeiten der Eisenzeit und standen auch für alle anderen das Projekt betreffende Fragen zur Verfügung.

Zu bestimmten Anlässen und auf Anmeldung hin bestand die Möglichkeit, dass Besucher einige dieser Werkzeuge selbst ausprobieren konnten. Auf einem eigenen Blog ([www.keltendorf-mitterkirchen.at](http://www.keltendorf-mitterkirchen.at)) konnte der Bauprozess auch im Internet verfolgt werden.

## Ein archäologischer Hausbefund von der Heuneburg

Weil aus Oberösterreich bisher kein entsprechend großer Hausbefund dieser Zeitstellung bekannt geworden ist, orientierte sich der Hallenbau an einem archäologischen Grabungsbefund von der Heuneburg in Süddeutschland (KURZ 2000, 53 Abb. 23B), der uns nicht zuletzt wegen seiner Lage am Oberlauf der Donau zeitlich und kulturhistorisch vergleichbar erschien.

Dieser zeigte eine Gesamtlänge von etwa 21,1 m sowie eine Gesamtbreite von 17,3

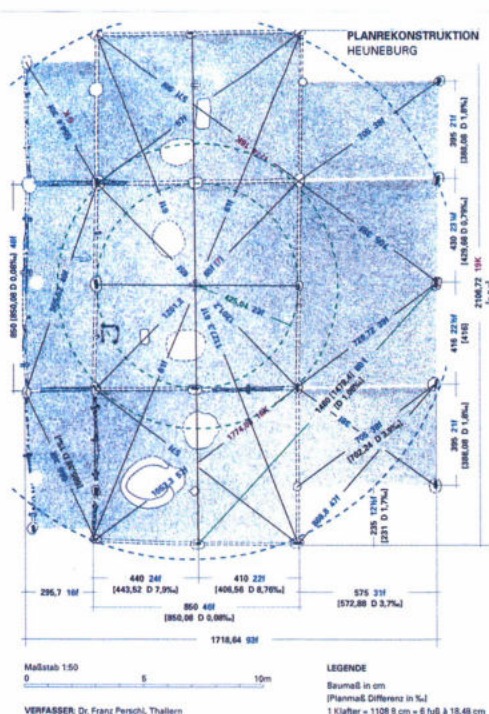
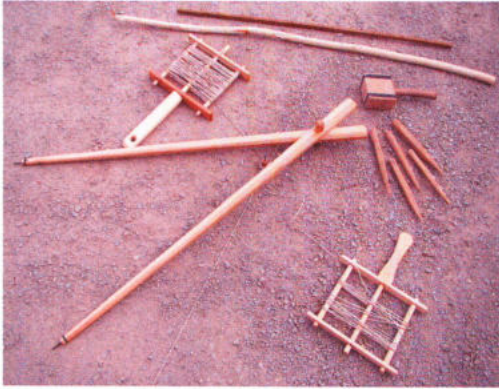


Abb. 1: Der Gebäudegrundriss von der Heuneburg beruhte auf dem Modulmaß von 18,48 cm, ein Wert, welcher dem Nominalwert 1 entsprechen haben dürfte. Wir haben dieses Modulmaß als Baufuß bezeichnet. – The ground plan of the house from the Heuneburg was obviously based on the module measure of 18,48 cm, which was equivalent to 1. We called this module measure our building foot.



*Abb. 2: Um den Grundriss für das neue Hallenhaus im Keltenmuseum Mitterkirchen zu konstruieren, haben wir einen Maßstock, einen großen Holzzirkel, zwei Schnurhaspeln, einen Kratzstock sowie Holzpflocke und einen Hammer eingesetzt. – To construct the ground plan of the new house in the Celtic museum of Mitterkirchen we used a measure stick, big wooden compasses, two string winches, a drawing stick, wooden pegs and a hammer.*

m, wobei das Gebäude aus einem zentralen zweischiffigen Haupthaus bestand, an welches man an beiden Längsseiten weitere Räume angebaut hatte. Das zentrale Haupthaus mit einer Länge von 21,1 m und einer Breite von 8,6 m diente als unmittelbares archäologisches Vorbild für das aktuelle Rekonstruktionsmodell im Maßstab 1:1 in Mitterkirchen.

Ein geplantes Bauwerk mit einem genau definierten Modulmaß

Eine detaillierte Analyse des überlieferten Grundrisses führte uns zu der Überzeugung, dass diesem ein relativ ausgereifter Bauplan sowie ein eindeutig definiertes Baumodulmaß zu Grunde lagen (LOBISSER, LESKOVAR 2017, 323ff.).

Nach zahlreichen empirischen Versuchen stießen wir auf den Zahlenwert von 18,48 cm (Abb. 1) und gehen heute mit gutem Grund davon aus, dass dieser Wert ursprünglich schlicht und einfach den Zah-

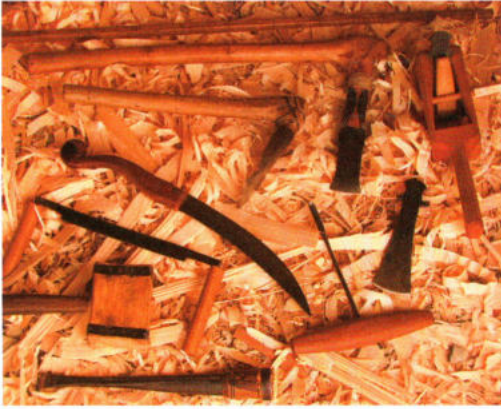
lenwert 1 hatte (PERSCHL 2005). Dies lässt sich durch mehrere Zahlenrelationen belegen, welche gut zusammen stimmen. Dazu einige Beispiele: Vier Nachbarpfosten finden sich genau im Abstand des 23-fachen Modulmaßes vom zentralen Mittelpfosten, nämlich die beiden auf der Mittelachse, aber auch die beiden Mittelpfosten der Seitenwände des Haupthauses.

Im mittleren Bereich des Haupthauses entsprechen die beiden Diagonalen genau dem 65-fachen des Modulmaßes, die Diagonalen der beiden äußeren Bereiche betragen genau das 57-fache des Modulmaßes. Schließlich messen die Abstände der Mittelpunkte der Eckpfosten des Mittelhauses zum zentralen Mittelpfosten genau jeweils das 61-fache des Modulmaßes.

Der Einfachheit halber wollen wir unser Baumodulmaß als „Baufuß“ bezeichnen.

Wie wird ein Hausgrundriss in der Hallstattzeit entwickelt?

Im Zuge der Errichtung unseres Hausmodells wollten wir herausfinden, wie man in der Hallstattzeit den Grundriss für das Hallenhaus entwickelt haben könnte. Wir gingen davon aus, dass das „Zeichenbrett“ dabei wohl ein gut vorbereitetes Bauplatz gewesen ist, auf dem man von Anfang an im Maßstab 1:1 arbeiten konnte. Als „authentische“ Werkzeuge (Abb. 2) dienten uns ein Maßstock, auf dem unser Modulmaß sechsmal aufgetragen war, ein großer Holzzirkel mit Fixierkeil, Schnurhaspeln, etwa 30 spitze Holzpflocke, ein Holzhammer und ein Ritzstock mit einer Länge von ca. 165 cm (LOBISSER, LESKOVAR 2017, 323ff.). Es gelang uns, lediglich unter Benutzung dieser Hilfsmittel, den Grundriss auf den Boden zu zeichnen, wobei die Abweichungen zu den Idealmaßen dabei maximal 2 bis 3 cm betragen, was bei einer Gesamtlänge des Hauses von 21,1 m in etwa einem Promille ent-



*Abb. 3: Einige unserer eisenzeitlichen Werkzeuge: Meßstock, Tüllendechsel, Lappenbeil, Ärmchenbeilhobel mit Ersatzklinge, Zugsäge, Ziehmesser, Holzhammer, Löffelbohrer und Tüllenmeißel. – Some of our Iron Age tools: measure stick, socketed adze, hatched plane with extra blade, drawing saw, drawing knife, wooden hammer, spoon drill and socketed chisel.*

spricht. Über die Diagonalen hatten wir außerdem eine Kontrollmöglichkeit der Werte.

Welche Werkzeuge wurden in der Eisenzeit beim Holzbau verwendet?

Die ersten Holzbearbeitungswerkzeuge aus Eisen wurden in Mitteleuropa etwa ab 800 v. Chr. verwendet. Zu den wichtigsten Werkzeugen (Abb. 3) zählten dabei von Anfang an Lappen- und Tüllenbeile, Lappendechseln mit quer stehenden Schneiden, Stemmbeitel mit unterschiedlich breiten Schneiden, Schnitz- und Ziehmesser, Reißnadeln, Löffelbohrer sowie Schnitzmeißel mit gewölbten Schneiden. Man hat die Klingengebiete der Werkzeuge aus Bronze und Eisen vor ihrer Verwendung gut gedengelt – sprich durch systematisch und eng gesetzte kontrollierte Hammerschläge in ihrem Metallgefüge verdichtet – und anschließend mit Wetzsteinen scharf geschliffen. Eisenklingen waren zumeist mit Schäften aus Holz versehen,

welche in nach innen gewölbten Eisenlappen, in Tüllen oder auf geschmiedeten Dornen befestigt werden konnten.

Die Bauhölzer erhalten einen rechteckigen Querschnitt

Aus dem archäologischen Befund von der Heuneburg lässt sich ableiten, dass die Pfosten rechteckige Querschnitte aufgewiesen hatten, sprich flächig überarbeitet worden waren. Rechteckige Bauhölzer ermöglichten nicht nur eine stabilere Baukonstruktionstechnik, sondern hatten auch den großen Vorteil, dass beim sog. „Bebeilen“ ein Großteil des Splintholzes entfernt wurde, also genau jene Stammportionen, die besonders anfällig für Holzschädlinge aller Art waren. Beispiele für flächig zugerichtete Konstruktionshölzer aus der Eisenzeit kennen wir vom Dürrnberg bei Hallein (LOBISSER 2005, 29ff.). Dort hatte man in erster Linie Tannenstämmen verarbeitet, die regelhaft in den Wintermonaten gefällt worden waren. Die flächige Überarbeitung war direkt vor Ort am Bauplatz erfolgt, wobei man ausschließlich mit Dechseln gearbeitet hatte. Mit Stärken zwischen etwa 14 und maximal 30 cm waren die Durchmesser der im Ramsautal am Dürrnberg verbauten Stämme allerdings eher überschaubar. Im Zuge von mehreren archäologischen Freilichtprojekten haben wir in den letzten Jahren praktische Versuche zu dieser Behautechnik vorgenommen und feststellen können, dass es sich dabei um eine durchaus effektive Methode handelte (LOBISSER 2007a, 124f.; LOBISSER 2007b, 95ff.). Die besten Erfolge erzielten wir, wenn wir breitbeinig über einem direkt am Boden liegenden Rundstamm standen und die Dechsel mit beiden Händen zwischen den Beinen über das Werkstück führten. Bei Fichtenstämmen mit Durchmessern von etwa 25 cm schafften wir es, dass eine Person unter Anwendung dieser Technik einen Stamm mit einer Länge



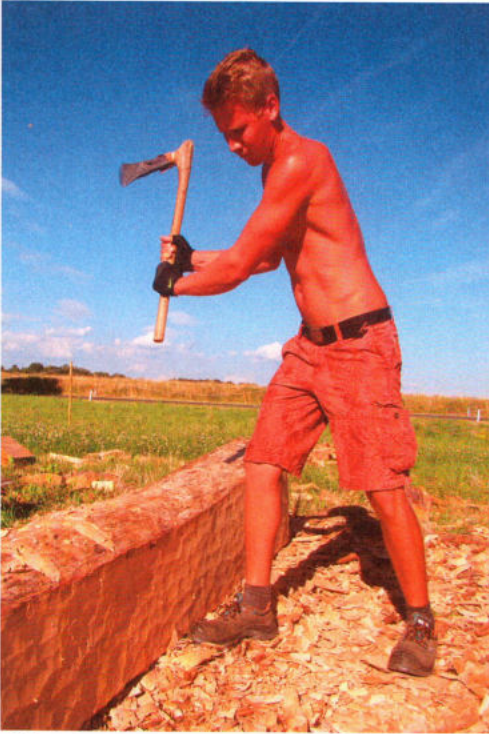


Abb. 4: Mit einer Beilklinge wurden quer zur Faser bis zur Markierungslinie Kerben eingehackt, damit die Segmente dazwischen mit Holzkeilen abgespalten werden konnten. – Using a hatchet we worked notches down to the marked lines of the timber and split off the segments in between with wooden wedges.

von etwa 5 m an einem Arbeitstag rechteckig formen konnte.

Die Quermaße unserer Pfosten in Mitterkirchen waren jedoch deutlich größer und außerdem wollten wir diese aus wesentlich härteren Eichenstämmen anfertigen. Bezüglich der Quermaße aller unserer Bauhölzer hatten wir beschlossen, auch dabei weitgehend im System unseres Modulmaßes zu bleiben und bei den quadratischen Pfosten wollten wir mindestens das ein- einhalbfache, sprich etwa 28 cm als Pfostenbreiten haben. Um diese Pfostenbreiten zu erhalten, hatten wir im Winter geschlagene Eichenstämmen mit Durchmesser zwischen 50 und 60 cm und Längen von etwa 4 m besorgt. Bei diesen Dimensionen ist kaum anzunehmen, dass man

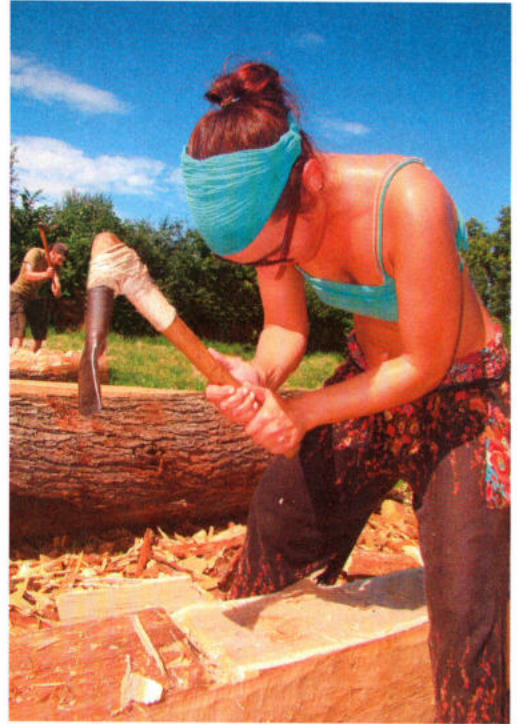


Abb. 5: Um die Oberflächen der rechteckigen Bauhölzer zu glätten, wurden bei der finalen Feinarbeit Lappendeckeln auf Knieholzschäftungen eingesetzt. – To give the rectangular building woods a smooth finish we used adzes on kneehaftings.

das überschüssige Material ausschließlich mit Deckeln entfernt hatte, weil der damit verbundene Arbeitsaufwand einfach überproportional hoch gewesen wäre. Im Gegenteil sollte man erwarten, dass man bestrebt war, möglichst viel Material in relativ großen Stücken abzutrennen, ehe man die Oberfläche anschließend fein mit einer Deckel geglättet hat. Unsere Arbeitshypothese lautete deshalb, dass man das überschüssige Material in regelmäßigen Abständen mit parallel geschäfteten Beilen eingekerbt hat, um so die Bereiche dazwischen mit Holzkeilen oder mit Äxten abspalten zu können (Abb. 4), eine Technik die später in ähnlicher Form bis in die Neuzeit hinein üblich war. Zu dieser grundlegenden Holzbehautechnik führten wir eine breit angelegte Versuchs-

reihe durch, bei der wir insgesamt acht Werkzeugpaare von der frühen Eisenzeit bis in die frühe Neuzeit einsetzten, um jeweils denselben Arbeitsschritt zu bewältigen, nämlich mächtige Rundstämme zu rechteckigen Balken zu formen. Derart wollten wir die Entwicklung bei dieser Holzbehautechnik besser fassen können. Die Ergebnisse dieser Studie sollen in einer eigenen Arbeit vorgestellt werden. Insgesamt haben in Mitterkirchen im Durchschnitt etwa sechs Personen 39 Tage lang – sprich etwa 1.890 Arbeitsstunden – damit verbracht, die Oberflächen der Bauhölzer mit Beilen und Dechseln vorzubereiten (Abb. 5). Davon entfielen nicht weniger als 835 Stunden auf 16 große Eichenpfosten, welche im Zuge unserer Experimente mit nachgebauten Werkzeugen der Vergangenheit quasi in „Originaltechniken“ geformt wurden. Bei den restlichen Bauhölzern wurde lediglich die finale Oberflächenbehandlung mit eisenzeitlichen Werkzeugtypen vorgenommen, was jedoch immer noch gute 1.055 Stunden in Anspruch nahm. Dabei wurden insgesamt 831 Laufmeter an Konstruktionshölzern unterschiedlicher Stärken mit einer Oberfläche von insgesamt etwa 590 m<sup>2</sup> mit eisenzeitlichen Werkzeugspuren versehen. Dabei handelte es sich jedoch vorläufig nur um Pfosten, Pfetten, Binderbalken, Firstsäulen, Rofen und Schwellbalken, sprich um die Holzbauerteile, welche wir für das Gerüst, für den Rohbau selbst benötigten. Auf der Basis unserer praktischen Versuchsreihen lässt sich grob hochrechnen, dass wir insgesamt etwa 3.500 bis 4.000 Arbeitsstunden aufwenden hätten müssen, um all diese Hölzer mit hallstattzeitlicher Technologie rechteckig zu formen.

Die Pfostenlöcher werden ausgehoben

Beim Hausbefund von der Heuneburg zeigten die meisten Verfärbungen der Pfostenlöcher Durchmesser zwischen et-



*Abb. 6: Mit den vereinten Kräften von sechs Personen gelang es uns, auch die schwersten Eichenpfosten mit Gewichten von bis zu 400 kg aufzurichten; im Vordergrund unser Transportwagen. – With the strength of six persons we managed to erect even the biggest oak posts with estimated weights of about 400 kg; in foreground our transport cart.*

wa 50 und 60 cm. Beim Anzeichnen der Pfostengruben achteten wir darauf, dass sich die Markierungspflöcke genau in der Mitte der Gruben befanden, da wir diese beim Ausgraben ja unweigerlich entfernen mussten und uns so letztlich nur mehr die Grubenränder als Orientierungshilfen zur Verfügung standen, um die Pfosten genau zu positionieren. Um eisenzeitliche Bedingungen zu simulieren, hatten wir aus Eichenholz zwei Holzspaten unterschiedlicher Größe angefertigt, welche an ihren unteren Enden scharfe Kanten aufwiesen. Es kostete uns jeweils etwa 2 bis 3 Stunden Arbeit, um mit diesen Spaten ein Pfostenloch bis in eine Tiefe von 5 Baufuß, sprich etwa 93 cm auszuheben, wobei fast ein viertel Kubikmeter Erdreich bewegt werden musste.

## Die Pfosten werden aufgestellt

Unsere schwersten Pfosten wiesen spezifische Gewichte von bis zu 450 kg auf. Zu Beginn versuchten wir, einen dieser Stämme auf schlichten Rollen aus Holz zu bewegen und auch ihn mit vereinten Kräften an einem Ende hochzuheben. Dieses Unterfangen erwies sich, wie erwartet, als äußerst schwierig und an den Kräften zehrend. Durch die Verwendung eines schlichten kleinen Wagens mit zwei Vollholzrädern sollten diese Arbeitsschritte einfacher werden. Unsere Hypothese war, dass einfache Wagen oder Karren spätestens seit der Hallstattzeit auch im Bauwesen eingesetzt worden sein könnten. Unser Wagenmodell gestalteten wir dabei so einfach wie möglich, wobei die beiden Räder Durchmesser von ca. 60 cm aufwiesen und ein schlichter Wagenkasten etwa 40 cm über dem Boden lag.

Folgende Vorteile erwarteten wir uns von der Wagennutzung: Der Transport von Bauhölzern vom Holzlagerplatz bis zur Baustelle sollte wesentlich leichter und schneller werden. In Bezug auf die schweren Eichenpfosten sollte es möglich sein, diese rasch und präzise an die jeweils richtigen Ausgangspositionen zu bringen, von welchen aus man sie hochheben musste, damit sie auch gut in die Gruben gleiten konnten. Dabei ergab sich ein wesentlicher Startvorteil dadurch, dass die hinteren Enden der mittig auf dem Wagen liegenden Pfosten, wenn diese vorne ebenerdig an den Grubenrändern lagen, durch die Höhe des Wagenkastens bereits etwa 80 cm über dem Bauplatzniveau ragten. So sollte es wesentlich einfacher sein, die Hölzer mit vereinten Kräften in senkrechte Positionen zu bringen.

Und so gestaltete sich der Pfostenaufrichtungsprozess (*Abb. 6*) in der Praxis: Mit drei etwa 90 cm langen Hebestangen, welche unter der Halbseite eines Pfosten durchgeschoben wurden, konnten sechs

Personen – an jeder Hebestange zwei – einen Pfosten so weit hochheben, dass eine siebente Person in der Lage war, den Wagen annähernd mittig unter dem Pfosten zu positionieren. Beim Auflegen der Hölzer achteten wir darauf, dass an ihren Wurzelenden, welche später im Boden versenkt wurden, leichtes Übergewicht lag, sodass es nun genügte, die hochragenden Seiten etwas nach unten zu drücken und schon konnte man den Wagen bewegen. Am Grubenrand angekommen, ließen wir das Wurzelende des Pfostens bereits etwas über den Grubenrand ragen. Die dem Pfosten gegenüberliegende Grubenwand schützten wir durch ein senkrechtes Spaltbrett, damit die Kante der Pfostenbasis beim Aufstellen nicht vorzeitig Erdmaterial in die Tiefe reißen konnte. Jetzt wurde der Pfosten hinten von sechs Personen hochgehoben, bis bei den beiden hintersten Personen quasi die Arme durchgestreckt waren. Nun entfernte eine siebente Person den Wagen, die beiden hintersten Personen eilten ganz nach vorne und mit vereinten Kräften wurde der Pfosten in senkrechte Position gebracht und dort von zwei Personen gesichert. Anschließend galt es, den Pfosten exakt zu positionieren und dann die Grube wieder mit Erdreich zu verfüllen. Derart verfahren wir mit allen 21 Pfosten unseres Gebäudes.

## Die Pfetten werden aufgelegt

Der nächste Arbeitsschritt bestand darin, an den oberen Enden der Pfosten Auflager für die horizontal verlaufenden Pfettenhölzer zu schaffen. Bei den beiden Seitenwänden sollten diese rechteckigen Fichtenbalken – mit Quermaßen von ein auf eineinhalb Baufußmaßen – stehend die Pfosten derart miteinander verbinden, dass ihre Außenkanten mit denen der wesentlich breiteren Pfosten eine Flucht bildeten. Das Übermaß der Pfosten sollte innen weiter nach oben reichend einen



Abb. 7: An den oberen Enden der Eichenpfosten wurden die Auflagen für die quer liegenden Pfetten mit leichtem Gefälle nach innen hin gestaltet. Die Eckpfosten wurden zusätzlich mit Sichtzapfen gesichert. Die Arbeiten dafür erfolgten vor allem mit einem schweren Tüllenmeißel. – On the upper ends of the oak posts we formed sloping notches for the horizontal beams. The edge posts were additionally fixed by tenons. The work was carried out mostly with big socketed chisels.

Anschlag für die Pfetten bilden. Als zusätzliche Sicherheit gaben wir den Auflagenflächen selbst ein leichtes Gefälle nach innen (Abb. 7).

Bei dieser Holzverbindung musste bei jedem Pfosten Holzmaterial im Ausmaß von etwa 18 Kubikdezimetern abgearbeitet werden. Zu diesem Arbeitsschritt testeten wir verschiedene Techniken. Mit Tüllenmeißel und Klopffholz war es am effektivsten, das Werkzeug regelmäßig quer entlang der vorher aufgetragenen Risslinie mehrere Millimeter einzutreiben, um hierauf schräg von oben her kommend Material vom Überholz abzutragen. Nach einigen Zentimetern Tiefe konnte man das oben stehen gebliebene Überholz mit Holzkeilen in relativ großen Stücken der Holzfaser folgend absprengen. Bei Anwendung dieser Methode dauerte es etwa einen Arbeitstag, um ein Auflager zu erzeugen. Schneller ging es, wenn die Grobarbeit dabei mit einem großen Lap-



Abb. 8: Sechs Personen waren notwendig, um ein Pfettensegment in die Lagerfugen hochzustemmen. An den breitesten Stellen überbrücken die Pfetten derart bis zu vier Meter Distanz zwischen den Pfostenstellungen. – Six persons were necessary to lift up the segments of the wall plates to their positions. The wall plates bridged gaps of up to four meters in between the earthfast posts.

penbeil vorgenommen wurde. Allerdings bedurfte dies einer großen Erfahrung und Übung im Umgang mit dem Werkzeug. Die Feinarbeit bis hin zu den Risslinien wurde auch hier mit Stemmbeitel und Klopffholz vorgenommen. Derart konnten wir die notwendige Arbeitszeit mehr als halbieren. Zu unserem Werkzeugsatz gehörte auch eine Zugsäge (BULLEID 1938, 41ff.; JACOBI 1974, 43, Abb. 12/3). Es erscheint offensichtlich, dass dieses Gerät vor allem für Schnitte quer zur Holzfaser entwickelt worden war. Sägte man nun mit diesem Gerät entlang der Markierung quer zum Holz am Riss entlang, so war man im Endeffekt noch etwas schneller als mit dem Lappenbeil, wobei auch hier

regelmäßig abgespalten und am Ende mit dem Meißel fein geputzt werden musste. Das Hochheben und Einsetzen der Pfetten erfolgte wie schon das Ausarbeiten der Auflager von einem Gerüst auf Holzböcken (Abb. 8). An den äußersten Pfosten der Hausfirste ließen wir die Pfetten etwa 1 m weit überragen, um hier Vordächer anbringen zu können. Auf jedem Innenpfosten trafen sich mittig jeweils zwei Pfettenelemente. Um diese auch längsseitig miteinander zu verbinden, wurden von den Außenseiten her Schwalbenschwanzelemente aus Eichenholz eingesetzt und mit Holznägeln gesichert. Bei der mittleren Pfostenreihe an der Hausachse haben wir die horizontalen Balken bei ähnlicher Vorgangsweise mittig in U-förmige Schlitze an den oberen Enden der Pfosten gesetzt.

#### Die Binderbalken

Bei den sog. Binderbalken handelte es sich um rechteckige Bauhölzer mit über 9 m Länge und Quermaßen von jeweils ein auf ein Baufuß, deren Aufgabe es war, die horizontalen Balken auf den drei Pfostenreihen rechtwinkelig zu überlagern und somit zu einem ganzen zu verbinden. Ihre Positionen befanden sich dabei zum einen jeweils genau über den Pfostenstellungen, zum anderen genau auf halber Länge zwischen diesen. Im ersten Drittel des Gebäudes legten wir die Binderbalken noch dichter mit Abständen von jeweils etwa 80 cm, weil sie dort gleichzeitig auch als Auflager für einen partiellen Zwischenboden dienen sollten. Ihre Längen waren so bemessen, dass sie an beiden Seiten etwa 30 cm über die Außenkanten der Fußpfetten hinaus ragten. Die Binderbalken wurden dabei durch sog. wechselseitige Überkämmungen mit den Fußpfetten und mit den mittleren Längsbalken verbunden. Dafür wurden die Binder zuerst auf diese Balken aufgelegt und genau eingerichtet. Nun wurden

ihre Positionen mit einer Reißahle exakt auf die Balken übertragen, aber auch die Positionen der Balken auf die Binder. Wechselseitige Überkämmungen funktionieren derart, dass beide Holzbauteile vertikal ineinander versenkt und eingelassen werden. Als Distanz hierfür hatten wir dabei genau ein Viertel eines Baufußes, sodass sich die Oberflächen der Binder nach Fertigstellung der Verbindungen letztendlich um etwa 9,2 cm nach unten senken würden.

Die klassische und wohl auch für die Hallstattzeit authentische Vorgangsweise war es nun, diese Vertiefungen mit Stemmbiteln und Klopfhölzern auszunehmen. Eine derartige Ausnehmung ließ sich in etwa eineinhalb Stunden fertigstellen, wobei jeweils an die 1,8 Kubikdezimeter abgetragen werden mussten. Auch bei diesem Arbeitsschritt zeigte uns ein Versuch, dass man bei Verwendung der oben erwähnten Zugsäge deutlich schneller sein konnte. Alles in allem setzten wir 14 Binderbalken, wofür insgesamt 84 Ausnehmungen ausgestemmt werden mussten. Inklusive aller Transporte, dem Hochheben der langen Stämme, dem feinen Positionieren, dem Anzeichnen und der Stemmarbeit waren wir doch eine gute Woche beschäftigt, bis der letzte Balken passte (Abb. 9).

Firstsäulen und Firstpfette werden vorbereitet

Die Quermaße der insgesamt sieben Firstsäulen entsprachen denen der Binderbalken, ihre Längen betragen an die 4 m. Diese Firstsäulen wurden nun an beiden Enden mit Zapfen versehen, welche anschließend unten genau auf der Mittelachse des Gebäudes in die Binderbalken, oben aber in die Firstpfette eingelassen wurden. Um dieser Konstruktion seitliche Stabilität zu verleihen, hatten wir schräg stehende Streben eingeplant, welche die Firstsäulen und die Pfetten verbinden und



*Abb. 9: Der letzte Binderbalken wird in die vorgearbeiteten Lagerfugen eingesetzt. Aus Stabilitätsgründen wurden die Binderbalken aus jeweils einem Stück Holz von mehr als 9 m Länge gearbeitet und verbinden so die drei Pfostenreihen zu einer Einheit. – The last tie beam is positioned. Due to stability each tie beam was made of one single piece of wood with a length of more than nine meters. They connect the three post rows transversally.*

exakt im Winkel halten sollten. Die Enden dieser Streben waren mit sich nach innen hin verjüngenden Blättern halber Holzstärke versehen, welche es in Säulen und Pfetten einzusetzen galt, damit diese Versteifungselemente sowohl auf Zug, als auch auf Druck belastbar waren.

Weil wir diese feine und aufwendige Passungsarbeit nicht in mehr als 7 m Höhe erledigen wollten, beschlossen wir, alle notwendigen Bauteile bereits am Boden zu fertigen, um sie dann oben zusammen zu montieren. Zuerst wurden die Zapfenlöcher auf den Binderbalken mit Tüllenmeißeln und Klopfhölzern ausgenommen, wofür pro Loch etwa eine gute halbe Stunde aufgewendet wurde. An beiden Enden der Firstsäulen haben wir mittig Zapfen mit Quermaßen von der Hälfte auf

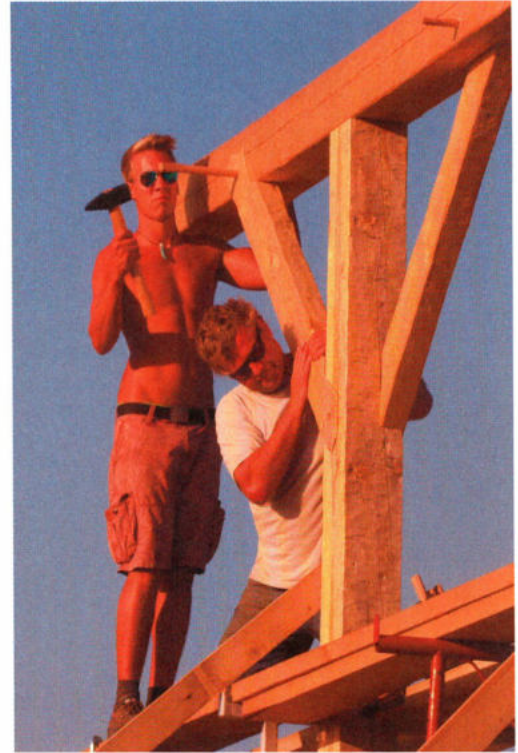
ein Viertel unseres Baufußes angebracht. Diese Arbeit wurde mit Stemmbeiteln und Klopfhölzern durchgeführt, wobei die Vorgangsweise ähnlich wie bei den Ausnehmungen der Binderbalken war, nur dass eben Holzmaterial von vier Seiten her abgenommen wurde. So dauerte es etwa 2 bis 3 Stunden, um einen Zapfen zu fertigen. Wenn wir bei diesem Arbeitsschritt unsere Zugsäge einsetzten, konnte ein Zapfen in weniger als einer Stunde hergestellt werden.

Die Firstpfette mit einer Giebellänge von insgesamt etwa 23 m bestand aus zwei etwa 9 m langen Stücken an den beiden Giebelseiten und aus einem etwa 6 m langen Mittelstück. Wir setzten die einzelnen Segmente unten am Bauplatz so auf vier Holzböcke, dass die beiden Firstseg-

mente genau im richtigen Abstand und exakt in einer Flucht lagen und wir so die halbseitigen Überblattungen genau anzeichnen und ausarbeiten konnten, wobei wir für die Grobarbeit Axt und Dechsel, für die Feinarbeit Stemmbeitel nutzten. Sie wurden durch Holznägel gesichert. Anschließend konnten die Zapfenlöcher auf gleiche Art und Weise wie oben bei den Bindern ausgenommen werden. Nun wurden die Säulen mit ihren oberen Enden – vorläufig quasi um 180 Grad verdreht – in die Zapfenlöcher gesteckt, wobei die Binderbalken oben als Anschlag genutzt werden konnten, an welchen wir die Säulen provisorisch befestigen konnten.

#### Die Streben werden eingepasst

Jetzt galt es, die Streben anzubringen. Bis heute ist unseres Wissens in Mitteleuropa keine eisenzeitliche Strebe im Zuge von Ausgrabungen gefunden worden. Allerdings darf man aus holztechnischer Sicht bei Blockbauten im Giebelbereich, bei Schwellenbauten auch weiter unten im Wandverband Strebebalken vermuten. Darüber hinaus kennen wir unter den Felsbildern aus dem Val Camonica (ANATI 1960, 23ff.) und aus Foppe di Nadro (ANATI 2002, 342, Abb. 1) in Italien, aber auch von einem Keramikgefäß aus Lichtenstein (BILL 1985, 53) eingeritzte Darstellungen von Gebäuden, bei denen man neben anderen Konstruktionselementen auch relativ kurze, zwischen Ständern und Binderbalken schräg verlaufende Bauhölzer erkennen kann, die man wohl am ehesten als Strebebalken ansprechen sollte. Für unsere Firststreben hatten wir rechteckige Hölzer mit Quermaßen von etwa 16,2 auf 9,2 cm, vorbereitet, deren Länge 8 Baufuß, sprich etwa 148 cm, betrug. An beiden Enden wurden diese Hölzer halbseitig mit sog. Blättern versehen, deren Basis genau im Winkel von 45 Grad lag, wobei das engere Innenmaß des verbleibenden Vollholzes etwa 5 Bau-



*Abb. 10: Die Streben werden eingesetzt und mit Holznägeln aus trockenem Eichenholz fixiert. Ihre Funktion ist es in erster Linie, die Pfette in Längsrichtung des Hauses zu stabilisieren. Die Löcher für die Holznägel hatten wir bereits am Boden mit Löffelbohrern eingedreht. – The upward braces were set in and fixed with nails of dry oak. Their function was to stabilize the apex purlin in length direction of the house. The holes for the nails had been turned out before with spoon drills.*

fuß betrug.

Nun wurden diese Streben im Winkel von 45 Grad zwischen die liegenden Pfetten und die stehenden Säulen gestellt, wobei die Schultern an den inneren Blattenden bereits gute Auflagen boten. Nun haben wir mit einer Reißahle die Positionen der Kanten der Blätter exakt auf Pfetten und Säulen übertragen und auch Markierungen für die gewünschte Tiefe derselben angebracht. Selbstredend mussten jetzt auch alle Streben und ihre jeweiligen Po-

sitionen genau angezeichnet werden, denn jedes Stück würde später individuell nur an der vorgesehenen Stelle passen. Mit Stemmbeitel und Klopffholz konnten derartige Ausnehmungen in etwa ein bis zwei Stunden sauber gearbeitet werden, je nachdem, ob die Holzpartien gerade Fasern oder Astbereiche aufwiesen. Waren beide Ausnehmungen einer Strebe fertig, konnte diese eingefügt und mit einem großen Holzhammer eingeschlagen werden (Abb. 10).

### Nägel mit Köpfen

Anschließend wurden die Blätter in ihren Positionen durch Holznägel aus Eichenholz gesichert (Abb. 10). Eisenzeitliche Vorbilder für Holznägel kennen wir unter anderem vom Ramsautal am Dürrnberg bei Hallein, wo vergleichbare Nägel aus Tanne, Buche, Esche, Fichte, Ulme und Eiche bekannt geworden sind (LOBISSER 2005, 131, Abb. 75). Grundsätzlich darf man davon ausgehen, dass man im Verlauf der älteren Eisenzeit sukzessive im Holzbau von aufwendigen Schnur- und Seilbindungen der Stein- und Bronzezeit auf „moderne“ Holznagelverbindungen umgestiegen ist. Möglich war diese Entwicklung erst durch die Erfindung des sog. Löffelbohrers geworden, der es nun erlaubte, Löcher mit Durchmesser bis zu etwa 4 cm in einer akzeptablen Zeit und somit in großer Zahl einzudrehen.

Diese neue Technologie mit Löffelbohrer und Holznagel stellte eine Revolution im Holzbau dar, die gar nicht hoch genug bewertet werden kann und die in ihrer Tragweite letztlich bis ins 20. Jahrhundert hinein nachwirkte. Unsere Holznägel mit Längen von etwa 30 cm und Durchmessern von etwa 1/8 Baufuß – etwa 2,3 cm – hatten wir aus gerade gewachsenen, gespaltenen Rohlingen aus Eichenholz gefertigt, wodurch gewährleistet war, dass jeweils alle Holzfasern durch die gesamte Nagellänge verliefen. An ihrem stärkeren

Ende ließen wir Köpfe stehen. Mit unseren Löffelbohrermodellen gelang es uns, Löcher mit Längen von etwa 20 cm in etwa 10 bis 15 Minuten einzudrehen.

### Die Firstpfette wird aufgestellt

Dann haben wir die unten am Bauplatz am Kopf stehende Firstkonstruktion wieder in alle Einzelteile zerlegt. Um oben – gewissermaßen im Dachgeschoß – eine sichere Arbeitsfläche zu schaffen, wurden links und rechts neben der Hausachse ein bzw. drei Meter breit Rüstpfosten auf die Binderbalken aufgelegt, sodass uns jetzt eine etwa 4 m breite Arbeitsplattform zur Verfügung stand. Nun wurden die sieben Firstsäulen eine nach der anderen nach oben gehoben und mit den entsprechenden Zapfen an ihrer Basis in die mittigen Zapfenlöcher auf den Bindern gesteckt und anschließend genau senkrecht ausgerichtet. Damit sie auch in diesen Positionen bleiben würden, haben wir sie mit schrägen Hölzern von allen vier Seiten her angespreizt und in dieser Lage provisorisch fixiert. Jetzt kam der wirklich schwierige Teil des Unternehmens: Die drei Segmente der Firstpfette, von welchen die beiden Teile mit neun Metern doch etwa jeweils etwas mehr als 200 kg wogen, mussten oben auf die Säulen aufgesetzt werden. Zuerst wuchteten wir die Hölzer mit vereinten Kräften auf das Niveau der Binderbalken. Auf unsere Plattform stellten wir vier Bauböcke mit Höhen von 220 cm, auf welchen wir eine weitere Plattform aufsetzten. Unmittelbar vor diese, aber auch auf diese, kamen nun kleinere Böcke, sodass wir eine Art Treppe zur Verfügung hatten.

Anschließend haben wir nun jeweils ein Ende eines Pfettensegments bis zur ersten Etappe, in unserem Fall der erste Bock, gehoben und anschließend die zweite Seite nachgerückt. Eine Person sicherte dabei jeweils die Balkenseite, die gerade nicht angehoben werden sollte.





*Abb. 11: Die Firstsäulen und auch die Firstpfetten sind aufgesetzt und mit Streben und Holznägeln gesichert. Ansicht des Hallenhauses von Osten. – The crown struts and the apex purlin are set up and were fixed with sloping braces and wooden nails. View of the house from the east.*

Die nächste Etappe war auf den hohen Böcken, die nächste auf den kleinen Böcken darüber. Auf diese Art und Weise mussten wir niemals das ganze Gewicht auf einmal heben. Bei der letzten Etappe mussten wir beide Enden gleichzeitig hochheben, sonst hätten wir die Zapfen nicht in die Löcher einfädeln können. Zu viert angepackt, nochmals den sicheren Stand kontrolliert und Ruck, die Pfette nach oben gestemmt, wo wir sie glücklicherweise gleich oben auf den Zapfen aufsetzen konnten. Am nächsten Tag brachten wir auf gleiche Art und Weise auch das zweite und gleich anschließend das dritte Pfettensegment auf die Säulen. Gleich im Anschluss wurden jeweils die Streben eingesetzt und mit einem schweren Hammer eingeklopft. Auch die Holznägel wurden bis zum Anschlag der Köpfe eingeschlagen. Alles hatte nach Plan funktioniert und alle Verbindungen passeten gut (Abb. 11).

#### Die Rofen werden aufgesetzt

Als Rofen hatten wir insgesamt 48 Hölzer mit Längen von 38 Baufuß – etwas mehr als 7 m – und Quermaßen von jeweils 7/8 auf 5/8 Baufuß vorbereitet. An jeder Seite der Satteldachkonstruktion waren 24 Rofen in Abständen von etwa 80 cm geplant. Um die Rofen oben auf die Firstpfetten zu heben, stellten wir ebenfalls Gerüstkonstruktionen auf.

Wir wollten die Rofen Paar für Paar aufsetzen, damit stets annähernd symmetrische Belastungen von beiden Seiten her auf die Firstpfette einwirken würden. Dann wurde der erste Rofen hochgehoben und in seiner späteren Position provisorisch durch zwei Bauklammern aus Eisen fixiert. Eisenzeitliche Bauklammern aus Sanzeno im Nonsberg (NOTHDURFTER 1979, Taf. 64-65) und Manching (JACOBI 1974, Taf. 67-70) belegen, dass es diese schon gegeben hat. Wir verwendeten unsere Eisenklammern als Fixierwerkzeuge,



*Abb. 12: Unter dem kritischen Blick von Anna Jaklin bemüht sich Christoph Jezek, mit der Stemmbeitelklinge genau der vorgezeichneten Kontur der Markierung zu folgen, denn eine hohe Passgenauigkeit ist letztlich unerlässlich für eine hohe Stabilität. – Christoph Jezek tries hard to follow the marked line with a chisel blade, because a high precision was very important for a high stability.*

die nach ihrer Nutzung wieder entfernt wurden.

Jetzt konnten die beiden rechtwinkligen Ausnehmungen, mit welchen der Rofen später auf die Pfetten aufgesetzt wurde, genau angezeichnet werden. Auf diese Art und Weise konnten wir auf „Naturmaß“ arbeiten, sodass jeder Rofen individuell in seiner Lage angepasst wurde. Das Ausnehmen der Vertiefungen erfolgte mit Stemmbeitel und Klopffholz (Abb. 12). Während sich beim Ausarbeiten der Auflager für die Pfetten, aber auch bei den Zapfenlöchern eher unsere massiven Tüllenstammbeitel mit tendenziell schmalen, dafür aber sehr massiven Schneideberei-

chen bestens bewährt hatten, waren es jetzt bei diesem Arbeitsschritt eher schlanke Formen mit breiteren Schneiden, die sich gut anwenden ließen. Um derartige Ausnehmungen anzufertigen, wobei etwa jeweils 180 Kubikzentimeter Holz entfernt werden mussten, haben wir im Durchschnitt nicht mehr als maximal 20 Minuten aufgewendet. Waren beide Ausnehmungen fertig, wurde der Rofen wieder gewendet und erneut positioniert. Die Fixierung von Rofen erfolgte in der Eisenzeit wohl durch massive Holznägel. Auch wir haben für diesen Arbeitsschritt Holznägel aus Eichenholz verwendet, deren Löcher erst mit Löffelbohrern vorgebohrt wurden. Um alle 48 Rofen zu setzen, brauchten wir mit vier Personen etwa eine Woche.

