

EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE

in Europa

JAHRBUCH 2019



EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE IN EUROPA
Jahrbuch 2019
Heft 18

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 2019

Unteruhldingen 2019

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

Gedruckt mit Mitteln des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg und dem Staatsministerium der Bundesregierung für Kultur und Medien

gefördert im Rahmen
der Landesinitiative
„Kleine Fächer“ in
Baden-Württemberg



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: R. Schwarz, M. Arz, H. Gieß

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 978-3-944255-15-6

© 2019 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

Sebastian Probst, Anja Probst, Rengert Elburg, Wulf Hein

Spalten mit neolithischem Werkzeug

10

Benedikt Biederer

Experimenteller Nachbau von Speichergruben

21

Mirko Runzheimer

Stiftung Steinzeittext > Kleber

35

Thomas Rose, Sabine Klein, Erica Hanning

Verhüttungsexperimente mit Chalkopyrit-Erz nach Vorbildern aus dem
bronzezeitlichen Ostalpenraum und Nepal

47

Markus Binggeli

Gold in Kupfer in Bronze – frühbronzezeitliche Metalltechnik rekonstruiert

61

Sonja Guber

Prähistorische Bienenhaltung in Mitteleuropa – Rekonstruktion und Betrieb
eines Rutenstülpers

75

Herbert Gieß, Christoph Zorn, Katrin Zorn

Prähistorische Bienenhaltung in hohlen Baumstämmen

82

Klemens Maier, Alexander Hanser, Oskar Hörtnner, Christian Hörtnagel,

Daniel Draxl, Matthias Leismüller, Manuel Muigg

Rezepturenentwicklung von Opus Caementitium zur Verwendung in Hypokaust-
heizungen – Einfluss der Ausgangsmaterialien

95

Hannes Lehar

Der „Norische Nischenofen“: studiert – probiert

105

Erica Hanning, Anna Axtmann

Reconstruction of an Early Modern Wood-fired Chemist's Furnace

117

Rekonstruierende Archäologie

<i>Erika Berdelis unter Mitwirkung von Gisela Nagy</i> Eine Möglichkeit zur Herstellung prähistorischer Keramikrepliken	128
<i>Elias Flatscher, Michael Praxmarer, Wolfgang Recheis, Michael Schick</i> 3D-Scans und 3D-Drucke in der Musikarchäologie. Möglichkeiten und experimentalarchäologische Praxisbeispiele	140
<i>Wolfgang F. A. Lobisser</i> Zur experimentalarchäologischen Herstellung eines Einbaums aus Eichenholz mit Werkzeugen, Methoden und Techniken der Bronzezeit	153
<i>Thorsten Helmerking</i> Prähistorischer Bronzeguss und die Lauterkeit: Was kann ich wissen? Was soll ich tun?	171
<i>Jan Hochbruck</i> Der Schutz des Wachses. Versuche zur Nachschöpfung einer antiken Schiffsfarbe	181
<i>Helga Rösel-Mautendorfer</i> Zur Rekonstruktion einer provinzialrömischen Frauentracht nach einer bemalten Platte einer Dromos-Verkleidung aus Brunn am Gebirge	190
<h2>Vermittlung und Theorie</h2>	
<i>Gunter Schöbel</i> Experimentelle Archäologie in Europa – State of the art 2019	201
<i>Vera Edelstein, Gunter Schöbel</i> Vermittlung und Rezeption von Experimenteller Archäologie am Beispiel der Veranstaltungsreihe „Experimentelle Archäologie aus Europa – Wissen erlebbar gemacht“ im Pfahlbaumuseum in Unteruhldingen am Bodensee	215
<i>Jeroen Flamman</i> Archaeological Open-air Centres and Solitary Archaeological Constructions in the Netherland	225

<i>Katja Thode</i> „Archäologie der Zukunft – Direktvermittlung Wissen“. Ein Kooperations- projekt von Museum und Universität	239
<i>Bettina Birkenhagen, Frank Wiesenberg</i> Der experimentalarchäologische Werkstattbereich im Archäologiepark Römische Villa Borg	245
<i>Rüdiger Schwarz</i> Zu den Grenzen der Darstellbarkeit in der Living History	257
<i>Kai Böstler</i> „Schüler heizen ein!“ Nachbau von Rennöfen in den Schülerpraktika des Alamannen-Freilichtmuseums Vörstetten	273
<i>Claudia S. Riedt</i> A journey to the Stone Age-people in the highlands of New Guinea – cooking with the earth oven	284
<i>Peter Walter</i> Zur Nutzung von Bienenwachs von der Urgeschichte bis in die Neuzeit – eine Vorstudie	293
<i>Matthias Baumhauer</i> Knoten in der Stein- und Bronzezeit	308
<i>Arnulf Braune</i> Der Transport der Stonehenge-Steine	314
 Jahresbericht, Nachruf und Autorenrichtlinien	
<i>Ulrike Weller</i> Vereinsbericht der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie e.V. (EXAR) für das Jahr 2018	321
<i>Gunter Schöbel</i> Nachruf: Sylvia Crumbach 1969-2019	325
Autorenrichtlinien „Experimentelle Archäologie in Europa“	326

Vorwort

Liebe Mitglieder des Vereins, liebe Leserinnen und Leser,

Die Tagung 2018 in Unteruhldingen vom 27. bis 30. September war bei bestem Wetter, vielen fruchtbaren Erörterungen und qualitätsvollen Beiträgen ein großer Erfolg. Die Experimentelle Archäologie in Europa gastierte am Bodensee. Das abwechslungsreiche Programm umfasste 29 Vorträge und 15 Posterpräsentationen im gerade neu eröffneten Weltkulturerbe-Saal der Gemeinde Uhldingen-Mühlhofen. Elf Vermittlungseinheiten zur Experimentellen Archäologie konnten im Freilichtmuseum durch SpezialistInnen und PädagogInnen des Fachs als Ergebnis einer ganzjährigen Veranstaltungsreihe im Europäischen Kulturerbejahr mit allen Erfahrungen in Vorführungen erläutert werden. Gefördert wurde die Veranstaltung von der Standortgemeinde, dem Pfahlbaumuseum, dem Ministerium für Wissenschaft und Kunst in Baden-Württemberg im Rahmen des Sonderprojektes „Kleine Fächer – Archäologie der Zukunft“ und nicht zuletzt durch die Staatsministerin für Kultur und Medien bei der Bundesregierung Deutschland unter dem Motto „Sharing Heritage“. Allen Verantwortlichen und den Mitarbeitern des Museums sei an dieser Stelle noch einmal ganz herzlich für die Unterstützung und für die vielfältige Hilfe gedankt.

Die Vermittlung von Experimenteller Archäologie in Museum und Schule, aber auch gegenüber einer breiten Öffentlichkeit, war der Schwerpunkt der Jahrestagung. Davon künden unter anderem die Beiträge in diesem Band unter der Rubrik Vermittlung und Theorie. „Best-Practice-Beispiele“ aus den Museen erläutern die-

sen Punkt ausführlicher und laden damit alle Interessierten zur Nachahmung bewährter Vermittlungsmodulare an anderen Orten ein. Die rekonstruierende Archäologie beleuchtet die Herstellung von Werkzeugen und neue Techniken zur Herstellung von alten Objekten in gewohnter Qualität. Ein besonderes Gewicht lag in diesem Jahr auf dem Thema der Bienen und ihrem Nutzen für die prähistorischen Menschen. Ein neues hochinteressantes Feld. Aktuelle Experimente und Versuche näherten sich mit spannenden und neuen Fragestellungen ausführlich den möglichen Antworten zu noch ungeklärten Rezepturen, Techniken und archäologischen Befunden und leisteten damit ihren stets wichtigen Beitrag zur prähistorischen Wissenschaft. Es ist ein in sich geschlossenes und informatives Jahrbuch entstanden, auf das wir als Verein alle stolz sein können.

Besonders zu danken ist dafür dem Redaktionsteam um Ulrike Weller, Thomas Lessig-Weller und Erica Hanning, die wieder in zahlreichen ehrenamtlichen Stunden die Entstehung des Buchs bis zum Druck begleiteten.

Herzlichen Dank allen Autorinnen und Autoren.

Und Ihnen allen viel Freude beim Lesen der Ausgabe 2019.

Unteruhldingen im August 2019

Prof. Dr. habil. Gunter Schöbel
Vorsitzender



Experiment und Versuch

Spalten mit neolithischem Werkzeug

Sebastian Böhm, Anja Probst-Böhm, Rengert Elburg, Wulf Hein

Summary – Splitting timber with Neolithic tools. *It has often been experimentally tried to cut down trees and work the surface of wood with Neolithic axes, hatchets and adzes. In contrast, how Neolithic tree trunks could have been split, is so far hardly experimental archaeologically tested. Nevertheless, finds from wooden wedges and split lumbers from various lake-dwellings of southern Germany and Switzerland suggest that splitting was common practice in Neolithic craftsmanship, be it for building houses, for various other constructions or everyday objects of any kind.*

In order to be able to close this gap of knowledge at least partially, several trials about splitting with wooden wedges according to archaeological models were carried out as part of the Ergersheim experiments.

Overall, it can be stated that a large part of the replicated wedge shapes is very well-suited for splitting tree trunks. Also, comparable use-wear on archaeological wedges and replicas speak for the use as a wedge for splitting. Furthermore, a certain repertoire of required wedge shapes and sizes has emerged, which are needed for the different cleavage techniques. Certain features, such as the convex base and the rounded corners of the tip or even semi-circular tip, have a significant impact on the durability of the wedges by preventing chipping and breakouts.

During the trials themselves, both radial and tangential splitting could be easily accomplished with Neolithic tools. However, it has been shown that the splitting process is determined by many external and naturally occurring factors and that it is more important to find out by experience which wedge should be placed where and with what force it must be driven into the wood to achieve a good result.

Keywords: *splitting, wedge, Neolithic, trial, use-wear, Ergersheim experiments*

Schlagworte: *Spalten, Keil, Neolithikum, Versuch, Gebrauchsspuren, Ergersheimer Experimente*

Einleitung

Das Fällen von Bäumen und das Bearbeiten von Oberflächen mit neolithischen Äxten, Beilen oder Dechseln ist experimentell gut untersucht (ELBURG ET AL. 2015; WALTER ET AL. 2012). Hingegen wur-

de bislang experimentalarchäologisch kaum überprüft, wie im Neolithikum Holz gespalten wurde. Jüngst haben A. R. Ennos und J. A. Ventura Oliveira die Ergebnisse ihrer Experimente zum Spalten dünnerer Äste veröffentlicht (ENNOS, VENTURA OLIVEIRA 2017). Wie jedoch ganze



Abb. 1: Hausfußboden mit Spalthölzern aus der endneolithischen Siedlung Olzreute-Enzisholz. – Wooden floor of a house in the late Neolithic settlement Olzreute-Enzisholz.

Baumstämme von Durchmessern bis zu 1 Meter etwa für den Hausbau, diverse andere Konstruktionselemente oder hölzerne Alltagsgegenstände jeglicher Art gespalten wurden, ist unserer Kenntnis nach experimentell noch unerforscht (zumindest was das Spalten mit Keilen angeht, die dem archäologischen Vorbild entsprechen).

Etlliche Funde von Keilen und gespaltenen Hölzern aus den jung- und endneoli-

thischen Feuchtboden- und Seeufersiedlungen Süddeutschlands und der Schweiz oder aber die stetig wachsende Zahl an ausgegrabenen bandkeramischen Brunnen belegen jedoch, dass das Spalten zur gängigen Praxis des neolithischen Handwerks zählte. Allein um einen Hausfußboden herzustellen, wie er unter anderem 2016 in der spätneolithischen Siedlung Olzreute-Enzisholz freigelegt wurde, war einiges an Spaltarbeit nötig (Abb. 1). Auch der bandkeramische Brunnen aus Altscherbitz ist aus Spältlingen aufgebaut (TEGEL ET AL. 2012).

Um diese Lücke zumindest teilweise schließen zu können, wurden im Rahmen der Ergersheimer Experimente seit 2015 mehrere Versuchsreihen zum Spalten von Baumstämmen mit Keilen nach archäologischem Vorbild durchgeführt. Über die aus unseren Versuchen gewonnenen Ergebnisse, Erkenntnisse und Überlegungen berichten wir in diesem Beitrag.

Das archäologische Ausgangsmaterial – Keile, Hämmer, Spalthölzer

Betrachtet man die archäologischen Keile, fällt einem sogleich die große Varianz an Form und Größe auf (Abb. 2). Sie reicht von kleineren schmalen Keilen über mittelgroße, schlanke und etwas dickere Keile bis hin zu richtig großen Exemplaren von über 50 cm Länge. Auch die Winkel variieren stark von 10° bis 25°. Gemeinsam ist allen Keilen jedoch, dass sie eine mehr oder weniger starke Asymmetrie aufweisen. Die Spitze ist an den Ecken meist leicht gerundet oder gar halbrund ausgebildet. Vielfach sind die Spitzen teilweise oder ganz ausgebrochen oder sehr stark abgenutzt. Die Basis der Keile ist zu allen Seiten hin mehr oder weniger stark abgerundet, teilweise mit sehr sorgfältig gesetzten Facetten. Faserstauchungen und radiale Ausbrüche an der Basis mancher Keile zeugen von einer gewissen Kraft, die auf sie einge-

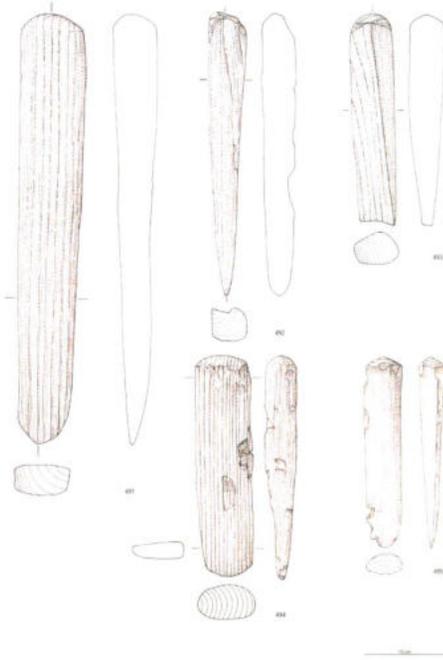


Abb. 2: Eine Auswahl an Keilen aus der horgenzeitlichen Siedlung Pfäffikon-Burg zeigt die Varianz an Größe und Form der Keile sowie die charakteristischen Merkmale, wie die Asymmetrie, die an den Ecken meist leicht gerundete oder gar halbrund ausgebildete Spitze und die konvex gearbeitete Basis. – A selection of wedges from the Horgen settlement Pfäffikon-Burg shows the variance in size and shape of the wedges and the characteristic features, such as the asymmetry, the usually rounded corners of the tip or even semicircular tip and the convex base.

wirkt hat. Der Querschnitt der Spaltkeile ist in der Regel rechteckig bis oval. Für die Herstellung von Keilen sind im Neolithikum ganz gezielt bestimmte Holzarten wie Buche, Eiche und Esche ausgewählt worden – alles Holzarten, die aufgrund ihrer spezifischen Struktur den Belastungen beim Spalten gut standhalten. Die Lage im Holz, das heißt wie der Keil aus einem Stammstück herausgearbeitet ist, scheint abgesehen von der faserparallelen

Längsachse keiner eindeutigen Regelmäßigkeit zu folgen. Vielmehr variiert die Ausrichtung der Arbeitskante von einer in Bezug zum Rohmaterial radialen bis hin zu einer tangentialen Orientierung mit allen Zwischenstufen (EBERLI 2010, 207).

Es ist anzunehmen, dass nicht alle als Keile angesprochenen Exemplare tatsächlich auch als Spaltkeile fungierten. So ist bei denjenigen Keilen, die sowohl an der Basis als auch der Spitze keinerlei Abnutzungsspuren in Form von Faserstauchungen oder Ausbrüchen aufweisen, auch eine Verwendung als Verkeilung von Konstruktionshölzern etwa beim Hausbau oder als Unterlage von waagerechten Bauelementen denkbar (HARB 2016, 147; EBERLI 2010, 207). Allerdings könnten diese Keile auch aus den unterschiedlichsten Gründen nicht zum Spalteinsatz gekommen sein. Umgekehrt ist nicht auszuschließen, dass ein ausgedienter Spaltkeil auch anderweitig im oben genannten Sinn Verwendung gefunden hat. Hinsichtlich der Keile stellte sich für uns die Frage, welchen Nutzen die Grundform bzw. die einzelnen Merkmale beim Spalten haben und welche Keilformen sich wofür eignen? Darüber hinaus dienten die Versuche auch dazu, der Frage nachzugehen, wie viele Spaltkeile überhaupt nötig sind, um einen Baumstamm zu spalten und wie hoch der Verschleiß ist.

Um die Keile mit der nötigen Kraft in das zu spaltende Holz zu treiben, waren Schlaggeräte vonnöten. Steine oder Geweihschlägel sind prinzipiell zwar als Schlaggeräte denkbar (HARB 2016, 147), scheiden unserer Meinung nach allerdings aus. Denn die Druckstellen auf der Basis einiger Keile weisen eher darauf hin, dass der Schlag mit einem Gerät aus weicherem Material ausgeführt wurde. Neben kleineren Holzschlegeln finden sich im archäologischen Material aus Schweizer Seeufersiedlungen auch einige wenige (meist unpublizierte) Objekte, die als Hammerköpfe angesprochen werden

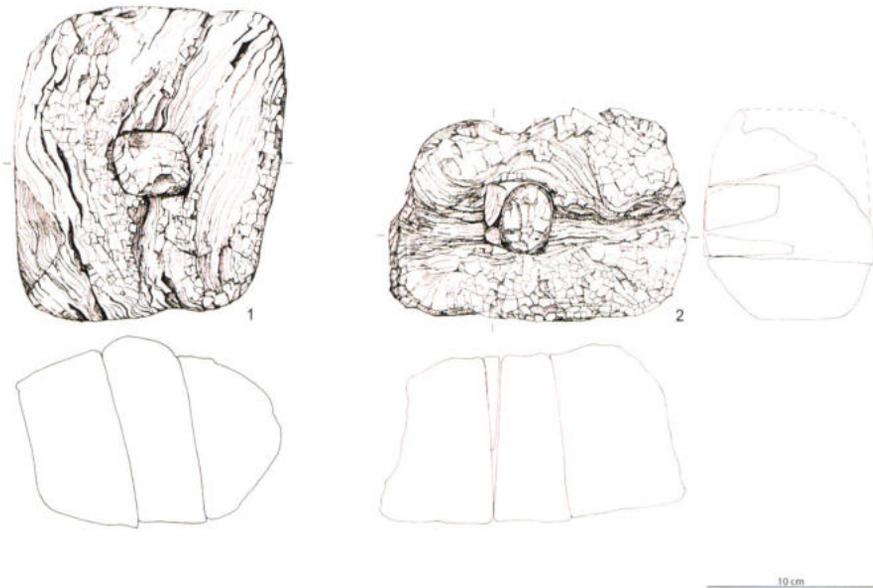


Abb. 3: Hammerköpfe mit Stielresten aus der jungsteinzeitlichen Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3. – Wooden hammerheads with fragments of the handle from the Neolithic settlement Arbon Bleiche 3.

können (HARB 2016, 149-150.). Meist handelt es sich um quaderförmige Objekte aus Maserknollen oder sehr unregelmäßig gewachsenem Holz, die in der Mitte eine annähernd quadratische Lochung aufweisen (Abb. 3), in der teilweise noch Reste eines Stiels stecken. Wie lang solch ein Stiel ursprünglich einmal war, muss offenbleiben. Allerdings dürfte eine gewisse Länge durchaus von Vorteil gewesen sein, um das Gewicht des Kopfes besser als Schwungmasse nutzen zu können. Meist sind die Hammerköpfe fast vollständig verkohlt, was ein möglicher Hinweis darauf ist, dass ausgediente Exemplare als Brennholz genutzt wurden (HARB 2016, 150). Dies dürfte generell für sehr viele nicht mehr funktionsfähige Holzgegenstände gelten.

Der durchaus interessante Aspekt von Hämmern in Pfahlbausiedlungen wurde in unseren Spaltversuchen allerdings nicht

weiter untersucht, da es vorrangig um die Verwendung und Funktionsweise der Keile ging.

Im archäologischen Material sind Spältlinge ganz klar nachweisbar. Häufig handelt es sich dabei wie in den angeführten Beispielen von Olzreute-Enzisholz und Altscherbitz um radial aus dem Stamm herausgespaltene Stücke. Für die Herstellung mancher Objekte war es jedoch nötig, den vollen oder zumindest mehr als den halben Durchmesser eines Stammes an einem Stück zur Verfügung zu haben. Aus diesem Grund beinhalteten unsere Versuche auch tangenciales Spalten. Denn es ist wesentlich effizienter, Material zu spalten als es mit Beilen oder Dechseln abzutragen. Die im Vorfeld der Versuche immer wieder geäußerte Annahme, dass tangenciales Spalten von Eichen nicht möglich sei, konnten wir klar widerlegen. Es zeigte sich, dass dies problem-

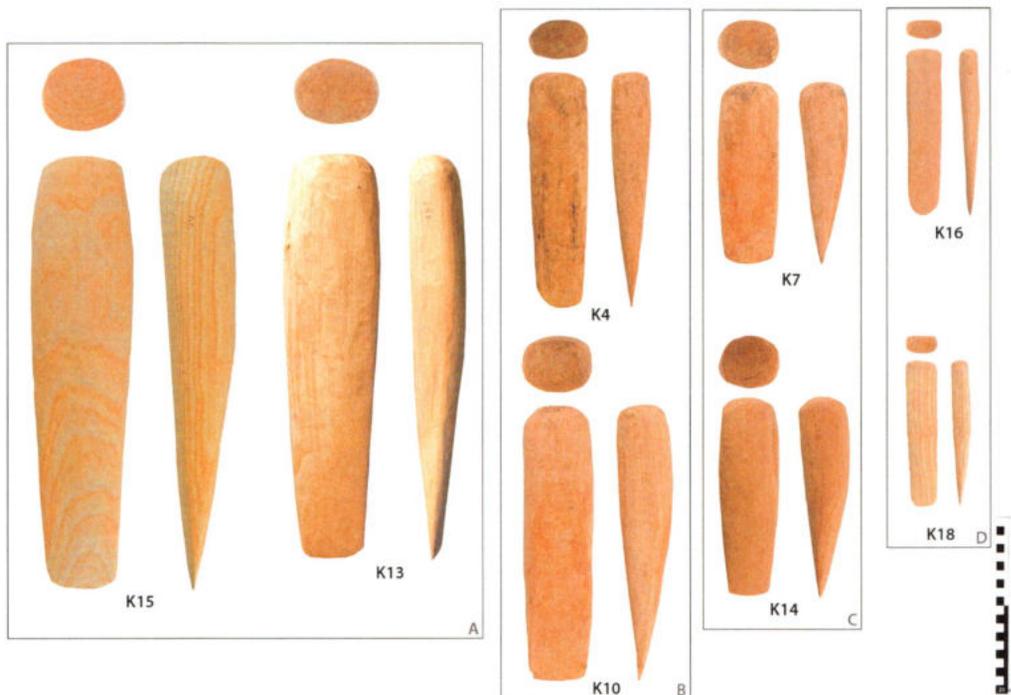


Abb. 4: Set an nachgebauten Keilen, die am häufigsten verwendet wurden. Gute Spaltwirkung durch Massivität (A). Gut geeignet, um den Riss weiter aufzumachen (B). Sehr gute Spaltwirkung mit geringer Verletzungsgefahr des Keils (C). Für den ersten Riss (D). – Set of replicated wedges that were most commonly used in the trials.

los mit neolithischen Werkzeugen machbar ist.

Neben der Spalttechnik selbst waren auch die Oberflächen der gespaltenen Hölzer von Interesse für uns. Während sich beispielsweise am Brunnen von Altscherbitz zum Teil flächige Überarbeitungen der Spaltbohlen finden, wurden Spalthölzer aus Seeufersiedlungen, die als Fußboden dienten, sehr selten überarbeitet. Wann eine Überarbeitung der Spaltfläche überhaupt notwendig ist und wie flächig sie gestaltet sein muss, sind Fragen, die es ebenfalls mittels Versuch zu klären galt.

Die Spaltversuche

Nach mehreren Vorversuchen zum Spalten mit neolithischem Werkzeug und der

Sichtung des archäologischen Materials wurde eine Auswahl an Keilen nachgebaut (Abb. 4). Durch die hohe Variabilität der ausgewählten Keile sollte den Fragen nachgegangen werden, welche Vorteile die einzelnen Merkmale wie Größe, Stärke der Asymmetrie und Spitzenwinkel haben, sowie der Frage, welche Spuren durch das Spalten an Keilen und Spältlingen entstehen.

Bei der Auswahl wurde darauf geachtet, dass sowohl große und kleine als auch unterschiedlich stark asymmetrische Keile nachgebaut wurden. Alle Keile wurden dem jeweiligen archäologischen Vorbild entsprechend aus Buche oder Esche gefertigt. Das dazu verwendete Holz war gut abgelagert. Die Keile wurden zudem ausschließlich von Hand behauen.

Allerdings kamen hier neuzeitliche Me-



Abb. 5: Radiales Spalten (unterschiedliche Versuche). – Splitting radially (different trials).

talläxte, -beile und -dechsel zum Einsatz. Für die Dokumentation der Gebrauchsspuren an den Keilen wurden vor der ersten Verwendung die Maße genommen und die Keile fotografisch dokumentiert. Außerdem wurde während des Experiments jeder entstandene Bruch sowie dessen Reparatur durch entsprechende Überarbeitung aufgezeichnet. Da die Experimente zum Spalten über mehrere Jahre verteilt erfolgten, wurde am Ende eines jeden Jahres nochmals der Stand der Keile festgehalten. So ist die Entwicklung der Gebrauchsspuren sehr gut nachvollziehbar.

Die Gebrauchsspuren an den Spältlingen wurden vor Ort fotografisch dokumentiert. Wie bereits zuvor beschrieben, fanden sich im linearbandkeramischen Brunnen von Altscherbitz sowohl Brunnenhölzer, die kaum bis gar nicht überarbeitet wurden, als auch solche mit einer starken flächigen Überarbeitung. Deshalb wurden

jeweils auch die Spaltflächen sowie der Grad der notwendigen Oberflächenbearbeitung dokumentiert.

Um eine möglichst gute Grundlage für eine Interpretation der jeweiligen Funktionsweise der Keile und den Spaltvorgang zu erhalten, wurden folgende Daten erhoben: Von jedem zu spaltendem Stamm wurden die Länge und der Durchmesser an Wurzel und Krone gemessen. Außerdem wurde die Lage der Astansätze dokumentiert, da sich bei früheren Spaltungen diese Stellen als besonders schwierig erwiesen hatten. Bei der einzelnen Spaltung wurde zu Beginn die heraus zu spaltende Form definiert, also ob es ein Halb-ling, ein Radial- oder ein Tangentialspältling werden sollte. Bei der Spaltung selbst wurde dokumentiert, an welcher Stelle die Keile angesetzt wurden, wie sie hinsichtlich ihrer Asymmetrie orientiert waren und um die wievielte Setzung desselben Keiles es sich bei dieser Spaltung handelte.

Außerdem wurde die Gesamtdauer der Spaltung gestoppt.

Im Folgenden sollen je ein radialer und ein tangentialer idealtypischer Spaltvorgang kurz beschrieben werden.

Insgesamt wurden mehrere Eichen aus dem Ergersheimer Wald mit Umfängen von 30 bis 50 cm gespalten. Häufig wurden die Bäume einige Tage vor den Versuchen mit der Kettensäge gefällt. Das Fällen der Bäume mit neolithischen Mitteln ist ja vielfach erprobt. Durch das vorzeitige Fällen war zudem gewährleistet, dass sich zum Zeitpunkt der Versuche bereits Initialrisse gebildet hatten. Gespalten wurde in der Regel von der Krone zur Wurzel.

Beim radialen Spalten (Abb. 5) wird der Stamm meist entlang eines Markstrahls aufgespalten, wobei entscheidend ist, dass die Spaltung stets durch das Massezentrum des zu spaltenden Stückes geht. Dabei werden zwei bis drei kleine schmale, spitzwinkelige Keile an der Stirnseite des Stammstückes direkt entlang eines Markstrahls nebeneinander angesetzt und mit leichten Schlägen eines Klöpfels oder eines Hammers in das Holz getrieben. Oftmals kann auch ein Trockenriss, der sich meist bereits kurz nach dem Fällen des Baumes bildet, als Ansatz verwendet werden. Lassen sich die kleinen schmalen Keile gut in das Holz treiben, können sie wieder herausgenommen und durch einen größeren Keil mit einem weniger flachen Winkel ersetzt werden, der mittig eingesetzt wird. Die kleinen schmalen Keile können, wenn nötig, wiederum links und rechts des größeren Keiles eingetrieben werden. Lässt sich auch der größere Keil gut ins Holz treiben, wird dieser durch einen der massiven Keile ersetzt, die in unserem Fall eine Länge von über 40 cm haben. Auch die kleinen schmalen seitlich eingesetzten Keile werden wiederum durch größere ersetzt. Wenn sich der massive Keil gut in das Holz treiben lässt, können meistens alle anderen Keile ent-



Abb. 6: Geht der Spaltriss durch, kann der Stamm mit langen Stangen vollends aufgehebelt werden. – If the split crack goes through, the trunk can be completely levered with long poles.

fernt werden. Ist die Stirnseite aufgespalten, werden die Keile entlang einer Längsseite weiter gesetzt. Dabei kann der Stamm längs oftmals mit lediglich zwei Keilen aufgetrennt werden. Dies ist jedoch von der Anzahl der Äste in dem Stammstück abhängig, denn vor Ästen müssen aufgrund der Verwachsungen meist mehrere Keile gesetzt werden. Sobald man einen durchgehenden Riss am Stamm erreicht hat, ist es erfahrungsgemäß einfacher, den Stamm mit langen Stangen aufzuhebeln, anstatt ihn komplett bis zum Ende aufzuspalten (Abb. 6). Etwaige Fasern, die die beiden Hälften immer noch miteinander verbunden haben wir durch in Längsrichtung geführte Hammerschläge gelöst oder mit Axt oder Beil abgetrennt. Diese Technik spart Zeit



Abb. 7: Tangentiales Spalten (unterschiedliche Versuche). – Splitting tangentially (different trials).

und Kraft und lange Stangen sind im Wald meist leicht zu gewinnen. Ein archäologischer Nachweis für den Einsatz dieser Technik wird sich allerdings schwerlich führen lassen.

Beim tangentialen Spalten (Abb. 7) ist der Beginn einer Spaltung etwas schwieriger, da man sich hier nicht die Markstrahlen zunutze machen kann. Prinzipiell ist es auch schwieriger, den Verlauf des Risses zu kontrollieren. Daher ist es oftmals einfacher, wenn etwa mit einem Knochenwerkzeug zunächst eine kleine Kerblinie in die Stirnfläche des zu spaltenden Stückes geschlagen wird, in die die Keile nebeneinandergesetzt werden können. Es konnte beobachtet werden, dass der sich bildende Riss sich meist an dieser vorgegebenen Linie orientiert. Das tangentiale Spalten folgt auf der Stirnseite des Stammes dem gleichen Ablauf wie beim radialen Spalten. Das heißt, es wer-

den zuerst mehrere kleine schmale Keile gesetzt, die nach und nach durch längere und massivere ersetzt werden. Im Unterschied zum radialen Spalten muss beim tangentialen Spalten an der Stirnseite ein Verlaufen des Risses am Übergang vom Kernholz zum Splint durch gezieltes Setzen von Keilen verhindert werden. Ebenso kann ein Verlaufen des Risses bereits im Kernholz durch den gezielten Einsatz von Keilen anders als beim radialen Spalten abgewendet werden. Wurden an der Stirnseite die massiven Keile bereits soweit in den Spalt getrieben, dass sie nichts weiter bewirken können, muss von den Längsseiten weitergearbeitet werden. Anders als beim radialen Spalten ist es hierbei sinnvoll von beiden Seiten parallel zu arbeiten, um einen gleichmäßigen Spältling zu erhalten. Dadurch erhöht sich jedoch auch die Gefahr, dass Keile beim Einschlagen aufeinandertreffen und so

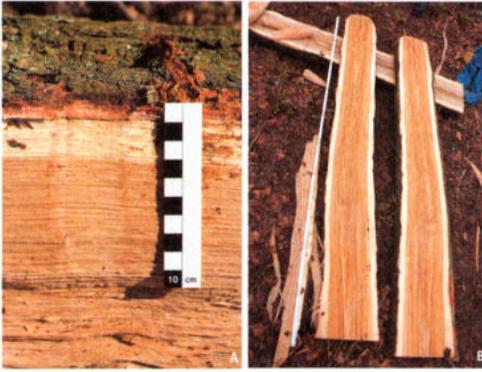


Abb. 8: Durch den enormen Druck entstehen an den Stellen, an denen die Keile eingeschlagen werden, manchmal sogenannte Keiltaschen (links). Ebenmäßige Spaltfläche (rechts). – Due to the enormous pressure, sometimes so-called wedge pockets arise at the points where the wedges are driven in the wood (left). Even split surface (right).

Schäden an diesen entstehen können. Wie sich herausgestellt hat, eignen sich für diese Arbeiten vor allem die kurzen dicken, stark asymmetrischen Keile, wie sie unter anderem aus der Siedlung Olzreute-Enzisholz bekannt sind. Denn diese spalten das Holz nach einem kräftigen Schlag stark auf. Durch ihre geringe Länge besteht jedoch nicht die Gefahr, dass die Keile aufeinandertreffen.

Auch beim tangentialen Spalten gilt, dass mehr Keile an den entsprechenden Stellen zum Einsatz kommen, wenn sich Äste in dem Stammstück befinden. Man spart Zeit und Kraft, wenn die Stammstücke am Schluss aufgehebelt werden. Beim tangentialen Spalten erhielten wir meist Spältlinge mit sauberen Spaltflächen, die kaum überarbeitet werden mussten. Eine saubere Oberfläche der Spalthölzer ist aber vor allem davon abhängig, ob Äste in dem Bereich vorhanden sind, der gespalten wird. Wenn keine Äste die Spaltung stören, erhält man eine relativ glatte, ebenmäßige Oberfläche (Abb. 8). Beim Spalten selbst entstehen sogenannte



Abb. 9: Typische Gebrauchsspuren wie Glanz (A), Faserstauchungen an der Basis (B) und Ausbrüche an der Spitze (C). – Typical use-wears such as shine (A), fiber punctures at the base (B) and breakouts at the tip (C).

Keiltaschen (Abb. 8). Bei diesen handelt es sich um Quetschungen der Faser an den Stellen, wo die Keile in den Spalt getrieben wurden. Jedoch verursacht nicht jeder Keil eine solche Spur. Auch an archäologischen Spalthölzern konnten sie bisher noch nicht beobachtet werden.

Bereits nach kurzer Benutzung wiesen die Keile deutliche Gebrauchsspuren auf, die denen der archäologischen Funde sehr stark ähneln (Abb. 9). So finden sich auf der Basis der Nachbauten teilweise starke Faserstauchungen und stellenweise starker Glanz. Dieser Glanz mit einer deutlichen Verrundung der Herstellungsspuren findet sich auch auf den Bereichen des Keils, die unmittelbar mit dem zu spaltenden Holz in Kontakt kommen, also den Breitseiten des Keiles, wohingegen die Schmalseiten kaum Spuren aufweisen. Die Spuren an den Breitseiten zeigen sich meist an der Spitze und in dem Bereich, an dem die Wölbung des Keiles am stärksten ist.

Wie bei den archäologischen Keilen zei-

gen sich an der Spitze der Nachbauten auch Überarbeitungsspuren, die weniger starke Überprägungen durch die Verwendung aufweisen. Bei den Brüchen der Keile handelt es sich meist um Aussplittierungen der Ecken und Auffaserungen an den Breitseiten. Nur in wenigen Fällen sind Keile komplett in der Mitte gebrochen, wofür aber eine schlechte Materialauswahl unsererseits verantwortlich ist. Diese Keile wiesen zuvor schon entsprechende Trocknungsrisse auf.

Insgesamt decken sich jedoch die entstandenen Gebrauchs- und Bearbeitungsspuren der Nachbauten mit denen an den archäologischen Originalen. Somit kann festgehalten werden, dass die archäologischen Keile durchaus zum Spalten von Holz verwendet worden sein könnten.

Ergebnis und Ausblick

Im Rahmen der Ergersheimer Experimente haben wir mittlerweile einige Spaltungen von Eichenstämmen durchgeführt und konnten viele der aufgeworfenen Fragen klären. Wie so oft konnten einige Fragen allerdings noch nicht zufriedenstellend beantwortet werden bzw. es kamen während der Versuche weitere hinzu, die es künftig zu klären gilt. Insgesamt lässt sich festhalten, dass ein Großteil der nachgebauten Keilformen sehr gut zum Spalten von Baumstämmen geeignet ist. Auch sprechen vergleichbare Gebrauchsspuren an archäologischen Keilen und den Nachbauten für eine Verwendung als Spaltkeil. Weiterhin hat sich ein gewisses Repertoire an benötigten Keilformen und -größen herauskristallisiert, die für die unterschiedlichen Spalttechniken vonnöten sind. Bestimmte Merkmale wie etwa die konvex gestaltete Basis und die an den Ecken abgerundete oder gar halbrund gearbeitete Spitze haben einen hohen Einfluss auf die Haltbarkeit der Keile, indem sie Aussplittierungen und Ausbrüchen vorbeugen. Kam es dennoch

einmal zu Ausbrüchen im Arbeitsbereich, konnte der Keil durch kurzes Überarbeiten der betroffenen Stelle schnell wieder einsatzfähig gemacht werden. Im Übrigen finden sich auch hierfür Vergleiche im archäologischen Material.

Wie zu erwarten war, stellte uns das radiale Spalten vor keine größeren Herausforderungen. Selbst beim tangentialen Spalten konnten wir bereits mit dem ersten Versuch einen Erfolg verbuchen und waren entsprechend überrascht, wie gut sich Eichen mit neolithischen Mitteln tangential spalten lassen.

Lediglich bei stark drehwüchsigen Stämmen, Astansätzen und insbesondere im Bereich der Wurzellanläufe gestaltete sich das Spalten bei beiden Techniken schwieriger, weil in diesen Fällen der Spaltriss meist verläuft. Im Fall der Wurzellanläufe entschieden wir uns dazu, diesen Bereich mit der Kettensäge zu entfernen, zumal er bei einer Fällung mit einer Axt aufgrund der Arbeitshöhe ohnehin wegfallen würde.

Die Aussagekraft einiger von uns erhobener Daten lässt sich nicht verallgemeinern, weil ein Spaltvorgang von sehr vielen äußeren, nicht beeinflussbaren Faktoren abhängig ist, wie etwa dem individuellen Wuchs eines Baumes (etwaiger Drehwuchs, Astansätze usw.). Hiervon ist beispielsweise wiederum abhängig, welchen Keil man an welcher Stelle wie setzen und mit welcher Kraft man die Schläge ausführen muss.

Deshalb sind wir der Meinung, dass es sich beim Spalten ähnlich verhält wie etwa beim Schneiden eines Obstbaumes. Man muss ein Gefühl für den Baum/Stamm entwickeln und entsprechend agieren. Zwar sind kleinere Korrekturen des Spaltverlaufs möglich, doch ist es unmöglich, gegen die natürliche Wuchsrichtung des Stammes zu arbeiten und dabei eine saubere Spaltfläche zu erhalten. Das Ergebnis sind andernfalls ausgebrochene Keilspitzen und stark zu überarbeitende

Spaltflächen. Es hat sich gezeigt, dass gute Spaltergebnisse oftmals sehr stark von dem jeweiligen Erfahrungsschatz der Person abhängig sind, die den Stamm spaltet.

Um die Keile vor Ausbrüchen zu bewahren, ist es beim Spalten sehr wichtig, zum einen auf eine korrekte Setzung des Keils zu achten und zum anderen die auf den Keil einwirkende Kraft gezielt zu dosieren. Es ist außerdem wichtig, dem Stamm während des gesamten Spaltvorgangs immer wieder Zeit zu geben, selbst die Spannung zu lösen, die durch das Aufmachen entsteht.

Zukünftige Versuche sollen weiteren Aufschluss darüber bringen, welchen Zweck die teilweise stark ausgeprägte Asymmetrie vieler Keile erfüllt. Außerdem sollen Spaltversuche mit anderen Holzarten wie Buche und Esche durchgeführt werden.

Literatur

CAPITANI, A. ET AL. 2002: Die jungsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3. Funde. Frauenfeld 2002.

EBERLI, U. 2010: Holzartefakte. In: U. Eberli, Die horgenzeitliche Siedlung Pfäffikon-Burg. Zürich 2010, 192-220.

ELBURG, R. ET AL. 2015: Field trials in Neolithic woodworking – (Re)Learning to use Early Neolithic stone adzes. In: R. Kelm (Hrsg.), Archeology and Crafts: Experiences and Experiments on traditional Skills and Handicrafts in Archeological Open-Air Museums in Europe (Proceedings of the VI. OpenArch-Conference in Albersdorf, Germany, 23.-27. September 2013). Husum 2015, 62-77.

ENNOS, A. R., VENTURA OLIVEIRA, J. A. 2017: The Mechanics of Splitting Wood and the Design of Neolithic Woodworking Tools. *Experimental Archaeology* 4/2017.

HARB, C. 2016: Holzartefakte. In: C. Harb, N. Bleicher (Hrsg.), Zürich-Opéra. Eine neolithische Feuchtbodenfundstelle. Band 2: Funde. Zürich 2016, 139-165.

TEGEL, W. ET AL. 2012: Early Neolithic waterwells reveal the world's oldest wood architecture. *PLoS ONE* 7/12, 2012, e51374 (19.12.2012).

WALTER, P. ET AL. 2012: Ergersheimer Experimente zur bandkeramischen Fäll- und Holzbearbeitungstechnik. *Plattform* 19/20, 2012, 89-94.

WOLF, C. ET AL. 2016: Archäologische Untersuchungen im Olzreuter Ried – ein Publikums-magnet. *Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg* 2016 (2017), 79-83.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: WOLF ET AL. 2016, 81, Abb. 46

Abb. 2: EBERLI 2010, Taf. 54

Abb. 3: CAPITANI ET AL. 2002, 109, Abb. 137

Abb. 4-9: Sebastian Böhm, Anja Probst-Böhm

Autoren

Sebastian Böhm, Anja Probst-Böhm
Bahnhofstraße 21
71729 Erdmannhausen
Deutschland

Experimenteller Nachbau von Speichergruben

Benedikt Biederer

Summary – Experimental reconstruction of storage pits. *Two storage pits were experimentally reconstructed in Lower Austria during the summer of 2018. At first, a narrow, 45 cm wide cylindrical hole was dug as the neck of the pit. We started to expand the width of the hole at a depth of 80 cm. Once we reached a depth of about 1.2 m, a small person could enter and work from the inside. The working speed increased significantly from that moment. A small pickaxe with a short handle proved to be the best tool to break the stable and hard loess soil. The loose soil was pulled up in a bucket by a second person. Altogether we needed about 15 hours to dig one pit with a total depth of 1.9 m. After six weeks, during which the pits dried out, we filled them with a mixture of einkorn and emmer wheat. One pit was lined with straw. The cylindrical neck of the pit was first filled with straw and then with soil. A small hill was erected above the pits to protect them from rainwater. Both pits will be re-opened in spring 2019.*

Keywords: storage pits, reconstruction, prehistory, ethnology, tools, lining, Einkorn wheat, Emmer wheat

Schlagworte: Speichergruben, Nachbau, Urgeschichte, Ethnologie, Werkzeuge, Auskleidung, Einkorn, Emmer

Einleitung

Im Rahmen eines laufenden Dissertationsprojekts des Verfassers zum Thema Vorratshaltung in der Urgeschichte wurden im Sommer 2018 zwei Vorratsgruben angelegt. Ziel des Experiments ist eine möglichst genaue Rekonstruktion der Arbeitsschritte sowie die Untersuchung der Auswirkungen von unterschiedlichen Techniken wie Auskleidung und Austrocknung auf das Speicherergebnis. Speichergruben dienten noch bis in die Neuzeit in Teilen Mitteleuropas zur langfristigen Aufbewahrung von Getreide. Diesem glücklichen Umstand haben wir eine sehr

große Basis an Quellen zu verdanken. Die Aufzeichnungen liefern teilweise detaillierte Informationen über den Zweck und die Bauweise solcher Gruben. Die Konstruktion der Speicher in diesem Experiment stützt sich daher sowohl auf Ergebnisse archäologischer Ausgrabungen als auch auf Angaben historischer Schrift- und Bildquellen. Da deren Autoren häufig Menschen höheren sozialen Status waren, die nicht direkt mit der Konservierung der Lebensmittel in Kontakt kamen, sind manche Aspekte ihrer Darstellungen allerdings kritisch zu hinterfragen. Auch besteht die Möglichkeit, dass Details falsch verstanden wurden oder vom Autor be-

wusst ein falsches oder überspitzt dargestelltes Bild einer Bevölkerungsgruppe gezeichnet werden wollte. Aussagen wie *„und ihre schüncken, speck, kleyder, und dergleichen, desto besser zu verwahren, schmeissen sie selbige zwischen das korn“* (v. BRAND 1702, 145) sind zu hinterfragen.

Anzumerken ist zudem, dass einige Aspekte nicht klar aus den Schriftquellen hervorgehen. Etwa auf Arbeitszeiten bestimmter Vorgänge oder verwendete Werkzeuge wird kaum eingegangen. Häufig liegt die Ursache darin, dass diese Angaben von den Autoren als überflüssig angesehen wurden, da sie zu damaliger Zeit als nicht erwähnenswert galten.

Das Prinzip der urgeschichtlichen Speichergruben unterschied sich nicht von mittelalter- oder neuzeitlichen. Da das Getreidekorn auch nach der Ernte ein lebender Organismus ist, finden Stoffwechselfvorgänge statt. Unter Verwendung von Glukose und Sauerstoff entstehen dabei Kohlendioxid, Wasser und Energie in Form von Wärme. Wird das Getreide in einen Behälter eingebracht und dieser hermetisch verschlossen, sodass kein Luftaustausch nach außen möglich ist, erreicht die Atmosphäre im Inneren bald einen Punkt, an dem der Sauerstoff verbraucht und sie mit Kohlendioxid gesättigt ist. In einem derartig anaeroben Milieu gerät das gelagerte Korn in einen Zustand der Ruhe, behält dabei jedoch seine Keimfähigkeit bei. Dieses Stadium wird bei unverändertem Feuchtigkeitsgehalt von 12-13% und einheitlich niedriger Temperatur um 10-12°C praktisch ohne zeitliche Begrenzung beibehalten, solange die Atmosphäre von der umgebenden Luft abgeschlossen bleibt (REYNOLDS 1974, 119; Marianne Kohler-Schneider, mündl.; Ulf Baum, mündl.).

Es erstaunt die Tatsache, dass Vorratsgruben bislang eher selten Gegenstand moderner Experimentalarchäologie waren. Die umfangreichsten Untersuchun-

gen leistete der Brite Peter J. Reynolds in den 1970er und 1980er Jahren (REYNOLDS 1974; REYNOLDS 1979; HILL, LACEY, REYNOLDS 1983; REYNOLDS 1988). Dessen Versuche können aufgrund anderer klimatischer und geologischer Bedingungen nicht ohne weiteres auf mitteleuropäische Gegebenheiten übertragen werden. In Zentraleuropa fanden bisher nur wenige Experimente mit Speichergruben statt. Die Versuche von Jutta Meurers-Balke und Jens Lüning können als eine der wenigen Beispiele genannt werden (MEURERS-BALKE 1985, 16; MEURERS-BALKE, LÜNING 1990, 91, Abb. 4,4; LÜNING 2005, 65-75). Die Ergebnisse lieferten die Erkenntnis, dass Getreide auch unter hiesigen Bedingungen über mehrere Monate in Gruben konserviert werden kann. Allerdings bildete sich am Grubenrand eine Schicht ausgekeimten beziehungsweise verschimmelten Getreides.

Vielfach werden diese Experimente zitiert und als erfolgreiche Speicherung mit nur „geringen Verlusten“ gewertet (z. B. SCHADE-LINDIG 2012, 119; LÖRLER, WENZEL 2000, 65). Die Resultate müssen jedoch kritisch reflektiert werden. Es scheint nämlich unwahrscheinlich, dass urgeschichtliche Menschen, deren Existenz von dem Speichergut abhing, einen solch hohen Verlust durch ausgekeimtes beziehungsweise verdorbenes Getreide billigend in Kauf nahmen. Auch ist zu bedenken, dass verschimmelt Getreide hochgradige Gifte beinhaltet. Nicht nur das sichtbar verschimmelte Getreide am Rand ist dabei betroffen, sondern auch weiter innen befindliches, da sich die Hyphen des Pilzes auch bis in den zentralen Bereich ausbreiten (Ulf Baum, mündl.; Michaela Popovtschak, mündl.).

Offenbar waren diese Experimente nicht optimal verlaufen. Möglicherweise waren die Grubenwände zu feucht beziehungsweise der Verschluss undicht.



Abb. 1: Verwendete Werkzeuge. – Tools, used during the experiment.

Ort der Versuchsdurchführung

Als Ort der Experimente wurde ein Grundstück in Thunau am Kamp in Niederösterreich gewählt. Der Platz liegt am Fuße des „Schanzberges“, auf dem sich die bedeutende mehrphasig befestigte Höhensiedlung „Thunau am Kamp“ befand (zuletzt zur spätbronzezeitlichen Situation: LOCHNER 2017). Mehrjährige Grabungen zeigten, dass der gewählte Südhang ein in mehreren Perioden genutztes, siedlungsgünstiges Areal war (OBENAUS 2015, 9). Die Stelle, an der die Gruben errichtet wurden, liegt etwa 160 m nördlich und 12 Höhenmeter über dem heutigen Flusslauf der Kamp. Das benachbarte Grundstück erbrachte eine dichte Befundlage, die vor allem auf eine frühmittelalterliche Siedlungstätigkeit hinweist. Auch einige Speichergruben konnten dokumen-

tiert werden (OBENAUS 2015, 13; 16, Abb. 17), was bestätigt, dass dieser Untergrund aus verlagertem Lösslehm für die Anlage von unterirdischen Speichern nutzbar ist. Da das Gelände in der Neuzeit durch Terrassierung und Planierung stark verändert worden war (OBENAUS 2015, 11), konnte für das Experiment ein Bereich gewählt werden, an dem keine Befunde zu erwarten waren.

Das Anlegen der Speichergruben

Bei schwülwarmem Wetter mit Temperaturen von 25 bis 30°C wurden am 10./11. sowie am 16./17. Juni von zwei beziehungsweise drei Personen zwei unterschiedlich große Vorratsgruben angelegt. Zum Bau wurden neuzeitliche Werkzeuge verwendet. In historischen Texten wird zu benutzendes Werkzeug kaum erwähnt.

Eine der wenigen Quellen hierzu ist die Abbildung einer kurzstieligen Hacke in einer ungarischen Quelle (IVÁNCICS 1960, Abb. 3,n,o). Aus der internationalen Ethnologie ist dagegen bekannt, dass Speichergruben häufig mit den Werkzeugen angelegt wurden, die man für den Brunnenbau einsetzte, wie unter anderem beilähnliche Geräte (GRONENBORN 1997, Abb. 4; KUNZ 2004, 91). Auch in Stillfried an der March konnten an der Wand einer spätbronzezeitlichen Speichergrube Arbeitspuren einer Dechsel festgestellt werden (EIBNER 1976, 71).

Im Gegensatz zu vergangenen Experimenten (MEURERS-BALKE 1985, Abb. 8; NORTMANN 2001, Abb. 3-7; LÜNING 2005, Abb. 116-122) wurde bei diesem Versuch zunächst ein enger Grubenhals von 40 bis 45 cm Durchmesser und einer Tiefe von etwa 80 cm ausgehoben. Bei archäologischen Befunden ist dieser obere Grubenbereich in der Regel nicht mehr vorhanden, da meist Erosionsvorgänge zu Bodenabtrag geführt haben. Die Maße wurden gemäß historischer Quellen gewählt, wonach der Hals der Gruben im Durchmesser „nicht größer als eine durchschnittliche Möllerschulter“ (KUNZ 2004, 91) beziehungsweise 39,5-47,4 cm (BUJANOVICS 1846, 8: 15 bis 18 österreichische Zoll) breit sein sollte. Je enger der Hals ist, desto leichter kann er später hermetisch abgedichtet werden. Allerdings schränkt er beim Graben und anderen Arbeiten auch massiv die Bewegungsfreiheit ein und verlangsamt so das Arbeitstempo. Der Hals ließ sich mit Spaten und Schaufel rasch innerhalb von etwa 30 Minuten graben. Ab einer Tiefe von 80 cm wurde begonnen, das Loch zu erweitern. Hierfür konnte die Erde zunächst mit dem Spaten, später mit einem an einem Stab befestigten Beil (Abb. 1.3), ähnlich nigerianischen Werkzeugen zum Bau von Speichergruben (GRONENBORN 1997, Abb. 4), gelockert und zunächst noch mit einer Kelle per Hand nach oben befördert



Abb. 2: Das gelockerte Erdmaterial konnte zunächst per Hand aus dem zylindrischen Grubenhals geholt werden. – The loose soil was first pulled by hand from the cylindrical neck of the pit.



Abb. 3: Bei größerer Tiefe erfolgte das Herausheben der gelockerten Erde mittels einer langstieligen Hacke und eines Eimers. – At greater depths, the removal of the loosened soil was carried out by means of a long-handled hoe and a bucket.

werden (Abb. 2). Als die Armlänge nicht mehr ausreichte, ließ sich die Erde mit einer langstieligen Hacke (Abb. 1.4) nach oben holen (Abb. 3). Mit zunehmender Breite konnte schließlich ein Eimer, der an einem Seil befestigt war, hinabgelassen und bereits in der Grube mit Erdmaterial befüllt werden, um ihn anschließend nach oben zu ziehen. Das Arbeitstempo war bei diesen Tätigkeiten sehr langsam,



Abb. 4: Ab einer Tiefe von 1,2 m konnte eine schmale Person in die Grube steigen und darin arbeiten. – Once we reached a depth of about 1.2 m, a small person could enter and work from the inside.

zumal sich der harte Untergrund als schwer zu lockern erwies. Erst ab etwa 1,2 m Tiefe konnte eine schmale Person in die Grube steigen und das lose Material per Hand in einen Eimer befördern (Abb. 4). Bis man zu dieser Tiefe gelangte, verstrichen sieben Stunden. Die Person musste nach jedem vollen Eimer wieder aus der Grube steigen, damit das Erdreich nach oben gezogen werden konnte. Der sich zunehmend vergrößern- de Hohlraum gewährte schließlich ab einer Tiefe von etwa 1,35 m so viel Bewegungsfreiheit, dass die Person im Inneren die Grube nicht mehr verlassen musste, um die Erde herauszuholen. An den Rand der Grube gedrückt konnte das Material an der Person vorbei nach oben gezogen werden. Es war auch nicht mehr nötig, den Lösslehm von oben, außerhalb der

Grube zu lockern, sondern man konnte im Inneren mit kurzstieligen Geräten hantieren. Auf diese Weise wurde das Arbeitstempo deutlich gesteigert. Zum Aufbrechen des harten Bodens erwies sich eine kleine Spitzhacke als am besten geeignet (Abb. 1.5). In weicherem Untergrund könnten auch Geräte mit breiterem Ende effektiv eingesetzt werden. Der Hohlraum wurde gleichzeitig in die Tiefe als auch in die Breite vergrößert. Auf diese Weise konnte die Grube in weiteren etwa sieben Stunden auf 1,9 m Gesamttiefe gegraben werden (Abb. 5). Somit wurde ungefähr so lange an der oberen Grubenhälfte gearbeitet wie an der unteren, wobei deutlich mehr Material in letzterer beseitigt wurde. Mit zunehmender Tiefe konnte demnach aufgrund größeren Spielraums zügiger Substrat entfernt werden.



Abb. 5: Aus dem 3D-Modell erzeugtes Profil der Grube 1. Die Gesamttiefe beträgt 1,9 m, die Breite an der Sohle 1,35 m (Grafik: Thomas Ragger, Programm: Agisoft PhotoScan). – Profile of pit 1 generated from the 3D model. The total depth is 1.9 m, the width at the bottom is 1.35 m (graphic: Thomas Ragger, program: Agisoft PhotoScan).

Während des Grabens konnte man die Grube zunächst ohne Hilfsmittel bis zu einer Tiefe von etwa 1,7 m verlassen. Später diente der für die Materialentnahme genutzte Eimer auch als Ausstiegshilfe. Eine Leiter erlaubt keinen Durchstieg durch den engen Grubenhals. Ein Steigbaum würde mehr Freiheit gewähren und könnte einen Ausstieg ebenfalls ermöglichen. Allerdings müsste dieser bei jeder Materialentnahme entfernt werden.

Die Arbeitsschritte wurden je Grube von zwei Personen abwechselnd durchgeführt. Zwar könnte das Ausheben von Gruben dieser Größe auch von einer Person durchgeführt werden, die Arbeitszeit würde sich dadurch aber erhöhen. Der Grabende müsste jedes Mal aus der Grube steigen, um den vollen Eimer selbst hochzuziehen. Bei lockerem Untergrund besteht zudem erhöhte Unfallgefahr durch einstürzende Grubenwände. Somit ist es sinnvoll, eine Grube mit mindestens einer weiteren Person auszuheben. Die Temperatur im Inneren der Grube ist zwar niedriger als im Freien, der fehlende Luftzug führt jedoch zu einer stickigen Atmosphäre und somit zu einem schnelleren Ermüden. Auch aus diesem Grund ist das abwechselnde Graben zu empfehlen.

Insgesamt wurden etwa 15 Stunden beziehungsweise zwei Arbeitstage benötigt, um eine Grube anzulegen. Der harte Lösslehm verhinderte eine schnelle Lockerung und reduzierte das Tempo. In weicherem Untergrund ließe sich dieselbe Grube wohl auch innerhalb eines Tages ausheben. Die Gruben wurden abschließend grob mit einer Hacke geglättet.

Ebenfalls im Unterschied zu den bereits erwähnten Experimenten wurden die Gruben nicht sofort gefüllt, sondern einige Wochen offen gelassen mit dem Ziel, sie zu trocknen. Dieser Aspekt wird von historischen Autoren häufig erwähnt (PANZER 1830, 14; NESTLER 1840, 161; PAYEN 1852, 257). Während dieser Trocknungsphase wurden die Gruben im Experiment mit Platten abgedeckt, um Regenwasser abzuhalten. Zur Gewährung eines Luftzugangs wurden die Platten etwa 15 cm hoch auf Steine gelegt. Hangaufwärts sollte ein kleiner V-förmiger Graben Regenwasser ableiten.

Füllen und Verschließen der Speichergruben

Nach etwa sechs Wochen, am 28. Juli, wurden bei Temperaturen von bis zu 33°C

die finalen Schritte zur Einlagerung durchgeführt. Während der Trocknungsphase war kein Regenwasser in die Gruben gerungen. Die Wände und Sohlen waren allerdings noch immer etwas feucht und besonders im oberen, kuppelförmig zulaufenden Bereich hatte sich stellenweise lilafarbener Schimmel gebildet, der abgekratzt wurde. Offenbar fand, bedingt durch die enge Öffnung und der niedrig liegenden Abdeckung, zu wenig Luftaustausch statt. Verbessern könnte man die Methode, indem die Gruben in der Trocknungsphase ganz geöffnet und lediglich bei feuchter Witterung geschlossen werden. Dies erfordert jedoch einen nahegelegenen Wohnsitz beziehungsweise die ständige Bereitschaft die Gruben im Falle schnell abdecken zu können. Alternativ wäre wohl auch ein höher angebrachtes Sattel- oder Pultdach sinnvoll. Einige historische Berichte zeugen außerdem vom Ausbrennen der Gruben mit dem Ziel, sie zu trocknen und teilweise zu härten (SCHILDT 1763, 270; ANONYMUS 1772, 213; HERMANN 1782, 253; SCHLIER 1825, 90; v. CSAPLOVICS 1829, 13; NESTLER 1840, 161-162; PANZER 1830, 11). Auch urgeschichtliche Speichergruben weisen in manchen Fällen Verziegelungsspuren auf (PRASS 1958, 50; SCHMIDT, SCHULTZE-MOTEL, KRUSE 1965, 31; COBLENZ 1978, bes. 16-18; RACZKOWSKA-JONES 2006, 140). Da die große Mehrzahl jedoch keine Hinweise auf derartige Praktiken liefern, wurden die beiden Gruben in diesem Versuch nicht ausgebrannt.

Vor dem Füllen lag die Temperatur im Inneren bei etwa 17°C. Die zwei Gruben sollten eine unterschiedliche Behandlung der Grubenwände und der Sohle erfahren. Die bisherigen mitteleuropäischen Experimente verzichteten auf Auskleidungen (MEURERS-BALKE 1985, 8-17; NORTMANN 2001, 36-40; LÜNING 2005, 65-75). Lediglich Peter J. Reynolds testete als Auskleidung Weidegeflecht und konnte gute Ergebnisse einfahren. Als nachteilig

empfang er allerdings, dass dieses Medium den idealen Nährboden für eine Mikroflora bildet. Seiner Einschätzung nach müsste deshalb bei einer Wiederverwendung der Grube jedes Jahr ein neues Geflecht angefertigt werden (REYNOLDS 1974, 127-128). Auch in den 1964 vom "Ancient Fields Research Committee" durchgeführten Experimenten verwendete man Flechtwerkauskleidungen, die von einem professionellen Korbflechter angefertigt worden waren (BOWEN 1967; BOWEN, WOOD 1968). Archäologisch gibt es Hinweise auf Auskleidungen. In den sandigen Böden der Niederlausitz sind einige spätbronzezeitliche Befunde bekannt, die auf eine Auskleidung wohl mittels eines Weidegeflechts hindeuten. Helle Bleichsandsäume an den Grubenrändern, entstanden vermutlich durch Sand, der in das Flechtwerk einrieselte (BÖNISCH 1999, 54; BÖNISCH 2000, 142-143, Abb. 139; UHL 2003, 57-58; BÖNISCH 2006, 31; UHL, BRÜMLICH 2007, 44; UHL, BÖNISCH 2008, 138; PETER-RÖCHER 2011, 94-95). Diese erfüllten jedoch primär die Funktion als Stütze der instabilen Böden. In antiken und historischen Berichten ist allerdings häufig von einer Strohauskleidung als Isolationsmedium zu lesen (VARRO, de rustica 1.57.2; PLINIUS, Sec, Hist. Nat. XVIII.73). Die Sohle soll zunächst mit einer „hinreichend starke[n] Schichte Stroh“ (MARECHAUX 1821, 350) belegt werden. Laut Johann Michael Voit müsse diese Schicht „sechs Zoll [14,59 cm] hoch ohne Pressung seyn“ (VOIT 1825, 333). Die Wände sollten zwei bis vier Finger dick mit senkrecht nach unten angebrachtem Stroh bekleidet werden, um Feuchtigkeit abwärts abzuleiten (MARECHAUX 1821, 350; VOIT 1825, 334; SCHLIPF 1846, 132; KUNZ 2004, 99). Das Stroh wurde entweder mit Reifen aus Weidestangen an die Wand fixiert, die man mit Haken aus Weide-, Hasel- oder Ulmenzweigen befestigte (v. BRAND 1772, 144; MARECHAUX 1821, 350; NESTLER 1840,



Abb. 6: Mit Stroh bedeckte Grubensohle.
– Straw-covered bottom of the pit.

162; SCHLIPF 1846, 132; NIŽŇANSKÝ 1958, bes. Abb. 9; POLLA 1959, bes. Abb. 4; KUNZ 2004, 99-101), oder man legte abwechselnd Stroh an die Wände und füllte Getreide ein, wobei der Druck des Kornes das Stroh ohne zusätzliche Befestigung an die Wand presste (MARECHAUX 1821, 350; PANZER 1830, 12; NESTLER 1840, 162). Da in prähistorischen Befunden bislang keine Spuren von vergangenen Holzstiften in den Wänden dokumentiert sind, wurde in diesem Experiment die zweite Methode gewählt und das Stroh lediglich durch den Druck des Getreides fixiert. Der Boden von Grube 1 wurde etwa 15 cm hoch mit Stroh belegt, ehe mit dem Einfüllen des Getreides begonnen wurde (Abb. 6). In mehreren Schritten folgte abwechselnd das Auskleiden der Wände etwa vier Zentimeter stark mit Stroh und das Einschütten des Kornes (Abb. 7-8). Das Einbringen dauerte bei dieser Grube etwa 40 Minuten. Die zweite Grube wurde ohne Auskleidung der Wände und der Sohle gefüllt (Abb. 9). Die Füllung erfolgte in beiden Fällen bis zum Hals der Gruben (gemäß historischen Angaben: ANONYMUS 1772, 213; HERMANN 1782, 253; v. CSAPLOVICS 1829, 13; PANZER 1830, 12; NESTLER 1840, 162; SCHLIPF 1846, 132). Für den möglichst hermetischen Verschluss des Halses werden von historischen Autoren unterschiedliche Kombinationen vorgeschlagen. Meist verwendete man hierfür Erde und Stroh. Bei diesem



Abb. 7: Abwechselnd wurde Getreide eingefüllt und Stroh möglichst senkrecht an die Wand gelegt. Auf diese Weise sorgte der Druck des Getreides für die Fixierung des Strohs. – Grain was alternately filled in with straw and placed vertically against the wall. In this way, the pressure of the grain provided for the fixation of the straw.



Abb. 8: Bis zum Hals gefüllte Grube 1 mit Strohauskleidung. – Pit 1 with a lining of straw filled up to the neck.



Abb. 9: Bis zum Hals gefüllte Grube 2 ohne Auskleidung. – Pit 2 without lining filled up to the neck.

Experiment wurde nach den Vorgaben eines anonymen Autors von 1772 verfahren, der ein ungarisches Verfahren beschreibt: „Von da wird die Hälfte des Halses recht fest mit Stroh und die andere Hälfte bis an die Oefnung mit Erde ausgestopft“ (ANONYMUS 1772, 213; ähnlich äußern sich auch DE CRESCENTIIS, 1305/1518, 33; Schildt 1763, 270; HERMANN 1782, 253; PANZER 1830, 12; NESTLER 1840, 162; KRIEGLER 1928, 123). Beide Grubenhälse wurden auf diese Weise geschlossen, wobei das Aushubmaterial hierfür Verwendung fand.

Über den gefüllten Gruben wurde anschließend ein 40 cm hoher Hügel errichtet (Abb. 10) (von Hügeln über den Gruben wird häufig berichtet: MARECHAUX 1821, 350; VOIT 1825, 330; v. CSAPLOVICS 1829, 13; NESTLER 1840, 162; PAYEN 1852, 257; KRIEGLER 1928, 123; KUNZ 2004, 108). Hangaufwärts soll ein V-förmig gezogener Graben ablaufendes Wasser umleiten. Obenauf wurde die ausgestochene Rasensode gelegt, um die Erosion etwas abzumildern (Vorgabe: SCHLIPF 1846, 132).

In historischen Berichten ist einige Male auch von einer zusätzlichen Überdachung die Rede (VOIT 1825, 334; ZELENIN 1927, 55; APÁTHY 1958, bes. Abb. 1 und 15; KUNZ 2004, 113). Auf eine solche Abde-

ckung wurde bei diesem Versuch verzichtet.

Verwendete Materialien

In diesem Versuch wurden beide Gruben mit einer biologisch produzierten Getreidemischung aus hauptsächlich Einkorn und etwas Emmer gefüllt. Das Einkorn befindet sich in den Spelzen, während die Emmerkörner nackt, also ohne Spelzen sind. Dies liegt in dem Bestreben der Mühle begründet, von der das Getreide bezogen wurde. Dabei sollten beide Getreidearten durch Sieben aufgrund unterschiedlicher Korngrößen getrennt werden. Die größeren Emmerkörner mit Spelzen ließen sich so von dem kleineren Einkorn trennen. Einige Emmerkörner waren jedoch schon aus den Spelzen gefallen und gelangten aufgrund ihrer geringeren Größe ebenfalls durch das Sieb. Die Emmerkörner sind daher keinem mechanischen Entspelzungsvorgang unterworfen gewesen und völlig intakt. Dieser Umstand erweist sich für den Versuch als interessanter Aspekt, da untersucht werden kann, wie sich das Getreide sowohl mit als auch ohne Spelzen verhält. Das Korn hatte bei der Einlagerung eine Feuchtigkeit von etwa 13%. Insgesamt wurden 540 kg Getreide in die Gruben gefüllt. Die größere



Abb. 10: Abschließend wurden über den beiden Gruben kleine Hügel errichtet. Hangaufwärts sollen V-förmig angelegte Gräbchen für eine zusätzliche Wasserableitung von Regenwasser sorgen. – Finally, small hills were built over the two pits. V-shaped ditches should additionally drain the rainwater.

Grube 1 fasst 380 kg, die kleinere Grube 2 160 kg.

Als einziges weiteres Material wurde Stroh verwendet. Etwa 20 kg dienten zum Auskleiden der Wände und des Bodens von Grube 1 und etwa jeweils 5 kg zum Verschluss beider Grubenhäuse. Voraussichtlich im Frühjahr 2019 werden beide Gruben geöffnet und die Resultate analysiert.

Fazit

Das Anlegen von Speichergruben nach Muster archäologischer Befunde und historischer Quellen erwies sich als zeit- und arbeitsintensiver Vorgang. Der enge Grubenhals schränkte die Bewegungsfreiheit massiv ein und verlangsamte das Arbeits-

tempo. In der Grube konnte nur mit kurzstieligen Geräten gearbeitet werden. Das gesamte Material musste von einer zweiten Person mittels Eimer nach oben gezogen werden. Ohne Hilfe von außen kann die Grube je nach Personengröße ab einer Tiefe von etwa 1,7 m nicht mehr verlassen werden. Neben den beengten Arbeitsbedingungen kommt hinzu, dass die Luft im Inneren stickig ist. Für den Bau sind je nach Größe der Grube und Art des Untergrundes mindestens ein bis zwei Tage, bei deutlich größeren Exemplaren auch mehrere Arbeitstage zu veranschlagen. Um die Gruben zu trocknen, sollten sie zeitweise vollständig geöffnet und nur bei feuchter Witterung geschlossen werden. Das Füllen an sich geht relativ rasch voran, auch wenn währenddes-

sen eine Auskleidung angebracht werden soll. Ebenso ist das Abdichten und Schließen zügig und ohne Schwierigkeiten zu bewerkstelligen.

Nahmen Menschen die Arbeit auf sich und errichteten Speichergruben, konnten sie diese je nach Beschaffenheit des Bodens mehrere Jahre oder sogar über mehrere Generationen benutzen. Große Mengen Getreide konnten darin, vor äußeren Einflüssen geschützt, sicher gelagert und auf diese Weise die eigene Existenz gewährleistet werden.

Danksagung

Dieser Beitrag entstand im Rahmen eines Dissertationsvorhabens mit dem vorläufigen Titel: „Herausforderung Vorratshaltung. Essentielle Strategien im urgeschichtlichen Europa vom Neolithikum bis in die Eisenzeit“, Universität Wien, Betreuerin: Prof. Dr. Barbara Horejs, Zweitbetreuer: Univ.-Prof. Timothy Taylor. Für die Bereitstellung seines Privatgrundstückes und von Arbeitsgeräten danke ich Mag. Martin Obenaus. Dank gilt auch dem Institut für Orientalische und Europäische Archäologie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW) für die Finanzierung des Getreides. Ebenso möchte ich Prof. Dr. Marianne Kohler-Schneider, Dr. Michaela Popovtschak sowie Dr. Ulf Baum für die Beratung bei botanischen und agrarwissenschaftlichen Fragen danken. Für die tatkräftige Unterstützung beim Graben bedanke ich mich bei Edith Nechansky, Klara Sauter und Johann Biederer.

Literatur

ANONYMUS 1772: Von den in Ungarn gebräuchlichen Korngruben. In: D. Tersztyánszky (Hrsg.), Allernädigst privilegierte Anzeigen aus sämtlich-kaiserlich-königlichen Erbländern. Zweyter Jahrgang. Wien 1772, 212-215.

APÁTHY, S. 1958: Spôsob uskladňovania hospodárskych plodín v severnom Šariši/Aufbewahrungsarten von Landwirtschaftlichen Erzeugnissen im Oberscharischen Gebiete. Slovenský Národopis 4, 1958, 347-380.

BÖNISCH, E. 1999: Kleiner bronzezeitlicher Bestattungsplatz an der Neiße bei Grieben. Ausgrabungen auf der Trasse der Dichtwand des Tagebaus Jänschwalde. Ausgrabungen im Niederlausitzer Braunkohlerevier 1998. Arbeitsberichte zur Bodendenkmalpflege in Brandenburg 3, 1999, 53-60.

BÖNISCH, E. 2000: Grieben 1, Ausgrabungen im Niederlausitzer Braunkohlerevier 1999. Arbeitsberichte zur Bodendenkmalpflege in Brandenburg 4, 2000, 142-143.

BÖNISCH, E. 2006: Bronzezeitliche Speicherplätze in der Niederlausitz. In: W.-R. Teegen u. a. (Hrsg.), Studien zur Lebenswelt der Eisenzeit. Festschrift für Rosemarie Müller. Reallexikon der Germanischen Altertumskunde. Ergänzungsband 53, Berlin 2006, 305-332.

BOWEN, H. C. 1967: Corn Storage in Antiquity. Antiquity 41, 1967, 214-215.

BOWEN, H. C., WOOD, P. D. 1968: Experimental storage of corn underground and its implications for Iron Age settlements. Bulletin of the Institute of Archaeology of the University of London 7/1967, 1968, 1-14.

v. BRAND, J. A. 1702: Reysen durch die Marck Brandenburg, Preussen, Churland, Liefland, Pleßcoviest, Groß Naugardien, Tweerien und Moscovien. Wesel 1702.

BUCK, D.-W. R. 1985: Siedlungsform und Wirtschaftsstruktur bei den Stämmen der westlichen Lausitzer Kultur. In: F. Horst, B. Krüger (Hrsg.), Produktivkräfte und Produktionsverhältnisse in ur- und frühgeschichtlicher Zeit. I. Tagung der Fachgruppe Ur- und Frühgeschichte vom 14.-16.12.1981 in Berlin. Berlin 1985, 83-105.

BUJANOVICS, E. 1846: Ueber die verschiedenen Methoden der Aufbewahrung des Getreides, besonders die für gemäßigtes

Klima geeignetste in den zuerst von Sinclair angegebenen Fruchtbehältern mit ununterbrochenem Luftzuge. Pesth 1846.

COBLENZ, W. 1978: Neue bronzezeitliche Siedlungsgruben mit Brandspuren aus Zauschwitz, Kr. Borna. Ausgrabungen und Funde 23, 1978, 13-26.

DE CRESCENTIIS, P. 1305/1518: Rurality commoda, 1305. Deutsche Übersetzung nach J. Schott, Von dem nutz der ding die in äckern gebuwet werde. Von nutz & buwleut. Von natur, art, gebrauch, und nutzbarkeit aller gewächß, fruchten, tryereren, und alles des der mensch geleben, oder in dienstlicher übung haben soll. Strassburg 1518.

v. CSAPLOVICS, J. 1829: Gemälde von Ungern. Zweyter Theil. Pesth 1829.

EIBNER, C. 1976: Eine späturnenfelderzeitliche Grube unter den Aufschüttungen des Westwalles von Stillfried. Zum Befund einer Schädeldeposition. Forschungen in Stillfried 2. Wien 1976, 70-85.

GRONENBORN, D. 1997: An ancient storage pit in the SW Chad Basin, Nigeria. Journal of Field Archaeology 24/4, 1997, 431-439.

HERMANN, B. F. 1782: Abriß der physikalischen Beschaffenheit der Oesterreichischen Staaten, und des gegenwärtigen Zustandes der Landwirthschaft, Gewerbe, Manufakturen, Fabriken und der Handlung in denselben. Leipzig 1782.

HILL, R. A., LACEY, J., REYNOLDS, P. J. 1983: Storage of Barley Grain in Iron Age Type Underground Pits. Journal of Stored Products Research 19/4, 1983, 163-171.

IVÁNCSEK, N. 1960: Terménytartó veremk Berettyószentmártonban. A Debreceni Déri muzeum évkönyve 1958-1959 (1960), 111-125.

KRIEGLER, K. 1928: Funde aus dem Waagtal. Sudeta 5, 1928, 123-137.

KUNZ, L. 2004: Obilní jámy. Konzervace obilí na dlouhý čas v historické zóně eurosibiřského a mediteránního rolnictví. Rolnictví na východní Moravě od baroka do II. světové války 1. Rožnov pod Radhoštěm 2004.

LOCHNER, M. 2017: Thunau am Kamp – eine befestigte Höhensiedlung der Urnenfelderkultur. Grundlagen und aktuelle Forschungsergebnisse. In: D. Ložnjak-Dizdar, M. Dizdar (Hrsg.), Proceedings of the International Conference "Late Urnfield Culture between the Eastern Alps and the Danube". Zagreb November 7th-8th, 2013. Zbornik Instiuta za Arheologiju 9. Zagreb 2017, 7-24.

LÖRLER, M., WENZEL, S. 2000: Bodenverbrauch und Vorratswirtschaft. Eine Siedlung der frühen Eisenzeit bei Müncheberg, Landkreis Märkisch-Oderland. Archäologie in Berlin und Brandenburg 1999 (2000), 65-66.

LÜNING, J. 2005: Für die Ernte Feuersteinsicheln und raffinierte Erdkeller. In: J. Lüning (Hrsg.), Die Bandkeramiker. Erste Steinzeitbauern in Deutschland. Bilder einer Ausstellung beim Hessestag in Heppenheim/Bergstraße im Juni 2004. Rahden/Westf. 2005, 63-75.

MARECHAUX, P. L. 1821: Würdigung sämtlicher bis jetzt bekannt gewordener Methoden, das Getreide, mehrere Jahre hindurch, ohne Nachtheil für dasselbe, aufzubewahren. In: J. G. Dingler (Hrsg.), Polytechnisches Journal 5. Stuttgart 1821, 334-376.

MEURERS-BALKE, J. 1985: Experimente zum Anbau und zur Verarbeitung prähistorischer Getreidearten. Archäologische Informationen 8/1, 1985, 8-17.

MEURERS-BALKE, J., LÜNING, J. 1990: Experimente zur frühen Landwirtschaft. Ein Überblick über die Kölner Versuche in den Jahren 1976-1986. Experimentelle Archäologie in Deutschland. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland. Beiheft 4, Oldenburg 1990, 82-92.

NESTLER, J. C. 1840: Der Landwirth als Haushälter. In: J. C. Lauer (Hrsg.), Mittheilungen über die zweckmäßigste Aufbewahrung für Menschen und Haustiere. Brünn 1840, 7-271.

NIŽNANSKÝ, J. R. 1958: Brestowianske žatvy a mlatby v minulosti. Slovenský

Národopis 6, 1958, 238-278.

NORTMANN, H. 2001: Das schwarze Loch. Der eisenzeitliche Silo von Menningen im archäologischen Experiment. Funde und Ausgrabungen im Bezirk Trier 33, 2001, 33-40.

OBENAU, M. 2015: Die frühmittelalterliche Talsiedlung von Thunau am Kamp. Grabung 2004 bis 2014. Archäologie Österreichs 26/1, 2015, 9-21.

PANZER, F. 1830: Über die Aufbewahrung des Getreides in Silo's. Der königl. philosophisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg zur Feyer ihrer Stiftung am 25ten August 1830 gewidmet. Würzburg 1830.

PAYEN, A. 1852: Ueber Silos und Speicher zum Aufbewahren des Getreides. In: J. G. Dingler, E. M. Dingler (Hrsg.), Polytechnisches Journal 125. Stuttgart 1852, 254-257.

PETER-RÖCHER, H. 2011: Die spätbronze-/früheisenzeitliche Siedlung in Dolgeln. Lkr. Märkisch-Oderland. Ergebnisse der Grabungen in den Jahren 2000-2004. Veröffentlichungen zur brandenburgischen Landesarchäologie 43/44, 2009/2010 (2011), 85-112.

POLLA, B. 1959: Stredoveké obilné jamy v Budmericiach. Slovenský Národopis 7, 1959, 517-559.

PRASS, E. 1958: Krofdorf (Wetzlar). Fundberichte des Landesamtes für kulturgeschichtliche Bodentaltertümer vom 1.1.-31.12.1957. Nassauische Heimatblätter 48/1, 1958, 50.

RACZKOWSKA-JONES, M. 2006: Eisenzeitliche Siedlungsbefunde. In: H. Meller (Hrsg.), Archäologie XXL. Archäologie an der B6n im Landkreis Quedlinburg. Archäologie in Sachsen-Anhalt, Sonderband 4. Halle/Saale 2006, 139-141.

REYNOLDS, P. J. 1974: Experimental Iron Age Storage Pits: An interim report. The Prehistoric Society 40, 1974, 118-131.

REYNOLDS, P. J. 1979: Iron-Age Farm. The Butser Experiment. London 1979.

REYNOLDS, P. J. 1988: Pit Technology in

the Iron Age. British Archaeology Magazine 10, 1988, 24-26.

SCHADE-LINDIG, S. 2012: Stichwort „Silo-gruben“. Hessen Archäologie. Jahrbuch für Archäologie und Paläontologie in Hessen. Sonderband 1, 2012, 119.

SCHILDT, 1763: Nachricht von der Art, wie die Cosacken in der Ukraine das Getreide aufbewahren. In: D. G. Schreber (Hrsg.), Sammlung verschiedener Schriften, welche in die öconomischen, Policey- und cameral- und auch andere verwandte Wissenschaften einschlagen. Zehnter Theil. Halle 1763.

SCHLIER, J. A. 1825: Ueber unterirdische Getraid-Magazine verbunden mit Assecuranz- und Credit-Anstalten. Oder Wien kann der verderblichen Wohlfeilheit und der drückenden Theurung der verschiedenen Produkte und Lebensmittel, zugleich auch dem verderblichen Mangel an Geld und Credit für jetzt und allezeit am sichersten abgeholfen werden. Würzburg 1825.

SCHLIPF, J. A. 1846: Lehr- und Handbuch der gesammten Landwirthschaft für den Mittelstand gestützt auf Theorie und Praxis nach dem gegenwärtigen Standpuncte der landwirthschaftlichen Fortschritte. Zweiter Band. Erste Abtheilung. Stuttgart 1846.

SCHMIDT, B., SCHULTZE-MOTEL, J., KRUSE, J. 1965: Früheisenzeitliche Vorratsgrube auf der Bösenburg, Kr. Eisleben. Ausgrabungen und Funde 10, 1965, 29-31.

UHL U. 2003: Spare in der Zeit ... Das bronzezeitliche Speicherareal von Heinersbrück 45, Landkreis Spree-Neisse. Archäologie in Berlin und Brandenburg 2002, 2003, 56-58.

UHL, U., BÖNISCH, E. 2008: Töpferton und Scherbenhaufen. Bronzezeitlicher Hausrat bei Klein Görigk. Ausgrabungen im Niederlausitzer Braunkohlerevier 2007. Arbeitsberichte zur Bodendenkmalpflege in Brandenburg 20, 2008, 127-146.

UHL U., BRUMLICH, M. 2007: Sag mir, wo die Häuser sind. Jüngstbronzezeitliche

Siedlung bei Klein Görigk, Lkr. Oberspreewald-Lausitz. Archäologie in Berlin und Brandenburg 2006, 2007, 44-46.

Vorr, J. M. 1825: Ueber die Aufbewahrung des Getreides in Scheunen, auf Schüttböden, in hermetisch geschlossenen, mit Bleiplatten bekleideten Gewölbern und in sogenannten Silos; dann über Getreidedarren und die zweckmäßigste Construction aller hieher gehörigen Bauwerke. Augsburg, Leipzig 1825.

ZELENIN, D. 1927: Russische (Ostslavische) Volkskunde. In: R. Trautmann, M. Vasmer (Hrsg.), Grundriß der slavischen Philosophie und Kulturgeschichte. Berlin, Leipzig 1927.

Abbildungsnachweis

Abb. 1-4, 6-10: Benedikt Biederer

Abb. 5: Erstellung der Grafik: Thomas Ragger

Autor

Benedikt Biederer M. A.

Stipendiat der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (DOC) am

Institut für Orientalische und Europäische Archäologie (OREA)

Hollandstraße 11-13

1020 Wien

Österreich

Benedikt.Biederer@oeaw.ac.at

Stiftung Steinzeittest > Kleber

Dirk Vorlauf in memoriam

Mirko Runzheimer

Summary – Foundation Stone Age test: glue. A brief introduction covers the definition of pitch/tar, manufacturing processes and results from experimental archeology, archaeological finds and other adhesives which were available in the Stone Age. For this experiment a homogeneous quality of pitch is produced in a "kiln construction" that allows comparability in experimental contexts (fig. 1.6). The produced distillate has to be further processed depending on the intended use and can be mixed with production residues and/or other adhesive materials. This allowed the question of how the desired characteristics can be influenced by mixing with adhesives like pitch, beeswax and resin in different ratios (fig. 2.8) and systematically examined their bond strength and other characteristics (fig. 2.9-2.12). The results of the experiments show how to control the characteristics of the desired adhesive with certain mixing ratios. A test was performed to determine the maximum tensile force. This test was carried out again with addition of 2 g residues (ash, coal) of the pyrolysis and renewed heating (fig. 3.5; fig. 4). The addition resulted in a sample that multiplied the maximum tensile force by factor 9 (sample 2). The addition of similar materials like sand or plant fibers would also increase cohesion. The adhesives can be specifically "controlled" using different mixing ratios for specific applications. The sample-results were documented over temperature-ranges from -20°C to 35°C in increments of 5°C and displayed in graphs (fig. 5-6), which show the different verified properties of the samples in divisions of 0-10 (0 is the lowest expression and 10 the highest).

Keywords: pitch, tar, birch-pitch, birch-tar, glue, thermoplastic, multi-component adhesive, experiment, museum education

Schlagworte: Pech, Teer, Birkenpech, Birkenteer, Klebstoff, Thermoplast, Mehrkomponentenklebstoff, Experiment, Museumspädagogik

„Steinzeitkleber“, insbesondere zur Schärfung von Pfeilspitzen, Steinklingen, Steinbeilen und vielen weiteren Anwendungsmöglichkeiten rückte schon vor Jahren in den Fokus des Verfassers. Es wurden bereits einige Versuche unternommen, perfekte Klebstoffe für spezifische Anwen-

nungsgebiete zu finden, es wurde viel ausprobiert. Bei der Pechherstellung ließ der Erfolg scheinbar nicht lange auf sich warten: Das Pech war sehr schnell am „Laufen“. Nachdem zwar die Gewinnung von flüssigem Pech im Doppeltopfverfahren immer wieder reproduziert werden

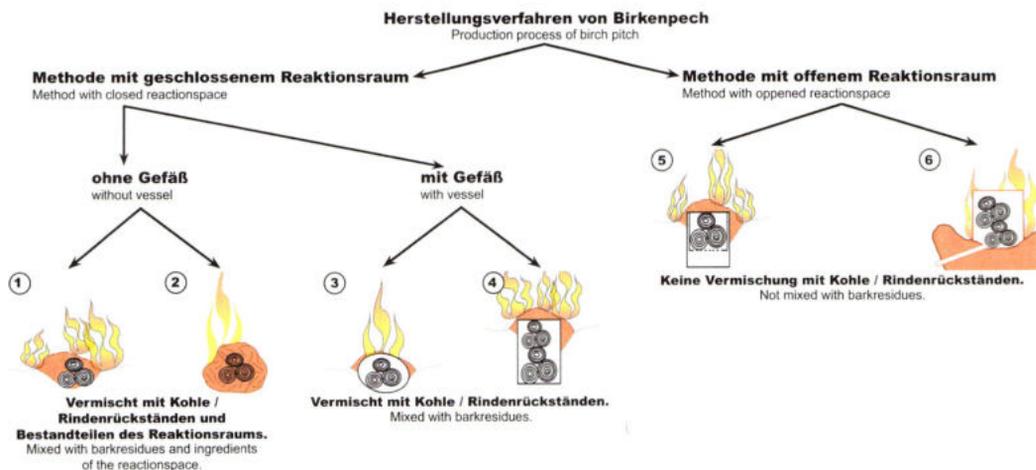


Abb. 1: Herstellungsverfahren von Birkenpech. – Production processes of birch pitch.

konnte, entpuppte sich die Konsistenz des gewonnenen Stoffes jedoch als problematisch in Bezug auf Klebeeigenschaften und Weiterverarbeitung. Das „Zeug“ klebte zwar, allerdings bei Körpertemperatur mehr an den Händen, als an den dafür vorgesehenen Werkstücken. Es wurden parallel auch Versuche mit anderen Klebstoffen auf Bienenwachs- und Baumharzbasis unternommen, die zumindest Werkstücke besser zusammenhielten als das gewonnene Pech bei Körpertemperatur. Eine Vermischung der vorhandenen Klebstoffe lag nahe und wurde auch versucht. Das Ergebnis zeigte sich vielversprechend und weitere Mischverhältnisse der Ausgangsstoffe wurden getestet.

Eine Fragestellung wurde in diesem Zusammenhang immer interessanter: Wie verhalten sich die gewonnenen Thermoplasten aus Pech, Bienenwachs und Baumharzen von Nadelbäumen bei unterschiedlichen Temperaturen? Das archäologische Fundgut besteht nach ersten Recherchen hauptsächlich aus Funden von Pech, genauer gesagt Birkenpech. Jedoch werden viele Fundobjekte als Birkenpech bezeichnet, obwohl meist keine chemischen Analysen mittels Gaschromatographie auf die Biomarkersubstanzen Betulin, Lupeol, Betulon (JUNKMANN

2001, 84) vorliegen. Somit können eigentlich keine genauen Aussagen über die Materialherkunft getroffen werden. Die Bezeichnungen „Pech“ und „Teer“ finden beide ihren Ursprung im altindischen Wort „pitu-daru“ (Sanskrit), welches eine Fichtenart bezeichnet und so viel wie „Harzbaum“ bedeutet. Aus dem ersten Wortteil „pitu“ entwickelte sich unser heutiges Wort „Pech“, welches über den Südosten (Bsp. griechisch „pissa“ / „pitta“ > deutsch „abtropfende Flüssigkeit“ oder auch griechisch „pitos“ > deutsch „festes Harz“) in den deutschen Sprachraum gelangte. Aus dem zweiten Wortteil entwickelte sich im 15./16. Jahrhundert dann unser Wort „Teer“ über den Nord- und Ostseeraum (Bsp. englisch „tar“ > deutsch „Teer“) in den deutschen Sprachraum. Von der eigentlichen Wortdefinition her, bezeichnen beide Worte den gleichen Stoff und werden heute von uns durch DIN-Normen (z. B. DIN 55946) festgelegt. Um Verwechslungen zu vermeiden, wird daher im Folgenden der Begriff Pech weiter verwendet. Pech wird durch eine sauerstofffreie Verschwelung, einer Pyrolyse von harzhaltigen Hölzern, Rinden, Torf, Braun- oder Steinkohle gewonnen, hauptsächlich in Temperaturbereichen von 300-400°C, bis zu 700°C (LEXIKON

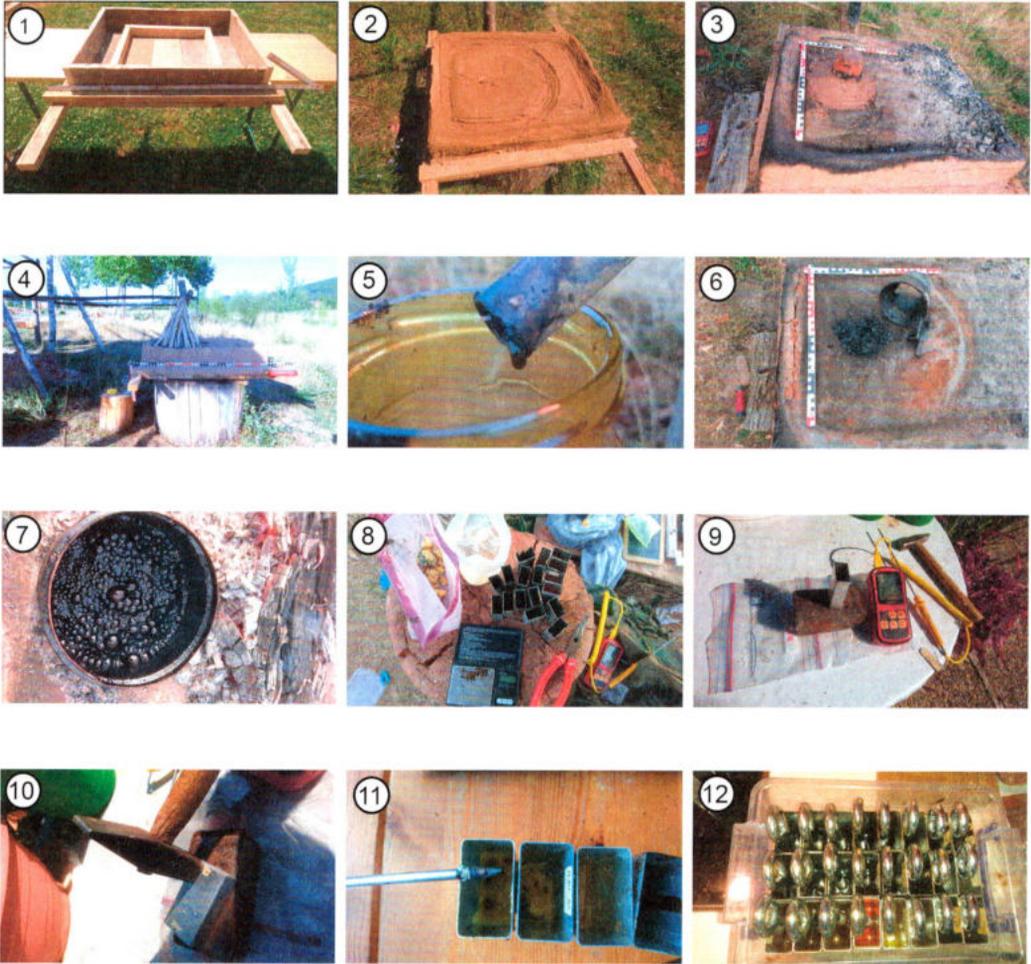


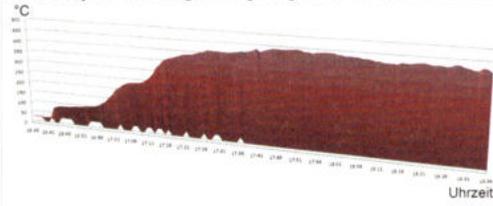
Abb. 2: Durchführung des Experiments. 1-2 Holzverschalung und Ofenkonstruktion, 3-6 Betrieb der Ofenkonstruktion, 7 Verdicken des hergestellten Pechs, 8 Erstellung von unterschiedlichen Mischverhältnissen, 9-12 Überprüfung und Analyse der Proben. – Conducting the experiment. 1-2 wood cladding and furnace construction, 3-6 operation of the furnace construction, 7 thickening of the produced pitch, 8 creation of different mixing ratios, 9-12 review and analysis of the samples.

CHEMIE – Pech (Stoff). Das gewonnene Produkt ist ein Thermoplast, ein Klebstoff mit thermischen Eigenschaften. Chemisch gesehen ist Pech ein komplexes Gemisch aus nieder- und hochmolekularen Estern und aliphatischen Säuren (LATTERMANN 2013, 15).

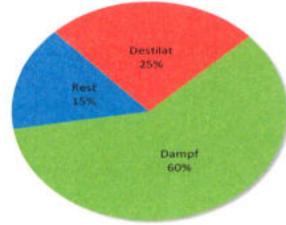
Die archäologischen Funde von Pech können teilweise bis in das späte Frühpaläolithikum um 220.000 BP datiert werden, wie ein Fund aus Campitello, Bucine

(Toskana), bei dem mehrere mit Pech miteinander verklebte Steinabschläge dokumentiert werden konnten (PETER ET AL. 2006, 1310-1318), zeigt. Pech ist somit der bisher älteste bekannte und künstlich hergestellte bipolymere Werkstoff („Kunststoff“), mit dem auch schon zu Zeiten des Neandertalers gearbeitet wurde (LATTERMANN 2013, 16). In Königsau, Salzlandkreis (Sachsen-Anhalt), konnte auf einem Pechfragment ein Fingerabdruck nachge-

Ausstemp. 32 °C, windig, Füllung 100 g Birkenrinde, Gefäß Keramik

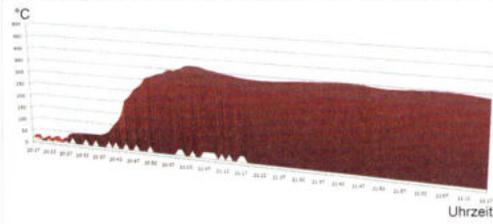


1

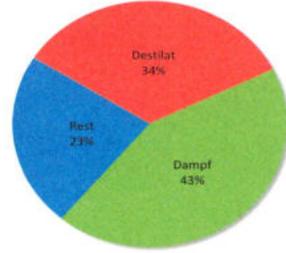


n = 100%

Ausstemp. 28 °C, windstill, Füllung 100g Birkenrinde, Gefäß Keramik

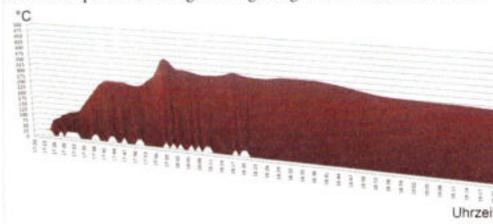


2

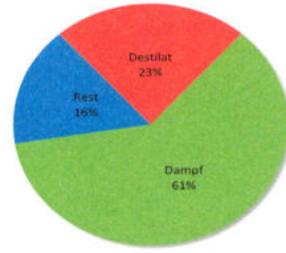


n = 100%

Ausstemp. 26 °C, windig, Füllung 100 g Birkenrinde, Gefäß Blech

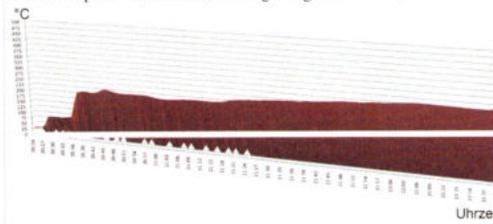


3

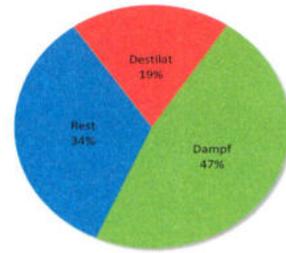


n = 100%

Ausstemp. 24 °C, windstill, Füllung 100 g Birkenrinde, Gefäß Blech

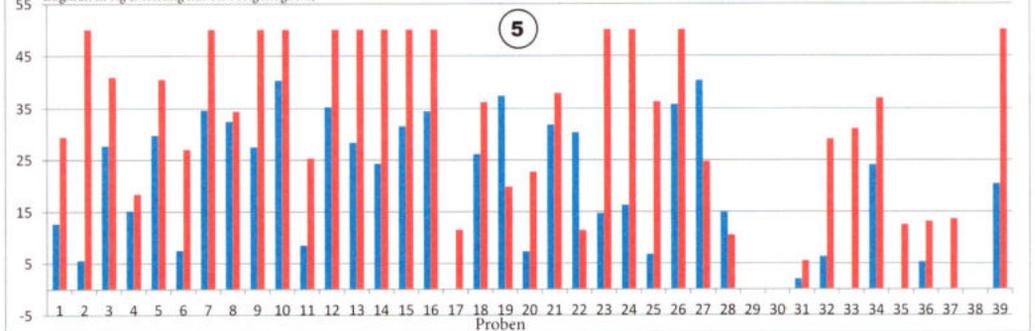


4



n = 100%

Zugkraft in Kg (Messung nur bis 50Kg möglich.)



5

Abb. 3: Ergebnisse der Pechherstellung und der Zugkrafttests. – Results of pitch production and tensile-tests.



Abb. 4: Durchführung des Zugkrafttests.
– Execution of the tensile-test.

wiesen werden, der einem Neandertaler zugeschrieben wird. Der Fund wird geologisch-stratigraphisch auf ein Alter von 80.000 Jahre BP und über die Radiokarbonmethode (^{14}C) auf ein Alter zwischen 50.000-40.000 Jahre BP datiert (JUNKMANN 2001, 83; LATTERMANN 2013, 16). Nachweise über die Verwendung von Pech aus den vor-keramischen Epochen gibt es mittlerweile mehrere, es fehlen allerdings noch Funde und Befunde zur Herstellung.

Auch für die Verwendung der übrigen Ausgangsstoffe, wie Bienenwachs und Baumharz gibt es frühe archäologische Nachweise. Ein sehr früher Nachweis für einen Mehrkomponentenklebstoff aus einem Baumharz wird auf 70.000 Jahre BP datiert und gehört damit in das afrikanische Mittelpaläolithikum (MSA – Middle Stone Age). Anhand von Rückständen an mehreren Steinartefakten in der Sibudu-Höhle in KwaZulu-Natal, Südafrika, konnte der Nachweis einer Mischung aus dem

gummiartigen Harz der Schrecklichen Akazie (lat. *Vachellia horrida*), Ocker, tierischen Fetten und/oder Bienenwachs erbracht werden. Chemische Analysen ergaben, dass die verwendeten Mischungen immer wieder im gleichen Temperaturbereich bis etwa 350°C erhitzt wurden (WADLEY, HODGSKISS, GRANT 2009, 9590-9591).

In Pöhlde, vorm. Ldkr. Osterode am Harz, wurde eine Kerbspitze aus Flint mit Anhaftungen entdeckt, die erst als Birkenpech angesprochen wurden. Nach einer eingehenden Untersuchung mittels Gaschromatographie konnte aber später festgestellt werden, dass es sich weder um Pech noch Birkenpech handelte. Es konnte eine Mischung aus Bienenwachs, Baumharz und tierischen Fetten nachgewiesen werden (THIEME U. A. 2014, 69). Die Datierung der Kerbspitze ist leider unklar, sie wird typologisch eher in den Bereich der Hamburger Kultur (ca. 15.500-14.000 BP) eingeordnet, könnte aber auch in die ältere Kulturstufe des jüngeren Gravettien (ca. 30.000-27.500 BP) gehören (THIEME U. A. 2014, 57). Als weiterer interessanter Fund trat durch das Abschmelzen der Gladstone-Eisfläche im Yukon-Gebiet in Kanada eine geschlitzte Geweihspitze zu Tage, die mit einem unkalibrierten ^{14}C -Datum von 7.310 ± 40 BP aufwartet. In den Schlitzten waren Mikrolithen mit einem Klebstoff befestigt, bei dem es sich nach eingehenden Analysen zunächst nur allgemein um Harz von Nadelbäumen, nach weiteren Vergleichen am wahrscheinlichsten um Harz der Weißtanne handelte (HELWIG, MONAHAN, POULIN 2008, 286-287). In der Literatur wird auch immer wieder eine Beimischung von Bernstein diskutiert, der sich bei Temperaturen zwischen 200°C und 250°C verflüssigt und auch aus den Harzen von Nadelhölzern entstanden ist (GRÜNBERG U. A. 1999). Nachweise dazu konnten bisher noch nicht gefunden werden. Die sogenannten Diterpenharzsäu-

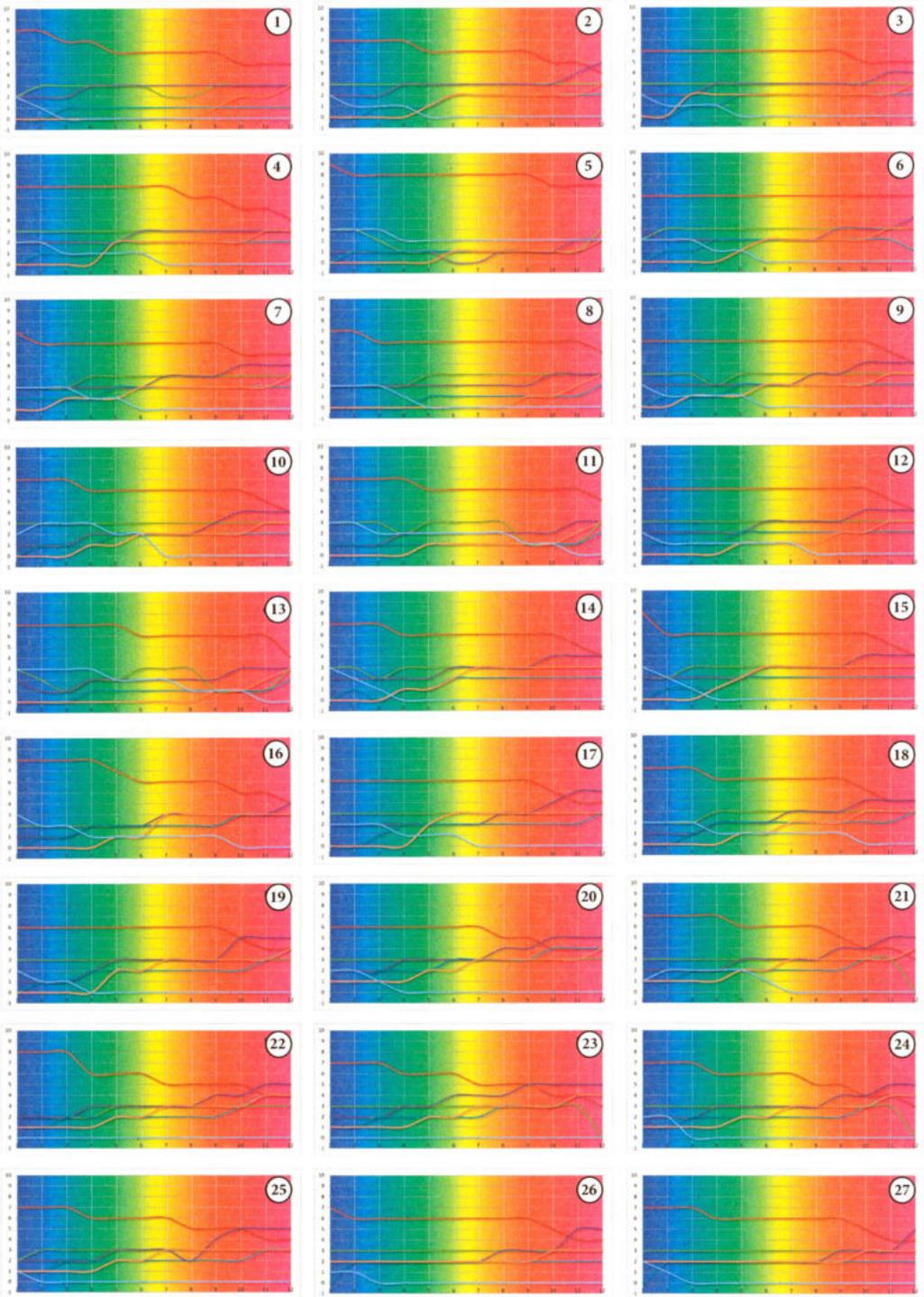
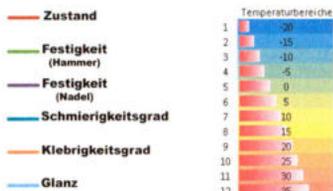
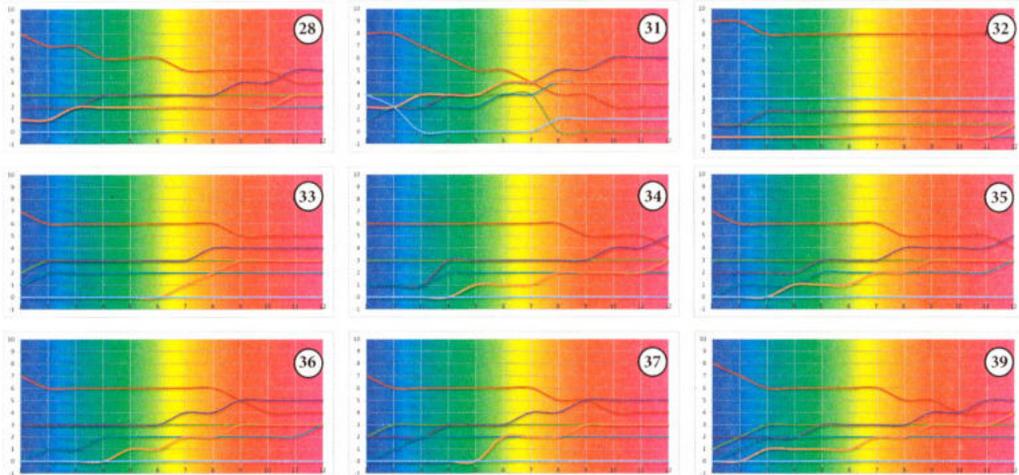


Abb. 5: Ergebnisse der einzelnen Proben in Diagrammdarstellung. – Results of the individual samples in diagram form.



Die Werte der X-Achse entsprechen den oben angegebenen Temperaturbereichen in ° Celsius. Der Wertebereich der Y-Achse besteht aus relativen Werten der Proben zueinander. The values of the X-axis are the same as above specified temperature ranges in ° Celsius. The value range of the Y-axis consists of relative values of the samples to each other.

Die in den Proben verwendeten Mischverhältnisse zu jeweiligen Anteilen, sind aus der Tabelle rechts zu entnehmen. The used Mixing Ratios in the samples can be taken from the table on the right.

Nr.	Harz	Wachs	Pech	Farbe	Nr.	Harz	Wachs	Pech	Farbe
1	7	3	0	honiggelb	21	3	1	6	Bitterschokolade
2	6	4	0	honiggelb	22	2	2	6	Bitterschokolade
3	5	5	0	honiggelb	23	1	3	6	Bitterschokolade
4	8	2	0	honiggelb	24	2	1	7	Bitterschokolade
5	9	1	0	Bernstein	25	1	2	7	Bitterschokolade
6	6	3	1	Milchschokolade	26	1	1	8	Bitterschokolade
7	5	4	1	Milchschokolade	27	2	0	8	Bitterschokolade
8	7	2	1	Milchschokolade	28	0	2	8	Bitterschokolade
9	5	3	2	Milchschokolade	29	0	1	9	Bitterschokolade
10	6	2	2	Milchschokolade	30	1	0	9	Bitterschokolade
11	7	1	2	Milchschokolade	31	0	0	10	Bitterschokolade
12	5	2	3	Milchschokolade	32	10	0	0	Bernstein
13	6	1	3	zart-bitter	33	0	10	0	honiggelb
14	4	3	3	zart-bitter	34	4	6	0	honiggelb
15	4	2	4	zart-bitter	35	3	7	0	honiggelb
16	5	1	4	zart-bitter	36	2	8	0	honiggelb
17	3	3	4	zart-bitter	37	1	9	0	honiggelb
18	4	1	5	zart-bitter	38	0	3	7	Bitterschokolade
19	3	2	5	zart-bitter	39	3	0	7	Bitterschokolade
20	2	3	5	Bitterschokolade					

Abb. 6: Ergebnisse der einzelnen Proben in Diagrammdarstellung und Legende. – Results of the individual samples in diagram form and legend.

ren von Harz aus Nadelhölzern oxidieren sehr schnell in dünnen Schichten bei Zutritt von Luftsauerstoff und werden dementsprechend schnell abgebaut (THIEME U. A. 2014, 68). Das archäologische Fundgut zeigt so, sogar trotz schlechter Erhaltungsbedingungen, eine lange Tradition in der Nutzung von Klebstoffen und so auch von Mehrkomponentenklebstoffen.

Die Herstellung von Birkenpech kann in zwei Verfahrensarten unterschieden werden. Zum einen das Verfahren in geschlossener Methode (Abb. 1.1-1.4), bei

der das Ausgangsmaterial, wie in unserem Fall Birkenrinde in einem luftdicht abgeschlossenen Gefäß oder Raum indirekt erhitzt wird: So wird etwa beim sogenannten „Ein-Topf-Verfahren“ (Abb. 1.4) das gewonnene Birkenpech direkt mit den Rückständen der Pyrolyse und auch teilweise unverschulter Rinde vermischt und man erhält eine eher zähe und feste Substanz (JUNKMANN 2001, 87-88). Im Unterschied dazu erbringt das offene Herstellungsverfahren (Abb. 1.5-1.6) ein flüssiges Destillat aus Essigsäure, Ameisensäure, Phenole, Schwefelsäure und



Abb. 7: Ofenkonstruktion aus der Museumspädagogik. – Furnace construction from museum education.

weitere organische Substanzen (LEXIKON CHEMIE – Pech (Stoff)), das sich durch weiteres „Auskochen“ zu Birkenpech/-teer verdicken lässt. Bei der offenen Methode kann das gewonnene Destillat aus dem Reaktionsraum abfließen und so von den Rückständen oder auch unverschelter Rinde getrennt werden. Diese Methode kann in unterschiedlichen Varianten erfolgen, wie zum Beispiel dem sogenannten „Doppeltopfverfahren“, bei dem zwei Gefäße ineinander stehen und das obere Gefäß über eine Perforation am Boden verfügt (Abb. 1.5). Eine weitere Variante ist zum Beispiel ein Gefäß mit einer Art Abflusskanal aus Lehm, Ton oder Holz (Abb. 1.6; JUNKMANN 2001, 87-88). Das gewonnene Destillat kann nach Auskochen und Verdicken mit seinen Rückständen vermischt werden, um eine ähnliche Konsistenz wie bei dem Ergebnis aus der geschlossenen Methode zu erreichen. Allerdings ist das eine Vermischung von Stoffen, die eine Steigerung der Kohäsion verursacht, wie das folgende Experiment zeigt. Für die Durchführung einer experimentellen Untersuchung erwies sich die geschlossene Herstellungsmethode als

weniger gut geeignet, da auf diese Weise kein homogenes Endprodukt gewonnen und keine genauen Aussagen zu den Mischverhältnissen getroffen werden konnten. Aus diesem Grund fiel die Wahl auf eine archäologisch nicht nachgewiesene Ofenkonstruktion für die offene Herstellungsmethode (Abb. 1.6), die aus Lehm gefertigt wurde. Für die Konstruktion wurde zur Stabilisierung eine ca. 0,8 m x 0,8 m große transportable Holzverschaltung erstellt (Abb. 2.1-2.2). Es wurden Versuche mit unterschiedlichen Reaktionsräumen unternommen, die aus moderner Ziegelkeramik (Abb. 2.3), rekonstruierter Keramik, Blech oder auch nur Lehm bestanden, die aber alle nahezu die gleichen Ergebnisse erbrachten. Allein bei den Gefäßen aus Blech konnten an der Oberfläche im Gefäßinneren keine Rückstände wie bei denen aus Keramik beobachtet werden. Für das Experiment wurde für den Reaktionsraum handelsübliche Ziegelkeramik gewählt, die bei ihrer Herstellung im Industrieverfahren bei über 900°C hart gebrannt worden war. Als Abfluss wurde ein etwa 40 cm langes handelsübliches Kupferrohr mit einem Innendurchmesser von etwa 8 mm gewählt (Abb. 2.5), hier wäre zum Beispiel auch ein ausgehöhlter Holunderzweig von ausreichendem Durchmesser denkbar. Bei der Durchführung des Experiments wurden die Temperaturwerte aus dem Inneren des Reaktionsraums gemessen und dokumentiert. In den hessischen Wäldern gesammelte Birkenrinde wurde in Chargen zu je 100 g in den Reaktionsraum gegeben und besagtes Gefäß mit der Öffnung auf der Ofenkonstruktion über dem Ablauf angebracht und anschließend feuerfest mit Lehm versiegelt (Abb. 2.4). Dafür wurde Lehm verwendet, der mit gehäckseltem Heu und Stroh gemagert war. Über dem versiegelten Reaktionsraum wurde im Anschluss ein Feuer aus sehr fein geschlagenem Holz entzündet und der Vorgang über einen Zeitraum von je-



Abb. 8: Ofenkonstruktion während einer Veranstaltung. – Furnace construction during an event.

weils zwei Stunden minutengenau dokumentiert. Das Feuer wurde über eine Stunde hinweg mit Holz versorgt und dann erlöschen und ausglühen gelassen (Abb. 2.6). Als Feuerholz wurden Schnittreste von Nadelhölzern, Buche und auch Eiche in unterschiedlichen Mengen verwendet. Exemplarisch sind hier vier der Herstellungsvorgänge dargestellt, jeweils zwei Vorgänge mit der angegebenen Ziegelkeramik (Abb. 3.1-3.2) und im Vergleich dazu ein Blechgefäß (Abb. 3.3-3.4), jeweils bei windstillen und windigen Verhältnissen. Der Vergleich zeigt ein konstant höheres Temperaturverhalten und ein effektiveres Ergebnis an gewonnenem Destillat zugunsten der Keramik, die sich somit als das geeignetere Material herausstellte. Temperaturbereiche von 250°C bis zu 450°C konnten in den unterschiedlichen Retorten erreicht werden. Auffällig

bei allen Retorten war ein Temperaturanstieg in ihrem Inneren nach dem Erlöschen des Feuers. Dieser Temperaturanstieg wurde höchstwahrscheinlich durch die nachlassende Thermik der erlöschenden Flamme und ein Verdichten und damit thermisches Isolieren durch die Glut begünstigt. Das durch die Pyrolyse entstandene Destillat läuft, begleitet von Dämpfen, schon sehr schnell nach der Befuerung der Retorte im Temperaturbereich ab 40-50°C aus dem Ablauf (Abb. 2.5). Nach etwa 1,5 h tropfte nur noch vereinzelt Destillat aus dem Ablauf, was dann nach Stunden Laufzeit völlig stagnierte. Wie auch an der Temperaturkurve ersichtlich steigt die Temperatur in der Retorte rapide an; dieses Verhalten ist mit dem eines Schnellkochtopfes vergleichbar. Das Destillat muss, je nachdem welche Konsistenz erwünscht ist, weiter aus-



Abb. 9: Präsentation von Pech während einer Veranstaltung (2015). – Presentation of pitch during an event (2015).

gekocht werden (Abb. 2.7). Für eine eher flüssige und auch klebrige Konsistenz braucht dies nicht lange. Um allerdings eine mit den Händen einigermaßen angenehm verarbeitbare Konsistenz zu erlangen, musste das Pech im Experiment etwa 1,5-2 h an der Glut bei etwa 95-115°C ausgekocht und verdickt werden. Der Zustand konnte mit Wasser kontrolliert werden, eine verarbeitbare Konsistenz hat eine höhere Dichte als Wasser und versinkt damit darin (Abb. 2.8). Bienenwachs wurde für das Experiment von einem Imker und Fichtenharz über eine Apotheke besorgt, beide Rohstoffe wurden im Experiment in gereinigter Form verwendet, um eine Homogenität der Ausgangsstoffe zu gewährleisten. Es konnten 39 unterschiedliche Proben mit jeweils 10 g an reinen Rohstoffen in unterschiedlichen Mischverhältnissen der Ausgangsstoffe erstellt werden (Abb. 2.8). Drei der Proben (Proben 29, 30, 38) fielen während des Erhitzen der Glut zum Opfer und waren für die weitere Auswertung unbrauchbar. Leider konnten aufgrund von Ausstattung und finanziellen Mitteln keine naturwissenschaftlichen Überprüfungen und Analysen nach geltenden Industriestandards durchgeführt werden. Die unterschiedlichen Proben konnten relativ zu-

einander untersucht werden (Abb. 2.9-2.12). Eine weitere naturwissenschaftliche Untersuchung soll noch durchgeführt und publiziert werden. Die unterschiedlichen Untersuchungen der Materialeigenschaften wurden in den Temperaturbereichen zwischen -20°C und +35°C in Schritten zu jeweils 5°C durchgeführt und dokumentiert. Eigenschaften wie Materialzustand, Festigkeit (Abb. 2.11), Druckkraft (Abb. 2.12), Schmierigkeits-, Klebrigkeitsgrad und der Grad der Verglasung wurden so im Verhältnis zueinander untersucht und Verhaltenskurven über mehrere Temperaturbereiche erstellt. Die Festigkeit wurde mit dem Schlagen eines 400-g-Hammers auf die Probe, die Druckkraft über das Einstechen einer etwa 1,2 mm starken Metallnadel in die Probe überprüft. Die Schmierigkeit und Klebrigkeit musste mittels Fingerprobe ermittelt werden und der Grad der Verglasung anhand von Festigkeit und optischem Eindruck. Der Materialzustand resultiert als Bewertung aus den übrigen Beobachtungen. Im Anschluss an die Untersuchung wurde noch ein Zugkrafttest zur Ermittlung der maximalen Zugkraft durchgeführt (Abb. 2.12). Dazu wurde eine handelsübliche Digitalzugwaage mit einer Maximal-Haltefunktion benutzt und

ein Metallhaken in der Probe verschmolzen, um die Zug-Waage daran zu befestigen. Bei Erreichen der maximalen Zugkraft brach der Metallhaken aus der Probe und die maximale Zugkraft konnte in kg von der Waage abgelesen werden. Dieser Zugkrafttest wurde darauf im Anschluss nach der Beigabe von jeweils 2 g von aus der Pyrolyse entstandenen Reststoffen (Asche, Kohle) und erneutem Erhitzen nochmals durchgeführt (Abb. 3.5; Abb. 4). Die Beigabe der Reststoffe führte so bei einer Probe zur Multiplikation der maximalen Zugkraft fast um den Faktor 9 (Probe 2), erreicht durch eine Steigerung der Kohäsion. Die Zugabe von ähnlichen Stoffen mit Sand oder Pflanzenfasern würden die Kohäsion ebenfalls steigern und den gleichen Effekt wie die Magerung von Ton oder Lehm besitzen. Die Klebstoffe können somit gezielt über unterschiedliche Mischverhältnisse regelrecht für spezifische Anwendungszwecke „gesteuert“ werden. Die Ergebnisse der einzelnen Proben wurden jeweils über die Temperaturbereiche von -20°C bis +35°C in Schritten zu 5°C dokumentiert und in Form von Kurvendiagrammen dargestellt (Abb. 5-6). Diese Diagramme zeigen die unterschiedlichen überprüften Eigenschaften der Proben in Einteilungen von 0-10, wobei 0 die geringste Ausprägung einer Eigenschaft darstellt und 10 die höchste. Es sollen damit Tendenzen bei der Zumischung einer der Rohstoffe zum fertigen Endprodukt aufgezeigt werden. Sie können auch als Anleitung oder Rezept zur Herstellung von Mehrkomponentenklebern oder einfach Birkenpech/-teer für spezifische Anwendungen gesehen werden. Eine leicht abgeänderte Variante (Abb. 7) der oben beschriebenen Ofenkonstruktion, ohne Holzverschalung und auf einem senkrecht stehenden Baumstamm installiert, konnte nun schon mehrfach erfolgreich in der Museumspädagogik und bei öffentlichen Veranstaltungen (Abb. 8-9) auf der gegenwärtig noch im

Aufbau befindlichen „Zeiteninsel – Archäologisches Freilichtmuseum Marburger Land“ (<http://www.zeiteninsel.de>) eingesetzt werden. Für die Möglichkeit zur Durchführung der geschilderten Experimente auf dem Gelände der Zeiteninsel danke ich der Projektleitung.

Literatur

GRÜNBERG, J. M., U. A. 1999: Untersuchung der mittelpaläolithischen „Harzreste“ von Königsau, Ldkr. Aschersleben-Staßfurt. Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte 81, 1999, 7-38.

HELWIG, K., MONAHAN, V., POULIN, J. 2008: The Identification of hafting Adhesive on a Slotted Antler Point from a Southeast Yukon Ice Patch. American Antiquity 73 (2), 2008, 279-288.

JUNKMANN, J. 2001: Vom „Urnenharz“ zum Birkenteer: der prähistorische Klebstoff Birkenpech. Tugium 17, 2001, 83-90.

KURZWEIL, A., TODTENHAUPT, D. 2007: Teer und Pech aus Holz, eine seit 8000 Jahren bekannte Nutzung des Holzes. In: M. Fansa, D. Vorlauf (Hrsg.), HOLZ-KULTUR – Von der Urzeit bis in die Zukunft. Ökologie und Ökonomie eines Naturrohstoffs im Spiegel der Experimentellen Archäologie, Ethnologie, Technikgeschichte und modernen Holzforschung. Mainz 2007, 185-195.

LATTERMANN, G. 2013: Vor- und frühgeschichtliche polymere (Werk-)Stoffe. Mitteilungen Gesellschaft Deutscher Chemiker / Fachgruppe Geschichte der Chemie, Band 23, 2013, 3-30.

LEXIKON CHEMIE: Pech (Stoff)
<http://www.chemie.de/lexikon/Pech_%28Stoff%29.html> (Stand: 21.11.2018).

PETER, P., ET AL. 2006: A new Palaeolithic discovery: tar-hafted stone tools in a European Mid-Pleistocene bone-bearing bed. Journal of Archaeological Science 33, 2006, 1310-1318.

THIEME, H., U. A. 2014: Jungpaläolithische Funde von der Wallburg „König Heinrichs

Vogelherd“ bei Pöhlde, Stadt Herzberg am Harz, Ldkr. Osterode am Harz. Die Kunde N. F. 65, 2014, 57-82.

VORLAUF, D. 2011: Experimentelle Archäologie – Eine Gratwanderung zwischen Wissenschaft und Kommerz. Schriftenreihe des Landesmuseums für Natur und Mensch 84. Oldenburg 2011.

WADLEY, L., HODGSKISS, T., GRANT, M. 2009: Implications for complex cognition from the hafting of tools with compound adhesives in the Middle Stone Age, South Africa. Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America, vol. 106, no. 24, 2009, 9590-9594.

Zeiteninsel – Archäologisches Freilichtmuseum Marburger Land <<https://www.zeiteninsel.de>> (Stand: 21.11.2018).

Abbildungsnachweis

Abb. 1-7: Grafiken, Fotos M. Runzheimer

Abb. 8-9: Fotos M. Schuler

Autor

Mirko Runzheimer B.A.

Dammstraße 3

35096 Weimar/Lahn

Deutschland

archeotron@googlemail.com

Verhüttungsexperimente mit Chalkopyrit-Erz nach Vorbildern aus dem bronzezeitlichen Ostalpenraum und Nepal

Thomas Rose, Erica Hanning, Sabine Klein

Summary – Smelting experiments with chalcopyrite ore based on records of the Bronze Age Eastern Alps and Nepal. During the summer of 2018, the German Mining Museum Bochum (DBM) and the Roman-Germanic Central Museum (RGZM) conducted copper ore smelting experiments at the Laboratory for Experimental Archaeology (LEA), RGZM in Mayen, Germany. The smelting experiments not only reconstructed a 4.000 year old smelting process, but also produced material that could then be used for scientific analysis. During the course of the experiments, copper metal was successfully produced. For each experiment, a detailed description of the set up and how they were carried out is given.

The goal of the project, which is funded by the German Research Foundation (DFG), is to improve the chemical-physical isotope measurement method used to determine the origin of raw materials for metal objects. For this purpose, it is necessary to determine whether and how copper isotope ratios change during the course of the high-temperature process. Following the experiments, the copper metal obtained will be used to investigate whether the copper isotope composition is altered by the physical and chemical processes during copper production.

Keywords: copper, roasting, smelting experiments, chalcopyrite
Schlagworte: Kupfer, Rösten, Verhüttungsexperimente, Chalkopyrit

Einleitung

Archäometrische Isotopenuntersuchungen an archäologischen Objekten sind mittlerweile als eine Routineanwendung in der Archäologie zu betrachten. Die in diesem Zusammenhang bekannteste ist die Bleiisotopenmethode, die mithilfe der Geochronologie, also der Bestimmung des geologischen Alters von Gesteinen und Erzmineralen, erlaubt, einen direkten Zusammenhang zwischen Metallobjekten und deren Erzvorkommen herzustellen.

Dies dient in der Archäologie dazu, fundierte Argumente für archäologische Strukturen wie politische oder wirtschaftliche (Handels)beziehungen, technische Innovationen und deren regionale oder überregionale Verbreitung, die Zirkulation von Material sowie die Unterscheidung von regional kleinräumiger Abtrennung gegen interkulturelle Öffnung von Gesellschaften zu definieren. Das Gelingen der Isotopenmethode hängt von einigen wichtigen Voraussetzungen ab:

(1) Die Isotopie des Erzes darf sich unter

den extremen Temperaturbedingungen während der Verhüttung zum Metall nicht verändern, d. h. die Häufigkeiten der einzelnen Isotope des Elements dürfen sich während des Prozesses nicht gegenläufig verschieben (fraktionieren), (2) die Isotopensignatur, d. h. das Verhältnis der Isotope untereinander und innerhalb des Erzvorkommens muss sich homogen verhalten, und (3) Isotopenfraktionierung darf nicht auftreten, während die zu untersuchenden Proben chemisch bzw. chromatographisch für die Isotopenanalyse vorbereitet werden.

Die Isotopenanalytik entwickelte sich dank der hochpräzisen Methodik in den Geowissenschaften sehr schnell zu einer verlässlichen Methode in der Archäometrie. Dennoch geht das Bestreben dahin, neue Isotopensysteme für die Archäologie zu entwickeln, entweder alternativ oder supplementär zur Bleiisotopenaussage. Allerdings gibt es nur wenige alternative geochronologische Systeme, und diese sind aus chemischen Gründen kaum für archäologische Zwecke nutzbar. Demgegenüber existieren mehrere denkbare Isotopensysteme, die als Redox-Indikatoren dienen können. Diese lassen Aussagen zu, die weniger eine geologisch-regionale Zuordnung der Rohstoffe erlauben, sondern vielmehr Evidenzen für die Abbau-systeme liefern, wie z. B. ob eher oberflächennahe, oxidierte Erze abgebaut wurden oder vielmehr intensiverer Bergbau betrieben werden musste, um die in größeren Teufen vorkommenden sulfidischen Erzvorkommen zu nutzen. Diese Informationen sind für archäologische Aussagen zum Stand des technischen und bergbauspezifischen Know-Hows oder der Bergbaugeschichte einer spezifischen Region in einer spezifischen Zeitstellung relevant. Das Kupferisotopensystem ist bereits seit einiger Zeit auf seine archäometrische Anwendung hin untersucht worden und sein spezielles isotopisches Verhalten scheint erwartungsgemäß Oxidations-

und Reduktionsbedingungen von Erzen während ihrer Mineralisationsgeschichte widerzuspiegeln. Kupfer hat eine leichtere Masse als Blei und es ist bekannt, dass die beiden natürlich auftretenden Kupferisotope oberflächennah fraktionieren, wenn Kupfer aus den Gesteinsschichten durch Oberflächenwässer herausgelöst und an anderer Stelle wieder abgeschieden wird. Was bislang noch nicht erprobt wurde, ist, wie sich die Kupferisotopie im Verhüttungsprozess verhält.

Erste Versuche zur Fraktionierung von Kupferisotopen wurden in kleineren Studien unternommen, indem Kupfererz in Tiegeln geschmolzen wurde (ROSE ET AL. 2017). Die Versuche wurden unter kontrollierten Bedingungen und mit reinem Ausgangsmaterial durchgeführt. An dieser Stelle hielten wir es für notwendig, die Fraktionierung von Kupferisotopen unter authentischen archäologischen Bedingungen während der Verhüttung im Schmelzofen zu testen. Genau da setzt das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderte Projekt KL 1259/10-1 „Evaluation der Kupferisotopenfraktionierung während der Verhüttung: ein experimenteller Ansatz“ des Deutschen Bergbau-Museum Bochum (DBM) an. Die Kupfermetallurgie ist fast weltweit archäometallurgisch und über alle archäologischen Zeiträume hinweg untersucht worden, sodass Beispiele von vielen Standorten hätten verwendet werden können. Für das Projekt wurde das in der alpinen Bronzezeit bedeutende Gebiet Mitterberg in Österreich mit seinen zahlreichen Kupferschmelzstätten, montanarchäologischen Nachweisen und Erzresten ausgewählt und als Vorbild verwendet. Als Erzcharge wurden Kupfererzstücke aus dieser Region genutzt.

Die Verhüttungsexperimente wurden zusammen mit dem Labor für Experimentelle Archäologie (LEA) des RGZM Mainz in Mayen auf dem Gelände des LEA durchgeführt. Die eigenen Ofenkonstruktionen

und das Kupferschmelzverfahren, die Prozessparameter und die Vielfalt der hergestellten Verhüttungsmaterialien wie Originalerz, geröstetes Erz, Matte, Schlacken, Holzkohle und Kupfermetall werden hier detailliert vorgestellt. Neben dem experimentellen Ansatz und der gewonnenen Erfahrung in Zusammenhang mit Verhüttungsprozessen fungieren alle Schmelzprodukte als Materialbasis für die folgende analytische Arbeit im Projekt: Die Identifizierung der Fraktionierung von Kupferisotopen beim Schmelzen von Kupfererzen.

Chemischer Hintergrund

Die Methode der Kupfergewinnung ist abhängig von der chemischen Zusammensetzung des Erzes: Kupferoxide und -karbonate (z. B. grüner Malachit ($\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$) oder blauer Azurit ($\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$)) reagieren anders als Kupfersulfide (z. B. Chalkopyrit (CuFeS_2)) oder Fahlerze (Mischungsreihe zwischen Tennantit ($\text{Cu}_6[\text{Cu}_4(\text{Fe,Zn})_2]\text{As}_4\text{S}_{13}$) und Tetrahedrit ($\text{Cu}_6[\text{Cu}_4(\text{Fe,Zn})_2]\text{Sb}_4\text{S}_{13}$)). Im Gegensatz zu den Karbonaten, die relativ leicht bei der Erhitzung in einer reduzierenden Atmosphäre, wie sie beispielsweise in einer mit Holzkohle bedeckten Grube herrscht, in Metall umgewandelt werden können, müssen Kupfersulfide zusätzliche Verfahren durchlaufen. Im Falle des in den Experimenten verwendeten Chalkopyrits muss der gebundene Schwefel und das Eisen entfernt werden, meistens durch eine Kombination von Rösten und Verhütten des Erzes (*Abb. 1*). Das zerkleinerte Erz wird im offenen Feuer bei relativ niedrigen Temperaturen (ca. 600 bis 900°C) geröstet, ohne dabei aufgeschmolzen zu werden. Dabei werden Schwefelverbindungen von Kupfer und Eisen in Oxide umgewandelt und Schwefeldioxid entweicht als Gas. Dieser Prozess ist sowohl optisch als auch am Geruch gut erkennbar, weil die Oberfläche

des Erzes sich von goldfarben zu rot verfärbt und der Rauch einen markanten ätzenden, „schwefeligen“ Geruch hat. Wenn der Schwefel vollständig entfernt und alle Bestandteile des Erzes völlig oxidiert sind, also die „Totröstung“ erreicht ist, können die nun erzeugten Oxide später in einer reduzierenden Atmosphäre (z. B. in einer Holzkohlefeuer mit niedriger Luftzufuhr) zu Metall umgewandelt werden. Allerdings ist eine Totröstung des Erzes fast unmöglich im Falle von stückigem Röstgut (Erzbrocken mit einem Durchmesser im Millimeter- bis Zentimeterbereich). Außerdem birgt ein Totrösten des Erzes die Gefahr, dass zu viel von den Eisenoxiden im totgerösteten Erz ausversehen zu Metall reduziert wird und so eine unbrauchbare Mischung aus Eisen und Kupfer entsteht.