Die Lattenhölzer werden montiert

Als Lattenhölzer hatten wir Rundhölzer mit Längen von 5 m und Durchmessern von 9 und 12 cm vorbereitet. Pro Lattenreihe brauchten wir 5 Stämmchen, bei 18 Lattenreihen pro Dachseite machte das alles in allem 180 Fichten. Das Schälen wurde mit sog. Ziehmessern vorgenommen, relativ langen einschneidigen Messern, die an beiden Enden rechtwinklig abgebogene Griffe aufwiesen. Dieser Werkzeugtyp wurde offensichtlich im Verlauf der Eisenzeit immer beliebter (JACOBI 1974, 48f., Taf. 23). Um eine Stange sauber zu schälen, brauchten wir durchschnittlich etwa eine Stunde. Die ersten paar Lattenreihen ließen sich gut von unseren Gerüsten aus aufbringen, später konnten wir bereits auf die unteren Lattenreihen steigen, die quasi wie breite Leitern zu begehen waren. Vor Beginn der Arbeiten hatten wir die Gesamthöhen der beiden Dachseiten nochmals gemessen und diese Distanzen dann so aufgemittelt, dass wir bis ganz nach oben hin regelmäßige Lattenabstände erhielten. Ähnlich wie bei den Rofen wurden die



*Abb. 13: Die Dachschindeln aus gespaltenen Lärchen sind vorbereitet. Um ein dichtes Dach zu erhalten, müssen sie so gesetzt werden, dass sie sich gegenseitig überlagern wie die Schuppen eines Fisches. – The shingles of split larch wood are prepared. To get a leakproof roof they have to be put on the laths in a way that they overlap each other like the scales of a fish.*

Latten anschließend jeweils genau positioniert. Nun wurde ihre Form in gleichmäßigem Abstand von etwa 3 cm nach unten auf die beiden Seiten der Rofen gezeichnet, wobei sich an diesen kleine Schüsselchen abzeichneten, die als Auflager für die Latten dienen sollten. Dann wurden die Latten wieder abgenommen und wir gingen daran, die Schüsselchen auszuarbeiten. Dies konnte entweder mit einer Axt oder mit einem Stemmbittel geschehen. Schneller war ersteres, genauer arbeiten ließ sich aber mit dem Stemmbittel. Um eine Schüssel zu erzeugen, mussten wir etwa 5 bis 10 Minuten aufwenden. Insgesamt waren 864 derartige Ausnehmungen zu bewältigen. Dann

konnten die Latten in die Schüsseln gelegt und dort durch Holznägel gesichert werden. Wir achteten darauf, dass die Verlängerungen der Latten jeweils genau auf den Rofen erfolgten. Insgesamt verbrachten wir gute zwei Wochen damit, die Latten an die Rofen anzupassen und sie zu befestigen.

### Die Schindeldeckung

Unsere Dachschindeln waren aus relativ eng, vor allem aber aus nahezu gerade gewachsenen Lärchenstämmen mit geringem Astaufkommen gespalten worden und wiesen Längen von etwa 50 cm und Breiten zwischen 8 und 25 cm auf. In der Eisenzeit hat man diese Arbeit am ehesten mit Holzkeilen und schweren Klopfhölzern erledigt, aber vielleicht gab es auch damals bereits Spezialwerkzeuge für diese Arbeit, welche uns nicht überliefert sind? Seit der älteren Eisenzeit sind jedenfalls sog. große Haumesser bekannt, die man ohne weiteres auch zum Spalten von Schindeln heranziehen hätte können (NOTHDURFTER 1979, Taf. 1-5). Auf jeden Fall muss es in der älteren Eisenzeit ein immens aufwendiger Herstellungsprozess gewesen sein, dem eine sehr selektive Holzauswahl vorausgegangen war. Die Anfertigung der Schindeln musste in der Hallstattzeit – wie im übrigen auch heute noch – mehrere Monate in Anspruch genommen haben. Insgesamt hatten wir in Mitterkirchen eine Dachfläche von etwa 330 m<sup>2</sup> bei einer Gesamtlänge aller Lattenhölzer von ca. 850 m einzudecken. Dafür brauchten wir etwa an die 18.000 einzelne Spaltbretter in den oben angegebenen Dimensionen. Um ein dichtes Schindeldach zu erhalten, mussten sich die einzelnen Schindelreihen schuppenartig überlappen, wobei stets die obere Lage über die unten liegende reichte (*Abb. 13*). Wir nagelten die Schindeln mit kleinen Eisenstiften an die Lattenhölzer. Vergleichbare Eisenstifte



*Abb. 14: In den Jahren 2017 und 2018 wurden das Haus und auch die Inneneinrichtung fertig gestellt. Schwellbalken und Türstöcke bestehen dabei aus Eichenholz, Wände, Giebel und Türen aus Fichtenbohlen. – In 2017 and 2018 the house and also the inside furnishings were finished. The sill beams and the door frames were made of oak, the walls, gables and doors were constructed of spruce planks.*

sind aus eisenzeitlichen Fundstellen auch bekannt geworden (JACOBI 1974, Taf. 73-74). Wenn die Eisennägel dabei auch relativ klein waren, so brauchten wir doch große Mengen, sodass insgesamt einige Kilogramm an Eisen aufgewendet werden mussten. Alles in allem haben acht Personen drei Wochen damit verbracht, die Schindeln aufzulegen und zu befestigen, wobei wir größtenteils mit sehr nassem Wetter zu kämpfen hatten. Aber schließlich konnten wir das Dach am 24. Oktober 2016 – rechtzeitig vor dem Wintereinbruch – fertigstellen. Damit war der Rohbau des Hallenhauses abgeschlossen.

#### Bauaktivitäten im Jahr 2017

Im Jahr 2017 wurden die Arbeiten am Hallenhaus wieder aufgenommen und es

galt Wände, Türen und Giebel einzubauen. Auch diesbezüglich wurden zahlreiche Studien zu eisenzeitlicher Holztechnologie vorgenommen, auf welche im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht weiter eingegangen werden kann. Dabei begannen wir mit den Schwellbalken aus Eichenholz, welche ebenerdig zwischen die Pfosten gesetzt und an ihrer Oberseite mit Schlitzern für die Wandhölzer versehen wurden. Die Wandhölzer bestanden aus Fichtenbohlen mit Breiten zwischen etwa 15 und 40 cm. Ihre Oberfläche wurde mit sog. Ärmchenbeiklingen geglättet, welche wir in der Art von Hobeln verwendeten. Die Bohlen wurden senkrecht in die Nuten der Schwellbalken gesetzt und oben an beiden Seiten durch Anschlaghölzer fixiert. An ihren Seiten wurden sie gefalzt, damit ein dichter Wandverband gewährleistet war.

Aus Sicherheitsgründen wurde an jeder Hausseite ein Türbereich eingeplant, wobei die Haupttür mit zwei Türflügeln nach Osten blickte. Die Türstöcke wurden aus Eichenholz gefertigt und unten in die Schwellbalken eingezapft, welche wir an diesen Bereichen breiter ausgeführt hatten (Abb. 14). Oben griffen sie ebenfalls mit Zapfen in die Pfetten bzw. an den Firstseiten in die Binder ein. Die Türflügel selbst fertigten wir aus Fichtenbohlen, welche quer zu den Fasern durch Gratleisten verbunden und zusätzlich durch Holznägel gesichert wurden. Die Türen waren dabei als sog. Wendeböhlentüren ausgeführt, wobei jeweils zwei runde Holzzapfen an den Eckbereichen der Türblätter in entsprechenden Führungen als Scharnierdrehzapfen dienten.

Um den beiden Firstsäulen besondere Stabilität zu verleihen, haben wir diese durch jeweils sechs Streben – drei an jeder Seite – mit den Firstbinderbalken verbunden. Auch im Inneren des Hauses wurden weitere Streben angebracht, die die unteren Enden der Firstsäulen verstärkten. Die Giebelbereiche des Gebäu-

des haben wir mit quer liegenden Fichtenbohlen geschlossen, die durch Holzdübel miteinander verbunden wurden. Die Löcher für diese wurden mit Löffelbohrern eingedreht. Als Anschlag für die Giebelwände dienten Rofenpaare, welche wir aus diesem Grund genau in den Fluchten der Firstwände positioniert hatten. In die Giebelseiten wurden jeweils zwei Fensteröffnungen eingearbeitet, deren Flügel sich wie bei den Türen ebenfalls über das Wendeböhlenprinzip drehen lassen.

Im vorderen – dem Museum zugewandten Drittel – des Hauses haben wir im ersten Stock einen Zwischenboden aus Fichtenbohlen aufgebracht, wobei die hier enger gesetzten Binderbalken als Auflager dienten. Der Boden ist vorne durch eine Art Geländer gesichert und bietet einen eindrucksvollen Blick in die Dachkonstruktion. Erreichbar ist dieser Zwischenboden über eine abgewinkelte Treppe in der Nordostecke des Gebäudes. Gleich gegenüber in der Nordwestecke wurde ein kleiner Raum abgetrennt, der später bei der musealen Bespielung des Hallenhauses als Depotraum dienen soll. Am südlichen Ende des langen Raumes findet sich ein erhöhter Bereich, den man bei Veranstaltungen als Bühne nutzen kann.

#### Literatur

**ANATI, E. 1960:** La civilisation du Valcamonica, Mondes Anciens 4. Paris, Grenoble 1960.

**ANATI, E. 2002:** Elementi di studio della storia delle regioni nell'arte rupestre alpina dell'età del Bronzo e del Ferro. Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft Alpenländer. Kult der Vorzeit in den Alpen. Bozen 2002, 341-359.

**BILL, J. 1985:** Ergrabene Geschichte – Die archäologischen Ausgrabungen im Fürstentum Lichtenstein 1977-1984. Vaduz 1985.

**BULLEID, A. 1938:** The Lake Village of So-

merset. The Somerset Folk Series Number 16. London 1938 (überarbeiteter Nachdruck von 1924).

**JACOBI, G. 1974:** Werkzeug und Gerät aus dem Oppidum von Manching. Die Ausgrabungen von Manching 5. Wiesbaden 1974.

**KURZ, S. 2000:** Die Heuneburg-Außen-siedlung. Befunde und Funde. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 72. Stuttgart 2000.

**LOBISSER, W. F. A. 2005:** Die eisenzeitlichen Bauhölzer der Gewerbesiedlung im Ramsautal am Dürrnberg bei Hallein. Dürrnberg-Forschungen Band 4: Abteilung Siedlung. Rahden/Westfalen 2005.

**LOBISSER, W. F. A. 2007a:** Ein neues archäologisches Freilichtmuseum der Hallstattzeit in Österreich – Konzeption und Errichtung eines Siedlungsausschnittes der älteren Eisenzeit mit vier Hausmodellen am Burgstallkogel bei Großklein in der Steiermark. Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz 2007, 107-133.

**LOBISSER, W. F. A. 2007b:** Experimentelle Arbeiten zum Hausbau in der jüngeren Eisenzeit: Das Freilichtmuseum Schwarzenbach in Niederösterreich. In: M. Fansa, D. Vorlauf (Hrsg.), Holz-Kultur: Von der Urzeit bis in die Zukunft. Schriftenreihe des Landesmuseums für Natur und Mensch, Heft 47. Oldenburg 2007, 87-104.

**LOBISSER, W. F. A., LESKOVAR, J. 2017:** Vom Grabungsbefund zum Hausgrundriss auf dem Bauplatz: Überlegungen zur Planung und Erstellung von Hausgrundrissen in der Eisenzeit in Bezug auf das neue große Hallenhausmodell im archäologischen Freilichtmuseum Mitterkirchen. In: R. Karl, J. Leskovar (Hrsg.), Interpretierte Eisenzeiten: Fallstudien – Methoden – Theorien. Tagungsbeiträge der 7. Linzer Gespräche zur interpretativen Eisenzeitarchäologie. Studien zur Kulturgeschichte von Oberösterreich, Folge 47. Linz 2017, 323-336.

**NOTHDURFTER, J. 1979:** Die Eisenfunde von Sanzeno im Nonsberg. Römisch-Germanische Forschungen 38. Mainz 1979.

**Perschl, F. 2005:** Planmaß – Modulmaß – Baumaß. Beiträge zur Mittelalterarchäologie in Österreich 21. Wien 2005, 323-336.

#### Abbildungsnachweis

Abb. 1: Grafik F. Perschl, Thallern

Abb. 2 - 9; 11-13: Fotos W. F. A. Lobisser

Abb. 10: Foto M. Linke

Abb. 14: Foto A. W. Rausch

#### Autoren

Mag. Dr. Wolfgang F. A. Lobisser

VIAS – Vienna Institute for Archaeological Science

Archäologiezentrum der Universität Wien

Franz-Kleingasse 1

1190 Wien

Österreich

wolfgang.lobisser@univie.ac.at

Mag. Dr. PhD Jutta Leskovar

Oberösterreichisches Landesmuseum

Sammlungsleitung Ur- und

Frühgeschichte

Welserstrasse 20

4060 Leonding

Österreich

j.leskovar@landesmuseum.at

## Man muss das Eisen schmieden, solange es heiß ist! Das neue Modell einer keltischen Schmiede im MAMUZ in Niederösterreich

Wolfgang F. A. Lobisser

**Summary – The new model of an Iron Age smithy in MAMUZ in Lower Austria.** Regarding the technology, the smelting process of iron ore was quite similar to copper gaining and was likely derived from that. While copper ore had to be mined in mountains, iron ore was much easier to get from sinkholes near the surface. The size of the ore nodules was seldom bigger than up to 20 cm. To produce the iron, but much more to process it we should postulate from the very beginning specialised craftsmen. The first architectural model of a smithy in the open-air park of Asparn was erected during the years 1964/65 under the direction of F. Hampl and was widely accepted by archaeological experts. Concerning the equipment it showed a realistic and practical smithy scenario probably for the first time in Europe. Because of massive erosion of the main posts this workshop was demolished after 50 years in December 2015.

The interdisciplinary institute VIAS (Vienna Institute for Archaeological Science), which is a part of the University of Vienna was commissioned to plan and to erect a new blacksmith workshop conforming to the state of the research. To get a better understanding of the working processes we executed a series of smithing experiments in Asparn. Our aim was to define the function of the different types of tools stemming from Iron Age records and to understand the function of their forms. To carry out the experiments we reconstructed all types of smithing tools and tested them during intensive practical use. Besides our interest was also focused on the interaction of these tool types to be able to create a realistic workshop scenario in the new architectural model that we built up in post technique in 2016.

**Keywords:** Iron Age, experimental archaeology, open-air museum, house model, wood working technology, smithy

**Schlagworte:** Eisenzeit, Experimentelle Archäologie, Freilichtmuseum, Hausmodell, Holztechnologie, Schmiede

### Einleitung

Im Bereich der Ostalpen wurden Gegenstände aus Eisen etwa ab 800 v. Chr. re-

gelhaft verwendet, wobei die zugehörige Technologie wohl importiert wurde (PLEINER 2006, 10ff.). Dass metallisches Eisen der Bronze nicht von Anfang an überle-

gen war, lässt sich daran erkennen, dass man Werkzeuge und Waffen aus beiden Materialien nahezu zwei Jahrhunderte lang mehr oder weniger gleichwertig verwendet hat. Als Vorlagen für frühe Eisengeräte dienten oftmals Vorläufermodelle aus Bronze. Doch da die Herstellungsprozesse bei Objekten aus Bronze und Eisen letztlich doch sehr unterschiedlich ausfielen, weil Bronze vor allem gegossen und Eisen ausgeschmiedet wurde, entwickelten sich im Lauf der Zeit Klingen- und Geräteformen, die den Möglichkeiten der neuen Technologie besser entsprachen. Durch diesen neuen Werkstoff konnten neue Gerätschaften, wie z. B. Pflugschare oder Sensen, entwickelt werden, die zu höheren Ernteerträgen und damit zu massiven Verbesserungen in der Landwirtschaft führten. Die Sense ermöglichte zusätzlich Heuwirtschaft, sodass größere Viehbestände über den Winter gehalten werden konnten.

#### Zur Verhüttung von Eisen

Der Verhüttungsprozess zur Gewinnung von Eisen war von der Technologie und vom Aufwand her betrachtet dem von Kupfer durchaus vergleichbar und einiges spricht dafür, dass der Eisenverhüttungsprozess in seinen Grundzügen aus dem von Kupfer abgeleitet wurde (SPERL 2000, 109). Auch hier wurden die Erzbrocken zerkleinert, geröstet, mit Steinen aufgemahlen und zusammen mit Holzkohle in Schachtöfen aus Lehm geschmolzen (HERDITS 2000, 63ff.). Um die notwendigen Temperaturen von über 1.200 Grad zu erreichen, mussten wohl Blasebälge eingesetzt werden. Nach einer gelungenen „Ofenreise“ wurde die gewonnene Eisenerzschmelze durch mehrfaches Ausschmieden und erneutes Verschweißen von Schlackenresten befreit (Abb. 1).

Während man Kupfererz in der Regel bergmännisch abbauen musste, was aufwendig strukturierte Grubenbetriebe mit



Abb. 1: Experimentelle Versuche zur Verhüttung von Eisenerz im Schachtofen. Die aus Eisenfolien bestehende Luppe mit etwa 5 kg wurde gerade aus dem Ofen genommen und wird nun bei etwa 1.245°C verschweißt, um Verunreinigungen auszuscheiden. – Practical experiments concerning the smelting of iron in a chimney furnace. The iron lump existing mostly of thin foils gets welded at a temperature of about 1.245°C to expel contaminations.

tiefen Stollen und Fördersystemen voraussetzte, konnte man Eisenerz – meist Ton- oder Brauneisensteine – zumeist wesentlich leichter und oberflächennah durch Pingenabbau gewinnen (WEDEKIN 2000, 111).

Sowohl für die Gewinnung des Eisens, aber mehr noch für die Verarbeitung dieses Rohstoffs zu Gebrauchsgegenständen dürfen wir von Anfang an spezialisierte Handwerker voraussetzen (DOBESCH 2000, 19ff.). Um diese Kunst zu beherrschen, bedurfte es einer langjährigen Ausbildung,



Das erste Modell einer eisenzeitlichen Schmiede

Das erste Modell einer Schmiede im Freilichtbereich von Asparn war in den Jahren 1964/65 errichtet worden (LAUERMANN 2013, 37). Durch die relativ kleinen Firstluken funktionierte der Rauchabzug bei diesem Modell jedoch nur bei günstigem Wind. Ob man in der Eisenzeit ein Schmiedegebäude wirklich mit relativ leicht entzündlichen Materialien wie Stroh oder Schilf eingedeckt hätte, darf bezweifelt werden. Dennoch war das erste Schmiedemodell von Asparn in weiten Kreisen der Archäologie akzeptiert und tatsächlich zeigte es – was die Einrichtung betraf – vielleicht erstmals ein annähernd realistisches Szenario. Die Schmiede wurde im Dezember 2015 nach einer Standzeit von etwa 50 Jahren abgetragen, da die beiden Firstpfosten unten beinahe vergangen waren und auch die Rofenbäume des Daches an ihren unteren Enden starke Erosionserscheinungen zeigten. Das Modell entsprach nicht mehr dem Forschungsstand und hatte sich schlichtweg überlebt.

Archäologische Quellen und praktische Experimente zu Schmiedewerkzeugen

Mit der Planung und mit der praktischen Errichtung eines neuen, zeitgemäßen Schmiedemodells wurde das experimentaltarchäologische Arbeitsteam des VIAS (Vienna Institute for Archaeological Science), eine interdisziplinäre Forschungseinrichtung der Universität Wien, beauftragt. Am Projekt haben Gerald Karlovits, Manuel Kofler und Wolfgang Lobisser im Kernteam, im weiteren Kreis auch Maria Linke, Erzsebet Grepaly, Mara Koppitsch, Angelika Rudelics, Alina Shatokhina, Katharina Rokita, Christoph Jezek, Andreas Rausch, Marco Prehsegger, Lukas Kerbler und Jürgen Spindler mitgewirkt. Ihnen allen gilt mein Dank, wie auch

dem Team vom MAMUZ für die gute Zusammenarbeit. Wie darf man sich nun die Ausrüstung in einer Schmiedewerkstätte der Latènezeit vorstellen? Um diesbezüglich neue Erkenntnisse zu gewinnen, haben wir vor Ort im MAMUZ eine Reihe von Schmiedeeexperimenten durchgeführt. Unser Ziel war es dabei, die Funktion der einzelnen Werkzeugtypen vor dem Hintergrund der eisenzeitlichen Werkstattbefunde besser eingrenzen zu können. Um diesbezüglich aussagekräftige Versuche anstellen zu können, haben wir nach archäologischen Funden Schmiedewerkzeuge nachgebaut und in der Praxis getestet. Unser Interesse galt aber auch dem Zusammenspiel derselben, um im Schaumodell eine realistische Werkstatt-situation nachstellen zu können.

Schmiedehämmer

Zu den ältesten Werkzeugformen gehörten dabei sicher die Schaftlochhämmer. Ein derartiges Exemplar aus Bronze mit einem Gewicht von nahezu 5 kg ist vom Mitterberg im Land Salzburg bekannt geworden und stammt bereits aus der Mittelbronzezeit (STÖLLNER 2015, 181, Abb. 13). Ein ähnliches Stück kennen wir aus Hudinja bei Vitanje in Slowenien (HVALATECCO 1987, 31). Ein wesentlich kleinerer Schaftlochhammer stammt aus Ems in der Schweiz und datiert spätbronzezeitlich (EGG, PARE 1995, 9, Abb. 18). Zu den ältesten Hämmern aus Eisen gehören mehrere Stücke mit Gewichten von bis zu 6 kg, welche in der Býčí Skála Höhle in Mähren gefunden wurden (PLEINER 2006, 81f., Abb. 33). Wahrscheinlich wurden sie bei der Eisenproduktion eingesetzt. Vom Dürrnberg bei Hallein ist ein Schaftlochhammer mit einem Gewicht von 2,9 kg bekannt geworden, der vermutlich als Schlichthammer verwendet worden ist (ZELLER 1984, 32, Abb. 10). Im Laufe der Eisenzeit verbreitete sich die Sitte, ein Hammerende mit einer Fläche – der sog.

Bahn –, das andere hingegen mit einem abgerundeten Grat – der sog. Finne – auszustatten. Während die Finnenseiten gut geeignet waren, um das Material zu breiten oder zu strecken, dienten die Bahnseiten dafür, die Oberflächen nach einer Deformierung wieder fein zu glätten. Mehrere gute Beispiele für derartige Hämmer mit Bahn und Finne stammen aus Manching in Süddeutschland (JACOBI 1974, Taf. 1). Diese Hammerform steht bis heute in Gebrauch. Auch bei Exemplaren von anderen Fundstellen liegen die Gewichte derartiger Hämmer zumeist unter 1 kg (PLEINER 2006, 76ff.) und man darf annehmen, dass sie vorwiegend mit einer Hand geführt wurden.

### Feuerkluppen

Um glühende Werkstücke halten zu können, bedurfte es spezieller Gerätschaften. Auch in der Kupfer- und in der Bronzezeit musste man bereits glühende Tiegel oder heiße Metalle fassen können. Wahrscheinlich hat man dieses Problem mit einfachen Holzkluppen bewältigt, deren Arme man eventuell mehrfach in Lehm-schlicker getaucht hatte, damit sie nicht gleich in Brand gerieten. Es erscheint gut möglich, dass man derartige Kluppen auch noch in der Eisenzeit verwendet hat. Aus der Býčí Skála Höhle aus der Zeit vor 500 v. Chr. ist eine vergleichbare Art von großer Kluppe aus Eisen bekannt geworden (PLEINER 2006, 84). Ein vergleichbares Stück wurde z. B. auch in Yablonočka in der Ukraine gefunden (SHRAMKO 1963, 53ff.). A. Jockenhövel bezeichnet diesen Werkzeugtyp auch als „Federzangen“ und führt dazu einige frühe Exemplare aus Bronze und Eisen, unter anderem auch aus dem Gräberfeld von Hallstatt und aus Berching-Pollanten in Bayern, an (JOCKENHÖVEL 2001, 96, Abb. 3). Eine antike Bronzestatue, welche heute in Berlin aufbewahrt wird, zeigt Hephaistos als Schmied mit einem Hammer in der rech-

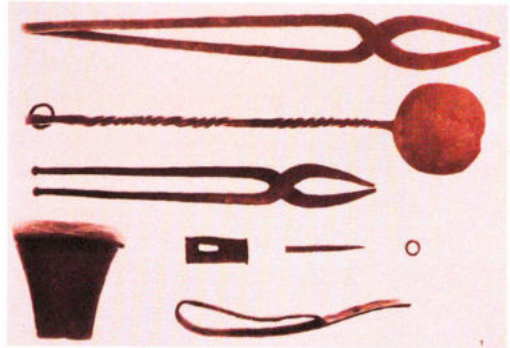


Abb. 2: Einer der aufregendsten Schmiedehorte der jüngeren Eisenzeit: Die Werkzeugfunde von der Nikolausburg bei Golling im Bundesland Salzburg. – One of the most exciting smith hoards of the younger Iron Age: The tool findings from the Nikolausburg near Golling in Salzburg.

ten sowie einer pinzettenartigen Kluppe in der linken Hand (PLEINER 2006, 86, Abb. 36). So dürfen wir vermuten, dass Kluppen aus Holz oder solche aus Eisen eingesetzt wurden, um Werkstücke aus Eisen bei Schmiedeprozessen zu fixieren, lange bevor Schmiedezangen in Mitteleuropa üblich wurden.

### Schmiedezangen

Spätestens am Beginn der Latènezeit dürfte sich aber die klassische Schmiedezange, wie sie in ähnlicher Form bis heute verwendet wird, durchgesetzt haben. Die antike Gelenkszange „pyragra“ wurde bereits um ca. 750 v. Chr. von Homer erwähnt (vgl. JOCKENHÖVEL 2001, 93). In unserem Raum sind sehr schöne Exemplare von diesem Werkzeugtyp z. B. aus Golling in Salzburg (MOOSLEITNER, URBANEK 1991, 63ff.) oder vom Gründberg bei Linz (URBAN, RUPRECHTSBERGER 1998, 59ff.) bekannt geworden (Abb. 2). Weitere Stücke dieses Typs fanden sich in Sanzeno im Nonntal (NOTHDURFTER 1979, Taf. 16, Abb. 277), aber auch in Manching (JACOBI 1974, Taf. 2-3). Eine weitere sehr gut erhaltene Schmiedezange der

Latènezeit stammt aus Biberg bei Saalfelden (MOOSLEITNER 1977, 13ff.). Dabei handelte es sich durchwegs um relativ große Zangen mit jeweils zwei Armen, welche eine annähernd S-förmige Profilierung aufwiesen und zumeist etwa bei einem Viertel ihrer Längen durch Eisendorne gegenständig verbunden wurden. Diese Eisendorne waren an ihren Enden wie Nieten breit geschlagen, womit die Zangenarme dauerhaft verbunden blieben und fungierten so als Drehzapfen. Da die Griffteile der Zangen etwa drei mal so lang wie die Greifbacken waren, multiplizierte sich – dem Hebelgesetz folgend – auch die Kraft, mit der man eine Zange hinten zusammendrückte. Eine revolutionäre Erfindung, die den hohen Ansprüchen der sich entwickelnden Schmiedetechnologie gewiss massiv Vorschub leistete.

Die Greifbacken selbst zeigten bei den meisten Stücken annähernd rechteckige, sich nach vorne hin verjüngende Querschnitte. Ihre Form war dabei nicht zufällig gewählt, sondern unglaublich effektiv und praktisch, denn sie erlaubte einen sehr flexiblen Einsatz dieser Geräte. Während man kleinere Stücke sehr präzise und vorsichtig mit den feinen, zumeist etwas breiter gearbeiteten Enden der Backen greifen konnte, erlaubten es die massiven ausladenden Seitenbereiche derselben, auch große Werkstücke einzuklemmen. Da diese großen Stücke dabei automatisch näher an den Nieten der Zangen und damit an den Hebelpunkten lagen, verdoppelte oder verdreifachte sich dabei gleichzeitig die Kraft mit der ein Objekt fixiert wurde. Somit wird klar, dass die Schmiedezangen der Eisenzeit einen unglaublichen Fortschritt in der Schmiedetechnologie bedeutet haben mussten.

#### Arbeitsunterlagen aus Holz

Um Schmiedearbeiten in der Praxis durchführen zu können, bedurfte es ne-

ben Hämmern und Zangen auch geeigneter Arbeitsunterlagen, welche beim Schmieden und Treiben als massive Gegenpole für die Hammerschläge dienten. Praktische Versuche haben uns gezeigt, dass für Verformungen an Werkstücken, bei welchen man die Materialstärken selbst nicht allzu sehr verändern wollte, Unterlagen aus Hartholz wie Eiche oder Buche durchaus effektiv sein konnten. Wenn es um die Herstellung von krummen oder gewölbten Formen ging, wie z. B. bei Kesselwandungen oder bei Ringösen, war es ratsam, die Holzunterlagen mit entsprechenden Hohlformen zu versehen, in welche man das heiße Eisen treiben konnte. Die Dauerhaftigkeit der Holzformen konnte durch regelmäßiges Wässern deutlich erhöht werden.

#### Schmiedeambosse

Wo immer es aber darum ging, Metallstärken zu verändern, war Holz nicht geeignet. Hier bedurfte es härterer Unterlagen. Solche sind uns aus archäologischen Befunden in Form von Ambossen überliefert. Auch hier finden sich die ersten Exemplare bereits in der späten Bronzezeit (EGG, PARE 1995, 8, Taf. 3). Vergleicht man die eisenzeitlichen Ambosse mit solchen aus dem Hochmittelalter oder der Neuzeit, so nehmen sich ihre Größen bescheiden aus. Nur selten beträgt ihr Gewicht mehr als 4 Kilogramm. Ihre Formen waren in der Regel nach unten konisch zulaufend und im Querschnitt mehr oder weniger quadratisch oder rechteckig. Dasselbe galt für die Arbeitsflächen, auch als „Ambosbahnen“ bezeichnet. So fanden sich z. B. in der Býčí Skála Höhle in Mähren zwei Exemplare mit Gesamtlängen von 9,5 cm bzw. von 11,5 cm (PLEINER 2006, 94, Abb. 1-2). Aus Sanzeno in Italien ist ein Stück mit einer Gesamtlänge von 17,7 cm und einer Arbeitsfläche von etwa 7 auf 8 cm bekannt geworden (NOTHDURFTER 1979, Taf. 16,

Abb. 269). Einer der größten Eisenambosse aus keltischer Zeit stammt aus Golling in Salzburg und zeigt eine Gesamtlänge von 14,7 cm bei einer Arbeitsfläche von etwa 12 auf 12 cm (MOOSLEITNER, URBANEK 1991, 63ff.). Mit einem Gesamtgewicht von 11,7 kg gehört er zu den schwersten Exemplaren, die wir aus jüngereisenzeitlichem Milieu kennen.

Für unsere praktischen Schmiedeversuche hatten wir drei derartige Ambosstypen mit Gewichten von etwa 2 kg, 4 kg und 11,5 kg nachgebaut und in der Praxis getestet. Ihre unteren leicht verjüngten Enden wurden für diesen Zweck in das Stirnholz von etwa kniehohen Hartholzklötzen eingelassen. Nach mehreren Arbeitstagen neigten aber besonders die beiden kleineren Stücke dazu, sich langsam in das Holz einzugraben bzw. bekamen etwas Schlagseite. Diesbezüglich konnten wir Abhilfe schaffen, indem wir den oberen Rand der Holzklötze mit Eisenbändern armierten. Ein Bandeisen aus dem Hort von Golling könnte den Rest einer derartigen Armierung darstellen (MOOSLEITNER, URBANEK 1991, 63ff.). Die Effektivität unserer Eisenambosse war durchaus befriedigend. Auf all diesen Ambossen haben wir nach jüngereisenzeitlichen Vorbildern Messer, Scheren, Bratspieße, Zangen, Tüllendechsel, Stemmbeitel und andere Gerätschaften erfolgreich hergestellt.

An die Grenzen dieser Ambosse stießen wir bei der Herstellung von Gerätschaften mit größeren Dimensionen. Als wir mehrere Sensen fertigen wollten, war dies auf den beiden kleineren Ambossen kaum mehr möglich. Auch die Anfertigung von schweren Tüllenbeilen mit Gewichten bis zu 800 Gramm war relativ schwierig. Unser Amboss nach dem Vorbild von Golling hielt jedoch auch diesen Belastungen noch gut stand. Seine Grenzen erreichten wir jedoch, als wir versuchten, auf ihm einen neuen Amboss mit einem Gewicht von etwa 4 kg zu schmieden. Uns wurde



*Abb. 3: Im Rahmen unserer praktischen Versuche zur eisenzeitlichen Schmiedetechnologie testeten wir verschiedene Gesteinsarten auf ihre Funktionalität als Ambossteine. – In the course of our practical experiments on Iron Age forging we tested different sorts of stone concerning their functionality as anvils.*

klar, dass es für manche Arbeiten in keltischer Zeit einfach doch noch wesentlich massivere Arbeitsunterlagen gegeben haben sollte. Und diese könnten ohne weiteres aus Stein gewesen sein. So gingen wir daran, unterschiedliche Gesteinsarten auf ihre Tauglichkeit als Ambosse zu testen. Dafür setzten wir entsprechende Probesteine unterschiedlicher Größe in ein Sandbett und arbeiteten darauf (Abb. 3).

Oberflächenmaterialien wie Sandsteine oder verschiedene Tuffgesteine ließen sich bereits in der Vorversuchsphase ausscheiden, genauso wie verschiedene Arten von Schiefergesteinen. Wir testeten auch Quarzolithe, Marmor und Kalksteine. Kalksteine waren dabei bedingt tauglich, nämlich dann, wenn es sich um große rundliche Findlinge handelte. In die

engere Wahl kamen schließlich zähe Amphibolitgesteine, Serpentine und Tiefengesteine wie Granit und Porphy (vgl. SCHUMANN 2002, 187ff.). Die ersten beiden wären grundsätzlich sehr gut geeignet, doch waren hier kaum größere Steine aufzutreiben. Granite waren gut tauglich, neigten jedoch bei Fehlschlägen zu leichten Abplatzungen, die eine raue Oberfläche hinterließen, welche sich dann bei den Folgeschlägen in das Eisen übertrug. Die mit Abstand besten Ergebnisse erzielten wir mit leicht rötlichem Porphyrgestein. Wir fertigten schließlich zwei Blöcke von rechteckiger Form, welche 22 und 74 kg wogen. An jeweils einer Hochkantseite schliften wir ebene Bahnen an und glätteten diese. An den Kanten formten wir neben relativ scharfen Graten auch unterschiedliche Rundungen. Wir verwendeten die Steine hochkant stehend und gruben sie bis zu einem Drittel ihrer Höhe ins Erdreich ein. Beide Steine waren auch bei der Anfertigung von größeren Schmiedeprodukten gut tauglich. Über die Kanten ließen sich die Eisen auch relativ gut biegen. Probleme gab es allerdings auch bei diesen Steinen, wenn wir versuchten, heiße Eisen scharf an den Steinkanten abzusetzen oder Eisenstäbe an den Kanten abzuschroten. Bei punktueller Hitze und kräftigen Hammerschlägen neigten letztlich auch beim Porphy die Kanten zum Ausbrechen.

Dennoch vermuten wir, dass es in den meisten keltischen Schmiedebetrieben große Steinambosse für grobe Schmiedearbeiten gegeben haben sollte. Dabei konnte es sich um speziell zugerichtete Steinblöcke genauso handeln wie um geeignete Findlinge mit partiell geraden, eventuell leicht gewölbten Oberflächen. Die bekannt gewordenen Ambosse aus Eisen dienten wohl dafür, um Halbfertigprodukte über die Kanten kontrolliert abzusetzen oder abzuwinkeln, vielleicht auch dazu, Rohmaterialien über die Kanten abzuschroten. Große Steinambosse

und kleine Eisenambosse bildeten dabei letztlich in den Werkstätten wahrscheinlich sinnvolle Paare, die sich gegenseitig optimal ergänzten. In Liptovská Mara fanden sich im Jahr 1992 im Verband mit einem Eisenhort zwei annähernd rechteckige Steinblöcke verschiedener Größen, bei welchen es sich um Steinambosse handeln könnte (PIETA 2000, 148, Abb. 2-3). Jüngererzezeitliche Ambosse aus Stein wurden erst vor kurzem auch aus Camp de Saint-Symphorien in der Bretagne bekannt (Herzlichen Dank an Dr. Martin Hees für diesen Hinweis.) (MENEZ 2007, 213ff.).

#### Schmiedewerkzeugenssembles und andere Werkzeuge

Neben Hämmern, Zangen und Ambossen verwendeten eisenzeitliche Schmiede noch eine ganze Reihe von weiteren Werkzeugen, wie Meißel, Durchschläge oder Punzen. Diesbezüglich lohnte es sich, die Schmiededepotfunde Mitteleuropas bzw. Fundorte mit einschlägigen Fundhäufungen genauer zu studieren. Einen beeindruckenden Hort fassen wir mit dem bereits mehrfach angeführten Fund von der Nikolausburg in Golling (Abb. 2). Neben dem Amboss fanden sich dort ein blockförmiger Setzhammer mit Schaftloch, zwei große Zangen, eine Herdschaufel, ein Eisenring und das besagte Eisenband (vgl. MOOSLEITNER, URBANEK 1991, 63ff.). Im Nahbereich dieser Funde wurden weiters ein Spitzmeißel, zwei Schneidemeißel sowie eine Feile gefunden. Man darf davon ausgehen, dass es sich hier um das Werkzeugset eines Grobschmiedes handelte.

In Sanzeno im Nonsberg im heutigen Südtirol fanden sich insgesamt drei Ambosse, sieben Schmiedehämmer, zwei Schmiedezangen, eine Herdschaufel sowie acht Feilen mit rechteckigen oder runden Querschnitten und zwei Drahtzieheisen (NOTHDURFTER 1979, Taf. 15-

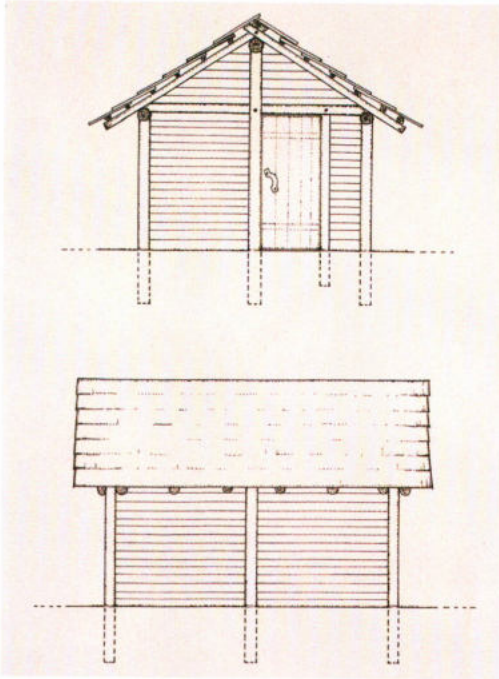


Abb. 4: Bauskizze zum neuen Schmiedemodell in Asparn. Ein Pfostenbau mit Riegelwänden und Lärchenschindeldach nach archäologischen Befunden von Bad Dürrenberg; Dimensionen nach Mšec in Böhmen. – Building plan of the new smithy model in Asparn: A post house with rail walls and a larch shingle roof inspired by archaeological data from Bad Dürrenberg; dimensions from Mšec in Bohemia.



Abb. 5: Die Schwellbalken wurden aus Eichenholz gefertigt und greifen mit V-förmigen Enden in vertikale Schlitzte der Pfosten ein. – The sill beams were made of oak and have V-shaped ends reaching into vertical slots of the post.

17). Darüber hinaus fanden sich fünf Vollschäftmeißel mit Längen von 17,4 cm bis zu 27,6 cm und Schneidebreiten von 0,6 cm bis zu 4 cm, welche sich gut mit Metallverarbeitung in Verbindung bringen lassen (NOTHDURFTER 1979, Taf. 13).

Im Jahr 1997 wurden am Gründberg bei Linz vier Eisendepots aus der Latènezeit mit insgesamt mehr als 60 kg geborgen (URBAN, RUPRECHTSBERGER 1997, 35f.). An Schmiedewerkzeugen fanden sich in diesen Depots insgesamt vier Blockhämmer und zwei Hämmer mit Bahnen und Finnen, eine große Schmiedezange, ein abgewinkelter Amboss mit rundlichem Horn, der offensichtlich vor allem dazu diente,

Tüllen an Werkzeugklingen zu formen, weiters eine Ofenschaufel, ein Schürhaken sowie mehrere Barrenfragmente (URBAN, RUPRECHTSBERGER 1998, 59ff.). Da sich die Werkzeuge aus den unterschiedlichen Depots zu einer sinnvollen Grobschmiedeausrüstung ergänzen, kann man davon ausgehen, dass die Objekte ursprünglich aus einer Werkstätte stammen dürften.

Vom Dürrenberg bei Hallein sind neben dem bereits erwähnten Glätthammer auch mehrere Flachmeißel verschiedener Länge, ein Setzstöckel, zwei pyramidenstumpfförmige Ambosse mit 4,3 cm und 9,6 cm Länge sowie zwei Punzen nachgewiesen, die auf Metallverarbeitung vor Ort hindeuten (BRAND 1995, 63). Aus Manching in Süddeutschland sind drei



Abb. 6: Die individuellen Wölbungen der Fußpfetten wurden mit einem Zirkel auf die Unterseiten der Binderbalken übertragen. – The individual curvatures of the wall plates were transferred to the tiebeams with a pair of iron compasses.

Blockhämmer mit Längen von 4,8 cm bis zu 12,5 cm, vier Hämmer mit Bahnen und Finnen sowie nicht weniger als 12 Schmiedezangen bekannt geworden (JACOBI 1974, Taf. 1-3). Weiters kennen wir von diesem Fundort acht Ambosse, welche zum Teil schon abgewinkelte Sperrhörner unterschiedlicher Formen aufweisen, die auf spezialisierte Metallhandwerke hinweisen, sowie insgesamt 20 Funde von Herdschaufeln (JACOBI 1974, Taf. 4,30-31). Aber auch Kleinwerkzeuge, wie Feilen, Meißel, Punzen, Stichel und Durchschläge sind in relativ hoher Anzahl nachgewiesen (JACOBI 1974, Taf. 5-7,12). Darüber hinaus fanden sich zahlreiche Schleifsteine unterschiedlicher Formen, welche ebenfalls eine große Rolle im Schmiedehandwerk gespielt haben müssen, um die Oberflächen, vor allem aber die Schneiden von Gerätschaften zu finalisieren (JACOBI 1974, Taf. 83).



Abb. 7: Tüllenbeile der jüngeren Eisenzeit waren gut geeignet, um halbrunde Ausnehmungen vorzunehmen. – Socketed hatchets of the younger Iron Age turned out to be good implements for carving half round notches.

Aus dem Bereich der jüngereisenzeitlichen Púchov-Kultur rund um Liptovská Mara sind ebenfalls mehrere Schmiedewerkzeuge bekannt geworden, unter anderem zwei Schmiedehämmer mit Bahnen, Finnen und Schaftlöchern, ein kleiner Amboss in Form eines doppelten Sperrhornes, ein Abschrothammer, eine Ofenschaufel, drei Feilen sowie mehrere Flachmeißel unterschiedlicher Länge (PIETA 2000, Abb. 13).

Aus dem heutigen Niederösterreich kennen wir zwei Schmiedegräber aus der Latènezeit. Aus St. Georgen am Steinfeld stammt das Grab eines etwa 50-jährigen Mannes, dem man u. a. einen kleinen Hammer mit Bahn, Finne und Schaftloch, eine zart gearbeitete Schmiedezange sowie eine Feile mit ins Grab gelegt hatte (TAUS 1963, 13ff.). Die Dimensionen der



Abb. 8: Aus holztechnischer Sicht bedeutete die Erfindung des Löffelbohrers im Lauf der Eisenzeit eine Revolution im Hausbau, denn nun erst konnten Holznägel im größeren Rahmen eingesetzt werden. – The invention of the spoon drill in Iron Age was a revolution in wood technology and in wooden architecture, because since then wooden nails and pegs could be used in a bigger amount.



Abb. 10: Im Jahr 2016 wurde vom experimentalarchäologischen Arbeitsteam des VIAS im MAMUZ in Niederösterreich ein idealisiertes Architekturmodell einer jüngereisenzeitlichen Schmiede als Pfostenbau mit Riegelwänden aufgebaut. – In 2016 an idealized architectural model of a late Iron Age smithy was built up by the experimental archaeological team of VIAS.



Abb. 9: Unsere eisenzeitlichen Werkzeuge: Tüllenbeil, Schaftlochaxt, Lappendechsel, Maßstock, Klopffholz, Löffelbohrer, Schnitzmesser, Tüllenstemmbeitel, Ziehmesser, Zugsäge, Zirkel und Reißahle sowie Holznägel. – Our Iron Age tools: Socketed hatchet, shaft hole axe, adze on a kneehafting, measure stick, knocking wood, spoon drill, carving knife, socketed chisel, drawing knife, drawing saw, compasses, awl and wooden nails.

Geräte lassen vermuten, dass es sich um das Grab eines Feinschmiedes handelte, welcher eventuell auch die Verarbeitung von Edelmetallen beherrschte.

Das zweite Schmiedegrab kennen wir aus Au am Leithagebirge, wo sich neben kostbaren Metallgegenständen wie zwei Schwertern, einem Hiebmesser, zwei Lanzenspitzen, einer Trense und einer Fibel auch typische Schmiedewerkzeuge wie ein Hammerkopf, zwei Meißel und ein kleiner – nach unten hin leicht konisch gearbeiteter – Amboss fanden (NEBEHAY 1973, 1ff.). Die Tatsache, dass auch in diesem Grab eine Bügelschere zur Ausstattung des Toten gehörte, wirft die Frage auf, ob auch Bügelscheren zum Werkzeugset von Feinschmiedem gehörten könnten?

#### Eisenbarren aus der Keltenzeit

Um das Eisen leichter verhandeln zu können, hat man es in der Latènezeit zu mehr oder weniger normierten Barren ge-





*Abb. 11: Die Schmiedeesse besteht aus zwei aufgewölbten Lehmklippen, welche den länglichen Feuerraum umschließen. – The forging furnace consists of two curved clay lips shielding the fire room on two sides.*

schmiedet. Aus archäologischen Befunden sind uns mehrere verschiedene Barrenformen bekannt geworden. Eine weit verbreitete Barrenform zeigte annähernd quadratische oder rechteckige Querschnitte mit Dimensionen von bis zu etwa 6 auf 7 cm, welche zu beiden Enden hin zu Spitzen oder zu Graten ausliefen und Längen von bis zu 44 cm haben konnten (JACOBI 1974, Taf. 76).

Derartige doppelpyramidenförmige Barren fanden sich von Ungarn bis Polen und von Mähren bis Deutschland (PLEINER 2006, 27, Abb. 6). Diese Barrenform hatte den Vorteil, dass sich der Schmied je nach Bedarf quadratische oder rechteckige Rohlinge von nahezu beliebigen Querschnitten aus den Enden dieser Barren ausstrecken konnte.

Eine andere Form waren sog. Schwertbarren, welche zumeist langrechteckige

Querschnitte mit Dimensionen von etwa 4 auf 0,5 cm und Längen von bis zu 50 cm und darüber hinaus aufwiesen (JACOBI 1974, Taf. 77). Hier reicht das Verbreitungsgebiet von Mitteleuropa über Frankreich bis zu den britischen Inseln (PLEINER 2006, 36, Abb. 15). An einem Ende waren sie in der Regel bis zu einer Länge von ca. 15 cm flach geschmiedet und zu einer Art Röhre eingerollt, seltener zu einem Vierkantstab ausgeschmiedet. Diese Barrenform wurde wahrscheinlich von Schmieden bevorzugt, die Messerklingen, Sicheln, Scheren oder andere eher kleine Gerätschaften erzeugt haben. Beide Barrenformen zeigten wohl durch ihre Beschaffenheit bereits an, dass es sich um gute Eisenqualität handeln musste, da man sie sonst nicht rissfrei herstellen hätte können. Es wäre gut möglich, dass man für Eisen unterschiedlicher Qualität verschiedene Barrenformen verwendet hat.

#### Das neue Modell einer eisenzeitlichen Schmiede im MAMUZ

Das neue Modell einer eisenzeitlichen Schmiede orientierte sich an mehreren archäologischen Befunden aus der Latènezeit (Abb. 4). Aus dem Ramsautal am Dürrnberg bei Hallein stammt ein Hausgrundriss eines eher kleinen Pfostenbaus mit Wänden aus Riegelhölzern, die man seitlich in Schlitze an den Pfosten eingelassen hatte (LOBISSER 2005, 141ff., Abb. 78). Als Dachdeckung konnten Holzschindeln nachgewiesen werden. Eine große rechteckige Feuerstelle und Schlackenreste deuten auf eine Metallwerkstätte hin (STÖLLNER 1991, 260ff., Abb. 7). Für die Dimensionen des neuen Schmiedemodells im MAMUZ diente ein Schmiedebefund aus Mšec in Böhmen mit Ausmaßen von etwa 4,5 auf 3,5 m aus dem 2. Jh. v. Chr. als Vorlage (PLEINER 2006, 136, Abb. 5). Im Inneren dieser archäologischen Struktur fanden sich noch Reste



Abb. 12: Eine Schmiedeszene auf einem römischen Grabstein aus Aquilea. Auch eisenzeitliche Schmiede haben wohl vor allem im Sitzen gearbeitet. – A blacksmith relief on a roman tomb stone from Aquilea. Iron Age smiths seem to have worked mostly in a sitting way.

einer Esse sowie ein rechteckiger Ambossstein.

#### Die Holzkonstruktion des Gebäudes

Bei dem neuen Schmiedemodell handelt es sich um einen klassischen Pfostenbau mit Außenmaßen von ca. 4,5 auf 3,5 m. Das Gebäude (Abb. 5-7) wurde aus Rundholz errichtet und ist durch insgesamt acht Eichenpfosten 80 cm tief im Erdreich verankert. Diese haben wir seitlich mit Schlitzern versehen. Die Wandfüllungen bildeten Riegelbalken, deren Enden wir konisch zulaufen ließen, damit diese in die Schlitz eingreifen konnten. Die untersten Balken fertigten wir aus dauerhaftem Eichenholz, erst ab der zweiten Lage bestehen die Riegelbalken aus Fichtenholz. An den oberen Enden der Pfosten wurden die Pfetten in halbrunden Auflagern befestigt und durch Holznägel gesichert. Auf dem Niveau der Oberkanten der Fußpfetten haben wir quer liegende Binderbalken aufgesetzt. Die Rofen wurden an die gewölbten Oberflächen der Pfetten angepasst und – wie auch später die horizontalen Lattenhölzer – mit Holznägeln befestigt. Die Löcher für diese Nägel haben wir mit Löffelbohrern vorgebohrt (Abb. 8-9). Das Dach selbst besteht aus gespaltenen Lärchen-

schindeln, welche mit Eisennägeln an den Lattenhölzern befestigt wurden. Nach vorne hin blieb eine Giebelseite offen, um eine gute Durchlüftung zu gewährleisten (Abb. 10).

#### Zur Schmiedeausrüstung im neuen Architekturmodell

Mit der Einrichtung der neuen Schmiede im MAMUZ sollte eine repräsentative Schmiedeausrüstung der jüngeren Eisenzeit gezeigt werden. Unser großer Steinamboss aus Porphyrt mit einem Gewicht von 74 kg bildet das Kernstück des Ensembles. Bezüglich von eisenzeitlichen Essen wurde festgehalten: „Das wichtigste Gerät des Zeugschmieds ist die Esse. Zusammen mit dem Amboss bilden diese beiden fest verankerten Anlagen das Herz der Werkstatt, wo der Handwerker den größten Teil seiner Zeit verbringt und der Boden mit Hammerschlag übersät ist. Die Esse besteht aus einer offenen Feuerstelle, ist mit Lehm eingefasst und wird mit Holzkohle befeuert. Im unteren Teil wird durch ein Gebläse Luft zugeführt.“ (GUILLAUMET 2012, 1670). Wir haben unsere Esse aus gemagertem Lehm gebaut und auf einen Unterbau aus Steinen gesetzt. Sie besteht aus zwei gewölbten Lehmklappen mit Längen von etwa 60 cm,



Abb. 13: Die Einrichtung des neuen eisenzeitlichen Schmiedemodells im MAMUZ in Niederösterreich. – The installation of the new Iron Age smithy model in MAMUZ in Lower Austria.

die im Abstand von ca. 14 cm den länglichen Feuerbereich abschirmen (Abb. 11). Eine der Lippen zeigt mittig an der Basis eine Düsenöffnung durch die mit Hilfe eines Gebläses Luft in die Glut gepumpt werden kann. Die Positionen von Amboss und Esse wurden so gewählt, dass sich eine aktive Person dazwischen bequem bewegen kann und somit nur einen sehr kurzen Weg von der Glut zum Amboss zu bewältigen hat. Antike Darstellungen von Schmiedeszenen zeigen zumeist sitzende Schmiede (PLEINER 2006, 95, Abb. 1-3) und es steht zu vermuten, dass eisenzeitliche Schmiede sitzend oder hockend gearbeitet haben (Abb. 12). Wir haben deshalb zwischen Esse und Steinamboss einen Dreibeinhocker positioniert, der ein schnelles Wenden von der Esse zum Stein und umgekehrt erlaubt.

Ob man im Lauf der Eisenzeit bereits schon die ab römischer Zeit belegten Spitzblasebälge entwickelt und benutzt hat (WEISGERBER, RODEN 1985, 2ff.) oder ob man mit Doppelschlauchgebläsen aus Ziegenhäuten Luft ins Feuer geblasen hat, lässt sich mangels geeigneter Nachweise nicht mit Sicherheit beurteilen. Auf jeden Fall dürfen wir davon ausgehen, dass es Gebläse gegeben haben musste und dass diese wohl vor allem aus Leder und Holz gefertigt waren. Die Düsen selbst hätte man aus Ton, später auch aus Metallröhren anfertigen können. In unserer Schauschmiede (Abb. 13) bieten wir beide Lösungen an, wobei ein Doppelschlauchgebläse hinten an der Wand hängt und ein Spitzblasebalg hinter der Esse steht. Direkt dahinter, in einer Ecke der Hütte, findet sich ein niedriger Hocker,

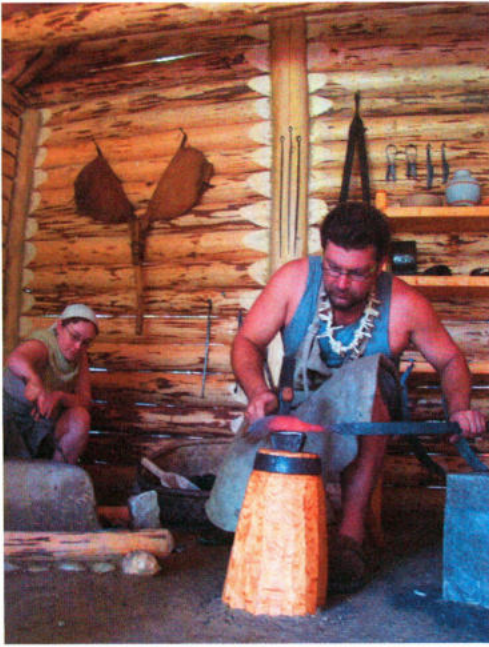


Abb. 14: Die neue keltische Schmiede wurde auf der Basis der Erfahrungen aus unseren Schmiedeeexperimenten so gestaltet, dass sie in der Praxis gut funktioniert. – Based on the results of our experiments the new celtic smithy was created in a very functional way.

von dem aus man den Blasebalg gut bedienen kann.

Noch vor dem Steinamboss findet sich ein rechteckiger Steckamboss aus Eisen auf einem runden Holzstock, welcher durch ein am oberen Rand laufendes Eisenband armiert und unten außerdem in den Werkstattboden eingelassen wurde. Gleich links daneben zeigen wir einen Wasserkübel aus Eichenholz, um heiße Eisen abkühlen oder Härteprozesse durchführen zu können.

Zur mobilen Ausrüstung gehören zwei Schmiedezangen und ein Schmiedehammer mit rechteckiger Hammerbahn, Finne und Schaftloch, welche hinter der Esse am Firstpfosten der Giebelwand appliziert wurden. Direkt oberhalb finden sich mehrere Bratspieße. Hinten hängen griffbereit eine Herdschaufel, eine pinzettenartige Feuerkluppe sowie ein Schlackenspieß.

Rechts davon haben wir eine Stellage mit Seitenstollen und Querbrettern gestellt, auf deren Borden wir Kleinwerkzeuge wie Feile, Durchschlag und Flachmeißel, aber auch typische Schmiedeprodukte wie Pflugschare, Schildbuckel, Sicheln, Messerklingen, Hakenschlüssel oder Sensenblätter neben diversen Halbfertigprodukten und Barrenfragmenten zeigen. Links oben auf dem Gestell stehen zwei unangetastete Schwertbarren als Beispiele für eingehandelte Rohmaterialien. Oberhalb der Stellage haben wir kleinere Schmiedeerzeugnisse wie Ringgriffmesser und Scheren aufgehängt.

Neben der Stellage steht ein Korb mit Holzkohle. Dieser ist so positioniert, dass die Person, welche den Blasebalg bedient, problemlos auch für Brennstoffnachschub sorgen kann.

An der rechten Seitenwand steht eine Holztruhe mit Scharnierbändern, die Eisenapplikationen an Holzmöbeln präsentieren soll.

Seit Juni 2016 wird die Schmiede regelmäßig bei Museumsfesten, sowie bei verschiedenen Workshops oder Lehrveranstaltungen der Universität Wien bespielt (Abb. 14).

#### Literatur

**BRAND, C. 1995:** Zur eisenzeitlichen Besiedelung des Dürrenberges bei Hallein. Internationale Archäologie 19. Espelkamp 1995.

**DOBESCH, G. 2000:** Urgeschichtliches Eisen in der Sicht des Althistorikers. In: H. Friesinger, K. Pieta, J. Rajtár (Hrsg.), Metallgewinnung und Verarbeitung in der Antike (Schwerpunkt Eisen). Archaeologica Slovaca Monographiae Tomus III. Nitra 2000, 11-25.

**EGG, M., PARE, C. 1995:** Die Metallzeiten in Europa und im Vorderen Orient. Kataloge Vor- und Frühgeschichtlicher Altertümer 26. Mainz 1995.

**GUILLAUMET, J. P. 2012:** Schmiedewerk-

- zeug. In: S. Sievers, O. H. Urban, P. C. Ramsel (Hrsg.), *Lexikon zur keltischen Archäologie. Mitteilungen der prähistorischen Kommission* 73. Wien 2012, 1670-1671.
- HERDITS, H. 2000:** Schweißisen – seine Verwendung im archäologischen Experiment. In: H. Friesinger, K. Pieta, J. Rajtár (Hrsg.), *Metallgewinnung und Verarbeitung in der Antike (Schwerpunkt Eisen)*. *Archaeologica Slovaca Monographiae Tomus III*. Nitra 2000, 63-72.
- HVALA-TECCO, S. 1987:** Sledovi metalurške dejavnosti, Bronasta doba na Slovenskem. Ljubljana 1987, 30-36.
- JACOBI, G. 1974:** Werkzeug und Gerät aus dem Oppidum von Manching. *Die Ausgrabungen in Manching* 5. Wiesbaden 1974.
- JOCKENHÖVEL, A. 2001:** Frühe Zangen. In: S. Hansen, V. Pingel (Hrsg.), *Archäologie in Hessen – Neue Funde und Befunde*. *Festschrift für Fritz-Rudolf Herrmann*. *Internationale Archäologie. Studia Honoria* 13. Rahden/Westfalen 2001, 91-102.
- LAUERMANN, E. 2013:** Das Museum für Urgeschichte in Asparn an der Zaya – Geschichte und Entwicklung des Museums und seines Freigeländes. In: E. Lauer- mann (Hrsg.), *Das „jungsteinzeitliche“ Langhaus in Asparn an der Zaya – Ur- geschichte zwischen Befund und Experiment*. *Archäologische Forschungen in Niederösterreich* 11. St. Pölten 2013, 9-86.
- LOBISSER, W. F. A. 2005:** Die eisenzeitlichen Bauhölzer der Gewerbesiedlung im Ramsautal am Dürrnberg bei Hallein. *Dürrnberg-Forschungen* 4. Abteilung Siedlung. Rahden/Westfalen 2005.
- MENEZ, Y. 2007:** La forge de Paule. In: P. Y. Milcent (Hrsg.), *L'économie du fer protohistorique: de la production à la consommation du métal*. *Aquitania supplément* 14/2. Bordeaux 2007, 213-237.
- MOOSLEITNER, F. 1977:** Das Saalfeldner Becken in vor- und frühgeschichtlicher Zeit. *Leobener Grüne Hefte* 170, 1977, 13-34.
- MOOSLEITNER, F., URBANEK, E. 1991:** Das Werkzeugdepot eines klassischen Grob- schmiedes von Nikolausburg bei Golling, Land Salzburg. *Germania* 69, 1991, 63-78.
- NEBEHAY, S. 1973:** Das latènezeitliche Gräberfeld von der kleinen Hutweide bei Au am Leithagebirge, p.B. Bruck an der Leitha, NÖ. *Archaeologia Austriaca Bei- heft* 11. Wien 1973, 1-80.
- NOTHDURFTER, J. 1979:** Die Eisenfunde von Sanzeno im Nonsberg. *Römisch- Germanische Forschungen* 38. Frankfurt am Main 1979.
- PIETA, K. 2000:** Ein Depot latènezeitlicher Eisengegenstände aus Liptovská Mara. In: H. Friesinger, K. Pieta, J. Rajtár (Hrsg.), *Metallgewinnung und Verarbeitung in der Antike (Schwerpunkt Eisen)*. *Archaeologica Slovaca Monographiae Tomus III*. Nitra 2000, 135-160.
- PLEINER, R. 2006:** Iron in Archaeology – Early European Blacksmiths. Prag 2006.
- POLLAK, M. 2008:** Hallstatt und das Salz- kammergut – Zentrum und Peripherie ei- ner ur- und frühgeschichtlichen Bergbau- landschaft. In: *Schätze.Gräber.Opferplät- ze – Archäologie im Salzkammergut*. *Fundberichte aus Österreich, Reihe A, Sonderheft* 6. Wien 2008, 10-31.
- SCHUMANN, W. 2002:** Der neue BLV Stei- ne- und Mineralienführer, München 2002.
- SHRAMKO, B. A. 1963:** Orudiye skifskoy epochi dlya obrabotki zheleza – Les outils de fer de l'époque scythique pour le tra- vail du fer. *Sovetskaya Arkheologiya* 1963/3, 53-70.
- SPERL, G. 2000:** Der Eisenprozess der Latène-Zeit in Mitteleuropa, In: H. Friesin- ger, K. Pieta, J. Rajtár (Hrsg.), *Metallge- winnung und Verarbeitung in der Antike (Schwerpunkt Eisen)*. *Archaeologica Slo- vaca Monographiae Tomus III*. Nitra 2000, 109-110.
- STÖLLNER, T. 1991:** Neue Grabungen in der latènezeitlichen Gewerbesiedlung im

Ramsautal am Dürrnberg bei Hallein. Archäologisches Korrespondenzblatt 21, 1991, 255-269.

**STÖLLNER, T. 2015:** Ein einmaliges Bergbauzeugnis: Der Mitterberger Hauptgang und seine Aufbereitungs- und Hüttenplätze. In: T. Stöllner, K. Oegg (Hrsg.), Berg auf Bergab – 10.000 Jahre Bergbau in den Ostalpen. Wissenschaftlicher Bei-band zur gleichnamigen Ausstellung im Deutschen Bergbaumuseum in Bochum. Bochum 2015, 180-185.

**TAUS, M. 1963:** Ein spätlatènezeitliches Schmied-Grab aus St. Georgen am Stein-feld, p.B. St. Pölten, NÖ. Archaeologia Austriaca 34, 1963, 13-16.

**URBAN, O. H., RUPRECHTSBERGER, E. M. 1997:** Keltische Eisendepotfunde vom Gründberg. Archäologie Österreichs 8/2, 1997, 35-36.

**URBAN, O. H., RUPRECHTSBERGER, E. M. 1998:** Der Gründberg. Linzer Archäologi-sche Forschungen 27. Linz 1998, 59-63.

**WEDEKIN, C. 2000:** Zur spätlatènezeitli-chen Eisenproduktion im mittleren Bur-genland. In: H. Friesinger, K. Pieta, J. Rajtár (Hrsg.): Metallgewinnung und Ver-arbeitung in der Antike (Schwerpunkt Ei-sen). Archaeologica Slovaca Monogra-phiae Tomus III. Nitra 2000, 111.

**WEISGERBER, G., RODEN, C. 1985:** Römi-sche Schmiedeszenen und ihre Gebläse. Der Anschnitt 37, Heft 1, 1985, 2-21.

**ZELLER, K. 1984:** Keltische Gewerbebau-ten auf dem Dürrnberg bei Hallein. Unpu-blizierte Magisterarbeit Phillips-Universität Marburg. Marburg 1984.

Autor

Mag. Dr. Wolfgang F. A. Lobisser  
VIAS – Vienna Institute for Archaeological  
Science

Archäologiezentrum der Universität Wien  
Franz-Kleingasse 1

1190 Wien

Österreich

wolfgang.lobisser@univie.ac.at

Abbildungsnachweis

Abb. 1-2; 5-14: Fotos und Graphik: Wolf-gang F. A. Lobisser

Abb. 3: nach PLEINER 2006, 95, Abb. 3

Abb. 4: nach EGG, PARE 1995, 11, Abb. 1

## Gut gerüstet

### Der Nachbau eines frühsarmatischen Schuppenpanzers aus Filippovka I unter Berücksichtigung technisch-konstruktiver Fragen

Clio Felicitas Stahl

**Summary – Well armed. The reconstruction of an early-Sarmatian scale armour from Filippovka I in consideration of technical-constructive questions.** The article focusses on the construction and function of early Iron Age nomadic scale armour. A survey of the archaeological findings shows that scale armour was the most widespread type of armour among the nomads of the Iron Age steppe. They appear often and in many variations in the already documented nomadic burial complexes. While most of the catalogued findings are located in the Scythian cultural area, a recently discovered exemplar was found in the early Sarmatian necropolis of Filippovka, Russia and dates to the 5<sup>th</sup>/4<sup>th</sup> century BC.

A former experiment with constructing a Scythian scale armour was already done by Minžulin, who very accurately documented the utilized and expended materials. However, problems that appeared during the reconstruction, with considering the technical data collected especially by Černenko, have not been focussed upon yet. So the documentation of the reconstruction of the scale armour from Filippovka will serve to discuss problems and open questions concerning the construction and later capability of use of such an armour.

*Keywords:* scale armour, armour, reconstruction, Scythian, Sarmatian, Saka, steppe, mounted warfare, Iron Age

*Schlagworte:* Schuppenpanzer, Rüstung, Rekonstruktion, Skythen, Sarmaten, Saken, Steppengürtel, Reiterkrieger, Eisenzeit

#### Die Fundlage

Schuppenpanzer sind der Inbegriff frühnomadischer Schutzaffen, kein anderes Prinzip der Schutzausrüstung war im antiken Steppengürtel so populär und verbreitet wie dieses. Bis zum Auftreten des Ringelpanzers stellen sie die häufigste Rüstungsform im Steppengürtel dar.

Daneben gibt es wenige Funde von Kürassen, die in reiternomadischem Kontext zu sehen sind. Ihr Auftreten ist neben der Fundlage von Schuppenpanzern jedoch mit nur zwei Exemplaren verschwindend gering (ČERNENKO 2006, 25-26).

Schuppenpanzer fanden für nahezu jeden Teil des Körpers Einsatz: neben dem Torso wurden auch Arme und Beine sowie

der Kopf in Form von verschiedenen Helmvarianten damit geschützt (ČERNENKO 2006, 96-97). Auch Schilde wurden mit langen Metallstreifen, die mittels Krampen auf einem Holzkern befestigt wurden, auf diese Weise verstärkt (ČERNENKO 2006, 113-116). Bestandteil vieler Rüstungen waren auch Panzergürtel, die sich heute in vielen Gräbern nachweisen lassen (ČERNENKO 2006, 59-60). Bei diesen Gürteln waren Metallsegmente auf eine Lederunterlage genäht, sodass sie den Krieger zusätzlich schützten – manchmal (z. B. bei Frauenbestattungen) stellen sie die einzige Form von Rüstung dar, die sich in einem Grab finden lässt (ROLLE 1986, 47). Eisenzeitliche Schuppenpanzer hatten demnach keine einheitliche Form, sondern wiesen in dieser Hinsicht eine enorme Varianz auf. Während manche Modelle einen starken griechischen Einfluss erkennen lassen, erinnern andere Panzer an persische oder (zentral-)asiatische Formen.

Über Aussehen, Konstruktion und Verbreitung der Schuppenpanzer weiß man heute durch literarische und archäologische Quellen Bescheid: Einerseits geben antike Autoren vereinzelt über sie Auskunft, andererseits gibt es antike Abbildungen von Kriegern in Schuppenpanzern sowie archäologische Funde, die größtenteils von Ausgrabungen in Grabkomplexen der eurasischen Steppe stammen. Černenko hat in seinem Werk ca. 350 Funde skythischer und zum Teil auch sauramatisch-frühsarmatischer Rüstungen katalogisiert (ČERNENKO 2006, 10-11). Trotzdem fehlen i. d. R. alle Informationen zu den Teilen der Rüstung, welche vergänglich oder nur noch fragmentarisch erhalten sind. Dazu gehören die tragende Unterlage, auf der die Schuppen aufgenäht wurden, Riemen zur Befestigung einzelner Panzerteile oder zum Verschließen sowie Ledersäume etc., welche oft die Rüstungen einfassten. Hier ist man auf die wenigen Funde angewiesen, bei

denen diese Elemente der Rüstung noch so weit erhalten sind, dass sie Aufschluss oder Hinweise über ihre Funktion geben. Leider liegen von den Ausgrabungen des ausgehenden 19. und beginnenden 20. Jahrhunderts nur unzureichende Aufzeichnungen durch die Archäologen vor, welche heute keine konkreten Rückschlüsse auf die Schuppenpanzer, die man fand, mehr zulassen. Auch sind heute viele Funde verschollen, sodass sie keine Informationen mehr liefern können (ČERNENKO 2006, 1).

Weitere Hinweise auf die Funktionsweise der Panzer bieten zeitlich später angesiedelte Funde aus dem Bereich des eurasischen Steppengürtels bis hin nach Ostasien, wo die japanischen Rüstungen bemerkenswerte Ähnlichkeiten zu eurasischen Panzern und dem hier ausgewählten frühsarmatischen Schuppenpanzer im Besonderen aufweisen (ANDERSON 2005, Fig. 3). Schuppenpanzer blieben unter den Nomaden neben Lamellen- und Ringelpanzern noch bis in die frühe Neuzeit in Gebrauch, in Tibet beispielsweise noch länger (LARocca 2006, 5-6). Funden aus diesen Gebieten, von denen es dank der kürzeren zeitlichen Distanz deutlich mehr gibt als aus der Eisenzeit, verdanken wir ebenfalls einige wichtige Hinweise auf die Verwendung vergänglicher Materialien an Panzern.

### Die Konstruktionsweise

Ein Schuppenpanzer zeichnet sich dadurch aus, dass einzelne Schuppen auf eine Unterlage aufgenäht und nicht – wie bei einem Lamellenpanzer – miteinander durch Schnürung verbunden werden. Aufgenäht werden können die Schuppen mittels drei, in selteneren Fällen auch zwei oder vier Löchern am oberen Rand. Dafür wurden dünne Lederriemen oder Sehnen benutzt (ČERNENKO 2006, 13). In besonders beweglichen Bereichen der



Rüstung wie am Arm oder der Schulter war oft zusätzlich ein Loch am Rand der Schuppe angebracht, um sie auf der Unterlage zu fixieren (ČERNENKO 2006, 13-14). Diese Unterlage war i. d. R. aus Leder gefertigt – Černenko listet nur drei Funde auf, bei denen die Schuppen auf einer Stoffunterlage aufgebracht waren (ČERNENKO 2006, 9). Bei einer Untersuchung an einem Lederfragment einer Schuppen-Beinschiene aus Nymphaion auf der Krim stellte man fest, dass es sich bei der Unterlage um Kalbs- oder Lammleder handelt (VICKERS 2002, 46). Zugleich weist Černenko darauf hin, dass das Leder der Unterlage dünn gewesen sein muss, was er als Hinweis auf eine weit entwickelte Lederbearbeitung der Nomaden wertet (ČERNENKO 2006, 9). Schuppenpanzer aus Leder sind hingegen kaum archäologisch nachweisbar, obwohl die Verfügbarkeit des Rohstoffs bei Viehnomaden nahe legt, dass auch solche Formen von Rüstungen zum Einsatz kamen. Dass es sich bei Leder durchaus um ein taugliches Material für Panzer handelt, beweisen Funde aus Dura Europos aus parthischer Zeit sowie Lederrüstungen aus dem 17. Jahrhundert aus Tibet (LARocca 2006, 124-125). Ein stichfester archäologischer Beweis für Schuppenpanzer aus Leder im Kontext eurasischer eisenzeitlicher Reiternomaden fehlt bislang aber noch, denn es „[...] sind keine reinen Lederpanzer erhalten“ (ČERNENKO 2006, 5). Interessant in diesem Zusammenhang ist der Hinweis, in einem früh-sarmatischen Grab sei ein Panzer aus Lederschuppen gefunden worden, der allerdings in den nachfolgenden Publikationen nicht bestätigt wurde (YABLONSKY 2010, unpag.).

Ein belegtes Rüstungsmaterial hingegen ist, mit vier von Černenko dokumentierten Fällen, Knochen (ČERNENKO 2006, 10). Zudem wurde in Filippovka ein Satz von mehreren hundert Knochenschuppen gefunden, die einst einen Panzer bildeten

(TREISTER, ŠEMACHANSKAJA, YABLONSKY 2013, 152).

Der Großteil aller bekannten Schuppenrüstungen jedoch ist mit Metallschuppen bestückt. Diese sind i. d. R. aus Eisen oder Bronze. Bei besonders prunkvollen Beispielen sind einzelne Schuppen vergoldet (ČERNENKO 2006, 16). Bei den meisten Panzern handelt es sich um Konstruktionen, die nur Schuppen einer einzigen Metallsorte aufweisen, doch einige Rüstungen bestehen auch aus Mischkonstruktionen von Eisen- und Bronzeschuppen. 226 der von Černenko katalogisierten Funde bestehen aus Eisen, 51 aus Bronze und 6 sind aus einer Kombination hergestellt (ČERNENKO 2006, 10). Das wohl bekannteste Beispiel in dieser Hinsicht ist ein Panzer aus Kamenskoe gorodišče, der im Schachbrettmuster aufgebrachte Schuppen aus Eisen und Bronze aufweist (ČERNENKO 2006, 16). Auch aus einem anderen Blickwinkel ist dieser Umstand besonders, setzt eine solche Anordnung der Schuppen doch eine enorme Präzision und saubere Bearbeitung der Schuppen voraus, um das Muster so exakt legen zu können. Immer wieder erscheinen solche sehr sauber ausgearbeiteten Schuppen (HATZOPOULOS, LOUKOPOULOS 1992, 64). Die Qualität der Panzer unterscheidet sich jedoch enorm: Während bei Panzern wie dem oben genannten die Schuppen nahezu gleichförmig sind, „[gleichen sich] unter den vielen Schuppengarnituren der Panzer des 6. Jh. oft keine zwei“ (ČERNENKO 2006, 11).

Dabei kam an den Rüstungen nie nur eine Form von Schuppen zum Einsatz, sondern eine Vielzahl unterschiedlicher Maße, die je nach Körperregion, Stabilität und gewünschter Flexibilität gewählt wurden. Dabei gilt, dass ein Geflecht aus kleineren Schuppen zwar langwierig herzustellen ist und mehr Material benötigt, aber eine höhere Beweglichkeit aufweist als eine Stelle, die mit großflächigen

Schuppen bedeckt ist (ČERNENKO 2006, 13). Im Durchschnitt bewegen sich die Größen für Panzerschuppen zwischen 1,7 x 0,7 (Länge x Breite) und 6,2 x 2,6 cm (ČERNENKO 2006, 12). Minžulin rekonstruierte einen skythischen Panzer des 5. Jh. v. d. Z., bei dem 15 unterschiedliche Schuppenarten zum Einsatz kamen (MINŽULIN 1991, 138).

Die Schuppen überdeckten bei jedem Panzer um ca. ein Drittel bis zur Hälfte die unter der Reihe verlaufende Schuppenreihe sowie die nebenliegenden Schuppen – je nachdem, ob es sich dabei um die rechte oder linke Nachbarschuppe handelt, spricht man von einem rechts- oder linksläufigen Besatz. Diese Laufrichtung ist bei einem Panzer in der Regel einheitlich, nur in seltenen Fällen findet man beide Richtungen an einem einzigen Fund (ČERNENKO 2006, 14).

Bei Panzern, bei denen die Lederunterlage noch nicht vergangen ist, ließ sich feststellen, dass jede zweite Schuppenreihe zusätzlich mit einem Lederstreifen unterlegt war. Černenko vermutet, dass dies der Verstärkung gedient haben dürfte (ČERNENKO 2006, 9). In der Regel weisen die Schuppen außerdem eine Wölbung auf, welche durch das Umbiegen der seitlichen und unteren Kante erzeugt wird. So gewinnt die – gewöhnlich rechteckige und an den unteren Kanten abgefeilte – Schuppe an Stabilität. Zu diesem Zweck wurden sehr selten auch Schuppen mit einem Mittelgrat hergestellt. Komplette flache Schuppen sind hingegen nur in wenigen Fällen bekannt (ČERNENKO 2006, 14).

Der sarmatische Schuppenpanzer aus  
Filippovka I, Kurgan 4, Grab 2

2013 wurde im frühsarmatischen Gräberfeld von Filippovka die Bestattung eines 50- bis 55-jährigen Mannes untersucht (TREISTER, ŠEMACHANSKAJA, YABLONSKY 2013, 99-100). Dieser Schuppenpanzer gehört zu den wenigen Ausnahmen, die

von Černenko nicht erfasst wurden und ist ein seltenes Zeugnis frühsarmatischer Panzer, das Auskunft gibt über die schwere Kavallerie des südlichen Uralvorlandes in der Mitte des ersten Jahrtausends v. d. Z.

Die Rüstung wird folgendermaßen beschrieben:

*„Kurzer, an der Brust verschließbarer Panzer mit zwei großen, rechteckigen Schulterverstärkungen, die mit Lederriemen am Panzer befestigt wurden und zwei zusätzlichen Brustverstärkungen ovaler Form“* (TREISTER, ŠEMACHANSKAJA, YABLONSKY 2013, 104).

Daneben fanden sich Waffen- und Schmuckbeigaben in der Kammer, die von einem hohen sozialen Status des Bestatteten zeugen.

Die Rüstung war bei ihrer Auffindung in einem schlechten Zustand, sodass die Rekonstruktion ihres ursprünglichen Aussehens hypothetisch bleiben muss (RUKAVISHNIKOV, RUKAVISHNIKOVA 2008, 112). Alle organischen Bestandteile sind größtenteils vergangen, sodass es schwierig ist, nachzuvollziehen, wie die Rüstung z. B. verschlossen oder ihre Einzelteile miteinander verbunden wurden (RUKAVISHNIKOV, RUKAVISHNIKOVA 2008, 114). Ob des schlechten Erhaltungszustandes lässt sich z. B. über die Schuppen der Schulterteile nur vermuten, dass diese einen Mittelgrat besaßen, sicher feststellen lässt es sich nicht (RUKAVISHNIKOV, RUKAVISHNIKOVA 2008, 112). Auch die genaue Anbringung der großen Schulterteile am Torso teil des Panzers bleibt unklar (RUKAVISHNIKOV, RUKAVISHNIKOVA 2008, 114).

Die sonst sehr charakteristischen Riemenzylinder, welche im Zusammenhang mit Verschlussystemen frühsarmatischer Gürtel- und Riemengarnituren zu sehen sind, wurden hier nicht gefunden (RUKAVISHNIKOV, RUKAVISHNIKOVA 2008, 114). Gewöhnlich tauchen sie in Kombination mit Panzerfunden auf und sind aus Knochen oder Metall (Bronze, Eisen oder Gold)

gefertigt (ČERNENKO 2006, 1). Ihre Funktion dürfte unter anderem das Gewichten und Verdicken von Riemenenden sein, um den Umgang mit ihnen zu erleichtern.

### Die Rekonstruktion

Bei der Rekonstruktion des Panzers aus Filippovka wurde darauf geachtet, nach Möglichkeit originalgetreu zu arbeiten, soweit dies möglich war. Die Konstruktion des Panzers richtete sich nach Erfahrungswerten anderer skythischer Panzer, da beim schlecht erhaltenen Fund keine Rückschlüsse darauf mehr möglich waren, wie der Panzer gebaut war. An manchen Stellen musste deshalb auch interpretiert werden, während wieder an anderen Stellen vom Original abgewichen wurde. Zunächst soll jedoch auf die Analogien zum Fund eingegangen werden.

Wie bei den meisten eisenzeitlichen Schuppenpanzern üblich, wurde bei der Konstruktion des Panzers Leder als Grundlage genommen. Es handelt sich um dünnes, aber strapazierfähiges Leder, welches einerseits Stabilität garantiert und andererseits Bewegungsfreiheit zulässt. Zunächst wurde die Grundform aus dem Leder ausgeschnitten bzw. mit Leingarn zusammengenäht. Anschließend wurden auf das Material Linien aufgezeichnet, welche die späteren Schuppenreihen kennzeichnen. Dieser Arbeitsschritt verhindert, dass die Reihen schief aufgenäht werden und sich später gleichmäßig um ein Drittel überdecken.

Anschließend wurden die Schuppen hergestellt. Den Angaben Černenkos zufolge wurden die Schuppen erst mit einer Schere oder Säge ausgeschnitten, anschließend gelocht und dann an den unteren Ecken abgefeilt (ČERNENKO 2006, 11). Die durch die Lochung entstehenden Grate wurden mit Hammerschlägen geglättet (ČERNENKO 2006, 12). Die Kanten der Schuppen wurden mit einer Zange umgebogen. Analog dazu verlief die Herstel-



*Abb. 1: Die Kante des Schuppenpanzers noch ohne Saum. – The edge of the scale armour still without the hemline.*

lung der Schuppen für den Panzer, wobei nach kurzer Zeit eine elektrische Schleifmaschine zum Einsatz kam, welche den Arbeitsschritt des Abfeilens deutlich erleichterte. Auch für das Bohren der Löcher kam ein Standbohrer zum Einsatz, wobei die Löcher, wie bei manchen Funden zu beobachten, vorher markiert wurden (ČERNENKO 2006, 12). Das Umbiegen der Kanten wurde bei den ersten Schuppen nicht mit einer Zange herbeigeführt, sondern mit Hammerschlägen. Dieses Verfahren stellte sich aber bald als ineffizient heraus, sodass die belegte Herstellungsweise mit der Zange umgesetzt wurde.

Insgesamt wurden 5 verschiedene Arten von Schuppen hergestellt, wie sie beim Original vorkommen. Sie haben die Maße 3 x 1,5 cm, 3,5 x 2 cm, 5 x 2,5 cm, 3,5 x 2,5 cm sowie 20 x 3 cm (RUKAVISHNIKOV, RUKAVISHNIKOVA 2008, 113).

Die fertigen Schuppen wurden schließlich auf die lederne Unterlage angebracht: Beginnend mit der untersten Reihe wurde jede zweite Schuppenreihe zuvor auf einen Lederstreifen aufgenäht und erst dann auf die Unterlage genäht. Bei Schuppen mit einem vierten Loch an der Seite wurde mit zwei Nadeln parallel gearbeitet. Während dieses Prozesses wurden auch die Riemen für die Verschlüsse



Abb. 2: Die Verschlussriemen des Panzers an der Vorderseite. – The fastening straps on the front side of the armour.

auf der Brustseite angebracht. Nachdem alle Schuppen aufgenäht waren, wurden die Kanten mittels einer Bleischere gesäubert, da einige Schuppenkanten überstanden (Abb. 1). Anschließend wurden die Schulterträger angebracht und Löcher am Rand des gesamten Panzers gebohrt, um den Panzer mit Leder zu säumen. Hierfür wurde dunkelrotes Ziegenleder genutzt, wie es sich noch bei Beinschienen aus Nymphaion nachweisen lässt (VICKERS 2002, 46).

Eine Abweichung zum Original bestand in der Nutzung von Kunst- statt echter Sehne, da tierische Sehne schwer zu erwerben ist und einen erheblichen Kostenfaktor dargestellt hätte. Die Eigenschaften von künstlicher und echter Sehne wurden jedoch begutachtet und als vergleichbar betrachtet. Bei den Schultersegmenten wurde Leingarn zur Befestigung der Schuppen verwendet, das sich als deutlich weniger robust erwies und daher im Laufe der Zeit häufiger ausgebessert werden musste. Weiterhin gibt es eine Abweichung vom Fund in der Wahl der Schuppen im Torsobereich. Dort ist der Großteil des Panzers aus Schuppen gefertigt, welche die Maße 3 x 1,5 cm besitzen (RUKAVISHNIKOV, RUKAVISHNIKOVA 2008, 113), während für den Nachbau Schuppen mit den Maßen 3 x 2,5 cm genutzt wurden. Der Grund hierfür liegt darin, dass die

ersten konkreten Maße einzelner Panzerschuppen im saurotomatisch/frühsarmatischen Kontext, die recherchiert werden konnten, diesen annähernd entsprachen (ČERNENKO 2006, 59). Erst einige Zeit später wurde der Fund aus Filippovka bekannt, auf den sich der Nachbau aus den oben genannten Gründen dann schließlich bezog. Da die Maße der Schuppen, jedoch nicht eklatant von jenen abwichen, die im Original zu finden waren und daher nicht mit einer nennenswerten Veränderung der Eigenschaften im Gebrauch zu rechnen ist, wurden die zuerst verfügbaren Schuppen für den Nachbau des frühsarmatischen Panzers verwendet.

Die Farbe der Lederumsäumung des Panzers sowie die Art des Verschlusses sind rein hypothetisch, da sich hierzu kein Fundmaterial feststellen lässt. Da bei dem Panzer keine Riemenzylinder gefunden wurden, die sonst so typisch für frühsarmatische Riemengarnituren sind, wurden Riemen und Zylinder aus einem vergänglichen Material (Knochen) hergestellt.

Unklar war auch der Verschlussmechanismus des Panzers auf der Vorderseite und die Befestigung der sehr großen Schulterpartien von 35 x 50 cm am Rest des Panzers. Pragmatischen Ansätzen folgend wurde die Vorderseite daher überlappend mit Lederriemen geschlossen und die Schulterteile mittels mehrerer

stabiler Riemen an den Schulterträgern des Torsos befestigt (Abb. 2).

### Erfahrungswerte beim Bau

Insgesamt kamen für den Bau des Panzers 40 Meter Kunstsehne, 43 Meter Leingarn, 2000 (2,5 x 3 cm) + 420 (2,5 x 5 cm) + 60 (2,5 x 10) + 8 (3 x 20 cm) Schuppen sowie 1,5 m<sup>2</sup> Leder für Unterlage und Saum zum Einsatz. Schwer abzuschätzen ist das geleistete Pensum an Arbeitsstunden und mögliche Rückschlüsse zum Zeitaufwand entsprechender Handwerker in der Antike. Einerseits dürften diese deutlich routinierter und mit weniger „Zwangspausen“ gearbeitet haben, die beim Nachbau durch das Erschließen ungeklärter Fragen auftraten. Andererseits mussten viele Unterbrechungen hingenommen werden und wurde manchmal arbeitsteilig oder allein gearbeitet. Da die Schulterteile des Panzers erst später angefertigt wurden, ist die geleistete Arbeitszeit hier besser dokumentiert. Insgesamt belief sich der Aufwand für den Bau (Vorbereiten der Lederunterlage, Anfertigen der Schuppen, Aufnähen der Schuppen und Fertigstellen des Panzers durch Säumen) auf ca. vier Wochen bei ca. 5 Stunden Arbeit pro Tag. Der Panzer wiegt insgesamt ca. 11 Kilo.

Beim Zuschneiden und Aufnähen der Schuppen konnten folgende Erfahrungen gesammelt werden:

Durch das Zuschneiden der Schuppen verbiegt sich das Metall, sodass die Rohlinge nicht plan sind, wenn sie ausgeschnitten sind (Abb. 3). Um sie weiter verarbeiten zu können, müssen sie erst mit Hammerschlägen wieder geglättet werden, bevor die unteren Kanten rund gefeilt werden. Erst dann kann man sie lochen und wölben. Dabei ist zu berücksichtigen, dass für den Nachbau handelsübliches, industriell hergestelltes Eisenblech mit einer Dicke von 0,75 mm verwendet wurde, was dem Durchschnitt der gefundenen



Abb. 3: Das Ausschneiden der Panzerschuppen. – The cutting-out of the scales.

Schuppen entspricht. Die antiken Bleche waren manuell hergestellt und dürften geringfügige Abweichungen in der Dicke gehabt haben.

Insgesamt war die Anfertigung der Schuppen langwierig und anstrengend, sodass davon auszugehen ist, dass in antiken Werkstätten arbeitsteilig vorgegangen wurde. Es stellt sich auch die Frage, wie man mit dem Problem der Rostanfälligkeit umging – entweder muss man einen Schutz tragen (Handschuh o. ä.) oder die Schuppen müssen permanent eingefettet sein, damit sie nicht rosten. Beim Nachbau des Panzers wurden Handschuhe getragen (Abb. 4).

Ein weiterer Erfahrungswert besteht darin, dass die Naht, mit der man die Schuppen mit oder ohne Seitenlochung und/oder Lederstreifen als Unterlage aufbringt, nie zu straff sein darf. Stattdessen müssen die Schuppen frei hängen und sich bewegen können, da der Faden bzw. die Sehne sonst sehr schnell durch den Druck, der bei Bewegungen entsteht, durchgescheuert wird. Bemerkenswert ist, dass bei der Rekonstruktionszeichnung der meisten skythenzeitlichen Schuppenpanzer – so auch beim frühsarmatischen Panzer aus Filippovka – nie eine Umsäumung an der untersten Kante zu sehen ist. Der Grund hierfür ist, dass eine solche Umsäumung die unterste Schuppenreihe

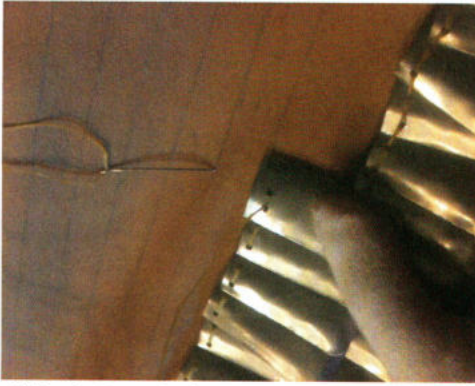


Abb. 4: Das Aufnähen der Panzerschuppen. – Attaching the scales.