Üblicherweise wurde das Erz nur teilgeröstet, wobei die Erzbrocken lediglich an einem großen Teil der Oberfläche mit dem Sauerstoff aus der Umgebungsluft reagieren. So werden nur die äußeren Schichten der Erzstücke oxidiert und im Inneren verbleibt ein schwefelreicher Kern. Dank der höheren Affinität des Kupfers zum Schwefel als der des Eisens wird beim Teilrösten von Chalkopyrit vorwiegend das Eisen oxidiert. Das Ergebnis ist eine Mischung aus Kupfer- und Eisensulfiden im Inneren bzw. Eisenoxiden am äußeren Rand des Erzstückes (*Abb. 2d*). Wird das geröstete Erz nun über ca. 900°C erhitzt, fängt es an zu schmelzen und bildet ein Zwischenprodukt aus Kupfer- und Eisensulfiden, dem Kupferstein. Die Eisenoxide werden unter Zugabe von quarzreichem Gangmaterial teilweise in Schlacke überführt. Im Kupferstein wird dadurch Kupfer angereichert. Beim mehrmaligen Rösten und Schmelzen des Kupfersteins wird immer mehr Schwefel vertrieben und immer mehr Eisen verschlackt.

Metallisches Kupfer kann dann durch verschiedene Reaktionen entstehen: entwe-

Chalkopyrit

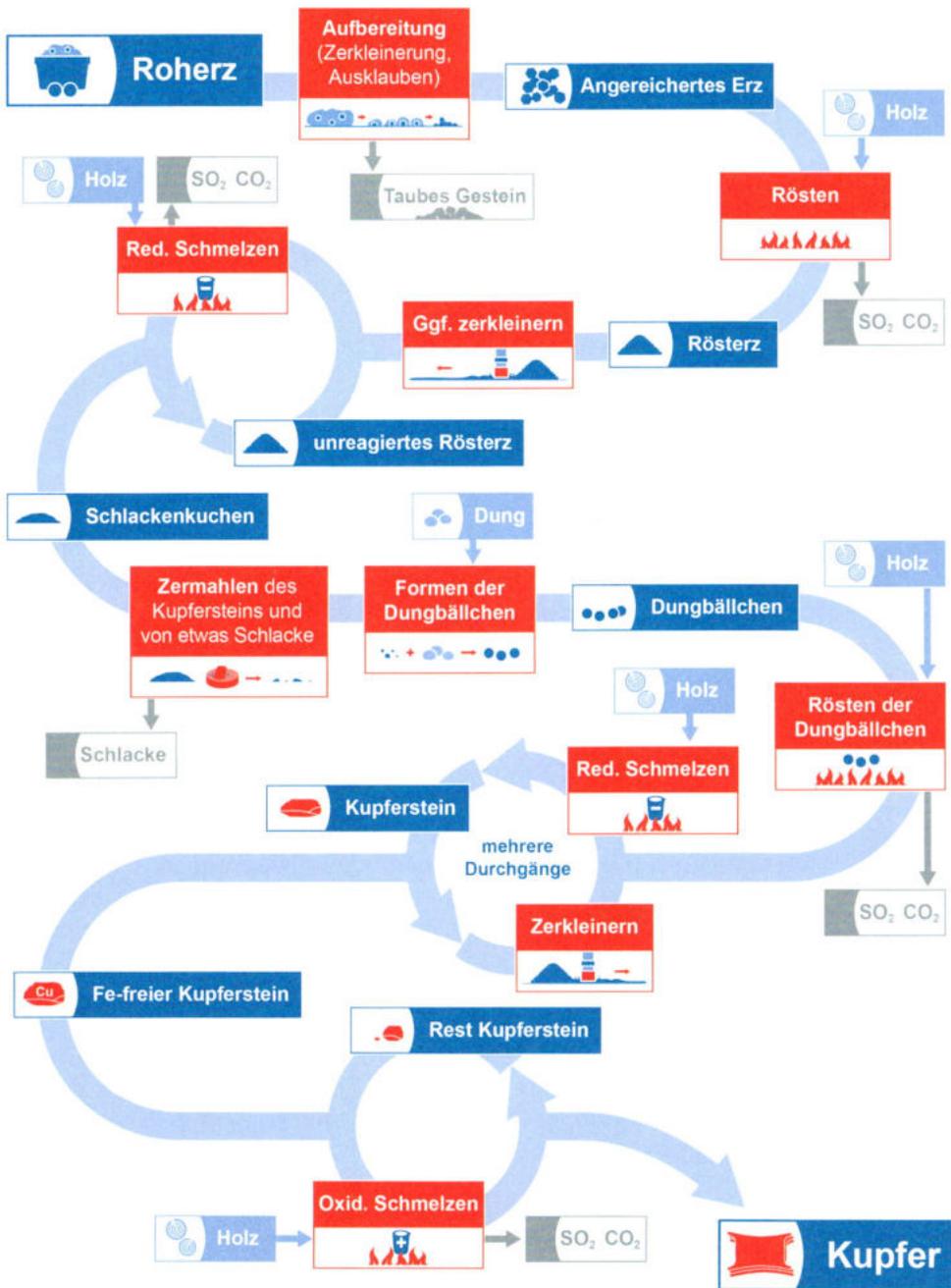


Abb. 1: Schematische Abfolge der Chalkopyrit-Verhüttung in den Experimenten. – Schematic representation of the chalcopyrite smelting carried out in the experiments.

der ein Totrösten des Kupfersteins (siehe oben), durch das sogenannte Reaktions-schmelzen oder durch die Ausnutzung einer Mischungslücke. Beim Reaktions-schmelzen reagieren Kupferoxide, die während des Röstprozesses entstanden, mit den Restsulfiden und formen metallisches Kupfer und Schwefeldioxid. Wird immer mehr Eisen und Schwefel aus dem Kupferstein entfernt, tritt eine Mischungslücke im Cu-Fe-S-System auf. Der geschmolzene Kupferstein zerfällt in metallisches Kupfer und eine Restmenge an Kupferstein, dem Dünstein (vgl. MOESTA, SCHNAU 1983; CZEDIK-EISENBERG 1958).

Archäologische Befunde

Die in den Experimenten verwendeten Verhüttungsanlagen sind nach archäologischen Befunden aus dem ostalpinen Bereich rekonstruiert. Besonders im alpinen Bereich, dessen klimatische Bedingungen und Vergletscherung eine großflächige Oxidationszone verhindert hat, war die Verhüttung von Kupfersulfiden die Triebkraft der bronzezeitlichen Metallurgie.

Mindestens seit der Mittelbronzezeit waren diese Kupferverhüttungsplätze in vielen, wenn nicht in allen ostalpinen Kupferproduktionszentren in einer bestimmten ähnlichen Anordnung aufgebaut. Dies deutet auf eine Standardisierung des Verhüttungsablaufs hin. Ein „typischer“ ostalpiner Verhüttungsplatz bestand normalerweise aus drei Grundbestandteilen: Röstbetten, Öfen und Schlackenhalde (siehe u. a. HANNING ET AL. 2015). Zusätzlich wurden Gruben unterschiedlicher Größe und Form gefunden, deren Funktion unklar bleibt. Manche dieser Gruben weisen Zeichen von großer Hitzeeinwirkung auf (z. B. ZSCHOCKE, PREUSCHEN 1932; HERDITS, LÖCKER 2004) und könnten im metallurgischen Prozess verwendet worden sein.

Die Anwesenheit von sowohl Röstbetten

als auch von Öfen deutet auf einen mindestens zweiteiligen Arbeitsablauf hin, bei dem ein oxidierender Röstvorgang bei niedrigen Temperaturen im offenen Feuer mit einem Schmelzvorgang bei höheren Temperaturen in niedrigen Schachtöfen kombiniert wurde. Die Röstbetten haben einen rechteckigen Grundriss, sind oft sorgfältig mit Lehm ausgekleidet und mit Steinen eingefasst. In ihrer Form und Funktion haben sie sich bis in moderne Zeiten kaum verändert (z. B. AGRICOLA 1556).

Die Auswertung der Öfen ist etwas schwieriger, da bis jetzt kein Ofen komplett erhalten blieb. Oft ist der oberste Teil der Öfen der Erosion zum Opfer gefallen. Und meist sind von der ehemaligen Frontmauer keine Spuren bzw. nur eine niedrige Schwelle vorhanden. Vermutlich musste die Mauer eingerissen werden, um die Schmelzprodukte aus dem Ofen zu holen. Fragmente von trichterartigen tönernen Blasdüsen geben Hinweise auf eine künstliche Windzufuhr. Da die Öfen in den Hang gegraben wurden, befanden sich die Öffnungen für die Gebläse wahrscheinlich vorne in der Ofenbrust.

Holzanalysen der Verhüttungsanlagen zeigen, dass nahegelegener Wald, hauptsächlich Nadelmischwald, den Brennstoff geliefert hat (NELLE, KLEMM 2010; HEISS, OEGGL 2008; SCHIBLER ET AL. 2011). Sowohl experimentelle Ergebnisse (HANNING 2012; FASNACHT 2010) als auch historische Dokumente zeigen aber, dass statt Holzkohle auch getrocknetes Holz verwendet werden kann, ohne vorher gemeißelt zu werden.

Metallisches Kupfer ist auf den Verhüttungsplätzen auffallend selten. Die Unterseite der plankonvexen Kupferkuchen korrespondiert aber nicht mit der Form der Ofenböden. Deshalb ist es unwahrscheinlich, dass die Gusskuchen direkt in den Verhüttungsöfen hergestellt wurden (HERDITS, LÖCKER 2004). Wahrscheinlicher wurde das Zwischenprodukt – Kupferstein

– in den Öfen hergestellt. Die Weiterverarbeitung des Kupfersteins erfolgte vermutlich in einem kleinen Raffinationsherd oder in einem Grubenherd. Archäologische Nachweise solcher Grubenherde können leicht bei Ausgrabungen übersehen oder falsch interpretiert werden, da sie lediglich eine dem Feuer ausgesetzte Eintiefung im Boden waren, ähnlich einer Kochgrube (für eine weitere Diskussion der archäologischen Befunde und Rekonstruktion der metallurgischen Abläufe siehe HANNING ET AL. 2015; HERDITS, LÖCKER 2004; CZEDIK-EISENBERG 1958; ZSCHOCKE, PREUSCHEN 1932). Ein solcher Raffinationsprozess im einfachen Grubenherd könnte ähnlich wie bei der traditionellen Kupferverhüttung in Nepal abgelaufen sein: Nachdem das Erz in einem kleinen Grubenherd zu Kupferstein verhüttet wurde, wurde der Kupferstein anschließend gemahlen, mit Kuhdung gemischt und über Nacht geröstet. Der geröstete Kupferstein wurde in den gleichen Herd zurückgeführt und zu Kupfer umgewandelt (siehe u. a. ANFINSET 2011; GOLDENBERG ET AL. 2011).

Experimente

Rösten des Erzes

Für das Röstbett wurde eine flache Grube angelegt, welche mit hochkant gestellten Steinen umrandet und ca. 10 cm dick mit Lehm ausgekleidet wurde (*Abb. 2a*). An der Basis des Röststapels wurde mittig ein Thermoelement platziert. Während des Röstens sollte das Erz (*Abb. 2c*) so weit erhitzt werden, dass sich die Röstreaktion nach dem Verbrennen des Holzes durch die freigesetzte Reaktionswärme selbst aufrecht erhält. Um eine gleichmäßige Röstung der 165 kg Erz zu erreichen, musste der Röststapel aber nicht nur möglichst lange hohe Temperaturen erzeugen, sondern gleichzeitig auch eine Luftzufuhr bis in die inneren Bereiche gewährleisten. Daher wurden auf einer Flä-

che von ca. 2x1 m² mehrere Lagen von großen Buchenholzscheiten, Stroh und Erz aufgeschichtet (vgl. *Abb. 2a*). Die oberste Lage Stroh wurde angefeuchtet, um ein zu schnelles Durchglühen des Stapels zu vermeiden und um durch die Flammen aufgewirbelte Erzstäube zu binden.

Ausgehend von einer angezündeten Ecke stand nach 1,5 Stunden der gesamte Röststapel in Flammen. Die beim Zusammensacken des Stapels herausgerollten Erzstücke wurden zurück in Bereiche mit Glut gelegt. Um die Reaktion über längere Zeit aufrecht zu halten, wurde mehrfach neues Holz auf den gesamten Stapel aufgelegt (vgl. *Abb. 2b*). Insgesamt wurden 400 kg Holz eingesetzt. Die gemessenen Temperaturen erreichten bis zu 630°C. Während der gesamten Reaktion – insbesondere bei fehlenden offenen Flammen – war ein sehr intensiver Geruch nach Schwefel sowie gelblicher Rauch wahrnehmbar.

Der Abbau des Stapels erfolgte ~43 Stunden nach dem Anzünden und ~24 Stunden nach dem letzten Auflegen von Holz. Noch immer konnten vereinzelt Schwefeldämpfe beobachtet werden und auch der beißende Schwefelgeruch in den zentralen Bereichen des Stapels sowie die dort zum Teil noch vorhandene Glut zeigten deutlich, dass die Röstreaktion weiterhin ablief.

Das nunmehr teilgeröstete Erz war noch so heiß, dass es in Wasser abgeschreckt werden musste. Während des Röstens verlor das Erz ~15% an Gewicht.

Wie die gerösteten Erzbrocken zeigen, war das Rösten überaus erfolgreich: Die Außenseite der Brocken war intensiv rot gefärbt und nach dem Zerschlagen zeigten chalkopyritreiche Brocken eine deutlich erkennbare Abfolge von z. T. über 1 mm dickem, oxidiertem, intensiv rotem Erz außen über violett-blaues schwefelarmes Kupfererz bis hin zum unreaktierten Chalkopyrit im Zentrum (*Abb. 2d*).

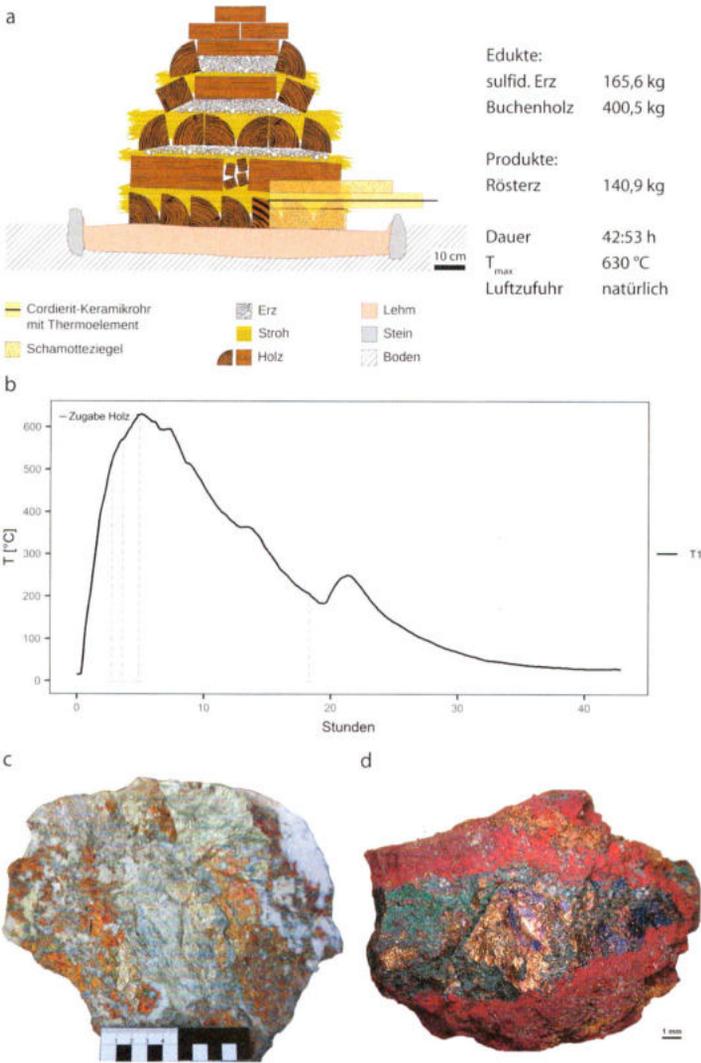


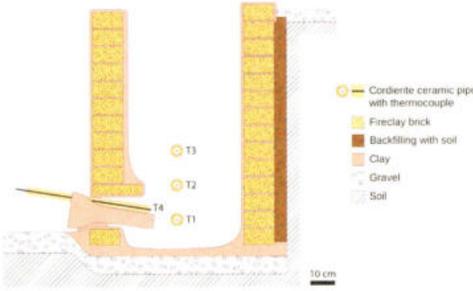
Abb. 2: Rösten des zerkleinerten Erzes, a) Skizze des Röststapels; b) Temperaturkurve; c) Brocken des Chalkopyrit-Erzes; d) aufgeschlagenes Stück Rösterz. – Roasting of the crushed ore, a) sketch of the roasting pile; b) Temperature curve; c) piece of the chalcopyrite ore; d) opened piece of the roasted ore.

Schmelzen des Rösterzes

Die Konstruktion des Ofens erfolgte in einem Hang neben dem LEA. Die Maße und der Aufbau des Ofens entsprechen den Befunden bronzezeitlicher Verhüttungsöfen aus den Ostalpen. Um einen sicheren Stand während der Experimente zu gewährleisten, wurde sowohl vor als auch hinter dem Ofen eine ebene Arbeitsplattform angelegt und mit Kies bedeckt (vgl. Abb. 3a). Die Ofenwände wurden aus Schamotteziegel gemauert, da deren homogene chemische Zusammensetzung

eine minimale und gut erfassbare Kontamination mit Kupfer aus der Ofenwand bedeutet – im Gegensatz zu Natursteinen, in denen möglicherweise unerkannte Einschlüsse an kupferhaltigen Mineralen enthalten sein können. Für die Platzierung der Thermoelemente wurden in einer seitlichen Ofenwand drei Cordierit-Keramikrohre in verschiedenen Höhen eingebaut. Die Ofenwände wurden anschließend mit einer ~1 cm dicken Schicht Lehm verkleidet. Vor jeder Ofenreise wurde zusätzlich eine weitere, wenige Millimeter dicke Schicht Lehm aufgetragen.

a



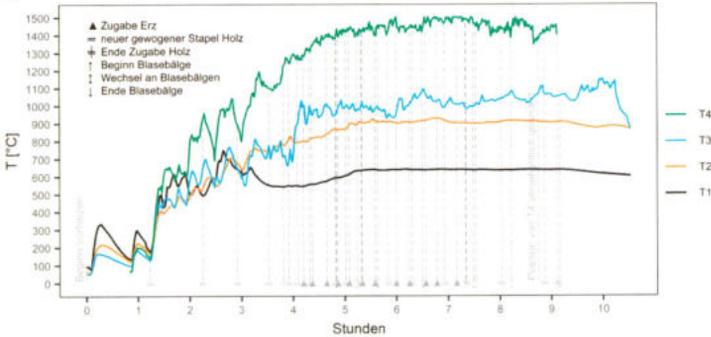
Edukte:
 Rösterz 20 kg
 Nadelholz 225,5 kg

Produkte:
 Schlacken-
 kuchen 15,1 kg
 davon reine(r):
 Kupferstein 6436,08 g
 Schlacke 5481,24 g

Dauer 9:07 h
 T_{\max} >1500 °C
 Luftzufuhr 2 Blasebälge

Abb. 3: Verhütten des Rösterzes, a) Skizze des Schmelzofens; b) Temperaturkurve; c) Frontansicht des Ofens mit Blasebälgen und Düsen; d) Schlacken Kuchen. – Smelting of the roasted ore, a) sketch of furnace; b) temperature curve; c) front view of the furnace with bellows and tuyeres; d) slag cake.

b



c



d



Der Innenraum des fertigen Ofens hatte eine Grundfläche von etwa 40x45 cm² bei einer Höhe von ~100 cm (Abb. 3a). In dem ~25 cm breiten Ofenloch wurden zwei Düsen sowie ein Thermoelement platziert und mit Lehm fixiert (Abb. 3c). Die Düsenöffnungen befanden sich ~4 cm hinter der Ofenfront.

Der Ofen wurde mit dünnen Nadelholzscheiten befeuert, welche bevorzugt parallel zum Luftstrom im Ofen platziert wurden. Nach einer mehrstündigen Aufheizphase ohne Blasebälge bis ca. 900 °C an

den Düsen wurde der Ofen mit Blasebälgen auf über 1.200 °C hochgeheizt, um ein ausreichend hohes Glutbett zu erzeugen, auf dem das Erz langsam nach unten rutschen und reagieren kann. Erst dann wurde mit der Zugabe von erbsen- bis haselnussgroß zerkleinertem Rösterz begonnen (Abb. 3b). Hierfür wurde der Ofen komplett mit Holz gefüllt und ca. 1,6 kg Rösterz auf das frische Holz gelegt. Dies wurde alle 10 bis 15 min wiederholt, nachdem die Ofenfracht mit einer feuchten Holzstange verdichtet wurde.

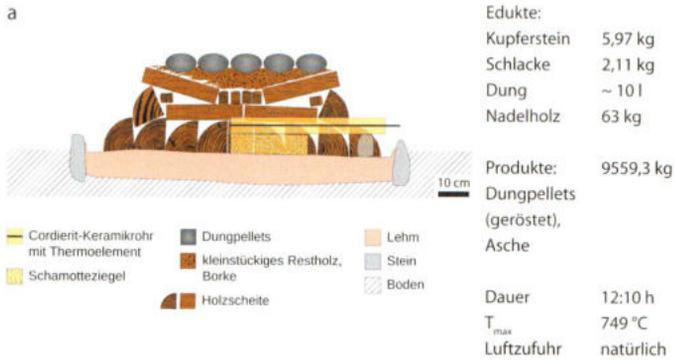
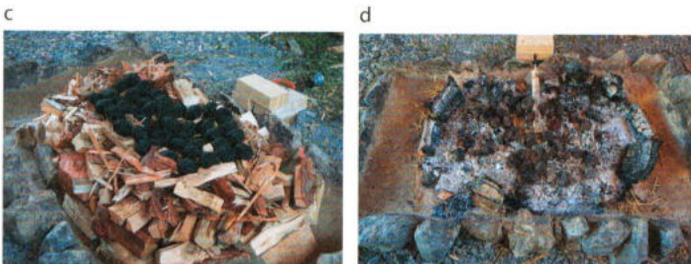
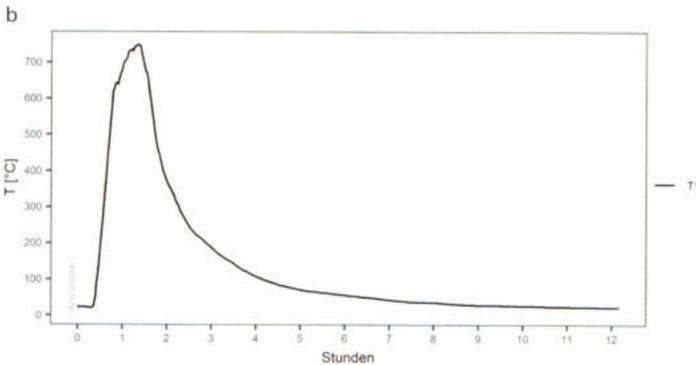


Abb. 4: Rösten der Dungpellets, a) Skizze des Röststapels; b) Temperaturkurve; c) Röststapel vor dem Anzünden; d) abgebrannter Röststapel. – Roasting of the manure pellets, a) sketch of the roasting pile; b) Temperature curve; c) roasting pile before fire is set; d) burned down roasting pile.



Nach ca. 3 Stunden waren die angestrebten 20 kg Rösterz in den Ofen gegeben. Gelber Rauch sowie Geruch nach Schwefel bei jeder neuen Zugabe zeigten die beginnende Reaktion des Erzes an. Schnell wurden an den Düsenöffnungen über 1.500°C erreicht. Nachdem sämtliches Erz im Ofen platziert war, wurden die Blasebälge noch weitere 2 Stunden bedient und Holz nachgelegt, um dem Erz genug Zeit zum Reagieren zu geben. Danach wurde der Ofen mit Holz gefüllt und die Düsen sowie das Thermoelement aus dem Ofenloch gezogen. Über Nacht brannte das Holz im Ofen herunter und hielt die reduzierenden Bedingungen wei-

ter aufrecht. Am nächsten Tag wurde die Ofenfront abgebrochen und die Holzkohle entfernt. Nach einem weiteren Tag war der Schlackenklotz für die weitere Bearbeitung ausreichend abgekühlt. Der Schlackenklotz lag mittig im Ofen, war nur wenig mit den Ofenwänden verschmolzen und lies sich gut vom Ofenboden abheben. Die zum Teil über 15 kg schweren Schlackenklotzen aller Experimente zeigten eine gute Trennung von Kupferstein und Schlacke, wobei im Kupferstein sehr viele Holzkohlestücke enthalten waren (Abb. 3d). Etwa 1 kg Erz blieb unaufgeschmolzen, 200 bis 250 kg Holz wurden verbraucht.

Rösten des Kupfersteins in Dungpellets

Die archäologischen Beweise zur Weiterverarbeitung des Kupfersteins sind bislang sehr dürftig, weswegen eine Vorgehensweise benutzt wurde, die sich an der traditionellen Kupferverhüttung in Nepal orientiert (siehe oben). Der Kupferstein wurde von der Schlacke so gut wie möglich getrennt und bis zu einer Korngröße von unter 1 mm gemahlen. Das Pulver wurde dann mit Kuhdung gemischt und zu ca. 10 cm langen brotlaibartigen Pellets geformt. Die Pellets wurden zunächst wieder geröstet und anschließend in einem Grubenherd reduzierend aufgeschmolzen.

Der Röststapel für die Dungpellets wurde auf dem Röstbett errichtet. Ziel der Konstruktion war neben dem Durchglühen der Pellets ein möglichst gleichmäßiges und nach innen gerichtetes Zusammensacken des Stapels, damit dabei möglichst wenige Pellets zerbrechen. Daher wurde aus Nadelholzscheiten eine trogartige Konstruktion aufgebaut, auf der die Pellets platziert wurden (Abb. 4a+c). An der Basis des Stapels wurde mittig ein Thermoelement platziert.

Der an mehreren Stellen gleichzeitig entzündete Röststapel brannte ohne weitere Interaktion vollständig ab. Dabei war zeitweise deutlicher Schwefelgeruch wahrnehmbar, jedoch bei Weitem nicht so stark wie beim Rösten des Erzes.

Es wurden Temperaturen von bis zu 981°C erreicht (Abb. 4b). Die Dungpellets waren nach dem Rösten porös und zerfielen bei mechanischer Belastung sehr leicht. Nach dem Rösten waren noch etwa die Hälfte bis zwei Drittel aller Pellets in ihrer ursprünglichen Form vorhanden (Abb. 4d).

Schmelzen des Kupfersteins

Experiment

Eine mit Lehm ausgekleidete Grube mit ~30 cm Durchmesser wurde bis auf

18 cm unterhalb der Düsenöffnungen mit gestampftem Holzkohlenstaub gefüllt. Auf dem Holzkohlenstaub wurde eine 4 cm dicke Schicht aus kleinstückiger Holzkohle aufgebracht. Die Düsen waren einander gegenüber platziert und ragten mit einer Neigung von ~40° etwa 5 cm seitlich in die Grube hinein (Abb. 5a).

Nach dem Anfachen des Feuers wurde ein die Düsenöffnungen vollständig umschließendes, bis ~5 cm über den Grubenrand hohes Glutbett aufgebaut. Die gerösteten Dungpellets wurden vorsichtig auf die zentrale Glut gelegt und bei deutlich über 1.000°C allmählich aufgeschmolzen (Abb. 5b). Dabei wurde auf eine Platzierung des Materials zwischen den Düsenöffnungen geachtet. Anschließend wurden auf gleiche Weise alle 10 bis 15 min weitere 400 bis 900 g Material aufgelegt (Abb. 5b), bis nach ~3,5 Stunden in einer kleinen ins Glutbett gescharrten Grube das letzte, weitgehend pulverige Material platziert wurde und damit insgesamt ~12,3 kg. Das Bedecken mit glühender Holzkohle verhinderte das Wegblasen des Materials. Es wurden sämtliche Reste des Röststapels (inkl. Asche und Holzkohle) genutzt, um auch das Material der zerfallenen Dungpellets vollständig zu nutzen.

Nachdem etwa die Hälfte des Materials zugegeben wurde, wurde die Holzkohle beiseitegeschoben und die Schmelze umgerührt. Sie war bereits dünnflüssig, jedoch in ihrer Menge so wenig, dass ein Abschrecken der oben schwimmenden Schlacke als nicht lohnend erachtet wurde. Etwa 25 min nach der letzten Materialzugabe war alles aufgeschmolzen. Unter der Holzkohle war die Grube jetzt bis knapp unter den Düsenöffnungen mit fast wasserflüssiger Schmelze gefüllt.

Nun wurden die Düsen entfernt und mit einem wassergetränkten Pinsel aus langen Grashalmen vorsichtig Wasser auf die Schmelze gestrichen. Ausreichend Abstand des Pinsels zur Grubenwand

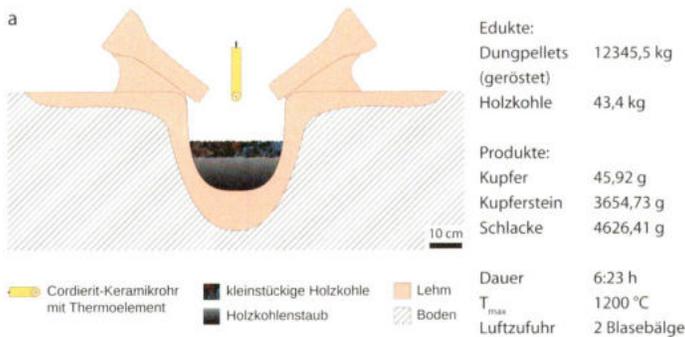
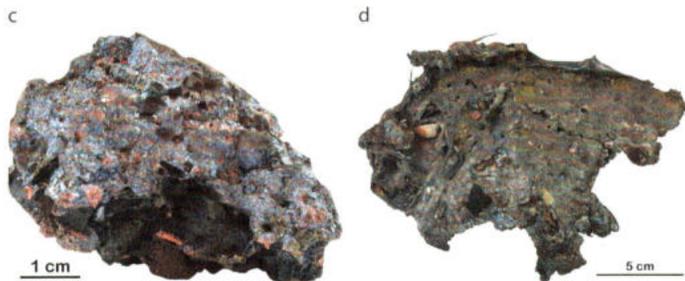
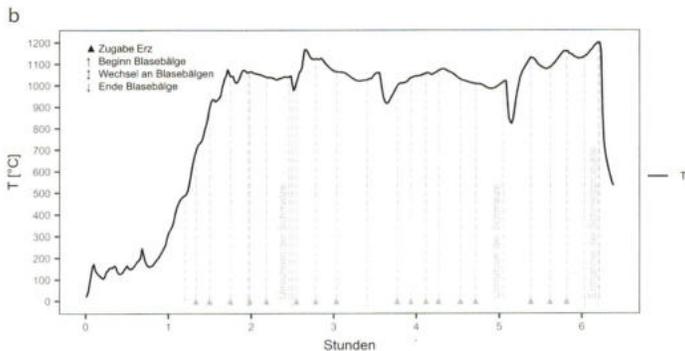


Abb. 5: Verhüttung der gerösteten Dungpellets, a) Skizze des Grubenherdes; b) Temperaturkurve; c) erschmolzener Kupferstein; d) plattige Schlacke. – Smelting of the roasted manure pellets, a) sketch of the fire pit; b) Temperature curve; c) matte smolten from the manure pellets; d) plate-like slag.



verhinderte ein Anhaften abgeschreckter Schmelze an der Grubenwand. Anschließend wurde die abgeschreckte <5 mm dicke Schicht Schmelze mit einem Holzstock und einer Schaufel herausgehoben und zum Abkühlen beiseitegelegt.

Insgesamt konnten so acht Schichten Schlacke abgehoben werden, bevor die deutlich hellere Färbung der Kupfersteinschmelze sichtbar wurde. Als letztes wurde die Kupfersteinschmelze abgeschreckt und in einem Stück aus der Grube gehoben (Abb. 5c).

Insgesamt konnten in diesem Experiment über 4,5 kg Schlacke und 3,6 kg Kupferstein erzeugt werden. Die vollständig gla-

sigen Schlacken entsprechen in ihrem Aussehen alpinen Plattenschlacken (Abb. 5d).

Mit der letzten Schicht Schlacke wurde leider auch ein Teil des Kupfersteins entfernt. Innerhalb des Kupfersteins waren an der Unterseite größeren Mengen Schwammkupfer sowie massive Kupferaggregate mit einem Gesamtgewicht von fast 50 g entstanden. Die Grubenwände blieben weitgehend unversehrt.

Rösten und Schmelzen des Kupfersteins in Lehmschalen

Wegen der immer geringeren Menge an Kupferstein wurde die Restmenge in Tie-

geln aufgeschmolzen. Dies geschah auf zwei verschiedene Weisen: entweder in modernen Graphittiegeln, die von unten in einer Holzkohleesse erhitzt wurden, oder in flachen offenen Tiegeln, die von oben in einem Holzfeuer aufgeschmolzen wurden. Die zweite Methode wird im Folgenden beschrieben.

Die Restmenge an Kupferstein wurde gemahlen, geröstet und geschmolzen. Aufgrund der geringeren Materialmenge wurde der Kupferstein in einen flachen Tiegel aus Ton gelegt, der aus der für die Ofenwände verwendeten Tonmischung hergestellt wurde. Der Tiegel war oval, $21 \times 12 \text{ cm}^2$ groß und $\sim 3 \text{ cm}$ tief. Die geringe Tiefe des Tiegels trug dazu bei, dass so viel Kupferstein wie möglich der Luft ausgesetzt und der verbleibende Schwefel so weit wie möglich abgetrieben wurde.

Um zu verhindern, dass Kupferstein am Ton klebt und/oder durchschmilzt, wurde eine Sandschicht und dann eine Schicht Holzkohle auf den Boden des Tiegels aufgebracht, auf die der grob gemahlene Kupferstein gelegt wurde. Der Kupferstein wurde 8 Stunden lang auf einer Höchsttemperatur von 800°C geröstet und kühlte über Nacht ab.

Anschließend wurde der geröstete Kupferstein im gleichen Tiegel in einen flachen Grubenherd mit einem Durchmesser von 35 cm und einer Tiefe von $\sim 13 \text{ cm}$ gestellt. Eine einzelne gebogene Düse wurde auf einer Höhe von $\sim 20 \text{ cm}$ vom Boden des Herdes und 10 cm von der Seite platziert (Abb. 6).

Die Grube wurde mit Nadelholz vorgeheizt, der gefüllte Tiegel in die Glut gesetzt und mit Holzscheiten abgedeckt. Von großer Bedeutung für den Erfolg des Experiments war eine permanente Schicht an Glut bzw. brennendem Holz zwischen der Düse und dem Tiegel. Andernfalls wäre der Kupferstein in direktem Kontakt mit der kalten Luft aus der Düse gekommen und abgekühlt.

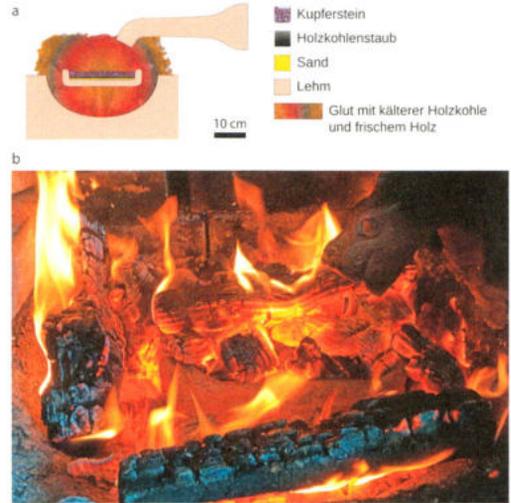


Abb. 6: Schmelzen des angereicherten Kupfersteins in einer Lehmschale, a) Skizze der Experimentanordnung; b) Blick in den Grubenherd. – Smelting of the enriched matte, a) sketch of the experimental set up; b) photograph of the fire pit.

Nach ~ 2 Stunden wurde der Tiegelinhalt vollständig flüssig. Der Tiegel wurde aus dem Feuer genommen. Oben schwamm eine Schicht Schlacke, darunter eine Restmenge an Kupferstein und unten war ein massives Stück metallischen Kupfers entstanden. In dieser Weise konnten aus $\sim 200 \text{ g}$ Kupferstein weitere $\sim 40 \text{ g}$ Kupfer erzeugt werden.

Zusammenfassung/Abschlussbetrachtung

Die Verhüttung von Chalkopyrit nach Vorbildern aus dem bronzezeitlichen Ostalpenraum und Nepal war erfolgreich. Neben Kupfer wurden unter anderem dünne, plattige Schlacken erzeugt, die große Ähnlichkeiten zu den Plattenschlacken des Ostalpenraums aufweisen. Die Ausbeute an Kupfer lässt zugegebenermaßen noch zu wünschen übrig. Dies scheint jedoch vor allem eine Frage der Übung. Ebenso könnte die Zugabe von Verhüttungsprodukten (z. B. kupferstein-

reiche Schlacke) in nachfolgenden Experimenten die Ausbeute an Kupfer erhöhen. Noch liegen die Ergebnisse der Analysen nicht vor, sodass unklar ist, bei welchen Schritten besonders viel Kupfer verloren wurde.

Ungeachtet dessen stellen die gewonnenen Materialien in Kombination mit der detaillierten Dokumentation eine Materialbasis dar, auf deren Grundlage nicht nur verlässliche Aussagen zum Verhalten der Kupferisotope getroffen werden können, sondern die über das Projekt hinaus wichtige Erkenntnisse über das Verhalten von verschiedensten chemischen Elementen und Isotopen während der Verhüttung von Chalkopyrit verspricht.

Literatur

AGRICOLA, G. 1556: De Re Metallica Libri XII. Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen. 1556.

ANFINSET, N. 2011: Social and technological aspects of mining, smelting and casting copper: An ethnoarchaeological study from Nepal. Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 181. Bochum 2011.

CZEDIK-EISENBERG, F. 1958: Beiträge zur Metallurgie des Kupfers in der Urzeit. *Archaeologia Austriaca*, Beiheft 3, 1958, 1-18.

FASNACHT, W. 2010: 20 Jahre Experimente in der Bronzetechnologie: eine Standortbestimmung. *Experimentelle Archäologie in Europa* 9. Bilanz 2010, 117-126.

GOLDENBERG, G., ET AL. 2011: Das Nepal-Experiment – experimentelle Archäometallurgie mit ethnoarchäologischem Ansatz. In: K. Oeggel et al. (Hrsg.), *Die Geschichte des Bergbaus in Tirol und seinen angrenzenden Gebieten*. Proceedings 5. Milestone-Meeting SFB HiMAT 7.-10.10.2010 in Mühlbach. Innsbruck 2011, 83-90.

HANNING, E. 2012: Reconstructing Bronze Age copper smelting in the Alps: an on-

going process. *Experimentelle Archäologie in Europa* 11. Bilanz 2012, 75-86.

HANNING, E., HERDITS, H., SILVESTRI, E. 2015: Alpines Kupferschmelzen – technologische Aspekte. In: T. Stöllner, K. Oeggel (Hrsg.), *Bergauf bergab. 10.000 Jahre Bergbau in den Ostalpen*. Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 207. Bochum, Rahden/Westf. 2015, 225-231.

HEISS, A. G., OEGGL, K. 2008: Analysis of the fuel wood used in Late Bronze Age and Early Iron Age copper mining sites of the Schwaz and Brixlegg area (Tyrol, Austria). *Vegetation History and Archaeobotany* 17, 2008, 211-221.

HERDITS, H., LÖCKER, K. 2004: Eine bronzezeitliche Kupferhütte im Mitterberger Kupferkies-Revier (Salzburg): Ausgrabung und Rekonstruktion. In: G. Weisgerber, G. Goldenberg (Hrsg.), *Alpenkupfer. Rame delle Alpi*. Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum 122. Bochum 2004, 177-188.

MOESTA, H., SCHNAU, G. 1983: Bronzezeitliche Hüttenprozesse in den Ostalpen: III. Die Abscheidung des metallischen Kupfers. *Naturwissenschaften* 70, 1983, 142-143.

NELLE, O., KLEMM, S. 2010: Wood and Charcoal Supplies for Prehistoric and Mediaeval Mining Activities in the Eisenerzer Ramsau, Styria, Austria. In: P. Anreiter (Hrsg.), *Mining in European history and its impact on environment and human societies*. Proceedings for the 1st Mining in European History-Conference of the SFB-HIMAT, 12.-15. November 2009, Innsbruck. Conference series. Innsbruck 2010, 177-182.

ROSE, T., ET AL. 2017: Cu isotope fractionation during prehistoric smelting. A contribution of modern pyrometallurgy. In: GDMB (Hrsg.), *Proceedings of the European Metallurgical Conference EMC 2017*, 2017, 1153-1167.

SCHIBLER, J., ET AL. 2011: Miners and mining in the Late Bronze Age. A multidisciplinary

plinary study from Austria. *Antiquity* 85, 2011, 1259-1278.

ZSCHOCKE, K., PREUSCHEN, E. 1932: Das urzeitliche Bergbaugebiet von Mühlbach-Bischofshofen. Wien 1932.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: DBM

Abb. 2a-b, 2d, 3a-b, 4a-d, 5a-b, 6a:

DBM/LEA, Zeichnungen, Diagramme,

Fotos: Thomas Rose

Abb. 3c: DBM/LEA, Foto: Katja Mittelstädt

Abb. 3d, 5c-d: DBM/LEA, Foto: Patricia

Castro

Abb. 2c, 6b: DBM/LEA, Foto: Erica

Hanning

Autoren

Thomas Rose, Sabine Klein

Deutsches Bergbau-Museum Bochum

Forschungsabteilung Archäometallurgie

Am Bergbaumuseum 31

44791 Bochum

Deutschland

Erica Hanning

RGZM Mainz

Kompetenzbereich Experimentelle Ar-

chäologie

An den Mühlsteinen 7

56727 Mayen

Deutschland

Gold in Kupfer in Bronze – frühbronzezeitliche Metalltechnik rekonstruiert

Markus Binggeli

Summary – Gold in copper in bronze – Early Bronze Age metal technique reconstructed. *The content of the Early Bronze Age tomb of Thun-Renzenbühl is one of the richest in Europe in design and size. The most exclusive piece of this tomb is a bronze axe with two copper bands inlaid lengthwise on both sides into the axe body, in which 198 small rhombi of gold are inlaid. This axe and the dagger belong to the most complex objects of the time around 1.800 BC.*

The application of Early Bronze Age tools is not well researched today. Even rarer is the attempt to use such tools to produce objects in the same manufacturing quality as the originals. The reconstruction of the Renzenbühl objects has therefore brought a lot of new experience about the working techniques of that time. The reconstruction of the axe's manufacturing technique was made possible by neutron tomographic examinations, which provide an accurate (non-destructive) image of the axe's internal structure.

The project was carried out in 2014 during the exhibition "Die Pfahlbauer – Am Wasser und über die Alpen" at the Historisches Museum Bern. During the exhibition, an early Bronze Age metal workshop was installed in a shelter on the museum grounds to give the public an idea of how magnificent objects such as those from Renzenbühl were produced in the early Bronze Age. The workshop infrastructure was very simple and consisted besides a casting and fire pit of stone anvils and hammers, grinding and polishing stones and only a few bronze tools, mainly for decoration techniques. In addition, there were auxiliary tools made of wood, water containers and containers for further material etc. Despite the simplicity of the equipment, the production of such magnificent objects as from Renzenbühl was possible.

Keywords: early Bronze Age, damascene technique, gold inlays, Thun-Renzenbühl, stone tools, Bronze Age workshop

Schlagworte: Frühbronzezeit, Tauschieren, Goldeinlagen, Thun-Renzenbühl, Steinwerkzeug, Bronzezeitwerkstatt

Das Projekt

Im Jahr 2014 fand im Historischen Museum Bern eine große Ausstellung zu den Pfahlbauern statt. Sie trug den Titel „Die

Pfahlbauer – Am Wasser und über die Alpen“. Während dieser Ausstellung sollten im Museumspark auch Publikumsveranstaltungen stattfinden.

In den Jahren zuvor waren in den Berner



Abb. 1: Inventar des Fürstengrabes von Thun-Renzenbühl aus der frühen Bronzezeit (ca. 1.800 v. Chr.), Altfund von 1829. – Bronze objects from the tomb of Thun-Renzenbühl from the early Bronze Age (ca. 1.800 BC) discovered 1829.

Alpen am Schnidejoch Ausrüstungsgegenstände unter abschmelzendem Eis zum Vorschein gekommen, die eine Begehung dieses Alpenübergangs schon in der Bronzezeit belegen. An diesem Weg vom Schweizer Mittelland durch das Aaretal über die Alpen liegt auch die Fundstelle Thun-Renzenbühl. Schon 1829 wurde dort ein Grab aus der Zeit um 1.800 v. Chr. entdeckt, die Funde sind bis heute im Historischen Museum Bern aufbewahrt. Das Inventar dieses frühbronzezeitlichen Grabes ist von Ausführung und Umfang her eines der reichsten in Europa. Es enthielt sechs Halsreifen, ein Blechdiadem, einen Gürtelhaken, zwei Nadeln, einen Dolch und ein Randleistenbeil (Abb. 1).

Das exklusivste Stück des Grabinventars ist das Bronzebeil mit einer doppelten Tauschierarbeit, die aus zwei der Länge nach auf beiden Seiten in den Beilkörper eingelassenen Kupferstreifen besteht, in welche wiederum 198 kleine Rauten aus Gold eingelegt sind. Dieses Beil und der Dolch gehören zu den herstellungstechnisch komplexesten Objekten aus der Zeit um 1.800 v. Chr., das Beil zudem zu den ältesten Beispielen für Einlegearbeit von Metall in Metall in Mitteleuropa. Das Beil war in den Jahren zuvor am Paul Scherrer Institut in Villingen eingehend untersucht worden. Dabei wurden Metallanalysen gemacht und sein innerer Aufbau durch Neutronentomografie abgebildet, mit dem Ziel, Näheres über den Herstel-

lungsvorgang zu erfahren (BERGER ET AL. 2013; GROLIMUND ET AL. 2011).

Seine Lage am Tor zu den Alpen, seine Bedeutung sowie die Tatsache, dass kurz zuvor eingehende Untersuchungen gemacht wurden, legten es nahe, dieses Grabensemble zum Thema einer Publikumsvorführung zu machen. In einer nachgebauten Werkstatt sollten die Bronzeobjekte des Grabes vom Renzenbühl mit (soweit das möglich ist) den gleichen Verfahren wie um 1.800 v. Chr. hergestellt werden.

Fragen und Erwartungen

Damalige Werkzeuge und ihre praktische Anwendung sind heute wenig erforscht und wenn, dann nur zum Testen ihrer prinzipiellen Eignung zur Metallbearbeitung. Meist gilt das Hauptinteresse dem Gussvorgang und es wird dabei vernachlässigt, dass mit dem Rohguss die Arbeit in vielen Fällen erst beginnt und die Weiterbearbeitung zum fertiggestellten Objekt den größten Teil des Arbeitsaufwandes beansprucht. Hier sollte nun versucht werden, die ganze Herstellungskette von Bronzeobjekten mit authentischem Werkzeug durchzuführen, mit dem Ziel, Nachbildungen von gleicher Qualität wie die Originale zu erhalten. Von der Rekonstruktion der Objekte von Renzenbühl wurde deshalb einiges an neuen Erkenntnissen zu damaligen Arbeitstechniken erwartet.

Eine Zusammenstellung der zur Herstellung der verschiedenen Objekte nötigen Verfahren ergab folgende Liste:

- Guss in Steinform
- Guss nach dem Wachsausschmelzverfahren
- Formschmieden
- Blech schmieden
- Ziselieren
- Tauschierarbeit
- Schleifen, Polieren
- Ev. Farbgebung/Patinierung

Von dieser Liste ausgehend wurde die Infrastruktur der Werkstatt und deren Ausstattung mit Werkzeugen geplant. Ebenso ergab sich eine Reihe von Fragen, zu denen ein besseres Verständnis erhofft wurde:

- Welche der archäologisch bekannten Werkzeuge würden sich für die diversen Arbeitstechniken eignen?
- Welche Werkzeuge, die zur Herstellung der Objekte nötig sind, fehlen im archäologischen Fundmaterial?
- Wie ist die jeweilige Werkzeughandhabung, damit ein effizienter Arbeitsfortschritt erzielt wird?
- Wie sieht der genaue Herstellungsvorgang der Tauschierung aus? Ist es möglich, ohne Stahlwerkzeug die Tauschierung auf dem Beil herzustellen?
- Wie muss man sich das Beil im Originalzustand vorstellen? Wie könnte ein Färbeverfahren zur Herstellung eines besseren optischen Kontrastes zwischen den drei Metallen Gold, Kupfer, Bronze um 1.800 v. Chr. abgelaufen sein?

Publikumsnutzen

Die frühe Metallbearbeitungstechnik hat ziemlich anders ausgesehen als wir es heute gewohnt sind. Eines der Ziele des Vorhabens war die Vermittlung eines Eindrucks, wie diese Technik nach dem neusten Wissensstand ausgesehen haben muss.

Die einfache Werkstattinfrastruktur bestand neben einer Guss- und Feuergrube aus Steinamboss und Steinhämmern, Schleif-, Poliersteinen und nur wenigen Bronzewerkzeugen v. a. für Verzierungstechniken. Daneben gab es Hilfswerkzeuge aus Holz, Wasserbehälter, Behälter für weiteres Material usw. Trotz der Einfachheit der Ausstattung war die Anfertigung solch prunkvoller Objekte wie jenen aus Renzenbühl möglich.

In dieser Werkstatt sollten die Ausstel-

lungsbesucher zusehen können, wie komplexe Arbeiten wie Gießen, Schmieden, Treiben, Ziselieren, Schleifen und Polieren mit einfachsten Hilfsmitteln möglich waren. Um Störungen der laufenden Arbeiten durch Publikumsinteraktionen möglichst zu vermeiden, war zur Beantwortung von Publikumsfragen eine Assistentenperson vorgesehen.

Die Werkstatt

Zentrales Element der Werkstatt war der Gussplatz, eine ovale, mit Lehm ausgekleidete Grube im Boden, deren eine Schmalseite flach auslief, die andere etwa 15 cm tief steil abfiel. Hier wurde in von oben befeuerten Tiegeln Kupfer und Bronze aufgeschmolzen und gegossen. Vorbild für diesen Gussplatz war das Foto eines Gussplatzes aus einer mittelbronzezeitlichen Terramaresiedlung aus Montale bei Modena in Oberitalien, das neben einer ovalen Grube einen Aschehaufen und eine gekröpfte Keramikdüse zeigt (mir ist nicht bekannt, ob und wo dieses Bild je publiziert worden ist).

Ebenfalls mit einer Lehmauskleidung befestigt wurde ein flacher, runder Feuerplatz von ca. 60 cm Durchmesser. Dort wurden Tonformen gebrannt und weitere Arbeiten mit Feuer vorgenommen. Diese beiden befestigten Strukturen waren die einzigen fixen Einrichtungen der ganzen Werkstatt, alles andere war mobil und konnte am Abend weggepackt werden.

In vielen Fällen wird nach dem Guss die Form eines Gussstücks durch Schmieden verändert oder es wird wenigstens seine Oberfläche dadurch geglättet. So musste für das Diadem ein gegossener Barren zu einem Blechstreifen ausgeschmiedet werden. Diese Schmiedevorgänge wurden ausschliesslich mit Steinwerkzeug vorgenommen. Die Steine dazu stammten alle aus Bächen und Flüssen des Berner Umlandes. Als Amboss dienten zwei quaderförmige Blöcke und ein Grünstein mit

ebener Standfläche und gerundeter Arbeitsfläche. Diese Steine kamen ohne große Bearbeitung zum Einsatz, einzig ihre Arbeitsflächen wurden glattgeschliffen.

Hämmer wurden in unterschiedlichen Formen ausprobiert: Ein Steinbeil, dessen Schneide mehr oder weniger stark abgestumpft wird, kann als Hammer verwendet werden. Solche abgestumpften Steinbeile finden sich oft in frühen bronzezeitlichen Siedlungen und Gräbern (MELLER 2004, 144-149). Weiter kam ein Steinhammer mit Schaftloch zum Einsatz, ebenso ein weitgehend unbearbeitetes Flussgeröll (Abb. 2). Die Arbeit mit den unterschiedlichen Steinhämmern hat dann gezeigt, dass für ein effizientes Arbeiten die Qualität des Steins stärker ausschlaggebend war als die Form des Werkzeugs, ob mit oder ohne Stiel. Stein ist spröde, er beginnt beim Schmieden von Bronze recht schnell auf der Schlagfläche abzuspalteln und muss dann nachgeschliffen werden. Grünstein hat sich am besten bewährt, vor allem das unbearbeitete Geröll konnte lange ohne Nacharbeiten zum Schmieden verwendet werden. Die meisten Schmiedevorgänge wurden denn auch mit diesem Werkzeug ausgeführt, an das Fehlen eines Stiels hat man sich rasch gewöhnt. Der ungestielte Geröllhammer wog 730 g, was ein weiterer Vorteil gegenüber den leichteren, gestielten Hämmern war, vor allem bei schwerer Schmiedearbeit.

Beim Schmieden von Bronze mit Steinwerkzeug erkennt man den richtigen Zeitpunkt zum Weichglühen des Werkstücks besser als beim Arbeiten mit einem Stahlhammer. Durch das Verhärten der Bronze beim Schmieden muss man zunehmend stärker schlagen, um einen weiteren Effekt zu erzielen. Dies gefährdet jedoch den Stein, dessen Schlagfläche verstärkt absplittert und man kann ein Gefühl dafür entwickeln, wann es soweit ist und die Bronze zu hart wird. Steinwerkzeug hat



Abb. 2: Werkstattausrüstung zum Schmieden: Steinambosse, Grünsteinhandstück und Grünsteinhammer, Holzschlegel. – Workshop forging equipment: stone anvils, greenstone hand stone and greenstone hammer, wooden mallet.

also durchaus Vorteile beim Schmieden von Bronzeobjekten!

Punktuell kamen zur Formgebung der Objekte auch Holz- und Geweihwerkzeuge zum Einsatz, z. B. beim Einrollen der Enden der Halsringe.

Punzen, Meißel und Durchschläge – Werkzeuge aus dieser Kategorie wurden schon in der Frühbronzezeit aus Bronze hergestellt (Abb. 3). Für die Renzenbühlwerkstatt wurde denn auch eine Palette davon angefertigt und bei den entsprechenden Arbeitsschritten eingesetzt. Als Schlagwerkzeug dazu kam ein langer schmaler Stein oder ein Holzklüpfel zum Einsatz. Das Material für diese Punzen und Meißel war Bronze mit 10 bis 15% Zinn, hart ausgeschmiedet, wobei die Ge-

fügeverdichtung wichtiger war als ein höherer Zinngehalt, der zwar eine größere Härte bewirkte, aber auch zu erhöhter Brüchigkeit führte. Verwendet wurden die Bronzewerkzeuge für Trennvorgänge, Ziselierarbeiten und bei der Tauschierung des Bronzebeils.

Mit einem Bronzemeißel wurden beispielsweise die Gusszapfen an den Gussstücken entfernt. Man kann sie nicht einfach wegmeißeln, dazu ist der Meißel zu weich und durch die zunehmende Verhärtung der Bronze wird der Meißel beschädigt, wenn zu lange in die gleiche Kerbe geschlagen wird. Der Gusszapfen wird deshalb nur angekerbt und das Stück wieder weichgeglüht. Die vorbereitete Kerbe ist nun eine Sollbruchstelle, an



Abb. 3: Werkstattausrüstung zum Ziselieren und Tauschieren: Punzen, Meissel, Durchschläge, Steinschlägel. – Workshop equipment for chasing and damascening: punches, chisels, stone mallet.

welcher der Gusszapfen präzise weggeschlagen werden kann.

Beim Bearbeiten von Bronze mit Bronze-Werkzeug ist der Härteunterschied zwischen Arbeitsstück und Werkzeug nicht sehr groß, Werkzeuge werden deshalb stark beansprucht, Schneiden und Spitzen deformieren sich recht schnell. Bronze-Werkzeug muss deshalb mit mehr Gefühl eingesetzt werden als modernes Stahlwerkzeug. Es erfordert auch mehr Unterhalt, Werkzeugschneiden und -spitzen müssen oft neu überschmiedet oder nachgeschliffen werden, wenn ein gutes Arbeitsergebnis erzielt werden soll.

Eine weitere Gruppe bildeten die Werkzeuge für Schleif- und Polierarbeiten (Abb. 4). Auch dabei kamen Steine aus der Berner Umgebung zum Einsatz. Einzige Ausnahme war ein Quader aus Buntsandstein, der aus der Region um Basel stammte, härter war als regionale Sandsteine und aus diesem Grund Verwendung fand. Auf diesem Block wurden alle größeren und flächigen Schleifarbeiten an den Bronzeobjekten vorgenommen. Dazu stand er in einer wassergefüllten Holzwanne, damit die Schleiffläche immer gut nass gehalten werden konnte.



Abb. 4: Werkstattausrüstung zum Schleifen und Polieren: Sandsteine, Wasser, Holzwanne, Polierpulver, Leder. – Workshop equipment for grinding and polishing: sandstones, water, wooden tub, polishing powder, leather.

Neben diesem Block fanden kleinere Handstücke aus Steinen unterschiedlicher Körnung Verwendung. Diese Handstücke hatten verschiedene Formen, als Plättchen oder Stange, unterschiedlich breit, mit flachen oder gerundeten Arbeitsflächen. Damit wurden Detailformen zurecht- und mit Steinen feiner Körnung feingeschliffen. Bei allen Schleif- und Polierarbeiten war es nötig, Schleifstein und Schleiffläche nass zu halten; das Zusetzen des Schleifkorns konnte damit verringert werden, was vor allem bei feineren Steinen sonst sehr schnell passierte. Ein Block aus hartem, grobem Sandstein diente zum Zurichten dieser Schleifsteinhandstücke, ebenso zum Öffnen zuge-setzter Schleifflächen.

Zur Politur der Oberflächen mussten keine speziellen Poliersande beschafft werden. In der Holzwanne setzte sich bei der Schleifarbeit jeweils ein Schlamm aus Steinabrieb ab, der gesammelt wurde und auf einem Lederlappen als Poliermittel dienen konnte. Der damit erzielte Oberflächenglanz ist nicht so hart wie der einer modernen Schwabbelpolitur, seine Wirkung ist seidiger und sehr schön auf Bronze.

Schleifarbeit mit Natursteinen stellt man sich wahrscheinlich mühsamer vor als sie ist. Vor allem wenn man gelernt hat damit umzugehen, kann auch mit Steinen ein sichtbarer Arbeitsfortschritt erzielt werden und es ist möglich eine Form- und Oberflächenqualität zu erreichen, die jener der originalen Bronzeobjekte entspricht. Die weicheren Sandsteine nützen sich bei der Schleifarbeit relativ schnell ab und müssen entsprechend oft neu zugerichtet oder ersetzt werden.

Vermutlich war das Zurechtmachen geeigneter Schleifsteine ein recht grosser Teil der in einer frühbronzezeitlichen Metallwerkstatt anfallenden Arbeit, den wir in unserer rekonstruierten Werkstatt dank moderner Werkzeuge klein halten konnten.

Das tauschierte Beil

Aus Platzgründen und stellvertretend für die andern zur Grabausstattung gehörenden Objekte soll hier ausschließlich auf den Herstellungsvorgang des Beils näher eingegangen werden.

Nach den Analyseresultaten besteht der Beilkörper aus einer Zinnbronze mit 10% Zinn und weniger als 1% Verunreinigungen. Die Goldeinlagen sind aus Gold mit einem Silberanteil von um 29% und 1% Kupfer, was eine sehr blasse, grünlich wirkende Goldfarbe ergibt. Die Kupferstreifen auf beiden Seiten des Beils bestehen aus reinem Kupfer, auch dieses mit weniger als 1% Verunreinigungen (BERGER ET AL. 2013, 13).

Die Form des Beils erlaubt den Guss in einer zweischaligen Form. Dabei sollten die Längsgruben zur Einlage der Kupferstreifen gleich mitgegossen werden, da das Eintiefen dieser Gruben in den Beilkörper nach dem Guss mit viel Aufwand verbunden sein würde (falls es mit frühbronzezeitlichen Werkzeug überhaupt möglich wäre!).

Der Entscheid fiel auf eine zweischalige

Tonform, abgeformt von einem Holzmodell des Beils. Dieses Holzmodell war ohne Randleisten und Verzierungen gearbeitet, aber mit den Vertiefungen auf beiden Seiten. Um die Formveränderung durch das Anschmieden der Randleisten auszugleichen, musste es etwas breiter als das Originalbeil gemacht werden. Dass die Randleisten nach dem Guss angeschmiedet wurden, belegen deformierte Blasen im Beilkörper, die auf den Tomografiebildern sichtbar wurden (BERGER ET AL. 2013, fig. 12).

Vom Holzmodell wurden zwei Halbschalen abgenommen, in lederhartem Zustand mit einer Schnur zusammengebunden, das Ganze dann mit einem knapp 1 cm dicken Tonmantel umgeben und im gleichen Arbeitsgang auch gleich der Eingusstrichter geformt. Die Gussform war nun fertig, sie musste noch trocknen und konnte dann im offenen Feuer gebrannt werden. Der Guss erfolgte gleich anschließend in die stehende Form vom Beilnacken her. Falls der Guss nicht gelingen würde, konnte vom Holzmodell eine weitere Gussform abgenommen werden.

Auf eine Steinform wurde aus zwei Gründen verzichtet: Das Einarbeiten eines Formnegativs mit einer zentralen Rippe zum Freihalten der Längsgrube für die Kupfereinlage wäre schwierig. Weiter würde diese Rippe beim ersten Guss von der sich um die Rippe schließenden Bronze von der Form abgetrennt werden. Die aufwendig hergestellte Form wäre damit schon nach einem Guss fast irreparabel beschädigt.

Vom Rohguss des Beils wurden in der beschriebenen Weise der Gusszapfen abgetrennt und die Gussgrate weggeschliffen. Um seine Oberfläche zu glätten und zu verdichten, wurde der Beilkörper anschließend überschmiedet, danach weichgeglüht und überschliffen. Die weiteren Arbeitsschritte sahen wie folgt aus: zwei oder drei Durchgänge mit Schmie-

den und Zwischenglühen zum Formen von Randleisten und der Schneide. Ein letzter Schmiedevorgang zum Härten der Schneide und zur definitiven Formgebung der Randleisten erfolgte ohne abschließendes Weichglühen. Durch das nun anschließende Überschleifen und Feinschleifen entstand die endgültige Form des Beils; es fehlten jedoch noch die verschiedenen Zierelemente.

Am vorderen Ende des Beils, parallel zur Schneide verlaufen zwei breite flache Rillen (Abb. 9). Diese sind auf der korrodierten Oberfläche des Originals nur schlecht sichtbar, sie erscheinen auch auf älteren Zeichnungen nicht (STRAHM 1968, 367). Doch auf der ursprünglich glänzend polierten Beiloberfläche müssen sie eine auffällige optische Wirkung erzielt haben. Diese breiten Zierrillen wurden mit einem Sandsteinplättchen eingeschliffen. Zwischen diesen Rillen und dem Ende des Kupferstreifens liegen fünf weitere, schmale und tiefere Rillen, die mit einem Bronzepunzen ziseliert wurden. Dieser Punzen enthielt mit etwa 12% nur wenig mehr Zinn als das Beil, seine Bahn war aber hartgeschmiedet, was ausreichte, um die Rillen in den an dieser Stelle weich gebliebenen Beilkörper einzutiefen. Natürlich verhärtete auch die Bronze des Beils mit zunehmender Deformation durch den Ziseliervorgang. Die erreichbare Tiefe der Rillen blieb deshalb beschränkt, andernfalls würde man den Punzen beschädigen.

Die Metalleinlegearbeit erfolgte als letzter Arbeitsschritt und es ist ja diese doppelte Tauschierung, die das Beil unter den frühbronzezeitlichen Objekten hervorhebt. Die Gruben, die die Kupferstreifen aufnehmen sollten, waren im Holzmodell mit beinahe senkrechten Wänden angelegt worden und beim Abnehmen der Tongussform wurde auf ihre möglichst exakte Wiedergabe geachtet. Sie mussten dann am Gussstück nicht weiter überarbeitet werden und die Rauheit der Gussoberfläche

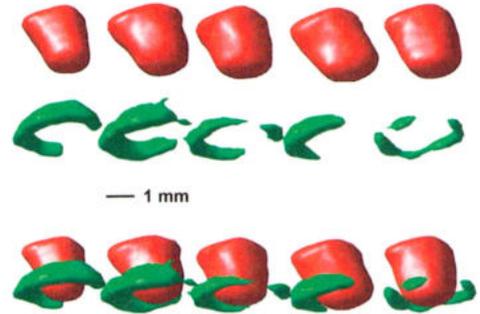
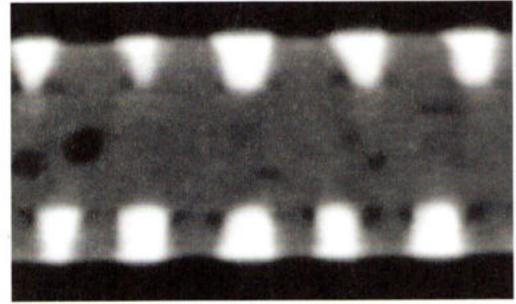


Abb. 5: Oben: Neutronentomografiebild eines Längsschnitts durch die Goldeinlagen. Die schwarzen Flächen beidseits der hellen Goldeinlagen werden als Hohlräume interpretiert. Die Abbildungsunschärfe entsteht durch die Streuung des Neutronenstrahls. Unten: Die Computerrekonstruktion zeigt die Form von fünf Goldeinlagen (rot) und der sie umgebenden Hohlräume (grün). – Above: neutron tomography image of a longitudinal section through the gold inlays. The black areas on both sides of the bright gold inlays are interpreted as cavities. The image blur is caused by the scattering of the neutron beam. Below: The computer reconstruction shows the shape of five gold inlays (red) and their surrounding cavities (green).

begünstigte die Verankerung des eingeschlagenen Kupfers darin.

Die Neutronentomografiebilder liefern detaillierte Informationen zum inneren Aufbau des Beils und der Einlegearbeit. Die Tiefe der Gruben beträgt 2 mm. Kupfer und Bronze unterscheiden sich auf den

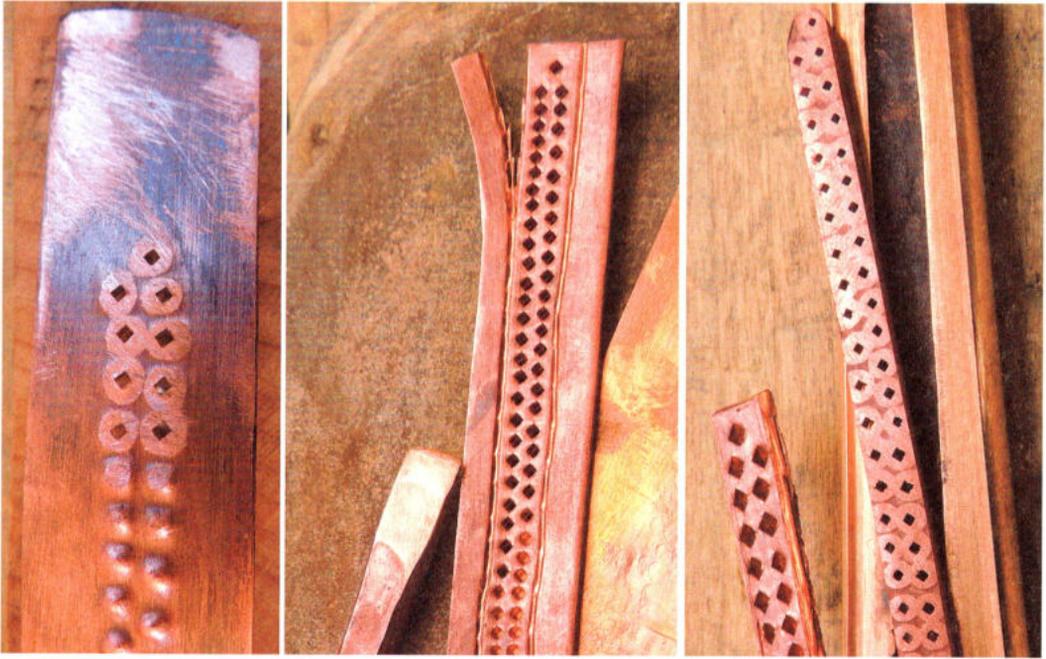


Abb. 6: Vorbereiten der Kupfereinlage. Einschlagen der Vertiefungen in einen Kupferstreifen, Ausschneiden des gelochten Bandes mit einem Bronzemeißel (links und Mitte). Auf Sandstein wird das gelochte Kupferband passend zur Vertiefung im Beilkörper zurechtgeschliffen (rechts). –Preparing the copper inlay. Punching the recesses into a copper strip, cutting out the perforated strip with a bronze chisel (left and middle). On sandstone, the perforated copper band is ground to fit the recess in the axe body (right).