Abb. 5: Fehlerstelle bei der Konstruktion: ausgerissener Saum an der untersten Schuppenreihe. – Failure in construction: ripped-off hem on the lowest scale row.

von oben und unten fixieren und versteifen würde. Das Ergebnis ist das häufige Ausreißen der Schuppen dieser untersten Reihe, weil die hohe Beanspruchung durch Körperbewegung in diesem Bereich dazu führt, dass dadurch die gesamte Kraft der eingeschränkten Bewegungsfreiheit und fehlenden Ausgleichsmöglichkeit der Schuppen direkt auf die Naht übertragen wird, welche so immer wieder zerstört wird. Während im Torsobereich dieser Fehler „eingebaut“ wurde (Abb. 5), ist bei den Schulterpartien kein Saum an der Unterkante angebracht. Im Gegensatz zur Torsokante hält die Naht an den Schulterpartien in der untersten Schuppenreihe trotz hoher Beanspruchung durch die ständige Bewegung mit dem Arm (Abb. 6).



Abb. 6: Intakte unterste Reihe an den Schulterteilen im Vergleich. – Undamaged lower row of the shoulder pieces in comparison.

Beim Arbeitsschritt des Aufnäehens wurden zwei Details in der Konstruktion relevant: Zum einen weist eine gewisse Zahl von Schuppen fast immer eine zusätzliche Lochung im mittleren oder unteren Seitenbereich auf. Zum anderen ist immer wieder feststellbar, dass jede zweite Schuppenreihe nicht direkt auf die lederne Unterlage, sondern zuerst auf einen Lederstreifen aufgenäht wurde, der dann im Verbund auf die Unterlage aufgenäht wurde (Abb. 7).

Wieso kann man die Schuppen nicht einfach direkt auf die Unterlage nähen, sondern bringt sie auf einem separaten Strei-

fen auf? Es gibt verschiedene Gründe: Die Reihen mit Lederunterlage sind insgesamt stabiler, während die anderen, direkt aufgenähten Reihen auch den Fäden der darunterliegenden Reihe aufscheuern. Außerdem bieten die Schuppenreihen mit den schmalen Lederstreifen als zusätzliche Unterlage einen ästhetischen Wert. Im Gegensatz zu den, trotz vorgezeichneter Linie, direkt aufgenähten Schuppen, erscheinen die Schuppenreihen mit zusätzlicher Lederunterlage geradliniger und ausgerichteteter. Interessant ist auch der Aspekt, dass man solche Reihen vorbereiten kann, ohne direkt



Abb. 7: Die Naht auf der Rückseite. – The seam on the reverse side.

am Werkstück zu arbeiten. So ist eine arbeitsteilige Vorgehensweise prinzipiell beim Bau eines Schuppenpanzers gut möglich. Schuppenpanzer, die versuchsweise ohne solche Lederstreifen gebaut wurden, erwiesen sich als weniger stabil, da die Schuppen schneller ausrissen.

Nun stellt sich noch die Frage, wofür die so zahlreich gefundenen Schuppen mit tiefer seitlicher Lochung dienen. Černenko schreibt dazu, dass die Schuppen so zusätzlich auf der Unterlage befestigt werden konnten, da „*sich bei der Bewegung des Kriegers die unteren Teile der Schuppen von der Unterlage abhoben und dadurch scharfe Waffen sie unterlaufen konnten*“ (ČERNENKO 2006, 14). Das erkläre auch die Hauptfundlage dieser Schuppen im Arm- und Schulterbereich.

Solche Schuppen können jedoch nicht regulär in den Reihen mit aufgenäht werden, da ihre zu tief liegende seitliche Lo-

chung eine Überlappung der darunter liegenden Reihe um ein Drittel oder gar die Hälfte unmöglich macht. (Dies könnte nur mit jenen Schuppen funktionieren, die etwa mittig eine seitliche Lochung aufweisen – da die seitliche Lochung jedoch im Befund häufig willkürlich in der unteren Hälfte der Schuppen angebracht ist, erscheint das nicht sehr wahrscheinlich.) Legt man das untere Loch über ein oberes Loch der darunter liegenden Schuppenreihe, wird das Geflecht jedoch rasch zu starr und die Naht der Seitenlochung reißt aus.

Eine sinnvollere Erklärung bietet sich damit, dass diese Schuppen auf den separaten Lederstreifen aufgebracht waren: So können die Schuppen stabil aufgenäht werden, da der Lederstreifen die gesamte Länge der Schuppe abdeckt. Durch die separate Anbringung der Schuppenstreifen mit Lederunterlage auf die eigentliche



Abb. 8: Nachbau des Schuppenpanzers in Kombination mit weiterer militärischer Ausrüstung der eurasischen frühen Eisenzeit. – Scale armour in combination with other military equipment from the Eurasian Iron Age.

Unterlage, ist die Tiefe des Loches nicht entscheidend, um die darunter liegende Reihe noch immer angemessen überlappen zu können. Die Verwendung der Schuppen mit tiefer seitlicher Lochung auf den Schuppenreihen mit separater Lederunterlage ergibt so einen Sinn.

#### Der Schuppenpanzer „im Einsatz“

Der Schuppenpanzer braucht, wenn er regelmäßig getragen wird, viel Pflege: Sehne und Leingarn werden von den Kanten der Lochungen immer wieder durchgescheuert und müssen erneuert werden. Hierzu passt die Einschätzung Minžulins, dass auch bei sorgfältiger Be-

arbeitung der Schuppen immer scharfe Kanten bleiben (MINŽULIN 1991, 139). Zum „Ausfallen“ der Schuppen kommt es aber dennoch nicht, da sie sich beim Durchscheuern an einer Stelle noch immer gut gegenseitig in einer Reihe halten. Ein weiterer pflegeintensiver Faktor bei dem Panzer aus Filippovka liegt in der Rostanfälligkeit. Der Panzer muss auch bei trockener Witterung ständig eingeölt sein, um nicht sofort zu rosten. Hier stellt sich die Frage, ob die Eisenschuppen in der Antike möglicherweise mit irgendeiner Art von Rostschutz versehen waren, um dieses Problem zu lösen. Dies ist ein interessanter und spannender Ansatz für weitere Forschungen im Bereich der frühnomadischen Rüstungstechnologie.

Der Tragekomfort hingegen ist sehr hoch, da er von den Maßen perfekt an den Träger angepasst werden kann und gut sitzt. Der Panzer ist bequem und kann mit zusätzlicher Ausrüstung den ganzen Tag getragen werden, ohne eine zu hohe Gewichtsbelastung darzustellen, auch von einer durchschnittlich trainierten Frau (Abb. 8). Rolle bemerkt hierzu: „Früher wurde die mit Bronze- bzw. Eisenschuppen besetzte Schutzbewaffnung für Frauen als zu schwer zum Tragen erachtet. In neuerer Zeit muss diese Auffassung hinterfragt werden, denn mit dem Einsetzen experimenteller Studien zeigte sich ganz klar, dass der innen ausgepolsterte Schuppenpanzer durch seine Elastizität einen guten Tragekomfort aufweist, der auch beim Sturz vom Pferd eine relativ hohe Sicherheit garantiert“ (ROLLE 2010, 156). Die Bewegungsfreiheit wird nur minimal (vor allem im Schulter-Arm-Bereich) eingeschränkt und ist noch so weit vorhanden, dass Bogenschießen, Speerwerfen, das Hantieren mit einer Kurzwaffe und sogar leistungsintensivere Bewegungen wie Liegestütz, das Abrollen nach einem Sturz oder Sprünge möglich sind. Beim Reiten ohne Steigbügel behindert der Schuppenpanzer nicht. Der Trägerin





Abb. 9: Der Schuppenpanzer in Bewegung. – *The scale armour when moving.*

des nachgebauten Panzers war es sogar möglich, ohne Zuhilfenahme von Steigbügeln (wie es sie in der Mitte des ersten Jahrtausends v. d. Z. auch nicht gab) auf einen Pferderücken aufzuspringen.

Bemerkenswert ist die Flexibilität des Schuppengeflechts. Trotz der großen Maße der Schulterpanzerung bestätigte sich die Befürchtung, die rechteckigen Stücke könnten auf den Schultern „Wellen schlagen“, nicht. Stattdessen passt sich das Geflecht ausgezeichnet an den Körper des Trägers an (Abb. 9).

#### Literatur

**ANDERSON, J. 2005:** Japanese Armour through the ages. Arts and Cultures 2005, 153-173.

**ČERNENKO, E. V. 2006:** Die Schutz Waffen der Skythen. Stuttgart 2006.

**Hatzopoulos, M. B., Loukopoulos, L. D. 1992:** Philipp von Makedonien. Athen 1992.

**LaRocca, D. J. 2006:** Leather armour. In:

D. J. LaRocca (Hrsg.), Warriors of the Himalayas. Rediscovering the Arms and Armor of Tibet. New Haven, London 2006, 116.

**MINŽULIN, A. I. 1991:** Skythische Rüstung im Experiment. Die Kriegerbestattung von Gladkovščina. In: R. Rolle, M. Müller-Wille, K. Schietzel (Hrsg.), Gold der Steppe. Archäologie der Ukraine. Schleswig 1991, 137-142.

**ROLLE, R. 1986:** Amazonen in der archäologischen Realität. In: H. J. Kreuzer (Hrsg.), Kleist Jahrbuch. Berlin 1986, 38-62.

**ROLLE, R. 2010:** Bewaffnung und mögliche Kampfweise skythischer Kriegerinnen. In: Historisches Museum der Pfalz Speyer (Hrsg.), Amazonen. Geheimnisvolle Kriegerinnen. München 2010, 152-159.

**RUKAVISHNIKOV, D. V., RUKAVISHNIKOVA, I. V. 2008:** Dospekh iz pogrebenia 2 kurgana 4 mogilnika Filippovka [The Armour came from Burial 2 of Barrow 4, Filippovka]. In: L. T. Yablonsky, (Hrsg.), Rannie

kochevniki Volgo-Uralskogo regiona [The Early Nomads of the Volga-Ural Area]. Orenburg 2008, 105-115.

**TREISTER, M., ŠEMACHANSKAJA, M., YABLONSKY, L. 2013:** Grabkomplexe mit Objekten des achämenidischen Kreises der Nekropole Filippovka I. In: M. Treister, L. Yablonsky (Hrsg.), Einflüsse der achämenidischen Kultur im südlichen Uralvorland. 5.-3. Jh. v. Chr., Band 2 (Ancient Toreutics and Jewellery in Eastern Europe 5). Wien 2013, 84-159.

**Vickers, M. 2002:** Scythian and Thracian antiquities. Oxford 2002.

**YABLONSKY, L. T. 2010:** New Excavations of the Early Nomadic Burial Ground at Filippovka (Southern Ural Region, Russia). American Journal of Archaeology 2010. <[https://www.ajaonline.org/sites/default/files/AJA1141\\_Yablonsky.pdf](https://www.ajaonline.org/sites/default/files/AJA1141_Yablonsky.pdf)> (20.10.2017).

Abbildungsnachweis

Abb.1-9: Yola Stahl (Fotografin)

Autorin

Clio Felicitas Stahl M.A.

Heinrich-Delp-Straße 25

64297 Darmstadt-Eberstadt

Deutschland

clio.stahl@gmx.de

## Die Spur der Fäden Perlenensembles und ihre Aussagemöglichkeiten

Maren Siegmann

**Summary – A thread's hunt. From beads to baubles.** *An archaeologist's nightmare: a burial site, stuffed up to the gills with beads ... beads ... lots of beads ... hundreds of beads ... Usually, they end up scattered in a cardbox. Or, if they are lucky, strunged on a plastic filament. Nicely arranged from tiny to big, or sorted by colour, type, or number. Rarely there is someone to undertake the task to reconstructing the bauble they once adorned: the original threads, ribbons, cords they were threaded on are decayed and long gone. Necklaces and pendants, embroideries and bracelets, braids and belts – there are multifarious possibilities to adorn oneself and one's outfit with beads. The presentation is about the threads. About where and how the beads were situated in the grave, how to interpret this, how to reconstruct (mentally or otherwise) the beaded fineries. And the textile components, both bead-bauble-tie-together and the accompanying clothes: colours, cuts, appearances, effects and bead-textile-interactions.*

*Keywords: Pearls, reconstruction, textil*  
*Schlagworte: Perlen, Rekonstruktion, Textil*

Perlen! Eine Perle kommt selten allein, und – oft genug! – kommt das mit Perlen vollgestopfte Grab am letzten Grabungstag und/oder im tiefsten Winter und/oder wenn der/die/das Archäologe es eigentlich nicht brauchen kann.

Perlen im Körpergrab, modern ausgegraben, eben nicht bei Matsch oder Eis, eben nicht am letzten Tag, während die Baggerschaufel schon über die Schulter kragt: ein gut erhaltener Perlenbefund, detailliert dokumentiert und adäquat versorgt. Der Idealfall eben, den gibt es tatsächlich. Perlen, die noch Loch an Loch liegen, sodass man den sie einmal verbunden habenden Faden quasi fast noch sieht (wunderschönes Beispiel: Mahndorf

SN-Grab 31, Brustgehänge, an zwei Fibeln befestigt. Das Gehänge ist in der oberen Hälfte einsträngig, erweitert sich dann auf mindestens vier Stränge. Diese laufen zentral in mehreren größeren Perlen wieder zusammen. GROHNE 1953, Taf. A; SIEGMANN 2006, 296.) (Abb. 1).

Fast noch – denn Fäden im Original sind selten (Abb. 2). Das ist nachvollziehbar, denn natürlich braucht es zur Konservierung des Fadens eines Perlenschmucks die gleichen Erhaltungsbedingungen wie für andere Textilreste auch. Und es braucht jemanden, der daran denkt, dass auch in Perlen Textilreste erhalten sein könnten. Fäden, Schnüre, Bänder, Kordeln & Co. – die Fäden sind es, die aus



Abb. 1: Ein sehr eindrucksvoller Perlen-schmuck. Er beginnt einsträngig, weitere Stränge kommen hinzu. Mindestens vier Stränge wurden zusammengefasst und durch die größeren zentralen Perlen hindurch geführt. Mahndorf SN-Grab 31. – Very impressive piece of bead-jewelry. It starts single-stranded. Some more strands are added. The (minimum) four strands were joined to go through the bigger central beads. Mahndorf SN-grave 31.

einer Handvoll Perlen das Schmuckstück machen!

Es soll an dieser Stelle nicht um das Material der Fäden gehen – die wenigen erhaltenen und untersuchten Reste bestehen aus Flachs oder Wolle, sind einfach gedreht oder mehrfach gewirnt; jeder erhaltene Fadenrest ist ein Individuum, all-gemeinverbindliche Aussagen lassen sich nicht treffen.

Vielmehr soll es um die Herangehensweise gehen: Wie komme ich von meinem Perlenbefund zu einem benutzbaren Rekonstruktionsversuch?

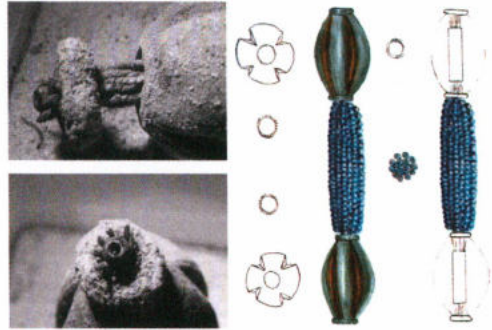


Abb. 2: Perlenforscher-Hauptgewinn: 18 Fäden, 424 Miniaturperlen, zwei große Perlen aus massivem Silber. Immenbeck AE19. – Bead-Researcher's jackpot: 18 threads, 424 miniature beads, 2 heavy-weights of silver. Immenbeck AE19.

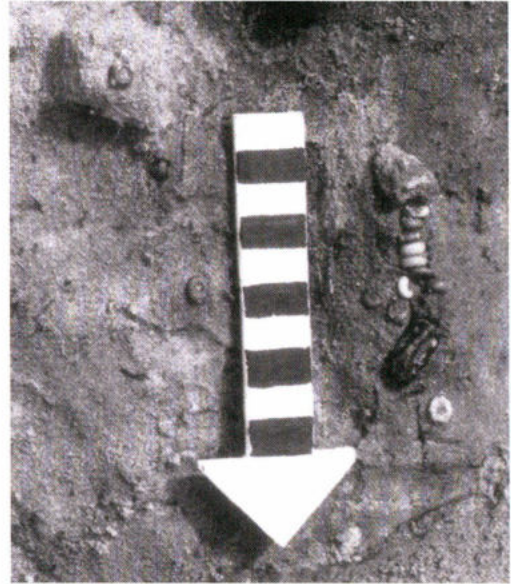


Abb. 3: Perlen. Noch aufrecht stehend, Loch-an-Loch (gut), umgefallen (schlecht) und durch die Gegend gekullert (sehr schlecht). Liebenau P10/A2. – Beads sticking upright hole-to-hole (good) vs. beads keeled over (bad) vs. beads rolled away (very bad). Liebenau P10/A2.

Beginnen wir mit dem Körpergrab von oben: jede Menge Perlen und ausreichend Zeit zur Dokumentation. Die Qualität der Erhaltung zeigt sich hier an der Lage der Perlen im Grab (Abb. 3). Sind

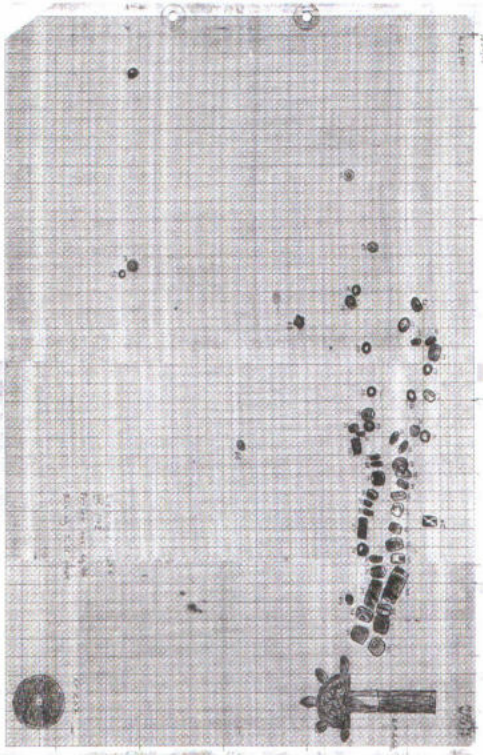


Abb. 4: Ausgegraben: einsträngige Perlenschnur. Jede einzelne Perle ist beschrieben, kartiert, konserviert. Idioten-Sicher. Liebenau H11/A2. – Excavated: single-strand bead-necklace. Every single bead described, documented, charted, preserved. Fool-proof. Liebenau H11/A2.

sie im Verband, stehen aufrecht, Loch an Loch? Oder liegen sie einzeln mit dem Loch nach oben? Loch-nach-oben ist schlecht, denn dann sind die Perlen sehr wahrscheinlich vorher herumgerollt. Eine auch nur halbwegs sichere Rekonstruktion des Perlenschmucks ist in diesen Fällen schwierig bis unmöglich.

Gut erhaltene Loch-an-Loch-Befunde dagegen sind im besten Fall natürlich perlengenau rekonstruierbar (Abb. 4). In besonders perlenreichen Gräbern lauert aber sofort die nächste Schwierigkeit: Zu wie vielen Perlenschmuckstücken gehören die Perlen überhaupt? Perlen auf der Brust und Perlen um den Arm auseinander zu sortieren ist ja noch vergleichsweise simpel. Was aber, wenn mehrere

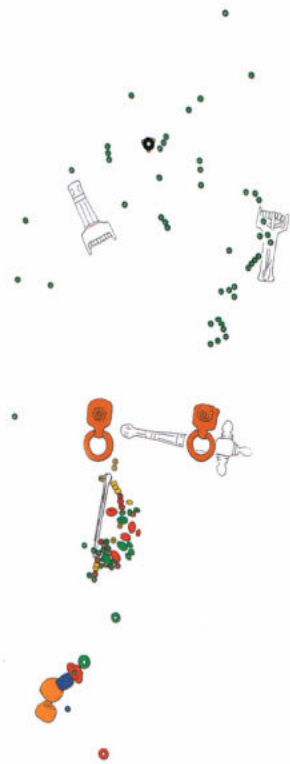


Abb. 5: Ensemble aus Miniaturperlen (Stickerei? sehr eng um den Hals getragenes Collier?). Mit Lederriemchen an den Fibeln festgesteckt zwei Ringösen, daran befestigt zwei Perlenstränge. Ein weiterer kurzer Strang Perlen (inklusive zwei große Bernsteinperlen) könnte an der linken Ringöse oder an der kreuzförmigen Fibel angeknötet gewesen sein. Ringösen (die eigentlich als Zubehör zu Männnergürteln gelten) für Perlengehänge zu nutzen, ist bei den Issendorferinnen üblich. Issendorf Grab 3527. – Ensemble of miniature beads (stitched-on? very short necklace?). Two loops snatched away from a men's belt, dangling on leather straps from two fibulae (a very common trick in Issendorf). Dangling between these two strands of beads. A forth piece of beaded jewelry was a short strand including 2 big amber beads. This strand could have been worn knotted to the left loop or to the cruciform fibula. Issendorf Grave 3527.

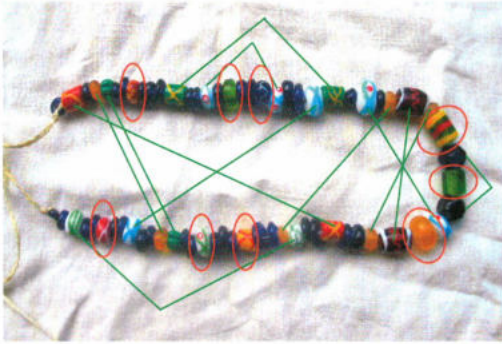


Abb. 6: Liebenau H11/A2 rekonstruiert. Grün markiert: Perlen mit einem Zwillings bzw. einem optischen Pendant. Rot markiert: Perle ohne Gegenstück. Die meisten Perlen besitzen ein optisches Gegenstück – aber Symmetrie war nicht beabsichtigt. – Liebenau H11/A2 reconstructed. Marked green: beads with twin/optic counterpart. Marked red: beads with no counterpart. Most of the beads have an optical pendant – but symmetry was not intended.

Brustgehänge übereinander getragen wurden? Perlencollier und Ausschnittbesatz übereinander liegen? Besätze und Verzierungen, Armbänder, einfache Halsketten und aufwendige Colliers, Gürtelamulette und Fibelgehänge, Perलगürtel und Tascheninhalte... Die erste, oft schwierige Aufgabe besteht darin, die verschiedenen Perlenbefunde zu identifizieren und voneinander zu trennen und die zweite, sie funktional zu deuten (Abb. 5). Das ist nur möglich mit detaillierten Lageplänen, die (hoffentlich) auch die Ausrichtung der Fadenlöcher dokumentieren [Eine Auswahl beispielhaft publizierter Perlenbefunde: Nørre Sandegård (JØRGENSEN, NØRGÅRD JØRGENSEN 1997), Skovgårde (ETHELBERG 2000), Issendorf (HÄßLER 2002), Schleithelm (REICH 2002), Baar-Früebergstraße (MÜLLER 2007; MÜLLER 2010), Dortmund-Asseln (SICHERL 2011). Zur Rekonstruktion von Perlenbefunden siehe SIEGMANN 2005; SIEGMANN 2006; SIEGMANN 2007; SIEGMANN 2016. Auswahl anschaulicher Einzelbefunde:

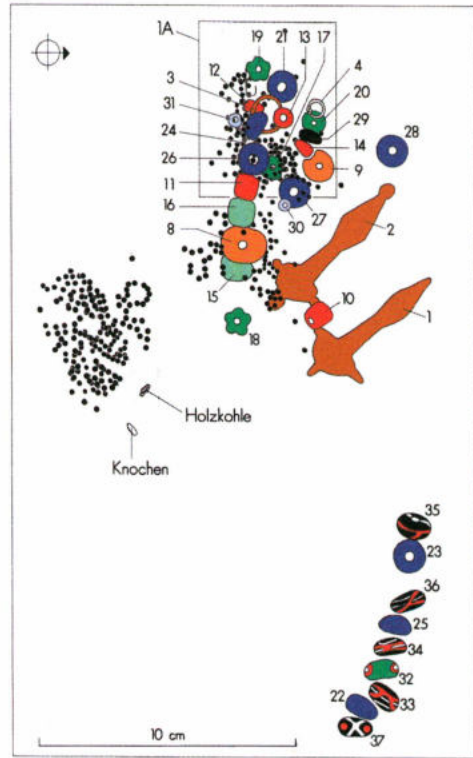


Abb. 7: Wie viele Perlenensembles gibt es im Grab überhaupt, und wie sind diese zu deuten? Gibt es klar aufeinander bezogene Kleidungskomponenten (Perlen – Metallschmuck – Textil)? Gibt es eine Stratiographie von solchen Komponenten? Issendorf Grave 3549. – How many beaded things, and how to interpret them? Can bead-metal-textile-dress-components be identified? Is there a stratigraphy of such components? Issendorf grave 3549.

Bosau (GEBERS, HINZ 1971), Bülach Grab 5 (s. u.), Himlinghøje Grab 1949 (LUND HANSEN 1995, Fig. 4,45-46), Lauffen Grab 2 (SCHACH-DÖRGES 1981), Mahndorf SN-Grab 31 (s. o.), Schömberg „Neidlinger“ Grab 9 (MORRISSEY 2000, Abb. 17); Zweeloo „Prinzessin“ (s. u.).

Funktional deuten: Das ist – natürlich – oft leicht gesagt und schwer getan. Ebenso natürlich lassen viele Perlenbefunde auch mehrere funktionale Deutungen und mehrere Rekonstruktionsvorschläge zu. Deutlich schwieriger wird Ansprache und

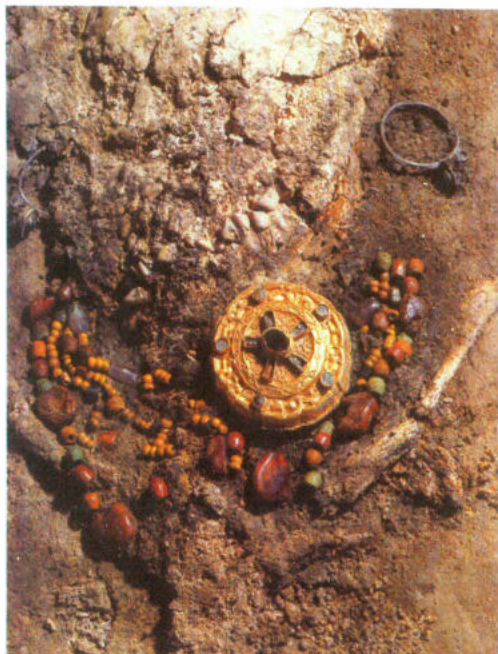


Abb. 8: Collier, vier Stränge, die alle leicht in der Länge differieren; nur so liegen die Stränge beim Tragen parallel. Keine Perlen im Nacken. Das Perlencollier war vom gefibelten Mantel verdeckt. Bülach Grab 5. – Collier, four strands of beads of slightly different length so the strands stay parallel. No beads in the neck. The beads were hidden by the cloak closed by the fibula. Bülach grave 5.

Nachbildung eines Perlenschmuckstücks ohne detaillierte Lagebeobachtungen allein nach Rezeptur („man nehme ...“), vielleicht noch ergänzt um ein lakonisches „im Brustbereich“.

Standardprozedur ist, zuerst auf „Dubletten“ zu prüfen – zu welchen Perlen gibt es ein exaktes Gegenstück oder ein optisches Pendant? Könnte der Schmuck/das Collier streng symmetrisch aufgebaut gewesen sein? Oder eher mit lockerer Symmetrie und leichten Variationen rechts und links? Oder farbrhythmisch – zwei blaue, eine bunte, zwei blaue, eine bunte?

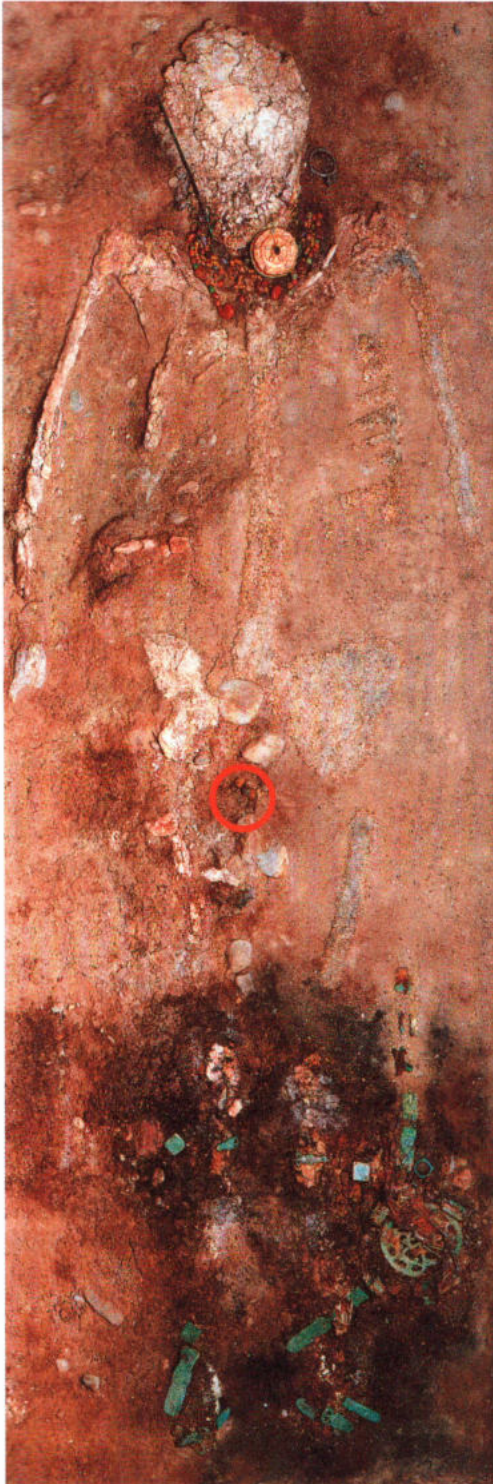
Gibt es besonders große und/oder auffallende Einzelstücke? Ein einzelner auffallender Hingucker kann bei der Rekonstruktion eines Perlencolliers mit ziemli-

cher Sicherheit als Zentralperle behandelt werden, schon gar, wenn er deutlich schwerer ist als der Rest. Was aber, wenn es mehrere solche Hingucker gibt, die aber optisch nicht kompatibel sind? Einer auf der Brust, einer im Nacken, wie auf Fundvorlagetafeln häufig impliziert? Die Möglichkeit besteht natürlich – aber ebenso natürlich nur, wenn es ein Indiz dafür gibt, dass das Collier tatsächlich um den Nacken herum gereicht hat. Und wenn die rekonstruierte Perlenschnur dafür überhaupt lang genug ist. Könnten mehrere Hingucker von gleichvielen parallelen Strängen stammen oder könnte aus verschiedenen Sonderperlen ein pendilienartiges Mittelstück gefertigt gewesen sein?

Wie sieht das Verhältnis von großen zu kleinen Perlen aus? Könnte der Schmuck/das Collier größenrhythmisch arrangiert gewesen sein – acht kleine, eine große, acht kleine, eine große? Oder formrhythmisch – drei runde, fünf linsen, drei runde, fünf linsen? Gibt es Perlen, die keinesfalls nebeneinander gesessen haben konnten? Kleine Perlen z. B. verschwinden gerne in den Löchern großer Perlen. Wie steht es mit den Lochgrößen?

Wie dick/stabil kann der Faden bzw. die Schnur höchstens gewesen sein? Die Wahl des Fadens bzw. dessen Dicke und Festigkeit hat Folgen: zu dünn, zu schlapperig und die Perlen hängen V- oder gar unförmig um den Hals. Zu dick und die Perlenschnur bildet einen steifen Ring.

Zu dünne Schnur, aber mordsschwerer Perlenschmuck: Reißt die Perlenschnur, verliert man/frau (eigene Erfahrung) zumindest einige der Perlen. Das kleinste Loch ist dabei natürlich das schwächste Glied der Kette. Zum Beispiel der Perlen-gürtel der „Prinzessin“ von Zweeloo: Großperlen und Metallringe von insgesamt über 600 g Gewicht auf ein Lederband gezogen. Das größte Fadenloch mit 10 mm, die meisten um die 5 mm. Die kleinsten Löcher – Glasperlen Nr. 16 und



Nr. 31, Bernsteinperle Nr. 17 – mit 3 bzw. 2 mm respektive. Bei textilen Schnüren gibt es Tricks, sehr dicke Fadenbündel

Abb. 9: Vier Perlen auf einer langen Kordel, an der Fibel befestigt und frei schwingend. Ganz simpel, aber mit unglaublichem Effekt. Das Perlengehänge zeigt die minimale Länge des darunter getragenen Mantels. Bülach Grab 5. – Four beads, swinging on a long cord from the fibula. Simple bauble, great effect! The beads give the minimum length of the cloak worn beneath. Bülach grave 5.



Abb. 10: Art und Tiefe des Halsauschnitts, Material, Dicke und Struktur des darunter getragenen Stoffes und die Länge und das Gewicht einer Perlenkette/eines Perlencolliers müssen zusammenpassen. Theodora-Mosaik, San Vitale, Ravenna. – Neckline, décolleté (if any), solidity of fabric have to harmonise with length and weight of the beaded jewelry. Theodora-Mosaik, San Vitale, Ravenna.

durch sehr kleine Löcher zu ziehen. Die meisten dieser Tricks funktionieren aber nicht bei Leder – und so kann das für den Gürtel genommene Lederband kaum dicker (und kaum stabiler) als heutige handelsübliche Rinds- bzw. Ziegenlederschnüre gewesen sein. Das hat Folgen sowohl für die Rekonstruktion dieses Perlenschmuckstücks als auch für die Rekonstruktion des gesamten Kleidungsens-



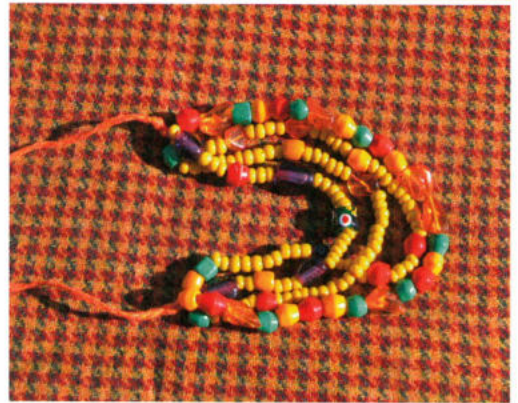


Abb. 11: Zwei Gesichter derselben Medaille: der Farbeffekt der Perlen und der Kleidung, die mit diesen getragen wird. – Two faces of the same coin: the colour-effects of the beads and of the clothes worn with them.



Abb. 12: Vorsicht bunt! Das Textildesign orientiert sich an einem Original aus Issendorf, darauf die Rekonstruktion einiger Perlenschmuckstücke. Issendorf Grab 3527. – Protect your eyes! Textile design inspired by an original find from Issendorf, reconstruction of some of the beaded adornments from Issendorf grave 3527.

sembles – weder wird der Perलगürtel straff um die Taille getragen worden sein, noch kann an ihm ein Beutel gehangen haben (SIEGMANN 2006, 297-301. Zeichnerische Rekonstruktion der Kleidung samt Perlenschmuck – alle drei falsch! – bei ES, YPEY 1977, Abb. 13; VONS-COMIS 1988, Fig. 14; PÉRIN, FORNI 1985, 35, Nr. 10).

Man ahnt es – fundierte Kenntnisse sicherer, gut dokumentierter, zeitgleicher Perlenbefunde sind beim Rekonstruieren undokumentiert geborgener Perleninventare unabdingbar. Ebenfalls unabdingbar: sich (soweit möglich) von den ästhetischen Gewohnheiten der eigenen Zeit freimachen (Abb. 6). Nicht jeder 1:1-nach-Befund-rekonstruierte Perlenschmuck ist auch „schön“. Zwar nicht unabdingbar, aber aufschlussreich, ist es, nach ein-



Abb. 13: Das Beute-Bild! Heute ohne die bunten Edelsteine, die einst in den Fassungen saßen. Assiut. – *The lusted-after prey (nowadays without the coloured precious jewels once adorning it). Assiut.*

und demselben „Rezept“ mehrere Rekonstruktionsvarianten zu fertigen.

Wir legen die undokumentierten Perleninventare beiseite und kehren wieder zu den Grabfunden mit Detailplänen und ihrer funktionalen Deutung zurück. Immer zu beachten sind die Stratigraphien: Welche Perlenbefunde überlagern sich (Abb. 7)? Besonders wichtig: Auf welche Metallobjekte nehmen die Perlen Bezug? An welche Fibel, an welchen Ring, an welche Öse könnte der Faden eines Gehänges geknotet gewesen sein? Welche Textilstratigraphien konnten für die Metallobjekte erarbeitet werden, und welchem Textilstratum wäre welches Perlenschmuckstück zuzuordnen? Ein an eine Fibel angeknüpftes Perlengehänge lag natürlich auf dem gleichem Stoff auf wie die zugehörige Fibel.

Zum Beispiel Bülach Grab 5 (Abb. 8): Eine reiche Dame, umfangreiche Textilreste, als oberste Kleidungsschicht ein Mantel (2/2 Köper, Mischgewebe aus Wolle und Kaninchenhaar), verschlossen mit einer Goldscheibenfibel. Unter dieser Fibel (also auch unter dem Mantel) das sehr gut erhaltene Perlencollier: getragen auf einem weiten gefältelten Kleid aus feiner, orange-gelb erscheinender indischer

Baumwolle (z/z Leinwandbindung) mit brettchengewebten Zierstreifen (AMREIN U. A. 1999, 93; 95-96). Luxus pur!

Das zweite Perlenschmuckstück dieses Grabes wird leicht übersehen. Es wirkt auch bescheiden: vier größere Perlen Loch an Loch, auf Oberschenkelhöhe in leichtem Bogen angeordnet (Abb. 9). Offensichtlich waren die Perlen auf eine Kordel o. ä. gezogen und diese wiederum an der Fibel befestigt. Selbstverständlich hat Verf. dieses Gehänge nachgebildet und entsprechend getragen. Und war überrascht, wieviel Wirkung sich mit einem so simplen Perlenschmuck erzielen lässt – vor allem, wenn der Mantel geschlossen getragen wird und sich einzig Fibel und Gehänge vor dem Untergrund des Mantels abheben. Die lange Schnur und das relativ große Gewicht lassen das Gehänge beim Gehen und vor allem bei Drehungen weit schwingen, was der Dame aus Bülach zu Lebzeiten möglicherweise Freiraum um sich herum verschafft hat. Im Fall von Bülach sind zahlreiche Textilreste vorhanden und so die Länge des Mantels bestimmbar. In anderen Fällen ist das nicht der Fall; hier können vergleichbare Fibelgehänge als Indiz für die Mindestlänge des darunter getragenen Kleidungsstückes dienen.

Das Collier – viersträngig, keine Perlen im Nacken – lag verhältnismäßig eng am Hals an. Allerdings bei weitem nicht so eng wie antike Perlenkettchen, deren Trageweise von ägyptischen Mumienporträts (SEIPEL 1998; PARLASCA, SEEMANN 1999) gut bekannt ist. Dass diese Kettchen so kurz sind, ist durch den Schnitt der Tuniken bedingt, deren Hals „auschnitt“ aus einem waagerechten Schlitz besteht. Ist die Perlenkette zu lang, verschwindet sie innerhalb kürzester Frist zum Teil unter dem Stoff, was natürlich nicht der Zweck der Übung ist. Das Bülacher Collier als Indiz für eine größere, aus dem Stoff herausgeschnittene Halsöffnung?



Abb. 14: Byzantischer Goldhalskragen (okay, nicht ganz, aber nahe dran). Ørby, gefunden 1860, Rekonstruktion. – Byzantine gold-jewelry (close to, but not quite). Ørby, found 1860, no details, "recipe-type" reconstruction.

Die schmucktragenden Damen unter der Leserschaft (und manche Herren) werden es kennen: Sind Perlenkettchen oder Colliers zu leicht, verhaken sie sich in grobem Gewebe. Zu lange leichte und zu kurze schwere Perlenschnüre verschwinden am Hals unter dem Stoff (Abb. 10), zu schwerer Brustschmuck zerknittert darunterliegendes feines Textil. Und so weiter und so fort. Alle Bestandteile eines Outfits – Kleidung, Metallschmuck, Perlenschmuck – müssen physikalisch zusammenpassen, um die gewünschte Wirkung zu erzielen.

Lag der Perlenschmuck (brav) auf Stoff oder (unbrav) auf der bloßen Haut? Lassen die Perlenschmuckstücke Rückschlüsse zu Schnitt oder Material der dazu getragenen Kleider zu?

Eigentümlicherweise ist der gesamte Themenkomplex um die funktionale Zusammengehörigkeit von Perlen, Metallzubehör und Kleidung wissenschaftlich (bislang?) nur wenig beachtet (SIEGMANN 2016).

Und dann noch die Farben! Perlen kommen frisch gemacht mit hochglänzender Feuerpolitur daher. Sie sind bunt. Ihre Farbe bleibt, sie bleichen nicht aus (okay, sie werden irgendwann schmutzig, was Seife aber leicht behebt). Die Farbvorlieben verändern sich und damit die Farbwirkungen der Perlenschmuckstücke, mal langsamer, mal schneller. Urnenfelderzeitlicher Perlenschmuck glänzt edel in Bronze-, Bernstein- und Türkistönen (ggf. mit Weiß verziert). Hallstattzeitliche Glasperlen-Armbänder kommen (in Sapropelit-Optik) in undurchsichtig dunklen Brauntönen daher. Modehype der Frühlatènezeit ist die Schichtaugenperle in leuchtendem Gelb mit blau-weißen Ringen. Tiefdunkles geheimnisvolles Kobaltblau, monochrom und in einfacher Formgebung, ist das! Material für Perlenketten der Mittel- und Spätlatènezeit. Das Frühmittelalter dagegen ist bunt-bunter-am bünstesten: Rot-Gelb plus X im 6. Jh., monochrom orange-rot-gelb-orange-orange-weiß-türkis-orange im frühen 7.



Abb. 15: Um die hundert schwere Glasperlen an den Ohrläppchen hängend? Iversheim Grab 142. – About 100 heavy beads dangling from the earlobes? Iversheim grave 142.

Jh., mit/ohne Unmengen an winzigen gelben Perlen. Und/oder (Modetrend B) große protzige Buntperlen zum Blindwerden.

Wie wirkt derlei auf Stoff? Beziehungsweise auf verschiedenen Stoffen in verschiedenen Farben und unterschiedlichen Mustern (SIEGMANN 2016, Abb. 3-4) (Abb. 11)? Lassen sich Regelmäßigkeiten finden – monochrome Perlen auf farnefrohem Textil und vice versa? Nobles Unterstatement (edles Blau auf reinem Weiß), Ton-in-Ton oder Viel-hilft-Viel (buntes Allerlei auf möglichst wild gemustert)?

Nur selten (leider) wird man sich dieser Frage mit entsprechenden Funden annähern können. Trotzdem ein Beispiel: Verf. hat während der Aufnahme der Perlen aus Liebenau und Dörverden diese auch fotografiert und dazu ein qualitätvolles Makroobjektiv benutzt. Eines schönen Tages kam die Restauratorin des Niedersächsischen Landesmuseums Hannover im Laufschrift mit einem Textilrest, den sie aus einer Issendorfer Blockbergung frei-

präpariert hatte – einfach so im Sand, ohne Metalloxyde erhalten. Nun ging es darum, das Stück möglichst schnell zu dokumentieren. Gesagt – getan. Ein kleines Fragment, aber von unglaublicher Farbigkeit. Leuchtend rot und leuchtend grün, ein relativ feines Hahnentrittmuster. Die Abb. 12 versucht, den Eindruck der Farbwirkung dieses Stoffes samt des (möglicherweise) zugehörigen Perlen-schmuckes nachzustellen.

Bleiben wir noch kurz bei der Farbigkeit von Perlenensembles, und zwar speziell von aufwendigem Perlenbrustschmuck des 7. Jahrhunderts n. Chr. Orange ist die In-Farbe, alternativ Gelb (gerne auch in Kombination mit Bernstein), dazu größere bunte Perlen, oft sogar mandelförmige aus Amethyst. Die Wirkung einiger dieser Perlencolliers ist verblüffend (Abb. 14) – und verrät das „Beutebild“ der modischen Dame der Zeit: byzantinischer Goldschmuck, wie der Goldhalskragen aus dem Fund von Assiut (Abb. 13). Dass tatsächlich die Hofmode des byzantinischen Kaiserhofes auch auf „unsere“ Damen ausstrahlte, ist keine Neuigkeit (SCHULZE 1976). Was aber bislang ungeklärt ist, sind die Mechanismen, die dahinter stehen: Wer hat wann wie und wodurch Kenntnis von diesen Schmuckformen gehabt, diese selbst gesehen und nach eigenen Möglichkeiten umgesetzt und mit diesem Schmuck wiederum andere inspiriert? Und, an diese Fragen anschließend: Wer hat warum explizit manches eben gerade nicht übernommen?

Perlen haben wegen ihrer Farbigkeit eine große Strahlkraft. Das bedeutet aber auch, dass wenn frau die falschen Perlen trägt, sie sich gleichzeitig outet. Vielleicht als Trendsetterin. Eher aber als Hungerleiderin, als Landpomeranze, als Fremde, als Migrantin.

Je größer, auffallender, bunter der falsche Ist-Schmuck ist, desto mehr fällt seine Trägerin auf. Und das schon von weitem. Migrantinnen, die demonstrativ ihre „Vor-

her“-Perlen behalten oder solche, die sich quasi sofort in der neuen Heimat optisch integrieren und sich von ihrem „Vorher“-Schmuck trennen...

Hier tun sich spannende Themen auf, weitgehend unerforscht (SIEGMANN 2005, 872-875; SIEGMANN 2009; SIEGMANN 2016, 293). Doch das sind andere Geschichten, die (vielleicht) ein anderes Mal erzählt werden.

Wir beenden unsere Reise auf der Spur der Fäden mit der *Abb. 15*. Eine hübsche Rekonstruktion – mehrere Perlenstränge umspielen lose schwingend das Gesicht, sehr attraktiv.

Die Abbildung zeigt die Dame von Iversheim, Grab 142 (FRANKEN 1996, Kat. VIII-4-12), Vorbild ist der ebenso rekonstruierte Perlenschmuck des Mädchens aus Grab 9 im Horreum von Keszty-Fenekpuszta (GERMANEN 1988, Kat. VI, 45, 277 und Taf. 35; Rekonstruktionszeichnung ANKE U. A. 2008, 60). Kleiner, aber feiner Unterschied: die Art der Perlen. Iversheim: große Glasperlen. Fenékpuszta: viele Kleinperlen, sehr viele Bernsteinperlen, einige große Glasperlen. Und noch ein kleiner, aber feiner, diesmal zeichnerischer Unterschied. Fenékpuszta: Die Stränge hängen an Ohrringen, diese sind an einem goldgeschmückten Haarnetz befestigt. Iversheim: Die Perlen hängen an Ohrringen und diese in den Ohrläppchen. Der Zeichner hat geschummelt und zu wenige Perlen gezeichnet und diese auch noch um ein Drittel größenreduziert. Trotzdem tut schon das Hinsehen weh, und dem Selbstversuch sollte man/frau aus dem Weg gehen.

Papier ist auch bei der Rekonstruktion von Perlenschmuck geduldig. Die Praxis – das Rekonstruieren und das Tragen des rekonstruierten Perlenschmucks – verbindet dagegen auf eine sehr ersprießliche Art das Nützliche mit dem Angenehmen!

## Literatur

**ALAMANNEN 1997:** Die Alamannen. Ausstellungskatalog. Stuttgart 1997.

**AMREIN, H. U. A. 1999:** Neue Untersuchungen zum Frauengrab des 7. Jhs. in der reformierten Kirche von Bülach (Kanton Zürich). Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte 56, 1999, 74-114.

**ANKE, B. U. A. 2008:** Hunnen – Awaren – Ungarn. Reitervölker im Frühmittelalter. Archäologie in Deutschland, Sonderheft Plus 2008.

**BECKER, C. J. 1954:** Zwei Frauengräber des 7. Jahrhunderts aus Norre Sandegård, Bornholm. Acta Archaeologica 24, 1954, 127-155.

**VAN ES, W. A., YPEY, J. 1977:** Das Grab der „Prinzessin“ von Zweeloo und seine Bedeutung im Rahmen des Gräberfeldes. Studien zur Sachsenforschung 1, 1977, 97-126.

**ETHELBERG, P. 2000:** Skovgårde. Ein Bestattungsort mit reichen Frauengräbern des 3. Jhs. n. Chr. auf Seeland. Nordiske Fortidsminder 19. København 2000.

**FRANKEN 1996:** Die Franken – Wegbereiter Europas. Ausstellungskatalog Mannheim. Mainz 1996.

**FURGER, A. U. A. 1996:** Die Schweiz zwischen Antike und Mittelalter. Archäologie und Geschichte vom 4. bis 9. Jh. Zürich 1996.

**GEBERS, W., HINZ, H. 1971:** Ein Körpergrab der Völkerwanderungszeit aus Borsau, Kreis Ostholstein. Offa 34, 1971, 5-39.

**GERMANEN 1988:** Germanen, Hunnen und Awaren. Schätze der Völkerwanderungszeit. Nürnberg 1988.

**GREGOROVIVS, F. U. A. 1988:** Byzantiner in Ravenna. FMR – Zeitschrift für Kunst und Kultur Sept./Okt. 1988, 15-48.

**GROHNE, E. 1953:** Mahndorf. Frühgeschichte des Bremischen Raums. Bremen-Horn 1953.

**HÄBLER, H.-J. 1990:** Das sächsische Grä-

berfeld bei Liebenau, Kr. Nienburg/Weser. Teil 4. Studien zur Sachsenforschung 5,3. Hildesheim 1990.

**HÄBLER, H.-J. 2002:** Das sächsische Gräberfeld von Issendorf, Ldkr. Stade, Niedersachen. Die Körpergräber. Studien zur Sachsenforschung 9,4. Oldenburg 2002.

**JØRGENSEN, L., NØRGÅRD JØRGENSEN, A. 1997:** Nørre Sandegård Vest. A Cemetery from the 6<sup>th</sup>-8<sup>th</sup> Centuries on Bornholm. Nordiske Fortidsminder B 14. Kopenhagen 1997.

**LEHMANN, M. 2003:** Perlen und Fäden. Archäologie in Niedersachsen 2003, 107-109.

**LUND HANSEN, U. 1995:** Himlingøje – Seeland – Europa. Ein Gräberfeld der jüngeren römischen Kaiserzeit auf Seeland, seine Bedeutung und internationalen Beziehungen. Nordiske Fortidsminder B 13. Kopenhagen 1995.

**MORRISSEY, Ch. 2000:** Nachbestattungen des frühen Mittelalters in vorgeschichtlichen Grabhügeln bei Schömberg, Zollernalbkreis. Ein Beitrag zum Wandel des mittelalterlichen Siedlungsbildes. Fundberichte aus Baden-Württemberg 24, 2000, 491-550.

**MÜLLER, K. 2007:** 1300 Jahre alter Perlenschmuck aus Baar. Tugium 2007, 137-147.

**MÜLLER, K. 2010:** Gräber, Gaben, Generationen. Der frühmittelalterliche Friedhof (7. Jh.) von der Früebergstrasse in Baar (Kanton Zug). 2 Bde. Antiqua 48. Basel 2010.

**PARLASCA, K., SEEMANN, H. (Hrsg.) 1999:** Augenblicke. Mumienporträts und ägyptische Grabkunst aus römischer Zeit. Frankfurt 1999.

**PÉRIN, P., FORNI, P. 1985:** So lebten sie zur Zeit der Völkerwanderung. Hamburg 1985.

**REICH, Y. 2002:** Die Perlen. In: A. Burzler u. a., Das frühmittelalterliche Schleithem – Siedlung, Gräberfeld und Kirche. Schaffhauser Archäologie 5. Schaffhausen 2002, 233-269.

**SCHACH-DÖRGES, H. 1981:** Frühalamannische Funde von Lauffen am Neckar. Fundberichte aus Baden-Württemberg 6, 1981, 615-665.

**SHELLHAS, U. 1997:** Perlen als Fibelhänger – die merowingische Interpretation eines mediterranen Vorbildes. In: U. von Freedon, A. Wiczorek, Perlen. Archäologie, Techniken, Analysen. Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte 1. Bonn 1997, 339-348.

**SCHULZE, M. 1976:** Einflüsse byzantinischer Prunkgewänder auf die fränkische Frauentracht. Archäologisches Korrespondenzblatt 6, 1976, 140-161.

**SCHULZE, M. 1984:** Frühmittelalterliche Kettenohrringe. Archäologisches Korrespondenzblatt 14, 1984, 325-335.

**SEIPEL, W. (Hrsg.) 1998:** Bilder aus dem Wüstensand. Mumienportraits aus dem Ägyptischen Museum Kairo. Wien 1998.

**SICHERL, B. 2011:** Das merowingerzeitliche Gräberfeld von Dortmund-Asseln. Bodenaltertümer Westfalens 50. Mainz 2011.

**SIEGMANN, M. 2005:** Bunte Pracht – Die Perlen der frühmittelalterlichen Gräberfelder von Liebenau, Kreis Nienburg/Weser, und Dörverden, Kreis Verden/Aller. Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas 28.4. Langenweißbach 2005.

**SIEGMANN, M. 2006:** Mitten im Leben vom Tod umfängen. Zu den Befunden einiger völkerwanderungszeitlicher Frauengräber aus Liebenau (Kr. Nienburg/Weser). In: W.-R. Teegen u. a. (Hrsg.), Studien zur Lebenswelt der Eisenzeit. Festschrift für Rosemarie Müller. Ergänzungsbände zum Reallexikon der Germanischen Altertumskunde 53, 2006, 279-304.

**SIEGMANN, M. 2007:** Kleinst - Glas - Miniatur - Stick - Perl - Collier, oder: Form ist nicht Funktion. Miniaturperlen im archäologischen Befund. In: F. M. Andraschko u. a. (Hrsg.), Archäologie zwischen Befund und Rekonstruktion. Festschrift für Renate Rolle. Antiquitates 39. Hamburg 2007, 275-289.

**SIEGMANN, M. 2009:** Landpomeranzen oder voll im Trend!? Schmuck und Modebewusstsein der Frauen von Liebenau, Kr. Nienburg/Weser, und Dörverden, Kr. Verden. In: O. Heinrich-Tamaska u. a. (Hrsg.), *Dunkle Jahrhunderte in Mitteleuropa? Studien zu Spätantike und Frühmittelalter* Band 1. Hamburg 2009, 135-158.

**SIEGMANN, M. 2016:** Quellenfülle, ungenutzt: Perlen aus Glas und anderen Materialien. In: U. Koch (Hrsg.), *Reihengräber des frühen Mittelalters – nutzen wir doch die Quellenfülle*. Mannheimer Geschichtsblätter Sonderveröffentlichung 8 = Forschungen zu Spätantike und Mittelalter 3. Remshalden 2016, 289-298.

**VONS-COMIS, S. Y 1988:** Een nieuwe reconstructie van de kleding van de 'Prinses van Zweeloo'. *Nieuwe Drentse Volksalmanak* 105, 1988, 151-187.

**WAMSER, L. (Hrsg.) 2004:** *Die Welt von Byzanz – Europas östliches Erbe*. Stuttgart 2004.

Autorin

Dr. Maren Siegmann  
Museum in der 'Alten Schule'  
Nikolaus-Däublin-Weg 2  
79588 Efringen-Kirchen  
Deutschland  
museum@efringen-kirchen.de

Hutgasse 3  
79588 Efringen-Kirchen  
Deutschland  
maren.siegmann@arcor.de

#### Abbildungsnachweis

Abb. 1: GROHNE 1953, Taf. A

Abb. 2: LEHMANN 2003, Abb. 1-3

Abb. 3: HÄßLER 1990, Taf. 123

Abb. 4: Niedersächsisches Landesmuseum Hannover, Grabungsdokumentation

Abb. 5: HÄßLER 2002, 126, modifiziert

Abb. 6: Perlen, Rekonstruktion, Foto

Maren Siegmann.

Abb. 7: HÄßLER 2002, 225, modifiziert

Abb. 8: FURGER U. A. 1996, 158.

Abb. 9: ALAMANNEN 1997, 286, modifiziert

Abb. 10: GREGOROVIVS U. A. 1988, 25

Abb. 11: Perlen, Rekonstruktion, Foto:

Maren Siegmann

Abb. 12: Grafik, Perlen, Rekonstruktion,  
Foto Maren Siegmann

Abb. 13: WAMSER 2004, 483

Abb. 14: BECKER 1954, Abb. 3, modifiziert

Abb. 15: SCHULZE 1984, 331

## Alte Mauern mit neuem „Glanz“ – Sanierung und Neupräsentation der „Kaiserpfalz Franconofurd“

Thomas Flügen, Carsten Wenzel

**Summary – Old walls in renewed splendour – the renovation and new presentation of the “Kaiserpfalz Franconofurd”.** *The cathedral hill in the centre of Frankfurt forms the historic nucleus of the metropolis on the Main. The oldest remains, which are still visible today, are from a Roman military post erected at the end of the first century A.D. From the end of the 8<sup>th</sup> century onwards, one of the most important palace complexes of the (East) Frankish Empire was located here. The walls of the aula regia, constructed under Louis the Pious (778-840), as well as the adjacent buildings, are still preserved today, in some cases to a height of several stories. In the Middle Ages, the ruins of the palace complex were integrated into the cellars and house walls of newly constructed buildings. The cathedral hill thus offers a unique archaeological window into several centuries of Frankfurt’s development. In 1972/73, part of these sections of the walls underwent conservation work and the “Archaeological Garden” was created as part of a redesign of the entire area. A new chapter in the history of the area was opened in the course of the restructuring of Frankfurt’s old town, begun in 2012. This will become apparent through, inter alia, its renaming to „Kaiserpfalz Franconofurd“. From summer 2018, the area, which will now offer protection from wind and rain, will make a redesigned presentation, of museum quality, available for visitors to view from the outside, and accessible, thanks to newly created entries. The skilled restoration of the historic walls, and the subsequent additions through reconstruction, were an important precondition for the Museum exhibition. The article offers an insight into the works and the planned new presentation, and presents the collaboration efforts the Archaeological Museum Frankfurt has undertaken, in the framework of these activities.*

**Keywords:** Frankfurt am Main, Roman Period, Middle Ages, palatinate, reconstruction, outdoor museum, didactics

**Schlagworte:** Frankfurt am Main, Römerzeit, Mittelalter, Pfalzanlage, Rekonstruktion, Freilichtmuseum, Didaktik

Der Domhügel im Zentrum der Altstadt von Frankfurt bildet die historische Keimzelle der modernen Finanzmetropole am Main. An dieser Stelle öffnet sich seit nunmehr fast 50 Jahren im „Archäologischen

Garten“ (zukünftig: „Kaiserpfalz Franconofurd“) ein einzigartiges archäologisches Fenster in mehrere Jahrhunderte der Stadtentwicklung. Die Neugestaltung des Areals im Zuge der Errichtung des „Stadt-



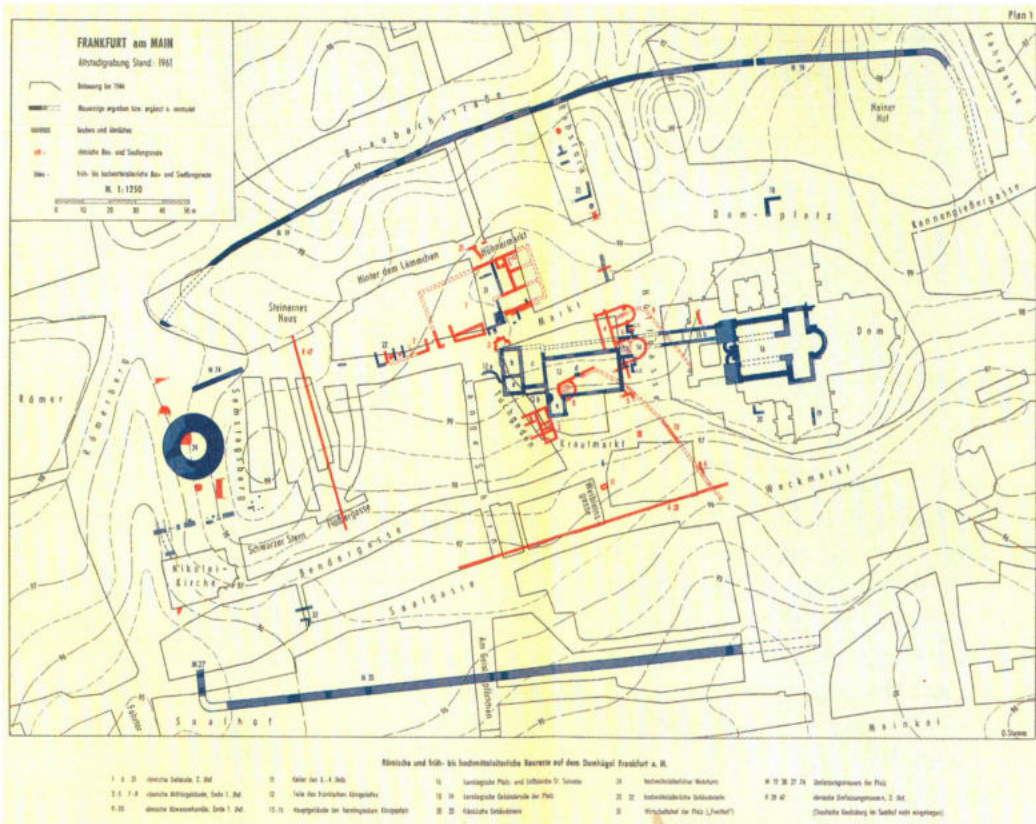


Abb. 1: Plan der Baubefunde aus Römerzeit (rot) und Mittelalter (blau) auf dem Domhügel nach STAMM 1962. – Roman (red) and Medieval structures (blue) as shown in the plan published by STAMM 1962.

hauses“ seit 2012 bedingt auch eine grundlegende Überarbeitung der Präsentation der am Ort sichtbaren archäologischen Befunde.

### Vom römischen Stützpunkt zur Kaiserpalz

Bis vor ca. 7.000 Jahren umschloss der Main das rund 4 ha große Areal des Domhügels. In den folgenden Jahrhunderten wurde die einstige Insel von Norden, Westen und Osten her über festen Grund zugänglich. Die hochwasserfreie Lage bot damit eine günstige topographische Situation für Siedler; Siedlungsspuren sind von dort seit dem Neolithikum bekannt (allgemein dazu: WAMERS 2001). Die ältesten sichtbaren Überreste stammen von einem Ende des 1. Jahrhunderts n. Chr.

unweit der Mainfurt errichteten römischen Stützpunkt (Abb. 1). Die Besetzung des topographisch und verkehrsstrategisch günstig gelegenen Areals ist bereits um 75 n. Chr. belegt. Unter den dieser ersten Bauphase zuzuweisenden Mauerstrukturen befinden sich unter anderem die Fundamente eines Schwitzbades (sudatorium), das Bestandteil einer größeren Therme war. Die Bebauung des Areals trägt von Anfang an deutlich Züge einer zivilen Architektur. Verlässliche Hinweise auf ein „Kastell“ im klassischen Sinn lassen sich nicht benennen. Dennoch wird man eine Präsenz der römischen Verwaltung an diesem wichtigen Platz erwarten können; möglicherweise im Rahmen einer Straßen- oder Zollstation (NUBER, SEITZ 2001). Die Existenz einer privaten Villa am Ort im 2. Jahrhundert n. Chr. er-

scheint dagegen eher als unwahrscheinlich. Besetzt war der Platz voraussichtlich zumindest bis in das fortgeschrittene 2., wahrscheinlich sogar bis in das 3. Jahrhundert n. Chr. In der Folge sind für das 4./5. Jahrhundert einzelne Spuren germanischer Siedler belegt. Durch die Einrichtung eines Königshofes rückt der Domhügel wohl bereits ab dem 6. Jahrhundert in das Zentrum des fränkischen Reiches. Mit der Reichssynode Karls des Großen im Jahr 794 tritt Franconofurd, die „Furt der Franken“, in die schriftliche Überlieferung ein. Die Pfalz entwickelte sich in der Folge zu einer der bedeutendsten im (ost-)fränkischen Reich. Die Mauern der unter Ludwig dem Frommen (778-840) um 822 errichteten *aula regia* sowie zugehöriger Bauten des Königshofes sind teilweise mehrere Lagen hoch erhalten. Ein Verbindungsgang verband dieses weltliche Machtzentrum mit der östlich davon errichteten, 855 geweihten Salvator-Basilika, einem Vorgängerbau des heutigen Domes. Noch in ottonischer Zeit intensiv genutzt, verlor die Pfalz am Ende des 11. Jahrhunderts an Bedeutung. Um 1200 entstand westlich des karolingischen Pfalzareals der staufische Palast am Saalhof. Im Spätmittelalter integrierte man die karolingischen Ruinen auf dem Domhügel schließlich in Keller- und Hauswände von Neubauten (WAMERS 2016).

Über 100 Jahre archäologische Forschung in der Keimzelle Frankfurts

Im Zentrum der wissenschaftlichen Forschungen stand zunächst die Römerzeit. Mit der Aufdeckung römischer Befunde durch den Frankfurter Architekten Christian Ludwig Thomas im Zuge des Neubaus der Kanalisation im Jahr 1889 begann die Suche nach einem Kastell im Herzen der Altstadt (HAMMERAN 1891; zur Forschungsgeschichte WINTERGERST 2007, bes. 11ff.; HAMPEL 2017a). In der Folge führten Baumaßnahmen zur Aufdeckung



Abb. 2: Der Domhügel nach Ende des 2. Weltkriegs: Beginn des Wiederaufbaus. – *The cathedral hill after World War II: the beginning of reconstruction.*

weiterer römischer Mauern sowie eines Abschnitts der ältesten Frankfurter Stadtmauer (THOMAS 1896; THOMAS 1905). Die dokumentierten Befunde veranlassten Georg Wolff, die Existenz einer größeren Militäranlage auf dem Domhügel als gesichert anzusehen und im Limeswerk als Kastell „B 27a“ aufzuführen (WOLFF 1915; vgl. WAHL 1982). Diese – wie man heute annimmt – Fehleinschätzung sollte für Jahrzehnte die Forschungsmeinung zur römischen Epoche im Bereich der alten Maininsel prägen.

Die nahezu vollständige Zerstörung der Frankfurter Altstadt durch die alliierten Luftangriffe vor allem des Jahres 1944 (INSTITUT FÜR STADTGESCHICHTE 2006, bes. 34ff.) bildete eine tiefgreifende Zäsur. Nach dem Ende des 2. Weltkrieges entwickelte sich die Erforschung der nachrömischen Besiedlung des Domhügels zu einem Schwerpunkt der Stadtarchäologie. Die Lage der aus der Literatur zu erschließenden karolingischen Pfalz war bis dahin unbekannt (NAHRGANG 1949). Der zunächst schleppend beginnende Wie-

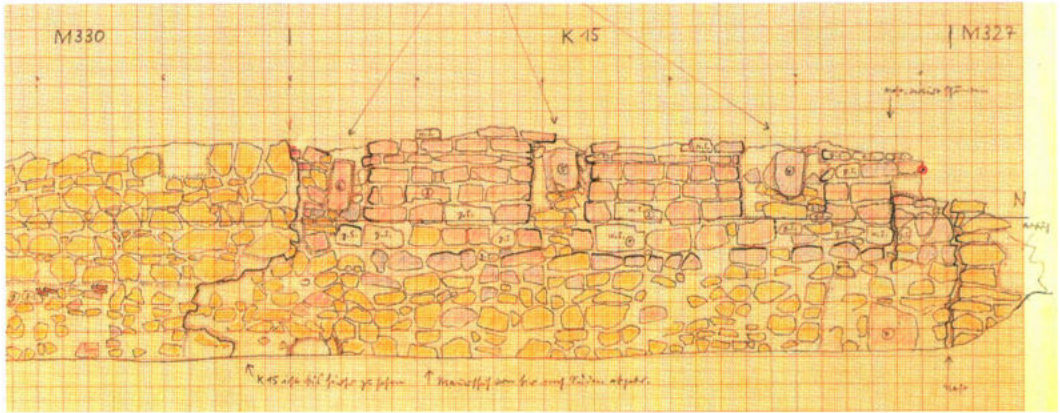


Abb. 3: Profilzeichnung der Westmauer der aula regia mit karolingischem (gelb) und spätmittelalterlichem Mauerwerk. – Profile drawing of the western wall of the aula regia showing Carolingian (yellow) and late Medieval masonry.

der Aufbau in den 50er Jahren berücksichtigte die historische Bedeutung des Platzes freilich in keiner Weise (Abb. 2). Die Diskussionen über die architektonische Gestaltung des einstigen Stadtzentrums nahm dabei nicht nur unter Politikern und Architekten kontroverse Züge an; sie beschäftigt die Frankfurter Stadtgesellschaft bis auf den heutigen Tag (INSTITUT FÜR STADTGESCHICHTE 2006, bes. 38ff.; HANSERT 2012). Erhaltung und Präsentation, gar eine weitere Erforschung der Siedlungsgeschichte des Domhügels spielten in den unterschiedlichen Szenarien der Neubebauung keine Rolle; im Gegenteil: in den Tagebüchern von Grabungsleiter Otto Stamm finden sich zahlreiche Beispiele für das rücksichtslose, geradezu feindselige Verhalten der Baufirmen gegenüber den Vertretern der Stadtarchäologie (WINTERGERST 2007, 112ff.).

Im Zuge der Trümmerbeseitigung und der folgenden Baumaßnahmen gelang es jedoch zwischen 1953 und 1957 in Sondagen und kleineren Flächengrabungen Überreste des frühmittelalterlichen Königshofes freizulegen (STAMM 1955; STAMM 1962). Bis heute bilden diese Untersuchungen die wesentliche Grundlage für die Beschäftigung mit der Pfalzanlage (HAMPEL 2017a; HAMPEL 2017b). Die Bewertung der bei den Grabungen freigeleg-

ten Befunde ist freilich nicht unproblematisch: Insbesondere die Kleinteiligkeit der Einzelmaßnahmen erschwert die Deutung einzelner, oft isoliert stehender Mauerverläufe. In dem über Jahrhunderte besiedelten Areal wurden zudem vorhandene Mauerreste weiter genutzt: So dienten die Mauern der karolingischen Pfalzanlage bis in das späte Mittelalter als Fundamente für die Keller von Privathäusern (Abb. 3).

Eine saubere Trennung der unterschiedlichen Bauphasen, Planierungen und jüngerer Eingriffe konnte so nur bedingt gelingen.

#### Der „Archäologische Garten“ – Freilichtmuseum im Herzen Frankfurts

Mit voranschreitender Überbauung des Areals waren nach 1957 nur noch bedingt Baubeobachtungen möglich. Vor allem der Bau der U-Bahn-Station „Römer“ ab 1969 sowie die Errichtung des Historischen Museums im Bereich der staufischen Pfalzanlage am Saalhof und des Technischen Rathauses im Norden des Domhügels (beides ab 1970) veränderten das Aussehen des historischen Zentrums Frankfurts. Sie führten darüber hinaus zu einer massiven Zerstörung archäologisch wertvoller Bereiche.



Abb. 4: Der „Archäologische Garten“ vor Beginn der Sanierung 2012. – The „Archaeological Garden“ before the beginning of the restoration in 2012.

Erst 1971 entschloss man sich, das Areal westlich des Doms mit den Überresten der karolingischen aula regia beim Bau einer Tiefgarage auszusparen und die erhaltenen Mauerreste in einem „Historisch-Archäologischen Garten“ sichtbar zu machen. Im Zuge der Neugestaltung fanden 1972/73 in begrenztem Rahmen weitere Untersuchungen vor Ort statt, bevor man unter der fachlichen Aufsicht des Museums für Vor- und Frühgeschichte (heute Archäologisches Museum) die vorhandenen Mauerreste restaurierte und mit Abbruchmaterial ergänzte.

Somit entstand im historischen Herzen Frankfurts ein ungewöhnliches „Freilichtmuseum“, das einen – wenn auch aufgrund der sehr eingeschränkten didaktischen Aufbereitung eher schwer in seiner Bedeutung fassbaren – Einblick in die Frühzeit der Stadtentwicklung zu geben

vermochte. Unter stadtplanerischen Gesichtspunkten nahm man das Areal jedoch weiterhin als schmerzliche Lücke wahr. So nimmt es wenig Wunder, dass 1980 im Zuge der geplanten Neugestaltung des Dom-Römer-Areals rund 50% der eingereichten Entwürfe die vollständige Überbauung des „Archäologischen Gartens“ vorsahen – und damit eine endgültige Tilgung der archäologischen Überreste in der Keimzelle der Stadt (STADT FRANKFURT 1980).

Der für lange Zeit letzte tiefgreifende Eingriff in die Denkmalsubstanz erfolgte im Rahmen einer Neugestaltung im Jahr 1987: Der gesamte Boden wurde dabei flächig tiefer gelegt, Travertinplatten als Fußbodenbelag eingebracht. Spätestens zu diesem Zeitpunkt unterfing man einen Teil der erhaltenen Mauern flächig mit massiven Betonsockeln – die Befunde

befanden sich nach diesem Eingriff also nicht mehr „in situ“. Die erhaltenen beziehungsweise bereits teilweise rekonstruierten Mauern ergänzte man nun und verfügte sie neu mit Zementmörtel. Aus didaktischen Gründen brachte man die Mauerzüge der einzelnen Epochen unabhängig von ihrem Erhaltungszustand auf einheitliche Höhen: die römischen Befunde blieben niedrig, die hoch- und spätmittelalterlichen Mauern wurden mittelhoch, die der karolingischen Pfalzanlage jedoch hoch aufgemauert (WAMERS 1989a; WAMERS 1989b). Damit sollten die einzelnen Bauphasen für die Besucher leichter zu unterscheiden sein. Im Zentrum stand nun, deutlich an den hohen Mauerzügen sichtbar, die aula regia des 9. Jahrhunderts, deren Mauern in Teilen neu errichtet worden waren. Eine Dokumentation der durchgeführten Maßnahmen erfolgte nicht. Die didaktische Erschließung der Anlage blieb auf ein Bronzemedallion der Pfalz sowie wenige Schilder an einzelnen Mauerzügen begrenzt (Abb. 4). Das Areal wurde im Rahmen von Führungen des Archäologischen Museums „bespielt“; es fehlte jedoch an einem umfassenden didaktischen Konzept zur Erschließung dieses bedeutenden Komplexes. Stattdessen musste man beobachten, dass das offene und unbeaufsichtigte Gelände zugleich als Kinderspielplatz, kostenlose öffentliche Toilette und temporäre Unterkunft für Obdachlose diente. Eine Veränderung dieser unbefriedigenden Situation blieb lange Zeit ein Wunsch der Stadtarchäologie. Dieser konnte nun im Zuge der Neugestaltung der Altstadt endlich realisiert werden. Im Vorfeld ergab sich darüber hinaus in den Jahren 2014-2016 die Möglichkeit für das Denkmalamt, mit Hilfe kleinerer Flächengrabungen und Sondagen einen Teil der bisher nicht oder nur ungenügend untersuchten Bereiche des Domhügels zu ergraben (HAMPEL 2017a; HAMPEL 2017b).



Abb. 5: Auffüllung des Areals zum Schutz der historischen Mauern vor Beginn der Bauarbeiten. – The backfilling of the area to protect the historical masonry before starting the construction works.

#### Mauersanierung und Rekonstruktion

Mit der geplanten Neupräsentation der „Kaiserpfalz Franconofurd“ im Stadthaus bot sich die Möglichkeit, den erhaltenen Denkmalbestand grundlegend zu restaurieren (zur Sanierung historischer Mauern allgemein INSTITUT FÜR STEINKONSERVIERUNG 2016). Basierend auf einer Bestandserfassung der am Ort sichtbaren Mauern im Jahr 2012 erfolgten die weiteren Bauplanungen der Dom-Römer GmbH im Auftrag der Stadt Frankfurt. Dabei galt es in einem ersten Schritt, die ergänzten Mauerkronen teilweise zurückzubauen. Dies war nötig, da für die Neubebauung vorübergehend eine durchgehende Betonplatte als Arbeitsfläche über der Ausgrabung errichtet werden sollte. Außerdem war mit den Architekten festzulegen, in welchen Bereichen des Grabungsareals tragende Betonstützen eingebracht werden durften. Um die historischen Mauern zu schützen, wurden diese mit Geotextil eingepackt, bevor das gesamte Areal mit Kies verfüllt wurde (Abb. 5).

Die Baumaßnahmen erstreckten sich über mehrere Jahre. So entstanden in dieser Zeit nicht nur große Teile der neu-



Abb. 6: Im Originalbestand des Mauerwerkes wurde der Zementmörtel (oben) durch kalkgebundenen Restaurierungsmörtel (unten) ersetzt. – The modern cement in the gaps of the historical masonry (above) was replaced by reconstructed mortar (below).

en Frankfurter „Altstadt“, sondern es wuchs auch über dem Grabungsareal das neue „Stadthaus am Markt“. Hierfür wurde zwischenzeitlich die schützende Betonplatte und Kiesverfüllung entfernt. Im Herbst 2016 konnte dann das Archäologische Museum den Bereich der ehemaligen Kaiserpfalz zur weiteren Bearbeitung übernehmen. In der Folge begann die denkmalgerechte Sanierung der Mauerzüge und die Erschließung der für die Präsentation vorgesehenen neuen Grabungsschnitte (vgl. HAMPEL 2017a). Grundlage für die Erarbeitung eines Leistungsverzeichnisses bildete die Feststellung der häufigsten Schadensbilder an den Mauerzügen. Dabei handelte es sich vor allem um Schäden wie Risse und Ausbrüche, die durch die vorangegangenen Baumaßnahmen entstanden waren. Aber auch die abgebrochenen Mauerkronen sollten wieder hergestellt werden. Ein Gutachten des Instituts für Steinkonservierung (IFS) e. V. in Mainz ergab, dass die mit Kalkmörtel verfüllten Originalfugen durch den in den 70-er und 80-er Jahren aufgeschmierten Zementmörtel stark geschädigt worden waren. Die Empfehlung lautete, diesen zu entfernen und durch einen speziellen Restaurierungsmörtel auf

Kalkbasis zu ersetzen. Dazu wurde der Mörtel im römischen und karolingischen Baubestand analysiert. Dr. Michael Auras vom IFS erarbeitet auf Grundlage der Ergebnisse Vorschläge zur Rezeptur des Restaurierungsmörtels.

Während der Planungsphase entstand zudem die Idee, im Bereich des sudatoriums des römischen Bades die Teilrekonstruktion einer Fußbodenheizung zu errichten. Zudem galt es, die Befunde in den freigelegten „Grabungsfenstern“ und die teilweise neu ergrabenen spätmittelalterlichen Keller zu bearbeiten. Mit Unterstützung des Kulturamtes der Stadt Frankfurt konnte schließlich die Firma Sauer (Budenheim) mit der Durchführung der Sanierungsarbeiten beauftragt werden. Deren Mitarbeiter beschäftigten sich in den folgenden Monaten mit dem Austausch der Zementfugen im Denkmalbestand. Mit Hilfe der Grabungsdokumentation konnte steingenaue die Grenze zwischen den Originalmauern und den Ergänzungen gezogen werden (Abb. 6). Der Austausch der Fugen erfolgte mechanisch mit Hammer und Meißel, in besonderen Fällen auch mit dem Presslufthammer. Mit dem von Kay Neuling (Restaurator im Maurerhandwerk) hergestellten Restaurierungsmörtel fand die Neuverfugung statt. Der Mörtel wurde dabei in die offenen Fugen appliziert und nach einem Tag Trockenzeit oberflächlich bearbeitet. In einem weiteren Arbeitsschritt ergänzte man die abgetragenen Mauerkronen. Geeignetes Steinmaterial dafür konnte von aktuell laufenden Ausgrabungen des Denkmalamtes übernommen werden. Da die gesamte Anlage nun überbaut, also vor Regen geschützt ist, spielt die Wasserführung auf dem Mauerbestand zukünftig keine Rolle mehr. Durch die Baumaßnahmen entstandene Risse und Ausbrüche im Mauerwerk wurden repariert; Bereiche, bei denen moderne Bauteile an historische Mauern stoßen, mit Bruchsteinen ergänzt. Ein besonderes Augenmerk



Abb. 7: Aufmauern der rekonstruierten Hypokaustziegel im sudatorium des römischen Bades. – Bricking up the reconstructed tiles in the sudatorium of the roman bath.

lag auf der Teilrekonstruktion der Hypokaustanlage. Hier werden die Besucher zukünftig einen Einblick in die innovative Bautechnik der Römer bekommen. Als Muster für die neu zu brennenden Ziegel dienten Originale der Ausgrabungen aus den 50-er Jahren. Mit der Ziegelei „Neue Ziegel-Manufaktur Glindow“ hatten wir einen Hersteller an der Hand, der sich der außergewöhnlichen Aufgabe stellte. In der Produktion stellten besonders die großen Suspensura-Ziegel eine Herausforderung dar, gab es bis zum Gelingen doch einige Fehlbrände. Nachdem die Ziegel auf der Baustelle in Frankfurt eingetroffen waren, wurde in einem ersten Schritt die Einteilung nach dem Grabungsbefund in der vorgegebenen Fläche vorgenommen. Um den Mörtel Eigenschaften gerecht zu werden, die ein „Nass-in-Nass-Arbeiten“ vorsahen, wurde die Rekonstruktion in Abschnitten errichtet. Als Fundamentschicht diente ein grober Mörtel mit Zuschlägen

von Ziegelsplitt. Darauf wurden die Hypokaustpfeiler errichtet, die aus zehn Rundziegel bestehen. Die Grundlage des Fußbodens wurde aus Suspensurplatten hergestellt, die auf ebenfalls quadratischen Kapitellziegeln zum Liegen kamen. Den eigentlichen Fußboden bildet eine grobe Mörtelschicht, die mit einem feinen Estrich überzogen wurde (Abb. 7). Um das aufgehende Mauerwerk anzudeuten, musste der römische Mauerbefund in einem Teilbereich um einige Lagen Steine ergänzt werden. Dort konnten dann Hohlziegel (tubuli) in zwei Lagen aufgebracht werden. Die tubuli bilden zugleich die Träger des mehrlagigen Wandputzes, auf dem die bei den Grabungen dokumentierte Wandmalerei angedeutet wird. Im Bereich der spätmittelalterlichen Keller im Osten standen ebenfalls umfangreiche Arbeiten an. Ein mit Sandsteinplatten ausgelegter Fußboden musste teilweise ergänzt, eine Maueröffnung zugemauert



Abb. 8: Wiedereinbringung des „Kühlschranks“ in den spätmittelalterlichen Keller. – Reassembling of the stone-made “fridge” in the late Medieval cellar.

und ein mittelalterlicher Brunnschacht freigelegt werden. Ein besonderes Fundstück, ein historischer „Kühlschrank“ in Form eines Steintroges, kehrte schließlich wieder an seinen Fundort (Abb. 8) zurück. Die abschließenden Arbeiten in den „Grabungsfenstern“ stehen derzeit noch aus. Dieser Bauabschnitt wird wohl den Schlusspunkt markieren. Hierbei werden die Reinigung mit Staubsauger und das Freipräparieren einiger Befunde im Vordergrund stehen. Zukünftig werden die Besucher hier einen authentischen Einblick in die neueren Grabungen gewinnen können.

Parallel zu den Sanierungsarbeiten entsteht ein neues museumspädagogisches Konzept, das in moderner, attraktiver Form Informationen für die Besucher bereithält: Neben Infotafeln zeigen zwei

großformatige Lebensbilder Rekonstruktionen des Domhügels mit der Bebauung in römischer und karolingischer Zeit, ein neues Bronzemodell mit interaktivem Terminal sowie vor allem einen Ausstellungsraum, in dem herausragende Funde aus dem Areal gezeigt werden können, ergänzen die Textinformationen. Spätestens Ende September 2018 soll die Neu-präsentation der „Kaiserpfalz Franconofurd“ dann auch für Besucher zugänglich sein.

#### Literatur

**HAMMERAN, A. 1891:** Das Römerkastell zu Frankfurt am Main. Archiv für Frankfurter Geschichte und Kunst, 3. Folge, 3, 1891, 301-311.

**HAMPEL, A. 2017a:** Aktuelle Ergebnisse der neuen Ausgrabungen im Archäologischen Garten auf dem Frankfurter Domhügel. In: P. Fasold u. a. (Hrsg.), Forschungen in Franconofurd. Festschrift für E. Wamers zum 65. Geburtstag. Schriften des Archäologischen Museums Frankfurt 28. Regensburg 2017, 101-111.

**HAMPEL, A. 2017b:** Neue Grabungsergebnisse zur Pfalanlage des 9. Jahrhunderts auf dem Frankfurter Domhügel. In: U. Recker (Hrsg.), locundi acti labores. Festschrift für E. Schallmayer zum 65. Geburtstag. Hessenarchäologie Sonderband 5. Stuttgart 2017, 159-165.

**HANSERT, A. 2012:** Frankfurter Geschichtsvergessenheit: hundert Jahre Altstadtdebatte als Beispiel. Kuratorium Kulturelles Frankfurt e. V. Frankfurt a. M. 2012.

**INSTITUT FÜR STADTGESCHICHTE FRANKFURT (Hrsg.) 2006:** Zwischen Dom und Römerberg. Die Frankfurter Altstadt gestern, heute und morgen. Frankfurt a. M. 2006.

**INSTITUT FÜR STEINKONSERVIERUNG E. V. (Hrsg.) 2016:** Sicherung und Präsentation von architektonischen Bodendenkmälern. Eine bautechnische Herausforderung. IFS-Bericht 52. Mainz 2016.



**NAHRGANG, K. 1949:** Die Frankfurter Altstadt. Eine historisch-geografische Studie. Rhein-Mainische Forschungen 27. Frankfurt a. M. 1949.

**NUBER, H. U., SEITZ, G. 2001:** Frankfurts römischer Ursprung – Kastell oder Prätorium? In: S. Hansen, V. Pingel (Hrsg.), Archäologie in Hessen. Neue Funde und Befunde. Festschrift für F.-R. Herrmann zum 65. Geburtstag. Internationale Archäologie, Studia honoraria 13. Rahden/Westfalen 2001, 187-197.

**STADT FRANKFURT AM MAIN (Hrsg.) 1980:** Dom-Römer-Bereich Wettbewerb 1980. Braunschweig, Wiesbaden 1980.

**STAMM, O. 1955:** Zur karolingischen Königspfalz in Frankfurt am Main. Germania 33, 1955, 391-401.

**STAMM, O. 1962:** Spätromische und frühmittelalterliche Keramik der Altstadt Frankfurt am Main. Schriften des Frankfurter Museums für Vor- und Frühgeschichte 1. Frankfurt a. M. 1962.

**THOMAS, Chr. L. 1896:** Die Freilegung der römischen Gebäudereste auf dem Hühnermarkt. Archiv für Frankfurter Geschichte und Kunst, 3. Folge, 5, 1896, 300-308.

**THOMAS, Chr. L. 1905:** Die erste Stadtmauer von Frankfurt am Main. Berichte der Römisch-Germanischen Kommission 1, 1905, 74-78.

**WAHL, J. 1982:** Der römische Militärstützpunkt auf dem Frankfurter Domhügel. Schriften des Frankfurter Museums für Vor- und Frühgeschichte 6. Bonn 1982.

**WAMERS, E. 1989a:** Der „Archäologische Garten“ in Frankfurt am Main. Führungsblatt zu den konservierten Befunden der römischen bis spätmittelalterlichen Bebauung auf dem Domhügel im Zentrum der Altstadt. Archäologische Denkmäler in Hessen 85. Wiesbaden 1989.

**WAMERS, E. 1989b:** Zur Archäologie der Frankfurter Altstadt – Der Archäologische Garten. In: Frankfurt am Main und Umgebung. Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland 19. Stuttgart 1989, 154-159.

**WAMERS, E. 2001:** Vom römischen Militärstützpunkt zur karolingischen Pfalz. Neue Aspekte zur Kontinuität auf dem Domhügel in Frankfurt am Main. In: S. Felgenhauer-Schmiedt, A. Eibner, H. Knittler, (Hrsg.), Zwischen Römersiedlung und mittelalterlicher Stadt. Archäologische Aspekte zur Kontinuitätsfrage. Beiträge zur Mittelalterarchäologie in Österreich 17. Wien 2001, 67-88.

**WAMERS, E. 2016:** Franconofurd – Merowinger und Karolinger gründen eine Stadt. In: E. Brockhoff (Hrsg.), Von der Steinzeit bis in die Gegenwart. 8000 Jahre städtebauliche Entwicklung in Frankfurt am Main. Archiv für Frankfurts Geschichte und Kunst 76. Frankfurt a. M. 2016, 27-35.

**WINTERGERST, M. 2007:** Franconofurd I. Die Befunde der karolingisch-ottonischen Pfalz aus den Frankfurter Altstadtgrabungen 1953-1993. Schriften des Archäologischen Museums Frankfurt 22/1. Frankfurt a. M. 2007.