Aufnahmen nicht, die Tiefe der Gruben und damit die Dicke der Kupfereinlagen erschließt sich daraus, dass alle Goldeinlagen bis auf die gleiche Linie in 2 mm Tiefe hineinreichen (Abb. 5 oben). Noch ein weiteres wichtiges Detail zeigen die Tomografiebilder: Die viereckigen, mit Gold ausgefüllten Löcher im Kupferstreifen verengen sich konisch bis etwa zur Mitte, von da an werden sie nach unten wieder weiter, wo sie alle auf einer Linie in gleicher Tiefe abschließen. Ein schwarzer Fleck auf dem Tomografiebild unten um jeden Goldstift zeigt an, dass dort kein Metall vorhanden ist, das Gold füllt also die vorbereiteten Hohlräume im Kupfer nicht vollständig aus und die Hohlräume haben annähernd eine Sanduhrform. Das Computerbild gibt die Form der Goldeinlagen und der sie am unteren Ende umgebenden Hohlräume wieder (Abb. 5 unten).

Aus diesen Befunden ergibt sich das Vorgehen für die Einlegearbeit. Die größte Herausforderung ist dabei das Einarbeiten der 2 mm tiefen Gruben in den Kupferstreifen. Es würde einen Bronzepunzen überfordern, Löcher in den schon in den Beilkörper eingelegten Kupferstreifen zu machen, erst recht dann, wenn sich die Löcher auch noch nach innen erweitern und ihre Basis auf einer Ebene in einheitlicher Tiefe liegen soll.

Der Kupferstreifen musste also vor dem Einlegen in den Beilkörper gelocht werden. Der Versuch, die Löcher in einen Kupferstreifen der endgültigen Breite zu machen, ist gescheitert, weil der schmale Streifen dabei gerissen ist. Die Löcher wurden deshalb in einen Kupferstreifen von 2 mm Dicke und etwa 3 cm Breite eingeschlagen. Auch das brachte den Bronzepunzen an seine Grenze, sein sich

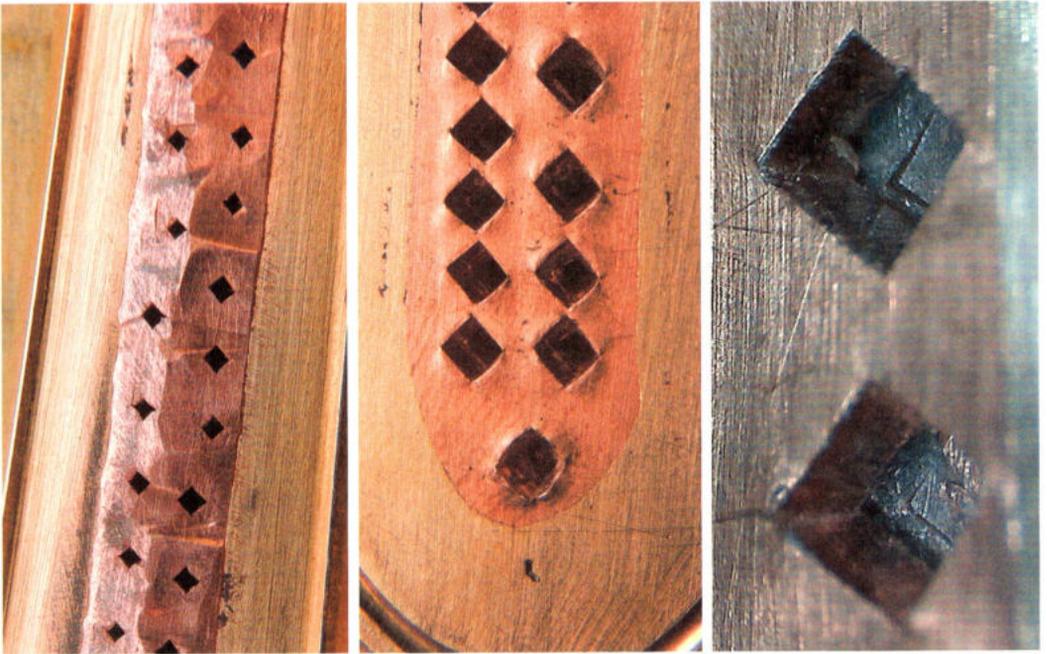


Abb. 7: Einsetzen des Kupferbandes. Die weitere Seite der Löcher liegt innen (links). Die Kupfereinlage ist überschleiffen und die Löcher sind nachgeschlagen, dabei werden die Lochränder leicht aufgeworfen (Mitte). Blick durch den Kupferstreifen auf die erweiterte Lochbasis. Am Grund der Löcher ist die Bronze des Beilkörpers sichtbar (rechts). – The copper strip is inserted. The larger side of the holes is inside (left). The copper inlay is ground and the holes are punched. The edges of the holes become slightly thrown up (middle). View through the copper strip onto the wider hole base. The bronze of the axe body is visible at the bottom of the holes (right).

konisch verjüngendes Arbeitsende hatte ja mit knapp 2 mm kaum die Dicke eines Zahnstochers. Die Löcher konnten damit nicht einfach durchgeschlagen werden, aber sie ließen sich auf Hirnholz genügend tief in das weichgeglühte Kupfer einschlagen. Das verdrängte Metall bildete auf der Rückseite des Kupferstreifens jeweils einen Buckel, welcher dann weggeschliffen wurde. So entstanden Löcher die sich in die Tiefe konisch verengten (Abb. 6). Jeweils nach zwei, drei Löchern war der Bronzepunzen so weit deformiert, dass er nachgerichtet werden musste. Im ganzen eine mühsame Arbeit, mussten doch an die 200 Löcher so gemacht werden!

Mit einem Bronzemeißel wurden nun die beiden so gelochten Kupferstreifen auf

die benötigte Breite ausgeschnitten und auf dem Sandstein exakt passend zu den Längsgruben auf jeder Seite des Beilkörpers zurechtgeschliffen. Der Kupferstreifen wurde dann mit der weiteren Seite der Lochung nach innen in die Grube eingeschlagen, in eine Ebene mit dem Beilkörper geschliffen und die Löcher mit dem schon zuvor verwendeten, konisch zulaufenden Viereckpunzen nachgeschlagen. Die Vertiefungen hatten nun die richtige Form, mit der engsten Stelle in halber Tiefe, ähnlich einer Sanduhr, sie waren somit bereit für die Goldeinlagen (Abb. 7). Das zuvor nach der analysierten Zusammensetzung legierte Gold wurde zu einem Vierkantdraht geschmiedet, dessen Querschnitt etwas größer als jener der Vertiefungen war. Passend für jedes Loch

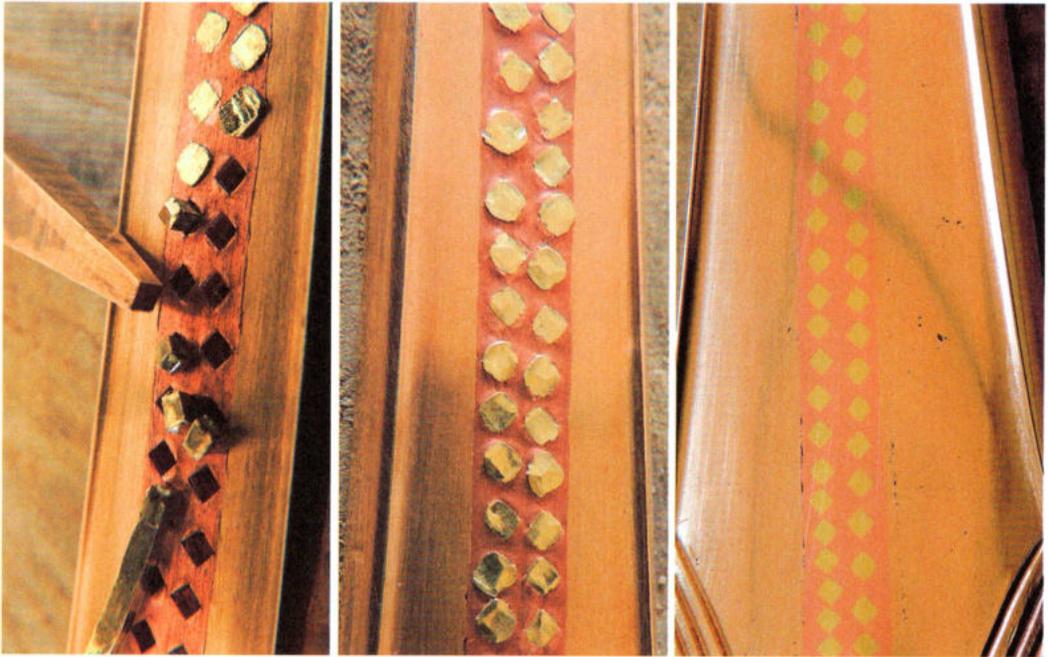


Abb. 8: Setzen der Goldeinlagen. Kurze Stücke werden vom Golddraht abgetrennt und mit einem Punzen in die Löcher geschlagen (links). Die fertig gesetzten Goldeinlagen (Mitte). Die Tauschierung geschliffen und poliert (rechts). – Placement of gold inlays. Short pieces are separated from the gold wire and punched into the holes (left). The finished gold inlays (middle). The damascene work is ground and polished (right).

im Kupfer wurde das Ende dieses Drahtes jeweils konisch zurechtgeschmiedet, davon mit einem scharfen Bronzemeißel ein 2,5 mm langes Stück abgetrennt und in die Vertiefung eingeschlagen (Abb. 8). Der Überstand der Goldeinlagen wurde weggeschliffen und das Beil poliert – das fertige Prunkbeil konnte nun in seiner ursprünglichen Pracht bewundert werden. Gießen, schmieden, schleifen, polieren, teilweise ziselieren und punzieren: mit den gleichen Arbeitsvorgängen und Werkzeugen wie das Beil entstand so im Verlauf der Ausstellung das ganze Bronzeinventar des Grabes von Renzenbühl als Rekonstruktion in seinem Neuzustand (Abb. 9).

Zur Frage der Patinierung

Die drei Metallfarben von Bronze, Kupfer und Gold sind auf einer polierten Oberflä-

che nur schwach unterscheidbar (Abb. 9) und es ist deshalb wahrscheinlich, dass der Kontrast zwischen den Metallfarben nicht so belassen wurde. Betrachtet man die Funde aus dem Renzenbühlgrab, fällt bald die unterschiedliche Farbe der Objekte auf. Die Bronzepatina des Beils ist tiefschwarz, dunkler noch als das Kupfer der Tauschierung, die Patina aller andern Objekte hingegen grün oder bräunlich, obschon alle Objekte im Boden den gleichen Bedingungen ausgesetzt waren. Dies deutet auf eine besondere Behandlung des Beils hin. Nun ist es aber bis heute trotz aller Technik nicht möglich, eine künstliche Patinierung an einem Objekt nachzuweisen, das so lange im Boden gelegen hat. Sichereres kann zu einer eventuellen Patinierung deshalb nicht gesagt werden.

Trotzdem soll eine Beobachtung hier Erwähnung finden. Ein kleines, vorgängig



Abb. 9: Beigaben des Grabes von Thun-Renzenbühl. Nachgebaut in der Bronzeworkstatt vor dem Historischen Museum Bern im Sommer 2014. – Grave goods of the tomb from Thun-Renzenbühl. Reproduced in the bronze workshop in front of the Historisches Museum Bern in summer 2014.

angefertigtes Probestück der Tauschierung lag während der ganzen Betriebszeit der Bronzezeitwerkstatt auf einem Schautisch und konnte vom Publikum in die Hand genommen werden. Es besteht aus den gleichen Legierungen wie die Beilnachbildung, nur das Gold ist durch Silber ersetzt. Durch den Kontakt mit all den Publikumshänden hat sich auf dem Kupfer eine rotbraune Patina gebildet, währenddem sich Bronze und Silber nur unwesentlich verändert haben (Abb. 10). Diese natürliche Gebrauchspatina genügt, um die einzelnen Metalle deutlich unterscheidbar zu machen und die ästhetischen Qualitäten der Tauschierung zur Geltung zu bringen. Es muss deshalb

nicht zwingend von einer künstlichen Patinierung des Beils ausgegangen werden.

Fazit

Die Neutronentomografie ermöglicht einen Einblick in den inneren Aufbau des Beils, der auf anderem Weg nicht zerstörungsfrei zu gewinnen wäre. Ihr Befund gibt den Endzustand eines Arbeitsprozesses wieder und ermöglicht Rückschlüsse auf diesen und damit das Aufstellen einer Hypothese, wie dieser Arbeitsprozess abgelaufen sein könnte. Eine solche theoretisch gewonnene Hypothese kann fehlerhaft sein und nur die praktische Überprüfung kann ihre Richtigkeit belegen. Diese

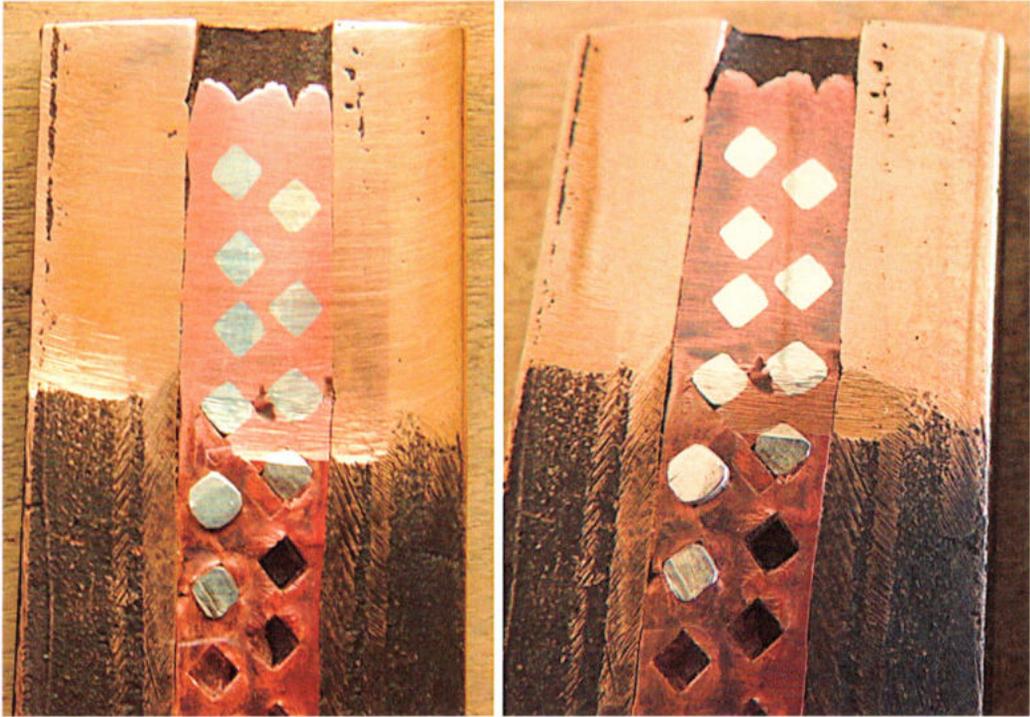


Abb. 10: Farbveränderung der Tauschierung durch Handkontakt. Bronze und Gold (hier Silber) verändern sich kaum, Kupfer dunkelt deutlich nach. – Colour change of the damascened ornamentation through hand contact. Bronze and gold (here silver) hardly change, but the copper darkens considerably.

hat ergeben, dass es möglich ist, mit der beschriebenen Werkstattausrüstung das Grabinventar aus Thun herzustellen. In Bezug auf die Tauschierung des Beils kann gesagt werden, dass diese optisch jener des Originals entspricht. Ob ihr innerer Aufbau das ebenfalls tut, könnte nur mit einer Neutronentomografie des Nachbaus nachgeprüft werden, was jedoch aus finanziellen Gründen bisher unterblieben ist. Deshalb muss offen bleiben, ob das beschriebene Vorgehen und die verwendeten Werkzeugformen exakt jenen entsprechen, die bei der Herstellung des originalen Beils zum Einsatz kamen.

Während beinahe sieben Monaten war die Bronzeworkstatt jeweils an zwei Tagen pro Woche in Betrieb. Die Museumsbesucher konnten bei den laufenden Arbeiten zusehen und jene, die mehrmals zu Besuch waren, konnten mitverfolgen,

wie nach und nach die einzelnen Objekte des Grabensembles entstanden. Natürlich war der Andrang dann hoch, wenn Arbeiten mit Feuer stattfanden, die häufigste Frage aus dem Publikums war denn auch: „Wann wird wieder gegossen?“.

Das Interesse der Zuschauer war aber jeweils recht rasch befriedigt, wenn einen Nachmittag lang „nur“ geschliffen wurde. Auch an der aufgebauten Werkstatt mit ihrer Einrichtung war ja optisch vor allem die Tatsache interessant, wie wenige und einfache Werkzeuge es brauchte um all die verschiedenen Objekte herzustellen.

Laufende Experimente sind in vielen Fällen nur wenig attraktiv für ein größeres Publikum; das hat sich auch bei dieser Aktion gezeigt. Einzelne Teile davon würden sich gut als Demonstration oder Mitmachaktion eignen, das würde es aber

verunmöglichen, gezielt an den im Vorfeld gestellten Fragen zu arbeiten. Unsere Vorstellung von der Bronzezeit konnte fraglos erweitert werden, die Erwartung des Museums nach einem attraktiven Publikumsmagneten wurde dabei aber nur teilweise erfüllt.

Autor
Markus Binggeli
Gaselstrasse 30
3098 Schliern bei Köniz
Schweiz
binggelim@sunrise.ch

Literatur

BERGER, D., ET AL. 2013: New insights into early Bronze Age damascene technique north of the alps. *The Antiquaries Journal* 93, London 2013. Published online: 04 June 2013. <<https://doi.org/10.1017/S0003581513000012>>.

GROLIMUND, D., ET AL. 2011: Combined neutron and synchrotron X-ray microprobe analysis: attempt to disclose 3600 years-old secrets of a unique Bronze Age Metal artifact. *J Analytical Atomic Spectrometry* 26 (5), 2011, 1012-23.

MELLER, H. (Hrsg.) 2004: Der geschmiedete Himmel. Begleitband zur Sonderausstellung Landesmuseum für Vorgeschichte Halle. Stuttgart 2004.

STRAHM, C. 1968: Renzenbühl und Ringoldswil: Die Fundgeschichte zweier frühbronzezeitlicher Komplexe. *Jahrbuch des Bernischen Historischen Museums in Bern* 45 (4), 1968, 321-371.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: N. Frey, Bernisches Historisches Museum

Abb. 2-4; 6-10: Markus Binggeli

Abb. 5: aus BERGER ET AL. 2013, Neutronentomografie PSI Villingen

Prähistorische Bienenhaltung in Mitteleuropa – Rekonstruktion und Betrieb eines Rutenstülpers

Sonja Guber

Summary – Prehistoric beekeeping in Central Europe – reconstruction and operation of a wicker skep. Knowledge of beekeeping practice in prehistoric times is still rare. Within an archaeobeekeeping project a wicker skep was reconstructed and operated. The beehabitation was reconstructed on basis of a find from Feddersen Wierde (coastal settlement in northern Germany) from 1st/2nd century AD. It was built with self harvested wicker rods, with a total height of 60 cm and a width of 40 cm at the bottom following the documentation from Feddersen Wierde. A mixture of clay and hay was used for rendering the skep (even no traces of the render were preserved in the archaeological find it's highly likely that one was used). The bee-hive was lodged in May and developed well before start of winter. The first harvest of honey and wax is planned for 2019.

Keywords: beekeeping, prehistory, Central Europe, wicker skep, archaeological open-air museum

Schlagworte: Bienenhaltung, Prähistorie, Mitteleuropa, Rutenstülper, Archäologisches Freilichtmuseum

Vorbemerkungen

Zu den grundlegenden Überlegungen und Einführung zum Thema sei auf den letztjährigen Beitrag „Prähistorische Bienenhaltung in Mitteleuropa – ein archäoimkerliches Projekt“ (GUBER 2018) verwiesen. Hierin wurde dargelegt, dass seit dem Neolithikum aktiv Bienenhaltung betrieben wurde. Die Nutzung bieneneigener Produkte – und somit ein indirekter Nachweis für die Beerntung wild lebender Bienenvölker – ist durch Funde bisher bis in das mittlere Jungpaläolithikum zurückzuverfolgen (THIEME U. A. 2017, 68-70). Obwohl die Bedeutung und das hohe Alter der Belege unbestritten sind, ist das

Wissen um die vor- und frühgeschichtliche Bienenhaltung sehr fragmentarisch. Die Praxis der prähistorischen Imkerei ist bisher weitgehend unbekannt.

Im Jahr 2017 startete ein archäoimkerliches Projekt auf dem Gelände der Zeiteninsel – Archäologisches Freilichtmuseum Marburger Land. Die Bienenhaltung wird sukzessive für die fünf prähistorischen Zeitstellungen des Museums rekonstruiert, gezeigt und durch imkerliche Praxis getestet. Begonnen wurde mit der Darstellung der jungsteinzeitlichen Bienenhaltung (GUBER 2018, 13). Der Projektplan sah für das Jahr 2018 den Beginn der Bienenhaltung für die Zeitstation der Germanen des 1. Jh. n. Chr. vor, wel-

che im Folgenden anhand der Rekonstruktion und dem Betrieb eines Rutenstülpers vorgestellt wird.

Rutenstülpers

Sehr interessant ist die Darstellung der frühen Germanen aus archäoimkerlicher Sicht auch deshalb, da der älteste Beleg einer Bienenbehausung, die keine Klotzbeute (hohler Baumstamm) ist, aus jener Zeit stammt. Und zwar ein Rutenstülpers von dem Fundort Feddersen Wierde (RUTTNER 1981), der zunächst für eine Fischreuse gehalten wurde und auf das 1./2. Jh. n. Chr. datiert wird. Bei einem Rutenstülpers handelt es sich sozusagen um das „ältere Geschwister“ des Strohkorb, der als Bienenbehausung bis ins 20. Jh. bekannt war und genutzt wurde. Wie der Name bereits sagt, werden diese Stülpers nicht aus Stroh, sondern aus Weidenruten hergestellt. Beide Bienenbehausungen sind sich in Form und Handhabe sehr ähnlich, da sie mehr oder weniger glockenförmig gebaut und unten offen sind. Durch die natürlich bestehende Öffnung am unteren Ende des Stülpers muss die Bienenbehausung „umgestülpt“ werden, um an die Bienen zu gelangen. Sowohl Kontrollen, Manipulationen oder Ernten werden also im gestülpten Zustand der Behausung durchgeführt. Ob der Rutenstülpers oder Strohkorb ein Flugloch hat und ggf. an welcher Stelle ist nachrangig. Es kann bearbeitungstechnische Vor- oder Nachteile haben, ein Flugloch in die Behausung einzuarbeiten. Die eigentliche Betriebsweise bleibt davon weitgehend unberührt.

Etwa zeitgleich zur Datierung des Fundes der Feddersen Wierde liegt auch ein schriftlicher Beleg für den Rutenstülpers vor. Columella, ein römischer Autor, der im 1. Jh. n. Chr. ein zwölfbändiges Werk zur Landwirtschaft verfasst hat, beschreibt Bienenbehausungen aus Weidenruten (COLUMELLA, Buch 9). Hierdurch



Abb. 1: Halbfabrikate zweier Rutenstülpers (links: Rekonstruktion Feddersen Wierde). – Two semi-finished wicker skeps (left: reconstruction Feddersen Wierde).

wird bereits deutlich, dass der Rutenstülpers sehr weit verbreitet gewesen sein mag, jedoch der vorliegende archäologische Fund aufgrund der schwierigen Erhaltung des Materials (und Erkennen als Bienenbehausung) womöglich einmalig bleibt. Das Material aber stand zur Verfügung und war für die Nutzung als Flechtmaterial bekannt. Eva Crane nennt den Rutenstülpers “[...] the most wide spread traditional hive in Europe west of the Forest Zone” (CRANE 1999, 238) und unterstreicht erneut die Verbreitung und Bedeutung dieser Bienenbehausung.

In Rechtstexten, die in germanischen Gebieten ab etwa Mitte des 1. Jahrtausends verfasst werden, finden sich Ausführungen zur Imkerei und auch zur Art der Bienenhaltung. U. a. im Lex Bajuvariorum (8. Jh. n. Chr.) ist die Rede von Behältnissen aus Rinde und Ruten oder Körben (ARMBRUSTER 1926, 88f.). Eine etwa zeitgleiche



Abb. 2: Zwei hergestellte Rutenstülper vor dem Verputz. – Two finished wicker skeps before rendering.



Abb. 3: Verputzen des Rutenstülpers mit Heulehm. – Rendering of the wicker skep using clay mixed with hay.

Abbildung findet sich im Utrecht Psalter aus dem frühen 9. Jh., in dem eine Szene mit Rutenstülpern, Menschen und überdimensionierten Bienen dargestellt ist (UT-

RECHT PSALTER DIGITAL EDITION, 102).

In Mitteleuropa wurde der Rutenstülper komplett vom Strohkorb als Bienenbehausung verdrängt. Es gibt keinen archäologischen Fund, sondern lediglich Überlegungen, die nahelegen, dass der Strohkorb bereits ab der Mitte des 1. Jahrtausends n. Chr. entwickelt und genutzt wurde (SCHIER 1976, 522). Er wurde zur dominanten Bienenbehausung im westlichen Mitteleuropa und hat sich z. B. in Deutschland und den Niederlanden bis ins 20. Jh. n. Chr. erhalten – besonders in der Heideimkerei.

Rekonstruktion des Rutenstülpers

Die Höhe des Rutenstülperfragmentes vom Fundort Feddersen Wierde beträgt etwa 20 cm und endet in einem fest zu-



Abb. 4: Zwei fertige Rutenstülper mit Wetterschutz, Bienenstation auf der Zeiteninsel. Beim rechten Stülper ist die Lage des Fluglochs durch Überstand auf dem Bodenbrett zu erkennen. – Two finished skeps with shelter against the weather, bee-station at the Zeiteninsel. At the right skep you can see the location of bee entrance at the bottom board.

sammengefügten Knauf (RUTTNER 1981, 165). Ruttner geht davon aus, dass nur etwa das obere Drittel des Stülpers erhalten ist. Diese Annahme, dass es sich um das Fragment eines sehr viel größeren Korbes handelt, untermauert er mit der Beobachtung, dass ein unterer, abschließender Rand an der Öffnung fehlt. Somit ist von einer ursprünglichen (und also zu rekonstruierenden) Höhe des Rutenstülpers von 60 cm auszugehen. Aufgrund von Vergleichen mit noch im 20. Jh. in Serbien dokumentierten Rutenstülpern geht Ruttner von einem Durchmesser der unteren Öffnung von 40 cm aus. Interessant ist die Beobachtung, dass die dickeren Rutenenden mit einem Durchmesser von 3-8 mm dem Knauf des Stülpers zugewandt sind. Dadurch ist ein Aufbau des Korbes vom Knauf ausgehend nahelegend. Da ein Rutengeflecht nie gänzlich

bienendicht sein kann, muss von einem Verputz mit Lehm, Dung und/oder anderen Materialien ausgegangen werden. Hiervon ist am Fragment jedoch nichts erhalten geblieben.

Im Winter 2017/2018 wurden die Weidenruten geerntet und frisch verarbeitet. Durch den geplanten Verputz konnte eine nachträgliche Schrumpfung oder geringfügige Veränderung des Geflechtes vernachlässigt werden. Die Wahl einjähriger Weidenruten (von Bäumen, die als Kopfweiden gepflegt werden) hat sich als sehr sinnvoll erwiesen. Auch ist bereits bei der Ernte auf eine Auswahl des geeigneten, recht geringen Durchmessers der Äste zu achten, da die Ruten am oberen Ende mit maximal 8 mm bei Ruttner beschrieben wurden (s.o.) (Abb. 1).

Wie oben bereits erläutert, wurde an der Spitze bzw. dem Knauf mit dem Flechten



Abb. 5: Einlogieren der Bienen in den Rutenstülper. – Lodging of the bees in the wicker skep.



Abb. 6: Wabenbau nach zwei Wochen. – Combs after two weeks.



Abb. 7: Maximaler Wabenausbau. – Maximum of built combs.

des Stülpers begonnen. Dabei ist auf eine ungerade Anzahl der Staken zu achten. Es wurde kein gesondertes Flugloch in den Stülper eingearbeitet, sondern die Bienen sollen durch ein leichtes Überstehen des Stülpers von einem Bodenbrett direkt unten in die Öffnung ein- und ausfliegen können. Die durch das Zusammenfügen des Knaufes natürlich weiter werdende Öffnung des Stülpers wurde bei etwa 40 cm Durchmesser unterbunden, sodass der weitere Aufbau des Korbgeflechtes eher glockenförmig wurde. Nach etwa 60 cm Höhe wurden die überstehenden Reste der Staken zu einem festen Abschluss verflochten (Abb. 2-3).

Verputzt wurden die beiden hergestellten Rutenstülper mit einem Heulehm. Hierbei handelt es sich um einen Lehm, der mit langfaserigem Heu vermischt wurde. Wäre der Lehm mit zerkleinertem Heu oder Stroh vermischt worden, wäre es nötig gewesen, eine sehr dicke Schicht auf das Rutengeflecht aufzubringen. Eine zu starke Erhöhung des Gewichtes sollte vermieden werden, da der Stülper ja auch mit Bienenvolk noch bewegt werden können muss. Durch das langfaserige Heu gewährt dieses bereits eine gewisse Stabilität auf dem Geflecht, sodass der eigentliche Lehm dazu verwendet werden kann, die verbleibenden Ritzen zu verschließen. Bisher hat sich dieser Verputz



Abb. 8: Zustand des Wabenbaus bei Einwinterung. Stülpen und Einblick ist gut möglich! – Condition of combs before start of winter. Turning and looking inside the skep is possible!

sehr bewährt. Da keinerlei Verputz am Fundstück erhalten geblieben ist, handelt es sich hierbei lediglich um eine mögliche Variante. Viele andere Zusammensetzungen z. B. mit Dung sind ebenfalls möglich. Anfang Mai 2018 wurde ein Kunstschwarm (etwa 20.000 Bienen mit Königin, jedoch ohne Wabenbau oder Brut) in einen der beiden hergestellten Rutenstülper einlogiert. Dies geschah über das sogenannte Einlaufen lassen. Der Kunstschwarm wird vor das Flugloch (Eingang) der Beute auf eine leicht schräge Ebene geschüttet, sodass die Bienen, sobald sie die Behausung entdecken, recht schnell in diese einlaufen (*Abb. 4-5*).

Dies funktionierte sehr gut und die Bienen haben die Behausung angenommen. Nach etwa zwei Wochen wurde der Ru-

tenstülper zum ersten Mal gestülpt, um den Fortschritt des Wabenbaus zu beurteilen; zuvor hätte das Stülpen die neu aufgebauten Waben gefährden können (*Abb. 6*).

Nach dem Stülpen muss ggf. der Verputz im Anschlussbereich zwischen Behausung und Bodenbrett ausgebessert werden, um das Entstehen von Spalten zu verhindern. Meistens ließ sich jedoch der Stülper wieder genau an die exakte Position wie zuvor stellen, sodass es zu keiner Spaltenbildung kam.

Bis zum Ende des Sommers wurde nahezu der gesamte Innenraum der Beute mit Waben ausgebaut. Die Bienen wurden ohne weitere Manipulation oder Honigernte eingewintert (*Abb. 7-8*).

Eine nach modernen Anforderungen nöti-

ge und üblicherweise im Winter vorgenommene Oxalsäurebehandlung der Bienen (gegen den Befall der Varroamilbe) wurde im Dezember 2018 durchgeführt. Im Sommer 2019 soll eine Honigernte durch ein teilweises Ausschneiden der Waben vorgenommen werden. Das Volk verbleibt dabei in der Behausung und baut die ausgeschnittenen Waben wieder auf.

Fazit und Ausblick

Der Bau und auch die Besiedlung des Rutenstülpers haben nach dem beschriebenen Vorgehen sehr gut funktioniert. Die Herstellung ist aufgrund des Vorhandenseins der weit verbreiteten und auch anderweitig verwendeten Materialien ohne großen Aufwand möglich gewesen und heute noch möglich. Der Rutenstülper ist eine interessante Bienenbehausung, die über einen langen Zeitraum genutzt wurde und sowohl schriftlich (Columella) als auch durch einen Fund (frühgermanisch) archäologisch belegt ist. Auch im Frühmittelalter belegen schriftliche und bildliche Quellen noch die Nutzung dieser Art der Bienenbehausung.

Zeitgleich zum stetigen Ausbau der imkerlichen Darstellung steht auch die Erweiterung des Workshop-Programmes für Schulklassen und andere Gruppen im Fokus des Projektes. Die Vermittlung ermöglicht besonders im Themenbereich Imkerei den direkten Kontakt zu zeitgemäßen Fragen zur Bienengesundheit und stellt somit einen Bezug zwischen archäologischer und moderner Lebenswelt her.

Literatur

ARMBRUSTER, L. 1926: Der Bienenstand als völkerkundliches Denkmal. Neumünster 1926.

COLUMELLA, L. I. M.: De re rustica. Buch 9. The Latin Library. <www.thelatinlibrary.com/columella/columella.rr9.shtml>.

CRANE, E. 1999: The World History of Beekeeping and Honey Hunting. London 1999.

GUBER, S. 2018: Prähistorische Bienenhaltung in Mitteleuropa – ein archäoimkerliches Projekt. Experimentelle Archäologie in Europa 17. Jahrbuch 2018, 10-18.

RUTTNER, F. 1981: Ein Bienenkorb von der Nordseeküste aus prähistorischer Zeit. In: W. Haarnagel (Hrsg.), Feddersen Wierde: die Ergebnisse der Ausgrabung der vorgeschichtlichen Wurt Feddersen Wierde bei Bremerhaven in den Jahren 1955 bis 1963. III. Wiesbaden 1981, 165-170.

SCHIER, B. 1976: Biene. In: Reallexikon der germanischen Altertumskunde Bd. 2. Berlin 1976, 514-528.

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.

UTRECHT PSALTER DIGITAL EDITION: Universität Utrecht. <<http://utrechtpsalter.nl>>.

Abbildungsnachweis

Abb. 1-8: S. Guber, 2018

Autorin

Dr. Sonja Guber

Schulstraße 38

36320 Kirtorf

Deutschland

Sonja.Guber@immenzit.de

Prähistorische Bienenhaltung in hohlen Baumstämmen

Herbert Gieß, Christoph Zorn, Katrin Zorn

Summary – Prehistoric beekeeping in log-hives. *How could the beekeeper during the Stone Age and Bronze Age increase his bee colony effectively? How could he harvest bees wax and honey? Do bees build their combs in nature in a "cold" or "warm" way? Our experiments demonstrate that beekeeping could easily and effectively be managed in standing as well as in hanging log-hives. Harvesting honey and wax was possible as well. Cultivation of bee colonies with laths in upright log-hives enabled specific control. All colonies built their combs in a "cold" way.*

Keywords: log hive, pile dwellings, bees wax, propolis, cold way, warm way

Schlagworte: Klotzbeute, Pfahlbauten, Bienenwachs, Propolis, Kaltbau, Warmbau

Folgende wissenschaftliche Funde und Untersuchungen bilden die Grundlage dieses Projektes. Archäologische Befunde aus den Weltkulturerbestätten Pfahlbauten:

- Arbon Bleiche III: 3.381 v. Chr. (2 hohle Baumstämme, interpretiert als Klotzbeuten) (DE CAPITANI U. A. 2002),
- Wangen/Höri: ~3.800-3.500 v. Chr. (2 hohle Baumstämme, vermutlich Klotzbeuten) (persönliche Kommunikation Helmut Schlichtherle – Herbert Gieß),
- Zürich/Opéra: ~3.000 v. Chr. (Teil eines zusammengedrückten hohlen Baumstammes aus einer Pfahlbau-Siedlung mit Nachweis von Bienenwachs) (BLEICHER 2018).

Archäologische Funde von Bienenwachsanhäufungen an Keramikscherben aus der Steinzeit:

- „Beeswax in Neolithic pottery vessels“ (ROFFET-SALQUE ET AL. 2015).

Experimental-archäologische Forschung

zur Bienenhaltung in der Steinzeit:

- Experimental-archäologisches-Projekt von Frau Dr. S. Guber, „Prehistoric Beekeeping in Central Europe“ (GUBER 2017).

Die Erkenntnislage in Bezug auf die Bienenhaltung in der Pfahlbauzeit ist sehr dürftig. Es wurden bisher vier hohle Baumstämme in stratifizierten Grabungen ohne Wachs, Propolis und ohne Bienen gefunden (s. o.). Ein Bruchstück eines hohlen Baumstammes mit Wachsanhäufungen aus der Pfahlbau-Grabung Zürich Opéra war nun kürzlich der erste Nachweis von Wachsanhäufungen in einer sogenannten Klotzbeute.

Außerdem ist spätestens seit der Veröffentlichung von ROFFET-SALQUE ET AL. (2015) in Nature bekannt, dass es einen weiten Einsatz von Bienenwachs in der Steinzeit gegeben hat. An 1,3% der von ihr untersuchten Keramikbruchstücke konnte Bienenwachs nachgewiesen wer-

den. Also muss auch im großen Stil geimkert worden sein.

Zudem gibt es einige experimental-archäologische Erfahrungen aus dem experimental-archäologischen Projekt von Dr. S. Guber, welches 2017 im EXARC-Journal veröffentlicht wurde (GUBER 2017).

Einleitung

Wie konnte der stein- und bronzezeitliche Mensch Bienen halten und bewirtschaften? (Wie) Konnte die Ausbeute an Honig und Wachs gesteuert werden? Bienen in der Natur richten sich ihren Stock in Felsschichten, ausgefaulten Baumstämmen, Höhlen von Spechten und anderen Hohlräumen ein. Dies nützte der Mensch seit Tausenden von Jahren weltweit. In der Steinzeit sind die Menschen dazu übergegangen, Bienen zu halten und zu bewirtschaften. Hierzu wurden hohle Baumstämme genutzt, welche in Größe und Form geeignet für eine Bewirtschaftung waren. Die vom Menschen zugerichteten Klotzbeuten konnten an geeigneten sonnigen Standorten platziert werden sowie mit geeigneten Materialien abgedichtet werden.

Solche Bienenwohnungen konnten verhältnismäßig leicht bewirtschaftet werden und zerstörungsfrei und schonend für das Bienenvolk und den Imker über Jahre eine dauerhafte Honig-, Wachs-, Propolis- und Brut-Quelle darstellen.

Fragestellung an das Projekt:

- Wie konnte der bronze- und steinzeitliche Imker mit wenig Aufwand effektiv seine Völker vermehren?
- Wie könnte die Wachs- und Honigernte funktioniert haben?
- Baut die Biene im Naturwabenbau der Klotzbeuten im Warm- oder im Kaltbau?

Projektvorbereitung

Im Jahr 2017 begannen wir im Umkreis von Dingelsdorf am Bodensee hohle



Abb. 1: Klotzbeutenherstellung. Erweiterung des Hohlraumes durch Ausbrennen. – Burning the inside of a log-hive to make it bigger.

Baumstämme für unser Projekt zu suchen. Hohle Baumstämme zu finden, stellte sich, aufgrund der aufgeräumten Wirtschaftswälder und Streuobstwiesen, als eine Herausforderung dar. Daher war auch der Umkreis mit schließlich 20 km größer, als von uns ursprünglich erwartet. Schließlich hatten wir sechs Baumstämme gefunden, welche von innen heraus faulten. Das morsche Holz wurde zum Großteil noch aus dem Innenraum entfernt und zum Teil wurde der Innenraum zur Erweiterung des Hohlraumes ausgebrannt (Abb. 1). Details zu den Klotzbeuten und ihrer Bearbeitung folgen weiter unten.

Vor dem Aufstellen der Klotzbeuten wurden sie von uns vermessen sowie das Innenvolumen bestimmt. Für die Volumenermittlung kleideten wir die Klotzbeuten mit Müllsäcken aus, welche wir dann mit Wasser auffüllten (Abb. 2-3; Tab. 1).

	Höhe	Ø oben	Ø unten	Volumen	Baumart
Klotzbeute 1	102,5 cm	38,0 cm	44,0 cm	96 l	Apfelbaum
Klotzbeute 2	74,4 cm	38,5 cm	42,0 cm	80 l	Apfelbaum
Klotzbeute 3	72,0 cm	20,0 cm	26,0 cm	27 l	Fichte
Klotzbeute 4	73,0 cm	18,7 cm	24,0 cm	20 l	Fichte
Klotzbeute 5	89,0 cm	27,0 cm	35,0 cm	54 l	Fichte
Klotzbeute 6a	36,3 cm	30,0 cm	31,0 cm	26 l	Fichte
Klotzbeute 6b	74,4 cm	31,0 cm	35,0 cm	59 l	Fichte
Klotzbeute 6a+b	110,7 cm	30,0 cm	35,0 cm	85 l	Fichte

Tab. 1: Charakteristika der sechs Klotzbeuten, mit denen das Projekt startete. – Characteristics of the six log-hives.



Abb. 2: Vermessen und Volumenbestimmung der Klotzbeuten. – Measuring the log-hives.



Abb. 3: Die sechs Klotzbeuten. – All six log-hives.

Klotzbeute 1: Es handelt sich um einen Apfelbaumstamm mit einem natürlichen Spechtloch als Flugloch. Bei einem Sturm 2017 brach die Krone des Baumes ab und er war dadurch mit wenig Aufwand zuzurichten.

Klotzbeute 2: Sie war der Kronenansatz aus dem Stamm von Klotzbeute 1 des Apfelbaumes. Dieser Kronenansatz war eigentlich ungeeignet für unsere Zwecke. Er hatte mehrere faulige Stellen, welche wir mit Spaltbrettern und Ton verschlossen haben, sodass wieder ein geschlossener Hohlraum entstand.

Klotzbeute 3 und 4: Sie sind der großen Röhre von Arbon Bleiche III am ähnlichsten. Sie wurden jeweils aus einer teilweise ausgefalteten Fichte gearbeitet und

sind in Größe und Rauminhalt nahezu identisch.

Klotzbeute 5: Ein Fichtenstamm mit ausgefaltetem Kern. Den Hohlraum haben wir mit Feuer ausgebrannt, um den Rauminhalt zu erweitern. Diese Beute wollen wir waagrecht hängend bewirtschaften. Sie wird hierfür mit Spaltbrettern an den Stirnseiten verschlossen.

Klotzbeute 6a+6b: Sie wurde aus einem Fichtenstamm gearbeitet, der innen rotfaul war. Den Rauminhalt haben wir mit Motorsäge und Beil bearbeitet. Die Röhre wurde in einen großen und einen kleineren Bereich geteilt. Beide Röhren bleiben aufeinanderstehen. Mit dieser Beute möchten wir das System der Teilernte praktisch ausprobieren.

Klotzbeute 7: Kam im Verlauf des Projektes hinzu und beherbergte einen eingefangenen Schwarm.

Klotzbeute 8: stehend, mit Armierung, hohler Kiefernstamm; kam im Verlauf des Projektes hinzu.

Zum Aufstellen und Abdichten unserer Klotzbeuten verwendeten wir ausschließlich Materialien, welche stein- und bronzeitlichen Imkern zugänglich waren (z. B. Ton, Weidenruten, Steinplatten, Spaltbretter, Felle, Rindenbahnen, Kies, Sand und Bienenwachs).

Varroabehandlung

Im Unterschied zur Steinzeit gibt es heute einen eingeschleppten Bienenschädling, die Varroa-Milbe. Daher müssen alle Bienenvölker (auch in unserem Projekt) nach Vorschrift in den Klotzbeuten mit Ameisensäure behandelt werden.

Vorgehen und offizieller Projektstart

Die ausgehöhlten Klotzbeuten wurden am Rand einer sonnigen Waldlichtung aufgestellt. Beim Aufstellen wurde auf einen sicheren Stand geachtet. Vor dem Einzug der Bienen wurden in einigen Klotzbeuten, welche für eine stehende Bewirtschaftung geplant waren, Weiden- und Haselruten im Innenraum verspannt. Diese künstliche Armierung sollte die Waben stabilisieren und ein Abbrechen dieser im Laufe des Sommers verhindern, da die mit Honig gefüllten Waben beträchtliches Gewicht erreichen. Um die Klotzbeuten für die Bienen als Behausung noch attraktiver zu machen, wurde der Innenraum mit erwärmtem, flüssigem Bienenwachs bestrichen.

Aus Sorge, dass die Bienenvölker das Schwärmen beginnen, also ihre neue Wohnung nicht annehmen könnten, wurden die Völker von unseren Imkern am 19.04.2018, zwei Tage vor dem Umzug in sogenannte Schwarmkästen abgekehrt

und dunkel eingelagert. Nach zwei Tagen sogenannter Dunkelhaft sind die Vorräte der Bienen, die sie in ihrer Honigblase mit sich tragen, aufgebraucht. Somit steigt die Wahrscheinlichkeit, dass das Volk die neue Behausung annimmt. Die zugehörigen Bienen-Königinnen der Völker wurden jeweils in einen Käfig gesperrt, aus welchem sie sich im Verlauf wieder freifressen konnten. Dies sollte gewährleisten, dass auch die Königin nicht das Volk verlässt und dieses durch ihre Pheromone zusammengehalten wird.

Zum Beginn der Obstbaumblüte haben wir nun die Bienenvölker in die Holzröhren eingeschlagen. Einschlagen nennt der Imker den Vorgang, wenn die Bienen durch Schläge auf das Gehäuse oder den Wabenrahmen (von oben nach unten), in oder auf welchem sie sich befinden, von diesem durch die Erschütterung ab- und somit zum Großteil in den neuen Hohlraum hineinfallen. Der Rest der Bienen, der noch nicht im Hohlraum gelandet ist, verbleibt in der Nähe, zumeist außen auf dem neuen Gefäß. Im nächsten Schritt wurden die Klotzbeuten aufgestellt, sodass sie von unten verschlossen waren. Die obere Öffnung wurde durch Auflegen einer Steinplatte verschlossen. Innerhalb ca. einer Stunde finden die außen verbliebenen Bienen zum Rest des Volkes in die neue Behausung. In den Klotzbeuten befanden sich weder Futter noch Waben. Die Völker mussten sich nun also komplett neu einrichten.

Entwicklung der Bienenvölker in den Klotzbeuten – Auszug aus den Tagebucheinträgen

Klotzbeute 1

Es gibt Nektar und Pollen im Überfluss, die Kunstschwärme in den Klotzbeuten können sich selbst versorgen. Seit 14 Tagen herrscht anhaltend schönes Wetter, mit Temperaturen bis 30°C. Optimale Startbedingungen für unser Projekt.

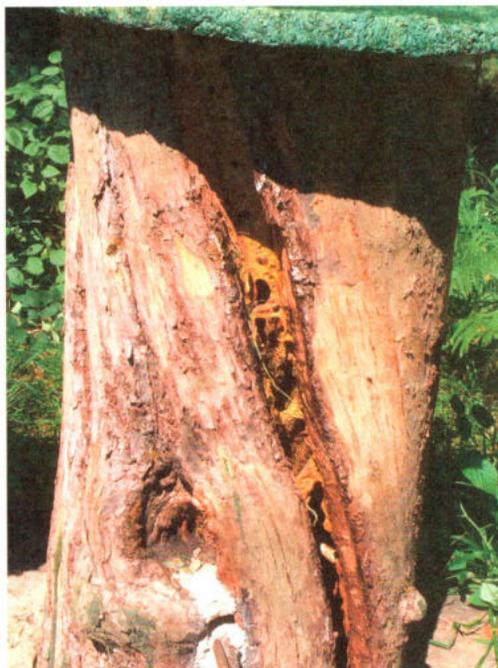


Abb. 4: Riss durch die gesamte Klotzbeute 1. – Shake through log-hive 1.

Die größte Klotzbeute mit dem natürlichem Flugloch; wir haben das Flugloch mit etwas Ton verkleinert, damit es für die Bienen besser zu verteidigen ist. Ein großes Volk aus 20 Flachzargenrähmchen wurde mit Rauch und Wasser in die Beute eingeschlagen. Die Königin wurde gesehen (eine schwarze Schwarmzellenkönigin aus 2017).

1. Mai 2018: ununterbrochen schönes Wetter ohne Regen, Temperatur auf 20°C abgesunken, die Obstbäume sind noch in Vollblüte. Das Volk baut seine Waben über dem Flugloch vorne im sogenannten Kaltbau. Kaltbau bedeutet, dass die Waben längs zum Flugloch angeordnet sind. Die Waben werden von den Bienen an den von uns eingebrachten Weidenstäben befestigt bzw. die Weidenstäbe werden in die Waben integriert. Der hintere Bereich ist noch nicht verbaut. Es sind 7 Waben mit Brut und Honig.

11. Mai 2018: Das Volk hat die Beute auf 12 Waben ausgebaut und etwa sieben Ki-



Abb. 5: Die Bienen verschließen den Riss mit Propolis. – The bees close the shake with propolis.

logramm Honig eingetragen sowie dazu Brut angelegt.

22. Mai 2018: Die Volksstärke ist stark angewachsen; es hat viel Brut und Honig. Dieses Bienenvolk hat sich im Laufe des Sommers prächtig entwickelt. Die Hälfte der Klotzbeute ist ausgebaut. Infolge der starken Sonneneinstrahlung und Wärme in diesem Sommer entwickelt unsere Klotzbeute Nummer 1 einen kompletten Riss (Abb. 4), der sich schnell auf eine Breite von 7 cm auf einer Länge von 110 cm vergrößert, also eine sehr große, potentielle Angriffsfläche von 770 cm² bietet, welche so von dem Volk nicht mehr verteidigt werden kann. Das Bienenvolk hat daher begonnen, die entstandene gefährdete, schutzlose Fläche mit Propolis von den Rändern her abzudichten (Abb. 5). Mit einem abgebrochenen Ast sowie Moos von der Lichtung konnten wir den Riss schnell und unkompliziert natürlich verschließen (Abb. 6). So haben wir gelernt, dass ein Bienenvolk auch gezielt zur Propolis-Produktion stimuliert werden kann. Propolis hat eine antibakterielle und antivirale Wirkung. Es ist wahrscheinlich, dass bereits die Menschen der Steinzeit um diese heilende Wirkung wussten.

Bei regelmäßigen Durchsichten der Klotzbeute sehen wir, dass das Volk Pollen und Nektar einträgt und sich im Spät-



Abb. 6: Verschluss des Risses mit Stock und Moos. – Closure of the shake with a stick and moss.

sommer auf den Winter vorbereitet. Wir haben dem Volk Honig und Wachs belassen. Am Ende der Frühtracht 2019 planen wir nach erfolgreicher Überwinterung, den Honig und das Wachs teilweise zu entnehmen.

Klotzbeute 2, unsere Klotzbeute mit den Spaltbrettern

Diese Beute haben wir vor Ort mit einem Volk aus Flachzargenbeuten (20 Rähmchen mit Wasser besprüht und mit Rauch benebelt) in die Klotzbeute eingekehrt. Die Königin war nicht gekäfigt. Wir haben sie aber gesehen (Carnikakönigin aus 2017).

1. Mai 2018: Volk hängt und baut hinter dem Flugloch in einer etwas verworrenen Bauweise. Eine Wabe etwas links oben scheint separat. Obwohl die Armierungsstäbe quer zum Flugloch eingespannt wurden, baut das Volk darunter im Kaltbau, längs zum Flugloch.

11. Mai 2018: Waben waren abgebrochen und liegen auf den Armierungsstäben. Zuwenig Haltepunkte an querverlaufenden Armierungsstäben scheinen der Grund zu sein. Die liegenden Waben wurden von dem Volk trotzdem mit Brut und Honig gefüllt.

22. Mai 2018: Volk baut, hat Brut und Honig und fliegt gut.

Bei den Durchsichten über den Sommer hinweg ist aufgefallen, dass das Volk die liegende Wabe als Plattform nimmt, um senkrechte Waben im Kaltbau aufzuhängen. Das Volk entwickelt sich gut. Die Entnahme planen wir bei gelungener Überwinterung im Frühjahr 2019.

Klotzbeute 3, Modell Arbon Bleiche III, waagrecht

Wir schöpften einen Bienenschwarm an einem Bootstrailer in einem Meter Höhe. Er wog 1,6 kg, wir lagerten ihn zwei Tage im Dunkeln. Da wir im Laufe des Projektes gesehen hatten, dass die hängende Klotzbeute am schönsten ausgebaut wird, wollten wir diese Erfahrungen mit einer weiteren hängenden Klotzbeute vertiefen. Am 8. Mai 2018 abends gegen 19.00 Uhr haben wir den Schwarm in die Klotzbeute eingeschlagen und ihn in einer Fichte an zwei Ästen liegend platziert. Wir haben die Klotzbeute nicht mit Wachs präpariert und die Bienen auch ohne Futter eingeschlagen.

11. Mai 2018: Der Schwarm hat drei Waben im Kaltbau angelegt.

Am 15.05.2018: Nur vier Tag später hat sich die Wabengröße verdoppelt. Die Waben sind zwei Handteller groß und bestiftet, das heißt, das Volk wächst, es wird Nachwuchs gezogen. Das Volk kann sich durch das anhaltend schöne Wetter und die große Tracht gut selbst versorgen.

Am 22. Mai 2018 hat das Volk sechs Waben angelegt, es baut in der Mitte der Klotzbeute.

Im Laufe des Sommers hat das Volk den gesamten Innenraum mit Waben ausge-



Abb. 7: Ausgebaute hängende Klotzbeute. – Hanging log-hive full with combs.

baut, es entwickelt sich prächtig. Wir planen die Entnahme auch im Frühling 2019 nach der Frühtracht.

Klotzbeute 4 – stehend, Modell Arbon Bleiche III

Es ist die kleinste Klotzbeute. In diese haben wir das kleinste Volk aus dem Schwarmfangkasten eingeschlagen. Die Königin haben wir trotz intensiven Suchens nicht gesehen.

1. Mai 2018: Das Flugloch befindet sich unten, am Fuß der Beute. Das Volk baut oben unter dem Deckel. Wir sehen verdeckelte Brut, Arbeiterinnen, Honigeinlagerungen und keine Drohnen. In der gekippten Klotzbeute sehen wir von unten sechs Waben, das Volk ist relativ klein.

11. Mai 2018: In den letzten 10 Tagen wurden sechs neue Waben gebaut, verdeckelte Brut und Honig sind sichtbar.

22. Mai 2018: Das Volk wird größer und baut weiter.

Im Laufe des Sommers hat das Volk den gesamten Innenraum der Beute mit Waben ausgebaut, es macht einen sehr gesunden Eindruck. Die Entnahme planen wir wieder nach der Frühtracht 2019.

Klotzbeute 5 – die Waagerechte

In diese Klotzbeute haben wir aus dem Schwarmfangkasten ein sehr großes Volk eingeschlagen. Die Königin ist gekügelt (schwarze Schwarmzellen-Königin aus 2017). In diese hängende Klotzbeute haben wir keine Armierungsstäbe eingebracht. Der Gedanke war, dass die Waben nur maximal 25 cm lang werden und daher auch unter Honiglast nicht abreißen.

1. Mai 2018: Volk baut besonders schön, es baut von der Mitte der Klotzbeute in

beide Richtungen der Holzröhre. Sieben Waben im Kaltbau an der Decke angehängt. Das Volk hat viel Honig eingetragen und Brut angelegt.

11. Mai 2018: Acht große Waben sind sichtbar, alle Waben wurden in den letzten 10 Tagen um das Doppelte vergrößert. Das Volk trägt Nektar und Pollen ein. Es hat sich zu einem sehr starken Volk entwickelt mit viel Brut. Auch sind einzelne Weißelnäpfcchen sichtbar.

22. Mai 2018: Das Volk baut weiter und hat viel Brut und Honig.

Am 14. August gegen 17.00 Uhr bereiten wir die Ernte unserer größten liegenden Klotzbeute vor (Abb. 7). Spezielle Erntewerkzeuge haben wir aus Holz geschnitzt (Abb. 8) und einen Smoker (Gefäß in dem z. B. trockenes Gras schwelt, sodass es zu einer starken Rauchentwicklung kommt; der Rauch kann dann gezielt auf das Bienenvolk gelenkt werden). Dies dient der Beruhigung der Bienen. Wir werden heute herausfinden, wieviel Honig und Wachs das Bienenvolk aus eigener Kraft innerhalb von ca. 17 Wochen eingebracht hat.

Wir heben die Klotzbeute aus ihrer Astgabel und legen sie auf den Boden und öffnen die Deckel. Mit dem Smoker vertreiben wir die Bienen in den hinteren Bereich der Klotzbeute, wo auch viele von ihnen herausfliegen und uns umschwirren.

Mit den Erntewerkzeugen lösen wir eine Wabe nach der anderen und ziehen sie vorsichtig heraus. Im hinteren Bereich der Klotzbeute belassen wir einen Anteil der Waben (ca. 10%).

Auf der Waage zeigt sich im Anschluss folgendes:

Honig, Wachs und Propolis: 9 kg

Wachs und Pollen: 0,8 kg

Wachs und Brut: 1,3 kg

Zusammen ergibt das 11,1 kg – nachdem wir das Wachs von den übrigen Substanzen gereinigt haben, haben wir 624 g reines Bienenwachs.



Abb. 8: Geschnitzte Erntewerkzeuge. – Carved harvesting-tools.

Wir werden nicht gestochen; nachdem wir die Klotzbeute wieder verschlossen und auf die Astgabel gelegt haben, fliegen die Bienen wieder zurück und beruhigen sich. Wachsgewinnung: Die Waben haben wir zusammengedrückt, um den Honig zu gewinnen. Im Anschluss haben wir das zusammengedrückte Wachs in einen groben Leinenbeutel gesteckt, diesen in einen Topf gelegt und mit einem Stein beschwert. Diesen Topf haben wir mit Wasser aufgefüllt und am offenen Feuer gekocht. Das Wachs hat sich nun mit relativ wenig Schmutz an der Oberfläche abgesetzt, nach Erkalten des Wassers konnten wir eine Wachsplatte abnehmen. Nymphenhäutchen und Schmutzpartikel sind im Leinenbeutel verblieben.

Wir füttern vier Kilogramm Honig, damit das Volk eine Chance hat, sich auf den Winter vorzubereiten. Die Bienen bringen noch Pollen und Nektar ein. Efeu, Springkraut, kanadische Goldrute sowie einige Wiesenblumen blühen noch.

Am 10. Oktober 2018 hat das Volk wieder sechs Waben, je 40 x 40 cm, im Kaltbau angelegt.

Klotzbeute 6 – die Zweigeteilte, stehend
In diese Klotzbeute haben wir aus dem Schwarmfangkasten ein großes Volk eingeschlagen. Die Königin haben wir gekäfigt (Carnika 2017).



Abb. 9: Klotzbeute 8 mit Haselnussleisten. – Log-hive 8 with hazelnut lath.

1. Mai 2018: Das Volk baut hinter dem Flugloch und ist offensichtlich sehr aktiv.

11. Mai 2018: Volk baut nicht wie gedacht nach oben, das Volk baut nach unten, die obere kleinere Röhre ist leer. Sechs Waben Brut und Honig sind sichtbar.

22. Mai 2018: Das Volk baut weiter aus und trägt Honig und Pollen ein.

Dieses Volk hat sich anfangs gut entwickelt, im Spätsommer stagniert es aber. Wir haben den oberen Teil der Klotzbeute abgenommen, um den Hohlraum zu verkleinern. Das Volk hatte bis zum Spätherbst frische Brut. Eine Königin ist folglich vorhanden, die Frühjahrsdurchsicht wird zeigen, ob das Volk überlebt hat.

Klotzbeute 7, Oberträgerstäbchen, stehend

Wir haben einen hohlen Kiefernstamm gefunden und daraus Klotzbeute Nr. 7 geschaffen. In der Mitte des hohlen Kiefern-

stammes haben wir einen Rost aus halbierten Haselnussstöcken mit 2,6 cm Durchmesser auf zwei querverspannte Stäbe gelegt und in der Mitte der Klotzbeute angebracht.

Anschließend haben wir einen Keramiktopf (siehe auch „Völkervermehrung in Keramiktöpfen“ weiter unten) mit einem Bienen-Jungvolk auf die Haselnussleisten gestellt. Die Bienen können jetzt auf den Leisten den unteren Teil des Kiefernstammes mit Waben ausbauen. Der zu Grunde liegende Gedanke ist der, dass die Bienen den Topf mit Waben und Honig füllen und wir im Frühjahr 2019 zur Apfelblüte den restlichen Winterhonig mit dem Topf abernten.

Insgesamt haben wir in einem Horgener Keramikgefäß und vier etwa gleich großen Blumentöpfen von Mai bis Ende Juni fünf Jungvölker gebildet. Dies ist uns in vier Fällen gelungen, ein Topf wurde



Abb. 10: Haselnussleiste mit Honigwabe. – Hazelnut lath with honey comb.

nach anfänglich gutem Start drohnenbrütig (das Volk ist abgestorben).

Erkenntnis: Die Biene baut längs zum Flugloch und auf die vorgegebenen Leisten des Rostes. Die Beute Nr. 8 entsteht aus dieser Erfahrung.

Klotzbeute 8 – stehend

In diese Klotzbeute haben wir alle bisher gewonnenen Erkenntnisse einfließen lassen. Dies bedeutet: Wir haben im Experiment gesehen, die Bienenvölker bauen alle im Kaltbau. Es braucht bei guten Umweltbedingungen weder Futter noch vorhandene Waben. Das Volk kann sich selbst versorgen. Es baut auf vorgegebenen passenden Leisten aus halbierten Haselnussstöcken (Abb. 9). Wir haben uns immer gefragt, wie hätte der bronze- und steinzeitliche Imker noch einfacher eine Völkervermehrung und dazu eine Schwarmkontrolle durchführen können.

Daher haben wir bei dieser Klotzbeute den Innenraum bis zu einem Drittel mit Sand gefüllt, um den Innenraum zu verkleinern. Unserer Meinung nach ist dies wichtig zur Verteidigung gegenüber anderen Bienen und für den Wärmehaushalt in der Klotzbeute.

Wenn wir den Innenraum vergrößern möchten, brauchen wir nur die Klotzbeute anzuheben und den Sand herausrinnen zu lassen. Mit der Menge des Sandes können wir auch die Wabenlänge steuern und so verhindern, dass die Waben durch ihre Größe bei Wärme abreißen. Auf der Klotzbeute haben wir halbierte Haselnussleisten aufgelegt, welche wir vorweg mit Wachs bestrichen haben. Die Zwischenräume haben wir einfach mit Moos verschlossen. Anschließend haben wir ein rohgegerbtes Hirschkalbsfell darübergelegt und mit einer Rindenbahn und einem Stein zur Beschwerung verschlossen.



Abb. 11: Blumentopf mit zwei eingeklebten Waben. – Flower pot with two combs that were glued in.

Das Moos und das Fell werden nicht mit Wachs bebaut.

Wir haben nun aus einem gängigen Jungvolk aus unseren Blumentöpfen folgendes Experiment gewagt. Im ersten Schritt haben wir den Blumentopf umgedreht und ihn langsam mit handwarmem Wasser aufgefüllt. Die Bienen konnten wir dann am Abend des 25. Juni mit der bloßen Hand abschöpfen und in die neue Klotzbeute Nummer 8 geben. Wegen der fortgeschrittenen Zeit füttern wir das Volk mit einem Kilogramm Honig. Am 9. Juli hat das Volk bei seiner ersten Kontrolle wunderschön auf die vorgegebenen Leisten sechs Waben mit Brut und Honig angelegt (*Abb. 10*). So können wir nun jede Leiste einzeln ziehen, bewirtschaften und abernten und auch zur Ablegerbildung nutzen, sogar eine Schwarmkontrolle können wir durchführen, gegebenenfalls auch Schwarmzellen zur Ablegerbildung nutzen.

Das Volk hat bis Ende Oktober auf sieben Oberträgerstäbchen Waben angelegt, wir belassen dem Volk alle Vorräte bis zur Frühjahrsdurchsicht 2019.

Völkervermehrung in Keramiktöpfen

Wir untersuchen die Völkervermehrung in Keramiktöpfen. Dazu haben wir am 2. Mai

2018 drei konventionelle Blumentöpfe, in Ermangelung an Horgener Keramikgefäßen, mit flüssigem Wachs ausgestrichen.

Aus einem laufenden Volk haben wir eine handtellergroße Wabe mit Stiften und eine handtellergroße Wabe mit auslaufender Brut entnommen und mit flüssigem Wachs an den Topfboden angegossen (*Abb. 11*). Dazu haben wir ca. 500-800 g Bienen aus dem Muttervolk entnommen und in einen Topf eingeschlagen, die Töpfe anschließend umgedreht und auf eine Steinplatte gestellt. Zwei dünne Ästchen haben wir als Flugloch darunter geschoben, den restlichen Rand haben wir mit Sand und Erde abgedichtet.

Diese Ableger haben nach zwei Tagen angefangen, Pollen einzutragen und Weißelzellen zu ziehen. Am 2. Juni haben zwei der Töpfe eine legende Jungkönigin und der Topf ist komplett mit sechs Waben gefüllt. Brutfutter und Pollen sind vorhanden.

Im dritten Topf sind wir unsicher, ob das Volk eine Königin ziehen konnte. Sie bauen nur wenig aus, sind aber sonst aktiv. Dieser Topf ist im weiteren Verlauf drohenbrütig geworden, er ist mit vier Waben ausgebaut. Das eingelagerte Wachs und Waben bleiben im Keramiktopf.

Am 4. Juli haben wir vom Pfahlbaumuseum Unteruhldingen einen gebrauchten Experimental-Kochtopf bekommen und mit einem Schwarm gefüllt. Die Königin hat mit Brüten angefangen, wir konnten frische Brut sehen. Am gleichen Tag haben wir das Experiment mit einem herkömmlichen Keramiktopf nochmals versucht. Wir haben eine handtellergroße Wabe mit auslaufender Brut und eine weitere handtellergroße Wabe mit Stiften mit Wachs in den Topf geklebt. Am 1. August war auch dieser Topf mit einer laufenden Königin besetzt und komplett ausgebaut (*Abb. 12*).



Abb. 12: Zwei Keramiktöpfe ausgebaut mit Waben. – Two flower pots full with combs.

Vorbereitung unserer gesamten Klotzbeuten auf den Winter

Wir haben unsere Bienen in den Klotzbeuten drei Varroamilben-Behandlungen unterzogen, zweimal mit Ameisensäure und eine Langzeitbehandlung mit Amitraz. Die Fluglöcher wurden mit Ästen verkleinert, damit die Bienen einen größeren Schutz haben und somit ihr Flugloch besser verteidigen können.