**WOLFF, G. 1915:** Das Kastell Frankfurt am Main. Der Obergermanisch-Raetische Limes des Römerreiches (ORL) Abteilung B II 3 Nr. 27. Berlin 1915.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: STAMM 1962, Plan 1

Abb. 2-8: Archäologisches Museum Frankfurt

Autoren

Thomas Flügel, Dr. Carsten Wenzel  
Archäologisches Museum Frankfurt

Karmelitergasse 1

60311 Frankfurt am Main

Deutschland

## „Wie man guote krapfen mag machen“ Neue Experimente zur Herstellung mittelalterlicher Krapfen – erste Grundlagen

Andreas Klumpp

**Summary – “Wie man guote krapfen mag machen” (How to make good fritters/doughnuts). New experiments on medieval “Krapfen” production – basic research.** In 2015 I demonstrated the procedure for the interpretation of historic recipes (KLUMPP 2016). Two examples I used were for cheese and bacon and for apple and nut doughnuts. During recipe testing some main questions emerged: What kind of dough was used? Which baking agents were used? What were the lipids used for baking? In which manner had the doughnuts been filled? Which forms are mentioned in the texts? Can the kitchen equipment be determined, that has been used? Using the Medieval Plant Survey web page ([www.medieval-plants.org](http://www.medieval-plants.org)) I could easily search 38 transcripts of medieval culinary manuscripts containing about 2.400 recipes. 21 of these collections held in total about 87 recipes for doughnuts that were used to try answer the above questions. The research found 12 categories of doughs, 10 varieties of forms and three categories of baking media. The relationship between kind of dough and consistency of the different varieties of filling could not be determined, yet.

**Keywords:** doughnuts, doughs, recipe interpretations, shaping, cooking experiments  
**Schlagworte:** Krapfen, Teige, Rezeptinterpretationen, Formgebung, Kochversuche

Schon 2015 habe ich in meinem Vortrag und dem zugehörigen Artikel „Diz buoch sagt von guoter spise, daz machet die vnverichtigen koeche wise’ – Von der Rezepthandschrift zur Interpretation“ (KLUMPP 2016) das Vorgehen bei der Interpretation historischer kulinarischer Rezepte von der Schriftquelle bis zur praktischen Umsetzung der Rezepte anhand mehrerer Beispiele demonstriert. Darunter befanden sich auch zwei Krapfenrezepte, Käse-Speckkrapfen (Abb. 1) und Apfel-Nusskrapfen (Abb. 2), die zur Verdeutli-

chung der Probleme bei der Umsetzung herangezogen wurden. Bei der Bearbeitung der Texte und während der Experimente traten einige Fragen besonders hervor: Welcher Teig wurde verwendet? Welche Backtriebmittel wurden eingesetzt? Welche Fette wurden zum Ausbacken verwendet? Wie wurden die Krapfen gefüllt? Welche Formen gab es? Welche Küchengeräte wurden eingesetzt? Im Folgenden sollen die aktuellen Forschungsergebnisse vorgestellt werden. Aus Zeitgründen konnten bisher nur we-



Abb. 1: Käse-Speck-Krapfen. – Cheese-bacon doughnuts.



Abb. 2: Apfel-Nuss-Krapfen. – Apple-nut doughnuts.

nige Experimente zur „Krapfenfrage“ durchgeführt werden, weshalb der Artikel den bisherigen Stand der Textanalyse und nur wenige Versuche wiedergeben wird. Die hier gemachten Beobachtungen stellen die Grundlage für das weitere Vorgehen dar.

Eine nützliche Quelle für die Untersuchung stellt das Portal Pflanzen des Mittelalters / Medieval Plant Survey ([www.medieval-plants.org](http://www.medieval-plants.org)), initiiert von Dr. Helmut W. Klug, Universität Graz, Austrian Centre for Digital Humanities, dar. In dieser Datenbank sind zur Zeit 109 Editionen europäischer Handschriften mit kulinarischem, botanischem und medizinischem Inhalt in Latein, Deutsch, Englisch, Französisch und Niederländisch enthalten. Davon enthalten etwa 38 Manuskripte insgesamt 2.400 kulinarische Rezepte. Diese Texte sind hauptsächlich in deutscher Sprache verfasst und bilden zwar nicht den gesamten Bestand, aber doch einen großen Teil der deutschsprachigen mittelalterlichen Kochrezepte ab. Somit steht uns eine vergleichsweise hohe Anzahl an Schriften und Rezepten zur Verfügung, die mittels der Suchfunktionen der Datenbank durchsucht werden können. Durch mehrere Suchanfragen nach den von den Einzeldatoren vergebenen Rezeptnamen in modernem Deutsch, nach Einzelzutaten in modernem Deutsch und einer Stichwortsuche im Text mit mittel-

hochdeutschen Begriffen lassen sich in den 38 Handschriften ca. 87 Rezepte aus 21 Manuskripten erfassen, die das Signalwort „Krapfen“ enthalten. Zu beachten ist, dass die Editionen von einer Vielzahl an Editoren eingereicht wurden und somit die Vergabe moderner Rezepttitel nicht immer einheitlich erfolgt. Auch müsste man zum einen die Stichwortsuche mit sämtlichen möglichen historischen Schreibweisen für „Krapfen“ durchführen. Zum anderen waren die Definition und Verwendung des Begriffs „Krapfen“ nicht einheitlich. Das hier behandelte Schmalzgebäck kann sich daher auch hinter Begriffen wie „Strauben“, „Küchlein“, „Törtlein“, „Gebäck“ und anderen und den zahlreichen historischen Schreibweisen verstecken. Dies würde streng genommen ein Studium sämtlicher 2.400 Rezepte notwendig machen, um das Gericht anhand der Zubereitungsbeschreibung identifizieren zu können. Erschwerend kommt hinzu, dass einige Gerichte „Krapfen“ als Zutat enthalten oder es sich um Soßen handelt, die als Beilage für Schmalzgebäck gedacht sind. Zieht man diese Schwierigkeiten in Betracht, dürften etwa 90-100 Krapfenrezepte in der Datenbank vertreten sein, von denen hier nur die eindeutigsten 87 herangezogen werden.

Was die Definition des Begriffs „Krapfen“ betrifft, so halten die Gebrüder Grimm

1854 in ihrem Deutschen Wörterbuch fest, dass es sich um ein meist gefülltes Festgebäck handelt, das oft in der Fastenzeit gereicht und in Fett oder Öl knusprig ausgebacken wird. Durch Synonymität im landläufigen Gebrauch können allerdings auch andere Schmalzgebäcke als „Krapfen“ bezeichnet werden. So zum Beispiel die „Strauben“, vom Adjektiv „straub“, d. h. „rau“, „kraus“. Es handelt sich um ein Gebäck mit rauer oder krauser Oberfläche, das in mehr oder weniger flüssigen Teig getaucht und ebenfalls in Fettstoffen ausgebacken wird. Schon in historischen Rezepten werden „Strauben“ häufig als „Krapfen“ oder „Straubkrapfen“ bezeichnet. Dieses Beispiel zeigt, wie schwierig es ist „klassische“ Krapfen von anderen Gebäckstücken zu unterscheiden. Für die vorliegende Untersuchung wurden daher mit einer Ausnahme nur Rezepte ausgewählt, bei denen der Krapfen selbst aus einer Teigmasse besteht oder bei denen eine Füllung in eine mehr oder weniger feste, nicht flüssige Teigmasse gegeben wird.

Zu Beginn der Rezeptanalyse zeigte sich für mich überraschend, dass nur etwa 55%, d. h. 21 von 38, der in der Datenbank erfassten Handschriften Krapfenrezepte enthielten. Außerdem machen die ca. 87 Krapfenhinweise aus etwa 2.400 Kochanweisungen nur 3,6% des Gesamtbestands aus. Da solche Gerichte in fast jedem modernen „Mittelalterkochbuch“ (z. B. EHLERT 2000) in mehreren Zubereitungsarten erscheinen und sie noch heute besonders im süddeutschen Raum in verschiedenen Süßgebäckvarianten bei Fastnachtsveranstaltungen, Kirchweihen und Festen aller Art verbreitet sind, bin ich von einer etwas größeren Bedeutung der „Krapfen“ ausgegangen. Diese Fehleinschätzung ergab sich unter anderem auch daraus, dass ein Großteil der am häufigsten editierten und am besten untersuchten Rezipthandschriften (z. B. bvgs) zur Gruppe mit Krapfenrezepten gehören. Bei

genauerer Betrachtung enthalten aber auch in dieser Gruppe 13 Manuskripte lediglich ein bis drei, fünf Handschriften vier bis neun und nur drei 10 und mehr Krapfenrezepte, der Anteil an Nachweisen pro Rezeptsammlung ist also ebenfalls meist eher gering.

Hinzu kommt, dass es sich bei 40 Rezepten um solche handelt, die in mehr als einer Handschrift auftauchen. Somit verbleiben für die Untersuchung 47 Kochanweisungen, die als eigenständige Krapfenvarianten bezeichnet werden können. Davon geben ein Großteil nur Angaben zur Fülle, einige hiervon enthalten bestenfalls vage Andeutungen wie „füll es in einen Teig“, „nimm einen derben/rauen/starken Teig“, „gib die Fülle auf ein Blatt von Teig“ oder „füll es in einen Krapfen“ und bei dreien muss unklar bleiben, ob die Zutaten ausschließlich für die Fülle oder auch für die Teigumhüllung verwendet werden. Damit verbleiben nunmehr 22 Rezepte, bei denen mindestens eine Zutat oder zumindest die Verwendung eines „Teiges“ angegeben wird. Für die vorliegende Untersuchung soll vorerst das Verhältnis zwischen Art der Fülle und Art des Teiges sowie Form außen vor gelassen werden. Ob bestimmte Teigarten oder Formen an bestimmte Füllen angepasst wurden, muss in Zukunft noch durch praktische Experimente erprobt werden. Fehlgeschlagene Vorversuche mit dem Teig für „Lappenküchlein“ und einer Fülle mit rohem Ei deuten darauf, dass zumindest bei manchen Teigmassen ein solcher Zusammenhang bestehen könnte.

Aus den Krapfenrezepten lassen sich 12 Kategorien erstellen:

1. Ei-Mehl-Teige:

3 Rezepte mit flexiblem/weichem/zartem Teig, kann geschnitten werden, aus Eiern, Mehl.

1 Rezept, fester Teig zum Ausrollen von „Zetteln/Zelten“ (d. h. dünnen Kuchen) aus Eiern, Mehl, Schmalz zum Ausbacken.

1 Rezept, fester Teig zum Ausrollen von „Blättern“, aus Eiern, Mehl, Honig.

#### 2. Ei-Brot-Teige:

1 Rezept, fester Teig zum Ausrollen von „Blättern“, aus Eiern, gewürfeltem Weißbrot, Muskatnuss, Salz.

1 Rezept, dicker/fester Teig, aus Ei, „schönem“ Mehl (d. h. beste Qualität Weizenmehl), evtl. „schönem“ Brot (d. h. beste Qualität Weißbrot), Schmalz zum Ausbacken an Fleischtagen, Butter an Fischtagen.

#### 3. Ei-Flüssigkeit-Mehl-Teige:

2 Rezepte, starker Teig, „Lappenkuchen“, Grundteig für 3 weitere Rezepte, aus Eiern, Wein, einem Drittel Milch, so viel weißem Mehl, um einen starken Teig zu machen.

2 Rezepte, flexibler/weicher/zarter Teig zum Ausrollen von „Blättern“, aus Honig, Wein, weißem Mehl, rotem Dotter, Safran, so viel Mehl, um einen leichten Teig zu machen.

3 Rezepte, fest genug zum Hacken, aus sauren Äpfeln, Wasser, Eiern, Gewürzen oder Kräutern.

3 Rezepte, schüttbarer Teig/Pfannkuchenteig, aus Eiern, wenig Wasser, wenig Mehl, Schmalz zum Ausbacken.

2 Rezepte, Var. a) der Basisteig(?) für Teigvarianten mit Backtriebmittel, aus Honig, Wein, Mehl, Dotter, Safran.

#### 4. Ei-Käse-Mehl-Teige:

8 Rezepte, knetbarer Teig, keine Umhüllung, aus gutem Käse, halb so viel Mehl, Eiern, Schmalz zum Ausbacken.

1 Rezept, knetbarer Teig, keine Umhüllung, aus geriebenem Käse, genau so viel Mehl, Eiern, Gewürzen, Schmalz zum Ausbacken.

2 Rezepte, weicher Teig, kann mit Löffel abgestochen oder in Pfanne gestrichen werden, aus geriebenem Käse, Eiern, etwas Speck, etwas Mehl, Schmalz zum Ausbacken, evtl. Safran, Zucker.

1 Rezept, nicht zu starker/harter Teig, knetbar, kann durch Handrollen geformt werden, aus mürbem/krümeligem Käse, „Semmelmehl“ (d. h. beste Qualität Weizenmehl), Eiern, Schmalz zum Erhitzen, Leinöl oder (Oliven)Öl zum Ausbacken.

#### 5. „Blatt“ von Eierteig:

3 Rezepte, schüttbarer oder fester Teig zum Ausrollen von Blättern, unsicher, aus einem „Blatt von Eiern“, etwas Schmalz zum Ausbacken.

#### 6. Teige mit Backtriebmitteln:

2 Rezepte, knetbar (flexibler/zarter/weicher?) Teig, verschiedene Backtriebmittel, den Teig aufgehen lassen, mit lauwarmem Wasser oder gesottenem Honigwein kneten, aus:

Var. a) der Basisteig(?) (siehe: 3. Ei-Flüssigkeit-Mehl-Teige), aus Honig, Wein, Mehl, Dotter, Safran;

Var. b) Hefe oder Bodensatz aus dem (Wein)Fass (beides mhd: hefe / hefel);

Var. c) unpasteurisiertes Bier;

Var. d) Hopfenwasser;

Var. e) Brat-/Brotwurst, aus „Bäckerteig“ (Sauer- oder Hefeteig), Honig oder nichts, Öl zum Ausbacken.

1 Rezept, weißer urhab, Weizenteig mit Backtriebmittel, aus Weizensauerteig (auch Hefe denkbar).

6 Rezepte, erhabender Teig, zum Einwickeln der Füllung, aus Teig mit Backtriebmittel, Öl zum Ausbacken.

#### 7. Frucht-Nuss-Teige:

1 Rezept, wird in Krapfen gehackt, keine Teighülle, aus gebratenen oder rohen Birnen, Feigen, Rosinen, Mandeln oder Nüssen, grünen Äpfeln, süßen Gewürzen, Ingwer, Öl zum Ausbacken.

8. Raue/starke/feste Teige, keine Zutaten genannt:

6 Rezepte, rauer/starker/fester Teig, weitere Zutaten: Butter oder Schmalz zum Ausbacken.

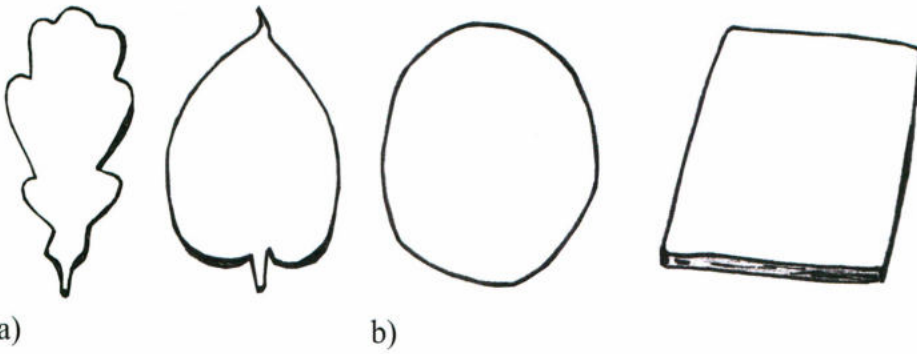


Abb. 3: Flache Teigblätter, ohne Fülle: a) Lappenkuchen in Laubform, b) Scheiben- und andere Formen. – Flat dough sheets without filling: a) small “lobed” cakes in the form of leaves, b) disc and other shapes.

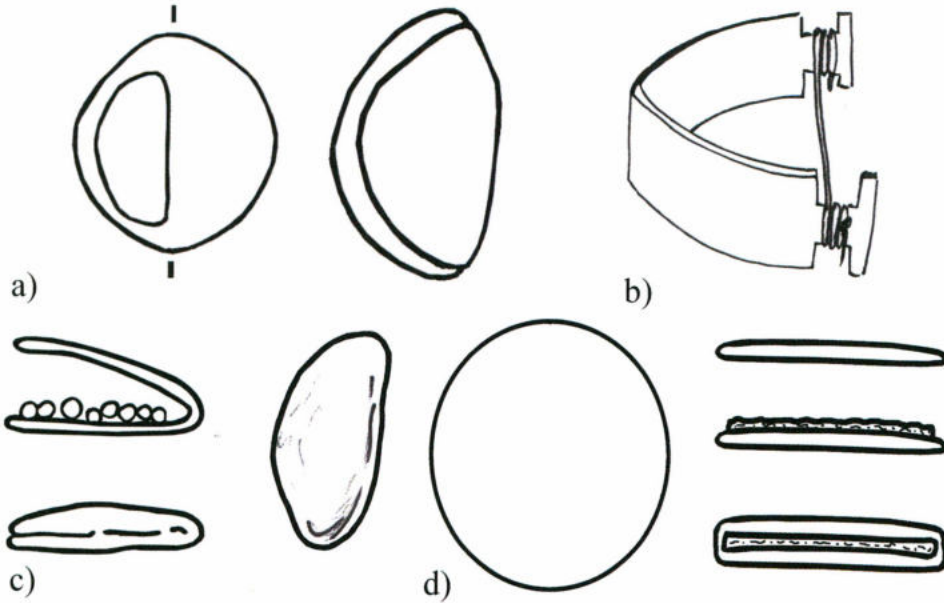


Abb. 4: Flache Teigblätter, mit Fülle: a) „Ravioli“-Form, b) kleiner Bogen mit Faden zum Abdrücken des überschüssigen Teigs, c) gefüllter Pfannkuchen, d) „Scheiben“-Form aus zwei Teigblättern. – Flat dough sheets with filling: a) “ravioli” shape, b) little bow with string for forcing off excess dough, c) filled pancake, d) disc shape made of two dough sheets.

9. Flüssiger Teig, keine Zutaten genannt:  
1 Rezept, tröpfelnder/flüssiger Teig, weitere Zutaten: Öl zum Ausbacken, Honig zum Darüberschütten oder nichts.

10. „Teig“, keine Zutaten genannt:  
4 Rezepte, „Teig“.

11. „Blätter“ von Teig, keine Zutaten genannt:  
10 Rezepte, „Blatt/Blätter von Teig“.

12. Unsicher:  
3 Rezepte, ungenaue Beschreibungen, Abschreibfehler oder „nimm einen Teig nach Belieben“.

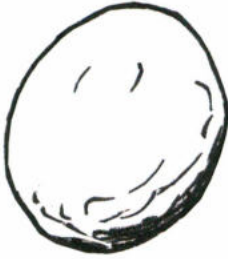


Abb. 5: „Ball“-  
oder „Apfel“-Form,  
ohne Fülle. – Ball  
or apple shape  
without filling.

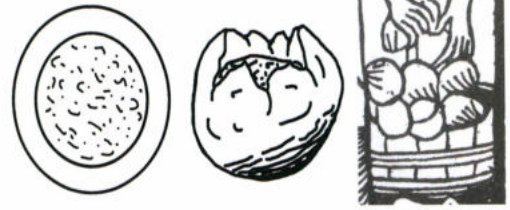


Abb. 6: „Kugel“ nach Vorbild der Kuchen-  
maistrey, mit Fülle. – Sphere with filling  
following the example in Kuchenmaistrey.

Die Formgebungsmethoden und Formen lassen sich wiederum in 10 Varianten aufteilen.

1. Flache Teigblätter, ohne Füllung:

2 Rezepte, „Lappenkuchen“ (Abb. 3a), in Form von Blättern (z. B. Linden, Eichen, Wein) oder nach Belieben (z. B. Zinnen), gefärbt (braun, gelb, grün, blau): Den Teig nicht zu dick oder zu dünn ausrollen, Blätter/Formen schneiden, kann als Hülle für Krapfenfüllen verwendet werden.

1 Rezept, in kleine oder große Stücke schneiden (Abb. 3b) je nach Art der Krapfen und beabsichtigter Form: nicht zu dünn ausrollen, kann für andere Krapfen und als Hülle für Krapfenfüllen verwendet werden.

2. Flache Teigblätter, mit Füllung:

1 Rezept, ein „Blatt“, „Ravioli“-Form (Abb. 4a): Teig zu Blatt ausrollen, in der Hälfte über eine Handvoll Fülle falten, mit einem Faden einen Bogen machen (Abb. 4b), den Krapfen damit formen und überflüssigen Teig abdrücken, auf beiden Seiten backen, mit Honig beschütten.

3 Rezepte, „Gugel-/Kugelpip/Gabelsupp“, Pfannkuchen(?), ein „Blatt“, „Ravioli“-Form(?): Teigblatt (ausrollen oder Teig in eine Pfanne gießen, um einen Pfannkuchen zu erhalten?), Fülle oben auflegen oder Fülle auflegen und den Teig darüber schlagen(?), Unterseite rot/knusprig backen.

2 Rezepte, „Große Krapfen“, ein „Blatt“, „Pfannkuchen“, „Ravioli“-Form(?) (Abb. 4c): Den flüssigen Teig in die Pfanne gie-

ßen, unten knusprig, oben flüssig backen, aus der Pfanne nehmen, Fülle (z. B. Weinbeeren) darauf legen, (in der Hälfte über die Fülle falten?), später in sprudelnd heißem Schmalz fertig backen „wie andere Krapfen“.

1 Rezept, ein „Blatt“, „Ravioli“-Form(?) (Abb. 4a): Auf ein Teigblatt die Fülle setzen, zusammenpressen „wie Krapfen“.

3 Rezepte, „Höfisches Essen“, zwei „Blätter“, „Scheiben“-Form (Abb. 4d), gefärbt (rot, gelb, grün, blau): Einen ausgerollten flexiblen/zarten/weichen Eierteig innen und außen färben, in Scheiben/runde Teigplatten schneiden, genauso dünn Fülle darauf streichen, mit einem zweiten Blatt abdecken, Ränder gut verschmieren wie bei Fladen, backen, kann auch für „Krapfen“ verwendet werden, mit Zucker bestreuen, für linde (weiche/zarte/milde) Fladen und Krapfen.

3. Kugelform, ohne Fülle:

1 Rezept, „Kugel/Apfel“-Form (Abb. 5): Teig für „Lappenkuchen“, um Äpfel oder Krapfen zu machen.

4. Kugelform, mit Fülle:

2 Rezepte, ein „Blatt“, um Fülle gewickelt, „Kugel“-Form(?) (Abb. 6): Eierteig zu „Zetteln/Zelten“ rollen, um die Fülle herum zu Krapfen wickeln.

1 Rezept, ein „Blatt“(?), mit Äpfeln gefüllte Krapfen, Variante zu „Kugel/Apfel“-Form (siehe 3. Kugelform, keine Fülle), „Kugel“-Form (Abb. 6): Die Fülle in Teig für Lappenkuchen rollen.



Abb. 7: „Brötchenmethode“, mit Fülle: ein Teigblatt wird über einem Brötchen geformt, gefüllt und mit einem weiteren Teigblatt abgedeckt. – “Bun method” with filling: a dough sheet is formed as a bun or bread roll, filled and covered by another dough sheet.



Abb. 8: Krapfen oder Törtchen nach der „Brötchenmethode“ mit grober Apfelfülle. – Doughnut or tartelette made using the “bun method” with coarse apple filling.

6 Rezepte, ein „Blatt“(?), um Fülle gewickelt, „Kugel“-Form(?): Fülle in einen erhabem Teig wickeln wie für Krapfen.

2 Rezepte, „kleine Flädlein“, zwei „Blätter“, „Kugel“-Form (Abb. 7-8): Ein Teigblatt über einem Brot (wohl kleines Brot, Brötchen gemeint) formen, füllen, das zweite Blatt darüber legen, Ränder mit Ei einstreichen und gut verschließen, trocknen lassen, backen.

3 Rezepte, zwei „Blätter“, „Krapfen“ als Variante zur „Scheiben“-Form (siehe 2. Flache Teigblätter mit Fülle), „Kugel“-Form(?) (Abb. 9), evtl. gefärbt.

3 Rezepte, zwei „Blätter“, „Krapfen“ oder „Fladen“, „Kugel“-Form(?) (Abb. 9): Fülle auf ein Teigblatt legen, mit weiterem abdecken, um die Fülle wickeln, kann auch für andere Füllen verwendet werden.

1 Rezept, zwei Teigblätter(?), Fülle in den Teig gewickelt, „Kugel“-Form (Abb. 9):

zwifaltiges (doppeltes/zweifaches oder aus zwei Teilen/Teigblättern zusammengesetztes?) Törtlein.

5. Hufeisen, ohne Teighülle:

8 Rezepte: Zutaten zu Teig kneten, zu dünnen Würstchen rollen, zu Hufeisen biegen.

6. „Häuflein“-Form, ohne Teighülle:

2 Rezepte, Häuflein, Krapfen oder kleine Küchlein: Zutaten zu einem Teig kneten, den Teig mit dem Löffel in kleine oder große Formen abstechen oder in die Pfanne streichen.

7. Geschnittene „Krapfen“, ohne Teighülle:

4 Rezepte, „gehackte Krapfen“ (Abb. 10a): Zutaten zu einem Teig kneten, zu „Krapfen“ hacken.

1 Rezept, „Striezel“, dünne „Krapfen“ (Abb. 10b): Zutaten zu einem Teig ähnlich der „Krummen Krapfen“ kneten, zu dünnen Würstchen rollen, in viel Schmalz backen und in eine Schüssel schneiden.

1 Rezept, „Weck“-/„Brötchen“-Form, im Mörser gebacken: Zutaten zu einem Teig kneten, nicht zu große länglich-runde Teigstücke rollen (mhd. zollen), zu „Wecken“/„Brötchen“ schneiden und im vorgeheizten Mörser in Öl backen.

8. Verschiedene:

1 Rezept, verschiedene Formen, teils schon erwähnt:

Variante a) „zwifaltiges“ Törtlein (Abb. 11); Variante b) „Krapfen“;



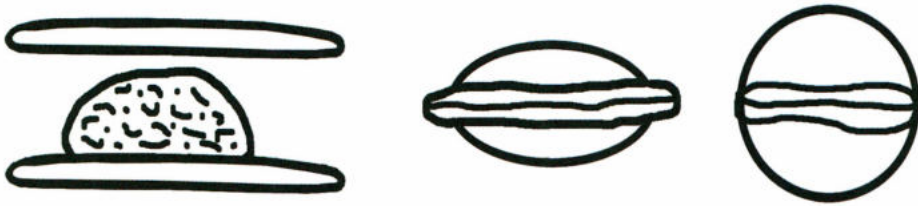


Abb. 9: „Kugel“-Form, mit Fülle: Zwei Teigblätter umgeben die Fülle. – Sphere shape with filling: two dough sheets surround the filling.

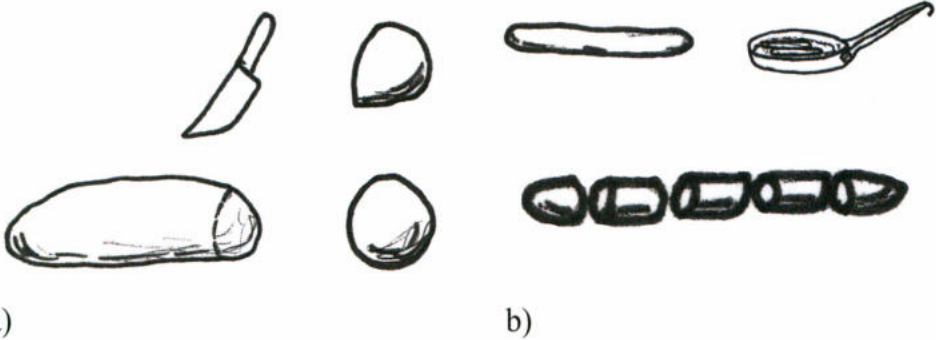


Abb. 10: Geschnittene Krapfen, ohne Fülle: a) „Gehackte Krapfen“, b) nach dem Ausbacken zu „Striezeln“ geschnittene wurstartige Krapfen. – Cut doughnuts without filling: a) “Chopped doughnuts”, b) sausage shaped doughnuts, cut to so-called “Striezeln” after baking.

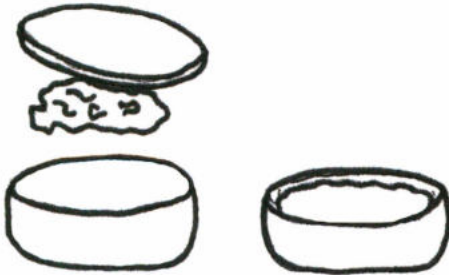


Abb. 11: Krapfen in der Form gefüllter Törtchen. – Doughnuts in the shape of filled tartelettes.

Variante c) Kugelform aus in Teig getauchter Fülle;  
 Variante d) „Brat-/Brotwurst“ aus Bäcker-  
 teig (Abb. 12).

1 Rezept, ausgerolltes „Blatt“, je nach be-  
 absichtigtem Krapfen zugeschnitten: „mä-  
 ßig“ dünn.

9. Unsicher:

1 Rezept, übrig gebliebene Fülle für  
 Fischmägen und -därme, Teighülle(?): Die  
 Fülle, die von gefüllten Fischinnereien  
 übrig ist, zusammenstreichen, in Teig  
 nach Wahl wickeln oder in Flüssigkeit  
 nach Wahl sieden(?).

10. Form nicht genannt, fülle die Krap-  
 fen/den Teig:  
 16 Rezepte.

Zum Ausbacken der Krapfen werden in  
 35 der 87 Rezepte aus 18 von 21 Samm-  
 lungen 43-mal tierische und pflanzliche  
 Fette als Backmedien erwähnt. Dabei  
 werden in sieben Rezepten zu den tieri-  
 schen Fetten pflanzliche Alternativen für  
 Fisch- und Fasttage, in einem die Ver-  
 wendung eines Ofens als Variante, ge-  
 nannt:

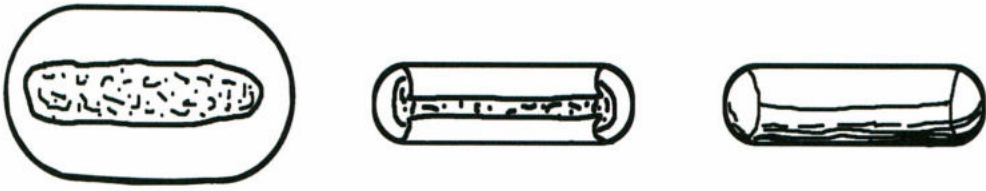


Abb. 12: Krapfen in Form einer „Brot-“ oder „Bratwurst“, mit Fülle. – Doughnut shaped like a bread- or “Bratwurst” with filling.

1. Fett, 34 Rezepte:

27 Rezepte, Schmalz: geklärtes Schweinefett, Butterschmalz, selten Geflügelfett, an „Fleischtagen“.

7 Rezepte, Butter: an „Fleischtagen“, an „Fischtagen“ und in der Fastenzeit.

2. Öl, 9 Rezepte:

1 Rezept: Leinöl.

8 Rezepte: Öl (es wird in der Forschung angenommen, dass es sich wohl meist um Olivenöl handelt, wenn keine genaueren Angaben gemacht werden).

3. Ohne Fettstoff, 1 Rezept:

1 Rezept: im Ofen; wenn keiner vorhanden ist, Schmalz.

Wie bei der Beschreibung der Teigmasen schon angedeutet, verwendete man gerne auch Färbemittel, um dem Backwerk einen zusätzlichen optischen Reiz zu verleihen. Vor allem Rot, Gelb, Grün, Blau und Braun werden in unserer Auswahl erwähnt. Welcher Farbstoff für Rot zur Anwendung kam, wird in den Rezepten nicht angegeben. Man müsste hier somit in den anderen Textteilen der kulinarischen Sammlungen danach suchen. Gelb wird mit in Wein oder Milch aufgelöstem Safran erzielt, gelegentlich in Kombination mit Eidotter. Aus Petersilie oder anderen grünen Kräutern gewann man grüne Lebensmittelfarbe. Es wird gelegentlich darauf hingewiesen, man solle Kräuter verwenden, die keinen starken Eigengeschmack haben. Blau ließ sich mit-

tels Kornblumenblüten erzeugen. Ausreichendes Backen sollte schließlich zu einer braunen Färbung führen. Auch weitere Farben wie Weiß und Schwarz wurden mit Sicherheit eingesetzt, finden aber keine Erwähnung in den untersuchten Rezepten und können daher nur aus dem gesamten Textbestand hergeleitet werden.

Abschließend soll noch darauf hingewiesen sein, dass die Krapfenrezepte gelegentlich auch Tipps zu Zubereitung und Anrichten der Speise liefern. Manchmal scheinen sie aus heutiger Sicht auf den ersten Blick einleuchtend, aber nicht erwähnenswert. Dazu zählt, dass man an der Bräune erkennt, ob ein Krapfen gar ist. Diese Anmerkung lässt jedoch auf die ungefähre Temperatur des Fettstoffes schließen, da mittelalterliche Krapfen scheinbar zumindest einen gewissen Bräunungsgrad haben sollten, der erst bei etwas höheren Temperaturen entsteht. Auch dass man Krapfen für „ehrbare“, d. h. angesehene, Gäste mit Zucker bestreuen oder alle Krapfen mit Zucker bestreuen oder alternativ mit Honig übergießen solle, scheint uns ungewöhnlich, da viele dieser Gerichte herzhaft gefüllten enthielten. Hier reiht sich die Anmerkung ein, für „denkwürdige/außergewöhnliche“ Krapfen entweder gehackte Rosinen oder Petersilie oder andere Kräuter in die Fülle zu geben. Letztlich erkenne man einen guten Koch daran, dass er die „Maße“, d. h. das Gleichgewicht, von Teig und Fülle gut treffen könne.

## Quellen

bvgs: Hausbuch des Michael de Leone mit dem „buoch von guoter spise“: München, Universitätsbibliothek, Cim. 4 (= 2° Cod. ms. 731):

<<http://epub.ub.uni-muenchen.de/10638/>> (20.1.2018).

Kuchenmaistrey. Augsburg 1507, Titelseite. München, Bayerische Staatsbibliothek.

<[daten.digital-sammlungen.de/~db/0000/bsb00009309/images/index.html?seite=00001&l=de](http://daten.digital-sammlungen.de/~db/0000/bsb00009309/images/index.html?seite=00001&l=de)> (20.1.2018).

„Portal Pflanzen des Mittelalters / Medieval Plant Survey“:

<<http://www.medieval-plants.org>> (20.1.2018).

## Literatur

**EHLERT, T. 2000:** Das Kochbuch des Mittelalters. Rezepte aus alter Zeit eingeleitet, erläutert und ausprobiert von Trude Ehlert. Düsseldorf 2000.

**GRIMM, J., GRIMM W. 1854:** Deutsches Wörterbuch. Leipzig 1854-1961.

<[http://woerterbuchnetz.de/cgi-bin/WBNetz/wbgui\\_py?sigle=DWB](http://woerterbuchnetz.de/cgi-bin/WBNetz/wbgui_py?sigle=DWB)> (20.1.2018).

**KLUMPP, A. 2016:** „Diz buoch sagt von guoter spise, daz machet die vnverichtigen koeche wise“ – Von der Rezepthandschrift zur Interpretation. Experimentelle Archäologie in Europa 15. Jahrbuch 2016, 208-216.

## Abbildungsnachweis

Abb. 1-5, 6 links und Mitte, 7-12: Andreas Klumpp

Abb. 6 rechts: Ausschnitt aus Kuchenmaistrey

## Autor

Andreas Klumpp  
Kirchstr. 19  
96123 Pödeldorf  
Deutschland



Vermittlung und Theorie

## Der Forscher – die Botschaft – der Besucher Kommunikation an archäologischen Stätten

Peter Kienzle

**Summary – The Scholar – The Message – The Visitor. Communication at archaeological sites.** *Full-scale reconstructions, reconstruction drawings and computer-generated images are some of several means to communicate archaeological research to a wider audience. However, site interpretation with the help of images is not without problems.*

*An excavation site or a particular find creates an idea of the past in the mind of the scholar. Subsequently, the scholar tries to put this idea into words, images or reconstructions as means of communication to the public. The visitor, once again, receives these messages and translates them into an idea of the past in his mind. These series of transformation processes from the original artefact to the final idea in the mind of the visitor has altered the message due to prior experience, education, knowledge and background, as well as financial or technical limitations, laws and regulations.*

*At the end of this process, each individual visitor has a very individual idea of the past. Thus, all scholars involved in communicating to the public, must be fully aware of these processes and the limitations of interpretation possibilities.*

Keywords: scholar, visitor, communication

Schlagworte: Wissenschaftler, Besucher, Kommunikation

### Einleitung

Bis auf wenige Ausnahmen ist die Archäologie eine Wissenschaft, die durch öffentliche Mittel finanziert wird. Daraus lässt sich der Anspruch eben dieser Öffentlichkeit ableiten, über die Ergebnisse der Forschung in angemessener Form informiert zu werden. Welche Form angemessen ist und wie „die Wissenschaftler“ mit „der Öffentlichkeit“ kommunizieren können, ist in der musealen Praxis nicht einheitlich bestimmt. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich, dass archäologische

Fragestellungen in ihrer Komplexität nur bedingt in einfachen Worten darstellbar sind.

Wissenschaftler sind dahingehend geschult, alle Aspekte einer Fragestellung umfassend und gründlich zu untersuchen. Zu oft versuchen sie, eine möglichst breite Spanne unterschiedlicher Aspekte ausführlich zu thematisieren. Dabei wird der Kern der Botschaft verunklart. In der Folge wird die Tätigkeit der Archäologen in der Öffentlichkeit oftmals als Arbeit einer seltsamen und zum Eigenbrötlertum neigenden Wissenschaftsdisziplin abge-

tan und die Notwendigkeit der Arbeit an sich in Frage gestellt.

In den letzten Jahren wird – vor allem auf internationaler Ebene – das Anrecht der Öffentlichkeit (local population) zur Teilhabe an der archäologischen Forschung und deren Ergebnissen gefordert. Wenn gebräuchliche Begriffe wie z. B. „zukünftige Generationen“ mit konkretem Inhalt gefüllt werden sollen und wenn damit nicht nur zukünftige Generationen an Forschern gemeint sind, dann ist auch hier wieder eine breitest mögliche Öffentlichkeit zu verstehen. Dies wird in der Präambel der Ename Charter (2008) mit dem Satz verdeutlicht: “[...] *They implicitly acknowledge that every act of heritage conservation – within all the world’s cultural traditions – is by its nature a communicative act.*“

Soll nun die Kommunikation zwischen dem Wissenschaftler und der Öffentlichkeit für beide Seiten zielorientiert und fruchtbar ablaufen, muss der Prozess der Kommunikation als solcher betrachtet werden. Dabei gilt es, die im Laufe des Kommunikationsprozesses entstehenden möglichen Problemfelder zu identifizieren. Da derartige Kommunikationsprozesse sehr individuell ablaufen, die unterschiedlichen Bedingungen an archäologischen Stätten und die unterschiedlichen beteiligten Akteure reflektierend, kann hierfür keine allgemein gültige Handlungsanweisung erstellt werden. Der folgende Beitrag ist daher lediglich als Denkanstoß zu verstehen, die eigene Kommunikation im musealen Kontext kritisch zu hinterfragen.

Erster Transformationsprozess: Vom Objekt zur Idee

Für einen Moment lassen wir die Theorie außer Acht, dass in der Archäologie keine Fakten existieren, sondern lediglich Interpretationen. Ich definiere daher im Kontext dieses Beitrags, dass als Fakt der Fund oder Befund gilt, der in einer gewis-

sen Lage (X-Koordinate, Y-Koordinate, Z-Koordinate) liegt. Es kann sich hierbei um eine Münze, ein Gefäß oder eine Mauer handeln, die oder das wiederum aus bestimmten, physikalisch oder chemisch bestimmbareren Materialien besteht. Dies betrachten wir als Fakt. In diesem Zusammenhang gilt es zu beachten, dass eine Ausgrabung prinzipiell ein zerstörender Akt ist. Alle archäologisch relevanten Informationen, die im Boden enthalten waren, müssen in andere Medien überführt werden, in aller Regel mit maßgenauen Feldzeichnungen, Fotografien, Beschreibungen, Tagebucheinträgen etc. Eine Wiederholung des Ausgrabungsprozesses, im Sinne des wissenschaftlichen Postulats der Wiederholbarkeit eines physikalischen Experimentes, ist nicht möglich. Alle Informationen, die nicht erkannt wurden, sind verloren. Alle Informationen, die falsch erkannt wurden, sind falsch hinterlegt, wobei zu definieren wäre, was „falsch“ und was „richtig“ ist. Folgt man der oben erstellten Definition, dann kann nicht der Fakt (also der Fund oder Befund) falsch sein, sondern lediglich die Wiedergabe des Faktes in einer Beschreibung oder Zeichnung oder Fotografie. Noch deutlicher wird dieses Problem im nächsten Schritt, wenn der Forscher darstellt, wie dieser Fakt zu deuten ist.

Der bearbeitende Forscher erstellt – mehr oder weniger bewusst – ein Bild von dem, was er zu erkennen glaubt. Er betrachtet einen oder mehrere Fakten und interpretiert diese, um eine möglichst kongruente Deckung mit seinem Verständnis des zu bearbeitenden Zeitraums zu erzielen. Dabei blendet er die nicht betrachteten Fakten aus (vergleiche BEXTE 2013: Selektive Himmelsblicke). Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, dass von den betrachteten Fakten wiederum selektiv nur die Fakten berücksichtigt werden, die in ein bereits bestehendes Bild der Vergangenheit bzw. seiner Theorie oder Hypothese passen und die Fakten, die dem wider-

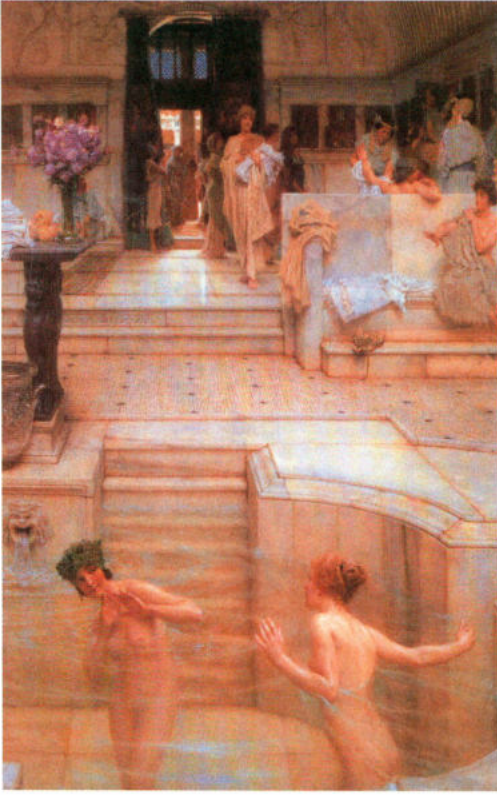


Abb. 1: Lawrence Alma-Tadema, *A Favourite Custom* (1909), Tate Gallery, London.

sprechen, ausgeblendet werden. An dieser Stelle wird offensichtlich, dass das Ergebnis der Betrachtung in hohem Maße von den subjektiven Möglichkeiten des Betrachters abhängt. Je umfangreicher, präziser und differenzierter die Vorkenntnis des Betrachters ist, desto schärfer kann das Bild werden, das er sich macht. Anschaulich ausgedrückt, wird sich ein Forscher, der auf dem Land aufgewachsen ist, wesentlich leichter damit tun, ein gefundenes landwirtschaftliches Werkzeug einzuordnen, als ein Kollege, der in der Stadt aufgewachsen ist und die in der landwirtschaftlichen Arbeit genutzten Werkzeuge nicht aus eigener Anschauung kennt.

Von Johann Wolfgang von Goethe ist der Ausspruch überliefert: „Man sieht nur, was man weiß“. Dies wird für gewöhnlich so interpretiert, dass wir nur Dinge bewusst



Abb. 2: Handwerkerhaus C, Wandmalerei nach einem Rekonstruktionsvorschlag von B. Jansen (2014). – Artisan's house C, wall painting according to a reconstruction proposal by B. Jansen (2014).

wahrnehmen können, über die wir Hintergrundwissen besitzen. Dies ist die Forderung zu möglichst umfassender Bildung. Allerdings kann dieser Ausspruch auch anders verstanden werden: Nur diejenigen Dinge fallen uns auf, die wir bereits kennen. Dinge, die wir noch nicht kennen, werden häufig übersehen. Die Flexibilität und die Kreativität des Betrachtenden, mit der er das Bild der Vergangenheit in seinem Kopf entstehen lässt, ist von großer Bedeutung. Dabei ist Kreativität nicht als der freie Gestaltungswille eines Künstlers zu verstehen, sondern als die Fähigkeit, sich unter Berücksichtigung aller vorhandenen Informationen ein Bild der Vergangenheit zu schaffen, das über das bereits bekannte hinausreicht. Gerade in der Archäologie werden Denkschulen, Sicht-



Abb. 3: Handwerkerhaus A, Wandmalerei nach einem Rekonstruktionsvorschlag von M. Zelle (2014). – Artisan's house A, wall painting according to a reconstruction proposal by M. Zelle (2014).

weisen und Dogmen immer wieder stark in den Vordergrund gestellt und verhindern einen unvoreingenommenen Blick auf die Fakten. Offensichtlich prägen Vorbildung und Kenntnisse das Bild der zu erforschenden Zeitepoche, wobei diese Vorstellung von der Vergangenheit über die Zeiten immer wieder Veränderungen unterworfen ist. Vergleicht man beispielsweise die Darstellungen des römischen Badewesens bei John William Goddard oder Lawrence Alma-Tadema mit unseren heutigen Vorstellungen, wird diese Veränderung deutlich erkennbar (Abb. 1).