Projektergebnisse

Die besonders gute Entwicklung unserer Bienenvölker in den Klotzbeuten steht sicher im Zusammenhang mit dem besonders warmen und trockenen Sommer 2018. Bis Mitte Oktober hatten wir Tagestemperaturen von 21-30°C. Selbst die Nachttemperaturen sind nicht unter 8°C

gefallen. Auch blühen noch Springkraut, Efeu, kanadische Goldrute und Wiesenblumen bis Ende Oktober, die Bienen können sich somit optimal auf den Winter vorbereiten. Beobachtung an sämtlichen Klotzbeuten: Alle Bienenvölker bauen in Kaltbauweise! Erfahrungen aus den stehenden Klotzbeuten mit Armierungsstäben: Rückblickend stellen wir jetzt fest, dass die Holzarmierungen in den stehenden Klotzbeuten das Bewirtschaften sehr erschweren. Wir wissen noch nicht, wie wir die Königin während der Ernte am besten schützen.

Die Erfahrungen aus unseren Klotzbeuten mit Defekt haben uns gezeigt, dass der Pfahlbaumker einen zuerst als ungeeignet aussehenden Baumstamm mit einfachen Mitteln, mit Moos, Spaltbrettern und aus Fell geschnittener Schnur/Seil geflickt haben könnte.

Interpretation und Erkenntnisse

Unsere liegenden Klotzbeuten haben sich durch ihre gute Wabenlänge und Erntemöglichkeiten auch als eine erfolgreiche, einfache und praxisorientierte Bewirtschaftung erwiesen. Die Bewirtschaftung von Klotzbeuten mit Leisten scheint uns die einfachste Art, zu imkern, mit der Möglichkeit das Bienenvolk zu steuern. Die Völkervermehrung, Schwarmkontrolle und das Abernten des Honigs, die Brutnestkontrolle und Völkervermehrung können mit der Leistenmethode nachhaltig erfolgen.

Ausblick

Im Frühjahr 2019 möchten wir in einem nachgebauten Kochtopf nach Horgener Art mit einem Rauminhalt von 30 bis 40 Litern mit den Erfahrungen aus Klotzbeute 8 ein ganzes Bienenjahr imkern sowie das Bienenvolk lebend über den Winter bringen. Mit der Leisten-Bewirtschaftung wollen wir mit zwei Klotzbeuten durch das Jahr 2019 gehen. Außerdem wollen wir versuchen, Bienen in einfachen Erdgruben zu halten. Ein Jahreskalender über die heimischen Trachtpflanzen, unter der Berücksichtigung der Gegebenheiten in der Stein- und Bronzezeit, ist in Planung. Wir sind sehr gespannt, wie die Bienen den Winter in den Klotzbeuten überleben, in welcher Volksstärke sie aus dem Winter kommen und wie sie sich nach der Frühjahrsentnahme des Winterfutters weiterentwickeln.

Literatur

BLEICHER, N. 2018: Steinzeit im Parkhaus. Zürich 2018.

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

ROFFET-SALQUE, M., ET AL. 2015: Wide-

spread Exploitation of the Honeybee by Early Neolithic Farmers. Nature 527, 2015, 226-230.

GUBER, S. 2017: Prehistoric Beekeeping in Central Europe – a Themed Guided Tour at Zeiteninsel, Germany. EXARC Journal Issue 2017/2.

Abbildungsnachweis

Abb. 1, 3-4, 6, 8, 11-12: H. Gieß

Abb. 2, 5, 7, 9, 10: C. Zorn

Autoren

Herbert Gieß, Christoph Zorn, Katrin Zorn
Pfahlbau-Erleber©

Freunde und Förderer der Pfahlbau-
Ausstellung Dingelsdorf e.V.

Rathaus-Platz 1

78465 Konstanz-Dingelsdorf

Deutschland

pfahlbau-dingelsdorf@gmx.de

Rezeptentwicklung von Opus Caementitium zur Verwendung in Hypokaustheizungen

Einfluss der Ausgangsmaterialien

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

Summary – Development of a recipe of Opus Caementitium for use in a hypocaust; influence of the starting materials. *Because of the high temperatures in the hypocaust there are considerable lateral expansions which generates high compressive stress on the walls and damages to the building are produced. In connection to the reconstruction attempts it has become clear that the recipe of the ancient material Opus Caementitium has to create a material which has enough compressive strength but also minimizes lateral expansions under higher temperature.*

In the course of a thesis at the HTL in Innsbruck experiments with anhydrate, dry slaked lime, lime putty and quicklime and crushed brick were done do investigate the influence of starting materials in the development of a recipe of Opus Caementitium. The results showed further evidences for recipe attempts and formed a basis for a final recipe which could finally be used in practice.

Keywords: Roman screed, hypocaust, recipe attempts

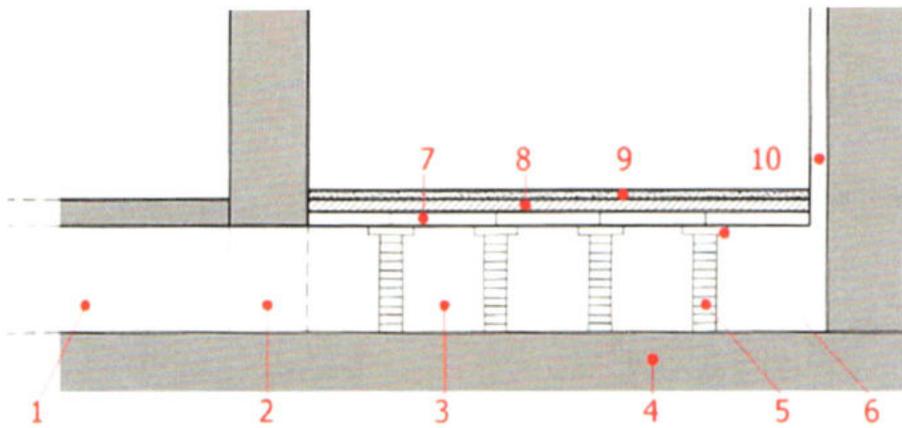
Schlagworte: Römischer Estrich, Hypokaust, Mischungsuntersuchungen

Durch die hohen Temperaturen im Hypokaust (Abb. 1) entstehen bei Verwendung üblicher moderner Baumaterialien erhebliche Längenausdehnungen, die in weiterer Folge zu hohen Druckspannungen auf die Wände und dort zu Zerstörungen führen können. Mag. Dr. Hannes Lehar, Universität Innsbruck, Institut für Archäologien, Fachbereich Klassische und Provinzialrömische Archäologie, lieferte mit den im Zuge seiner Dissertation erarbeiteten Rechenmodellen der Temperaturverläufe erste Anhaltspunkte zum auftretenden Temperaturbereich (Abb. 2).

Mischungsentwürfe

Erste Materialversuche in der Serie 1 (Abb. 3) zeigten die gravierenden Unterschiede in der Längenausdehnung in Abhängigkeit von der Baustoffzusammensetzung.

Nachdem in einem ersten Schritt durch Herstellung unterschiedlichster Mischungen mit modernen qualitätsgesichert hergestellten Ausgangsstoffen die Grundwirkungsweise von Kalkmörteln unter Temperatureinfluss untersucht wurde, sollte nun in einer weiteren Diplomarbeit der



- | | |
|---------------------------------------|---------------------|
| 1 Praefurnium (prefurnace/fire place) | 6 Support plate |
| 2 Firing channel | 7 Suspensur plates |
| 3 Hypokaust | 8 Rough screed |
| 4 Soil under hypokaust | 9 Fine screed |
| 5 Hypokaustpillar | 10 Smoke extraction |

Abb. 1: Aufbau Hypokaustheizung (Lehar). – Cross section of a hypokaust (Lehar).

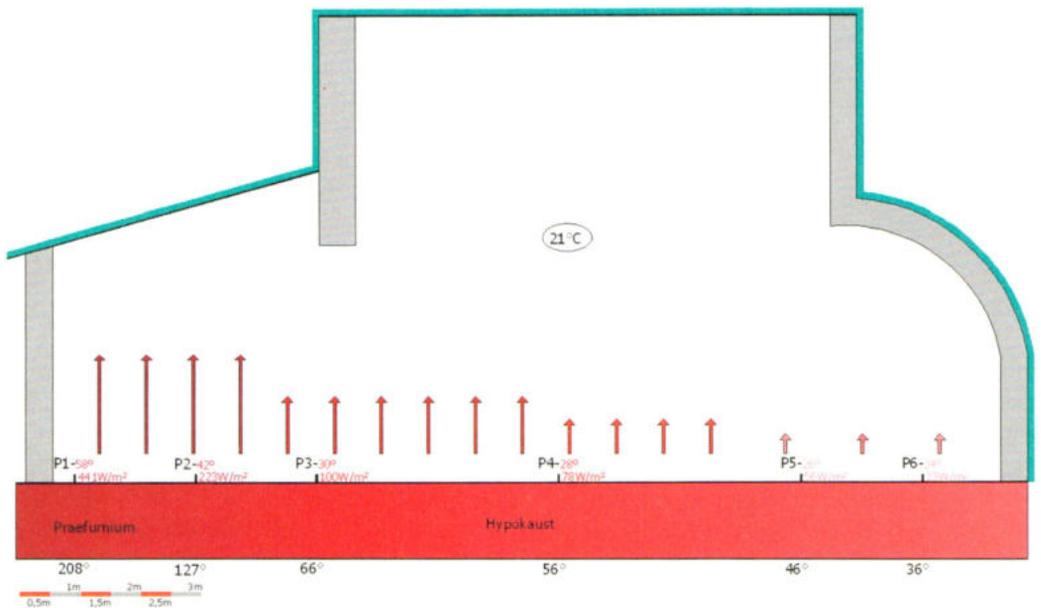


Abb. 2: Temperaturverlauf in einer Hypokaustheizung (Lehar). – Temperatures in a hypokaust (Lehar).

1. testseries	2. testseries	3. testseries
hydrated lime (modern)	hydrated lime (modern)	
	dry slaked lime	
	lime putty (wood fired)	
	lime putty (gas fired)	lime putty (gas fired)
		quicklime
fly ash		
		ash
processed hydraulically addition for concrete production		
fine aggregate 0/4 (limestone)	fine aggregate 0/4 (limestone)	fine aggregate 0/4 (limestone)
		fine aggregate 0/4 (quartz)
water	water	water
crushed brick (modern)	crushed brick (modern)	
	crushed brick (recreated)	
		crushed brick (Xanten)

Abb. 3: Ausgangsmaterialien. – Starting materials.

Einfluss der einzelnen Ausgangsmaterialien analysiert werden.

Im Zuge der Versuche wurden unterschiedlichste Arten von Kalk verwendet. Beginnend mit dem Kalkhydrat der ersten Versuchsserie wurden nun Mischungen mit trocken gelöschtem Kalk, Sumpfkalk – sowohl gasgebrannt als auch holzgebrannt – und ungelöschtem Kalk hergestellt. Die Einflüsse der unterschiedlichen Kalke sollten damit sichtbar werden.

Neben den unterschiedlichen Kalken wurden auch die zugegebenen Ziegelarten variiert. Neben den bereits untersuchten Bruchstücken moderner Ziegel wurden nun nachgebrannte Ziegelbruchstücke und schlussendlich Ziegelbruchstücke eines alten Fundes aus Xanten für die Versuche verwendet. Die Ziegel wurden wie in der ersten Versuchsserie zerschlagen und in eine praktikable Größenverteilung gebracht.

Nach mehreren Versuchen wurde schlussendlich entschieden, auch die Ge-

steinskörnung zu variieren, um die Frage des Einflusses einer karbonatischen Gesteinskörnung gegenüber einer quarziti-schen Gesteinskörnung abklären zu können.

Auf Grund neuerer Überlegungen zum Thema Frühfestigkeitsentwicklung und unter Anwendung heute noch unter dem Begriff „Ausheizen“ gebräuchlicher Vorgangsweisen wurde eine Prüfsérie über Feuer wärmebehandelt.

Um eine Reproduzierbarkeit zu ermöglichen und doch ein Herstellverfahren zu finden, welches von den Römern bau-praktisch angewandt worden sein könnte (leider wurden keine Aufzeichnungen dazu in der Literatur gefunden), wurden wie bereits in der ersten Testserie folgende Festlegungen getroffen:

- Die Wasserzugabe erfolgte rein aus optischen und verarbeitungstechnischen Gründen.
- Kein fixes „Wasser-/Bindemittel-Verhältnis“.



Sample	fine aggregate - limestone	Processed hydraulically addition for Concrete Production	Hydrated Lime (modern)	Fly Ash (modern)	crushed brick (modern)	water
Sample 1	3	0,95	0,05	0	0	0,465
Sample 2	3	0	0,05	0,95	0	0,45
Sample 3	3	0	1	0	0	0,848
Sample 4	3	0,9	0,1	0	0	0,495
Sample 5	3	0	0,1	0,9	0	0,428
Sample 6	3	0,85	0,15	0	0	0,488
Sample 7	3	0	0,15	0,85	0	0,405
Sample 8	3	0,8	0,2	0	0	0,42
Sample 9	3	0	0,2	0,8	0	0,435
Sample 10	3	0,72	0,18	0	0,1	0,435
Sample 11	3	0	0,18	0,7	0,1	0,438
Sample 12	3	0,5	0,5	0	0	0,533
Sample 13	3	0	0,5	0,5	0	0,484
Sample 14	3	0,385	0,385	0	0,3	0,48
Sample 15	3	0,575	0,195	0	0,23	0,398
Sample 16	3	0	0,5	0	0,5	0,585

Abb. 4: Mischungen und Mischungsverhältnisse der Serie 1. – Mixtures test 1.

- 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 Gesteinskörnung wurde gegenüber der ersten Testserie nun frei gegeben, d.h. die Mischungen gingen von 3:1 bis 1:3, wobei zur Gesteinskörnung auch der Anteil

der gebrochenen Ziegel dazu gezählt wird.

Wiederum 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 zu den 16 Rezepturen der Serie 1 (Abb. 3) 13 Rezepturen in der Serie 2 (Abb. 4) und 8 Rezepturen in der Serie 3 (Abb. 5).



Sample	fine aggregate - limestone	hydrated lime (modern)	dry-slaked lime	lime putty (wood fired)	lime putty (gas fired)	crushed brick (modern)	crushed brick (recreated)	water
Sample 1	0	3	0	0	0	1	0	3,03
Sample 2	0	3	0	0	0	1	0	2,66
Sample 3	2	3	0	0	0	1	0	2,66
Sample 4	3	0	0,5	0	0	0	1	0,24
Sample 5	7,9	0	1,3	0	0	0	3	1,26
Sample 6	1,5	0	3	0	0	0	1	0,17
Sample 7	1,5	0	0	3	0	0	1	0
Sample 8	1,5	0	0	0	3	0	1	0
Sample 9	1,5	3	0	0	0	0	1	1,13
Sample 10	1,5	0,75	0,75	0,75	0,75	0	1	0,32
Sample 11	2	3	0	0	0	0	1	2,65
Sample 12	1	0	6	0	0	0	1	0,25
Sample 13	1	0	1	0	0	0	1	0,34

Abb. 5: Mischungen und Mischungsverhältnisse der Serie 2. – Mixtures test 2.

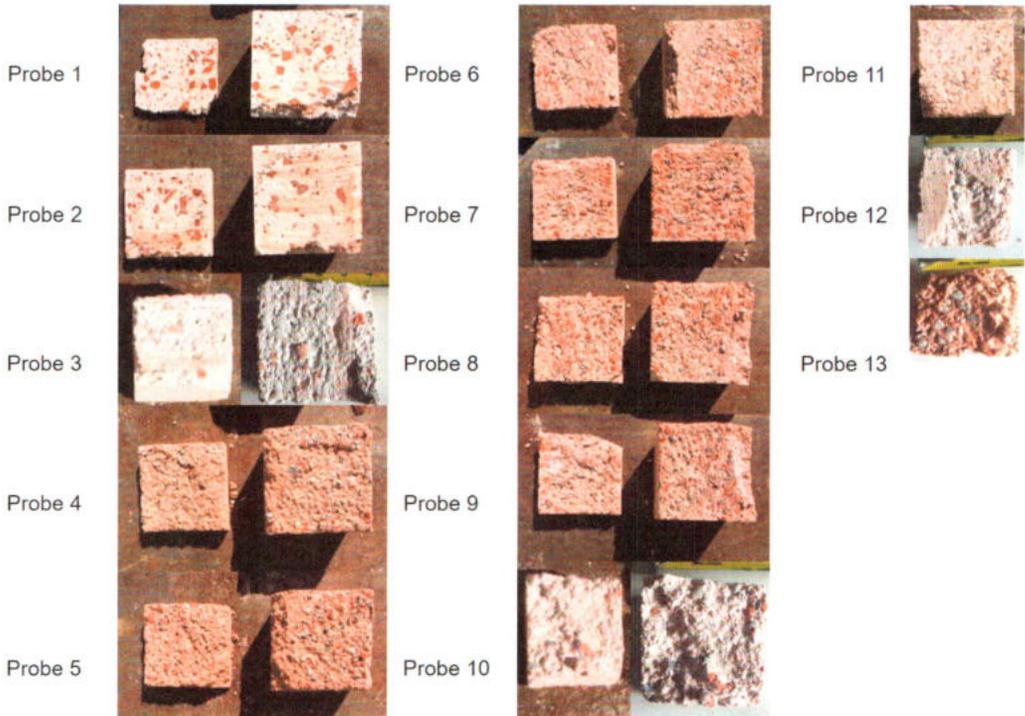


Abb. 6: Schnitte durch die Probekörper der Serie 2. – Cross sections through the test specimens test 2.

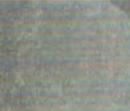
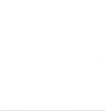
							
Sample	fine aggregate - limestone	fine aggregate - quartz	lime putty	quicklime	crushed brick	water	ash
Sample 1	3	0	1	0	0,33	0,45	0
Sample 2	0	3	1	0	0,33	0,45	0
Sample 3	3	0	1	0	0,33	0,45	0,1
Sample 4	0	3	1	0	0,33	0,45	0,1
Sample 5	3	0	0,9	0,1	0,33	0,45	0
Sample 6	0	3	0,9	0,1	0,33	0,45	0
Sample 7	0	0	0,9	0,1	3	1	0
Sample 8	0	0	0,9	0,1	3	1	0

Abb. 7: Mischungen und Mischungsverhältnisse der Serie 3. – Mixtures test 3.

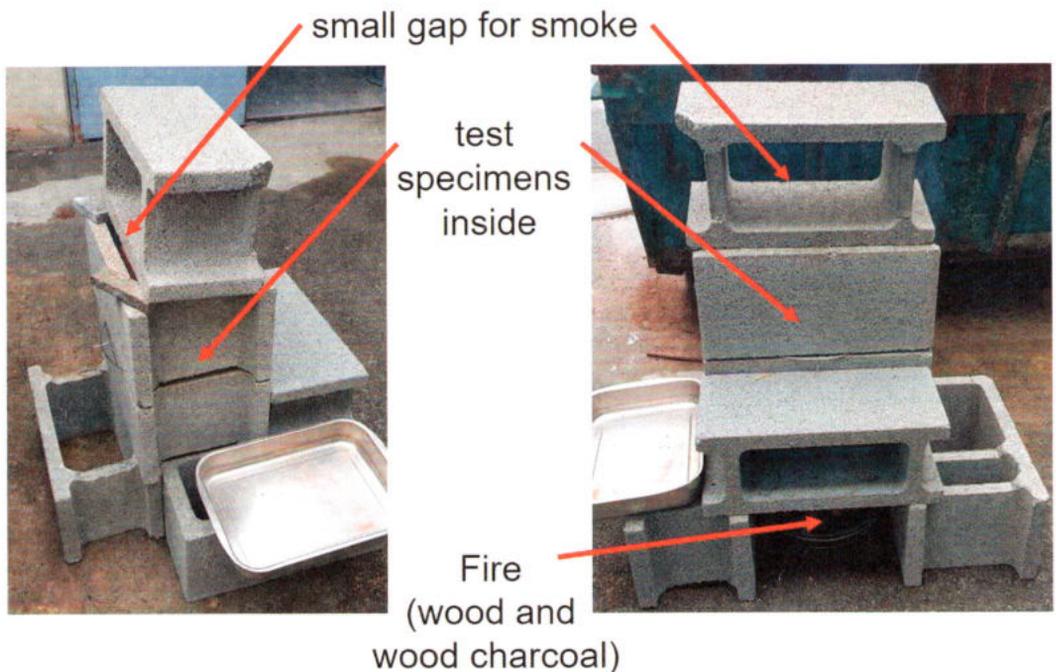


Abb. 8: Ofen zum Ausräuchern der Probekörper. – Heating system for fumigating the specimens.

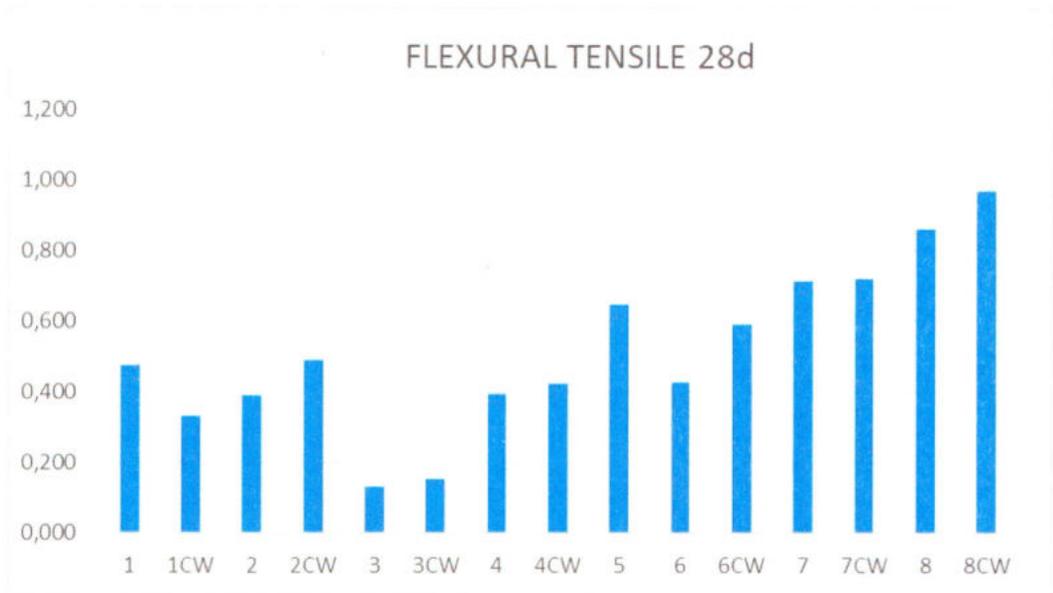


Abb. 9: Biegezugfestigkeiten nach 28 Tagen, Serie 3. – Flexural strength after 28 days, serie 3.

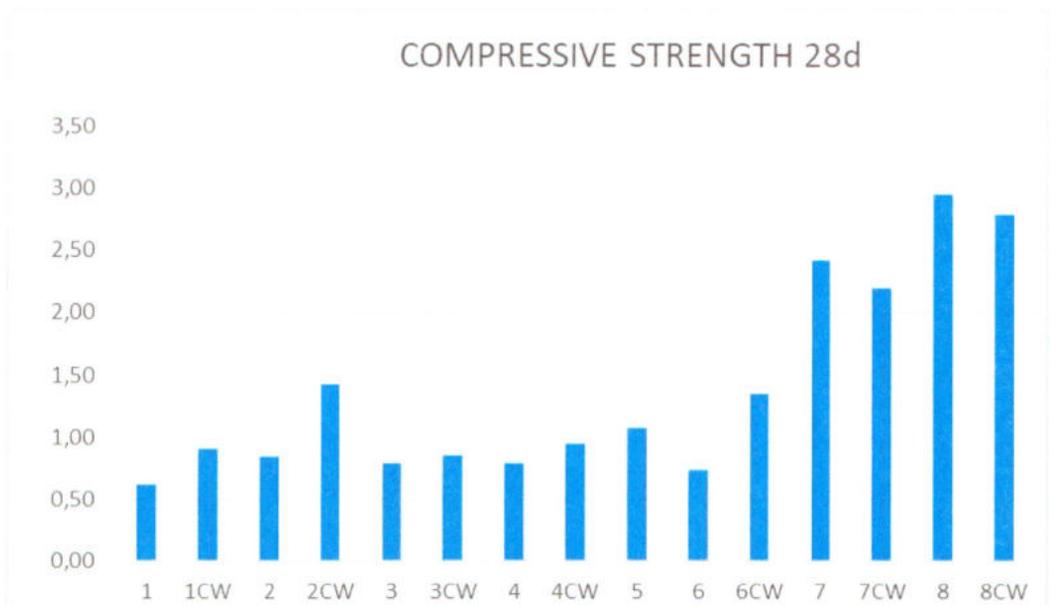


Abb. 10: Druckfestigkeiten nach 28 Tagen, Serie 3. – Compressive strength after 28 days, Serie 3.

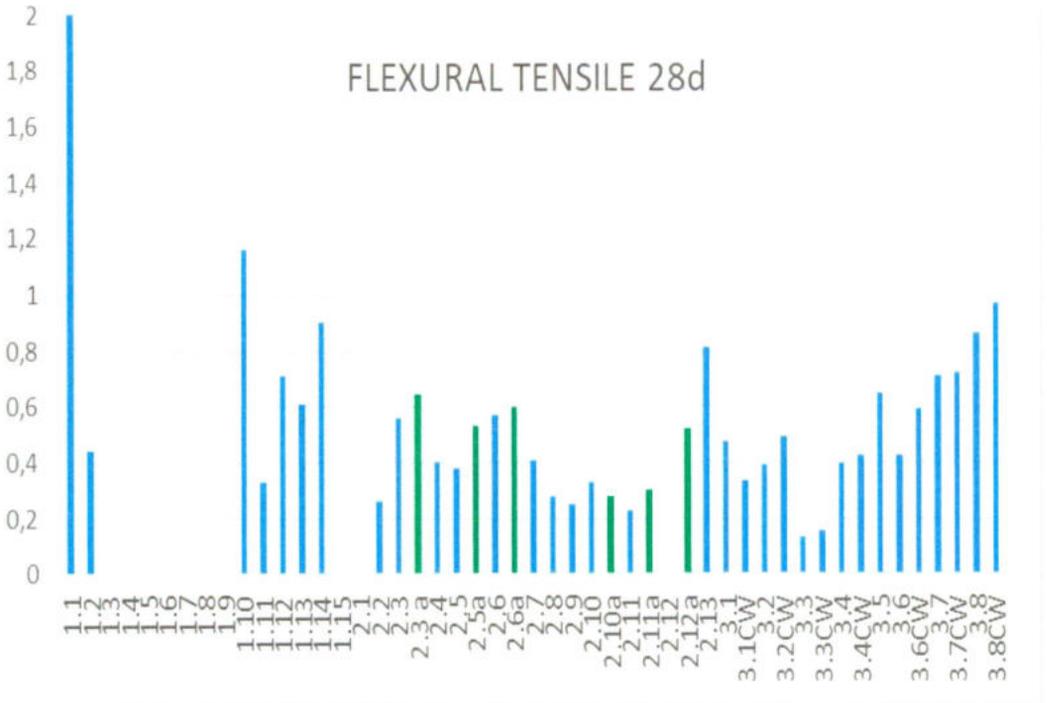


Abb. 11: Biegezugfestigkeiten nach 28 Tagen. – Flexural strength after 28 days.

Je Mischung wurden dann folgende Probekörper 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 in der Versuchsserie 2 (Abb. 6) die Anfangsfestigkeiten und die erzielbaren 28-Tage-Festigkeiten bei weitem nicht für die Verwendung der Rezepturen in der Praxis geeignet sind (Abb. 12). Sowohl Kalkhydrat und trocken gelöschter Kalk als auch Sumpfkalk reichen nicht aus, um eine genügend rasche Reaktion hervorzurufen.

Die Verwendung der nachgebrannten Ziegel (handgestrichene Ziegel mit den Abmessungen 37/37/5 cm aus dem Ziegeleimuseum in Lage, Dr. Andreas Immenkamp) brachte auch keinen signifikanten Unterschied gegenüber der Verwendung von hochgebrannten modernen Ziegeln. Der nachgebrannte Ziegel ist so gut gebrannt, dass er quasi einem modernen gebrannten Ziegel entspricht und somit keine hydraulische freie Komponente mehr im Ziegel vorhanden ist.

Nach Abschluss der Serie 2 wurde nun ein völlig neuer Ansatz getroffen.

In der Serie 3 wurde in einem ersten Schritt eine Versuchsserie mit quarzitischen Gesteinskörnungen im Vergleich zu den Kalksanden gefahren, um eventuelle Einflüsse aus dem Sand ausschließen zu können. Hier zeigten sich keine signifikanten Unterschiede.

Aus jeder Mischung wurde nun aber ein Probekörper zum Vergleich in die Abluft eines Ofens gegeben, um ein „Ausräu-

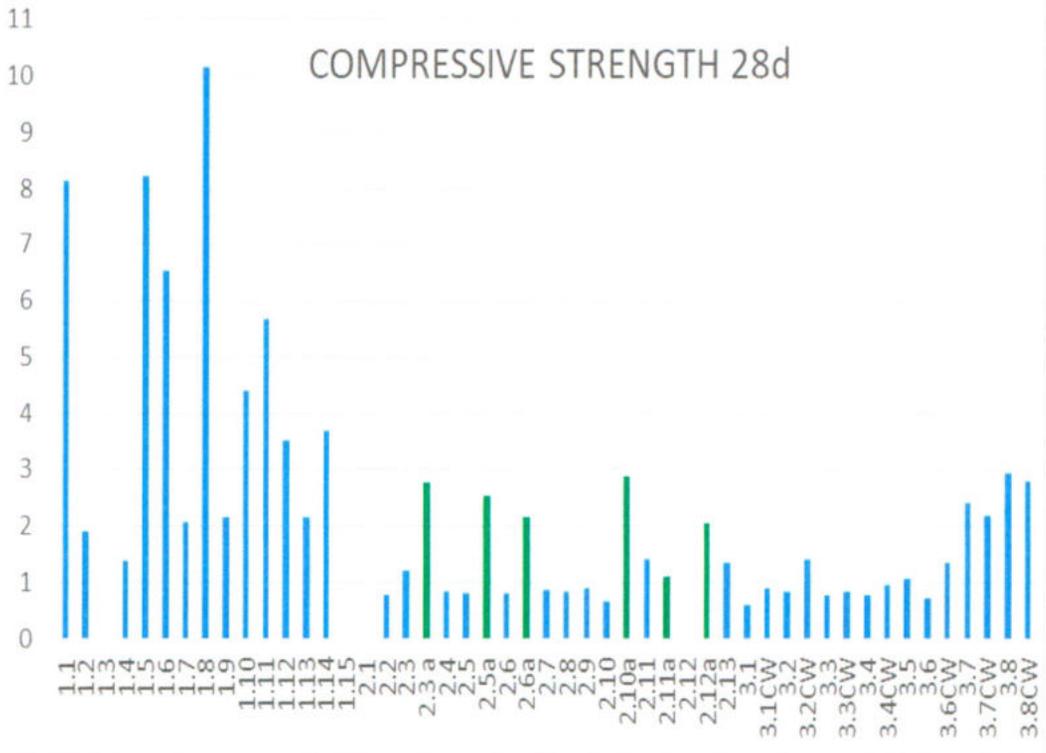


Abb. 12: Druckfestigkeiten nach 28 Tagen. – Compressive strength after 28 days.

chern“ zu bewirken (Abb. 8). Bereits zur Zeit der Römer wurden die Bauwerke mit Öfen „ausgeheizt“. Bei den Mischungen ohne ungelöschten Kalk konnte dadurch eine Verbesserung der 28-Tage-Druckfestigkeiten erzielt werden (Abb. 9-10).

Anschließend wurden Mischungen mit Sumpfkalk und ungelöschtem Kalk sowie Gesteinskörnung und gebrochenen Ziegeln aus den Funden von Xanten hergestellt. Es zeigten sich dabei erstmalig annähernd praxistaugliche Anfangsfestigkeiten und 28-Tage-Druckfestigkeiten (siehe Abb. 12).

Die Weiterführung der Gedankengänge zur Erhöhung der Reaktivität führte schlussendlich zu den Mischungen 7 und 8 (Abb. 7).

Die gesamte Gesteinskörnung wurde nun durch gebrochene Ziegel aus den Funden von Xanten ersetzt, die Mischung aus Sumpfkalk und ungelöschtem Kalk wurde

beibehalten. Auch hierbei wurde wieder jeweils ein Probekörper „geräuchert“. Es zeigten sich bei beiden Mischungen praktikable Verarbeitungsmöglichkeiten, sehr gute Anfangsfestigkeiten und auch gute 28-Tage-Druckfestigkeiten. Die Biegezugfestigkeiten liegen ebenfalls in einem guten Bereich. Die hohe Reaktivität des ungelöschten Kalks gemeinsam mit der höheren Reaktivität der nieder gebrannten alten Ziegel führte zu diesen ansprechenden Ergebnissen (Abb. 9-12).

Ausblick

Aus den Ergebnissen der Serie 3 abgeleitet werden derzeit weitere Mischungen untersucht, die der Verbesserung der Verarbeitbarkeit und den Untersuchungen an größeren Probekörpern dienen sollen. Die überzähligen Probekörper der Serien 2 und 3 werden zur Bestimmung von

Festigkeiten späterer Zeitpunkte verwendet. Weitere Versuche werden mit „natürlichen Zusatzmitteln“ gemacht, welche in unterschiedlichsten Handwerksbereichen seit vielen Jahrhunderten verwendet werden.

Literatur

HÖRTNER, O., HANSER, A. 2018: Opus Caementitium zur Verwendung in Hypokaustheizungen. Diplomarbeit an der Höheren Technischen Bundes-Lehr und Versuchsanstalt 2018.

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

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

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

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.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-2: H. Lehar

Abb. 4: K. Maier, D. Draxl, M. Leismüller, M. Muigg

Abb. 5-6: K. Maier, A. Hanser, O. Hörtner

Abb. 3, 7-12: K. Maier, Ch. Hörtnagl

Autoren

Dipl.-Ing. Dr. techn. Klemens Maier
MAIER-MAIER ZIVILTECHNIKER GmbH
Kreith 43
6162 Mutters
Österreich
mmzt@aon.at
klemens.maier@versuchsanstalt-ibk.at

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

Trenkwaldnerstraße 2
6020 Innsbruck
Österreich

Christian Hörtnagl

Student an der Universität Innsbruck, Fakultät für Chemie und Pharmazie

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

Trenkwaldnerstraße 2
6020 Innsbruck
Österreich

Der „Norische Nischenofen“: studiert – probiert

Hannes Lehar

Summary – The “Noric Nischenofen“: studied – tried. *This oven is known to us so far in two construction types only via Roman findings in the area of present-day Carinthia, from East Tyrol and in the environs of Salzburg – so from the southern part of the province of Noricum. It actually does not have any relationship with other Roman heating systems, it is a singular appearance, with which the professional world hasn't dealt with so far. This article presents a description of the finds, as well as the (so far unpublished) results from heating experiments of the author with a replica of such an oven in March 2012. This experiment was conducted with the help of the municipal fire brigade Innsbruck in a run-down house. In doing so, it was investigated whether a warming of the room could be reached, or whether warmth was only palpable in the area of its heat radiation. The development of noxious substances was also documented. The results will also be used for explanation of the positioning of these ovens in the forum of Aguntum (East Tyrol).*

Keywords: Noric Nischenofen, niche-furnace, Roman heating system

Schlagerworte: Norischer Nischenofen, Nischenofen, Römische Heizung Sonderform

Norische Nischenöfen sind uns bisher nur aus römischen Funden in Kärnten, Osttirol und der Umgebung von Salzburg bekannt – also aus dem südlichen Teil der römischen Provinz Noricum – daher der Name. Sie sind offenbar eine singuläre Erscheinung, mit der sich die Fachwelt bisher kaum beschäftigt hat und die – mit Ausnahme von Aguntum – auch nur sehr lückenhaft dokumentiert ist. Es scheint keine Verwandtschaft mit anderen römischen Heizsystemen zu bestehen. Bisher sind fünf Fundorte bekannt (*Abb. 1*).

16 Exemplare befinden sich im Forum von Aguntum („Municipium Claudium Aguntum“, Osttirol) (TSCHURTSCHENTHALER, AUER 2016, 12; TSCHURTSCHENTHALER

2018, 469; pers. Mitteil. M. Tschurtschenthaler, Ass. Prof. Univ. Innsbruck, Inst. f. Archäologien), eines im Bereich von Iuvavum („Municipium Claudium Iuvavum“, Salzburg) in der römischen „Villa von Hof-Elsenwang“ (Salzburg) (SCHACHINGER 2017, 246) sowie eine größere Anzahl von Exemplaren in der (bisher namenlosen) römischen Siedlung auf dem Magdalensberg (Kärnten) (PICCOTTINI 1980, 237). Ein weiterer Nischenofen wurde in einer (vermutlichen) römischen Straßenstation (*mansio*) im Raum Oberdrauburg (Kärnten) (GOSTENCNIK 2001, 103; 110) und mehrere in den Terrassenhäusern von Teurnia („Municipium Claudium Teurnia“, Kärnten) (ARCHAEOLOGY ONLI-

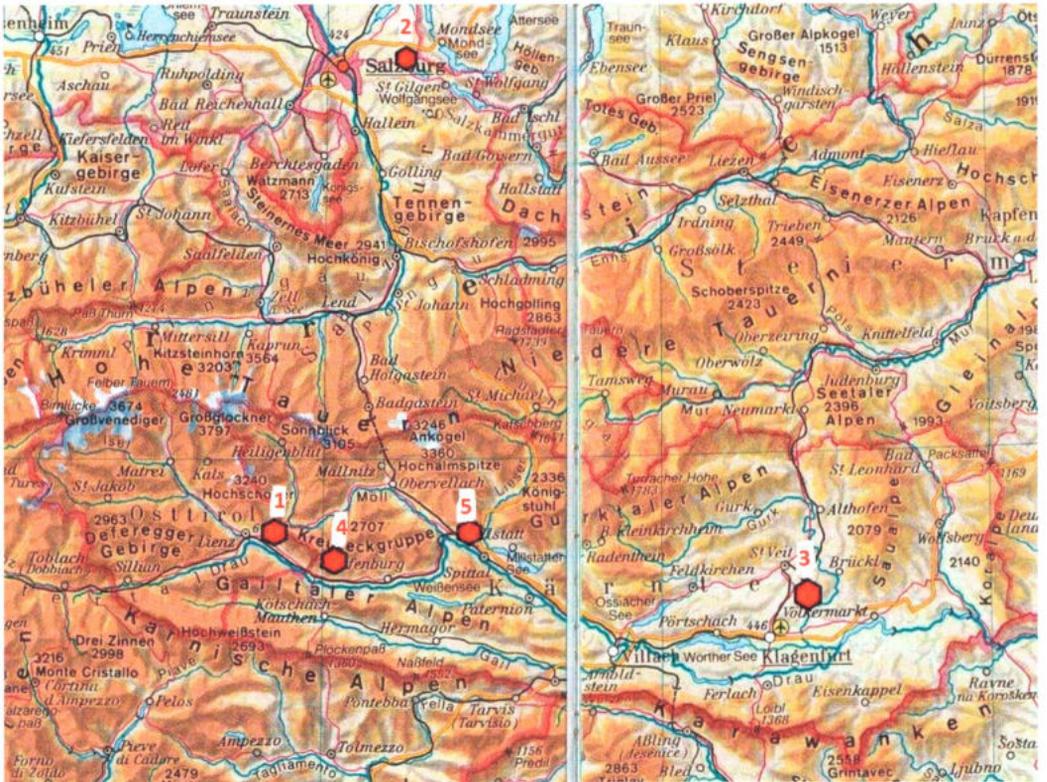


Abb. 1: Fundorte von „Norischen Nischenöfen“. – Places where „Norische Nischenöfen“ have been discovered. 1 Aguntum; 2 Villa von Hof-Eisenwang; 3 Magdalensberg; 4 Oberdrauburg; 5 Teurnia.

NE, 1) gefunden. Nach bisherigen (spärlichen) Publikationen und den Beobachtungen des Autors scheint es zwei Typen gegeben zu haben:

1. Blocknischenöfen, die eine in einen vor der Raumwand errichteten Mauerblock ca. 30 cm eingetiefte, ca. 60-120 cm hohe und ca. 30-40 cm breite apsisartige Nische aufweisen (PICCOTTINI 1980, 239). Dieser Typ ist am Magdalensberg und in Oberdrauburg dokumentiert (Abb. 2-3).

Auf dem Magdalensberg befinden sich diese Öfen jeweils im Mittelbereich einer Wand, in Oberdrauburg ist das einzige dort gefundene Exemplar schräg in einer Ecke des Raums platziert (GOSTENCNIK 2001, 104, Abb. 2). In der Nische und auf einem Sockel oder einer anderen feuerfesten Unterlage unmittelbar davor befand sich die ausgebrannte, nur mehr glühende

de Holzkohle, die als Wärmeträger funktionierte (PICCOTTINI 1980, 239; pers. Mitteil. M. Tschurtschenthaler, Ass. Prof. Univ. Innsbruck, Inst. f. Archäologien). Die Nische war wahrscheinlich als Reflektor der Hitze in den Raum gedacht. Außerdem dürfte der Mauerblock bei längerem Betrieb als Wärmespeicher fungiert haben. Es gab keinen Schornstein (siehe Abb. 2-4), der Abzug der Rauchgase musste also durch Türen, Fenster oder Öffnungen im Dach erfolgen. Gleichzeitig musste für die Zufuhr von Frischluft gesorgt werden.

2. Wandnischenöfen, bei denen die – wahrscheinlich verputzte – Nische in die gemauerte Wand eingelassen ist. Vor der Nische befindet sich, wie beim Blocknischenofen eine feuerfeste Unterlage, die als Holzkohleträger diente. Diese Fläche war von einem ca. 10 cm hohen Wulst



Abb. 2: Magdalensberg, Blocknischenofen in einer taberna vor einer massiven Steinmauer. – Magdalensberg, "Blocknischenofen" in a taberna placed in front of a stonewall.

eingefasst (Abb. 4), um ein Herausfallen des Brennmaterials zu verhindern. Als Material für die Fläche dienten in Aguntum vor allem ganze oder zerbrochene tegulae oder Steine. Die Umrahmung bestand aus Mörtel (Magdalensberg) bzw. aus Steinen oder imbrices (Aguntum) (PICCOTTINI 1980, 238f.; TSCHURTSCHENTHALER 2018, 475 Abb. 3; pers. Mitteil. M. Tschurtschenthaler, Ass. Prof. Univ. Innsbruck, Inst. f. Archäologien). Auf dem Magdalensberg entspricht ihre Größe der der Blocknischenöfen (PICCOTTINI 1980, 237), im Forum von Aguntum sind sie kleiner: Höhe ca. 50 cm, Breite ca. 30-33 cm, Tiefe ca. 24-30 cm (pers. Mitteil. M. Tschurtschenthaler, Ass. Prof. Univ. Innsbruck, Inst. f. Archäologien), (Abb. 4). Auch bei dieser Form ist kein Rauchabzug nachweisbar, obwohl zwei der Öfen in voller Höhe erhalten sind (Abb. 4; pers.



Abb. 3: Magdalensberg, Blocknischenofen in einem Handwerkerhaus vor einer Wand aus lehmverputztem Flechtwerk; links oben ist das feuergefährliche Flechtwerk der Wand zu sehen. – Magdalensberg, "Blocknischenofen" in a craftsman's-house in front of a wall made of inflammable clay-plastered wickerwork.

Mitteil. M. Tschurtschenthaler, Ass. Prof. Univ. Innsbruck, Inst. f. Archäologien). Eigentlich ist das aus heutiger Sicht schwer zu verstehen, da sich zumindest in Aguntum die Öfen immer in einer Außenwand befinden und im Scheitelbereich der Nische ein Durchbruch nach außen ganz einfach herzustellen wäre. So aber gilt hier wie auf dem Magdalensberg: Der Abzug der Rauchgase musste durch Türen, Fenster oder Öffnungen im Dach erfolgen.

In Aguntum wurden Wandnischenöfen im Bereich des Forums (Abb. 5) erst bei den Grabungen ab 2012 entdeckt (TSCHURTSCHENTHALER, AUER 2016, 12; pers. Mitteil. M. Tschurtschenthaler, Ass. Prof. Univ. Innsbruck, Inst. f. Archäologien). In fast



Abb. 4: Aguntum, Raum 276: der am besten erhaltene Wandnischenofen; gut erkennbar ist, dass der Schwerpunkt der Verbrennung des Heizmaterials vor der Nische lag; die Türöffnung ca. 25 cm rechts des Nischenofens ist noch nicht geöffnet und nur schwer erkennbar. – Aguntum, room 276: the best preserved “Wandnischenofen”; it is easily perceptible that the main area of the burning was in front of the niche; the door in the stone-wall ap. 25 cm on the right side of the “Nischenofen” is not yet opened and only difficult to identify.

allen Räumen sind sie in gleicher Anordnung zu finden, sie waren offenbar von vornherein eingeplant. Sie befinden sich immer in der Mitte der dem Forumsplatz zugewandten Außenwand des Raumes; wahrscheinlich um eine gleichmäßige Abstrahlung der Wärme in den Raum zu gewährleisten. Der seitliche Abstand zur Eingangstür des Raums beträgt einheitlich ca. 20-25 cm (pers. Mitteil. M. Tschurtschenthaler, Ass. Prof. Univ. Innsbruck, Inst. f. Archäologien). Das lässt darauf schließen, dass dadurch eine gute Versorgung der Feuerstelle mit Sauerstoff erzielt werden sollte. Wo sich die notwendigen Abzugsöffnungen für den Raum befanden, lässt sich leider nicht feststellen, die Mauerreste sind zu niedrig. Auch hier

bieten sich hoch liegende Fenster oder vor allem Öffnungen im Dach an, wobei allerdings anscheinend zumindest ein Teil des Forums über ein Obergeschoß verfügte (Tschurtschenthaler 2018, 471). Die Entdeckung der Nischenöfen in Aguntum wurde durch die Tatsache erschwert, dass die Mauern aus Bachstein-Schalmauerwerk und die Muren, mit denen der Debantbach Aguntum meterhoch verschüttete, ebenfalls aus Bachsteinen bestehen. Sie wurden gemeinsam mit dem Versturz in die Nischen hineingedrückt, sodass diese kaum zu erkennen waren. Außerdem sind sie vielfach nur fragmentarisch erhalten (Abb. 6). Erst gezielte Suche ermöglichte das Auffinden der Nischenöfen. In Abb. 4 kann man die-



Abb. 5: Aguntum, Grundriss des Forums, Stand der Ausgrabung 2016; die Nischenöfen sind in der hofseitigen Wand der beheizten Räume eingezeichnet. – Aguntum, ground plan of the forum, as known up to the excavation in 2016; the “Nischenöfen” are marked in the wall to the inner yard.

se Schwierigkeit erkennen: Die Türöffnung 25 cm rechts des Nischenofens ist noch nicht geöffnet und auf den ersten Blick nicht als solche erkennbar. Abb. 6 zeigt eine der weniger gut erhaltenen Nischen und ihren Abstand von ca. 25 cm zur Eingangstür des Raumes.

Aus welcher Zeit stammen nun die bisher gefundenen Nischenöfen? Die ältesten

Exemplare finden sich auf dem Magdalensberg, wo sich bereits vor der Eroberung Noricums durch die Römer (15 v. Chr.) eine römische Handels- und Handwerkersiedlung (emporium) befand. Aus antiken Quellen fand man heraus, dass wahrscheinlich ab 170 v. Chr. (Livius 43,5,1-10), jedoch sicher nach 113 v. Chr. (Appian Kelt. 13,2), ein hospitium publi-



Abb. 6: Aguntum Forum; bereits gereinigter Nischenofenrest in Raum 271; gleich daneben ist die Türöffnung sichtbar. – Aguntum forum, cleaned rest of the “Nischenofen” in room 271; nearby the door is visible.

cum zwischen der Römischen Republik und dem Königreich Noricum bestanden hatte, und sich in diesem Rahmen ein reger Handelsverkehr entwickelte (DOBESCH 1993, 280-315; PICCOTTINI, VETTERS 1990, 12). Als Behausung dienten auf dem Magdalensberg in dieser Zeit unterirdische Wohnkeller aus Steinmauerwerk. Nur in diesen wurden auf dem Magdalensberg bisher die ältesten Wandnischenöfen gefunden (PICOTTINI 1980, 239). Es kann vermutet werden, dass diese Konstruktion von der norischen Bevölkerung übernommen wurde; ein Beweis dafür fehlt aber bisher. Picottini nimmt italienische Vorbilder an, ohne jedoch solche zu nennen (PICOTTINI 1980, 239). Die Wohnkeller wurden mit dem Ausbau der Siedlung ab ca. 88 v. Chr. zugeschüttet oder zu Lagerräumen umgestaltet (PICCOTTINI, VETTERS 1990, 16). Die Wohn- und Geschäftsräume (tabernae) wurden in neu

errichtete Gebäude (teilweise mit Obergeschoß) übersiedelt (PICCOTTINI, VETTERS 1990, 13). Dort findet man vor allem aus spätaugusteischer Zeit – die Siedlung war nach der Eroberung Noricums kurzfristig Provinzhauptstadt (PICCOTTINI, VETTERS 1990, 19) – die Blocknischenöfen (PICOTTINI 1980, 239). Ein Grund für das Auftreten dieses Bautyps könnte in der Bauweise der neuen Häuser liegen, in denen auch Wände aus verputztem Flechtwerk verwendet wurden. In diese konnten – aus Platz und Brandschutzgründen – keine Wandnischenöfen eingebaut werden (vgl. Abb. 3 links oben). Um das Jahr 45 n. Chr. wurde die Siedlung auf dem Magdalensberg schlagartig aufgegeben und das neu im Tal gegründete Virunum (Municipium Claudium Virunum) wurde Provinzhauptstadt (PICCOTTINI, VETTERS 1990, 21f.). Damit endet auch die Zeit der Nischenöfen auf dem Magdalensberg. Die



Abb. 7: Der Nachbau eines Nischenofens zu Versuchszwecken. – Reconstruction of a „Nischenofen“ for experimental purposes.

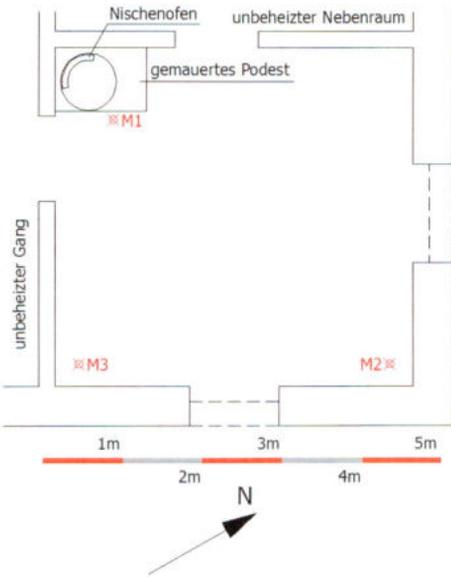


Abb. 8: Der Versuchsraum (Grundriss), die Raumhöhe betrug 3,10 m; M1-M3 bezeichnet die Messpunkte für die Raumlufttemperatur. – The testing room (ground plan), height of the room 3,10 m; M1-M3 marking the points of taking rooms temperature.

anderen Fundstätten von Nischenöfen datieren beginnend von der Periode der claudischen Stadtgründungen in Noricum: Aguntum Herrschaftszeit Claudius (Tschurtschenthaler 2018, 469), Teurnia Herrschaftszeit Claudius/Nero (Archaeology Online, 1), Villa von Hof-Elsenwang wahrscheinlich Anfang 2. Jh. n. Chr. (Traian?) (Schachinger 2017, 247), Oberdrauburg vermutlich 2. Viertel 2. Jh. n. Chr. (Gostencnik 2001, 109f.).

Spätere Exemplare sind bisher nicht be-

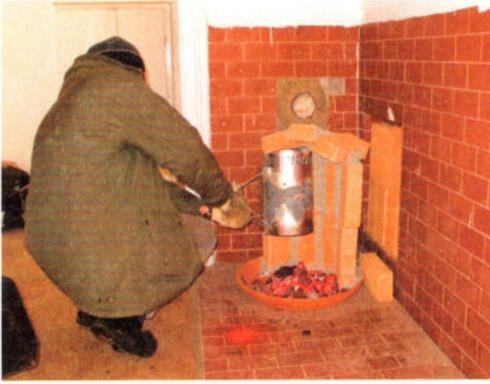


Abb. 9: Einbringen der glühenden Holzkohle in den Nischenofen. – Filling glowing charcoal into the "Nischenofen".



Abb. 10: Messung von Temperatur, CO- und CO₂-Konzentration im Versuchsraum. – Taking the values of temperature, CO- and CO₂-concentration in the testing room.

1. Außentemperatur zu Beginn 0°; sie stieg bis zum Ende auf 9° (sonniger Tag)
2. Temperatur des unbeheizten Nebenraums stieg von 2° auf 6° (sonniger Tag)
3. Temperatur im Versuchsraum vor Beginn der Beheizung 2°
4. Temperaturanstieg im Versuchsraum beginnend nach einer Stunde Beheizung:
 - bei M1 von 9° auf 15°
 - bei M2 von 7° auf 9°
 - bei M3 von 7° auf 9°
5. Die subjektiv empfundene Wärmestrahlung im Bereich von ca. 2,5 m halbkreisförmig entfernt (Abb. 11) war höher, konnte aber mangels eines zur Messung von Strahlungswärme geeigneten Thermometers nicht objektiv gemessen werden.

Tab. 1: Ergebnisse der Messungen – Results of measurements: 1. Outside temperature at start-time 0°C, which increased until the end to 9°C (sunny day). 2. Temperature of the unheated adjoining room increased from 2°C to 6°C (sunny day). 3. Temperature in the experiment-room before beginning to heat 2°C. 4. Temperature rise in the experiment-room starting after one hour of heating: at M1 from 9°C to 15°C, at M2 from 7°C to 9°C, at M3 from 7°C to 9°C. 5. The sentimental value of heat radiation in a semi-circular distance of app. 2,5 m (fig. 11) was higher, but we could not measure objective, because we had no thermometer suitable to measure heat radiation.

kannt. Über Betrieb und Wirkung ist in der Literatur nichts zu finden, außer dass Holzkohle als Brennmaterial verwendet wurde (PICCOTTINI 1980, 238f.). Der Verfasser hat daher am 10.3.2012 in einem zum Abbruch vorgesehenen ehemaligen Wohnhaus in einem aufgelassenen Gewerbegebiet im Tiroler Wipptal mit Unter-

stützung der Berufsfeuerwehr Innsbruck Heizversuche unter anderem mit dem Nachbau eines Nischenofens durchgeführt (dokumentiert in unpublizierten Protokollen des Heizversuchs des Autors am 10.3.2012).

Der Nachbau des Nischenofens (Abb. 7) bestand aus einer runden Tasse mit 70

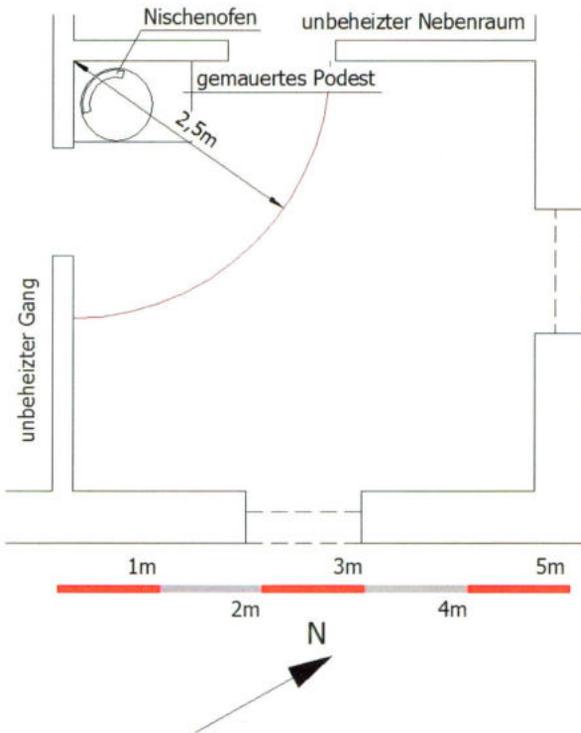


Abb. 11: Bereich der deutlich spürbaren Wärmestrahlung. – Area of clear noticeable heat radiation.

cm Durchmesser und einem Aufbau aus Ziegeln. Seine Höhe betrug 50 cm, die Tiefe der Nische ca. 25 cm. Aus Gründen des Brandschutzes wurde er auf den ehemaligen Platz eines Ofens – einem gefliesten Mauersockel mit Fliesen an der Wand – gestellt. Die Positionierung in einer Raumecke entspricht der in Oberdrauburg (siehe oben). Die Versuchsanordnung ist in Abb. 8 wiedergegeben.

Der Versuch begann um 09:00 und endete um 15:00. Die Holzkohle wurde zunächst im Freien entzündet und erst in den Ofen eingebracht, nachdem die Flammen erloschen waren (Abb. 9).

Dadurch sollten die schädlichen Rauchgase von dem Raum ferngehalten werden. Das Nachlegen erfolgte in gleicher Weise.

Die Messungen wurden von Männern der Berufsfeuerwehr Innsbruck durchgeführt (Abb. 10). Gemessen wurden stündlich die Außentemperatur, die Raumlufttempe-

ratur an den Messpunkten (in 1,5 m Höhe) und der CO- (Kohlenmonoxyd) und CO₂- (Kohlendioxyd) Gehalt der Luft in der Raummitte (Tab. 1). Zu Vergleichszwecken wurde auch die Temperatur eines unbeheizten Nebenraums gemessen. Bei der Betrachtung der Werte muss man zusätzlich berücksichtigen, dass die Fenster weitgehend geöffnet werden mussten, weil die CO-Werte (wie von den Offizieren der Innsbrucker Berufsfeuerwehr prophezeit) weit über den für Menschen zulässigen Werten lagen und daher kalte Frischluft zugeführt werden musste. Die Werte betragen trotzdem 30-183 mg/m³. Zum Vergleich: maximal 30 mg/m³ sind für die Dauer einer Stunde an Arbeitsplätzen zulässig (BUNDESGESUNDHEITSBLATT 1997, 425-427)! Die CO₂-Werte hingegen waren zwar erhöht, aber noch im zulässigen Bereich. Unangenehm war auch die starke Geruchentwicklung.

Der Versuch verlief daher aus Sicht des



Abb. 12: Der Nischenofen nach dem Abbrand des Holzes; im Gegensatz zur vorhergegangenen mehrstündigen Beheizung mit Holzkohle hat sich jetzt selbst bei der nur kurzen Abbrandzeit bereits reichlich Ruß gebildet. – The „Nischen-ofen“ after the wood has burned down; as opposed heating with charcoal, which lasted several hours, there is a lot of visible soot after only a short firing with wood.

Verfassers auf Grund fehlerhafter Bedienung des Ofens und der ungünstigen baulichen Voraussetzungen (Be- und Entlüftung nur durch gleich hoch gelegene Fenster) absolut nicht befriedigend; trotzdem einige vorsichtige Schlüsse aus dem Versuch: Vermutlich hätte die Holzkohle noch wesentlich länger im Freien ausbrennen müssen, um die Entwicklung von CO zu reduzieren. Von dieser vollständig ausgebrannten, nur mehr glühenden Holzkohle muss wesentlich mehr in den Ofen eingebracht werden. Es muss ständig eine gute Durchlüftung gewährleistet sein. Eine Querdurchlüftung des Raumes dürfte weniger wirksam sein als eine vertikale Durchlüftung mit Zuluft von unten

und Abluft nach oben. Die Heizwirkung dürfte vor allem durch das angenehme Empfinden der Wärmestrahlung (Abb. 11) und weniger durch eine signifikante Erhöhung der Raumlufttemperatur erzielt worden sein.

Die Römer beherrschten diese Art der Beheizung offenbar besser als unsere Versuchsmannschaft, schließlich war die Raumtemperierung mit glühender Holzkohle durchaus gebräuchlich.

Trotzdem gab es auch in römischer Zeit Rauchgasvergiftungen. Einen Bericht darüber liefert uns Julian Apostata, der im Winter 360 n. Chr. in Lutetia (Paris) Station machte. Er schildert genau, welche Symptome bei ihm auftraten, nachdem

seine Diener versucht hatten, seinen Schlafraum mit Holzkohle in einem Bronzebecken zu erwärmen. Es sind das genau dieselben, die bei einer Kohlenmonoxydvergiftung auftreten. (Jul., Misopogon 341 B-D; vgl. SCHIEBOLD 2005, 259). Indizien für Rauchgasvergiftungen finden sich auch bei T. Lucretius Carus (Lucr., VI,792,803). Neuburger erwähnt in seinem Buch in diesem Zusammenhang Galen und Erasistratus (NEUBURGER 1977, 256). Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass bei einem parallel zu diesem Versuch in einem anderen Raum laufenden Heizversuch mit einem Holzkohlebecken gleich hohe CO-Werte auftraten. Diesbezüglich macht es offenbar keinen Unterschied, ob die Holzkohle in einem Nischenofen oder einem Kohlebecken eingesetzt wird.

Ein abschließend alternativ mit Holzfeuerung versuchter Betrieb des Nischenofens (Abb. 12) lieferte zwar höhere Raumtemperaturen (bis zu 13°C), war aber verbunden mit noch höheren CO-Werten (bis zu 464 mg/m³), bei denen auch ein kurzzeitiges Betreten des Raums nur mit einem Sauerstoffgerät möglich war; außerdem war der Raum sofort dicht verqualmt. Holzfeuerung ist in diesem Fall also keine Option.

Zum Schluss noch ein Zitat aus der Zeit vor 1900, wo in Italien noch mit glühenden Holzkohlen geheizt wurde: „Die Krell'sche Behauptung [Ing. Otto Krell, *Altrömische Heizungen 1901 – Anm. des Verfassers*], dass man auch im Norden für die Heizung eines Zimmers von gewöhnlicher Größe mit einem Kohlebecken von Tellergröße auskomme und dass deren Anwendung in keiner Weise gesundheitsgefährlich sei, mag jeder am eigenen Leibe erproben, der sich für die Sache interessiert. Aus dem Jahre 1866 erinnere ich mich noch, dass in Rom die Cafes, Restaurants, Friseurläden und dergl. bei Aussentemperaturen von -1 bis +3 Grad R. [= -1,75 bis +3,75°C – Anm. des Ver-

fassers] mit offenen Kohlebecken geheizt wurden und dass sich Männer und Weiber der tönernen Kohlenbecken (Scaldini) zur Erwärmung des Körpers bedienten. Diese waren schon etwas grösser wie Suppenteller und wurden auf dem Markte von den Weibern unter den Rock gestellt oder beim Hinaussehen zum Fenster mit den Armen umfassen und mit dem umgehängten Halstuch verdeckt. Gestorben ist in den Cafes niemand an dem Kohlenrauch; aber die in letzteren aus dem Kohlenbecken entwickelte Stickluft machte den Aufenthalt unerträglich, und wir zogen es oft vor, lieber im Überrock in ungeheizten Räumen zu frieren, als aus einem durch Kohlebecken erwärmten Raume mit einem schweren Kopf für die Arbeit unfähig von dannen zu ziehen“ (DURM 1905, 362f.). Das ist möglicherweise mit ein Grund dafür, dass man z. B. in Aguntum und (aus spätrömischer Zeit) in Lavant (Osttirol) auch in kleinen, bescheidenen Räumen (vielfach nachträglich eingebaute) Hypokaustheizungen findet.

Literatur

ARCHAEOLOGY ONLINE: Teurnia. In: Verein Archäologiepark Virunum – Austria, Società Friulana di Archeologia – Italy, University of Cadiz – Spain, University of Warsaw – Poland, CNR – National Center of Research – Rome, CNR – National Center of Research – Venice (Hrsg.), <<http://wwwg.uni-klu.ac.at/archeo/archeo/st/teurnia/61allg.htm>> (13.05.2018).

BUNDESGESUNDHEITSBLATT 1997: Richtwerte für Innenraumluft. In: BfArH, PEI, RKI, DIMDI, BZgA (Hrsg.), Bundesgesundheitsblatt 11/97. Berlin 1997.

DOBESCH, G. 1993: Die Kelten in Österreich nach den ältesten Berichten der Antike. Wien, Köln, Weimar 1993.

DURM, J. 1905: Die Baustile. Historische und technische Entwicklung. 2. Band: Die Baukunst der Etrusker. Die Baukunst der Römer. Stuttgart 1905.

GOSTENCNIK, K. 2001: Grabungsbericht Oberdrauburg 1995-2001 Schröttelhofer Feld. In: Landesmuseum Kärnten, Abt. für provinzialrömische Archäologie und Feldforschung (Hrsg.), Grabungsberichte 2001. Klagenfurt 2001, 103-115.

NEUBURGER, A. 1977: Die Technik des Altertums. Leipzig 1977.

PICCOTTINI, G. 1980: Herde und Öfen in der Stadt auf dem Magdalensberg. In: H. Vettters, G. Piccottini (Hrsg.), Magdalensberg-Grabungsbericht 14. Die Ausgrabungen auf dem Magdalensberg 1973-1974. Klagenfurt 1980, 233-242.

PICCOTTINI, G., VETTERS, H. 1990: Führer durch die Ausgrabungen auf dem Magdalensberg. Klagenfurt 1980.

SCHACHINGER, U. 2017: Römische Gutshöfe im Umfeld des municipium Claudium Iuvavum im Spiegel der Fundmünzen, (mit archäologischem Fundstellenkommentar von R. Kastler). In: F. Lang, S. Traxler, R. Kastler (Hrsg.), Neue Forschungen zur ländlichen Besiedlung in Nordwest-Noricum. *ArcheoPlus* 8. Salzburg 2017, 237-339.

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

TSCHURTSCHENTHALER, M. 2018: Die aktuellen Ausgrabungen im Zentrum des Municipiums Claudium Aguntum. In: G. Schörner, K. Meinecke, Akten des 16. Österreichischen Archäologentages. Wien 2018, 469-477.

TSCHURTSCHENTHALER, M., AUER, M. 2016: Zum Stand der archäologischen Forschung in Aguntum. In: *Alte Mauern – Neue Konzepte. Aguntum – Konservierung und Entwicklung. Fundberichte aus Österreich, Tagungsband 3/2016.* Wien 2016, 9-25.

Historische Quellen

Appian (Ἀππιανὸς Ἀλεξανδρεὺς): Römische Geschichte. Übersetzung O. Veh. Stuttgart 1987-1989.

Julian Apostata (Flavius Claudius Julianus: Misopogon). Übersetzung und Herausgabe M. Giebel. Wiesbaden 2016.

Titus Lucretius Carus: *De rerum natura*. Übersetzung und Herausgabe H. Diels. Berlin 1924.

Titus Livius: *Ab urbe condita*. Übersetzung und Herausgabe K. Heusinger. Braunschweig 1821.

Abbildungsnachweis

Abb. 1-3, 7-12: Hannes Lehar

Abb. 4-6: Leopold Franzens-Universität Innsbruck, Institut für Archäologien, Forschungsbereich Aguntum

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

Reconstruction of an Early Modern Wood-fired Chemist's Furnace

Erica Hanning, Anna Axtmann

Zusammenfassung – Rekonstruktion eines frühneuzeitlichen holzbefeuerten Chemikerofens. Bei der Nachbildung von Rezepten, die chemische Reaktionen beschreiben, können das Gefäß, der Ofen sowie die Wärmequelle das Ergebnis des Experiments ebenso beeinflussen wie die Zutaten der Rezeptur selbst. Infolgedessen können Experimente, die in modernen Elektroöfen durchgeführt werden, ein anderes Ergebnis haben als die, die in der wechselnden Atmosphäre eines Holz- oder Holzkohleofens durchgeführt werden. Um die Bedingungen bei der Arbeit mit Rezepten von mittelalterlichen bis frühneuzeitlichen Texten so nah wie möglich zu gestalten, wurde am Labor für Experimentelle Archäologie des RGZM ein Projekt gestartet, mit dem Ziel, einen kleinen tragbaren Chemikerofen zu rekonstruieren.

Schlagworte: Experimentelle Archäologie, Rekonstruktion, Chemikerofen, Frühe Neuzeit
Keywords: experimental archaeology, reconstruction, chemist's furnace, early Modern Age

Introduction

When recreating recipes describing chemical reactions, the vessel, the furnace, as well as the heat source can affect the outcome of the experiment just as much as the ingredients of the recipe itself.

As a result, experiments carried in modern electric furnaces can have a different result to those carried out in the more variable atmosphere of a wood or charcoal-burning furnace. In order to recreate the conditions as closely as possible when working with recipes from Medieval to Early Modern texts, a project was started at the RGZM Laboratory for Experimental Archaeology, with the goal

of reconstructing a small portable chemist's furnace.

Written resources

There are several different accounts and depictions of the different types of furnaces used in (al)chemical and assaying operations; some of the earliest can be seen as sketches or descriptions in alchemical manuscripts (*fig. 1*). However, many of the sketches and descriptions in the earliest hand-written texts are insufficient for a complete reconstruction. Circa from the 16th century onwards, printed medium became more accessible, and scholarly works with detailed depictions and accompanying



Fig. 1: Alchemical furnaces depicted in an anonymous late 15th century manuscript "Ymage de vie". – Alchemistische Öfen, die in einem anonymen Manuskript aus dem späten 15. Jahrhundert „Ymage de vie" dargestellt sind.

descriptions of the furnaces became more commonplace, in particular in the areas of metallurgy and assaying, alchemy, medicine and distillation (to name a few: AGRICOLA 1556; BIRINGUCCIO 1540; ERCKER 1580; BRUNSWIG 1500; FINCO 1542). One furnace type, the so-called athenor, was used to maintain a steady heat over long periods of time. This furnace type can be seen as the precursor for the portable tower furnaces that were still in use in laboratories well into the 19th century (fig. 2).

Description of the furnace chosen for the reconstruction

Due to space requirements and the need to be able to move and store the furnace when not in use, a portable version of a small chemist's furnace was chosen for



Fig. 2: Depiction of a so-called athenor. Top: from a mid-16th century manuscript by Orontio Finco (1542, 11). Bottom: another depiction of an athenor, with two side furnaces, also known as a slow henry or piger henricus from Pettus 1686 (Tafel II). – Darstellung eines so genannten Athenors. Oben: aus einer Handschrift von Orontio Finco (1542, 11) aus der Mitte des 16. Jahrhunderts. Unten: Eine weitere Darstellung eines Athenors mit zwei Seitenöfen, auch bekannt als Fauler Heinz oder Piger Henricus aus Pettus 1686 (Tafel II).

the reconstruction. In his work "L'art du potier de terre", H. Duhamel du Monceau, describes the works of contemporary 18th century Parisien potteries. Here he includes a chapter of the furnace maker, where he describes several types of furnaces and various vessels used in them, as well as preparation of the clay and the tools used. The furnace described as a „Fourneau de réverbère portative"

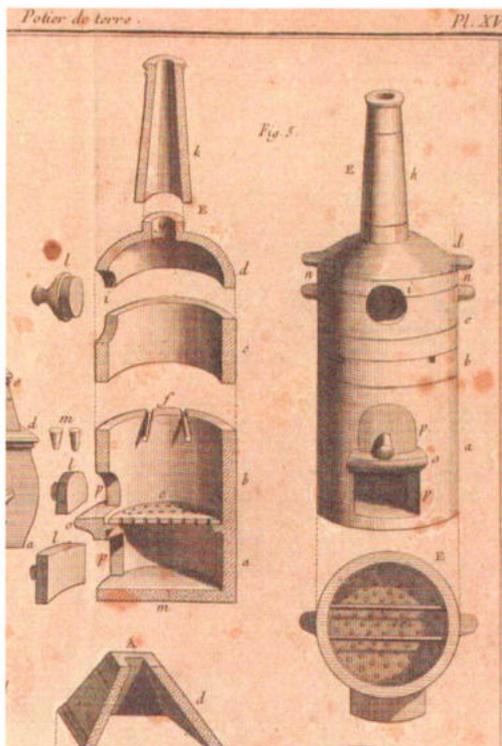


Fig. 3: The furnace described as a “Fourneau de réverbere portable”. – Der Ofen „Fourneau de réverbere portable“.

(DUHAMEL DU MONCEAU 1773, 62 ff., pl. XV, fig. 5) – a portable reverberatory furnace – was chosen as a starting point for the project (fig. 3).

The furnace is comprised of three main chambers: (a) the ash pan, (b) the hearth or fire chamber, and (c) the laboratory. The ash pan is separated from the hearth by a perforated floor (e), on which the fuel is placed. A sand bath, water bath, or retort can be placed on the two iron bars (f) with the beak coming out of a round hole on the side of the furnace (i). Above the laboratory is the dome (d), which helps to circulate the hot air from the hearth and heat the vessel evenly from all sides. With the addition of a chimney (k/h) the draft of the furnace can be strengthened to produce more heat.

Clay

Duhamel not only describes the form of the furnaces, but also goes into detail about the type and mixture of clay used: (DUHAMEL DU MONCEAU 1773, 60ff.)

“Those [furnace makers] from Paris use the clay from Gentilly...for the furnaces intended for chemical operations, as they have to withstand a continuous and violent fire, it is advisable to substitute sand with a substance capable of resisting the greatest action of fire...they combine their clay with grog from brown stoneware pots in which butter from Isigny comes. I do not know if it is founded, that Picardy stoneware is not, to a great extent, as good as Normandy's...they crush them fine enough so that the stoneware molecules are reduced to the size of a millet grain [ca 1,5-2 mm] at most: they mix together as much of this grog as of clay, or five parts of grog with four parts of clay, increasing the dose of grog rather than that of clay; because they rightly claim that the furnaces are all the better if they use more grog as long as there is enough clay to bind it.”

As stated above, the clay preferred by the furnace builders was that which was found in Gentilly (today a commune located ca. 4 km south of the centre of Paris) where several large above and below ground clay pits were located along the banks of the River Bièvre (LEVEAU-FERNANDEZ 2015, 82-90). The color and properties of the clay deposits vary: from white (in Moret; in the forest of Dreux, etc.), grey (in Montereau; in Condé near Houdan), yellow (at Abondant near the forest of Dreux), grey, grey mixed with red and almost pure red (in all the south of Paris from Gentilly to Meudon); in general the clay are quite pure and can be used for faience, stoneware, crucibles and porcelain vases, as well as a red bodied pottery that is hard like stoneware and

	Grog 18/22K	Clay T 7012
Chem. analysis (Gew.-% / weight %)		
SiO ₂	75,00	59,00
Al ₂ O ₃	19,50	32,60
TiO ₂	1,20	2,85
Fe ₂ O ₃	0,90	2,90
CaO	0,20	0,60
MgO	0,40	0,60
K ₂ O	2,10	1,50
Na ₂ O	0,10	0,10
KRG / Grain gravity (g/cm ³)	≥2,20	
Wasseraufnahme / Water absorption (weight %)	<3,0	
WAK (10-6 K-1)		
20 - 400 °C	6,1	
20 - 500 °C	6,5	
20 - 600 °C	7,4	
LIO		10-12
Kärlicher TON- und SCHAMOTTEWERKE Mannheim & Co. KG www.kts-kg.de		

Tab. 1: Composition and properties of the clay and grog used for the reconstructed furnace. – Zusammensetzung und Eigenschaften des für den rekonstruierten Ofen verwendeten Tons und Schamotte.

can be used for cooking (CUIVIER, BRONGNIART 1811, 15-16). The addition of grog – i.e. ground fragments of already fired pottery – reduces shrinkage and allows for a more even drying; when the grog is made from high temperature refractory clay, it also helps to reduce warping and cracking during firing and increases the refractory properties of the finished product (HAMER, HAMER 1990, 299). The grog, however, was not produced from fired vessel made from the local Parisien clay, but instead of stoneware butter jars from the region of Isgny, Normandy, ca. 300 km to the west. In the region of Domfrontais, lower

Normandy, was one of the most active post-medieval stoneware production centers in France, in particularly pottery for tableware, and pots used to conserve and transport food products, such as butter (FAJAL 2013, 153). The main reason for the location of the pottery industry was the clay source, a small roughly 6 km² lens of grey kaolinic plio-Pleistocene clay capable of producing durable, semi-vitrified stoneware (FAJAL 2013, 153; PNRNM 2012). The addition of the fragments of the high-fired stoneware butter jars would have most likely increased the refractory properties of the Parisian clay.



Fig. 4: Building the furnace sections using the coiling technique. – Bau des Ofens mit Tonwülsten.

Due to the fact that the clay pits in Gentilly are no longer in use and the historical stoneware butter jars from Isgny are too valuable to be ground to grog, it was not possible to build the furnace with original materials. As a substitute, clay and grog from a local clay pit were used, with the following chemical compositions (Tab. 1). The mass was mixed with 60% grog - 40% clay, adding sufficient amount of water to create a workable mass.

Building the reconstruction

The form of the furnace is a basic cylinder with an inner diameter of 31 cm and a wall thickness of 2,5 cm. The ash pan, hearth and laboratory have a height of ca 22 cm, the dome 15 cm. Due to the size of the electric kiln that used to fire the furnace, the ash pan and hearth were built in two separate pieces, with a third and fourth section for the laboratory and



Fig. 5: Construction of the ash pan with a wide inner lip to hold the perforated floor. Bottom: perforated floor fitted into the top of the ash pan. – Konstruktion des Aschenkastens mit einer breiten Innenlippe zur Aufnahme des perforierten Bodens. Unten: Perforierter Boden, der in die Oberseite der Aschelade eingesetzt wird.

dome respectively. Each section was made in with coils of clay and then smoothed over on the potters wheel (fig. 4). The ash pan has a solid base with a wider lip on the upper inner rim to hold the perforated floor. The perforated floor is made of a single round slab of clay with 1 cm diameter holes placed in regular intervals over the surface (fig. 5). The ash pan, hearth, laboratory, and dome have stepped rims that fit inside of each other in order to prevent lateral movement of the different sections. On the top of the hearth section, two notches were made on each side in order to place the metal bars to support the vessels placed in the laboratory.

The openings to the ash pan and hearth were cut into the sides of the sections in leather hard state measuring ca 20 cm at the base and 15 cm in height, with a somewhat wider lip at the base in order to better hold the stopper in place. The opening to the laboratory, unlike the original, was first made with a wider half-round opening in order to better place larger crucibles or vessels; the laboratory section can however be exchanged for one with an opening made closer to the original. In order to better move each section, handles were placed on the sides of each section and the dome, as well as on the stoppers for the ash pan and laboratory (fig. 6). Additionally small holes were made in the side of the furnace in order to place thermocouples for temperature measurements at different heights in the furnace. The furnace was allowed to air-dry for roughly 3 weeks then bisque-fired at 950°C.

Firing of the Furnace

Duhamel du Monceau does not go into the firing or use of the furnaces he describes. However description of these furnaces are also found in contemporary books on chemistry: For example, S. Grey, in his book "The operative chemist" (GREY 1828, 87ff.), as well as Lavoisier in "Traité élémentaire de Chimie", describes the make and use of fourneau à réverbère. The furnace is heated by placing fuel (ex. charcoal) on the perforated floor of the hearth. The heat can be regulated by opening and closing the openings of the ash pan, hearth and laboratory, with greater amount of heat being achieved by setting a conical chimney (up to 6 or 9 feet in length) on top of the dome or attaching a pair of bellows to the opening of the ash pan. The vessel to be heated, in most instances a retort, or pot, sometimes in conjunction with a sand or water bath to



Fig. 6: Finished ash pan, hearth and dome (without the laboratory section). – Fertige Aschenkasten, Herd und Kuppel (ohne Laborbereich).

promote a more even heating of the vessel, is placed on the two metal bars of the laboratory. Additionally, LAVOISIER (1789, chap X sect. II), remarks that by leaving off the laboratory section of the furnace and setting the dome directly onto the hearth, the furnace can also then be used for fusion operations, where the crucible or vessel to be heated is set directly into the hot coals of the hearth and heated with the help of bellows. The form of the furnace, without the laboratory, is then similar to the above-mentioned athenor.

A test run of the furnace showed that when filled with charcoal and lit, the natural draught of the furnace was sufficient to bring the temperature up to 1000°C, by leaving opening of the ash pan free, but without the addition of a

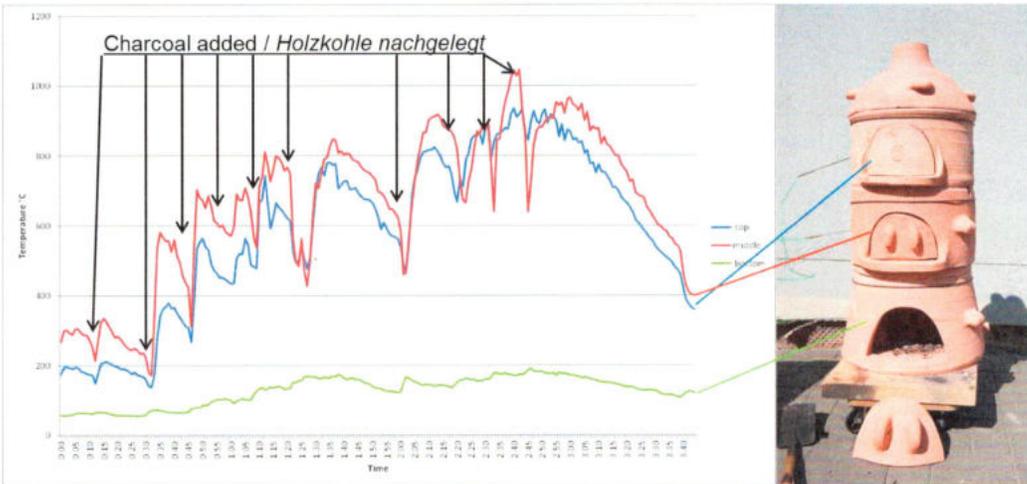


Fig. 7: Firing of the furnace using natural draft. Charcoal is placed in the middle section and air is naturally drawn through the perforated floor from the opening in the ash pan. After ca 2,5 hours a peak temperature of over 1.000°C was reached. Dips in the temperature correspond to when large amounts of charcoal were charged into the furnace hearth through the hearth opening. – Befeuerung des Ofens mit natürlichem Luftzug. Holzkohle wird im Mittelteil platziert und die Luft wird natürlich durch den perforierten Boden aus der Öffnung in den Aschenkasten angesaugt. Nach ca. 2,5 Stunden wurde eine Spitzentemperatur von über 1.000°C erreicht. Temperaturabsenkungen entsprechen dem Fall, dass große Mengen Holzkohle durch die Herdöffnung in den Ofenherd eingebracht wurden.



Fig. 8: Charging charcoal through the hearth opening. Leaving the hearth stopper open for too long also led to a steep drop in temperature. – Laden der Holzkohle durch die Herdöffnung. Auch das zu lange Offenlassen des Herdstoppers führte zu einem starken Temperaturabfall.

chimney (fig. 7). Refilling the charcoal could either be done by opening the hearth stopper (fig. 8), which led to a rather sharp drop in temperature, or by filling smaller amounts of charcoal through the upper dome opening. In all, the furnace was quite fuel efficient with a

relatively small amount of charcoal needed to maintain a steady temperature inside the furnace.

Conclusion and Future Work

Before the furnace can be reliably used

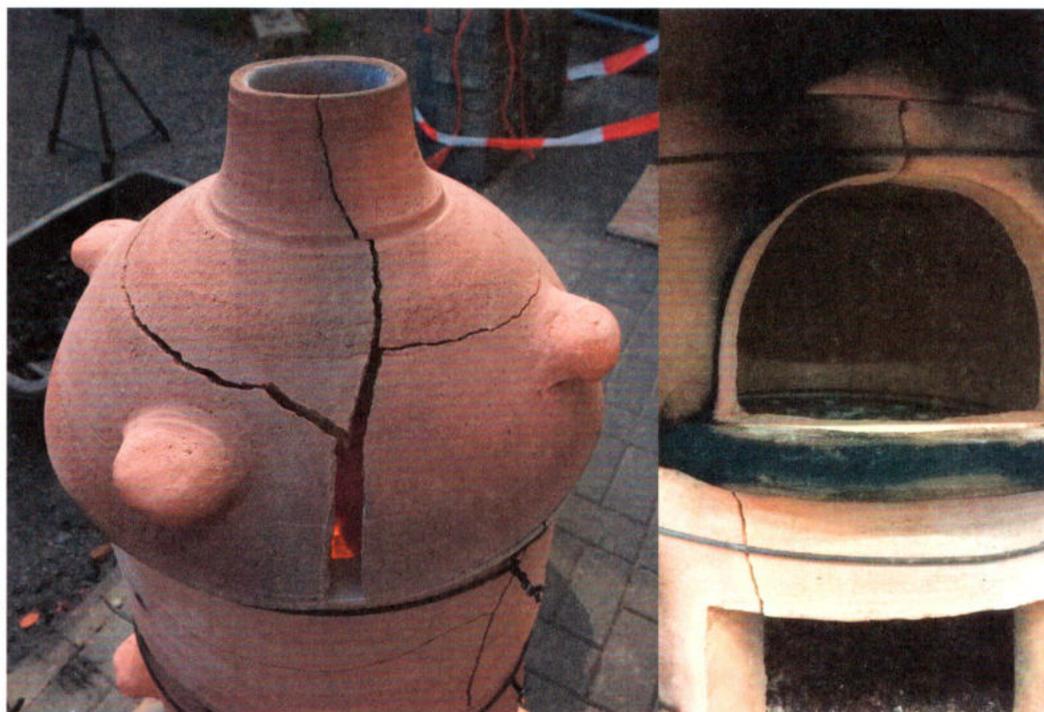


Fig. 9: Cracking of the furnace walls. The main problem with the construction was severe cracking of the furnace walls and dome. – Rissbildung an den Ofenwänden. Das Hauptproblem bei der Konstruktion war die starke Rissbildung an den Ofenwänden und der Kuppel.

for reconstructing historical (al)chemical recipes, several points need to be refined:

- Cracking of the walls (*fig. 9*). The main problem at the moment are the large cracks which appeared at weak points in the furnace walls – ex above the openings in the ash pan and hearth, where the walls were at their weakest, or in the dome. The cracking could have several different reasons:
 - Unsuitable ceramic mass. The furnace has to withstand an extremely large temperature difference from the inner to outer surface; the expansion of the inner surface puts an enormous amount of stress on the furnace walls that can lead to cracking. Although the clay was mixed with 60% grog to increase its refractory properties, it can be that the mineralogical composition of the local clay cannot withstand this
 - thermic shock. Different ceramic masses and amount of grog will be experimented with for future reconstructions.
 - Heating the furnace too quickly. Also a fast heating of the furnace can lead to a too rapid expansion of the inner surface of the furnace, resulting in cracks to relieve the pressure. A slower, more even preheat of the furnace could allow the walls to slowly expand without breaking.
 - Missing information about the construction and composition of the furnace. Although Duhamel du Monceau wrote a detailed description of the work of the contemporary potteries and furnace makers, he himself was not a potter. Instead he wrote the book from a scholarly point of view and not as a construction manual.

It is very likely that some points in the construction of the furnace, such as additional types of temper, the thickness of the furnace walls or using steel wire or bands to strengthen the areas above the openings (as mentioned by Grey when describing this type of Parisien chemists furnace (GREY 1828, 88), were not recorded. This could have also been an intentional omission by the potters themselves, in order to keep the trade secrets, or simply an oversight or oversimplification on the part of the observer.

- Better control of the temperature. Many recipes need a steady and constant heat supply. Large temperature fluctuations could be seen from charging too much charcoal at one time waiting too long to replenish the fuel supply (*fig. 7*); or by inconsistently opening or closing the ash pan and hearth stoppers (*fig. 8*).
- Experimentation with retorts, sand and water baths. Experience also has to be made with the use of the different equipment that is used in conjunction with the furnace.

In all, the portable chemists furnace proved to be a relative fuel efficient and easy to operate alternative to a modern electrical furnace in which to use for experimentation of historical (al)chemical recipes, as well as for demonstrations for the general public.

Literature

AGRICOLA, G. 1556: De re metallica, Buch VII: Vom Probierteswesen. 1556.
BIRINGUCCIO, V. 1540: De la pirotechnia. Libri X..., in Venetia, per Venturino Roffinello ad istantia di Curtio Navò e fratelli. 1540.
BRUNDSCHWIG, H. 1500: Hie anfahren ist das Buch genant Liber de arte distillandi, von

der Künst der Distillierung. Straßburg 1500. <http://daten.digital-sammlungen.de/bsb00031146/image_1>.

CUVIER, G., BRONGNIART, A. 1811: Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris, avec une carte géognostique et des coupes de terrain. Baudouin, imprimeur de l'Institut impérial de France (Paris). <<http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb31986136f>>.

CRAMER, J. 1794: Anfangsgründe der Probierteskunst. Leipzig 1794.

DUHAMEL DU MONCEAU, H. L. 1773: L'art du potier de terre. Descriptions des arts et métiers par l'Académie royale des sciences. Paris 1773. <<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k10666564/f10.image>>.

ERCKER, L. 1580: Beschreibung allerfürnemisten mineralischen Ertzt unnd Bergkwercks Arten. Prague 1580.

FAJAL, B. 2013: Post-Medieval Stoneware from Southern Normandy: Production at Ger between the 16th and 18th Centuries. In: P. Pope, S. Lewis-Simpson (eds.), Exploring Atlantic Transitions: Archaeologies of Transience and Permanence in New Found Lands. Woodbridge 2013, 152-162.

FINCO, O. 1542: Liber singularis de alchemiae praxi, ex secretioribus Philosophorum monumentis summa fide ac diligentia compilatus; in quo naturales ac verae (si quae sint in arte) operandi rationes, absque sophisticatione vel ambagibus continentur. Manuscript. Bibliothèque nationale de France. <<http://archivesetmanuscrits.bnf.fr/ark:/12148/cc66347m>>.

GREY, S. F. 1828: The Operative Chemist. London 1828.

HAMER, F., HAMER, J. 1990: Lexikon der Keramik und Töpferei: Material, Technik, Geschichte. Augsburg 1990.

LAVOISIER, A. 1789: Traité élémentaire de Chimie, présenté dans un ordre nouveau et d'après les découvertes modernes. Paris 1789.

LEVEAU-FERNANDEZ, M. 2015: Histoire du

Val de Bièvre: Des origines aux années 1970. Fresnes: Écomusée du Val de Bièvre 2015. <http://ecomusee.agglovaldebievre.fr/sites/default/files/val_de_bievre.pdf>.

PETTUS, J. 1686: Fleta Minor. The Laws of Art and Natur, in Knowing, Judging, Assaying, Fining, Refining, and Inlarging the Bodies of Confin'd Metals. Bateman 1686.

PNRNM 2013: Argiles plio-pléistocènes de Saint-Gilles-des-Marais. <www.apgn.fr/apgn/carte_site/fic_s61_19.pdf>.

Authors

Erica Hanning, Anna Axtmann
Römisch-Germanisches Zentralmuseum
Leibniz-Forschungsinstitut für
Archäologie,
Kompetenzbereich Experimentelle
Archäologie
An den Mühlsteinen 7
56727 Mayen
Deutschland
hanning@rgzm.de
axtmann@rgzm.de

Picture credits

Fig. 1: <<https://wellcomelibrary.org/item/b18935722#?c=0&m=0&s=0&cv=134&z=-0.5929%2C0.5389%2C1.6464%2C1.0342>>

Fig. 2: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bt_v1b52505226b>

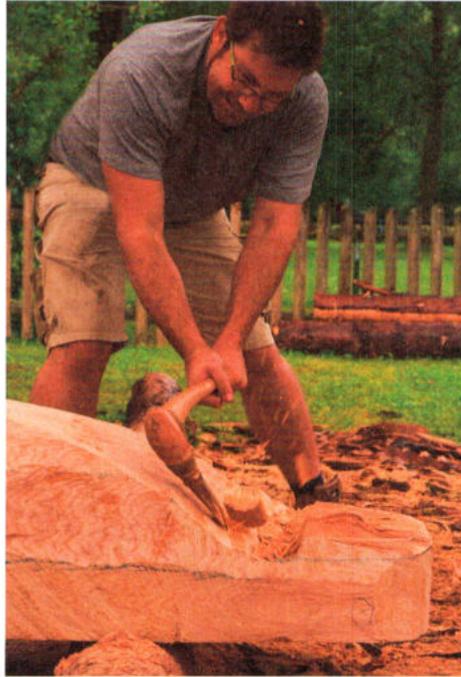
Fig. 3: DUHAMEL DU MONCEAU 1773, 62 ff., pl. XV, fig. 5

Fig. 4, 7, 9: Photo: RGZM, E. Hanning

Fig. 5, 6: Photo RGZM, A. Axtmann

Fig. 8: Photo RGZM, M. Herdick

Table 1: Kärlicher Ton- und Schamottewerke, Urmitz.



Rekonstruierende Archäologie

Eine Möglichkeit zur Herstellung prähistorischer Keramikrepliken

Erika Berdelis
unter Mitwirkung von Gisela Nagy

Summary – A possibility to make replicas of prehistoric pottery. For almost 30 years Erika Berdelis has been doing practical research on prehistoric pottery shaping and firing methods. She looked for techniques reproducing the look and structure of original sherds. Also, the process should consume as few resources as possible, because she is convinced that true craftsmanship reveals itself through “simple finesse” or “refined simplicity”.

She has reached a high level of authenticity in her replicas by thorough examination of originals, in close contact with archaeologists and ceramicists, as well as by copying the whole process using prehistoric means, from gathering clay and additional materials to firing the pottery in a pit. Therefore, her replicas can be found in many museums and institutions in Middle Europe and are also used in historical enactment projects.

In this paper, Erika Berdelis would like to pass on her approach, her proceedings, her tricks and hacks to interested readers.

Keywords: prehistoric pottery, replicas, shaping, pit firing

Schlagworte: prähistorische Keramik, Repliken, Herstellung, Grubenbrand

Einleitung

Erika Berdelis beschäftigt sich seit drei Jahrzehnten mit der Herstellung von Repliken prähistorischer Gefäße, sie hat schon mehrere mitteleuropäische Museen damit beliefert.

Für die Herstellung von originalgetreuen Repliken muss der ganze Herstellungsprozess von der Tongewinnung bis zum Grubenbrand reproduziert werden (BERDELIS 2001a; BERDELIS, NAGY, in Vorb.). Auf die Verwendung von handelsüblichen Materialien muss dabei bei allen Arbeitsschritten verzichtet werden, sie lassen die

Replik unweigerlich «unecht» erscheinen. Da ihre Repliken den Originalen täuschend ähnlich sehen, verkauft Erika Berdelis nicht an Privatpersonen und achtet streng darauf, dass ihre Gefäße nicht in den Kunsthandel gelangen. Die Repliken sind alle signiert und durch kleine, bewusst eingearbeitete Abweichungen von den Originalen unterscheidbar (Abb. 1).

Die Tonmasse

Das A und O einer guten Replik ist die nach prähistorischer Art aufbereitete und



Abb. 1: Vergleich von Original (links) und Replik (rechts) einer bichrom bemalten Schale aus Ürschhausen-Horn TG. – Comparing original (left) and replica (right) of a bichrome painted bowl from Ürschhausen-Horn TG.

gemagerte Tonmasse. Sie bestimmt die Oberfläche und damit das Aussehen des Gefäßes, unabhängig davon, wie es gearbeitet und verziert wurde. Eine industriell aufbereitete Masse durch Nachbearbeiten der Oberfläche auf „alt“ zu trimmen, gelingt nicht!

Da sich Ton je nach Lagerstätte unterschiedlich zusammensetzt (WEISS 1972, 137-138; HEIMANN 1978/79, 79; WEISS 1991, 295; 297; 298 mit Abb. „Tonminerale“; HOFMANN, MUMENTHALER, WITZIG 1997, 90-91, Tab. 4.9-4.10), verwendet man für eine Replik idealerweise Rohmaterial aus der Großregion der Fundstelle. Dazu sucht man oberflächennahen Lehm, z. B. an Bachufern, Hangabrutschen oder in tiefen Gräben.

Für größere Mengen Lehm fragt man am besten bei einer Tongrube an, ob man Oberflächenmaterial aus dem Randbereich der Abbauzone entnehmen darf (die tiefer liegenden Tone sind für unsere Zwecke ungeeignet); in der Regel sind die Betreiber äußerst interessiert und entgegenkommend.

Um den Lehm von Verunreinigungen zu befreien, lässt man ihn sehr gut durchtrocknen, löst ihn in Wasser auf und siebt

ihn dann zweimal durch. Stoff ist für dieses Schlämmen ungeeignet, da dessen feine Löcher sofort verstopfen.

Die gereinigte „Lehmbrühe“ lässt man mehrere Tage stehen. Wenn sich die schweren Teilchen auf dem Boden abgesetzt haben, kann man das überschüssige Wasser vorsichtig abgießen. Fängt man dieses Wasser auf und lässt es erneut stehen, kann der zweite entstehende Bodensatz als Basis für feinen Malschlicker verwendet werden.

Die nun reduzierte Masse lässt man während mehrerer Tage in weiten Schüsseln unter gelegentlichem Rühren im Schatten zu einer weichen, knetfähigen Masse eintrocknen. Wenn die Masse die Konsistenz von Quark erreicht hat, sollte man sie aus dem Becken nehmen und auf einem Brett aufhäufen, sonst wird sie zu zäh und lässt sich kaum mehr herauslösen.

Anschließend wird die Tonmasse gut durchgeknetet und luftdicht verpackt im Keller oder in einer Erdgrube frostfrei gelagert. Durch eine lange Lagerung (mindestens zwei Wochen, idealerweise mehrere Monate oder gar Jahre), das sogenannte Mauken oder Sumpfen, wird die plastische Qualität der Tonmasse verbes-



Abb. 2: Abplatzung an einer Replik, verursacht durch ein Kalkbröckchen im Ton („Kalktreiber“). – Damage on a replica caused by a piece of lime in the clay.

sert (HEIMANN 1978/79, 82; JAUCH 2014, 17-19).

Die Magerung

Das gebräuchlichste Magerungsmaterial sind je nach geologischen Verhältnissen kalkfreie Steine wie Gneis, Granit, Verrucano oder Schiefer. Ideal ist vergrustes, d. h. verwittertes Material aus Moränen, doch können harte Steine auch durch mehrmaliges Erhitzen und Abschrecken mürbe gemacht werden. Dabei muss unbedingt ein Augenschutz getragen werden. Anschließend lassen sich die Steine in einem Mörser zerklopfen.

Im Gegensatz zu fraktioniertem Quarzkies aus dem Handel umfasst diese selbst hergestellte Steinmagerung Körner verschiedener Größe. Lediglich der entstandene feine Steinmehl muss ausgesiebt werden, da er die Tonmasse unelastisch und bröselig macht.

Kalkhaltige Steine, und seien sie noch so

klein, sind unbedingt zu vermeiden, weil sie nach dem Brand wieder Feuchtigkeit aufnehmen, sich dabei ausdehnen und so zu Abplatzungen oder gar zum Bruch des Gefäßes führen (Abb. 2).

Kalk in mikroskopisch feinsten Form ist dagegen unproblematisch, die gebrannte Ware erhält dadurch lediglich eine gelbliche Farbe, wie man sie von Backsteinen her kennt.

Eine geeignete Schamottemagerung kann aus Ausschusskeramik hergestellt werden, nicht jedoch aus gebrannten Ziegeln oder Backsteinen, da diese viel zu hart sind.

Die spitzen und scharfkantigen Magerungskörner aus Stein oder Schamotte verhaken sich mit den Tonplättchen und machen die Gefäße so stabiler im Gebrauch. Sand dagegen ist – trotz anderslautender Angaben in der Literatur und im Internet – als Magerungsmaterial ungeeignet! Durch die kugelige Mikrostruktur hält die Tonmasse viel schlechter zusam-

men, das Gefüge des gebrannten Gefäßes ist sehr brüchig.

Da organische Magerungsmaterialien wie Stroh, Häcksel, Spelzen, Mist etc. beim Brand verkohlen und kleine Hohlräume im Scherben und an der Oberfläche hinterlassen, müssen sie fein geschnipselt oder zerrieben werden, sonst leidet die Festigkeit des Gefäßes. Arbeitet man mit Mist, ist der Status der Tetanusimpfung zu überprüfen.

Es mag überraschen, wie viel Magerung zugeschlagen werden muss: Für eine Replik sollten 25-30% Gewichtsprozent feine oder grobe Stein- bzw. Schamotte magerung eingeknetet werden, sonst reißt das Gefäß spätestens beim Brand. Bei organischer Magerung wird so viel Material wie möglich eingearbeitet, idealerweise im Volumenverhältnis 1:1 zur Tonmasse.

Für das Einkneten muss das Magerungsmaterial befeuchtet werden, da es sonst dem Ton zu viel Feuchtigkeit entzieht. Die Unterlage muss sauber sein, es dürfen weder Erde noch Sand in die Masse gelangen.

Ist die Magerung gleichmäßig eingearbeitet, lässt man die fertige Tonmasse in Plastik verpackt nochmals einige Tage ruhen, sie wird so geschmeidiger und besser verarbeitbar.

Die solchermaßen vorbereitete Tonmasse, ob rein oder gemagert, ist unbeschränkt haltbar. Besonders die gemagerte Masse sollte ab und zu kontrolliert und mit einem Zerstäuber befeuchtet werden, da sie schneller austrocknet als die reine.

Der Gefäßaufbau

Bevor man mit dem Aufbau eines Gefäßes beginnt, muss man das Original genau studieren. Da der Ton beim Trocknen und Brennen um ca. 5-10% schwindet, muss die Replik entsprechend etwas größer angefertigt werden. Doch wichtiger als eine exakte Größe ist der Charakter des Gefäßes, der sich aus dem allge-

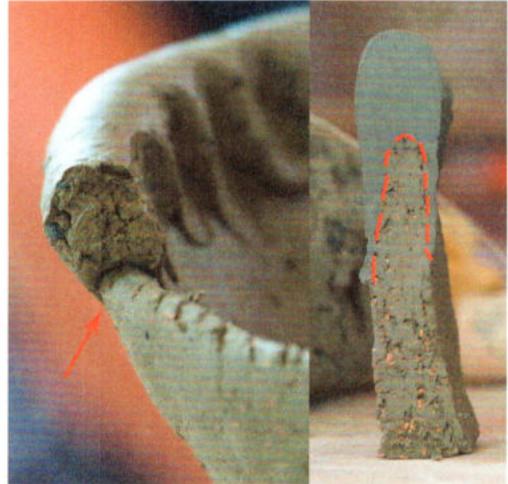


Abb. 3: U-förmig verstrichener Wulst. – Coil applied in U-shape.

meingültigen Stil seiner Zeit und den persönlichen Eigenheiten des Handwerkers zusammensetzt.

Die Verarbeitung des „prähistorischen“ Tons braucht etwas Übung, da er gröber, bröseliger und weniger schmierig ist als handelsüblicher Ton. Er ist auch weniger bildsam, lässt sich schlecht dehnen und beginnt schnell zu reißen. Die entstehenden Risse sollte man mit Schlicker verstreichen, nicht mit Wasser, das den Ton nur weicher und noch rissiger macht, im Extremfall sackt das Gefäß zusammen.

Die Gefäße werden auf der Ränderscheibe und einem zusätzlichen Brettchen aufgebaut, damit man das Werkstück problemlos zur Seite stellen kann. Zwischen Ton und Brettchen muss eine trockene Zwischenschicht (Zeitungspapier oder ein großes Blatt) gelegt werden, damit der Ton beim Schwund nicht am Brettchen kleben bleibt und der Boden reißt.

Die flache Bodenplatte sollte genügend dick sein, denn der Boden wird später ausgehöhlt. Ebenso muss der erste Tonwulst der aufgehenden Wand dicker sein als die folgenden und gut in die Bodenplatte eingearbeitet werden, da dies eine Schwachstelle des Gefäßes ist. Der nächste Wulst wird im gewünschten Win-



Abb. 4: Ausladendes Gefäß mit stabilisierender Bauchbinde. – Wide vessel with a stabilising belt.

kel auf den ersten, etwas angerauten Wulst aufgelegt und so verarbeitet, dass dieser U-förmig umschlossen wird (Abb. 3). Beim weiteren Aufbau sollte man immer wieder den Wandwinkel kontrollieren und die Oberfläche innen und außen mit einem Holzschaber glattstreichen, dies erleichtert die spätere Überarbeitung. Ein besonderes Augenmerk ist auf die Umbrüche am Boden, Bauch und Hals zu legen, denn sie müssen viel Gewicht tragen und auch die größte Spannung aushalten. Es empfiehlt sich, diese Partien dicker zu gestalten.

Muss die Arbeit unterbrochen werden, deckt man das Gefäß mit Zeitungspapier ab und stülpt einen Plastiksack über alles. Dies verhindert einerseits das Austrocknen, andererseits das Aufweichen des To-

nes durch Kondenswasser. Vor dem Weiterarbeiten muss man die Oberkante des letzten Wulstes aufräuen und mit Schlicker einstreichen.

Dünnwandige, große oder ausladende Gefäße neigen dazu, sich beim Aufbau und anschließenden Trocknen zu verformen oder gar in sich zusammenzusinken. Deshalb lässt man den Ton mit Vorteil nach zwei Runden ansteifen und stützt diese Gefäße, indem man ihnen einen stabilisierenden Stoffstreifen um den Bauch legt (Abb. 4).

Schiefe Originale wurden schnell aufgebaut und haben sich beim Trocknen stark verzogen. Dies exakt zu kopieren, braucht sehr viel Erfahrung. Am „natürlichsten“ wirken Repliken, die von selbst schief werden, indem man auf eine Stabi-

lisierung des Gefäßes während des Aufbaus verzichtet.

Unbefriedigende oder missratene Objekte werden besser wieder eingesumpft, es lohnt sich nicht, sie zu brennen.

Überarbeitungen und Verzierungen

Nach dem Aufbau lässt man das Gefäß etwas ansteifen und glättet dann die Oberfläche. Bereits zu diesem Zeitpunkt werden auch mit den Fingern ausgeführte Verzierungen wie Fingertupfen oder Riefen angebracht. Dann lässt man das Werkstück gleichmäßig lederhart werden, indem man es mit Hilfe von zwei Bretchen mehrmals umdreht.

Im lederharten Zustand kann man durch die Trockenschwindung wieder hervorgetretene Magerungskörner mit Hilfe eines harten und glatten Werkzeugs wieder zurück in den Ton drücken. Jetzt wird auch die Unterseite des Bodens ausgehöhlt, was eine sichere Standfläche ergibt. Wird der Boden lediglich gerade abgeschnitten, so wölbt er sich durch den Trocknungsschwind etwas nach außen, und das Gefäß wackelt. Anschliessend können Leisten, Henkel oder Ausgüsse mit Hilfe von Schlicker angeklebt und die Verzierungen angebracht werden.

Die meisten Werkzeuge für die Verzierungen können entsprechend dem Spurenbild aus Holz oder (Vogel-)Knochen hergestellt werden. Dazu finden sich auch im Haushalt viele Dinge, die man als Werkzeug benutzen kann. Schnüre sollte man selbst aus Bast herstellen, da gekaufte zu stark gewirnt sind. Für eine „Matten“rauhung wie auf Goldberg III-Keramik rollt man ein Stück Hirschgeweih oder einen schnurumwickelten Stock über den Gefäßkörper. Ein Kreisaugenstempel lässt sich einfach aus einem ausgehöhlten Holunderästchen herstellen, für einen mehrfachen Kreisaugenstempel werden mehrere Aststückchen ineinander geschoben. Während des Verzierens trocknet der Ton



Abb. 5: Graphitbemalung muss vor dem Brennen poliert werden. – A graphite engobe has to be polished before firing.

schnell weiter, es ist hilfreich, das Gefäß in ein feuchtes Tuch einzuwickeln und nur eine kleine Partie freizulassen.

Das originalgetreue Plazieren und Einteilen der Muster auf dem Gefäßkörper ist nicht ganz einfach. Am besten übt man den Schwung der Linien auf einer Tonplatte und überträgt dann das Muster frei auf das Gefäß und mogelt bei Bedarf, genauso, wie es schon die prähistorischen Töpfer handhabten.

Auch die Schlickerbemalung wird im lederharten Zustand mit einem Pinsel angebracht. Der Malschlicker wird aus demselben Ton wie das Gefäß (jedoch ohne Magerung) aufbereitet. Dies und der dünne Auftrag von max. 0,5 mm Dicke reduzieren die Gefahr des Abplatzens. Der durch Mineralbeigaben eingefärbte Malschlicker sollte eine cremige Konsistenz haben.

Für eine Graphitbemalung wird der Schlicker mit 5-10% Graphit angereichert. Sie muss zwingend poliert werden, sonst bleibt das Muster mattgrau (Abb. 5).

Rostroten Eisenoxidschlicker gewinnt man am einfachsten direkt aus bohnerzhaltigem Boluston (Abb. 6; WEISS 1985, 28). Durch eine Politur wird die Farbe intensiver.

Für bichrom bemalte Gefäße müssen diese zuerst mit rotem Schlicker grundiert



Abb. 6: Aus Boluston gewonnener Malschlicker (links) und damit bemaltes Gefäß (rechts). – Red engobe from bole (left) and painted vessel (right).

werden. Danach wird dem roten Malschlicker Graphit zugesetzt und mit dieser Mischung das Muster aufgemalt. Wird nur gewöhnlicher Tonschlicker verwendet, schimmert nach dem Brand die Tonfarbe hell unter dem Graphit hervor, was nicht dem Spurenbild der Originale entspricht.

Mit dem Polieren beginnt man, wenn das Gefäß trocken-lederhart ist. Der feinkörnig-glatte und harte Polierstein (z. B. ein Grüngestein, Achat oder ein Löffel) sollte keine Strichspuren hinterlassen; passiert dies, ist die Oberfläche noch zu weich. Um einen schönen, gleichmäßigen Glanz zu erreichen, muss mehrmals poliert werden, den letzten Arbeitsgang führt man am praktisch trockenen Objekt aus. Für einen Hochglanz wird die Arbeit vor der letzten Politur mit einem Hauch Öl oder Fett auf einem weichen Wollappen eingerieben. Es wird über eine allfällige Verzierung poliert; diese muss, wenn nötig, nachgebessert werden. Die Glanzstufen der Politur verändern sich beim Brennen nicht mehr.

Stroh- und Fadeneinlagen, Inkrustationen sowie Applikationen werden dagegen erst nach dem Brand angebracht. Für Inkrustationen verrührt man zerstoßene, kalzinierte Tierknochen, Sumpfkalk und ein wenig Quark (als Bindemittel) zu einer

leicht flüssigen, ätzenden Paste (MEIER 1989). Diese wird großzügig über die Verzierung auf dem gut polierten Gefäß gestrichen, das anschließend sofort mit viel Wasser gewaschen werden muss, da die Paste schnell trocknet und sich dann nicht mehr entfernen lässt. Birkenrindmuster werden mit etwas dünnflüssigem Birkenpech, Zinnapplikationen mit erwärmtem Wollfett (Lanolin) auf das gebrannte Gefäß geklebt (BERDELIS 2001b, 51).

Der Grubenbrand

Die ganz durchgetrockneten Repliken werden in einer Grube gebrannt (BAUER, BOLLIGER, WEISS 1994; BERDELIS 2001a, 37-39). In einem Elektroofen kann man keine „prähistorische“ Keramik brennen, sie wird immer gleichmäßig ziegelfarben. Wenn möglich, sollte man für den Grubenbrand trockenes Wetter abwarten, idealerweise bei leichtem Nordostwind, denn die trocknere Luft und der ständige Zug begünstigen die Brandführung. Einen Zug bei feuchten Witterungsverhältnissen durchzuführen, ist eine sinnlose Zeit- und Materialverschwendung!

Die Grube (Durchmesser und Tiefe ca. 70 cm, mit einem Rost aus flachen und kalk-



Abb. 7: Einschichten des Brennputs in die Grube. – Filling the pit with the vessels.

freien Steinen) wird während ca. 30 Minuten vorgewärmt, danach lässt man sie wieder etwas auskühlen und schichtet dann das Brennput sorgfältig ein. Um den Platz optimal auszunützen, Brennmaterial zu sparen und die Wärme zusammenzuhalten, sollten die Gefäße dicht nebeneinander stehen, mit genügend Abstand zur Grubenwand (dort ist die Temperatur deutlich niedriger). Kleinere Gefäße werden locker in größere gepackt. Die Gefäße dürfen sich zwar berühren, aber nicht ineinander verkeilen (Abb. 7).

Zum Feuern kann jegliches Holz verwendet werden, es muss nur trocken sein. Gut geeignet sind Reisigbündel, die schnell brennen und eine große Hitze entwickeln, dazu Äste aller Art, auch dicke, die dann lange glühen und langsamer auskühlen. Scheite aus gutem Stammholz zu verschwenden, ist nicht nötig, eine

Obstharasse voll kleinerer und dickerer Äste sowie Reisig genügt vollauf (total ca. 5-7 kg; dagegen WEISS 1994, 119). Das Holz wird dicht an die Wand der Grube geschichtet und auch zwischen das Brennput gesteckt.

In der Ausdörrphase wird nur langsam gefeuert, da jetzt das restliche, chemisch gebundene Wasser im Ton ausgetrieben wird, durch zu schnelles Aufheizen würden die Gefäße zerspringen (vgl. HEIMANN 1978/79, 82-85; WEISS 1972, 164-166).

Nach ca. 1-3 Stunden kann man allmählich mehr und schneller Holz nachlegen, dazu verwendet man nun eine Zange. Beginnt sich die Grube mit Glut zu füllen, führt man für ca. 30-60 Minuten den Vollbrand mit Lufttemperaturen zwischen 700 und 980°C durch (NAGY 1997/1999, 60, Abb. 78). Achtung: Auch die Luft über und neben der Grube wird unglaublich heiss!



Abb. 8: Beim Erstickten des Feuers mit Sägemehl und Asche schlagen die Flammen hoch und es entsteht CO-haltiger Rauch. – Smothering the fire with sawdust and ashes makes the flames leap up and produces CO-containing smoke.

Man sollte die Haare zurückbinden, keine leicht entflammare Kleidung sowie festes Schuhwerk tragen, denn ein Windstoß kann einem plötzlich die Hitze entgegen-schlagen! Brillenträger müssen aufpas-sen, denn Kunststoffgläser können sich verformen!

Ist die Keramik nach der Haltephase kirschrot glühend, hat sie eine Kerntem-peratur von ca. 700-800°C erreicht; nun kann man den Brand abschließen.

Bis zu diesem Punkt fand der Brand in einer oxidierenden Atmosphäre statt, die Ware ist rot-braun. Erst in der Schluss-phase entscheidet man, ob die Gefäße oxidierend oder reduzierend fertig ge-brannt werden sollen. Für oxidierend ge-brannte Keramik lässt man das Feuer nun einfach herunterbrennen. Für reduzierend gebrannte, grau-schwarze Ware bedeckt man jetzt die Grube mit einer dicken Schicht Asche, Sägespänen oder Laub (Abb. 8), sodass die Atmosphäre rasch sauerstoffarm wird. Dabei können die Flammen nochmals hochschlagen, und es entsteht dicker Rauch, der viel giftiges Kohlenmonoxid (CO) enthält. Deswegen muss unbedingt im Freien gebrannt wer-den! Um das Feuer möglichst schnell zu ersticken und die Raumentwicklung zu

stoppen, verschließt man die Grube luft-dicht mit einem Blech und gibt darauf eine dicke Sand- oder Erdschicht zur Isolation. So zugedeckt lässt man die Grube voll-ständig auskühlen, was je nach Größe und Befüllung 1-3 Tage dauern kann. Droht ein plötzlicher Regen, ist es besser, die Grube vorzeitig zu öffnen und die Ke-ramik zu entnehmen, denn durch das Wasser entwickelt sich die Asche zu einer ätzenden Lauge!

Beim Ausräumen der Brenngrube sollten eine Atemmaske, Schutzkleidung und zwingend Handschuhe getragen werden, denn die Keramik ist noch immer über 100°C heiß.

Rot bemalte Keramik ist in einer oxidie-renden Atmosphäre einfach zu brennen. Keramik mit Graphitbemalung muss da-gegen unbedingt reduzierend gebrannt werden. Damit der Graphit in der oxidie-renden Brennphase nicht bei 600°C ver-brennt, packt man diese Keramik zusam-men mit Sägespänen, kleinen Ästchen und wenig Holzkohle in größere Gefäße und bedeckt sie mit einer abschließenden Schicht Sägespäne, sodass der Inhalt während des Vollbrandes lediglich mottet. Der Graphit erscheint nach der reduzie-renden Phase silbrig-glänzend. Gelangt

jedoch Sauerstoff an die Gefäße, wird der Graphit grau und brennt schließlich weg.

Für mehrfarbig bemalte Keramik ist ein Reduktionsbrand mit anschließender Reoxidation nötig. Nach dem Reduktionsbrand, bei dem das ganze Gefäß schwarz wird, lässt man es in der zugedeckten Grube normal auskühlen. Dann stellt man es für ca. 10 Minuten in ein neues, offenes Feuer, bis sich das Gefäß bei ca. 450°C rot färbt, der Graphit aber noch nicht wegbrennt. Dies erfordert einige Erfahrung, damit man den richtigen Moment nicht verpasst. Dann zieht man das Gefäß aus dem Feuer und lässt es auskühlen. Diese Methode empfiehlt sich v. a. für größere Gefäße. Eine andere, nur für kleinere Gefäße geeignete Möglichkeit ist es, die Grube gar nicht abzudecken, sondern nur frische Äste mit Laub auf das Feuer zu legen. Der entstehende Rauch schwärzt die Keramik. Nach kurzer Zeit fischt man die heißen Gefäße (mit einer Zange oder mit Hilfe eines Drahtes, den man vor dem Brand um den Hals des Gefäßes wickelt) aus der Grube und stellt sie auf ein trockenes Holzbrett (niemals auf eine kalte Unterlage, sonst zerspringt die heiße Tonware!). Der Luftsauerstoff verbrennt den Kohlenstoff auf der heißen Keramikoberfläche – und auf dem grauschwarzen Gefäß erscheinen nach etwa 10-15 Minuten die Farben: der hellbraunrote Tonkörper, das rostrote Eisenoxid, die eierschalenfarbene Weissbemalung und der silbig-graue Graphit (NOLL 1991, 171-173).

Aber Achtung, trotz der Sturzkühlung sind die Gefäße immer noch sehr heiß, es dauert etwa zwei Stunden, bis sie auf Handwärme abgekühlt sind! Diese zweite Methode ergibt die besseren Resultate, sie dauert nicht lange und braucht weniger Holz, ist aber nur bei toleranten Nachbarn praktikierbar.

Im Gegensatz zur modernen Töpferei gibt es bei sorgfältiger Brandführung keinen Ausschuss. Eventuelle Spannungsrisse

stören nicht und haben keinen Einfluss auf den Gebrauch – im Gegenteil, durch das Entweichen der Spannung ist das Gefäß unempfindlicher geworden.

Besonderheiten beim Gebrauch der „prähistorischen“ Keramik

Obwohl diese Keramik im Gebrauch sehr stabil ist, verlangt sie einen anderen, sorgsameren Umgang, als wir ihn mit modernen Materialien gewohnt sind.

Alle größeren Gefäße müssen mit beiden Händen unten am Gefäß aufgenommen und getragen werden, auch wenn sie leer sind, sonst bricht der Rand durch das Eigengewicht (bei einem Kochtopf von 25-30 cm Höhe immerhin 4-6 kg) ab.

Die Keramik ist porös, d. h. die Gefäße rinnen. Jedoch werden Kochtöpfe beim ersten Gebrauch dicht und bleiben es. Nachteilig ist dabei, dass der Geruch des Gerichts erhalten bleibt und sich auf das nächste überträgt. Damit nicht jedes Gericht einen eigenen Topf benötigt, kann man die Geruchsaufnahme verhindern, indem als erstes Getreide (z. B. Milchreis) in reichlich Wasser im neuen Gefäß aufkocht und etwas ziehen lässt, ohne dass etwas anbrennt. Dadurch werden die Poren mit geschmacksneutraler Stärke verschlossen.

Polierte Keramik „schwitzt“ lediglich, d. h. das Gefäß ist beim Anfassen leicht feucht. Dies ist bei Wasserbehältern ein Vorteil, denn durch die Verdunstungskälte bleibt der Inhalt frisch und kühl. Man muss darauf achten, dass man solche Gefäße nicht auf empfindliche Oberflächen stellt, diese nehmen dadurch Schaden!

Man darf einen Topf nicht ungefüllt ins Feuer stellen, sondern er muss von Anfang an Flüssigkeit enthalten. Auch bei langsamem Feuern beginnt der Gefäßinhalt sehr rasch zu kochen! Damit nichts überkocht oder anbrennt, muss die Glut teilweise zur Seite geschoben werden. So

beendet man auch den Kochvorgang, denn aus dem Feuer herausheben kann man einen heißen Topf nicht: Ein Kochtopf mit 5 Litern Inhalt wiegt insgesamt 10-12 kg!

Absolut verheerend ist die uns so vertraute Gewohnheit, den Kochlöffel nach dem Umrühren am metallenen Pfannenrand abzuklopfen – wenn man das am Keramikochtopf macht, entstehen am Rand feine, kaum sichtbare Risse und das Gefäß bricht unvorhersehbar!

Nach dem Gebrauch müssen die Gefäße an einem gut durchlüfteten Platz stehen, sonst setzen sie Schimmel an, den man nicht wegschrubben kann. Die einzige Abhilfe besteht darin, das leere Gefäß erneut im Feuer oder im Backofen auf über 150°C zu erhitzen, damit die Pilzsporen verbrennen.

Schlusswort

Die hier beschriebene Methode ist nur eine Möglichkeit zur Herstellung von originalähnlichen Gefäßen, die auch praktisch verwendet werden können. Sie wurde über viele Jahre in zahlreichen Versuchen entwickelt. Ziel der Experimente war es immer, dass das Ergebnis dem Spurenbild der Originale entspricht. Zudem sollte das Vorgehen möglichst ressourcenschonend sein, denn wir sind der festen Überzeugung, dass sich handwerkliche Meisterschaft durch eine „schlichte Raffinesse“ ausdrückt – man könnte auch sagen: durch eine „raffinierte Schlichtheit“.

Im Laufe der Jahre wurde denn auch immer deutlicher, dass die Herstellungstechnik und die Möglichkeiten des Gebrauchs optimal aufeinander abgestimmt waren. Dies muss für gute Repliken ebenfalls berücksichtigt werden: Nur wenn der ganze Ablauf von der Aufbereitung des Tones bis zum Brennprozess kopiert wird, ist das Resultat überzeugend.

Alles in allem ist das Herstellen von guten Repliken sehr zeitintensiv. Ohne Geduld

und Freude am gesamten Arbeitsprozess erreicht man kein befriedigendes Ergebnis.

Literatur

BAUER, I., BOLLIGER, S., WEISS J. 1994: Experimentelle Archäologie: Die Herstellung von spätbronzezeitlicher Keramik. *Tugium* 10, 1994, 129-140.

BERDELIS, E. 2001a: Nachtöpfen von prähistorischer Keramik. *Zeitschrift für Archäologie und Kunstgeschichte* 58, 2001, Heft 1, 33-40.

BERDELIS, E. 2001b: Zinnfolienverzierung auf prähistorischer Keramik im Experiment. *Experimentelle Archäologie. Bilanz 2000. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 37.* Oldenburg 2001, 49-51.

BERDELIS, E., NAGY, G. (in Vorb.): Aus der Erde ins Feuer – Eine Möglichkeit zur Herstellung prähistorischer Keramikrepliken. In Vorbereitung.

HEIMANN, R. B. 1978/79: Mineralogische Vorgänge beim Brennen von Keramik und Archäothermometrie. *Acta praehistorica et archaeologica* 9/10, 1978/79, 79-102.

HOFMANN, F., MUMENTHALER, TH., WITZIG, E. 1997: Tone, Sande und Gesteine für spezielle Anwendungen. In: R. Kündig et al., *Die mineralischen Rohstoffe der Schweiz.* Schweizerische Geotechnische Kommission. Zürich 1997, 65-96.

JAUCH, V. 2014: Vicustöpfer – Keramikproduktion im römischen Oberwinterthur. Mit einem Beitrag von Gisela Thierrin-Michael. *Vitodurum* 10. Monographien der Kantonsarchäologie Zürich 45. Zürich, Egg 2014.

MEIER, W. 1989: Keramikdekoration durch Inkrustation. In: M. Primas et al., *Eschenz, Insel Werd – IV. Die Keramik der Spätbronzezeit.* Zürcher Studien zur Archäologie. Zürich 1989, 102-104.

NAGY, G. 1997/1999: Ürschhausen-Horn – Keramik und Kleinfunde der spätestbronzezeitlichen Siedlung. *Forschungen*

im Seebachtal 2. Archäologie im Thurgau
6. Frauenfeld 1997/1999, 60-61.

NOLL, W. 1991: Alte Keramiken und ihre Pigmente. Studien zu Material und Technologie. Stuttgart 1991.

WEISS, G. 1972: Freude an Keramik. 100 Fragen an den Fachmann – 100 Schritte zur Meisterschaft – Wie man ein Studio einrichtet. Frankfurt a. M., Berlin 1972.

WEISS, G. 1985: Alte Keramik neu entdeckt. Mit Anleitungen für die schönsten Techniken. Berlin, Frankfurt a. M., Wien 1985.

WEISS, G. 1991: Keramik-Lexikon – praktisches Wissen griffbereit. Berlin, Frankfurt a. M., Wien 1991².

WEISS, J. 1994: Erfahrungen beim Herstellen und Brennen von prähistorischen Keramikkopien. Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte 77, 1994, 115-122.

Abbildungsnachweis

Abb. 1 links: Foto Amt für Archäologie des Kantons Thurgau, Daniel Steiner
(www.archaeologie.tg.ch)

Abb. 1 rechts, 2, 3, 5, 6 links, 7, 8: Foto Csilla Nagy

Abb. 4, 6 rechts: Foto Erika Berdelis

Autorinnen

Erika Berdelis
Wiesenstr. 12
8500 Frauenfeld
Schweiz
Erika.berdelis@gmx.ch

Dr. Gisela Nagy
Buchsweg 17
8400 Winterthur
Schweiz
G.nagy@bluewin.ch

3D-Scans und 3D-Drucke in der Musikarchäologie

Möglichkeiten und experimentalarchäologische Praxisbeispiele

Elias Flatscher, Michael Praxmarer, Wolfgang Recheis, Michael Schick

Summary – 3D-scans and 3D-printing in music archaeology. Possibilities and experimental archaeological practical examples. Due to new technologies, such as 3D-scanning and 3D-printing, revolutionary approaches have been made possible in the reconstruction of musical instruments found in archaeological sites.

According to our tests, the method of 3D-scanning is safe, free of contamination, as well as interferences and does not affect the original material, provided that the original is made of suitable material and does not contain any metal parts.

Whereas an ordinary documentation based on drawings and pictures does not always allow deeper understanding of the reconstruction of a fragmented instrument, the method of micro CT-scanning, if necessary digitally completing (based on pre-scanned samples) and 3D-printing allows the creation of an exact copy of the examined object, which is innumerable reproducible in order to experiment with different possibilities of the reconstruction. The exactness of these approaches has been successfully proven through frequency analysis on both the original and the 3D-printed clone. So the music of broken instruments can be brought back to life with comparatively little effort of time and money.

Keywords: Experimental music-archaeology, Tyrol, micro-CT-scanning, digital modelling, 3D-print, replicas

Schlagworte: Experimentelle Musikarchäologie, Tirol, Micro-CT-Scans, digitales Modellieren, 3D-Druck, Repliken

Das Autorenteam ist Teil der AGMAI (Arbeitsgruppe für Musikarchäologie Innsbruck), die sich seit 2001 (siehe SCHICK 2001; TOMEDI 2001) mit der Rekonstruktion von Musikinstrumenten aus archäologischen Kontexten – schwerpunktmäßig aus dem Raum Tirol – sowie der damit verbundenen Öffentlichkeitsarbeit befasst.

Warum 3D-Druck?

Im Zuge dieser Tätigkeiten kam insbesondere in Hinblick auf Aerophone aus tierischem Skelettmaterial die schwere Beschaffbarkeit von passendem Rohmaterial wiederholt zur Sprache, welches stets das größere Problem als die eigentliche Rekonstruktion darstellte. Die für die

Rekonstruktion von solchen Fundobjekten erforderlichen Knochen stammen häufig von geschützten Tierarten, vor allem Großvögeln wie Schwan, Geier und Reiher, und sind daher naturgemäß knapp. So ist es schon von vorne herein schwierig, den richtigen Knochen überhaupt zu bekommen, zudem müsste das fragliche Tier im Idealfall in Hinblick auf Wuchs, Pathologien etc. genau dem gesuchten Knochen entsprechen. Selbst wenn diese Faktoren zusammenkommen sollten, ist es noch um ein Vielfaches schwieriger, an praktisch identischem Material diverse Rekonstruktionsmöglichkeiten wie Lochanzahl oder Mundstückgestaltung (siehe RINGOT 2012) zu testen. Aus eben diesen Gründen beschloss das Autorenkollektiv im Mai 2015 die Einsatzmöglichkeiten des 3D-Scans und 3D-Drucks für diese Zwecke auszuloten.

Der in Folge erarbeitete Versuchsaufbau erforderte zunächst möglichst genaue 3D-Scans von spielbaren Knochenflöten (Repliken) zu erstellen. Nach mehreren nur teilweise erfolgreichen Anläufen wurde mit freundlicher Unterstützung durch Dr. Wolfgang Recheis von der medizinischen Universität Innsbruck eine Versuchsreihe mit dem Mikro-CT-Scanner gestartet, die aufgrund dessen einschlägiger Erfahrung und der hohen Präzision der verwendeten Geräte das gewünschte Ergebnis erbrachte.

Um die Schwierigkeiten und die Problematik zu demonstrieren, die bei der Erzeugung (Generierung) von Repliken solcher Funde (im vorliegenden Fall Aerophon) entstehen, seien sie nun analog oder digital generiert, muss im Folgenden zunächst auf einige grundlegende Fragestellungen der Musikarchäologie eingegangen werden sowie auf die Einsatzmöglichkeiten von 3D-Scans und 3D-Drucken in der experimentellen Musikarchäologie. Abschließend soll dies an praktischen Beispielen mit Frequenzanalysen demonstriert werden, wobei in diesem

Rahmen auf bestehende Forschungsdesiderate hingewiesen wird.

Grundlegende Fragestellungen

In einem ersten Schritt ist, speziell bei stark fragmentierten Fundobjekten, die Frage zu klären, ob es sich bei dem jeweiligen Objekt überhaupt um ein klang-erzeugendes Objekt im Sinn eines „Musikinstrumentes“ (z. B. Flöte) oder um ein „Klanggerät“ für sonstige Verwendungsspektren (z. B. Jagdlockpfeifen) handelt. Dies ist speziell bei stark fragmentierten Funden oftmals schwer möglich.

Die analoge oder digitale Erstellung einer funktionsfähigen, beispielbaren Replik eines solchen fragmentierten Fundes hängt direkt von möglichst vollständigen Vergleichsfunden und deren Interpretation im Kontext des jeweiligen Fundes ab. Ist dies nicht gegeben, kann eine sinnvolle Erstellung einer Replik nicht gewährleistet sein. Ohne eine beispielbare und möglichst exakte Replik sind weitere grundlegende Informationen zum Fundobjekt aber nicht oder nur bedingt möglich.

Handelt es sich, wie in den hier ausgewählten Beispielen, um Flöten, sind dies unter anderem Fragen nach dem Grundton, nach der Stimmung, dem Tonvolumen, nach einer Frequenzanalyse sowie der anwendbaren Spieltechnik der Flöte. Zusätzlich zur generellen Bedeutung von Rekonstruktionen sprechen folgende Argumente für den Einsatz von 3D-Scans und 3D-Drucken in der experimentellen Musikarchäologie:

Das Original wird durch den Kopier-/Scanvorgang in keiner Weise tangiert oder kontaminiert.

Speziell bei stark fragmentierten Funden von z. B. Flöten ist eine Ergänzung auf Basis von eingescanntem Datenmaterial (Tierknochen aus Museumssammlungen etc.) möglich; diese können dann gegebenenfalls digital skaliert oder modifiziert werden, um dem Original möglichst nahe

zu kommen, bevor die Fragmente digital eingepasst werden. Dieser Schritt ist technisch möglich, war jedoch nicht Teil der vorgestellten Versuchsreihe.

Des Weiteren ist eine digitale Erstellung des oftmals nicht erhaltenen Blocks möglich. Unter dem Block einer Kernspaltflöte ist ein in den Schnabelbereich des Instruments eingesetztes passgenaues Holzstück zu verstehen, durch dessen obere Abflachung ein Hohlraum (Windkanal) zwischen dieser Fläche und der oberen Innenwandung des Schnabels gebildet wird, durch den der Luftstrom beim Anblasen direkt auf die Schneidekante am Aufschnitt gelenkt wird, sodass der Ton („Anpiff“) entsteht. Die Lage und Ausrichtung dieses Blocks im Flötenrohr ist für die Tonerzeugung (Anblasen) des Instruments entscheidend. Bei analogen Repliken ist eine Erstellung dieses Blocks, vor allem dessen Platzierung im Flötenrohr und eine damit verbundene Windführung für die Tonerzeugung oftmals schwierig und erfordert häufig mehrere Anläufe (bei der Rekonstruktion einer Flöte aus Haitahu durch die Verfasser wurden z. B. nicht weniger als 25 Blöcke bis zum ersten Anpiff ausprobiert). Digitale Windkanalberechnungen und ein damit verbundenes digitales Modellieren und Situiere dieses Blocks im Instrument könnten eine direkte Beispielbarkeit der ausgedruckten Replik und somit relativ exakte Tonuntersuchungen und Fragen nach Spieltechniken ermöglichen. Auch hier sind die Versuche der Verfasser noch im Frühstadium.

Durch den im Verlauf der Scans erstellten Datenpool ist eine beliebige „endlose Replizierbarkeit“ des jeweiligen Fundes (in seiner ergänzten Form) gewährleistet. Dies ermöglicht die Erstellung von einschlägigen Datenbanken, die nicht nur Maße und Klangspektrum, sondern alle für die Replizierung der Flöte erforderlichen Daten umfassen und somit aus Sicht der Verfasser das aktuelle Doku-

mentationsoptimum darstellen. Mittel- und langfristig können diese Datenbanken aber auch ein geeignetes Tool für die museale Verwendung, Museumshops, aktive Musiker etc. darstellen.