Wie unterschiedlich das Ergebnis bei gleicher Quellenlage ausfallen kann, soll das folgende Beispiel erläutern. Im Jahr 2001 veröffentlichten Brita Jansen, Charlotte Schreiter und Michael Zelle als Band 11 der Xantener Berichte die damaligen Forschungsergebnisse zur römischen Wandmalerei der römischen Stadt Colonia Ul-

pia Traiana, dem heutigen Xanten. Vorausgegangen war eine jahrelange Beschäftigung mit den erhaltenen Wandmalereifragmenten aus dem Magazin des LVR-Archäologischen Parks Xanten. Zwei der Forschenden, Brita Jansen und Michael Zelle, wurden gebeten, für die Ausmalung der 2014 fertig gestellten Handwerkerhäuser im Archäologischen Park jeweils einen Malerei-Entwurf auf Basis des Xantener Fundmaterials vorzulegen. Der Entwurf von Frau Jansen fiel sehr einfach aus. Auf einer kalkweißen Wand waren wenige dünne Bänder in Rot (Eisenoxid) und Schwarz (Ruß) eingezeichnet. Es handelt sich bei den beiden Farben um kostengünstige, kalkechte Farbpigmente für die Wandmalerei (Abb. 2). Der Entwurf von Michael Zelle war wesentlich farbenprächtiger (Abb. 3). Beide Forschenden hatten sich jahrelang mit den Xantener Fundstücken beschäftigt.





Abb. 4: *Rekonstruktion der Via Praetoria in Vindonissa. – Reconstruction of the Via Praetoria at Vindonissa.*

Da jedoch für den Bereich der einfachen Wohnhäuser nur wenige Funde vorlagen, kam Frau Jansen zu dem Schluss, dass hier auch nur wenig Wandmalerei in römischer Zeit vorhanden war. Herr Zelle hingegen hatte die offensichtlichen Lücken mit Fundstücken von anderen Ausgrabungen in Xanten und aus einfachen Wohnhäusern von anderen Stätten in Italien und Frankreich geschlossen. Er war der Auffassung, dass es sich um einen nachantiken Verlust an Fundmaterial handeln müsse. Die Forschenden kamen also zu unterschiedlichen Deutungen in der Frage, welche der Malereivorbilder für die rekonstruierten Gebäude und die zu vermutende Nutzung in der Antike als angemessen anzunehmen sind.

In der schweizerischen Stadt Windisch werden die Reste des Legionslagers und der Zivilsiedlung Vindonissa ausgegraben. Um die spärlichen Überreste zu visualisieren, werden seit vielen Jahren Modelle, Zeichnungen und Computerrekonstruktionen eingesetzt (TRUMM 2016). Die Kantonsarchäologie des Kantons Aargau hatte auch eine Computergrafik der Lagerstraße in Auftrag gegeben. Der Grundriss und die Lage der Gebäude zur Straße sowie die Anordnung der Portiken ergeben sich aus dem Grabungsbefund. Die Entwicklung der dritten Dimension, vor allem aber die für das Erscheinungsbild des Baukörpers wichtige Dachausbil-



Abb. 5: *Traditionelles Gebäude in Oberzeihen, 14 km von Vindonissa. – Traditional building in Oberzeihen, 9 Miles from Vindonissa.*

dung mit Giebelform, Dachneigung und Dachüberstand erfolgt im Dialog zwischen Grafiker und Wissenschaftler. Nach bestem Wissen und Gewissen, unter Berücksichtigung der Grabungsbefunde und aller verfügbaren Quellen zum Hausbau in römischen Militärlagern wurde die Lagerstraße grafisch entwickelt. Wenn man nun jedoch die in der Region typischen und landschaftsprägenden Bauernhäuser mit den rekonstruierten römischen Gebäuden vergleicht, drängt sich der Verdacht auf, dass unbewusst die täglich gesehene Umwelt Einfluss auf die rekonstruierte Antike genommen hat (Abb. 4-5). Es gibt in der Archäologie durchaus Fakten, zum Beispiel das Fundstück im Boden, aber bereits die Wahrnehmung des Fundes durch den Forscher ist beeinträchtigt durch seine individuellen Möglichkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten. Der Forscher hat vor der Wahrnehmung des Fundes ein Bild der Vergangenheit in seinem Kopf und fügt den nun betrachteten Fund in dieses Bild ein, wodurch dieses Bild der Vergangenheit mehr oder weniger geändert wird. Kurz: Er bewertet.

Zweiter Transformationsprozess: Von der Idee zur Botschaft

In einem zweiten Schritt muss das Bild,

das mehr oder weniger akkurat im Kopf eines Wissenschaftlers entstanden ist, in ein Medium übersetzt werden, mit dem die Botschaft zum Besucher transportiert werden kann. Diese Medien können physische Rekonstruktionen sein oder Texte, Zeichnungen, Skizzen, Filme oder Computergrafiken. Auch bei diesem Transformationsprozess sind zahlreiche Aspekte zu beachten.

Bei der Darstellung des Forschungsergebnisses in Text und Zeichnung ist der Forscher in der Regel nahe an dem Medium, das die Botschaft transportieren soll. Er ist aktiv an dem Prozess beteiligt: Er verfasst die Inhalte selbst, und oftmals werden auch die Zeichnungen selbst erstellt. Dennoch können bereits einfache sprachliche Ungenauigkeiten zu unterschiedlichem Verständnis führen. So werden zum Beispiel im römischen herrschaftlichen Haus, der *domus*, die kleinen Räume, die sich zum Atrium hin öffnen, als *cubicula* (Mehrzahl von *cubiculum*) bezeichnet, wobei *cubiculum* in der Regel mit „Schlafzimmer“ übersetzt wird. Das Atrium gilt als repräsentativer, in gewisser Weise auch öffentlicher Raum. Hier empfing der Hausherr am Vormittag seine Klienten und Bittsteller (PIRSON 1999, 82; DICKMANN 1999, 219). Wollte er mit einem seiner Klienten in Ruhe ein geschäftliches Thema besprechen, zog er sich in eines der *cubicula* zurück. Selbstverständlich würde sich heute niemand mit einem Geschäftspartner zur Besprechung in das Schlafzimmer des Hauses zurückziehen. Hier haben sich die Begrifflichkeit und die Funktion eines Raumes innerhalb eines Gebäudes verändert.

Die Schwierigkeiten, das Bild im Kopf des Forschers in adäquate mediale Darstellungen zu übersetzen, werden noch größer, wenn der Forscher die Medien nicht selbst herstellt. Häufig bedarf es eines externen Fachmanns, eines Grafikers, Illustrators oder eines Computerfachmanns, um Bilder dessen zu erzeugen, was der

Antikenforscher sich vorstellt. Dabei haben die externen Fachleute durchaus eigene Vorstellungen der Antike, die sie bereits in den ersten Entwürfen einfließen lassen. In der Archäologie sind häufig nur die Grundrisse von Häusern erhalten. Das ehemalige aufgehende Mauerwerk des Gebäudes und sein Dach bedürfen jedoch einer Rekonstruktion bzw. einer medialen Darstellung. Ob diese Rekonstruktion „richtig“ erscheint, also logisch und schlüssig, hängt stark von den Sehgewohnheiten und Erfahrungen der betrachtenden Personen ab. Die Bilder von Gebäuden in unserem täglichen Umfeld bestimmen dabei in hohem Maße, vor allem auch unbewusst, unser Verständnis von „richtig“. Legt der Grafiker oder Illustrator im ersten Entwurf das Bild eines Gebäudes vor, das nach unseren Sehgewohnheiten richtig und schlüssig erscheint, wird es oftmals kaum weiter hinterfragt: „Woher haben Sie das?“ oder „Können Sie das belegen?“. Wenn sich Wissenschaftler und Grafiker – gegebenenfalls unbewusst und ohne Absprache darin einig sind, dass eine Rekonstruktion richtig und schlüssig ist, wird sie zum Status quo und damit zur Basis der weiteren Kommunikation.

Ein anderes Problem tritt auf, wenn sich der Wissenschaftler bewusst einer Methode der Kommunikation bedient, dies jedoch zu einem nicht vorhergesehenen Ergebnis führt. Im Wiederaufbau nach dem Zweiten Weltkrieg entwickelte sich eine denkmalpflegerische Ethik, nach der beschädigte Teile von Gebäuden in vereinfachter Form ergänzt werden; somit wird die bauliche Grundform wiederhergestellt und das Gebäude wieder nutzbar, ohne jedoch Ornament und Detail des verlorenen Originals darzustellen. Prominente Beispiele hierfür sind das Mittelteil der Alten Pinakothek in München oder der Ostflügel des Bahnhofs in Köln-Deutz. Diesen denkmalpflegerischen Grundsatz hatte auch Dr. Gundolf Precht im Kopf,



Abb. 6: Rekonstruierter Stadtmauerturm in Xanten mit Tordurchfahrt mit Gewölbesteinen ohne Profilierung. – Reconstructed city gate in Xanten with plain voussoirs.

als er in den 1970er Jahren die ersten Rekonstruktionen für den Archäologischen Park in Xanten entwarf. Er schrieb: „Die Grenzen der aus den archäologischen Grabungsfunden zu entwickelnden Rekonstruktionen liegen in der äußerst dürftigen Kenntnis des aufgehenden Mauerwerks, was zu sorgfältiger Abstraktion und Verzicht auf Detaillösungen verpflichtet“ (PRECHT 1978, 6).

Konsequenterweise hatte Precht bei der Planung der Stadtmauertürme auf eine Profilierung der Gewölbesteine der Torbögen verzichtet. Entsprechende Funde kamen bei den Stadtmauergrabungen in Xanten nicht zum Vorschein. Weil nicht bekannt war, welche Profilierung die Xantener Torbögen besaßen, wurden – um keine falsche Information zu vermitteln – die Gewölbesteine in schlichter, gerader Form ausgeführt. Erhaltene Gewölbestei-

ne römischer Toranlagen an anderen Stätten zeigen jedoch in aller Regel eine Profilierung (vgl. z. B. Köln, Nordtor und CCAA-Bogen). Der Verzicht auf die – in Xanten nicht nachweisbare – Profilierung bewirkt dagegen eine geradlinige und strenge Grundform des Torturms. Mit den nicht weiter gegliederten Steinflächen rückt das Gebäude in der Wahrnehmung der Besucher unbewusst in die Tradition der Bauten der 1930er Jahre, ohne dass dies die Absicht des Planers gewesen wäre. Es fehlt die Leichtigkeit, die profilierte Bögen hervorgerufen hätten (Abb. 6-7).

In der praktischen Umsetzung einer Rekonstruktion treten zusätzliche Schwierigkeiten auf. Häufig kann der verantwortliche Wissenschaftler sein Bild der Antike schon aus pragmatischen und finanziellen Gründen nicht in der Art und Weise umsetzen, wie eine optimale Rekonstruktion es eigentlich erfordern würde. Ein rekonstruierter römischer Tondachziegel (*tegula*), handgefertigt in einem Holzrahmen und gebrannt in einem mit Kastanienholz befeuerten traditionellen Ofen, kostet 13,70 €. Ein vereinfachter, maschinell hergestellter Ziegel kostet dagegen nur 3,80 € (Stand 2013). Doch nicht nur aus Kostengründen sind in der Umsetzung von Rekonstruktionen Kompromisse erforderlich. Gravierende Konsequenzen ergeben sich unvermeidlich aus dem Umstand, dass die römische Baukunst nicht den aktuellen Bauvorschriften entspricht. Sollen Rekonstruktionen von Besuchern betreten werden können, so müssen Fluchtwege, Sicherheitsvorschriften und Notbeleuchtung vorgesehen werden und aktuellen Standards entsprechen. So mussten in den Xantener Handwerkerhäusern zwei in der Antike durch eine durchgehende Wand voneinander getrennte Wohneinheiten mit einem Durchgang verbunden werden, damit ein zweiter Rettungsweg entsteht. Bei der von 2008 bis 2010 erfolgten Rekonstruktion



Abb. 7: Reste des römischen Nord-Tores von Köln mit profilierten Gewölbesteinen. – Remains of the Roman North-Gate of Cologne with moulded voussoirs.

der Militärbaracken in Vindonissa musste in der Rückwand jeder Wohneinheit (*contubernia*) eine Fluchttür eingebaut werden. Die Fluchttüren wurden zwar unauffällig in Wandfarbe gestrichen, dennoch entsprechen sie nicht dem Bild, das der Forscher vermitteln möchte. Bei der gleichen Rekonstruktionsmaßnahme durften die Gebäude nicht so hoch gebaut werden, wie es von den Wissenschaftlern als angemessen betrachtet wird. Nach Auffassung der Baudenkmalpflege würde dadurch der Blick auf die denkmalgeschützte mittelalterliche Anlage des Klosters Königfelden beeinträchtigt. Der rekonstruierte Bau wirkt daher heute gedrungen und niedriger, als er nach wissenschaftlichen Kenntnisstand sein sollte (MAISE, PAULI-GABI, 2012, 59f.)

Der Wissenschaftler hat sich über einen langen Zeitraum mit einem Thema be-

schäftigt und weiß oftmals, welche Unzulänglichkeiten in der Botschaft enthalten sind. Die Entscheidung für einen kostengünstigeren Dachziegel, der nicht in jedem Detail dem römischen Ziegel entspricht, hat er bewusst gefällt oder er hat sich nach langer Diskussion mit verschiedenen Kolleginnen und Kollegen für eine Dachvariante in der Rekonstruktionszeichnung entschieden und andere Varianten verworfen. Die Anforderungen an Besuchersicherheit und Brandschutz müssen in jedem Fall berücksichtigt werden. Der Wissenschaftler weiß also oft schon von vorneherein, wo Differenzen bestehen zwischen der Vorstellung von der Vergangenheit in seinem Kopf und der praktischen Umsetzung. Allerdings kommen immer wieder auch Situationen vor, bei denen das vermittelte Bild unbewusst nicht der eigenen Vorstellung ent-

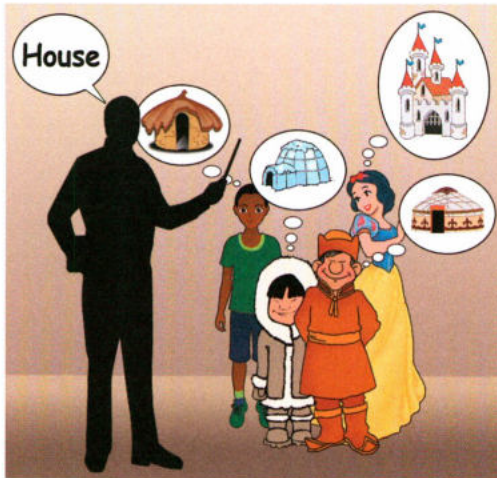


Abb. 8: Ein Wort ruft unterschiedliche Bilder hervor. – One word creates different images.

spricht. Die Überlegungen zur weggelassenen Profilierung des Torbogens sind akademisch gesehen richtig, erzeugen jedoch in der Vermittlung ein fragwürdiges Bild nicht nur im Detail, sondern auch in seiner gesamtheitlichen Wirkung.

### Dritter Transformationsprozess: Von der Botschaft zur Idee

Im dritten Transformationsprozess soll der Besucher die Botschaft verstehen und daraus in seiner Vorstellung ein Bild der Vergangenheit konstruieren. Der Erfolg dieses Prozesses hängt einerseits von der Qualität der Botschaft und andererseits von den individuellen Möglichkeiten des Besuchers ab, die Botschaft aufzunehmen.

Je besser es dem Wissenschaftler gelungen ist, seine Forschungsergebnisse in ein Medium zu übertragen, das die Botschaft transportieren soll, desto leichter hat es der Besucher, die Botschaft zu verstehen. Grundsätzlich gilt es dabei zu beachten, dass die Besucherinnen und Besucher in den Museen und auf den Ausgrabungsplätzen je nach Vorbildung, Kenntnisstand und Intellekt ganz unterschiedliche Möglichkeiten zur Aufnahme

und zum Verständnis der Botschaft mitbringen.

Allein in Deutschland gibt es dutzende unterschiedliche Hauslandschaften. Je nach persönlicher Herkunft wird man mit dem Begriff „Bauernhof“ ein völlig anderes Bild verbinden: ein Schwarzwaldhof, ein norddeutsches Hallenhaus, ein Vierseithof, ... Das prägende Bild eines Bauernhofes, wie man ihn während seiner Kindheit immer wieder gesehen hat, wird mit dem Begriff „Bauernhof“ verbunden (Begriff der Assoziation). Für die erfolgreiche Vermittlung einer Vorstellung eines römischen Bauernhofes muss der Besucher sich erst bewusst von seinem vorgeprägten persönlichen Bild eines (vermeintlich universalen) Bauernhofes lösen (Abb. 8). Begriffe unterliegen nicht nur räumlich einer unterschiedlichen Wahrnehmung, auch zeitlich verändert sich ihre Bedeutung. Das Wort Telefon mag vor 50 Jahren noch mit einem grauen Gehäuse mit Hörer, Spiralkabel und Wählscheibe in Verbindung gebracht worden sein, vor 25 Jahren war es schon das Tastentelefon und heute ist es das Smartphone. Offensichtlich wird die gleiche Botschaft, hier der gleiche Begriff, in den Köpfen unterschiedlicher Besucher immer auch unterschiedliche Bilder erzeugen. Während sich die Wissenschaftler oft über einen sehr langen Zeitraum mit einem Thema beschäftigt haben, ist die Botschaft für den Besucher in der Regel relativ neu. Viele Bilder und Assoziationen, die dem Wissenschaftler geläufig sind, fehlen dem Besucher. Der Besucher wiederum assoziiert individuelle Bilder mit den vom Forscher verwendeten Begriffen, die der Forschende nicht notwendigerweise beabsichtigt hat.

### Ergebnis

In jedem Transformationsprozess, von der Wahrnehmung des ursprünglichen Faktus im Boden zum Bild im Kopf des

Forschern, vom Bild im Kopf des Forschenden zur Umsetzung in einem Medium und schließlich von diesem Medium zum Bild im Kopf des Besuchers geht ein Teil der Botschaft verloren oder verändert sich. Ein Teil dieses Verlustes und der individuell abweichenden Vorstellung ist bekannt, andere Teile dieses Kommunikationsprozesses sind jedoch nicht allen Beteiligten bewusst. Es erinnert an das Kinderspiel „Stille Post“ – am Ende kommt nicht das Wort an, das dem ersten Teilnehmer ins Ohr geflüstert wurde. Je mehr sich ein Wissenschaftler dieser Problematik bewusst ist, desto besser kann er sich darauf einstellen. Je mehr sich der Wissenschaftler über die Besucher, also die Empfänger seiner Botschaft und deren Möglichkeiten im Klaren ist, desto besser vermag er die Botschaft zu gestalten. Vollständig vermeiden lassen sich Verluste und Wandlungen von Informationen in kommunikativen Prozessen sicher nicht.

#### Literatur

- BEXTE, P. 2013:** Wo immer vom Sehen die Rede ist ... München 2013.
- DICKMANN, J.-A. 1999:** domus frequentata. Anspruchsvolles Wohnen im pompejanischen Stadthaus. München 1999.
- MAISE, Ch., PAULI-GABI, Th. 2012:** „Römisch träumen“ im Legionärspfad von Vindonissa. In: Archäologie in Deutschland, Heft 4, 2012, 58-61.
- PIRSON, F. 1999:** Mietwohnungen in Pompeji und Herculaneum. Untersuchungen zur Architektur, zum Wohnen und zur Sozial- und Wirtschaftsgeschichte der Vesuvstädte. München 1999.
- PRECHT, G. 1978:** Der Archäologische Park Xanten – Planungsgrundlagen (1974). In: Landschaftsverband Rheinland (Hrsg.), Colonia Ulpia Traiana. 1. und 2. Arbeitsbericht zu den Grabungen und Rekonstruktionen. Bonn 1978, 5-6.
- TRUMM, J. 2016:** Vindonissa aus der Vogelschau: neue und alte Blicke auf das rö-

mische Windisch. Jahresbericht der Gesellschaft Pro Vindonissa 2015, Brugg 2016, 3-14.

#### Abbildungsnachweis

- Abb. 1: Tate Gallery, London  
Abb. 2-3: Foto: Axel Thünker DGPh für LVR-Archäologischer Park Xanten  
Abb. 4: Kantonsarchäologie Aargau (Grafik R. Eggers)  
Abb. 5: Elli und Heiner Keller-Filli, CH-5079 Zeihen, [www.doracher.ch](http://www.doracher.ch)  
Abb. 6: Foto: Kai Jansen, LVR-Archäologischer Park Xanten  
Abb. 7: Foto: Frank Tewes, TOP Magazin Köln  
Abb. 8: Zeichnung: Horst Stelter, LVR-Archäologischer Park Xanten

#### Autor

Dr. Peter Kienzle  
LVR-Archäologischer Park Xanten  
Bahnhofstraße 46-50  
46509 Xanten  
Deutschland

## Experimentelle Archäologie – Was für eine Frage?

Sylvia Crumbach

**Summary – Experimental Archaeology: The question matters.** *Experimental Archaeology – even in its broadest sense of meaning – should throughout the course of its history have given support to answer many different questions. The results of the tests are frequently asked for in retrospect, which can already be ascertained by means of the question. Early experiments are often mentioned only as anecdotes. Compared directly to the current problems, however, there are parallels.*

*The author would like to plead that the objective of the questioning of older experiments should be kept in mind and that the entire experience of the more than one hundred years of history of development should be exploited.*

**Keywords:** *Experimental Archaeology, Science History, practical knowledge*

**Schlagworte:** *Experimentelle Archäologie, Forschungsgeschichte, Erfahrungswissen*

Die Dreieinigkeit des Experiments setzt sich zusammen aus Fragestellung, Messbarkeit/ Dokumentation und Wiederholbarkeit. Zudem sollten die Ergebnisse einsehbar – im Idealfall veröffentlicht – sein. Seit Herausbildung der modernen Wissenschaften ab Mitte des 19. Jahrhunderts wächst das Archiv der Ergebnisproduktion. Folgt man der Assmannschen Theorie des Speichergedächtnisses, steht dieses Archiv zum Abruf bereit. In der Praxis erschweren verschiedene Ursachen den Zugriff auf Altliteratur: Sprachbarrieren, entlegene Publikationsorte, durch Befremden ausgelöste Vorbehalte und nicht zuletzt sehr menschliche Ursachen wie Zitierkartelle oder knappe Recherchezeitfenster. So kommt es dazu, Experimentelle Archäologie als „NEUE“ wissenschaftliche Methode zu sehen.

„Seit gut 30 Jahren hat sich auch in der

europäischen Archäologie eine besondere Arbeitsmethode etabliert, die experimentelle Archäologie. Sie erlaubt die Überprüfung von Hypothesen zu technologischen Fragestellungen auf dem Wege wissenschaftlicher Experimente.“ (LVR 2017, 1)

Diese Sicht wird gefördert durch die ab den 1970er Jahren gerade in der BRD erneut notwendig gewordene Etablierung der Methode, eng verbunden mit dem von Smolla geprägten Begriff Kossinna-Effekt. Ihre Erfolgsgeschichte ist nicht zuletzt dem Wirken der EXAR zu verdanken.

Im Folgenden soll es jedoch um vergangene Erfolgsgeschichten gehen. Vor allem um solche, die bis heute Wirkmacht haben. Einige Ergebnisse sind eng mit dem Gründungsmythos der modernen Wissenschaften verbunden. Folgen Sie mir in die Mitte des 19. Jahrhunderts.

Im Jahr 1853 saßen einige ehrwürdige Herren um einen wohlgedeckten Tisch und verzehrten ein üppiges Mahl. Einer der renommiertesten Köche seiner Zeit, Alexis Soyer, befasste sich mit der Ernährung in der Antike (THÜRY, WALTER 2001, 11-12).

Klassische Archäologie traf auf Geselligkeit beim Genuss von ovo bis dulcia. Ausgewertete Schriftquellen des Pseudo-Apicius gewannen Gestalt und Geschmack. Die Folgen genießen wir, mehr oder weniger buchstäblich an der Quelle liegend, bis heute als kleine Happen einer bürgerlichen Antikevorstellung, gegründet auf schriftlicher Überlieferung, Terra Sigillata und einem Traum von Rom am Rhein. Das Anliegen der Autoren großer kulturgeschichtlicher Werke dieser Gründerzeit im doppelten Sinne war, dem Leben der Menschen in ihrer Zeit näher zu kommen, oder mit Richard Optiz zu sprechen: „Immer wird der Mensch selbst das Interessanteste in der Kulturgeschichte sein“ (OPITZ 1894, Vorwort).

Auf das Vorhaben, dem Menschen in der Vorgeschichte anhand seines mutmaßlichen „wirklichen Lebens“ näher zu kommen, wird für die aktuelle Diskussion um Experimentelle Archäologie zurückzukommen sein.

#### Die Technik in den Mittelpunkt stellen

Das „Kerngeschäft“ moderner Experimenteller Archäologie ist „das Bemühen um die Rekonstruktion technischer Prozesse, ausgehend von der Interpretation von Herstellungs- und Gebrauchsspuren menschlicher Artefakte“ (HERDICK 2015, 304), wie Michael Herdick, Leiter des LEA in Mayen, in seinem programmatischen und für mich inspirierenden Aufsatz aus dem Jahr 2015 formuliert hat. Anhand dieser Leitlinie sollen im Folgenden zwei Experimente vorgestellt werden, die in Verbindung mit weiteren Basiskenntnissen und Verfahren moderner Wissen-

schaft über ihre Ergebnisse bis heute wirkmächtig sind.

#### Fielen Steinbeile vom Himmel?

Der 1593 verstorbene Mineraloge Michele Mercati, Intendant des vatikanischen botanischen Gartens, wird als Vordenker einer Idee gesehen, die großen Einfluss haben sollte. „Er zögerte nicht diese Blitzsteine als Werkzeuge zu erklären, welche der Mensch in urdenklichen Zeiten vor Kenntnis der Metalle gefertigt und benützt“ (OBERMAIER 1912, 10). Als das Manuskript 1717 veröffentlicht wurde, war sowohl die Verschriftlichung von technischem Erfahrungswissen, wie auch Versuche – also das Probieren – in Bezug auf technische Prozesse fest etabliert. Naturerfahrung und Experimente ergänzten die überlieferten und weitergedachten Werke antiker Autoren. Lothar Suhling vertritt darüber hinaus die These, dass dieses verschriftlichte Erfahrungswissen im Humanismus zum neuen Element von Ausbildung und Lehre wurde (SUHLING 1977, 212-218).

Überlegungen zu Donnerkeilen, also Steinbeilen aller Art, zielten auf zwei unterschiedliche Problematiken. Zum einen auf das Von-Menschen-gemacht-Sein und darüber hinaus auf die Verwendung der Stücke als Werkzeuge. Albert Andreas Rhode vereinigte die eingangs genannte Dreieinigkeit des Experiments bei Anfertigung eines Donnerkeils: „Und schliff ihn hernach zu einem guten Donnerkeil, daß, wenn ihn unter den ander, derselb wohl schwerlich sollte zu erkennen gewesen sein“ (STEMMERMANN 1934, 108). Durch die klare Fragestellung, Wiederholbarkeit und Veröffentlichung seiner Erkenntnisse 1719/20 zusammen mit Ergebnissen von Ausgrabungen, sehe ich alle Anforderungen der modernen Experimentellen Archäologie erfüllt. Unendliche Wiederholungen der Artefaktherstellung bis heute – aber vor allem die Bestäti-



gung der Forschungsfrage – machen die Wirkmacht dieses frühen Experiments aus. Den Einfluss im frühen 18. Jahrhundert zu bestimmen fällt jedoch schwer, denn fast zeitgleich tritt in Erscheinung, was heute in den Arbeitsbereich Ethnoarchäologie fällt. Die Erschließung der Welt gab die entscheidenden Hinweise zum Gebrauch der Artefakte als Steinbeile. Erste Thesen wurden im Jahr 1723 auf Basis geschäfteter Steinbeile aus Kanada mit „Urvölkern Frankreichs und Deutschlands“ (OBERMAIER 1912, 10) in Verbindung gebracht. Die Spur der Experimente führt nach Skandinavien und überspringt mehr als 100 Jahre. 1891 veröffentlichte Smith Reihenexperimente zu Schäftungen von Steinbeilen (SMITH 1891, 383-396), zu Bearbeitungsspuren und Arbeitszeiten beim Baumfällen. Lediglich die Sepiafärbung unterscheidet auf den ersten Blick von modernen Displays. Auf den ersten Blick scheint die Frage nach dem Vom-Menschen-gemacht-Sein überholt, diese Sicht könnte sich allerdings bitter rächen. Im randständigen oder missliebigen Bereich der Auseinandersetzung mit Artefakten ist diese Diskussion bis heute präsent. Sie kann internationalen Einfluss gewinnen. Nicht nur bei Einwanderungshypothesen in Afrika/Brasilien, sondern auch mit viel Geld gefördert auf die Bühne gehoben, wie die Kontroverse um die sog. „bosnischen Pyramiden“ zeigt (BROCK 2016, 56-57).

Die Nordische Bronzezeit – ein Experiment?

Sophus Müller hielt 1897 mit gewisser Dramatik fest: *„Die Gegner der Bronzezeit behaupteten deswegen, dass die Ornamente ausschließlich mit einem Gravierstichel von Stahl ausgeführt werden konnten. Dieses kleine Werkzeug war somit lange Zeit eine gefährliche Waffe, die das Dreiteilungssystem in seinem Kern bedrohte; denn, war Stahl zur Ausführung*

*der Ornamente verwendet worden, so musste die Vorstellung von einer Bronzezeit aufgegeben werden.“* (MÜLLER 1897, 284-285). Der an Altertümern im Nationalmuseum interessierte Goldschmied Boas wurde als Praktiker gewonnen und konnte im Experiment „gleich am nächsten Tag“ die Gravierbarkeit von Messing mit Messing sowie von Bronze mit Bronze nachweisen. Nach Müller hatte diese Frage *„ein Menschenalter Anhänger und Gegner der Bronzezeit in gleichem Maße interessiert“* (MÜLLER 1897, 285). Im Fundgut konnten Punzstifte aus Bronze identifiziert werden, weitere Experimente und Vergleiche mit den Originalen, unter anderem durch Otto Tischler, bestätigten die These. Und mehr noch: Das Experiment und die Verifikation der Ergebnisse beflügelten international und überzeugten vom „nordischen System“, wie MÜLLER (1897, 286) schreibt. Experimente, Artefakte und Untersuchungen der Gebrauchsspuren begründeten die Nordische Bronzezeit als eigenständige Entwicklung. Damit hatte im sanften Schein des ex oriente lux der Schüler den Lehrer überflügelt. Mutmaßliche phönizische Kolonisten (NILSSON 1865, 37ff.) blieben endgültig abgemeldet und im Laufe der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde der Norden zum Leuchten in besonderer Kulturhöhe verpflichtet.

Welche Bedeutungen technischen Analysen und Experimenten im ausgehenden 19. Jahrhundert zugeschrieben wurden, belegt Kritik an der Sammlung des Landgerichtsrates Alexander Julius Robert Rosenberg, die nach seinem Tod ins Germanische Nationalmuseum Nürnberg kam. Johanna Mestorf erstellte den Katalog der Sammlung. Sie merkte 1887 kritisch an, dass in den Ausarbeitungen des Sammlers weder Funddokumentationen zu den Stücken vorhanden, noch die Ergebnisse der Experimentellen Archäologie Eingang gefunden hätten (SPRINGER 2002, 170). Für diese große alte Dame des

Fachs standen Experiment und Dokumentation, also Text, Bild und practical knowledge, gleichwertig nebeneinander. Dieses Wissenschaftsverständnis weist Mestorf als Vertreterin der skandinavischen Stilarchäologie aus. In dieser neben der prähistorischen Archäologie im ausgehenden 19. Jahrhundert international führenden Schule gewann ein Experiment spezielle und programmatische Wirkmacht.

Übersteigerung: Das Experiment zur germanischen Kulturhöhe

Mit einem in der Literatur unabdingbar zitierten Werk werden alle bisher angeführten Fragestellungen abgedeckt – aber auch gleichermaßen auf die Spitze getrieben. Nicht zuletzt bahnbrechend für den neuen Menschen auf seinem Weg in den totalen Krieg.

*„Wenn es aber gelingen würde, die Geräte, mit denen die kunstvollen Kleidungsstücke hergestellt worden waren, auf gleichem Boden nachzuweisen, der die Funde geborgen hat, wenn dazu die Geräte gefunden werden konnten in Ländern, die zäh durch alle Jahrhunderte, durch alle sonstigen geschichtlichen, kulturellen und religiösen Wandlungen hindurch an Brauch und Sitte der vorwiegend nordisch bestimmten Rassen festgehalten haben, dann könnte nur Boshaftigkeit und unbelehrbare Gelehrsamkeit die Zweifel an der neuen Geschichtserkenntnis aufrecht erhalten, dann mußte aber die Forschung in diesen Fragen um so gründlicher vorgehen“* (SCHLABOW 1937, Vorwort) Bereits mit der Fragestellung wurden die Ergebnisse in Dienst genommen. Die Einordnung textiler Artefakte aus den prominenten Bestattungen der älteren Bronzezeit in Skandinavien erfolgte als Teil einer „großgermanischen“ Kulturvorstellung. Es kam zur Rezeption als Aneignung (CRUMBACH 2017, 79-80).

Ältere Literatur und die Folgen

Zu Recht wird gründliche Kenntnis der Forschungsliteratur vor neuen Projekten und Experimenten gefordert. Ist dieser Forderung eine Aufarbeitung der Entwicklungsgeschichte voranzustellen?

Ich möchte dafür plädieren. Experimentelle Archäologie braucht zwingend eine Forschungsfrage und diese ist wohl nur in den seltensten Fällen völlig neu. Der Grund ist aus meiner Sicht der Faktor Mensch, vertreten durch die mit römischem Essen versorgte Herrenrunde am Anfang des Vortrags. Dies möchte ich anhand von drei Beispielen erläutern: Wissensverwaltung, Positionierung und Lehre.

Wissensverwaltung

Michael Herdick bezeichnet die Sicht auf Technik als konstitutives Element menschlicher Existenz und seine Bedeutung für die gesellschaftliche Entwicklung als Desiderat (HERDICK 2015, 304). Aber eben der technische Blick auf die Anpassung der Umwelt an die Bedürfnisse des Menschen lässt sich für die frühe experimentelle Archäologie als Grundpfeiler ausmachen. Die geistige Kultur materialisiert sich in Artefakten, und technisches Wissen gehört dazu. *„Der menschliche Geist formt die materielle Welt“* (HERDICK 2015, 309). Dem über experimentelle Archäologie beizukommen und auf dem Weg verlorenes Wissen aus dem Assmannschen Flowing Gap zu klaben, kann bestenfalls eine folgenlose philosophische Gedankenspielerei oder aber ein Erfolgsmodell für die Praxis sein. Schlimmstenfalls legt eine positivistische Sicht die Schienen für einen Zug von Wissenschaftlichkeit, der bereits im 19. Jahrhundert in Richtung eines übersteigerten Nationalismus entgleisen konnte. Erfahrungswissen kann als Schatz einer Gemeinschaft oder als abgrenzendes Geheimwissen der Eliten gesehen wer-

den (RANDSBORG 2011, 87). Dem ist über kein Experiment beizukommen, wenn die Grundlage der Archäologie als Man-Made Material Reality nicht hinterfragt wird. Theorien der Wissensverwaltung setzen Gesellschaftsmodelle voraus.

### Positionierung

Die Ergebnisverwendung illustriert vor allem jedoch die Positionierung der Protagonisten. Johanna Banck-Burgess ließ für ihre Publikation *Mittel der Macht. Textilien bei den Kelten* von Hildegard Igel verschiedene Arbeitsproben auf Basis der in den Jahren 1978-79 ausgegrabenen prominenten Bestattung Hochdorf/Enz fertigen. Ihrer Auffassung nach fiel der Fund „in die Phase der graecophilen Keltenforschung (...)“ (BANCK-BURGESS 2012, 85). Sie bemängelt, dass die Textilien „aufgrund ihrer Muster und der unglaublichen Feinheit schnell als kostbare Importe aus dem Süden angesehen wurden“ (BANCK-BURGESS 2012, 85). Unter anderem führen die nachgefertigten Proben mit Hakenkreuzmotiven sie jedoch zu dem Schluss: „Das wiederkehrende Symbol der Swastika unter den Textilien von Hochdorf spricht dafür, dass es das Symbol der Herrschenden in der Region war“ (BANCK-BURGESS 2012, 121), wie sich einer Bildunterschrift zum Fertigungsprozess eines Textils entnehmen lässt. Das „Experiment wider graue Theorie – zur Haptik von Stoffen“ (BANCK-BURGESS 2012, 116) illustriert die Auffassung der Autorin von einem einheimischen Textilzentrum und der Verwendung von Hakenkreuzen als Symbol in der Selbstrepräsentation der Eliten – also der Begriffsdefinition nach als Zeichen, das für etwas anderes steht. Was dieses andere ist, lässt sich der Ausarbeitung jedoch nicht entnehmen.

### Lehre

In Bezug auf die schulische/universitäre Ausbildung formulieren V. Mikešová und D. Maršálek: „*The aim of experiential ar-*

*chaeology, therefore, is not a verification of a concrete hypothesis by carrying out an experiment following strict rules and using authentic tools and methods, but to give a deeper understanding of the past.*“ (MIKEŠOVÁ, MARŠÁLEK 2017, 1). Das Versprechen dieses Verständnisses ohne Umweg über akademische Wenss und Abers macht Experimentelle Archäologie scheinbar für die Öffentlichkeit so attraktiv. Aber wie wird diese Unmittelbarkeit gelenkt? Als Chance für Studenten, über lehmige Hände praktisches Denken auf die Tastatur zu werfen? Als Reservat alten Handwerks? Oder als Lehrstück für Umweltromantik?

Von gesellschaftlicher Relevanz zu überzeugen, gelang Sophus Müller im Nationalmuseum Kopenhagen nachhaltig. Jedoch erzählte die skandinavische Archäologie nicht Geschichte, die von gewissen Kreisen in der Mitte des 20. Jahrhunderts verlangt wurde. Die Frage an ein Experiment legt bereits fest, welche Geschichte anhand der Ergebnisse erzählt werden soll. Mit einer guten Geschichte steht und fällt Überzeugungskraft und Unterhaltungswert. Diese Faktoren entscheiden über Förderung und Budget. Stellen wir uns der Herausforderung von Theorie und Praxis sowie den Altlasten der Methodengeschichte oder ist es angebrachter, wohlfeile Unterhaltung zu produzieren? Vielleicht sich in diesem Rahmen sogar der Verbreitung des im AfD-Wahlprogramm geforderten positiven Deutschlandbildes (ORZESSEK 2016, 1) anzuschließen? Diese Fragen zu klären, bleibt letztendlich uns als Protagonisten überlassen. Der Blick in die Geschichte der Experimentellen Archäologie mit besonderem Augenmerk auf die Fragestellungen und die Wirkmacht der Ergebnisse hat jedoch das Potenzial eine persönliche Standortbestimmung zu erleichtern.

## Literatur

- BANCK-BURGESS, J. 2012:** Mittel der Macht. Textilien bei den Kelten. Stuttgart 2012.
- BROCK, T. 2016:** Archäologie in Ruinen: Wie Bosniens Kulturgüterschutz darbt. Archäologie in Deutschland, 3/2016, 54-57.
- CRUMBACH, S. 2017:** Realien und Rezeption. Textilien der älteren Bronzezeit als Ikonen eines „goldenen Zeitalters“. Unveröffentlichte Masterarbeit. Fernuniversität Hagen 2017.
- HERDICK, M. 2015:** „Natural-born Cyborgs?“ Die experimentelle Archäologie und das Bild des Menschen. In: M. Koch (Hrsg.), Archäologentage Otzenhausen. Band 1. Beiträge des Internationalen Symposiums zur Archäologie in der Großregion in der Europäischen Akademie Otzenhausen vom 7.-9. März 2014. Otzenhausen 2015, 303-314.
- MIKEŠOVÁ V., MARŠÁLEK, D. 2017:** A Course in Experimental Archaeology at an Archaeopark as a Part of Active University Education. <<http://journal.excarc.net/issue-2017-1/aoam/course-experimentel-archaeology-archaeopark-part-active-university-education>> (31.12.2017).
- MÜLLER, S. 1897:** Nordische Altertumskunde nach Funden und Denkmälern aus Dänemark und Schleswig. Strassburg 1897.
- NILSSON, S. 1865:** Die Ureinwohner des Skandinavischen Nordens: Ein Versuch in der comparativen Ethnographie und ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Menschengeschlechts. Hamburg 1865.
- OBERMAIER, H. 1912:** Der Mensch der Vorzeit. Berlin, München, Wien 1912.
- OPITZ, R. 1894:** Das häusliche Leben der Griechen und Römer. Leipzig 1894.
- ORZESSEK, A. 2016:** Keine Freiheit für Presse und Kunst bei der AfD. <[http://www.deutschlandfunkkultur.de/kulturpolitik-in-landes-wahlprogrammen-keine-freiheit-fuer.1013.de.html?dram:article\\_id=348223](http://www.deutschlandfunkkultur.de/kulturpolitik-in-landes-wahlprogrammen-keine-freiheit-fuer.1013.de.html?dram:article_id=348223)> (31.12.2017).
- RANDBORG, K. 2011:** Bronze Age Textiles. Men, Women and Wealth. Bristol 2011.
- SCHWAN, G. 1999:** In den Schächten der Erinnerung. <<https://www.welt.de/print-welt/article582713/In-den-Schaechten-der-Erinnerung.html>> (31.12.2017).
- SCHLABOW, K. 1937:** Germanische Tuchmacher der Bronzezeit. Neumünster 1937.
- SMITH, G. 1891:** Huggeforsøg i Fyrretræ med Skivespaltere. Aarbøger for Nordisk Oldkyndighed og Historie, 1891, 383-396.
- SPRINGER, T. 2002:** Die Arbeit von Johanna Mestorf für das Germanische Nationalmuseum. In: J. K. Koch, E.-M. Mertens (Hrsg.), Eine Dame zwischen 500 Herren: Johanna Mestorf – Werk und Wirkung. Münster, New York, München, Berlin 2002, 159-176.
- STEMMERMANN, P. H. 1934:** Die Anfänge der deutschen Vorgeschichtsforschung: Deutschlands Bodenaltertümer in der Anschauung des 16. und 17. Jahrhunderts. Leipzig 1934.
- SUHLING, L. 1977:** Das Erfahrungswissen des Bergmanns als ein neues Element der Bildung im Zeitalter des Humanismus. Der Anschnitt 29, 1977, 212-218.
- THÜRY, G. E., WALTER J. 2001:** Condiementa. Gewürzpflanzen in Koch- und Backrezepten aus der römischen Antike. Herrsching 2001.
- LVR 2017:** <[http://www.bodendenkmalpflege.lvr.de/de/ueber\\_uns/methoden/experimentelle\\_archaeologie/experimentelle\\_archaeologie\\_1.html](http://www.bodendenkmalpflege.lvr.de/de/ueber_uns/methoden/experimentelle_archaeologie/experimentelle_archaeologie_1.html)> (31.12.2017).

Autorin  
Sylvia Crumbach M.A.  
Friedenstr. 30  
47053 Duisburg  
Deutschland  
s\_crumbach@gmx.de

## Neuer Name – bewährtes Konzept

### Das Potential von Citizen Science für die Experimentelle Archäologie

Claudia Merthen

**Summary – Citizen Science in Experimental Archaeology – A proven concept under a new name.** *Since some years a new integration concept of citizenship into academic research is established: "Citizen Science". This new approach concerning non-academic contributions seems to focus at a new name for a cooperation which is an essential basis in the field of Experimental Archaeology from the beginning. Now citizens could be an important part of academic studies including wider recognition. The new possibilities arising for Experimental Archaeology through "Citizen Science" will be presented within the article.*

*Keywords: Citizen Science, public participation in research*

*Schlagworte: Citizen Science, Laienforschung, bürgerschaftliches Engagement*

Seit einigen Jahren steht ein neuer Begriff für bürgerschaftliche Beiträge zur wissenschaftlichen Forschung: Citizen Science. Darunter fasst man Liantätigkeit zusammen, die die Wissenschaft unterstützt – eine Form des Engagements, die in der Experimentellen Archäologie seit Beginn einen festen Platz hat und ohne die zahlreiche Erkenntnisse nicht möglich gewesen wären und sind. Welche Möglichkeiten und Chancen sich durch die offizielle Etablierung von Citizen Science auch für die Experimentelle Archäologie ergeben, soll im Folgenden vorgestellt werden.

#### Zum Begriff

„Citizen Science“ (CS) stammt aus dem englischsprachigen Raum und wird im Oxford English Dictionary folgendermaßen definiert (OED 2018): *“The collection*

*and analysis of data relating to the natural world by members of the general public, typically as part of a collaborative project with professional scientists”.* Die Beteiligten sind „citizen scientists“. Diese Definition hat sich vor allem durch die Praxis weiterentwickelt, beschreibt aber dennoch den Kern des Ansatzes (vgl. auch BONNEY U. A. 2009).