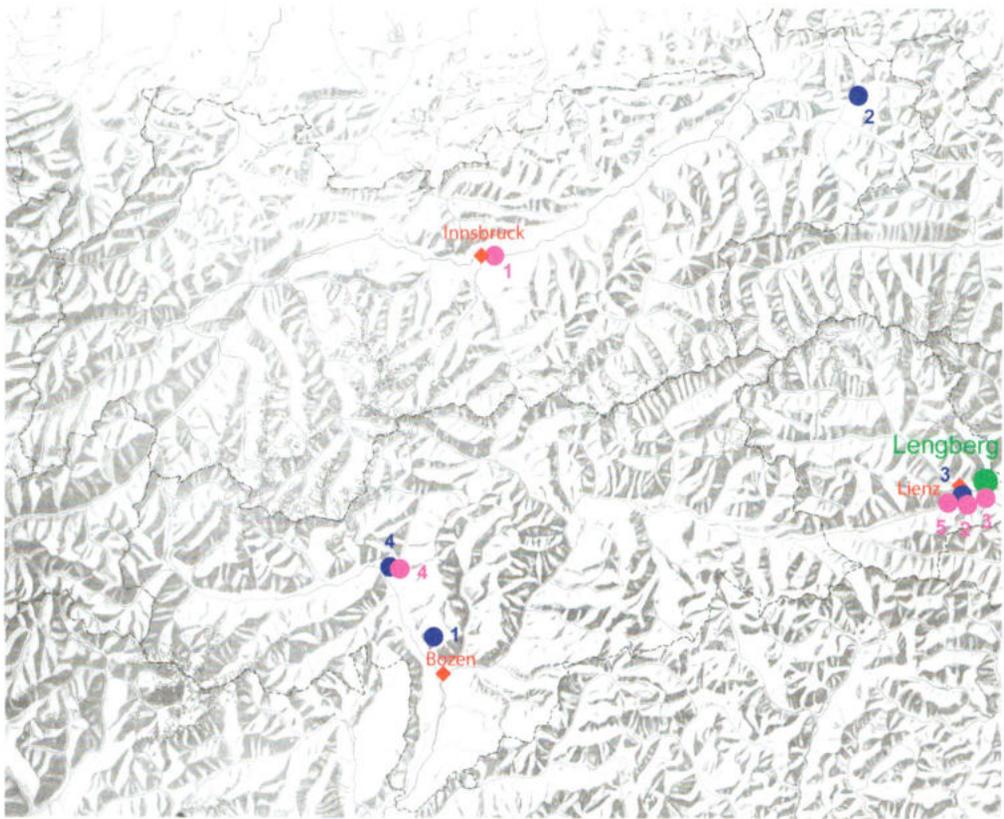
Funde von Aerophonen aus Tirol

Um die Datengrundlage darzustellen, sei hier kurz auf das Fallbeispiel Tirol eingegangen. Wie auch bei archäologischen Grabungen im Allgemeinen finden sich im Großraum Tirol (Süd-/Ost-/Nordtirol) immer wieder mehr oder weniger stark fragmentierte Knochenflöten und Lockpfeifen, deren Fundorte die Verbreitungskarte (*Abb. 1*) zeigt. Die Datierung der Fundobjekte spannt sich über den Zeitraum Mittelalter und Neuzeit.

Im Gegensatz zu Funden von Knochenflöten außerhalb Tirols sind die bislang bei archäologischen Untersuchungen in Tirol geborgenen Flöten aus dem Zeitraum „Mittelalter/Neuzeit“ stark fragmentiert. Dies macht aber eine Rekonstruktion problematisch bzw. stark hypothetisch. Untersuchungen zum jeweiligen Tonspektrum oder Fragestellungen zum detaillierten Aufbau einzelner Instrumententeile waren dadurch ebenfalls nur bedingt möglich.

Durch die bei allen diesen Funden durchgeführten konservatorischen Arbeiten (reinigen, härten etc.) schied bei der Mehrheit dieser Stücke die Möglichkeit aus, über organische Spuren am jeweiligen Objekt Informationen zu dessen Nutzung oder Nachnutzung zu erhalten. Für Neufunde ist eine eingehende Dokumentation und umfangreiche Beprobung im Fundzustand natürlich inzwischen unumgänglich. Dies trifft auch auf den gesamten Fundbestand an Lockpfeifen aus dem Tiroler Raum zu.

An drei Beispielen (je zwei Flöten- und ein Lockpfeifenfund) soll das durch die starke Fragmentierung sehr problematische Ausgangsmaterial (*Abb. 2*) unserer



● **Flötenfunde aus Knochen**

- 1 Burg Greifenstein bei Bozen
- 2 Burg Erpfenstein bei St. Johann
- 3 Schloss Bruck / Lienz
- 4 Schloss Tirol bei Meran

● **Lockpfeifenfunde aus Knochen**

- 1 Hall in Tirol
- 2 Lienz
- 3 Lavant in Osttirol
- 4 Schloss Tirol
- 5 Schloss Bruck

● **Flötenfund Lengberg aus Holz**

Abb. 1: Flötenfunde aus archäologischen Grabungen in Alttirol. – Archaeological fragments of flutes from the Tyrol region.

digitalen Versuche demonstriert werden, an deren vorläufigem „Abschluss“ der im Beitrag skizzierte Versuch einer digitalen Ergänzung (Ausdruck) eines Instrumentenfundes aus Schloss Tirol steht. Ein Flötenfragment stammt aus der Burgstelle Erpfenstein bei St. Johann, Gem. Kirchdorf in Tirol, BH Kitzbühel (Nordtirol) (Abb. 2.1), an dem einzelne Bearbeitungsspuren (z. B. Feilhiebe) dokumentiert werden

konnten. Trotz der starken Fragmentierung ist das Objekt als Kernspaltflöte mit drei in Reihe angebrachten vorderständigen Bohrungen und facettiertem Querschnitt anzusprechen. Das bei Ausgrabungen 1986/90 in der Burgruine Erpfenstein durch Harald Stadler ergrabene Instrument besteht aus der Tibia von Schaf oder Ziege und wurde erst bei der nachträglichen Sichtung der Tierknochen im

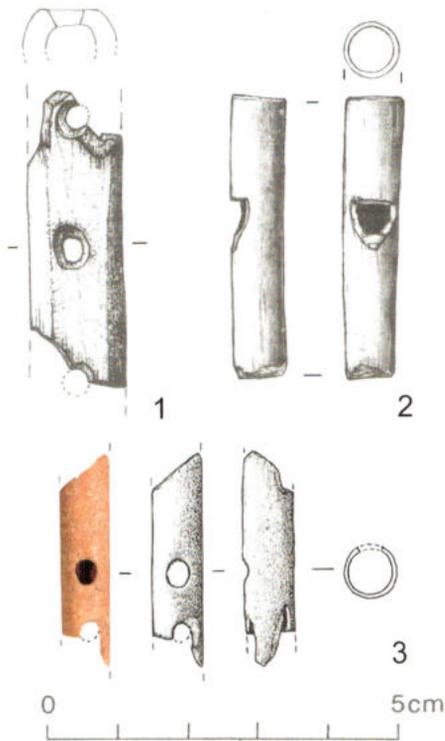


Abb. 2: Auswahl von Flötenfunden aus archäologischen Grabungen in Alttirol: 1 Burg Erpfenstein/Erpfendorf (Nordtirol); 2 Saline Hall (Nordtirol); 3 Schloss Tirol/Dorf Tirol (Südtirol). – Selection of flute finds from the Tyrol region: 1 Erpfenstein/Erpfendorf (Northern Tyrol); 2 Saline Hall (Northern Tyrol); 3 Schloss Tirol/Dorf Tirol (Southern Tyrol).

Gemeindearchiv von Kirchdorf entdeckt. Die Bestimmung dieses und der weiteren im Beitrag erwähnten Knochenflöten erfolgte dankenswerterweise durch George McGlynn (Staatssammlung für Anthropologie und Paläoanatomie München (SAPM)). Formale Kriterien und die Bearbeitungsspuren (Feilhiebe, Polierspuren, Abfasungen der Flötenröhre) des Flötenfragments machten es möglich, das Stück als qualitätsvolle Kernspaltflöte des 14. Jh. anzusprechen (SCHICK 2001, 92, Abb. 5).

Eine nahezu vollständig erhaltene, aus ei-

nem Teil eines Röhrenknochens geschnittene Lockpfeife mit halbrund eingeschnittenem vorderständigem Aufschnitt mit Labium und zylindrischer Bohrung stammt aus Hall in Nordtirol, PB Innsbruck-Land, B.Parz.69 und konnte im Verlauf der Ausgrabung 1998 im Areal der Saline (Salinengarten, Schnitt A, Quadrant 1, Abhub 6, Sektor b., Inv.-Nr. S 27/1) durch Alexander Zanesco geborgen werden (Abb. 2.2). Das aus einem Vogelknochen (Ulna?) hergestellte Objekt ist an beiden Enden abgelängt, wobei ein Ende durch konische Schnitzung verjüngt und die Oberfläche geglättet ist. Bezugnehmend auf den Befund (Auffüllschicht des 17. Jh.) ist die Jagdlocke in diese Zeitspanne datierbar.

Bei allen Unterschieden haben aber alle in Tirol bislang geborgenen Flöten und Lockpfeifen gemeinsam, dass sie in herkömmlicher Weise, basierend auf dem Kanon eines archäologischen Dokumentationsschemas, dokumentiert wurden:

- Profile in Linienzeichnung
- Ansichten in Strichzeichnung mit unterschiedlicher Strich- bzw. Fototechnik

Auch hier steht der technische Fortschritt nicht still, so umfasst das von der AGMAI für die Funddokumentation angewandte Verfahren inzwischen auch RTI-Fotografien (Abb. 7 rechts) sowie Aufnahmen mit einem hochauflösenden Keyence Mikroskop, mit dem auch virtuelle 3D-Modelle am Computer und feinste Profilschnitte darstellbar sind, mit denen ansonsten kaum sichtbare Bearbeitungsspuren besser visualisiert werden können (siehe Abb. 5).

Doch gerade bei Funden von klangerzeugenden Objekten kann und darf eine solche herkömmliche Methode nicht genügen, da die oben skizzierten musikalarchäologischen Fragestellungen in den Dokumentationsfokus rücken müssen. Es sind dies bei Flötenfunden vor allem:

- Sinnvolle Ergänzung der Fragmente zu einem vollständigen Instrument.

- Welcher Grundton ist möglich?
- Wie könnte die Stimmung gewesen sein (daraus folgend: Eignet sich das Stück zum Spielen der ggf. überlieferten zeitgenössischen Stücke? Ist es ggf. mit anderen erhaltenen Stücken ensemblefähig?).
- Ist eine Frequenzanalyse möglich? Über welches Tonvolumen verfügt das (ergänzte) Instrument und ist eine mögliche Bespieltechnik erschließbar?

Um diese und weitere Fragen zu klären, braucht es eine möglichst exakte und, wenn möglich, auch eine vertretbar ergänzte Replik des jeweiligen Fundstückes, da das Original aus unterschiedlichen Gründen (z. B. zu stark fragmentiert wie der unten beschriebene Flötenfund von Schloss Tirol, oder aus konservatorischen Gründen wie bei dem Fund einer Einhandflöte des 15. Jhs. aus Schloss Lengberg bei Nikolsdorf/Osttirol; SCHICK 2010) nicht bespielt werden kann/darf. Doch nur anhand von Beispielen können einzelne der oben angerissenen Fragen partiell einer Klärung zugeführt werden.

3D-Ausdruck

Der derzeitige Stand des 3D-Printing eröffnet vielfältige Möglichkeiten, wie unter anderem der Ausdruck eines Aulos von Barnaby Brown aus Cambridge (<<https://www.thingiverse.com/thing:2017991>>) (letzter Zugriff 27.11.2018) zeigt.

Um die Exaktheit des Verfahrens zu testen, wurden von der Arbeitsgruppe zwei archäologische Funde ausgewählt, nämlich das in der Musikarchäologie bereits mehrfach (RINGOT 2012; CONARD U. A. 2015) thematisierte, aus Schwanenknochen gefertigte Aerophon aus der Geißklösterle-Höhle sowie eine mutmaßliche Flöte aus Schichten des frühen 14. Jh. aus dem Wirtschaftstrakt von Schloss Tirol (FLATSCHER 2018, 419, Taf. 4 H53). (Abb. 2.3). Bei beiden Objekten war zu-

nächst ausschlaggebend, dass ein spielbarer Nachbau zur Verfügung stand, welcher für Testscans verwendet werden konnte; jedoch waren mit beiden Objekten noch weiterführende Fragestellungen verbunden. Im Fall des paläolithischen Aerophons sollten unterschiedliche Formen des Mundstücks, darunter verschiedene Einfach- und ggf. Doppelrohrblätter, Anspielrichtungen und Anspieltechniken, basierend auf einer einheitlichen Materialgrundlage, miteinander verglichen werden. Das Objekt aus Schloss Tirol dagegen bot sich aufgrund seiner Kleinheit als „Extremtest“ zur Genauigkeit einer 3D-Abformung (speziell im Hinblick auf den Innenbereich der Flöte) sowie die hierzu notwendigen Arbeitsschritte an; ferner sollte hinterfragt werden, ob es sich um ein funktionsfähiges Musikinstrument oder nur um ein Modell eines solchen handelt. Ähnlich kleine, als Modelle angesprochene Flöten finden sich unter den Ausstellungsnummern 279-308 in der Dauerausstellung der Sammlung alter Musikinstrumente (SAM) in Wien. Beim Fragment von Schloss Tirol indes sprechen der Fundort und die Fundsituation eher für ein „reales“, wenn auch sehr filigranes Musikinstrument. Durch die virtuelle Modellierung war es möglich, Flöten mit drei oder auch vier vorderständigen Grifföchern auf Grundlage unterschiedlicher Vergleichsobjekte zu generieren. Im 3D-Ausdruck sollten in Folge die Bespielmöglichkeiten dieser Versionen getestet werden. Da die Schicht, aus der das Fundobjekt stammt, relativstratigraphisch sicher datierbar ist, konnte unter anderem der Versuch unternommen werden, zeitgleiche Melodien oder Harmonien auf der Replik zu spielen.

Das einzige bisher einwandfrei identifizierte Fragment des Instruments weist zwei vorderständige Grifföcher auf, deren Durchmesser 3,1 mm beträgt und die einen Abstand von 5,1 mm voneinander aufweisen. Die exakte Situierung dieses

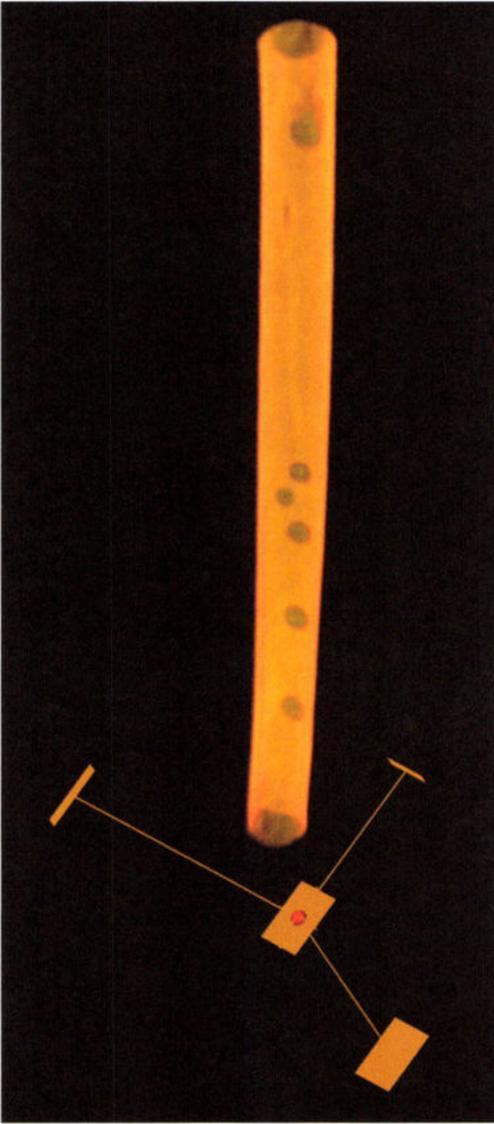


Abb. 3: Digitales Modell des Flötenfragments aus Schloss Tirol. – Flute fragment from Castle Tirol, digital model.

Stücks „innerhalb“ einer Ergänzung ist letztendlich aber nicht eindeutig, da seine erhaltene Länge nur 30 mm bei einer Wandstärke von ca. 1 mm und einem Durchmesser von 7 mm beträgt. Gesichert ist aber die feine Bearbeitung des Stücks, belegbar durch Schleif- und Glättspuren an der Knochenaußenseite sowie einer Überarbeitung der erhaltenen



Abb. 4: Analoge Replik und 3D-Ausdruck des ergänzten Flötenfragments aus Schloss Tirol. – Flute fragment from Castle Tirol, analogous and digital printed model.

Grifflöcher, die mit einem konischen Werkzeug in den Knochen gebohrt wurden.

Vorgangswise

Analoge 2D-Dokumentation

Die erste Dokumentation der Fragmente erfolgte auf herkömmliche Weise. Beide Fundobjekte wurden nach Erhebung ihrer metrischen Daten als Strichzeichnung in Kombination mit einer auf fototechnischer Basis erstellten Ansicht auf eine 2D-Ulna einer Gans appliziert, um deren Lage im „Gesamtkontext“ verstehen zu können. Dabei ergaben sich unterschiedliche Probleme, wie z. B. die exakte Position der Grifflöcher im Gesamtkontext. Diese und andere Fragen konnte eine zweidimensionale Visualisierung nicht klären.

Analoge 3D-Replik

Aus diesem Grund wurde am Institut manuell eine 3D-Replik, basierend auf ähnli-

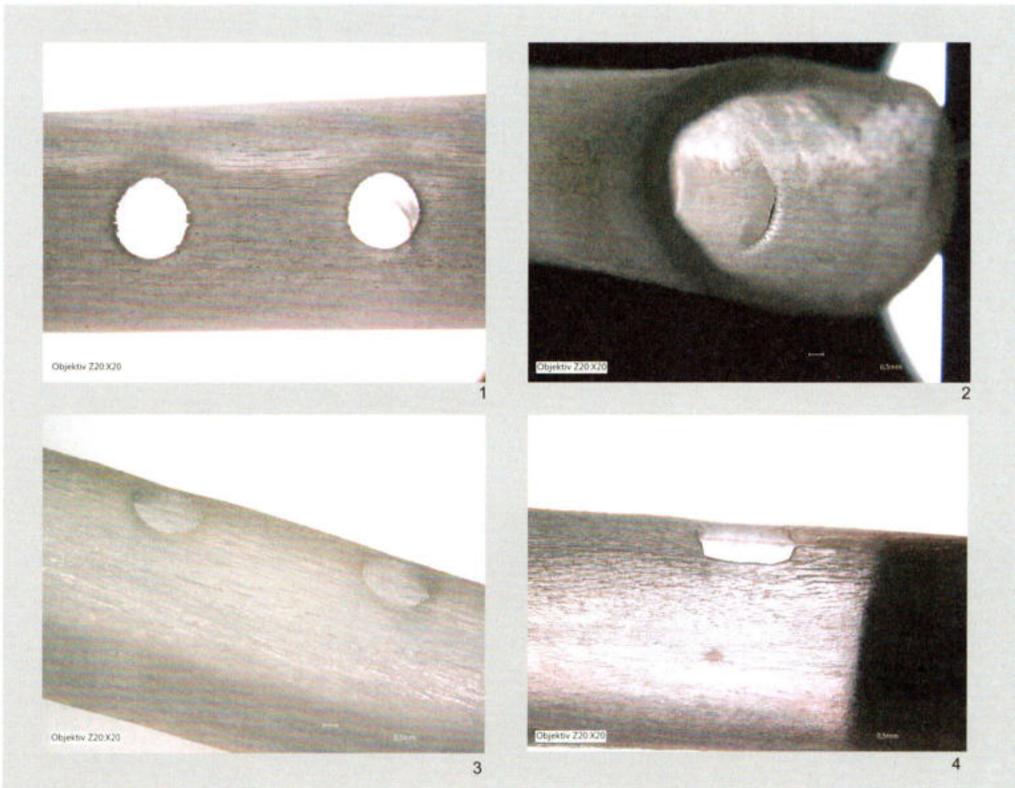


Abb. 5: Detailansichten des 3D-Ausdrucks des ergänzten Flötenfragments aus Schloss Tirol: 1+3 vorderständige Grifflöcher; 2 Flötenfuß Innenansicht; 4 Flötenkopf mit Aufschnitt. – Details of the digital printed flute fragment from Castle Tirol: 1+3 front handle holes; 2 lower part of the flute, inside view; 4 flute head with labium.

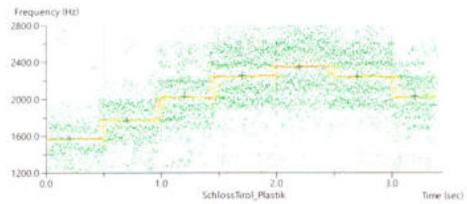
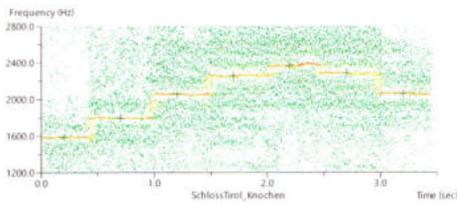
chen Flöten, (MEGAW 1990, 723, fig. 205,2267; RÖBER 1995, 921, Abb. 41,2.3; MCGREGOR 1985, 149, fig. 78b) aus der Ulna einer rezenten Gans hergestellt. In diesen Knochen wurden, bezugnehmend auf die Daten des Originals, die erhaltenen Grifflöcher gebohrt.

Die Justierung weiterer interpolierter Grifflöcher sowie des Aufschnitts erfolgte auf Grundlage vergleichbarer Objekte. Das Ziel war es, abzuklären, welche Positionen möglicher Grifflöcher an einer solchen Flöte überhaupt sinnvoll sein könnten, unter anderem im Bezug auf eine Spielbarkeit des Stücks.

Digitaler 3D-Print

Basierend auf dieser analogen Replik konnte mittels Micro-CT-Scan und 3D-Druck eine Replik der analog hergestellten Rekonstruktion generiert werden, um die schon eingangs aufgelisteten Fragen zu klären. Hier sollten die Exaktheit von Micro-CT-Scan und Hochleistungs-3D-Druck sowie die Materialeigenschaften der verwendeten Materialien durch praktisches Bespielen und damit verbundene Frequenzmessungen überprüft und mit identen Analysen an der analogen Replik aus Knochen verglichen werden.

Die Micro-CT-Aufnahmen wurden auf einem Scanco Xtreme CT in einer Auflösung von 30µm durchgeführt. Anschlie-



Frequenzen:	Knochen	Plastik
Marker (0)	1586.67000000	1568.89000000
Marker (1)	1795.56000000	1768.89000000
Marker (2)	2057.78000000	2031.11000000
Marker (3)	2257.78000000	2253.33000000
Marker (4)	2368.89000000	2346.67000000
Marker (5)	2284.44000000	2244.44000000
Marker (6)	2062.22000000	2031.11000000

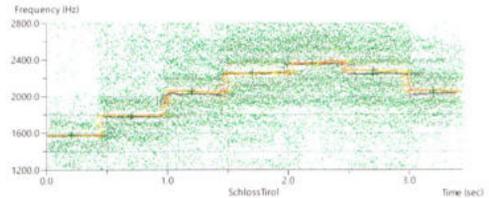


Abb. 6: Frequenzanalysen der Replik. Knochenreplik in Farbe hinter der 3D-Replik in Schwarz. – Frequency analyses of the replica. Bone replic in colour behind the 3D-print in black.

ßend wurden die Voxel-Daten mit Amria 5.4 in Oberflächenfiles (STL) mittels Schwellwertsetzung umberechnet, die für den Modellbau wesentlich sind (Abb. 3). Für den 3D-Druck wurde aufgrund der hohen Ortsauflösung das Objet-Verfahren der Firma Stratasys, gebaut von der Firma Swarovski, eingesetzt. Gedruckt wurde auf einem Eden 350 3D-Printer in biokompatiblen MED 610 Material. So repliziert kann sowohl an der Außenseite, aber auch vor allem im Innenbereich der Flöte ein Höchstmaß an Genauigkeit erzielt werden (Abb. 4).

Wie exakt dieser 3D-Print ist, zeigen Detailansichten aus dem Bereich der vorderständigen Grifflöcher und aus dem Innenbereich des Ausdrucks, welche die Knochenstruktur ebenso wie die Bearbeitungsspuren 1:1 wiedergeben (Abb. 5). Somit war es möglich, eine exakte, beispielbare und endlos replizierbare Replik zu erzeugen, deren Herstellung das Original in keiner Form tangiert; die Herstellung ist für das Original kontaminations- und zerstörungsfrei.

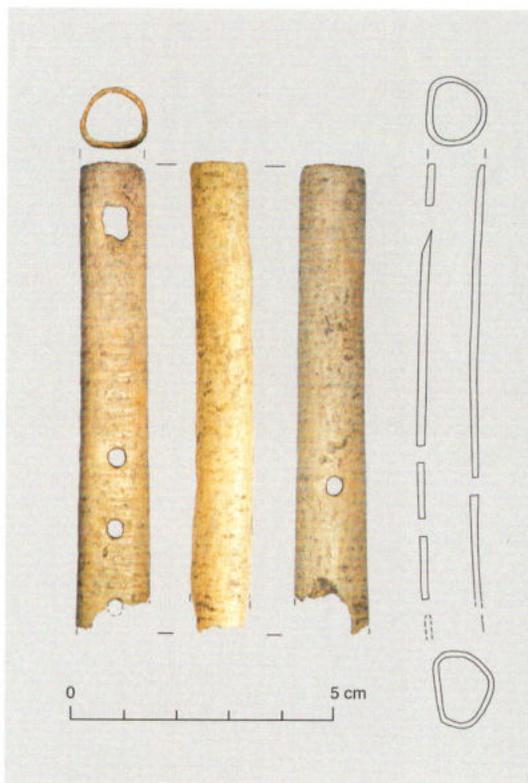
Die digitale Replik ist bis zum kleinsten

Detail ein exakter Klon des Originals.

Diese Genauigkeit der Abformung schlägt sich auch in der Beispielbarkeit des Ausdrucks nieder, dessen Frequenzgang ident zu dem der Replik aus Gansknochen ist (Abb. 6). Unsere ersten Ausdrücke mit Polyamid waren nicht zufriedenstellend. Wir haben des Weiteren in Kooperation mit der Medizinischen Universität Innsbruck und der Firma Swarovski VisiJet Tough und RGD 720 getestet und letzteres Material aufgrund der geringsten Flexibilität gewählt. Um die Gesundheit der Tester nicht unnötig zu gefährden, wurde inzwischen auf die biokompatible Variante (MED610) desselben Werkstoffs umgestellt.

Fazit/Ausblick

Die ersten Versuche legen nahe, dass das hier vorgestellte Verfahren des Einscannens von archäologisch geborgenen Musikinstrumenten mit folgendem 3D-Ausdruck sehr vielversprechend ist und eine für analoge Rekonstruktionen unerreichte Genauigkeit ermöglicht. Dennoch



1



2

Abb. 7: Flötenfragment 419/16 aus Oberaudorf: 1 Gesamtdokumentation des Fragments; 2 Detaildokumentation mit RTI. – Flute fragment 419/16 from Oberaudorf: 1 complete documentation of the fragment; 2 detailed documentation with RTI.

sind weitere Tests nötig, um das volle Potential dieser Methodik (inklusive 3D-Ergänzung und 3D-Strömungsanalysen) zu erreichen. Daher sind weitere Pilotprojekte bereits angelaufen, derzeit namentlich die 3D-Replizierung von zwei kompletten, mutmaßlich karolingischen Einhandflöten (?) aus Münstair (Kanton Graubünden/Schweiz) und zweier spätmittelalterlicher Flöten von der Auerburg bei Oberaudorf (Landkreis Rosenheim/Deutschland) (Abb. 7). Die Ausweitung auf weitere Fundobjekte ist geplant (siehe AMMANN, PRAXMARER 2018) und Kooperationsangebote sind willkommen. Langfristig soll auch eine Open-Access-Datenbank mit den 3D-Daten erstellt und öffentlich zugänglich gemacht werden. Aus Sicht der Autoren ist dies ein wichtiger

und notwendiger Schritt, der dazu beiträgt, die Musikarchäologie in das digitale Zeitalter zu überführen und den internationalen Austausch von präzisen Datensätzen als Grundlage für weiterführende Experimente zu erleichtern.

Bei allem Potential der digitalen Techniken soll abschließend betont werden, dass der analoge Nachbau dadurch in vielen Aspekten wie Arbeitsaufwand, Arbeitstechniken etc. keinesfalls ersetzbar ist (BENITO, GRACIA, PÉREZ 2016) sondern lediglich ergänzt werden kann. Aus diesem Grund befasst sich die AGMAI auch weiterhin mit analogen Nachbauten, wobei aktuell die eisenzeitliche Hirschgeweihharfe bzw. -lyra aus Fritzens (TOMEDI 2001, 31-33, Abb. 19) in Bearbeitung steht (Abb. 8).

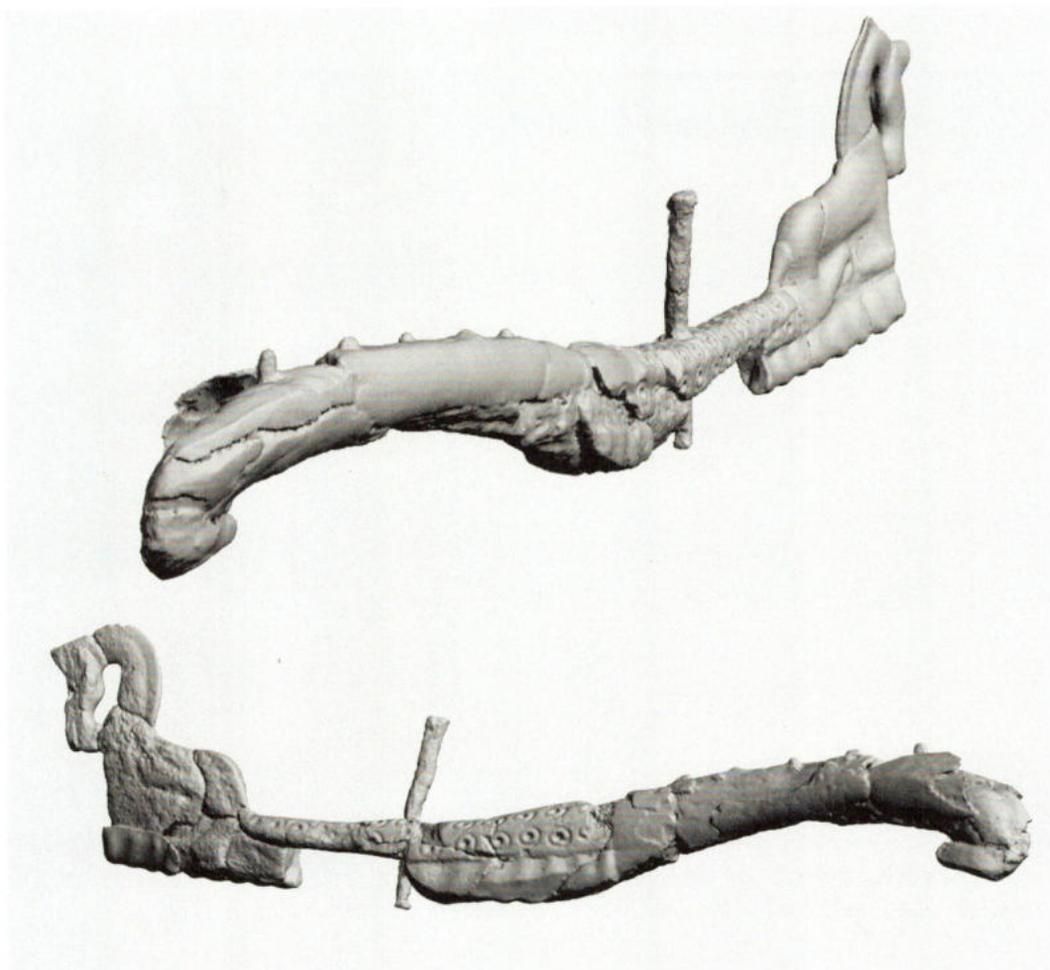


Abb. 8: Harfe/Lyra von Fritzens-Pirchboden, 3D-Modell. – Harp/Lyre from Fritzens-Pirchboden, 3D-model.

Danksagung

Wir bedanken uns bei Gerald Degenhart, MSc, Universitätsklinik für Radiologie, MUI sowie Herbert Kraler und der Firma Swarovski Wattens für das Ermöglichen der Machbarkeitsstudien.

Danke an Prof. Univ.-Doz. Dr. Raymond Ammann (Fachgebiet Musikethnologie am Musikwissenschaftlichen Institut der LFU). Ohne die Unterstützung am Institut für Archäologien der LFU wären unsere Experimente nicht möglich gewesen: Univ.-Prof. Dr. Erich Kistler, em. Univ.-Prof. Dr. Walter Leitner, Dr. Nadja Ried-

mann, Univ.-Prof. Dr. Harald Stadler und Dr. Ulrike Töchterle.

Literatur

AMMANN, R., PRAXMARER, M. 2018: Music in the Palaeolithic Age. Outline for an Interdisciplinary Approach of Cognitive Musicarchaeology and Experimental Archaeology. Erscheint in der Publikation zur Vorlesungsreihe "Recent Trends & New Directions in Ethnomusicology", Kunst Universität Graz 28-29.05.2018.

BENITO, C., GRACIA, M., PÉREZ, C. 2016: Reproduction of an Upper Palaeolithic

Bird-Bone Pipe with Finger Holes from Isturitz. First Experiments. In: R. Eichmann, L.-Ch. Koch, F. Jianjun (Hrsg.), Studien zur Musikarchäologie X. Orient Archäologie 37, Rahden/Westfalen 2016, 213-223.

CIRESA, M. 2006: Die eisenzeitliche Siedlung am Pirschboden oberhalb Fritzens. Ungedruckte Dissertation an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, eingereicht 2006.

CONARD, N., U. A. 2015: Flötenklang aus fernen Zeiten. In: Archäologie in Deutschland, Sonderheft 07. Stuttgart 2015, 30-37.

FLATSCHER, E. 2018: Die Artefakte aus Knochen und Geweih aus dem Wirtschaftstrakt von Schloss Tirol. In: H. Stadler, E. Flatscher (Hrsg.), Schloss Tirol 3. Schloss Tirol 2018, 396-421.

McGregor, A. 1985: Bone, antler, ivory and horn. Beckenham 1985.

MEGAW, J. V. S. 1990: Bone whistles and related objects. In: M. Biddle (Hrsg.), Object and economy in medieval Winchester. Artefacts from medieval Winchester 2. Winchester studies 7. Oxford 1990, 718-723.

RINGOT, J.-L. 2012: Upper Paleolithic Aerophones – Flute or Pipe? An Experimental Approach. Summary Report. In: R. Eichmann, J. Fang, L.-Ch. Koch (Hrsg.), Studies in Music Archaeology VII. Rahden/Westfalen 2012, 389-391.

RÖBER, R. 1995: Zur Verarbeitung von Knochen und Geweih im mittelalterlichen Südwestdeutschland. Fundberichte aus Baden-Württemberg 20, 1995, 885-944.

SCHICK, M. 2001: Mittelalterliche und neuzeitliche Musikinstrumente sowie Klanggeräte aus Tiroler Bodenfunden. In: K. Drexel, M. Fink (Hrsg.), Musikgeschichte Tirols 1: Von der frühen Neuzeit bis zum Ende des 19. Jahrhunderts (Schlern Schriften). Innsbruck 2001, 81-144.

SCHICK, M. 2010: Die Einhandflöte aus den Gewölbezwickelfüllungen von Schloss Lengberg in Osttirol. In: H. Stad-

ler (Hrsg.), Lengberger Studien zur Mittelalterarchäologie 1. Nearchos Beiheft 8. Innsbruck 2010.

TOMEDI, G. 2001: Zur vorgeschichtlichen Musik im Raum Alptirol und im Südalpenraum. In: K. Drexel, M. Fink (Hrsg.), Musikgeschichte Tirols 1: Von der frühen Neuzeit bis zum Ende des 19. Jahrhunderts (Schlern Schriften). Innsbruck 2001, 11-37.

Abbildungsnachweis

Abb. 1, 2, 4, 5, 7: Grafik, Fotos M. Schick

Abb. 3: Grafik W. Recheis

Abb. 6: LARA Spektrogramme:

M. Praxmarer

Abb. 8: Scan: M. Moser; Grafik: M. Schick

Autoren

Dr. Elias Flatscher MA
Kunsthistorisches Institut der Universität
Zürich
Lehrstuhl für Kunstgeschichte des Mittel-
alters und Archäologie der frühchristli-
chen, hoch- und spätmittelalterlichen Zeit
Rämistrasse 59
8006 Zürich
Schweiz
Elias.Flatscher@uzh.ch

Michael Praxmarer MA
Dissertant zwischen Institut für Archäolo-
gien und Musikwissenschaftlichem Institut
der Leopold Franzens Universität
Innsbruck
Langer Weg 11 / Universitätsstraße 1
6020 Innsbruck/Tirol
Österreich
much.praxmarer@gmail.com

Wolfgang Recheis, PhD
Universitätsklinik für Radiologie, Medizini-
sche Universität Innsbruck
Anichstrasse 35
6020 Innsbruck/Tirol
Österreich
wolfgang.recheis@i-med.ac.at

Mag. Michael Schick
Institut für Archäologien der Leopold
Franzens Universität Innsbruck
Langer Weg 11
6020 Innsbruck/Tirol
Österreich
michael.schick@uibk.ac.at

Zur experimentalarchäologischen Herstellung eines Einbaums aus Eichenholz mit Werkzeugen, Methoden und Techniken der Bronzezeit

Wolfgang F. A. Lobisser

Summary – Reconstruction of a Bronze Age log boat from Sattnitz in Carinthia in Austria. In summer 2014 the active working team for Experimental Archaeology of VIAS – Vienna Institute for Archaeological Science – which is part of the University of Vienna was invited to carry out practical studies concerning the reconstruction of a Bronze Age log boat made of oak wood in a scale of 1:1. The experiments started on July 28th and lasted until 3rd of August when the finished boat was watered down. All the practical works were carried out directly in front of the public near the main swimming area at the border of the lake Keutschach. Our aim was to involve the audience in our experimental life performance and to heighten the general interest in lake dwelling research. Our scientific goal was to test remakes of different Bronze Age tool sets and to figure out which types of implements might have been used for special working steps during the reconstruction process. Performing the genesis of a monoxyle boat, we also wanted to put our „*chaine d'operatoire*“ which we had developed earlier at our Mondsee-project to the test. Concerning the socketed axes of Late Bronze Age we planned to test their functionality when they were hafted as adzes.

Keywords: log boat, wood technology, Bronze Age, dissemination, lake dwelling research
Schlagworte: Einbaum, Holztechnologie, Bronzezeit, Öffentlichkeitsarbeit, Pfahlbauauf-schung

Das experimentalarchäologische Arbeitsteam des VIAS – Vienna Institute for Archaeological Science – der Universität Wien hat bisher drei Modelle von prähistorischen Einbäumen im Maßstab 1:1 hergestellt. Im Jahr 2005 wurde am Mondsee ein Einbaum aus einer 7 m langen Tanne gearbeitet (LOBISSER 2019). Bezüglich der Form und der Arbeitsspuren orientierten wir uns dabei an neolithischen Einbaumfunden von der Schweizer Seenplatte

(ARNOLD 1995, 29ff.). Im Sommer 2014 haben wir am Keutschacher See in Kärnten einen Einbaum aus Eichenholz hergestellt. Als prähistorisches Vorbild diente dabei ein Originalfund aus der Bronzezeit vom Sattnitzer Moor (Abb. 1; STARZACHER, DOLENZ 1940). Im Jahr 2016 waren wir eingeladen, in Seewalchen am Attersee einen Einbaum aus einer 9 m langen Tanne mit einem maximalen Durchmesser von 120 cm zu formen. Als Vorbild bezo-

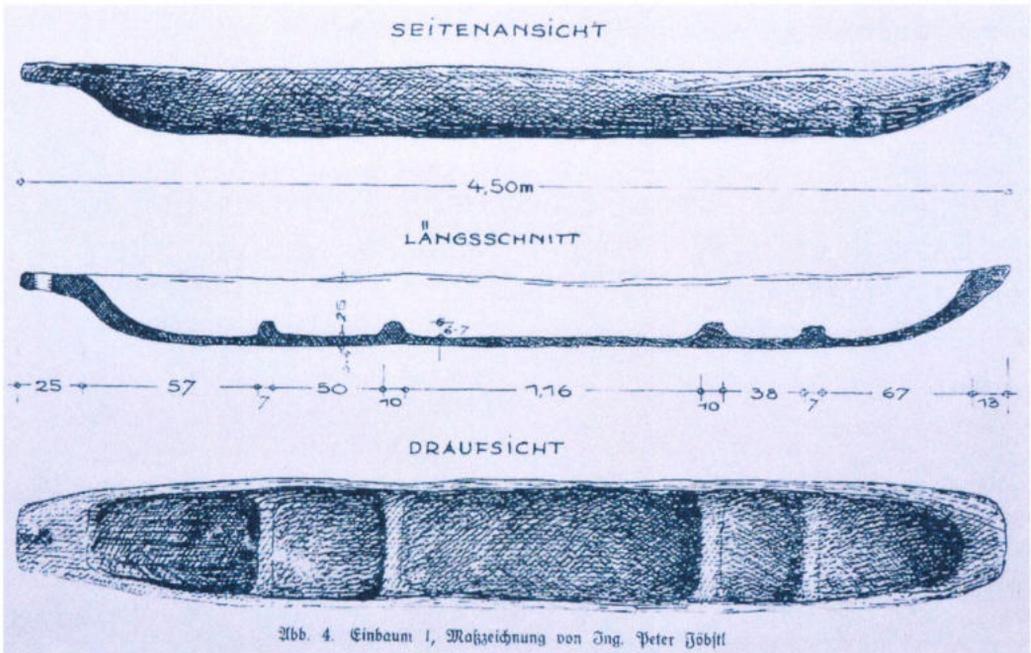


Abb. 1: Abb. 1: Maßstabsgetreue Zeichnung des Einbaums vom Sattnitzer Moor aus Kärnten von Ing. Peter Jöbstl. – True-to-scale drawing of the log boat from Sattnitz Bog in Carinthia from Ing. Peter Jöbstl.

gen wir uns hierbei auf den eisenzeitlichen Einbaumfund vom Wallersee im Salzburger Land (POHL 2006, 76). Unsere wissenschaftlichen Fragestellungen bezogen sich jeweils sowohl auf die Rohmaterialien, als auch auf die Funktionalität der einzelnen Werkzeugtypen unterschiedlicher Zeitstellungen, aber natürlich auch auf die einzelnen Arbeitsschritte selbst und ihre jeweilige Reihenfolge.

Bei allen drei Projekten wurden einzelne Arbeitsschritte mit Werkzeugtypen aus prähistorischen Epochen ausgeführt, daneben aber auch moderne Holztechnologien eingesetzt. Im Zuge der Aktivitäten konnten so praktische Studien zur Verwendung von steinzeitlichen, bronzezeitlichen und eisenzeitlichen Werkzeugtypen durchgeführt und dokumentiert sowie die Gerätschaften auf ihre Funktion hin getestet werden. An Werkzeugen standen uns dabei originalgetreue Nachbildungen von Beilklingen, Dechselklingen, Stemmeiteln sowie Schnitz- und Ziehmesser

zur Verfügung. Im Folgenden sollen unsere Erfahrungen in Zusammenhang mit dem Einbaumprojekt am Keutschacher See vorgestellt werden.

Unser zweites Einbaumprojekt fand direkt im Bereich des Strandbades in Keutschach am See in Kärnten statt. Wir waren vom Kuratorium Pfahlbauten der Unesco eingeladen worden, vor Publikum einen Einbaum unter Anwendung von Nachbildungen prähistorischer Werkzeuge anzufertigen und diesen anschließend auf seine Seetüchtigkeit hin zu testen. Die Aktion sollte vor allem in der breiten Öffentlichkeit das Interesse am Thema Pfahlbauten vertiefen und bei Einheimischen wie bei Gästen das Bewusstsein für unser archäologisches Erbe schärfen. Das archäologische Vorbild für unser Einbaumprojekt in Keutschach stammte direkt aus Kärnten und war im Jahr 1939 zeitnahe zusammen mit einem zweiten Exemplar aus dem Jahr 1940 entdeckt worden (vgl. STARZACHER, DOLENZ 1940,



Abb. 2: Unser Werkzeugsatz zur Holzbearbeitung der Frühbronzezeit: Randleistenbeil mit Ersatzklinge, Randleisten-dechsel mit Ersatzklinge, schmaler Meißel, breiter Meißel, Dolchmesser. – Our Early Bronze Age wood working tools: low-flanged axe and low-flanged adze – both with replacement blades – small chisel, broad chisel, dagger knife.

213ff.). Zum ersten Einbaum vom Sattnitzmoor finden wir bei P. Gleirscher: „In Kärnten wurden bereits während des Zweiten Weltkrieges gleich zwei Einbäume entdeckt und geborgen. Im August 1939 stießen Männer des Reichsarbeitsdienstes im Rahmen von Entwässerungsarbeiten (Projekt Struga) im Sattnitzmoor im Süden von Klagenfurt im Bereich der ehemaligen Papiermühle Weinländer auf ein vollständig erhaltenes Boot (Einbaum I). Es lag am Grunde des Moores, in einer Tiefe von 1,70 m. In seiner Umgebung wurden zahlreiche angekohlte Holzstücke beobachtet. Der Einbaum war aus Eichenholz gefertigt und mit scharfen Klingen bearbeitet worden. Das Boot ist 4,50 m lang und 60 cm breit. Der abgeschrägte Bug ist brettförmig ausgezogen und gelocht. Auch das Heck ist abgeschrägt. Vier zwischen 5 und 8 cm hohe Spanten geben dem Einbaum eine symmetrische innere Gliederung mit zwei rund 60 cm langen äußeren Abschnitten und zwei 40 bzw. 50 cm langen anschließenden Abschnitten sowie einem rund 1,10 m langen mittleren Abschnitt. Die Bordwände waren 29 cm hoch, der Boden flach und rund 45 cm breit“ (GLEIRSCHER 2006, 51). Zur zeitlichen Einordnung der beiden Ein-

bäume finden wir: „Was die Datierung der beiden Boote aus dem Sattnitzmoor anbelangt, so erkannte man sogleich, dass sie wegen der scharfen Schnittpuren metallzeitlich sein mussten. Um dies weiter eingrenzen zu können, wurden Pollenprofile entnommen, um über die Geschichte der Moorbildung die Einbäume datieren zu können. Dabei zeigte sich eine Verbindung der Einbäume zur so genannten subborealen Buchenausbildung, einer Klimaperiode, die der Bronzezeit (2. Jahrtausend v. Chr.) zugewiesen wird“ (GLEIRSCHER 2006, 53). Beide Einbäume werden heute im Landesmuseum Kärnten aufbewahrt.

Der Erstpublikation des Einbaums wurde auch eine maßstabsgetreue Abbildung mit einigen Maßangaben beigelegt, aus der sich wertvolle Ergänzungen zur Beschreibung ableiten lassen (STARZACHER, DOLENZ 1940, 219, Abb. 4). Dieser Zeichnung lässt sich entnehmen, dass die Wandstärke nicht mehr als 4-5 cm, die Bodenstärke im Mittelbereich des Bootes durchschnittlich 6-7 cm betragen hatte. Lediglich im Bereich der vier Querrippen war der Boden zwischen 12-14 cm stark ausgeführt. An den Bootsenden hatte man das Stirnholz zwischen 14 und 19 cm stark belassen. Insgesamt darf man feststellen, dass man den Einbaum sehr zierlich und grazil geformt hatte und man wirklich das Gefühl hat, dass die Menschen diesbezüglich an die Grenzen des Machbaren gegangen sind, um dem Boot bei möglichst geringem Gewicht möglichst viel Innenraum und damit Auftrieb zu geben.

Bei unserem Nachbau planten wir, unsere praktischen Studien auf die Holztechnologie der Bronzezeit zu konzentrieren. Dabei wollten wir auch allfällige Entwicklungen und Verbesserungen von der frühen zur späten Bronzezeit herausarbeiten. Uns standen dafür zwei Werkzeugsets zur Verfügung: Eines entsprach der frühen Bronzezeit und umfasste ein großes

Randleistenbeil und eine Randleisten-dechsel mit jeweils einer Reserveklinge, einen schmalen und einen breiteren Meißel sowie einen Dolch (Abb. 2). Dechsel und breiter Meißel bestanden beide aus kleinen Randleistenklingen, die entsprechend geschäftet waren. Der zweite Werkzeugsatz enthielt Gerätetypen der späten Bronzezeit. Er bestand aus einem schweren mittelständigen Lappenbeil mit Ersatzklinge, einer massiven Lappendechsel, zwei Tüllenmeißeln unterschiedlicher Breite sowie aus zwei sog. Tüllenbeilklingen, von welchen wir eine als Beil, die andere jedoch quer als Dechsel geschäftet hatten (Abb. 3). Weiters verfügten wir über ein gebogenes Ziehmesser sowie ein gekrümmtes Rückenmesser.

Außerdem hatten wir Werkzeuge, welche ausschließlich aus Holz bestanden, wie Hebelstangen und Rollenhölzer aus Nadelholz, Spaltkeile aus Buchenholz sowie Klopfhölzer aus diversen Harthölzern unterschiedlicher Größe. Bezüglich dieser Hilfsgeräte machten wir keinerlei Unterschied zwischen früher oder später Bronzezeit, da wir hier kaum erwarteten, Entwicklungen fassen zu können.

Die praktischen Arbeiten am Keutschacher See begannen am 28. Juli 2014. Als Rohmaterial stand uns ein massiver Eichenstamm mit einer Länge von 5,5 m und einem maximalen Durchmesser von annähernd 85 cm zur Verfügung, der allerdings etwas krumm gewachsen war und außerdem mehrere relativ große Astbereiche aufwies. Von der Waldkante bis zum Kern zählten wir an die 119 Jahresringe. In Hinsicht auf die Vorgangsweise wollten wir unsere Arbeitskonzeption, unsere „chaine d’opérateur“ vom Mondseeprojekt beibehalten, weil sie sich gut bewährt hatte (vgl. LOBISSER 2019). Das bedeutete kurz und prägnant gesagt: Baum schälen, Stamm begutachten, Bodenseite bestimmen, Bodenplatte herausarbeiten, Bootsenden formen, Einbaum um 180 Grad wenden, Bootsoberkante bestimm-



Abb. 3: Unser Werkzeugsatz zur Holzbearbeitung der Spätbronzezeit: Großes mittelständiges Lappenbeil mit Ersatzklinge, Lappendechsel, gekrümmtes Rückenmesser, Ziehmesser, breiter und schmaler Meißel, Tüllendechsel und Tüllenbeil. – Big flanged axe with replacement blade, flanged adze, bent knife, drawing knife, broad and small chisel, socketed adze and socketed axe.



Abb. 4: Das Entrinden des Eichenstammes erfolgte mit Bronzeäxten. – The debarking work of the oak tree was carried out with the bronze axes.

men, Überholz abtragen, Bootsinnenraum festlegen, Hohlraum ausarbeiten, Oberflächen umseitig glätten, Einbaum zu Wasser lassen und Probe fahren.

Um den Stamm während der Bearbeitung besser manövrieren zu können, hatten wir ihn auf mehrere etwa 20 cm dicke und an die 4 m lange Rundhölzer gelegt. Das Schälen erfolgte mit den Klingen der Bronzebeile, die in der Art von Stoßäxten eingesetzt wurden, wobei sich die winke- lig gebogenen Knieholzschäftungen dabei



Abb. 5: Bei der Herstellung der Bodenplatte wurden die Kerben für die Spaltungen am Wipfelende mit einem Randleistenbeil, am Wurzelende mit einem Lappenbeil angebracht. – While making the flat bottom, the grooves for the splitting processes were cut out with sidebar axes on the top side and with flanged axes on the root side of the log.

als durchaus praktische Handhaben erwiesen (Abb. 4). Das Schälen dauerte abzüglich der Wendezeit insgesamt nur 16 Minuten, wobei zwei Personen aktiv werkten. Anschließend wurde der Stamm eingehend begutachtet, damit die ideale Lage des Einbaums im Stamm festgelegt werden konnte. Unser Vorbild vom Sattnitzer Moor war aus einem Halbstamm gefertigt worden und zeigte deshalb keine Baumkernbereiche im Bootskörper auf. Wir fanden eine Position, wo wir allen Ästen bis auf einen ausweichen würden und diesen wollten wir bei Bedarf ausflicken. Weiters erlaubte uns das Übermaß unseres Stammes auch, von den bereits leicht rissigen Stammenden nach innen abzurücken.

Das Ablängen des Stammes erfolgte gleich im Anschluss mit neuzeitlichen Methoden. Nun mit einer Länge von 460 cm

dürfte der geschälte Stamm ein Gesamtgewicht um 1.800 kg gewogen haben. Jetzt hatten wir den Stamm so positioniert, dass die spätere Bodenseite des Einbaums genau nach oben zeigte. Dann konnte die Bodenplatte mit einer Breite von etwa 45 cm über die gesamte Stammlänge hin mit Kreide angezeichnet werden. In der Bronzezeit hätte man dafür ein Stück Holzkohle verwenden können. Unser Ziel war es, möglichst viel überschüssiges Holz durch Spaltprozesse zu entfernen. Die Experimente mit bronzezeitlichen Werkzeugtypen konnten beginnen. Der Stamm zeigte leichte Verwindungen der Fasern. Deshalb beschlossen wir, die Länge der anvisierten Spaltsegmente mit durchschnittlich 27 cm zu determinieren, damit es zu keinen ungewollten Rissbildungen nach innen kommen konnte. Dafür galt es nun Kerben im Ab-



Abb. 6: In Abständen von etwa 27 cm wurde das Überholz an der Bodenseite bis zur Markierung eingekerbt. – In distances of about 27 cm, the surplus wood on the bottom side was grooved down to the marking lines.

stand von besagten 27 cm einzuarbeiten, welche von der Waldkante bis zu den Markierungen reichten und dabei oben 9 cm breit sowie an der höchsten Stelle etwa 8 cm hoch waren und unten am Grat quer zur Faser eine Länge von bis zu 45 cm aufwiesen. Dabei musste insgesamt jeweils 1 dm³ Stammholz Span für Span entfernt werden.

Für diesen Arbeitsschritt setzten wir am Wipfelende beginnend unser frühbronzezeitliches Randleistenbeil sowie am Wurzelende unser spätbronzezeitliches mittelständiges Lappenbeil ein (Abb. 5). Die Klinge des Randleistenbeils hatte eine Länge von 19 cm sowie eine 4,9 cm breite, stark gewölbte Schneide mit einem Wölbungsradius von 3,5 cm bei einem Gesamtgewicht von 400 Gramm. Geschäftet hatten wir diese Klinge auf einem Knieholz aus Buche mit einer Gesamtlänge von 72 cm und einem Schäftungswinkel von 79 Grad. Das Gesamtgewicht des geschäfteten Beils betrug 1.300 Gramm. Mit diesem Gerät wurden insgesamt acht Kerben gehackt, wobei die Zeiten dafür zwischen 8 und 13 Minuten gemessen wurden, sodass sich eine mittlere Arbeitszeit von 11 Minuten pro Kerbe ermitteln lässt. Bei etwa 30 Hieben pro Minute lässt sich daraus eine theoretische mittlere Spangröße von 3 cm³ errechnen.

Die Klinge unseres spätbronzezeitlichen Lappenbeils zeigte eine Länge von 23 cm bei einer 5,6 cm breiten Schneide mit einem Wölbungsradius von 7,5 cm und einem Gewicht von 960 Gramm. Die Länge der Knieholzschäftung lag bei 73 cm, wobei der Schäftungswinkel etwa 77 Grad betrug. Das Gesamtgewicht des Beils lag bei 1.820 Gramm. Mit diesem Gerät wurden die anderen 8 Kerben gehackt, wobei die gemessenen Zeiten zwischen 6 und 9 Minuten lagen, sodass sich hier eine mittlere Arbeitszeit von 7 Minuten pro Kerbe ermitteln ließ. Bei etwa 30 Hieben pro Minute ließ sich daraus eine mittlere Spangröße von 4,8 cm³ errechnen.

Somit lässt sich konstatieren, dass wir mit unserem spätbronzezeitlichen Beil etwa um ein Drittel effektiver arbeiten konnten als mit unserem frühbronzezeitlichen Lappenbeil. Interessanterweise lässt sich das ziemlich gut mit den Gewichten der beiden Werkzeuge korrelieren, denn das Lappenbeil war auch um ein Drittel schwerer. Bleibt noch zu bemerken, dass die Werkzeuge bei diesem Arbeitsschritt von erfahrenen Holzbearbeitungsspezialisten geführt wurden, sodass die gewonnenen Daten als aussagekräftig gelten können. Die Vorgabe war dabei nicht so schnell wie möglich, sondern mit gleich-

mäßigem Rhythmus vorzugehen, wie man es tut, wenn man die Werkzeuge über längere Zeit hinweg benutzen will. Nach der Fertigstellung der Kerben (Abb. 6) haben wir das Überholz dazwischen mit jeweils drei Holzkeilen aus Buchenholz abgespalten und auch gleich im Anschluss die Spaltflächen mit Dechseln geglättet. Denn je genauer die Flächen geputzt waren und an den unteren Grat einer Kerbe reichten, umso besser ließen sich in der Folge auch die Keile für die nächste Spaltung positionieren. Und je genauer die Spaltungen waren, umso weniger Überholz mussten wir anschließend Span für Span entfernen. Die Keile hatten wir an den scharfen Bereichen gerundet, damit sie nicht gleich an den Ecken ausplitterten. Im Durchschnitt konnten wir die Keile jeweils etwa sechs- bis achtmal verwenden, ehe sie unbrauchbar wurden. Nach jeder Verwendung haben wir dabei die scharfen Kanten nachgearbeitet und kleine Beschädigungen sofort beseitigt, damit diese bei der nächsten Spaltung nicht als Sollbruchstellen wirken konnten. Zum Glätten der Spaltflächen setzten wir an unserer „Frühbronzezeitseite“ eine Dechsel ein, die aus einer kleinen Randleistenklinge bestand, die wir quer in einem Knieholz geschäftet hatten (vgl. LOBISSER 2008, 43). Mit einer Länge von 13,2 cm, einer Schneidenbreite von 4,4 cm und einem Wölbungsradius von 2,9 cm zeigte die Klinge ein Gewicht von 120 Gramm. Die Knieholzschäftung hatte eine Länge von 40 cm bei einem Schäftungswinkel von 59 Grad. Das Gesamtgewicht der Dechsel lag bei 580 Gramm. Mit diesem Gerät ließ sich die Spaltoberfläche gut glätten, indem wir in gebückter Haltung gleichmäßige Bahnen von Facetten in Faserrichtung anbrachten (Abb. 7). Die dabei anfallenden Späne waren mit Längen zwischen 2 und 4 cm relativ klein, wobei man dennoch relativ kräftig zuschlagen musste. Letztlich konnten wir die Oberfläche aber gut glätten. Die



Abb. 7: Nach dem Abspalten des Überholzes wurde die Grundfläche mit unserer Randleistendechsel geglättet. – After splitting away the surplus wood we flattened the bottom with our low-flanged adze.

durchschnittliche Spanabnahme pro Hieb ließ sich hier mit etwa $1,4 \text{ cm}^3$ ermitteln. An der „Spätbronzezeitseite“ verwendeten wir eine massive Lappendechsel, die wir nach einem Vorbild aus Traunkirchen in Oberösterreich (vgl. LOBISSER 2001, 67) gefertigt hatten. Die Länge dieser Klinge betrug 16,5 cm, die Schneide hatte eine Breite von 10,7 cm bei einem Wölbungsradius von 12,9 cm. Das Gewicht lag bei 810 Gramm. Die Knieholzschäftung zeigte eine Länge von 38 cm bei einem Schäftungswinkel von 56 Grad. Das Gesamtgewicht dieses Werkzeugs betrug 1.110 Gramm. In der praktischen Verwendung erwies sich dieses Gerät als sehr effektiv. Die Späne waren mit Längen zwischen 3 und 6 cm deutlich größer und durch das große Gewicht der Dechsel drang diese auch sehr gut in das Holz ein. Durch die relativ breite Schneide wurde die Oberfläche gut egalisiert. Die durchschnittliche Spanabnahme pro Hieb lag bei ca. $2,5 \text{ cm}^3$. Im Vergleich zur Frühbronzezeitdechsel zeigte sich die Lappendechsel wie zu erwarten deutlich wirksamer. Am Abend des ersten Tages hatten wir die Bodenplatte des Einbaumes mit bron-

zezeitlichen Werkzeugtypen fertig gestellt. Bei einem astfrei und gerade gewachsenen Stamm hätten wir nun konsequenter Weise unseren Baum mit Keilen genau durch den Kern in zwei Hälften spalten können. Bei dem uns zur Verfügung stehenden Stamm war allerdings nicht zu erwarten, dass sich dieser problemlos in einer Ebene spalten lassen würde. Im Gegenteil versprachen die eingewachsenen Äste und auch die verdrehten Faserbereiche Schwierigkeiten. So entschieden wir uns, diesen Arbeitsschritt mit moderner Technik auszuführen, um erstens diesbezüglich kein Risiko einzugehen, aber auch um Zeit zu sparen. So wurde der Stamm kurzer Hand auf einen Lastwagen gehoben, in einem Sägewerk in zwei Hälften geteilt und gleich wieder an den Werkplatz am Seeufer gebracht, wo wir anschließend auch die Außenform weitgehend mit modernen Werkzeugen gestalten.

Bei der finalen Ausformung der Bootsenden griffen wir wiederum zu Werkzeugen aus Bronze. Bei der Gestaltung der Bootsenden musste der Anteil an Span für Span abzutragendem Holz durch die rundlichen Formen höher sein als im Durchschnitt. Zu dieser Hypothese wollten wir praktische Versuche anstellen, indem wir die Bootsenden mit Bronze Werkzeugen quasi in „Originaltechniken“ schnitzten. Diesmal setzten wir die frühbronzezeitlichen Werkzeugtypen am Heck ein, wo wir ein löffelartig gleichmäßig halbrund gewölbtes Ende formten, indem wir mit dem Beil Kerben anbrachten und anschließend das Überholz abspalten konnten. Dabei ließen sich jedoch an diesem Ende formbedingt nur relativ kleine Holzstücke abspalten. Die verbleibenden Stufen wurden dann ebenfalls mit dem Beil abgetragen. Erst bei der finalen Glättung wechselten wir zur wesentlich leichteren Dechsel mit Randleistenklinge. Es hatte sich einfach empirisch gezeigt, dass die Dechsel nicht das nötige Gewicht mit-

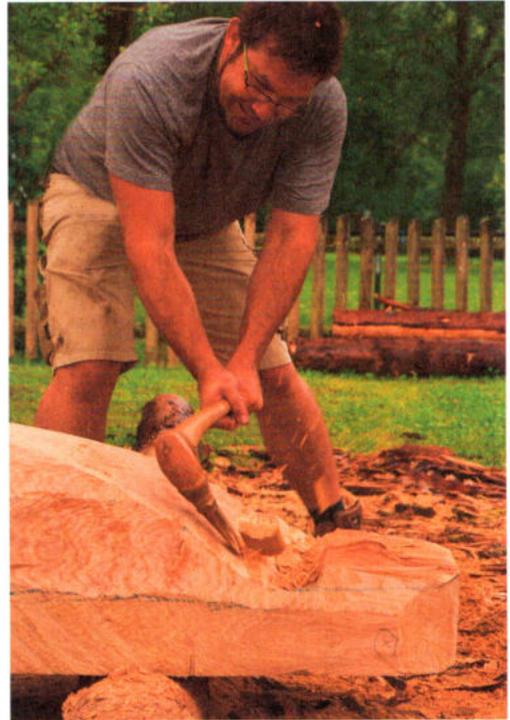


Abb. 8: Um den Bug zu gestalten, setzten wir unser Tüllenbeil ein. – To form the upper end of the log boat we used our socketed axe.

brachte, um effektiv Holzmaterial im Eichenholz abtragen zu können. Jedoch die Glättung der nach allen Richtungen hin gewölbten finalen Oberfläche war am besten mit der Dechsel zu bewerkstelligen. Insgesamt haben wir bei der finalen Ausformung des Hecks etwa 18 dm³ Holzmaterial mit Bronze Werkzeugen abgetragen und dafür insgesamt etwa 4 Stunden aufgewendet. Wie erwartet, konnten wir dabei weniger als 50 Prozent des Überholzes durch Spaltprozesse entfernen.

Im Zusammenhang mit der Ausformung des Bootsendes am Bug führten wir ein praktisches Experiment zur Verwendung von sog. Tüllenbeilklingen durch (Abb. 8). Dabei wollten wir der Frage nachgehen, ob diese Tüllenbeilklingen, welche mit Beginn der späten Bronzezeit verstärkt in Europa auftauchten, auch quer geschäftet

als Dechsel verwendet worden sein könnten? Denn anders als Tüllenbeile wurden für unseren Geschmack schwere Lappen-dechsel, wie etwa das Stück aus Traunkirchen, welches wir nachgebaut hatten, viel zu selten gefunden, als dass sie als typisch für ihre Zeit gelten dürften. Um praktische Argumente für diese Fragen zu finden, hatten wir eine Tüllenbeilklinge als Beil und eine weitere gussgleiche als Dechsel geschäftet. Die Längen der Klängen betragen 9,1 cm, ihre Schneiden waren 5,2 cm breit mit Wölbungsradius von etwa 5 cm und ihr Gewicht lag bei jeweils 160 Gramm. Die Knieholzschaftung für das Beil zeigte eine Länge von 70 cm mit einem Schäftungswinkel von 81 Grad, wobei das Gesamtgewicht des fertig geschäfteten und mit Rohhautstreifen gesicherten Tüllenbeiles bei 885 Gramm lag. Die Knieholzschaftung für die „Tüllendechsel“ hatte eine Länge von 45 cm mit einem Schäftungswinkel von 78 Grad, das Gesamtgewicht des Werkzeugs zeigte 390 Gramm.

Das Tüllenbeil wurde nun eingesetzt, um insgesamt der Reihe nach vier Kerben am Heck einzuschlagen, von welchen wir einige nach dem erstmaligen Spalten nach unten hin verlängerten. Diese wurden jeweils so gesetzt, dass wir dem Faserverlauf folgend im Anschluss jeweils möglichst große Holzstücke mit Keilen abspalten konnten. Insgesamt wurde bei diesem Arbeitsschritt eine Holzmenge mit einem Gesamtvolumen von etwa 39 dm³ mit „Bronzezeittechnik“ abgetragen, wobei etwa 9 dm³ spanweise beim Anlegen der Kerben, 26 dm³ durch Spalten mit Keilen sowie der Rest – etwa 4 dm³ – mit der Dechsel entfernt werden mussten. Von letzteren entfielen 1 dm³ auf das Nachputzen der Spaltflächen beim Grobabbau und 3 dm³ beim Gestalten der finalen Oberfläche.

Was bedeutet das nun und was können wir daraus lernen? An dieser Stelle möchte ich vorher ausdrücklich darauf hinwei-



Abb. 9: Bei der Gestaltung des Schiffsbugs mit Bronzezeittechnologie versuchten wir soviel Holz wie möglich durch Spaltprozesse zu entfernen. – Within the forming of the upper end of the log boat we tried to remove as much wood as possible via splitting processes.

sen, dass man den im Zuge von Experimenten mit alten Techniken dokumentierten Arbeitszeiten vordergründig keine allzu große Bedeutung beimessen sollte. Aber in Relation zueinander und zum Ganzen können sie schon aussagekräftig sein. Alles in allem haben wir für die finale Gestaltung des Bugs und damit für den Abtrag von 39 dm³ Holz 287 Minuten, also knapp 5 Personenstunden aufgewendet. Dabei entfielen 158 Minuten auf das Anlegen der Kerben mit dem Tüllenbeil, 25 Minuten auf das Abspalten mit Keilen und 104 Minuten auf Dechselarbeiten. Weitere 38 Minuten entfielen übrigens auf die Pflege der Keile.