Im Deutschen bedeutet diese Bezeichnung so viel wie „Bürgerwissenschaft“ und „Bürgerforschung“. Ebenfalls gebraucht werden die Begriffe „transdisziplinäre Forschung“, „Aktionsforschung“, „Laienwissenschaft“ und „Amateurwissenschaft“. In der Praxis meint Citizen Science, dass Wissenschaftler und interessierte Laien, d. h. Fachfremde, gemeinsam an einer Forschungsfrage arbeiten. Hierbei liegt das Potential in den verschiedenen Hintergründen, Ausbildung-

gen, Interessen und auch Herangehensweisen, die die Beteiligten mitbringen. Entsprechend grundlegend kann der Austausch zwischen allen Beteiligten hinsichtlich ihrer Erfahrungen, ihrer Informationen und ihres Wissen sein – und ebenso auch zwischen verschiedenen Projekten. Dabei müssen die "Bürgerwissenschaftlerinnen" und „Bürgerwissenschaftler“ nicht zwangsläufig hauptberuflich in der jeweiligen Disziplin Forschende sein (vgl. zur Definition für Deutschland auch GRÜNBUCH 2016, 13-14; vgl. zu einer Definition, die in einem ausführlichen Dialogprozess mit den Beteiligten geschaffen wurde, CS FÜR ALLE 2016, 6). CS als solche hat sich in Deutschland vor allem seit 2013 etabliert und zu einer allgemein verbreiteten Form des Wissenschaftsbetriebs entwickelt. Daher erfolgen Aufarbeitung und Diskurs in der wissenschaftlichen Literatur regelmäßig auch auf methodisch-theoretischer Ebene (vgl. zuletzt WINK, FUNKE 2017; vgl. dazu ebenso FORUM WISSENSCHAFTSKOMMUNIKATION 2016, 1; 73-75); dies steht im Einklang mit einer Aufforderung der europäischen Forschungsuniversitäten – League of European Research Universities, LERU –, sich intensiver mit Citizen Science zu beschäftigen (WINK, FUNKE 2017, 1).

Die Beteiligten an Citizen-Science-Projekten sind in erster Linie engagierte Bürgerinnen und Bürger, die nicht institutionell gebunden sind, die ehrenamtlich arbeiten und in diesem Fall die Gesellschaft vertreten – und dies unabhängig von Alter und Hintergrund. Sie arbeiten sowohl gemeinsam unter sich als auch mit Institutionen zusammen. Letztere können beispielsweise wissenschaftliche Einrichtungen wie Universitäten und Hochschulen, Stiftungen, Verbände und ebenso Akteure aus dem Bildungsbereich sein. Als Partner und Förderer sind Politik und Wirtschaft möglich.

Citizen-Science-Projekte nutzen allen Beteiligten: der Wissenschaft, denn ohne CS

könnten manche Forschungsfragen nicht oder nicht in adäquatem Maße bearbeitet werden, sowie den Laienforscherinnen und Laienforschern selbst, denn sie erhalten einen umfassenderen Einblick in die wissenschaftliche Praxis, ihr Wissen wird erweitert, ihre Fähigkeiten werden gefördert und neue entwickelt, sie dürfen sich einbringen und einen wesentlichen Beitrag zur Wissenschaft leisten. Förderer und Geldgeber zeigen Engagement und erhöhen ihr Ansehen durch „Public Relations“. Durch CS ergeben sich neue Perspektiven auf Themen der Forschung und auf die verschiedenen Forschungsdisziplinen, die Wissenschaftskommunikation wird verbessert. CS sieht sich als bürgerschaftliches, ehrenamtliches Engagement in der Forschung, als einen Weg zur Demokratisierung von Forschung, zu Bildung und Innovation, zu Transparenz und Anerkennung auf beiden Seiten sowie als Open Access und Open Science, also öffentliche sowie öffentlich und frei zugängliche Wissenschaft – das Ideal heißt „Wissenschaft für alle“ (zum Mehrwert vgl. auch CS FÜR ALLE 2016, 8).

Beim Gros der CS-Projekte melden die „BürgerwissenschaftlerInnen“ Beobachtungen, führen Messungen durch oder werten Daten aus – es handelt sich also hauptsächlich um Datenerhebungen. Diese partizipative Forschung ermöglicht es, wissenschaftliche Fragen im erforderlichen Umfang und auch ohne großes Startkapital durchzuführen. Partizipative Ansätze können sich aber auch auf die Vermittlung von Wissen und Erkenntnissen und damit weniger auf echte Forschung beziehen. Viele Projekte wurden sogar verstetigt, z. B. mit Vereinsgründungen.

In den Naturwissenschaften ist diese Form der wissenschaftlichen Arbeit bereits seit vielen Jahren ein wesentlicher Bestandteil der Forschungsarbeit. In den Kultur- und Geisteswissenschaften entdeckt man allmählich die Vorteile und das

Potential, Bürgerinnen und Bürger auf diese Art in Forschungsprozesse einzubeziehen, hier erobert sich CS langsam seinen Platz. In der Archäologie findet sich CS noch verhältnismäßig selten, hier ist vor allem das Engagement von Heimatvereinen und Privatsammlern zu nennen, die die Geschichte ihrer Stadt, ihrer Gemeinde oder ihres Landkreises aufarbeiten und publizieren, die archäologisch und geschichtlich relevante Objekte sammeln und vermitteln (vgl. z. B. MERTHEN, KOCH 2012; MERTHEN 2013a). Diese Art des ehrenamtlichen Engagements besteht allerdings vielerorts bereits seit den Anfängen der archäologischen Wissenschaft; mit dem 19. Jahrhundert beginnt durch bürgerschaftliches Interesse archäologische Forschung. – In die Experimentelle Archäologie ist der Ansatz „Citizen Science“ als solcher seit Anbeginn integriert: Hier war und ist die Laienforschung – also die Betätigung von Menschen, die kein archäologisches Fach studiert haben – eine wesentliche Triebfeder für die Generierung von Erfahrungen und Wissen. Auch wenn hierin die verschiedenartigen Arbeitsbereiche der Laienforscher nicht explizit als CS-Projekte ausgewiesen sind, entstammen ihnen wesentliche Erkenntnisse zu Deutung und Verständnis archäologischer Funde und Befunde – sowohl im Erforschen, in der Rekonstruktion als auch in der Vermittlung und Bildung.

Interessanterweise entsprechen Aufbau, Struktur und Erfolgskriterien der CS-Projekte weitestgehend den Parametern, die auch an ein archäologisches Experiment anzulegen sind (vgl. MERTHEN 2013b). Genannt seien besonders das definierte Ziel mit gesellschaftlicher Relevanz, also die Formulierung einer Forschungsfrage, die Festlegung des zeitlichen Rahmens und der Bedingungen, die Wissenschaftlichkeit, der Mehrwert für die Wissenschaft und im Fall von CS auch für Bürgerinnen und Bürger, die Qualität der Daten,

Diskussion und Interpretation sowie die allgemein zugängliche Publikation der Ergebnisse. Hinzu kommen bei CS die Organisationsform und die Rollenaufteilung, in denen die Partizipations- und die wissenschaftlichen Methoden festgehalten sind und transparent kommuniziert werden.

Citizen Science bietet zahlreiche Möglichkeiten für bürgerschaftliches Engagement, allerdings gibt es auch hier Grenzen, die immer wieder im Diskurs stehen. Dies hängt vor allem vom jeweiligen Forschungsgegenstand ab. Fehlerquellen bestehen beispielsweise im wissenschaftlichen Verständnis, in komplexen Forschungsmethoden, komplizierten Protokollen, im persönlichen Arbeitsstil und in den Fähigkeiten der Beteiligten. All dies kann zur Verzerrung von Daten führen (vgl. zuletzt, vor allem aus Sicht der universitären Forschung: WINK, FUNKE 2017). Voraussetzung für erfolgreiche CS-Projekte sind demnach eine geeignete Strukturierung und Organisation; soziale Kompetenz ist unabdingbar, vor allem da es gleichzeitig um wissenschaftlich korrekte Arbeit und um Unterhaltung und Freude geht, wenn Bürgerinnen und Bürger im Rahmen von ehrenamtlichen Tätigkeiten aktiv in Forschungsvorgänge einbezogen sind. Möglicherweise aus diesem Grund verfolgen viele CS-Projekte auch Bildungsziele – beispielsweise in der Vermittlung in Museen –, stehen also für Wissenschaftskommunikation (vgl. z. B. MERTHEN, SCHULZ 2012).

#### Zur Organisation von Citizen Science in Deutschland

Die Hauptplattform für die deutsche „CS-Community“ ist [www.buergerschaffenwissen.de](http://www.buergerschaffenwissen.de). Mit Sitz in Berlin existiert sie seit 2014. Von hier aus werden vor allem Foren, Dialogreihen, Workshops und Tagungen wie das jährliche „Forum Citizen Science“ organisiert, welches zuletzt am

22.9.2017 in Berlin stattfand; für den 6. und 7.9.2018 wird nach Frankfurt am Main eingeladen. Auf derartigen Treffen, die regelmäßig stattfinden, kommen Vertreter aus Wissenschaft, Politik und Gesellschaft zusammen. Alle diese Formate dienen dem Austausch, der Diskussion und der Vernetzung zwischen CS-Beteiligten sowie ihrer Interaktion, d. h. vor allem der Entwicklung von Ideen für Kooperationen.

Auf der Homepage [www.buergerschaffenwissen.de](http://www.buergerschaffenwissen.de) kann man sich für den Newsletter anmelden, der zur Verbreitung von Terminen und aktuellen Informationen dient.

Ein weiterer Bereich der Plattform widmet sich dem Präsentieren von CS-Projekten, bei denen teilweise auch noch mitgeforscht werden kann. Zum „Mitforschen“ erscheint zum „Projekte entdecken“ eine Recherche-Maske, um mit Hilfe der eigenen Interessen geeignete Mit-Forschungsthemen zu finden. Die gelisteten Beispiele informieren über die wesentlichen Aspekte: Ansprechpartner, Projektzeitraum, geeignet für wen, Ort und Tätigkeiten sowie darüber, worum es in dem Projekt geht, wie Bürger mitforschen können, was mit den Ergebnissen passiert und wozu die Forschung beiträgt. Aus der Archäologie findet sich hier als Langzeitprojekt das „Spessartprojekt“ (siehe auch [www.spessartprojekt.de](http://www.spessartprojekt.de)). Im vergangenen Herbst zur Zeit der Tagung war noch das „Archäologische Surveyprojekt Steigerwald Fatschenbrunn“ eingestellt, das jetzt abgeschlossen ist. Neu ist seit Mai 2018 ein zeitlich befristetes Lanzeitexperiment im Römerbergwerk Meurin. Hier werden rekonstruierte keltische und römische Handmühlen u. a. auf Leistungsfähigkeit, Lebensdauer, Qualität des fertigen Mahlguts und Energieaufwand beim Mahlen getestet (siehe <https://dukannstforschen.rgzm.de>)

Ergänzend zu Internetseite und verschiedenen Publikationen wurde 2016 die Bro-

schüre „Citizen Science für alle. Eine Handreichung für Citizen Science-Beteiligte“ herausgegeben. Sie ist auch online unter [www.buergerschaffenwissen.de](http://www.buergerschaffenwissen.de) > „Citizen Science“ > „Unsere Ressourcen“ > „Publikationen und Ressourcen“ als pdf abrufbar. Hierin finden sich grundlegende aktuelle Information zu CS mit Beispielen und weiterführenden Hinweisen sowie eine Hilfe, wie ein Citizen-Science-Projekt begonnen werden kann (CS FÜR ALLE 2016, 26-27).

Mit dieser Citizen-Science-Plattform war unter dem Namen „BürGER schaffen WISSEN – Wissen schafft Bürger“ = GEWISS ein Bausteinprogramm verbunden (vgl. GRÜNBUCH 2016, 12; 32-33). Es handelte sich um ein Konsortiumsprojekt zur Entwicklung von Citizen-Science-Kapazitäten in Deutschland. Um diesen Forschungsansatz zu fördern und wissenschaftlich zu begleiten, bildete sich dieses Konsortium 2014 aus der Wissenschaftscommunity heraus. Hierzu gehörte auch ein Beirat. Beide arbeiteten bis 2016 und verstanden sich als Wegbereiter, „um den Dialog zwischen Gesellschaft, Wissenschaft und Politik zu intensivieren und zu fördern“ (GRÜNBUCH 2016, 12). Im Konsortium arbeiteten Einrichtungen der Helmholtz- und der Leibniz-Gemeinschaft mit ihren universitären und außeruniversitären Partnern zusammen. Die beteiligten Einrichtungen waren das Deutsche Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) mit dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) und der Friedrich-Schiller-Universität Jena, das Berlin-Brandenburgische Institut für Biodiversitätsforschung (BBIB) mit den Institutionen Museum für Naturkunde Berlin, Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung (MfN), Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW), Freie Universität Berlin sowie der Leibniz-Forschungsverbund Biodiversität (LVB) und Wissen-



schaft im Dialog (WiD) (GRÜNBUCH 2016, 32). Im Beirat saßen Vertreterinnen und Vertreter aus zivilgesellschaftlichen Organisationen, Medien und Wissenschaft (GRÜNBUCH 2016, 33), letztere vertreten Expertinnen und Experten aus den Bereichen Natur-, Sozial-, Geistes- und Politikwissenschaften (GRÜNBUCH 2016, 12). Ein Ergebnis dieser gemeinsamen Arbeit ist das „Grünbuch. Citizen Science Strategie 2020 für Deutschland“, als gedruckte Version erschienen 2016 in Berlin sowie online abrufbar unter [www.buergerschaffenwissen.de](http://www.buergerschaffenwissen.de) > „Citizen Science“ > „Unsere Ressourcen“ > „Publikationen und Ressourcen“. Dieses Grünbuch legt das derzeitige Verständnis von CS, seinen Bedarf und seine Potentiale dar. Damit ist es eine Bestandsaufnahme und formuliert gleichzeitig, wie CS in Deutschland gestärkt werden kann. Es *„richtet sich in erster Linie an das Wissenschaftssystem und die Wissenschaftspolitik mit Forschungseinrichtungen und Förderorganisationen und hat das Ziel, Citizen Science zu stärken und auszubauen. Dies schließt universitäre und außeruniversitäre wissenschaftliche Einrichtungen, z. B. Universitäten, Institute der Helmholtz- und Leibniz-Gemeinschaft, der Max-Planck- und Fraunhofer Gesellschaft sowie öffentliche und private Fördermittelgeber ein. Im Weiteren sind auch wissenschaftliche Fachgesellschaften und -vereine sowie zivilgesellschaftliche Organisationen angesprochen, die eine zentrale Rolle in der Citizen Science einnehmen. Auch die Bedeutung der Medien und Wissenschaftskommunikatorinnen bzw. -kommunikatoren sowie des Bildungsbereichs findet im Grünbuch Berücksichtigung“* (GRÜNBUCH 2016, 12).

Gleichzeitig hilft es aber auch, den derzeitigen Stand zu CS in Deutschland zu verstehen und gibt so auch potentiellen Bürgerwissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern wertvolle Informationen an die Hand.

Wie in Deutschland finden sich auch in anderen Ländern Plattformen für Citizen Science. In Österreich beispielsweise lassen sich die grundlegenden Informationen und Projekt-Beispiele unter [www.citizen-science.at](http://www.citizen-science.at) recherchieren. Auch hier werden Tagungen durchgeführt, zuletzt die Österreichische Citizen-Science-Konferenz 2018 vom 1.-3.2.2018 an der Universität Salzburg mit Vorträgen, Gesprächskreisen und Workshops (<http://www.citizen-science.at/konferenz> [7.2.2018]). Organisiert wurde sie von der Universität Salzburg in Kooperation mit „Österreich forscht“, „Schweiz forscht“, „Bürger schaffen Wissen“, dem „Zentrum für Citizen Science“ und dem „FWF Der Wissenschaftsfonds“ Wien. In der Schweiz besteht im Rahmen von Science|Cité. Wissenschaft und Gesellschaft im Dialog ein Bereich zu CS ([www.science-et-cite.ch/de/citizen-science](http://www.science-et-cite.ch/de/citizen-science)).

Auf europäischer Ebene wirkt die European Citizen Science Association, ESCA, unterstützend auf die CS-Bewegung (<https://ecsa.citizen-science.net/about-us>). Im Jahr 2013 gegründet, sind hier bis dato mehr als 200 Personen und Organisationen aus 28 Ländern Mitglied, nicht nur aus Europa, sondern auch aus verschiedenen Teilen der Welt. ESCA organisiert umfassende CS-Konferenzen. Zudem bietet die englischsprachige Internetseite umfassende Informationen zu CS. Ebenfalls auf europäischer Ebene arbeitet die Citizen Science Alliance (<https://www.citizensciencealliance.org/>). Hier geht es vor allem um Internet-basierte CS-Projekte, um das Verständnis für wissenschaftliche Prozesse in der Öffentlichkeit zu stärken. Erwähnt seien noch die USA: Hier gibt die Citizen Science Association einen zusammenfassenden Überblick über die CS-Aktivitäten (<http://citizenscience.org>).

## Forschungsförderung für Citizen Science

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF, hat am 14.7.2016 im Bundesanzeiger vom 1.8.2016 eine Richtlinie zur Förderung von bürgerwissenschaftlichen Vorhaben (Citizen Science) herausgegeben (BMBF 2016). Diese Förderrichtlinie dient dazu, die Qualität der Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern in der Forschung zu steigern, indem sie nach einem ausführlichen Bewerbungs- und Auswahlprozess finanzielle Mittel in Aussicht stellte. Gefördert werden sollten Projekte, die sich mit gesellschaftlich relevanten Fragen beschäftigen, welche problemorientiert gestellt werden, und in denen alle Beteiligten auf Augenhöhe zusammenarbeiten. Dazu sollte ein geeignetes wissenschaftlich-methodisches Vorgehen angewandt werden.

Diese Förderung war 3,5 Monate lang ausgeschrieben, und sie wurde auf drei Jahre angelegt. Das Bewerbungsverfahren war zweistufig. Zuerst wurde eine Projektskizze inklusive eines fachlich beurteilbaren Grobkonzepts und eines Finanzierungsplans erbeten, dazu wurden auch inhaltliche Schwerpunkte vorgegeben. Nach einem Auswahlverfahren sollte ein förmlicher Förderantrag eingereicht werden, in dem bestimmte ergänzende Informationen enthalten sein sollten. Für die geförderten Projekte wurde die Übernahme entweder der Ausgaben oder der Kosten in Aussicht gestellt, zu letzteren können auch Personalkosten, Kosten für ausgelagerte Aufträge und Reisekosten gehören.

Gefördert werden nun, über einen Zeitraum von bis zu drei Jahren, insgesamt 13 Projekte mit rund 5 Millionen Euro (BMBF 2017; siehe jetzt auch <https://buergerschaffenwissen.de/citizen-science/buergerforschung-bmbf>). Erstmals werden hiermit gezielt Projekte aus der Bürgerforschung finanziell unterstützt.

Als Resonanz auf die Förderrichtlinie wur-

den mehr als 300 CS-Projektvorschläge eingereicht, sodass Bundesforschungsministerin Johanna Wanka die Bürgerforschung deshalb in Zukunft noch weiter stärken möchte. Die Forschungsvorhaben stammen aus den Sozialwissenschaften, aus dem Natur- und Umweltschutz sowie aus dem Gesundheitsbereich; auch Projekte aus der Do-it-Yourself-Bewegung werden finanziert.

Bei der Auswahl waren die Vielzahl unterschiedlicher Fragen und Beteiligungsmöglichkeiten ausschlaggebend.

## Citizen Science und Experimentelle Archäologie

Das Engagement von Laien in der Wissenschaft ist ein wesentliches Standbein der Experimentellen Archäologie, dies belegen die Aktivitäten der entsprechenden Organisationen wie beispielsweise der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie e.V., EXAR (<http://www.exar.org/>), der Association for Experimental Archaeology, Experimenta (<http://www.experimenta.ch/>), der Experimental Archaeology Switzerland, EAS/ AES/EAS (<http://eas-aes.ch/verein/>) und der International Association for Experimental Archaeology, Archaeological Open-Air Museums, Ancient Technology and Interpretation, EXARC (<https://exarc.net/>). „Citizen Science“ wird in dieser Methode der Archäologie seit Anbeginn betrieben und ist nun, durch einen weltweit anerkannten Begriff, auch in der öffentlichen Wahrnehmung verankert. Mit Hilfe von CS werden Erfahrungen und Wissen generiert, sowohl im Bereich der Forschung als auch im Bereich der Vermittlung.

Nicht nur in der Experimentellen Archäologie, sondern allgemein besteht in der deutschen Bevölkerung ein großes Interesse und ein gewisses Bedürfnis, an wissenschaftlichen Themen beteiligt zu wer-

den. Dies ist eine Chance für die etablierte Wissenschaft – trotz aller damit verbundenen Herausforderungen –, und sie wurde auch auf europäischer Ebene erkannt.

Damit gehört CS zu den drei Säulen der Open-Science-Agenda der Europäischen Kommission und ist damit ein wesentlicher Teil der gesamt-europäischen Wissenschaftspolitik. Das europäische Forschungsrahmenprogramm „Horizont 2020“ ist besonders auf gesellschaftliche Herausforderungen ausgerichtet (siehe <https://www.bmbf.de/de/horizont-2020-das-europaeische-forschungsrahmenprogramm-281.html>, [www.horizont2020.de](http://www.horizont2020.de)). Damit bestehen auch für die Laienforschung in der Experimentellen Archäologie neue Möglichkeiten der Anerkennung und der Förderung, auf nationaler und auch auf EU-Ebene. Gerade da bei CS-Projekten der gesamte wissenschaftliche Prozess erfasst wird, d. h. von der Entwicklung der Frage über die Auswahl der Methoden, Datenerhebung, Visualisierung, Auswertung bis hin zur Interpretation und Kommunikation, werden sich, und dies nicht zuletzt durch die allgemeine technische Entwicklung in Richtung Digitalisierung, auch neue Ansätze in den Versuchen, Rekonstruktionen und Experimenten ergeben. Hinzu kommt, dass sich auch das Wesen des wissenschaftlichen Publizierens verändert hat und dass damit eine wissenschaftliche Qualitätssicherung einen anderen Weg gehen wird als bisher – sodass auch hierin Potential für bürgerschaftliches Engagement in der Experimentellen Archäologie liegt; beispielsweise sind die Sozialen Medien ein noch weitgehend ungenutzter Kanal. Citizen-Science-Projekte zeichnen sich in Struktur und Durchführung durch gutes Projektmanagement aus. Dies ist auch ein wesentlicher Baustein in der Experimentellen Archäologie. Mit Sicherheit lassen sich daher auch in unserem Arbeitsfeld Fragen und Themen finden, die för-

derungsfähig sind. Damit heißt es „dranbleiben“ und die Freude an unserer Arbeit mit anderen teilen.

## Dank

Mein Dank geht an das Auditorium der EXAR-Tagung in Xanten für die zahlreichen Rückmeldungen und aufgeschlossenen Gespräche hinsichtlich möglicher Citizen-Science-Projekte in der Experimentellen Archäologie. Zudem bedanke ich mich bei Katrin Vohland, Leiterin des Forschungsbereichs Wissenschaftskommunikation und Wissensforschung, und bei David Ziegler, Redakteur der Plattform „Bürger schaffen Wissen“, beide Museum für Naturkunde in Berlin, für die Zusammenarbeit im Bereich Citizen Science. Katrin Vohland und Marcus Beck, Nürnberg, gaben mir zudem wertvolle Hinweise zum Manuskript und fanden sich bereit, immer wieder über das Thema in Austausch zu treten. Dafür danke ich ihnen herzlich.

## Literatur

- BMWF 2016:** Bekanntmachung. Richtlinie zur Förderung von bürgerwissenschaftlichen Vorhaben (Citizen Science). Bundesanzeiger vom 1.8.2016. <<https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-1224.html>> (8.2.2018).
- BMWF 2017:** Mitmachen und Forschen! BMBF gibt ausgewählte Citizen Science-Projekte bekannt/Ministerin Wanka: „Wir stärken Zusammenarbeit von Bürgern und Forschern“. Pressemitteilung 088/2017 vom 14.7.2017. <<https://www.bmbf.de/de/mitmachen-und-forschen-4503.html>> (8.2.2018).
- BONNEY, R. U. A. 2009:** Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. *BioScience* 59/11, 1. Dezember 2009, 977-984. <<https://academic.oup.com/bioscience/>

article/59/11/977/251421> (8.2.2018).

**CS FÜR ALLE 2016:** L. Pettibone u. a., Citizen Science für alle. Eine Handreichung für Citizen Science-Beteiligte. Berlin 2016.

**FORUM WISSENSCHAFTSKOMMUNIKATION 2016:** Wissenschaft für alle?! Forum Wissenschaftskommunikation 2016, Bielefeld, Dokumentation 9. Forum Wissenschaftskommunikation 73-75.

<<https://www.wissenschaft-im-dialog.de/forum-wissenschaftskommunikation/archiv/>> siehe unter <[https://www.wissenschaft-im-dialog.de/fileadmin/user\\_upload/Projekte/Forum\\_Wissenschaftskommunikation/Dokumente/17\\_FWK9\\_Doku\\_Webversion.pdf](https://www.wissenschaft-im-dialog.de/fileadmin/user_upload/Projekte/Forum_Wissenschaftskommunikation/Dokumente/17_FWK9_Doku_Webversion.pdf)> (8.2.2018).

**GRÜNBUCH 2016:** A. Bonn u. a., Grünbuch. Citizen Science Strategie 2020 für Deutschland. Leipzig, Berlin 2016.

**MERTHEN, C., KOCH, G. 2012:** Erlebnis Steinzeit – Archäologie & Museumspädagogik in Buchbrunn. Archäologie und Ehrenamt. Anlass, Verlauf und Bilanz eines Modellprojekts. Denkmalpflege Themen 3. München 2012, 46-47.

**Merthen, C, SCHULZ, H.-G. 2012:** „Mammutsteak und Uhrkornbrot“ – Zwei Steinzeit-Aktionswochen in Zirndorf. Archäologie und Ehrenamt. Anlass, Verlauf und Bilanz eines Modellprojekts. Denkmalpflege Themen 3. München 2012, 74-75.

**MERTHEN, C. 2013a:** Grauzone Archäologievermittlung? Beobachtungen zum Spagat zwischen Hobby und Beruf. Akten der Tagung „Archäologie, Schule und Museum im Spannungsfeld Kultureller Bildung“, Deutsche Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte (DGUF) und Arbeitskreis Archäologie im Schulbuch. Dresden, Landesamt für Archäologie Sachsen, 17.-19.5.2012. Archäologische Informationen 35, 2012 (2013) 119-124.

**MERTHEN, C. 2013b:** Versuch – Rekonstruktion – Experiment. Zur Begrifflichkeit aus Sicht der Rekonstruierenden Archäologie, Bereich Textil. Experimentelle Archäologie in Europa 12. Bilanz 2013, 147-159.

**OED 2018:** Oxford English Dictionary, siehe unter citizen science.

<[https://en.oxforddictionaries.com/definition/citizen\\_science](https://en.oxforddictionaries.com/definition/citizen_science)> (8.2.2018).

**WINK, M., FUNKE, J. (Hrsg.) 2017:** Wissenschaft für alle: Citizen Science. Heidelberger Jahrbücher Online 2, 2017. DOI: <<http://dx.doi.org/10.17885/heiup.hdjbo.2017.0>, <http://heiup.uni-heidelberg.de/journals/index.php/hdbjo/issue/view/2368>> (8.2.2018).

Zusätzliche weiterführende Links

<http://www.citizen-science-germany.de/>  
[http://www.deutschlandfunk.de/buergerforscht-wie-citizen-science-die-wissenschaft.740.de.html?dram:article\\_id=313923](http://www.deutschlandfunk.de/buergerforscht-wie-citizen-science-die-wissenschaft.740.de.html?dram:article_id=313923)

<http://www.citizen-science.de/> (Verein zur Förderung von Bürgerwissenschaft e.V.)  
<https://scienceandpeople.de/>  
<https://www.bmbf.de/de/citizen-science-wissenschaft-erreicht-die-mitte-der-gesellschaft-225.html>  
[https://www.helmholtz.de/transfer/wissenschaftstransfer/citizen\\_science/](https://www.helmholtz.de/transfer/wissenschaftstransfer/citizen_science/)

Autorin

Dr. Claudia Merthen  
Germanisches Nationalmuseum  
Kartäusergasse 1  
90402 Nürnberg  
Deutschland



Jahresbericht

## Vereinsbericht der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie (EXAR) für das Jahr 2017

Ulrike Weller

### Vorstandsarbeit

Die Vorstandsmitglieder verständigten sich während des Jahres abermals per E-Mail oder Telefon zu Details zur Vereinsarbeit, da die großen Entfernungen zwischen den Wohnorten persönliche Treffen schwierig machten. Auch die Tagungsvorbereitung innerhalb des Vorstands konnte so bewältigt werden.

Zudem fand eine Vorstandssitzung am 28. September 2017 am Rande der 15. Internationalen Jahrestagung der EXAR in Xanten (Deutschland) statt, wobei der Ablauf der Tagung sowie aktuelle Themen der Vorstandsarbeit besprochen bzw. konkretisiert wurden. Diesmal musste vor allem auch der Ablauf der Vorstandswahlen vorbereitet werden.

Die Jahrestagung 2017 sollte laut Mitgliederbeschluss in Kooperation mit dem LVR-Archäologischer Park Xanten in Xanten (Deutschland) stattfinden. Die Tagungsvorbereitung erfolgte im Mai 2017 in Xanten mit Dr. Müller und seinem Team. Die gute Zusammenarbeit mit diesen entlastete den Vorstand sehr, die weiteren Vorbereitungen konnten per E-Mail und Telefon erledigt werden.

Wie auch in den vorangegangenen Jahren wurden diverse Anfragen an den Vorstand herangetragen und von diesem bearbeitet.

Der Vorstandsvorsitzende Gunter Schöbel nahm abermals an Expertenrunden zum

Thema Experimentelle Archäologie bzw. Freilichtmuseen teil.

Zudem wurden für das neue Jahrbuch die Artikel angefordert, redaktionell bearbeitet und das Layout erstellt. Ebenso übernahm der Vorstand wieder die Pflege der Website, während der Facebook-Auftritt nach wie vor dankenswerterweise von Claudia Pingel betreut wurde.

### Veröffentlichungen

Ende September 2017 kam pünktlich zur 15. Internationalen Jahrestagung in Xanten das 16. Heft Experimentelle Archäologie in Europa, Jahrbuch 2017 heraus, das dem langjährigen Vorsitzenden Prof. Mamoun Fansa als Festschrift zum 70. Geburtstag gewidmet ist. Der Band enthält auf 259 Seiten 22 Artikel, die weitestgehend auf den Vorträgen der 14. Internationalen Jahrestagung beim MAMUZ in Mistelbach (Österreich) basieren. Auch im Jahr 2017 wurden die Redaktions- und Layoutarbeiten von den Vereinsmitgliedern übernommen. Bei der Tagung in Xanten anwesende Mitglieder konnten ihre Bücher direkt entgegennehmen, den übrigen waren sie vor der Tagung zugeschickt worden. Der Verkauf des neuen Heftes sowie der alten Bände erfolgte am Büchertisch im Tagungsbüro, während des Jahres läuft er über den Webshop des Pfahlbaumuseums, von wo aus auch die Abonnements bedient werden.



Abb. 1: Tagungsteilnehmer in Xanten. – Conference members in Xanten.

#### Jahrestagung 2017

Die 15. Internationale Jahrestagung der EXAR fand vom 28. September bis 1. Oktober 2017 in Kooperation mit dem LVR-Archäologischer Park Xanten (Deutschland) statt.

Nahezu 100 Experimentalarchäologen aus Europa trafen sich zum Kennenlernen und zum Erfahrungsaustausch (Abb. 1). Am Donnerstagabend fand das traditionelle Get-together statt, bei dem alte Bekanntschaften erneuert und neue geknüpft werden konnten. An den nächsten beiden Tagen wurden 22 Vorträge gehalten, wovon sich die Themen auf die Bereiche Experiment und Versuch, Rekonstruierende Archäologie und Theorie und Vermittlung verteilten.

Tagungsprogramm am Freitag, 29. September 2017:

Begrüßung/Welcome Prof. Dr. Gunter

Schöbel (Pfahlbaummuseum Unteruhldingen), Grußwort/Greeting Dr. Martin Müller (LVR-Archäologischer Park Xanten); Hannes Lehar, Auf der Suche nach dem dehnbaren „Beton“; Klemens Maier, Rezepturenentwicklung von Opus Caementitium zur Verwendung in Hypokaustheizungen; Gabriele Schmidhuber-Aspöck, Römischer Schiffbau im LVR-APX; Rüdiger Schwarz, Zur Verwendungsweise und Schäftung römischer Äxte; Frank Wiesenberger, Glasperlenherstellung am holzbefeuerten Lehmofen; Michael Herdick, Werkstoffdesign im Töpfereizentrum Mayen: Studien zu einem Forschungsdesiderat; Josef Engelmann, Sayuri de Zilva, Überlegungen und Rekonstruktion zum Drahtziehen im Mittelalter; Jutta Leskovar, Wolfgang Lobisser, Die Herrinnenhalle von Mitterkirchen/Oberösterreich; Thorsten Helmerking, Der Baum brennt: Ausbrennen als Arbeitsschritt beim Einbaumbau; Karl Isekeit, Das Einbaumpro-



Abb. 2: Auf der Schiffswerft. – At the shipyard.

jekt Ziesar; Kamil Nowak, Ein Werkzeug für die Produktion von Gussformen?

Tagungsprogramm am Samstag, 30. September 2017:

Michael Konrad, Rekonstruktion einer Gussform für Tüllenpickel; Wolfgang Lobisser, Man muss das Eisen schmieden solange es heiß ist – Das Modell einer keltischen Schmiede im MAMUZ in Niederösterreich; Maren Siegmann, Die Spur der Fäden. Perlenensembles und ihre Aussagemöglichkeiten; Peter Kienzle, Erfahrungen aus dem Betrieb der Herbergsthermen in Xanten; Carsten Wenzel, Thomas Flügen, Alte Mauern mit neuem „Glanz“ – Sanierung und Neupräsentation der Kaiserpfalz Franconofurd; Sonja Guber, Prähistorische Bienenhaltung; Sylvia Crumbach, Experimentelle Archäologie – Was für eine Frage?; Peter Kienzle, Der Wissenschaftler – die Botschaft – der Besucher; Claudia Merthen, Neuer Name – bewährtes Konzept. Das Potential von Citizen Science für die Experimentelle Archäologie; Julia Heeb, Wie lange hält ein Weidenflechtzaun? – Und was und wie

sollte ein Freilichtmuseum dokumentieren?

Während der Tagung wurden von Andrea Koppel ein Poster über römische Kosmetik und von Martin Schidlowski und Tobias Bader eines über die mineralogische und chemische Charakterisierung römischer Estriche präsentiert.

Nach den Vorträgen am Freitag lud der LVR-APX zum Empfang in die Römische Herberge auf dem Parkgelände ein. Im Anschluss an das Vortragsprogramm am Samstag folgte die Mitgliederversammlung. Am Abend trafen sich die Tagungsteilnehmer in einem Restaurant in Xanten. Am Sonntag fanden Führungen auf dem Gelände des APX statt.

#### Mitgliederversammlung 2017

Die 15. Mitgliederversammlung der EXAR fand am 30. September 2017 am Rande der 15. Internationalen EXAR-Jahrestagung in Xanten (Deutschland) statt. Die Einladung mit den Tagesordnungspunkten war allen Mitgliedern termingerecht zugesandt worden. Anträge zur Tagesord-



nung waren nicht eingegangen.

Der 1. Vorsitzende berichtete über die Arbeit des Vorstandes, dann stellte der Schatzmeister seinen Bericht vor. Die Einnahmen des Vereins liegen weiterhin über den Ausgaben, sodass sich das Vereinsvermögen auch in diesem Jahr wieder erhöht hat. Die bei der Tagung präsentierte Mitgliederzahl ist mit 186 etwas geringer als im letzten Jahr, da der Vorstand einige Mitglieder wegen wiederholter Nichtzahlung des Jahresbeitrages aus dem Verein ausgeschlossen hatte. Allerdings konnte die Mitgliederzahl noch während der Tagung wieder ausgeglichen werden.

Die Kassenprüfung ergab keine Beanstandungen. Der Vorstand wurde auf Antrag entlastet.

Turnusgemäß standen Vorstandswahlen an. Alle Vorstandsmitglieder stellten sich erneut zur Wahl und wurden jeweils mit einer Enthaltung wiedergewählt.

Für die Tagung 2018 überbrachte der 1. Vorsitzende Prof. Gunter Schöbel eine Einladung ins Pfahlbaumuseum Unteruhldingen, die die Mitglieder gerne annahmen.

Abbildungsnachweis:

Abb. 1: Olaf Ostermann

Abb. 2: Sonja Nolte

Autorin

Dr. Ulrike Weller

Niedersächsisches Landesmuseum Hannover

Willy-Brandt-Allee 5

30169 Hannover

# Autorenrichtlinien „Experimentelle Archäologie in Europa“

(English version on [www.exar.org](http://www.exar.org))

Zur Beachtung: Der Vorstand behält sich vor, Artikel abzulehnen. Redaktionsschluss ist der 31.12. jeden Jahres. Die Druckfreigabe beinhaltet zusätzlich die Freigabe für zukünftige, auch digitale, Veröffentlichungen.

Allgemein: Der eingereichte Text soll 8 Seiten (Times New Roman, 12 Punkt, einfacher Zeilenabstand) inklusive Verschlagwortung, fremdsprachiger Zusammenfassung, Literaturverzeichnis, Abbildungsnachweis, deutscher und englischer Abbildungsunterschriften und Autorenschrift nicht überschreiten. Es sollen maximal 10 Bilder eingereicht werden.

Der eingereichte Text soll die endgültige Fassung darstellen. Bei der Autorenskorrektur sind nur kleinere Korrekturen, die nicht in das Layout eingreifen, möglich. Umstellungen im Text, das Verschieben von Textblöcken sowie das Einfügen oder Entfernen ganzer Sätze oder Textblöcke können nicht berücksichtigt werden.

## Text

- Manuskripte sind im Fließtext mit dem Programm Word für Windows oder einem vergleichbaren Textverarbeitungsprogramm zu erstellen; keine pdf-Dateien!
- Der Text darf keine Formatierungen (zum Beispiel Spalten), keine Silbentrennungen, keine Kopf- und Fußzeilen, keine Seitenzahlen und keine Bilder enthalten.
- Rechtschreibung nach den Richtlinien der „Reform der deutschen Rechtschreibung“ (Stichtag der Einführung 01.08.1998) und den Modifikationen 2004 und 2006.
- Anmerkungen in Fuß- und Endnoten sind nicht möglich.
- Der Text enthält Hinweise auf die Abbil-

dungen und die benutzte Literatur.

Die alleinige und vollständige Reihenfolge des Beitrages besteht aus

- Zusammenfassung bei deutschen Texten in englischer bzw. bei englischen Texten in deutscher Sprache, die Zusammenfassung soll nicht mehr als 20 Zeilen (DIN A4, Schriftgröße 12 Punkt) lang sein;
- Schlagwortverzeichnis (maximal sechs Schlagworte in Deutsch und Englisch);
- Text;
- Literaturverzeichnis (siehe „Literaturverzeichnis“);
- Abbildungsnachweis (siehe „Abbildungen und Tabellen“);
- Autorenschrift;
- Abbildungsunterschriften (siehe „Abbildungen und Tabellen“).

## Zitierweise im Text

Zitiert wird nach der so genannten naturwissenschaftlichen Zitierweise: im fortlaufenden Text in Klammern - Autorennamen, gefolgt von Erscheinungsjahr und Seitenangabe.

- Mehrere Seitenzahlen werden durch Semikolon getrennt, ebenso Seitenzahlen bei Abbildungsangaben;
- Unternummern bei Abbildungsangaben stehen nach einem Komma hinter der Abbildungsnummer; mehrere Unternummern, die nicht direkt aufeinander folgen, werden durch Punkt getrennt;
- Anmerkungen sind grundsätzlich zu vermeiden;
- Werden mehrere Werke genannt, sind die Autorennamen durch ein Semikolon zu trennen;
- Werden mehrere Werke eines Autors erwähnt, ist vor dem Erscheinungsjahr

jeweils der Autorennamen zu nennen;

- Zitate historischer Quellen stehen in Anführungszeichen.

#### Beispiele

(Möller 1988, 17; Möller 1989, 13-14; 35; Heller 1990, 34; Dietrich 1994, 34, Abb. 1) (Zimmermann 1989, 18-19, Abb. 3,2-5.9; 5,2-5.9, Taf. 35,2-5; 36,3; 40,2-5.9; 88,3).

#### Literaturverzeichnis

Am Ende des Beitrages ist in alphabetischer Reihenfolge ein vollständiges Verzeichnis der benutzten Literatur nach folgendem Muster zu erstellen:

- Außer „Hrsg.“ (für Herausgeber) dürfen keine Abkürzungen oder Sigel benutzt werden; Zeitschriften- oder Reihennamen sind immer auszuschreiben!
- Die Literatur wird in folgender Reihenfolge angeführt: Nachname (Komma) Vorname abgekürzt (kein Satzzeichen) Erscheinungsjahr (Doppelpunkt), vollständig ausgeschriebener Titel (Punkt). Bei Zeitschriften folgt Titel der Zeitschrift (ohne Satzzeichen) Bandnummer (Komma) Jahrgang (Komma) vollständige Seitenzahl. Bei Monografien folgt ggf. Titel des Sammelbandes (ohne Satzzeichen) und Bandnummer (Punkt) Erscheinungsort (ohne Satzzeichen) Jahr (Komma) vollständige Seitenzahl.
- Mehrere Autoren oder Herausgeber werden durch Komma getrennt. Gibt es mehr als 3 Autoren oder Herausgeber, wird nur der erste genannt, die übrigen Namen werden durch u. a. oder et al. ersetzt.
- Im Literaturverzeichnis soll nur im Text zitierte Literatur aufgeführt werden.

#### Beispiele

Both, F. 1996: Düna II. Untersuchungen

zur Keramik des 1. bis 14. nachchristlichen Jahrhunderts. Materialhefte zur Ur- und Frühgeschichte Niedersachsens Reihe A 24. Hannover 1996.

Fansa, M. 1983: Die Steingeräte aus den Megalithgräbern in Kleinenkneten, Stadt Wildeshausen, Ldkr. Oldenburg. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland 6, 1983, 1-8.

Genrich, A., Peters, H.-G., Schirinig, H. 1977: Vor- und Frühgeschichte. In: H. Patze (Hrsg.), Geschichte Niedersachsens 1. Veröffentlichungen der Historischen Kommission für Niedersachsen und Bremen 36. Hildesheim 1977, 439-541.

#### Abbildungen und Tabellen

- Abbildungen, Diagramme, Tabellen, Grafiken etc. können in Form von JPEG- oder TIFF-Dateien vorgelegt werden; die Dateinamen sollen den Namen des Autors und die Nummer der Abbildung, Tafel usw. enthalten (z. B. Schöbel Abb1.jpg oder Walter Taf5.jpg)
- Abbildungen dürfen nicht im Text enthalten sein, sondern müssen in getrennten, einzelnen Dateien eingereicht werden;
- Faltafeln können aus Kostengründen nicht angefertigt werden;
- Zu jeder Abbildung, Tabelle, Grafik usw. ist eine Abbildungsunterschrift zu erstellen, die nicht länger als 3 Zeilen (DIN A4, Schriftgröße 12 Punkt) sein darf. Die Abbildungsunterschriften sollen jeweils in Deutsch und Englisch eingereicht werden;
- Die Abbildungsunterschrift besteht aus „Abb.“, laufender Nummer und der eigentlichen Abbildungsunterschrift;
- Bei Fotos von Funden und Repliken sollte ein Maßstab ins Bild eingefügt sein.
- Alle Abbildungsunterschriften sind als

Anhang an den Text zu stellen (siehe „Text“);

- Abbildungen und Abbildungsunterschriften müssen eindeutig einander zugeordnet sein;
- Bilder müssen mindestens 300 dpi und maximal 600 dpi aufweisen, Strichzeichnungen sollten 1200 dpi haben.
- Die Abbildungen müssen in der endgültigen Form eingereicht werden. Wir nehmen keine Bildbearbeitung vor.

#### Abbildungsnachweis

- Urheberrechtliche Angaben, zum Beispiel Abbildungsnachweise, liegen in der Verantwortung des Autors; der Autor besorgt die ggf. notwendigen Genehmigungen zur (auch künftigen) Nutzung der Abbildung und trägt die eventuell anfallenden Kosten für die Veröffentlichung.
- Abbildungsnachweise sind im Text nach den Literaturangaben und vor der Autorenanschrift aufzuführen; hier ist anzugeben, wer die Abbildung erstellt hat bzw. aus welcher Literatur (Autor, Titel, Jahreszahl, Seitenzahl, Abbildungs- oder Tafelnummer) sie entnommen ist.



ISBN

978-3-944255-11-8