Dieses Ergebnis können wir folgendermaßen zusammenfassen: Mit unserer „Tüllendechsel“ konnten wir pro Minute 38 cm³, also bei durchschnittlich 30 Hieben etwa 1,3 cm³ pro Hieb abtragen. Beim Anlegen der Kerben mit unserem Tüllenbeil lag dieser Wert etwa bei 57 cm³, daher bei 1,9 cm³ pro Hieb und mit den Keilen betrug er pro Minute 1.040 cm³, sprich gemittelt etwa 35 cm³ pro Schlag auf einen Keil. Das entspricht, was die entfernte Materialmenge betrifft, in ganzen Zahlen gerundet einem Verhältnis von 1

zu 2 zu 7 zwischen Dechselarbeit, Beilarbeit und Spaltarbeit. Was die durchschnittlich pro Werkzeughieb oder Schlag auf einen Keil entfernte Holzmenge betrifft, liegen wir aber bei 2 zu 3 zu 54. Jedoch verhält sich die dafür aufgewendete Zeit massiv gegenläufig und zeigt in derselben Reihenfolge ein Verhältnis von 8 zu 12 zu 1. Das bedeutet, dass wir bei Spalten mit Keilen 27-mal schneller als mit unserer Tüllendechsel und 18-mal schneller als mit dem Tüllenbeil Holz abarbeiten konnten (Abb. 9).

In Hinsicht auf unsere Tüllenbeilklingen ist festzuhalten, dass eine durchschnittliche Arbeitsleistung von etwa $1,9 \text{ cm}^3$ pro Hieb mit der Beilvariante letztlich unbefriedigend erscheint, lag dieser Wert doch bereits bei unserem frühbronzezeitlichen Randleistenbeil bei etwa $3,0 \text{ cm}^3$ und bei unserem mittelständigen Lappenbeil gar bei $4,8 \text{ cm}^3$. Mit der Tüllendechselvariante schafften wir an die $1,3 \text{ cm}^3$ pro Hieb, was sich relativ gut mit der Effektivität von unserer frühbronzezeitlichen Randleistendechsel von $1,4 \text{ cm}^3$ pro Hieb vergleichen lässt. Die Tatsache, dass die Leistung unseres Tüllenbeils bei wesentlich längerer und schwererer Schäftung letztlich nur um ein rundes Drittel höher war als die unserer „Tüllendechsel“ lag vor allem daran, dass wir mit ersterem beim Anlegen der Kerben in relativ steilem Winkel die Fasern kappen mussten, während wir mit der Dechselvariante in sehr flachem Winkel ins Holz eindringen, um dann mehr oder weniger entlang der Fasern eine Hackscharte abzutrennen.

Insgesamt wurde uns aber klar, dass unser Tüllenbeil beim besten Willen einfach nicht genug Gewicht aufwies, um effektiv als Beil verwendet zu werden. Diese Schäftungsvariante hätte allenfalls als kleines Schnitzbeil eingesetzt werden können. Im Gegensatz dazu erschien uns die Dechselvariante als durchaus sinnstiftend. Die Ergebnisse unserer Versuche sprechen letztlich dafür, dass wir die sog.

Tüllenbeile tendenziell eher als Dechselklingen ansprechen sollten und es erscheint durchaus denkbar, dass wir mit diesem Gerätetyp die typischen Dechselklingen der späten Bronzezeit fassen können.

Ein archäologischer Nachweis für die Verwendung einer sog. Tüllenbeilklinge als Dechsel lässt sich im Übrigen aus dem Gräberfeld von Wupu östlich der Taklamakan-Wüste in der heutigen Provinz Xinjiang im Westen von China beibringen. Auf Grund von äußerst trockenen Bodenverhältnissen hatte sich dort eine Tüllenbeilklinge mit gekrümmter Holzschäftung erhalten, welche das Stück eindeutig als Dechsel ausweist. Die Klinge hatte man mit Hilfe von Rohhautstreifen am Holzgriff gesichert. Die Tüllendechsel wird heute unter der Inventarnummer 1177 im Museum des Distrikts Hami aufbewahrt (vgl. WIECZOREK, LIND 2007, 145, Abb. 49).

Nachdem die Außenform des Einbaums fertiggestellt war, haben wir unser Werkstück gewendet, was uns bei einem geschätzten Gewicht von etwa 620 kg und einem Volumen von etwa 730 dm^3 in diesem Zustand mit 6 Personen und großen Hebelstangen ohne Zuhilfenahme von technischen Geräten gelungen ist. Jetzt konnte die Randstärke – mit 7 cm vorläufig noch relativ stark bemessen – umseitig angezeichnet werden. Letztlich strebten wir eine Wandstärke von 5 cm an. Das Übermaß erschien uns aber vorläufig sinnvoll, als wir derart bei zu erwartenden Fehlschlägen mit unseren Werkzeugen nicht gleich das erfolgreiche Gelingen unseres Projekts gefährden wollten.

Wir hatten uns ausgerechnet, dass wir vorerst etwas mehr als die Hälfte des Materials des außen bereits nahezu fertiggestellten Einbaums in relativ grober Technik abtragen wollten, um den Einbaum im Inneren auszuhöhlen. Das entsprach etwa 350 kg oder 410 dm^3 . Der Rest – weitere 80 kg oder 95 dm^3 sollte dann bei der Überarbeitung des Einbaums entfernt



Abb. 10: Versehentlich benutzten wir eine Bronzeklinge, ohne sie vorher durch Kaltschmieden gehärtet zu haben. – By mistake we used a bronze blade before hardening it through cold hammering.

werden. Auch diesbezüglich starteten wir mit praktischen Experimenten mit Bronzezeittechnologie, wobei wir uns jedoch bei dieser Fragestellung auf Werkzeuge der späten Bronzezeit konzentrierten. Auch jetzt galt es wieder, soviel Holz wie möglich durch Spaltprozesse zu entfernen. Am Beginn der Aushölarbeiten brauchten wir mindestens zwei Kerben. Die erste, um die Keile anzusetzen und eine zweite, an deren Grund die Spaltung enden sollte. Eine von diesen musste deutlich größer ausfallen, weil wir auch Platz brauchten, um die Keile mit einem großen Schlägel einzutreiben.

Gleich zu Beginn passierte uns ein – im Rückblick lustiges – Missgeschick, welches uns zwar kurz verwirrte, letztlich aber doch interessante Aspekte aufzeigte (Abb. 10). Beim Anlegen der ersten Kerbe

bemerkten wir bereits nach etwa 15 Hieben mit einem schweren mittelständigen Lappenbeil an der Arbeitsspur, dass etwas nicht stimmen konnte. Die Schlagfacetten im Holz zeigten nicht die üblichen scharfen Kanten, sondern waren krumm und undeutlich ausgeprägt, auch das Arbeitsgeräusch tönte ganz anders als gewohnt. Wir stoppten den Arbeitsprozess, um Nachschau zu halten und siehe – die Klinge war im Schneidebereich völlig verbogen! Was war passiert? War das Kernholz einer Eiche, die auf dem kargen und trockenen Boden des Kärntner Unterlandes gewachsen war, wirklich so hart wie Eisen, wie uns Einheimische mehrfach eindringlich gewarnt hatten? Sollten sie damit Recht behalten? Tatsächlich deuteten massiv rötliche Verfärbungen des Kernholzes auf einen hohen Gehalt an Eiseneinlagerungen im Holz hin. Waren unsere Bronzewerkzeuge tatsächlich nicht stabil genug, um in dieses Holz einzudringen? Wirklich herrschte momentan allgemeine Verwunderung auf der Baustelle.

Die Lösung des Problems stellte sich kurz darauf bei der Durchsicht unserer Werkzeuge relativ einfach dar: Ich hatte für alle Fälle als Reserve eine neue gussfrische Bronzeklinge mit mittelständigen Lappen eingepackt, welche allerdings im Schneidebereich nie gedengelt, sprich nie für die praktische Verwendung vorbereitet worden war. Im Eifer der Experimente hatte ein junger Kollege genau diese Klinge in unsere altbewährte Knieholzschäftung gedrückt, was nicht weiter aufgefallen war, da sie gussgleich zu der anderen war. So wurden wir ungeplanter Weise daran erinnert, wie wichtig es war, Bronzeklingen kalt zu überschmieden, um derart ihr metallisches Gefüge zu verdichten. Erst durch diesen Prozess, den wir normalerweise auch regelmäßig nach dem Schleifen der Klingen wiederholten, erhielten die Klingen im Schneidebereich die nötige Festigkeit, um auch den geho-



Abb. 11: Um das Innere des Einbaumes zu formen, haben wir mit unserem spätbronzezeitlichem Lappenbeil Kerben angebracht. – To form the inner side of our log boat we chopped grooves using our Late Bronze Age style flanged axe.

benen Anforderungen bei hartem Eichenholz zu widerstehen. Die verbogene Klinge konnte übrigens kalt ausgeschmiedet und so wieder ausgerichtet werden, wobei wir sie auch gleich hart gedengelt haben. Mit einem gut gedengelten Lappenbeil brauchten wir letztlich insgesamt 48 Minuten, um die zwei ersten Kerben in einem Abstand von 50 cm herzustellen, wobei insgesamt etwa 7 dm³ Holz entfernt wurde, woraus man eine durchschnittliche Spangröße von 4,9 cm³ errechnen kann (Abb. 11). Um das Holz zwischen den Kerben mit Keilen absprengen zu können, galt es allerdings, dieselben unmittelbar neben den Bootsändern bis zum Grund der Kerben miteinander zu verbinden. Wir entschieden uns dafür, diese Verbindungs-

schlitze mit Bronzemeißeln auszuführen (Abb. 12), welche wir mit massiven Klopfhölzern eintreiben wollten. Einer unserer Tüllenmeißel hatte eine Länge von 20,3 cm, mit Holzgriff 34,5 cm und eine Schneidbreite von 1,3 cm, wobei sein Gesamtgewicht bei 560 Gramm lag. Mit diesem Meißel gelang es, uns einen Schlitz von 48 cm Länge und 7 cm Tiefe in 33 Minuten herzustellen, wobei insgesamt etwa 0,5 dm³ Holz entfernt werden mussten, was bei 30 Hieben pro Minute einer rechnerisch gemittelten Spangröße von 0,5 cm³ pro Hieb entspricht. Der zweite Tüllenmeißel hatte eine Länge von 17 cm, mit Holzgriff 32 cm und wies eine Schneidbreite von 2 cm auf. Sein Gesamtgewicht betrug 510



Abb. 12: Um die Spaltkerben zu verbinden, setzten wir unsere spätbronzezeitlichen Tüllenmeißel ein. – To connect the splitting grooves we used our Late Bronze Age style socketed chisels.

Gramm. Mit diesem Stück schafften wir den zweiten Schlitz in nur 23 Minuten, wobei auf Grund der etwas breiteren Schneide etwa $0,7 \text{ dm}^3$ Holz entfernt werden mussten. Daraus lässt sich eine mittlere Spangröße von $1,0 \text{ cm}^3$ errechnen. Es war erstaunlich, dass wir mit dem breiteren Meißel bei mehr Holzabtrag schneller waren, aber offensichtlich ließen sich beim breiteren Schlitz die Späne leichter und schneller lösen, aber letztlich auch besser aus dem Schlitz heraushebeln.

Zum Abspalten des Zwischenholzes wurden nun auf einer Holzbreite von 46 cm insgesamt fünf Keile angesetzt und abwechselnd mit einem 4 kg schweren Hammer eingetrieben (Abb. 13). Der Spaltprozess verlief nicht ideal, denn es zeigte sich, dass die Fasern hier im Stammanlaufbereich sehr zäh und auch etwas verdreht gewachsen waren, sodass unsere Keile bei der ersten Spaltung stark in Mitleidenschaft gezogen wurden. Dennoch gelang es uns, ein massives Stück Holz mit einem Gesamtvolumen von annähernd 18 dm^3 in nur 9 Minuten aus dem Stamm zu lösen.

Beim zweiten Spaltprozess gingen wir ähnlich vor. Diesmal konnten wir eine Kerbe unseres ersten Spältlings als Ansatzpunkt für die Keile nutzen. Im Abstand



Abb. 13: Mit fünf Holzkeilen haben wir ein massives Stück Holz aus dem Inneren des Einbaumes herausgespalten. – Using five wooden wedges, we splitted a massive piece of wood out of the inside of the log boat.

von 65 cm wurde nun dahinter in Wipfelrichtung eine weitere Kerbe mit der Tiefe von 9 cm eingehackt. Diesmal versuchten wir, die Verbindungen zwischen den Kerben gleich mit unserem Lappenbeil anzufertigen. Dabei gelang es uns, jeweils ein Holzvolumen von etwa $3,8 \text{ dm}^3$ in 19 Minuten zu bewältigen, indem wir die Klinsen abwechselnd schräg und gerade ins Holz trieben. Die Breite der Beilschneide betrug dabei 5,7 cm, die Breite der Schlitzes lag dann bei etwa 7 cm. Daraus lässt sich unter den bereits bekannten Bedingungen eine durchschnittliche Spangröße von $6,7 \text{ cm}^3$ errechnen, also um etwa ein Drittel mehr als bei Schlägen quer zur Holzfasern. Wir waren letztlich selbst erstaunt, wie gut sich die spätbronzezeitlichen Lappenbeile für die Anfertigung von Schlitzern verwenden ließen.

Hier, etwas weiter weg vom Wurzelbereich, verliefen die Fasern gleichmäßiger, sodass sich die nächste Spaltung besser durchführen ließ, wenn uns auch ein eingewachsener Astbereich zu schaffen machte. Diesmal gelang es, ein Holz von nicht weniger als 23 dm^3 in einem Stück zu lösen, was nicht länger als 8 Minuten dauerte. Im Anschluss führten wir noch mehrere weitere Spaltversuche durch,



Abb. 14: Bei der Gestaltung der Rippen am Boden des Einbaums war unsere Tüllendechsel gut einzusetzen. – Our socketed axe was very effective for forming the inner ribs of the bottom of the log boat.

wobei sich die Ergebnisse dabei nicht wesentlich veränderten.

Das Original vom Sattnitzer Moor wies innen am Bodenbereich insgesamt vier spantenartige Querrippen mit Breiten zwischen 8 und 12 cm sowie Höhen von etwa 7 cm über Bodenniveau auf. Man kann sich gut vorstellen, dass diese Rippen zur Stabilisierung des Bodens dienten, aber auch, um darauf einen leichten Zwischenboden aus dünnen Spaltbrettern oder zusammengebundenen Rundstäben anzubringen, welcher verhindert hätte, dass die Benutzer des Einbaums innen im Spritzwasser der Ruder gesessen oder gekniet wären.

Als wir bei unseren Aushölarbeiten eine Bodenstärke von etwa 12 cm erreicht hatten, haben wir die Rippen genau nach Plan eingezeichnet und damit begonnen, die fünf Bereiche dazwischen wie flache Wannen auszuarbeiten. Auch hier konnten wir noch einen wesentlichen Teil durch Spaltprozesse entfernen. Bei der Endgestaltung der Rippen griffen wir wiederum zu Bronzewerkzeugen und man darf konstatieren, dass sich sowohl die frühbronzezeitlichen als auch die spätbronzezeitlichen Typen gut eigneten, um



Abb. 15: Bei der Endgestaltung der Querrippen setzten wir unseren Randleistenmeißel aus Bronze ein. – To carve the end surface of the crosswise ribs we used our sidebar chisel made of bronze.

die vier Rippen am Boden des Einbaumes zu modellieren (Abb. 14). Hier stellte sich heraus, dass unsere Bronzedeckeln für diesen Arbeitsschritt am besten geeignet erschienen, da sie unserer Erfahrung nach wesentlich zielsicherer geführt werden konnten als Beile. Besonders die vorne stark gewölbten Randleistenklingen der frühen Bronzezeit schmiegt sich dabei perfekt in die rundlichen Formen im Inneren des Einbaums. Bei den etwas flacheren Schneiden der Spätbronzezeitgeräte ergaben sich automatisch etwas schärfere Kanten.

Das Anfertigen einer derartigen Rippe mit Werkzeugen der frühen Bronzezeit dauerte insgesamt etwas mehr als eine Stunde reiner Arbeitszeit, wobei links und rechts jeweils zwei Kerben mit Volumen von ca. 1,3 dm³ gehackt wurden, was uns insgesamt im Durchschnitt 48 Minuten kostete. Dabei konnte ziemlich genau die

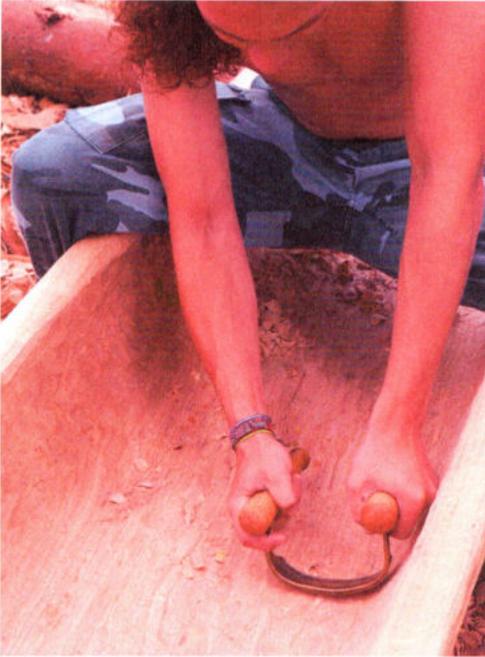


Abb. 16: Bei der Glättung der Innenfläche des Einbaums war unser gebogenes Ziehmesser eine große Hilfe. – Concerning the smoothing of the inner surface of the monoxyle our bent drawing knife was a remarkable help.

Hälfte des Holzes grob mit dem Beil, die zweite Hälfte gezielt und präzise mit der Dechsel geformt werden. Das Nachputzen der Rippe erfolgte mit einem flachen Meißel, bei welchem wir eine kleine Randleistenklinge entsprechend in einem Griffholz befestigt hatten (Abb. 15). Die Klinge war gussgleich mit unserer Dechsel, die Gesamtlänge des Werkzeugs betrug 25,5 cm, sein Gewicht 130 Gramm. Mit diesem Gerät ließen sich die feinen Kanten gut formen, was uns weitere 23 Minuten kostete.

Unser Werkzeugspektrum umfasste auch ein stark gewölbtes Ziehmesser aus Bronze, welches wir nach einem archäologischen Vorbild aus einer spätbronzezeitlichen Seeufersiedlung von Champréveires am Neuenburger See angefertigt und mit zwei Griffen aus Holz versehen hatten (vgl. SPECK 1989, 286, Abb. 15).

Unser Ziehmesser zeigte eine Schneidlänge von etwa 14 cm und hatte ein Gesamtgewicht von 420 Gramm. Besonders als es galt, die Innenfläche des Einbaumes in Faserrichtung zu glätten, leistete uns dieses Gerät gute Dienste (Abb. 16). Denn wir wollten auf jeden Fall verhindern, dass man sich später an vorstehenden Spänen verletzen würde.

An der Bugseite wies der Originaleinbaum im Abstand von 12 cm ein kreisrundes Loch mit einem Durchmesser von 9 cm auf, welches wohl dafür genutzt wurde, das Boot mit Hilfe eines Seiles anzubinden oder es ans Ufer zu ziehen. Wir fertigten ein vergleichbares Loch mit einem frühbronzezeitlichen schmalen Meißeltyp, welcher eine Gesamtlänge von 44 cm aufwies, wobei auf den Meißel selber etwa 18 cm entfielen. Seine Schneidbreite betrug 1,8 cm, sein Gesamtgewicht lag bei 425 Gramm. Mit diesem Meißel war es möglich, das gewünschte Loch in etwa 29 Minuten zu stemmen, wobei sich die runde Form gut modellieren ließ. Bei einer Holzabnahme von etwa 0,8 dm³ entspricht das ca. einer mittleren Spangröße von 0,9 cm³.

Anschließend haben wir den gesamten Einbaum nochmal überarbeitet und die Wand- und Bodenstärken auf die Endmaße unseres Vorbildes verringert. Wir schätzen, dass das Gesamtgewicht des fertigen Einbaumes etwa bei 230 kg gelegen haben dürfte. Dann war unser Einbaum vorerst fertiggestellt. Wir hatten insgesamt 5 Tage daran gearbeitet. Unser Team bestand dabei insgesamt aus 9 Personen, wobei jeder unterschiedliche Aufgaben wahrnahm, wir uns dabei allerdings auch abwechselten (Abb. 17). Zwei Personen waren permanent damit beschäftigt, unser Einbaumprojekt den zahlreichen Besuchern am Badestrand zu erklären und die dabei eingesetzten Techniken zu erklären, damit der Rest des Teams nicht aufgehhalten wurde. Zwei Personen führten schriftliche Aufzeich-



Abb. 17: Unser Einbaum von Keutschach ist fertig. Personen von links nach rechts: L. Meyer, W. Tesch, M. Kofler, C. Dworsky, W. Lobisser, M. Prehsegger, M. Lorenz, A. Rudelic, H. Seidl, H. Pohl; vorne: F. u. K. Lorenz, H. Pietsch. – Our log boat is finished. Persons from left to right: L. Meyer, W. Tesch, M. Kofler, C. Dworsky, W. Lobisser, M. Prehsegger, M. Lorenz, A. Rudelic, H. Seidl, H. Pohl; in front: F. and K. Lorenz, H. Pietsch.

nungen, zwei weitere machten Fotos und Filmaufnahmen. Eine Person war permanent mit Werkzeugpflege beschäftigt. Aus Sicherheitsgründen achteten wir darauf, dass bei den Grobarbeiten nie mehr als maximal zwei Personen gleichzeitig am Stamm arbeiteten.

Bereits beim Einbaum vom Mondsee hatten wir die Hypothese aufgestellt, dass man wohl in der Vergangenheit bestrebt gewesen sein musste, soviel Holz wie möglich durch Spaltprozesse zu entfernen und dazu die Hypothese entwickelt, dass man alles in allem beim Bau eines Einbaums im Neolithikum im Idealfall an die 80 Prozent des überschüssigen Holzes abspalten konnte. Um aber die dafür notwendigen Keile an den neuralgischen Punkten ansetzen zu können, musste man etwa 10 Prozent in Spantechnik abtragen, um Kerben anzulegen, wofür vor allem Steinbeile zur Anwendung gekommen sein dürften. Weitere 10 Prozent entfielen wiederum auf die Gestaltung der finalen Oberfläche, wofür sich vor allem Steindechseln angeboten hätten (LOBISSER 2019).

Beim Einbaumprojekt in Keutschach haben wir festgestellt, dass sich diese Verhältniszahlen relativ gut bestätigen ließen und wahrscheinlich im Großen und Ganzen auch für die Möglichkeiten der Bronzezeittechnologie Gültigkeit hatten. Wir kamen in unserer Hochrechnung auf ein Verhältnis von etwa 78 zu 14 zu 8 Prozent, sodass letztlich in unserem Modell nur etwas Dechselarbeit zu den Beilen gewandert ist. Das erscheint insofern verständlich, als bei unseren nachgebauten Werkzeugen die Bronzebeilklingen nahezu die gleichen Schneidewinkel von etwa 55 Grad aufweisen wie unsere Bronze-dechselklingen.

Unsere Steinbeilklingen beim Mondsee-projekt wiesen diesbezüglich mit etwa 80 Grad herstellungs- und materialbedingt – wie übrigens auch die Originale – größeren Schneidewinkel auf als die Steindechselklingen mit etwa 70 Grad. So wird klar, dass die Bronzebeile im Verhältnis zu den Bronzedechseln mehr konnten als Steinbeile im Verhältnis zu Steindechseln. Dass die Bronzewerkzeuge mit den kleineren Schneidewinkeln insgesamt viel



Abb. 18: Unser Einbaummodell vom Sattnitzer Moor im praktischen Testlauf; man kann sich gut vorstellen, dass er in der Bronzezeit als Fischerboot genutzt wurde. – Our log boat model from Sattnitz during a practical test; it might have been used for fishing purposes.

besser und tiefer ins Holz eindringen, ist evident.

Wir stellten uns auch die Frage, ob nun die Menschen der späten Bronzezeit mit ihren entwickelteren Werkzeugen diesen Einbaum schneller hätten herstellen können, als die Menschen der frühen Bronzezeit. Die Antwort lautet wie zu erwarten: Ja, das konnten sie wahrscheinlich. Aber da bei dem von uns entwickelten Arbeitsmodell im Endeffekt ein Großteil der Gesamtarbeit aus Spaltprozessen bestanden haben dürfte und sich diese im Lauf der Bronzezeit kaum verändert haben sollten, lag dieser Vorteil maximal bei 20 Prozent potentieller Zeitersparnis. Aber ein anderer Aspekt könnte diesbezüglich eine gewisse Rolle gespielt haben, der sich dann bis in die Neuzeit hinein ausgewirkt haben dürfte: Mit jeder Verbesserung bei der Werkzeugtechnologie konnte man wohl etwas nachlässiger in der Holz Auswahl werden und auch weniger perfekt ge-

wachsene Stämme zu brauchbaren Einbäumen verarbeiten.

In der Zwischenzeit hatten wir auch zwei Ruder angefertigt und ein langes Seil beim Loch am Bug befestigt. Am 3. August 2014 haben wir den Einbaum vor zahlreichen Schaulustigen mit Hilfe von Holzrollen zu einer flachen Stelle am Seeufer gebracht und ihn dort langsam ins Wasser gleiten lassen. Die Spannung war groß und die Erleichterung hoch, als sich herausstellte, dass er eine gute Lage im Wasser hatte und keine Schlagseite aufwies. Zwei von uns ruderten anschließend unter großem allgemeinem Jubel ein gutes Stück in den See hinaus. Dabei ragten die Bordwände allerdings nur etwa 10 cm über den Wasserspiegel hinaus. Man kann sich gut vorstellen, dass der Einbaum vom Sattnitzer Moor ursprünglich in der Bronzezeit als Fischerboot für ein oder zwei Personen genutzt wurde (Abb. 18).

Dank

Herzlichen Dank für die gute Zusammenarbeit an das Kuratorium Pfahlbauten der UNESCO, an die fröhlichen Bewohner von Keutschach sowie an meine engagierten KollegInnen aus der Archäologie ohne deren großen persönlichen Einsatz das Projekt niemals so erfolgreich durchgeführt hätte werden können. Bei der Herstellung der Frühbronzezeitwerkzeuge haben wir mit Herrn Jürgen Ramacher, bei denen der späten Bronzezeit mit Herrn Bastian Asmus zusammengearbeitet. Auch Ihnen gilt mein Dank.

Literatur

ARNOLD, B. 1995: Pirogues monoxyles d'Europe centrale – construction, typologie, evolution. Tome 1. Archéologie neuchâteloise 20. Neuchâtel 1995.

GLEIRSCHER, P. 2006: Ertauchte Geschichte – Zu den Anfängen von Fischerei und Schifffahrt im Alpenraum. Katalog zur gleichnamigen Sonderausstellung. Klagenfurt 2006.

LOBISSER, W. F. A. 2001: Zur Rekonstruktion eines spätbronzezeitlichen Blockwandbaus am Salzberg in Hallstatt. Archäologie Österreichs 12, Sonderausgabe, 2001, 61-75.

LOBISSER, W. F. A. 2008: Zur Rekonstruktion einer mittelbronzezeitlichen Befestigungsanlage der Terramare-Kultur in Montale, Italien. Experimentelle Archäologie in Europa 7. Bilanz 2008, 33-48.

LOBISSER, W. F. A. 2019: Zur experimentalarchäologischen Herstellung von prähistorischen Einbäumen mit Werkzeugen aus Stein und Bronze. Beiträge zur Tagung Werkzeuge und Waffen im Juli 2017 in Landau. Archäologie im Landkreis Dillingen-Landau 6, 2019 (im Druck).

POHL, H. 2006: Einbaumfunde aus dem Salzburger Land. Archaeologia Austriaca 90, 2006, 73-86.

SPECK, J. 1989: Ein seltener Werkzeugtyp

der Spätbronzezeit. Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte 46, 1989, 281-287.

STARZACHER, K., DOLENZ, H. 1940: Zwei Einbäume aus dem Sattnitzmoor. Carinthia I, Band 130, Klagenfurt 1940, 213-229.

WIECZOREK, A., LIND, CH. 2007: Ursprünge der Seidenstraße – Sensationelle Neufunde aus Xinjiang in China. Begleitband zur Ausstellung in Mannheim. Stuttgart 2007.

Abbildungsnachweis

Abb.1: P. Jöbstl

Abb. 2-9: W. F. A. Lobisser

Abb. 10-18: A. W. Rausch

Autor

Mag. Dr. Wolfgang Lobisser

VIAS – Vienna Institute for Archaeological Science

Archäologiezentrum Universität Wien

Franz-Kleingasse 1

1190 Wien

Österreich

Wolfgang.lobisser@univie.ac.at

Prähistorischer Bronzeguss und die Lauterkeit: Was kann ich wissen? Was soll ich tun?

Thorsten Helmerking

Summary – Prehistoric bronze casting and integrity: what can I know, what should I do? As part of our Bronze Age sword casting project supported by "Kulturland Brandenburg" and "Archaeotechnisches Zentrum Welzow" in 2018 my colleague Dr. Hans Joachim Behnke and I wanted to reconstruct the prehistoric way to cast bronze, especially with regard to the melting process and the equipment. It was therefore deliberately worked without technical aids such as graphite vessels with lids, blowers with electric drive or the sand casting process, as can be seen and described in relevant videos. Especially revealing for casting bronze in this time is a scene from the tomb of Rehmire (TT100) in Egypt. Here the entire process of casting is shown. However, a special value seems to have been placed on the deoxidation of the melt. Notably our attention was paid to this process.

Keywords: bronze casting, elbow tuyere, crucible-vitrification, deoxidation, poling
Schlagworte: Bronzeguss, Knickdüsen, Tiegelverglasung, Desoxidation, Polen

Im Rahmen unseres durch „Kulturland Brandenburg“ geförderten Projektes zum Thema „Schwertguss in der Bronzezeit“, das ich in Zusammenarbeit mit meinem Kollegen Dr. Hans-Joachim Behnke (www.atz-welzow.de) durchgeführt habe, war es notwendig, für Filmaufnahmen den prähistorischen Bronzeguss besonders im Hinblick auf den Schmelzprozess technisch nachzuvollziehen. Es bot sich somit die Gelegenheit, die in 20 Jahren gesammelten Erfahrungen in einem anspruchsvollen Projekt zur Anwendung kommen zu lassen (HELMERKING 2007, 109-118). Zunächst scheint das Thema „Prähistorischer Bronzeguss“ hinlänglich bearbeitet und technisch weitestgehend gelöst zu sein. Wie Bronze geschmolzen und ge-

gossen wurde, kann im Rahmen von Ausstellungen zur Bronzezeit, in Form von Videoclips (PRIMITIVE TECHNOLOGY 2018) und im Zuge von Museumsfesten als „experimentalarchäologisch“ erlebt werden (KUIJPERS 2008, 131-133). Unter genauer Betrachtung sind allerdings immer wieder sehr freie Interpretationen der technischen Einrichtungen und Abläufe beim Schmelzprozess festzustellen. Angefangen bei den Tiegeln aus modernen hitzebeständigen Formmassen sowie Tiegelabdeckungen, eisernen Gießzangen, spekulativen Blasebalg- und Ofenformen bis hin zu Gussformen aus ölgebundenen Sanden, begegnen dem kundigen Auge selbst im musealen Umfeld immer wieder zahllose Ungereimtheiten.

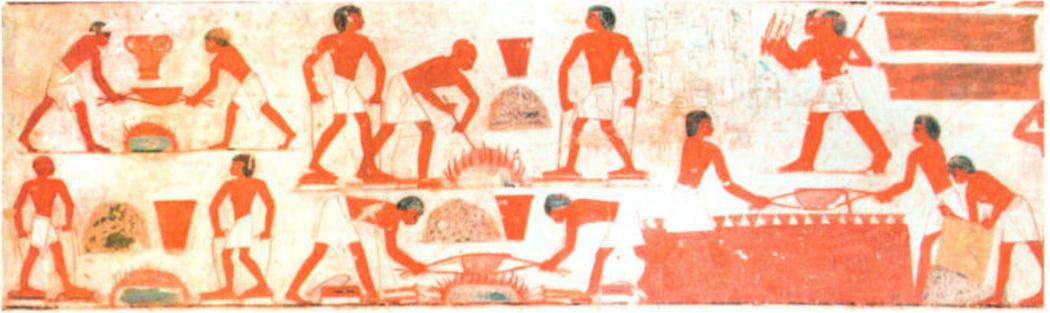


Abb. 1: Bronzeguss, Ägypten (18. Dynastie) um 1425 v. Chr. – Bronze casting, Egypt about 1425 BC.

Auf welche archäologischen Informationen sollen wir als Akteure dieser Darstellungen nun aber zurückgreifen? Was müssen wir bei den Rekonstruktionen unserer Gerätschaften ausschließen und auf welche Kniffe der vorindustriellen Gießkunst dürfen wir Bezug nehmen?

Über den Aufbau einer bronzzeitlichen Gießerei geben die Bodenfunde nur bedingt Auskunft. Bis auf wenige Ausnahmen zeugen nur Formenreste und einzelne keramische Tiegel- und Düsenfragmente von gießereitechnischen Aktivitäten (KRAUSE 1997, 35-40; 49). Gebäude- und Gerätereste, die einer Gießereiwerkstatt zugeschrieben werden können, sind nicht eindeutig belegt (KONRAD, LOBISSER 2015).

Originäre Bronzeguss-Darstellungen sind aus der europäischen Bronzezeit nicht erhalten. Für experimentelle Rekonstruktionen des Prozesses ist man weitestgehend auf ethnographische Anleihen angewiesen (ARMBRUSTER 2000). Diese lassen sich jedoch nur bedingt 1:1 auf das bisher bekannte materielle Inventar der europäischen Bronzezeit übertragen.

Die bisher einzige Gesamtschau bronzzeitlichen Gießereiwesens ist in Ägypten zu finden. Aus dem Grab des Rekhmire (TT100) stammt eine in der Zeit um 1425 v. Chr. entstandene Wandmalerei, die unerwartet genauen Einblick liefert (Abb. 1).

Die dargestellten Szenen, die sicherlich den bekannten ägyptischen Bildkonventionen unterliegen, bieten eine Vielzahl

von Details, deren technische Aspekte dennoch Gültigkeit besitzen dürften. Gezeigt werden offenbar mehrere Teams in verschiedenen Stadien der Produktionskette. Vom Einsetzen der Schmelzschale in die Feuerstelle über das Betreiben der Gebläse, die Pflege der Schmelze bis zum Guss, sind alle Stadien des Prozesses dargestellt. Auch wenn das hier abgebildete Gießereieinventar nicht in allen Details dem europäischen Fundgut entspricht, so lassen sich zumindest brauchbare Hinweise auf die eingesetzten Gerätschaften, Materialien und die Prozessführung gewinnen.

Entscheidend für den Schmelzprozess ist die Luftkompression und -zuführung. Hinweise hierauf ergeben sich aus den erhaltenen keramischen Düsen. Während frühe Exemplare am Übergang zur Bronzezeit lediglich einen geringen Durchmesser besitzen und damit für die Verwendung als Blasrohrdüsen sprechen (FASNACHT 1999; HAUPTMANN 2000, 142) treten sog. Knickdüsen mit größerem Querschnitt Mitte des 2. Jts. in Erscheinung (RODEN 1988, 73; MELLER 2004, Abb. 113; 149).

Die Mündungen dieser großen Düsen sind nun rechtwinklig abgebogen und im Gegensatz zu ihrem rückwärtigen Ende vorne stark verjüngt. Strömungstechnisch sorgt eine solche Reduktion des Durchmessers, bei entsprechender Kompression der Luft, für eine Erhöhung der Aus-



Abb. 2: Esse in Betrieb. – Operating the furnace.

trittsgeschwindigkeit (JANTZEN 2008, 205ff.). Des Weiteren deutet die Formgebung darauf hin, dass ein Luftstrom aus horizontaler Richtung vertikal auf das zu schmelzende Gut abgelenkt werden sollte (Abb. 2). Da der benötigte Druck nun nicht mehr durch Lungenkraft erzeugt werden kann, werden spätestens zu diesem Zeitpunkt Gebläse notwendig.

Während auch außerhalb von Ägypten sowohl im mediterranen als auch afrikanischen Raum keramische Topfgebläse durch den Kontakt mit dem ägyptischen Kulturkreis bekannt waren, gibt es nördlich des Mittelmeerraumes keine Keramik, die hierzu gedient haben könnte. Gebläse müssen also ausschließlich aus vergänglichen Materialien wie Holz und Leder oder vielleicht auch aus ungebranntem Lehm gefertigt gewesen sein, wie sie in einigen Gegenden Zentral-Afrikas belegt sind (ARMBRUSTER 2000, 78; ROY 2005; JANTZEN 2008, 231). Auch in Europa besitzen Tierbälge eine lange Tradition. Noch

für das 12. Jh. n. Chr. ist durch Theophilus Presbyter die Anfertigung von Tschengebläsen aus ganzen Widderbälgen belegt (BREPOHL 1987, 60). Gleichzeitig waren im byzantinischen Raum auch Gebläsekonstruktionen mit Rippenaussteifung bekannt, die technisch wesentlich ausgereifter waren. Auf mehreren byzantinischen Elfenbeinkästchen sind als Motiv Adam und Eva (durch Beischrift benannt) beim Anfachen des Schmiedefeuers mit Ziehharmonikabälgen zu sehen (WEISGERBER, SEIFERT 1992, Abb. 4-5). Im Rahmen dieses archaisierenden Themas dürften die dargestellten Gebläse wohl auf eine wesentlich weiter zurückreichende Vergangenheit hindeuten (Abb. 3).

Die zur Aufnahme des Schmelzgutes verwendeten Schmelzschalen waren sowohl enormer thermischer als auch mechanischer Belastung ausgesetzt, da sie am Ende des Schmelzprozesses aus der Feuerstelle entnommen worden sind (FREESTONE 1989, 157). Bisweilen besit-



Abb. 3: Ziehharmonika-Bälge. – Accordion-bellows.

zen diese Schmelzgefäße Zungen oder konische Muffen für ihre Handhabung; verschiedene Exemplare sind aber offenbar auch ohne diese Vorrichtungen benutzt worden (JANTZEN 2008, 198). Die Handhabung der Schmelzgefäße dürfte mit hölzernen Schäften, Zangen oder Scheren erfolgt sein. Im Gegensatz zu neuzeitlichen Schmelztiegeln aus modernen Formmassen wie z. B. Graphitton, die Temperaturen von bis zu 1.800°C widerstehen können, bestand das Material vor- und frühgeschichtlicher Schmelzschalen meist aus den lokalen Tönen und Magerungen. Hätte man solche Schalen und ihre Umgebung allseitig auf die erforderliche Gießtemperatur von 1.200°C erhitzt, wären diese plastisch geworden, wobei sie nicht mehr in der Lage gewesen wären, ihr eigenes Gewicht zusammen mit dem der Schmelze zu tragen. Tatsächlich war das Gießereiwesen erst ab der Vorrömischen Eisenzeit in der Lage, derart hitzebeständige Keramiken herzustellen

(FREESTONE 1989, 159; FASNACHT 1999, 294).

Eine Gemeinsamkeit aller Tiegel sind Spuren von Verglasungen und Schlacken, die sich ausschließlich auf dem Tiegelrand befinden. Im Tiegelinneren zeugen die Spuren von Hitzeinwirkung lediglich vom Kontakt mit dem Schmelzgut (Abb. 4). Das Äußere, als auch die Unterseite der Tiegel waren stets einer deutlich geringeren thermischen Belastung ausgesetzt, die unterhalb des Schmelzpunktes von Bronze lag (HAUPTMANN 2000, 143). Eine Übertragung der Energie auf das Metall kann folglich unmöglich durch die Tiegelwand erfolgt sein!

Die Energieübertragung kann also nur im direkten Kontakt der Holzkohle mit dem Schmelzgut, also von oben erfolgt sein. Das Isolationsvermögen der Keramik macht somit die äußeren und unteren Bereiche des Tiegels zum tragenden Element. Das Zusammenspiel von Materialeigenschaften und der Art der Befuerung



Abb. 4: Tiegel nach mehrfacher Benutzung. – Crucible after use.

erklärt auch die Formgebung der Schmelzgefäße. Nur die Kombination aus weiter Öffnung, dicker Wandung und flacher Schalenform erlaubt eine schnelle und effiziente Übertragung der Energie in die Schmelze. Die Bereiche neben und unter dem Tiegel bedürfen keiner zusätzlichen Befuerung. Diese müssen gewissermaßen nur „warm“ gehalten werden. Damit sind sowohl die Parameter für die Größe und den inneren Aufbau eines Schmelzofens als auch für das Heranführen der benötigten Luft gegeben.

Eher vage sind die Befunde, die auf die Konstruktion eines Schmelzofens verweisen. Schachtöfen, wie sie bei der Verhüttung von Kupfererzen benutzt wurden, sind denkbar, allerdings wäre dann vom Abstich der Schmelze in eine unterhalb des Ofens eingegrabene Form auszugehen (FASNACHT 1999, 293). Der Nachweis

von Gussgruben ist jedoch erst eisenzeitlich nachweisbar (SCHNEIDER, ZIMMER 1984).

Bei der Gestaltung der Ofenwandungen ist eine allseitig geschlossene Konstruktion wohl ebenfalls nicht zu erwarten, da die flachen schüsselartigen Tiegel der Bronzezeit von oben nicht gut zu fassen gewesen wären. Einzig bei der Anwendung des Sanduhr-Gussverfahrens (ARMBRUSTER 2000, 84) oder des direkten Aufschmelzens, wobei die Gussform gleichzeitig als Schmelzgefäß dient (LASCHIMKE, BURGER 2018), würde eine geschlossene und nicht allzu hohe Ofenkonstruktion Sinn machen.

Die Zugänglichkeit des Tiegels mit hölzernen Handhaben, worauf die Muffen und Zungen der Tiegel hinweisen, ist also nur in Höhe des Arbeitshorizontes mit einer offenen Front möglich. Form und Ge-

staltung der abgewinkelten Düsen sprechen dafür, dass ihre Positionierung oberhalb des Tiegels sichtbar war. Was das Aufgehende des Ofens betrifft, deutet die Führung des Luftstrahles darauf hin, dass die Düsenmündung mittig und dicht über dem Tiegel gelegen haben muss, wobei kein Überbau des Ofens notwendig war. Der heißeste Punkt innerhalb der Ofenkonstruktion sollte ja, wie beschrieben, direkt über dem Schmelzgefäß liegen. Auf Grund der Befundlage aus Säckingen (GERSBACH 1969, Taf. 100) ist daher wohl von einer eher niedrigen und wenig in den Boden eingreifenden Konstruktion in Form einer Esse auszugehen, die mit flachen seitlichen Wänden sowie einer Hinterwand mit einem Auflager für die Düse ausgestattet war.

Experimentelle Umsetzung

Um die Temperaturführung während der verschiedenen Phasen des Schmelzprozesses optisch nach der Farbe der Glut einschätzen zu können, sollte die Esse permanent im Schatten liegen. Ein geeigneter Schmelzplatz sollte daher überdacht sein. Um eine etwaige Schadstoffbelastung der Luft niedrig zu halten, ist es von Vorteil, den Werkbereich nur windgeschützt, jedoch nicht geschlossen zu konstruieren.

So, wie der Düsenquerschnitt an seiner Mündung auf eine gewisse Größe der Gebläse rückschließen lässt, deutet er auch auf die Größe und das Fassungsvermögen des Tiegels und somit auf die Abmessung der Esse hin. Die eingeblasene Luft strahlt von der Düsenmündung kegelförmig auf das Zentrum des flachen, fast gänzlich mit Kupfer oder Bronze gefüllten Tiegels und bestreicht dabei auch dessen Rand. Um die benötigte Temperatur von ca. 1.180°C in möglichst kurzer Zeit bei niedrigem Energieverbrauch zu erreichen, hat dies mit einem konstanten Luftstrom zu erfolgen. Mit dem ausgeüb-

ten Druck soll die Luft die grobstückige Kohleschicht zwar durchblasen, dabei aber keinesfalls wegblasen. Auf diese Weise kann sowohl ein optimaler Abstand zwischen Düse und Schmelzgefäß als auch die Schichtdicke der Kohle eingestellt und überwacht werden. Brennholz als Energieträger (FASNACHT 1999, 291) erweist sich hierbei als zu sperrig. Im Laufe von mehreren hundert Schmelzvorgängen konnten die Dauer bis zum Erreichen der Gießtemperatur sowie der Verbrauch von Kohle abhängig von der Form der Esse optimiert werden. Im laufenden Betrieb ist es nun möglich, innerhalb von 20 min. einen mit 1,5 kg Metall gefüllten Flachtiegel mit einer Kohlenmenge von 2 kg auf 1.180°C Gießtemperatur zu bringen.

Prozessbedingt ist eine Reaktion des flüssigen Kupfers oder einer Kupferlegierung mit der eingeblasenen Luft nicht zu verhindern. Zwar entsteht beim Verbrennen der Holzkohle CO_2 sowie in geringen Mengen CO und H_2 , was aber die Schmelze nicht zuverlässig vor der Reaktion mit dem eingeblasenen Sauerstoff schützen kann. Würde ein Gussstück mit dieser Schmelze gegossen, wäre nach dem Erstarren des Metalls eine intensive Blasenbildung mit einer schwammartigen Struktur zu beobachten (HIRSCH, LÜTJENS 2001, 89). In diesem Zustand ist besonders Kupfer mit dem im Verhüttungsprozess erzeugten sog. Schwarzkupfer vergleichbar, das während der Bronzezeit im mediterranen Raum als Ochsenhautbarren in den Handel gelangte (LASCHIMKE, BURGER 2012, 92-93).

Um also einen blasenfreien Guss gewährleisten zu können, muss der Gießer einen technischen Trick anwenden, der neben der Säuberung von Verunreinigungen eine Reduktion des Sauerstoffgehaltes zur Folge hat (HELMERKING 2007, 113). Den entscheidenden Hinweis darauf, dass dieses Verfahren bereits in der Bronzezeit bekannt war, findet sich wie-



Abb. 5: Polen, O_2 wird reduziert. – Pooling, deoxidation in progress.



Abb. 6: Während des Gusses. – Casting.

derum in der 3. Szene der Gießereidarstellung aus dem Grab des Rekmire (Abb. 1). So unscheinbar die Darstellung des Mannes mit dem Stock im Zentrum der Szenenfolge auch wirken mag, so entscheidend ist sie doch für das Gelingen des Gusses: der Moment, in dem die Läuterung und Desoxidation der Schmelze erfolgt. Das Hervorheben dieses Vorgangs in einer eigenständigen Szene lässt diese somit aus gießereitechnischer Sicht zur Schlüsselszene werden.

Die Desoxidation von Kupferschmelzen erfolgte bis Mitte des 20. Jahrhunderts selbst im industriellen Bereich noch auf diese althergebrachte Methode. Anwendung fand sie in Form eines zweistufigen Verfahrens, das als „Polen“ bezeichnet wird (MOESTA 1986, 40; MEYERS KONVERSATIONSLERIKON 1892, 320). Hierbei werden zur Entfernung der von der Schmelze festgehaltenen Gase Holzstämmen von Hand in das flüssige Metall eingetaucht. Heute kann dieses Verfahren nur noch

beim traditionellen Glockenguss beobachtet werden (GREVSMÜHL 2017). Die Glockenspeise wird nach der Zugabe des Zinns mit Hilfe eines saftfrischen Holzstammes umgerührt. Hierbei findet zunächst eine außerordentlich starke mechanische Durchwirbelung der Schmelze statt. Beim Polen bevorzugte Hölzer sind junge Birken-, Pappel-, Erlen-, Ahorn- oder Buchenstämmen von bis zu 30 cm Durchmesser. Zum Teil wurde die Frische des Holzes sogar durch Lagern unter Wasser sichergestellt. Dabei wird aus der eingetauchten Polstange die Feuchtigkeit in Form von Wasserdampf ausgetrieben, während das Holz der trockenen Destillation unterworfen wird. In der Tiefe der Schmelze entstehen dabei Reaktionsgase wie Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid und Wasserstoff, die mit dem flüssigen Metall reagieren.

Unterschieden werden zwei Prozessstufen, die als Dichtpolen und Zähpolen bezeichnet werden (Abb. 5). Das Dichtpolen

erfolgt in oxidierender Atmosphäre und bewirkt das Austreiben des im Rohkupfer gelösten Schwefeldioxids durch die Polgase. Daneben werden auch unedlere Metalle, die nach dem Verhüttungsprozess noch im unraffinierten Kupfer enthalten sein können, oxidiert. Sie gehen hauptsächlich in die Schlacke über (OUDIZ 1973, 36). Zu erfolgen hat dieser erste Schritt bei Temperaturen eben über dem Schmelzpunkt, da eine heißere Schmelze die Gase leichter zurückhält. Die von der heftigen Reaktion ausgehende Vibration, die in der Polstange zu spüren ist, lässt dabei auch Rückschlüsse auf die Temperatur und Viskosität der Schmelze zu. Anschließend können nun die noch verbliebenen oxidierten Verunreinigungen mit der Schlacke abgeschöpft werden.

Bei der Verwendung von zumeist reinen Ausgangsmaterialien wie Induktionskupfer oder Schrottbronzen, die bei den meisten Schmelzversuchen zum Einsatz kommen, beschränkt sich diese erste Prozessstufe in der Regel auf das Erkennen des Schmelzzeitpunktes. Die für die gewünschte Legierung zuvor bestimmte Menge an Zinn kann der Schmelze unmittelbar nach ihrer Verflüssigung zugegeben werden.

Wenn die Gießtemperatur erreicht ist, kann der in der letzten Phase des Schmelzprozesses gebundene Sauerstoff durch das sog. Zähpolen entfernt werden. Ein erneuter Kontakt der Schmelze mit Luftsauerstoff ist von nun an unbedingt zu vermeiden. Dies kann aber durch eine ausreichend dicke Schicht Holzkohlen gewährleistet werden. Während des Zähpolens ist wiederum eine Vibration beim Eintauchen der Polstange zu spüren, deren Heftigkeit auf die Temperatur verweist. Die Veränderung von Frequenz und Intensität zeigt in ihrem Verlauf den Abschluss des Reduktionsprozesses an. Die Desoxidation wird ausschließlich durch die Gase der trockenen Holzdestillation und nicht etwa durch die Entwicklung des

Wasserdampfes und der damit einhergehenden Entstehung von Wasserstoff bewirkt (PIETSCH 1955, 383f.). Der Verbrennungsvorgang der Holzgase in der Tiefe der Schmelze sorgt also für die gewünschte blasenfreie Beschaffenheit des Metalls nach dem Erstarren. Nun kann der Guss beginnen (Abb. 6).

Literatur

ARMBRUSTER, B. R. 2000: Goldschmiedekunst und Bronzetechnik. Studien zum Metallhandwerk der Atlantischen Bronzezeit auf der Iberischen Halbinsel. Montagnac 2000.

BREPOHL, E. 1987: Theophilus presbyter, de diversis artibus L. III/ IV. de follibus. Böhlau 1987.

FASNACHT, W. 1999: Experimentelle Rekonstruktion des Gebrauchs von frühbronzezeitlichen Blasdüsen aus der Schweiz: Kupferverhüttung und Bronze-guß. Der Anschnitt Beiheft 9. Bochum 1999, 291-299.

FREESTONE, I. C. 1989: Refractory Materials and Their Procurement. In: A. Hauptmann u. a. (Hrsg.), Archäometallurgie der Alten Welt. Der Anschnitt Beiheft 7. Bochum 1989, 155-162.

GERSBACH, E. 1969: Urgeschichte des Hochrheins. Badische Fundberichte Sonderheft 11. Freiburg 1968-1969.

GREVSMÜHL, F. 2017: Eine Glocke für die Ewigkeit. Doku ZDF <<https://www.youtube.com/watch?v=vkHeEIW3J8g>> (01.12.2018).

HAUPTMANN, A. 2000: Zur frühen Metallurgie des Kupfers in Fenan/Jordanien. Der Anschnitt Beiheft 11. Bochum 2000, 141-155.

HELMERKING, T. 2007: Bronzeguss: Vermittlung archäometallurgischer Erkenntnisse im musealen Bereich. In: F. Andraschko u. a. (Hrsg.), Archäologie zwischen Befund und Rekonstruktion. Hamburg 2007, 109-118.

HIRSCH, K., LÜTJENS, I. 2001: Herstellung

eines Gußrohrlings nach dem Vorbild des Randleistenbeiles vom Hauslabjoch. In: S. Frölich (Hrsg.), Workshop „Bronzemetallurgie“ in Halle (Saale). Halle (Saale) 2001, 81-92.

JANTZEN, D. 2008: Quellen zur Metallverarbeitung im nordischen Kreis der Bronzezeit. Stuttgart 2008.

KONRAD, M., LOBISSER, W. 2015: Das Rekonstruktionsmodell einer idealisierten Bronzegusswerkstätte nach archäologischen Befunden der späten Bronzezeit im Freilichtbereich des Museums für Urgeschichte in Asparn a. d. Z. in Niederösterreich. Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz 2015, 87-99.

KRAUSE, R. 1997: Vom Erz zur Bronze: Bergbau, Verhüttung und Bronzeguss, In: Goldene Jahrhunderte – Die Bronzezeit in Südwestdeutschland. ALM 2. Stuttgart 1997, 26-51.

KUIJPERS, M. H. G., 2008: Bronze Age Metalworking in the Netherlands (c. 2000-800 BC). Leiden 2008.

LASCHIMKE, R., Burger, M. 2012: Versuche zum Gießen von Ochsenhautbarren aus Kupfer. Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz 2012, 87-99.

LASCHIMKE, R., BURGER, M. 2018: Die Herstellung von kupferzeitlichen Äxten mit Schaftloch – archäometallurgische Experimente. Metall 6/2018, 239-243.

MELLER, H. (Hrsg.) 2004: Der geschmiedete Himmel. Stuttgart 2004.

MEYERS KONVERSATIONSLEXIKON 1885-1892: Kupfer. Band 10. Leipzig, Wien 1885-1892, 320-321.

MOESTA, H. 1986: Erze und Metalle – ihre Kulturgeschichte im Experiment. Berlin 1986.

QUIDIZ, J. J. 1973: Poling processes for copper refining. Journal of Metals 25, 1973, 35-38.

PIETSCH, E. H. E. 1955: Kupfer: Teil A – Lieferung 1. Gmelin Handbook of Inorganic and Organometallic Chemistry. 8th edition. Berlin, Heidelberg 1955.

PRIMITIVE TECHNOLOGY 2018: Furnace and

casting copper axe beautiful (axe, chisel). Film: <<https://www.youtube.com/watch?v=f0BjU20kU5E&t=2s>> (30.12.2019).

RODEN, C. 1988: Blasrohrdüsen. Ein archäologischer Exkurs zur Pyrotechnologie des Chalkolithikums und der Bronzezeit. Der Anschnitt 40 (3), 1988, 62-82.

ROY, C. D. 2005: From Iron Ore to Iron Hoe: Smelting Iron in Africa. Film: <<https://www.youtube.com/watch?v=RuCnZCIWwpQ>> (30.12.2018).

SCHNEIDER, G., ZIMMER, G. 1984: Technische Keramik aus antiken Bronzegusswerkstätten in Olympia und Athen. Berliner Beiträge zur Archäometrie 9, 1984, 17-60.

WEISGERBER, G., SEIFERT, M. 1992: Mittelalterliche Schmiede und ihre Gebläse. Der Anschnitt 44, 1992, 2-17.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: Foto T. Helmerking

Abb. 2; 4-6: Foto H. Behnke

Abb. 3: Foto J. Brabandt-Behnke

Autor

Thorsten Helmerking

Landeshuterstr.14

49406 Barnstorf

Deutschland

t.helmerking@posteo.de

Der Schutz des Wachses

Versuche zur Nachschöpfung einer antiken Schiffsfarbe

Jan Hochbruck

Summary – The protection of the wax – Test of an ancient marine paint. Various sources tell us about Greek and Roman ships of antiquity being painted, sometimes with bright, even gaudy colours. While mosaics and frescoes are self-evident, poets and writers hint at even more that's behind a good coat of paint: wood protection. And they tell us about the primary substance used in the composition of paint: beeswax.

Based upon my research of 2014 when I probed into material and techniques of encaustic artists' paints, I set out to research the more basic ship paint as described by Pliny and Vegetius. The experiments coincided with the further reconstructions of ships at the Archäologischer Park Xanten (APX) and specially the project "FAN" of the University of Erlangen, which is basically another Oberstimm boat just like the "Victoria" at Haltern ten years earlier (2008).

Very soon I discovered that the "artists' paint" of 2014 dried much too slowly to be used on a ship; archaeological sources from the Pisa ships, specially Nave C, suggested that a key ingredient of the artists' paint had to be left out. Experiments with liquid resin and wax proved very successful and the "FAN" was painted in February, 2018. Sadly enough, the summer of 2018 reached record temperatures and the paint melted in several places, which moved the project manager to cancel the paint experiment.

The findings up to this moment, however, were sufficient to allow deep insights into manufacturing, handling and use of ancient ships paint. It smoothes out rough spots and cuts, is protective and caulking, and it looks quite fabulous.

Keywords: encaustics, ship paint, Roman ships

Schlagerwörter: Enkaustik, Schiffsbemalung, römische Schiffe

Mit Wachs bemalte Schiffe der Antike

Ceyx steckt in Schwierigkeiten. Sein Schiff ist in einen Sturm geraten und wird durch den Wellengang in Stücke gebrochen:

Also rannte die Flut, die sausenden Win-

den sich hingab,

Gegen des Schiffs Bollwerk und stand viel höher als jenes.

Schon sind die Pflöcke gelöst, und beraubt des bedeckenden Wachses

Klaffet der Spalt und vergönnt Eingang den todbringenden Wassern.

*sic, ubi se ventis admiserat unda coortis,
ibat in alta ratis multoque erat altior illis;
iamque labant cunei, spoliataque tegmine
cerae
rima patet praebetque viam letalibus un-
dis.*

(Ovid Metamorphoses, XI, 513-516)

So beschreibt Ovid in den Metamorphosen den Tod des unglücklichen Königs und eine selbstverständliche Schutzbemalung eines antiken Schiffs. 400 Jahre später beschreibt Flavius Vegetius Renatus die Gefahren des Seekriegs, vor allem per Brand-Fernwaffen:

Mit Brandöl, Zunder, Schwefel und Erdpech umwickelte Pfeile werden brennend von Geschützen in die feindlichen Schiffsleiber gebohrt und entzündet die mit Wachs und Pech und Harz, so vielen brandnährenden Substanzen, bestrichenen Planken im Nu.

Oleo incendiario, stuppa, sulphure et bitumine obvolutae et ardentis sagittae per ballistas in hostiarum navium alveos infiguntur, unctasque cera et pice et resina tabulas tot fomentis ignium repente succendunt.

(Vegetius IV, 44, 7, in: BAATZ, BOCKIUS 1997)

Auch dies ist zweifelsfrei eine allgemeine Aussage, die sich deutlich von anderen zur Farbwahl einer bestimmten Schiffsgattung unterscheidet. Nicht zuletzt hat Plinius d. Ä. etwas zum Thema zu sagen:

Von der enkaustischen Malerei gab es früher zwei Arten, eine mit Wachs und eine auf Elfenbein mit dem Brenngriffel, das heißt mit dem Grabstichel, bis man anfangt, die Schiffe zu bemalen. Da gesellte sich als dritte Art dazu, dass man das über dem Feuer geschmolzene Wachs mit dem Pinsel aufträgt, ein Anstrich, der an den Schiffen weder durch die Sonne noch durch das Seewasser und durch Winde verdorben wird.

Encausto pingendi duo fuere antiquitus genera, cera et in ebore cestro, id est vericulo, donec classes pingi coepere, hoc tertium accessit resolutis igni ceris penicillo utendi, quae pictura navibus nec sole nec sale ventisque corrumpitur.

(Plinius Nat. hist. XXXV, 41).

Und Plinius hat, als Kommandant der römischen Flotte in Misenum am Golf von Neapel, definitiv eine der besten Ausgangssituationen zur Informationsbeschaffung zum Thema Schiffsbemalung. Genau das fand in den Hafenanlagen und Werften in seiner unmittelbaren Nähe statt.

Immer wiederkehrender, namensgebender Bestandteil der Schiffsfarbe ist Wachs (cera), das bei Plinius und den über Künstlerfarben schreibenden Autoren der Antike ebenfalls als Hyponym der eigentlich aus mehr Bestandteilen bestehenden Farbe verwendet wird.

Die unzähligen Abbildungen bunter antiker Schiffe auf Fresken und Mosaiken können gar nicht alle aufgezählt werden, sehr kurz ist jedoch die Liste archäologischer Funde und Untersuchungen. Nur die Schiffe von Pisa (gefunden 1998) und insbesondere das Nave C (GIACHI 2005) zeitigt Informationen, die sich allerdings perfekt mit der Aussage des Vegetius decken: spärliche Reste der Bemalung konnten als Bleiweiß und Hämatit (Eisen-III-Oxid Rot) in einem Bindemittel aus Bienenwachs und Pinienharz erkannt werden. Das Nave C ist ein kleines, aber hochseegängiges Kriegsschiff mit einer Ruderreihe, das durch seinen angedeuteten Rammsporn eindeutig als solches zu identifizieren ist. Es ist in den Dimensionen und baulich den langen, niederbordigen Schiffen von Oberstimm sehr ähnlich, die 1986 nahe der Donau entdeckt wurden und die das Vorbild für die funktionsfähigen Modelle der *Victoria* 2008 und der *FAN* 2018 abgaben.



Abb. 1: Links: kein Harz, Mitte: 25%, rechts: 50% Harz-Zumischung. – Left: no resin, middle: 25%, right: 50% resin added.

Tests mit verschiedenen Mischungen von Wachsfarbe

Ausgangspunkt der Experimente war die „Künstlerfarbe“, die ich im Archäologischen Park Xanten 2014 getestet und über die ich im gleichen Jahr einen Vortrag auf der EXAR-Versammlung gehalten habe. Nach der Mutmaßung Bergers, dass die Ölfarbe sich aus dem Leinölanteil antiker Farben heraus entwickelt habe, testete ich als erstes verschiedene höhere Leinölanteile und scheiterte auf ganzer Linie. Leinöl verzögert die Trocknung; je höher der Anteil, desto bereitwilliger blätterte die Farbe auf kleinen Holzblöcken, die in einem Wasserbad Schiffe simulierten, ab.

Weitere Tests mit fast ausschließlichem Wachsanteil verliefen ebenfalls nicht zufriedenstellend: das Holz wurde unweigerlich feucht und quoll auf, die Farbschicht platzte auf und durch die Risse drang noch mehr Wasser ein. Versuche, die Wachsfarbe mit Flammen „einzubrennen“ oder mit Tüchern einzupolieren, scheiterten ebenfalls. In dieser Situation stieß ich auf die Forschungsberichte vom Pisaner „Nave C“ (GIACHI 2005) und mischte verschiedene Pasten aus Bienenwachs und flüssigem Dammar-Harz an.

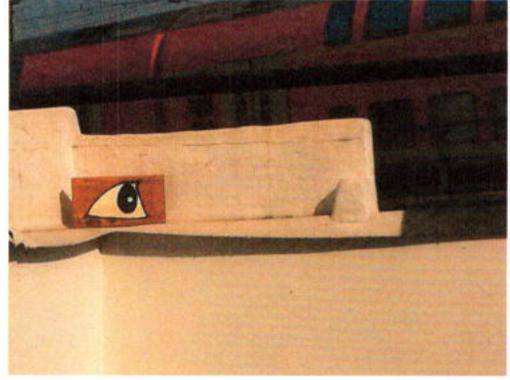


Abb. 2: Schiffsauge im Langzeitversuch 2015. – Ship's eye, long duration test 2015.



Abb. 3: Farbversuche, v. l. n. r.: Hämatit, Bayrisch Grün, Grüne Erde Nicosia, ital. Goldocker. – Pigment tests, from the left: hematite, bavarian green earth, green earth Nicosia, italian gold ochre.

Der Erfolg kam augenblicklich und durchschlagend. Die Wachs-Harz-Paste nahm hervorragend Pigment auf, konnte, wie bei Plinius beschrieben, deckend und flüssig mit dem Pinsel aufgetragen werden und hatte eine wundervolle Viskosität. Eine Mischung mit 25% Harzanteil war gut, eine mit 50% perfekt (Abb. 1).

Das Projekt FAN

Die Erlanger Universität gönnte sich zum 275. Jahrestag ihrer Gründung ein Geschenk: das Funktionsmodell im Maßstab



Abb. 4: Farbversuch, Wässerung in der Regentonne. – Paint test, immersion in the rain bin.



Abb. 5: Wasserbad, über Nacht gefroren. – Water bath frozen solid overnight.

1:1 eines römischen Schiffes vom Typ Oberstimm. Gegenüber dem Vorschlag, das Schiff mit experimentellen römischen Farben zu bemalen, zeigte sich der Projektleiter, Prof. Boris Dreyer, sehr offen, vor allem angesichts des Vorteils der ein-

deutigen Unterscheidbarkeit des Schiffes zur zehn Jahre älteren Vorläuferin *Victoria*. In zwei Präsentationen im April und November 2017 stellte ich das Konzept einer Schiffsbemalung und die Technik der Wachsfarbe mit 50% Harzanteil vor. Mit Erfolg: Für die Zeit vom 19.-23. Februar wurde die Bemalung des Schiffes terminiert.

In diesem Winter 2017/2018 gab es viele weitere Tests: einen „Abriebtest“ mit einem bemalten Holzblock, der zwei Wochen lang der Strömung des Kanals bei Erlangen ausgesetzt war, einem Versenkungstest, bei dem eine bemalte Planke zwei Woche auf dem Boden meiner Regentonne lag (Abb. 2). Nebenher verlief eine Diskussion über Gestaltung und Farbwahl, bei der ich die Vorlage eines Schiffes aus den Seeschlacht-Fresken der Porticus des Isis-Tempels in Pompeji



Abb. 6: Die FAN zeigt ihr Gesicht. – The FAN shows her face.



Abb. 7: Anbringung des Ornaments mit einer Schablone. – Applying an ornament with a stencil.

gegen die „blaue“ Bemalung der spätantiken Aufklärungsboote des Vegetius verteidigen konnte. Vielleicht war bei der Überzeugung hilfreich, dass die Kosten der „Porticus“-Version bei ca. 800, die des

„Vegetius“-Designs bei 16.000 € gelegen hätten. Hinzu kam, dass sich nicht jedes Pigment für eine Verwendung mit dem Harz-Wachs-Bindemittel eignet; einige Pigmente wie z. B. Bayrisch Grün bilden Klumpen (Abb. 3), andere wie Indigo sinken im flüssigen Medium ab und lassen sich nicht in einem homogenen Anstrich auftragen.

Die Bemalung verlief reibungslos (Abb. 6). Die Nagelprobe, die Erkenntnisse von 5 Gramm auf 10 kg übertragen zu können, war erfolgreich; dickflüssiges Dammar und Wachs in gleichen Teilen ließen sich sehr gut abmessen, anmischen und in gleichbleibender Qualität von täglich zwei bis drei verschiedenen erfahrenen Helfern aufstreichen; das Design kam dem der Isistempel-Porticus sehr nahe. Lästig, aber nicht hinderlich für die Arbeit waren die Temperaturen: Nachts sanken sie im



Abb. 8: Das bemalte Schiff. – The painted ship.

Arbeitszelt auf -15°C ab (Abb. 5); tagsüber wurde das Zelt auf $+15^{\circ}\text{C}$ aufgeheizt. Nichtsdestotrotz wurde die Bemalung in der projektierten Zeit vollendet (Abb. 8); mehr Helfer hätten sicher eine noch kürzere Zeit geschafft. Insgesamt wurden etwa 6 kg Harz und Wachs verbraucht sowie 2 kg Pigmente; umgerechnet auf die Preise des Festpreisedikts Diokletians ergibt das antike Kosten von 1,5-2 Aurei, wobei natürlich die unterschiedlichen Zeiten Diokletians und Trajans wenig Vergleichsmöglichkeiten bieten.

Erkenntnisse zu Eigenschaften der Wachs-Harz-Farbe

Interessante Erkenntnisse während der Arbeit waren vor allem die perfekte Abdichtungsfähigkeit der Farbe – sie füllte

Fugen, glättete Unebenheiten und ebnete die tiefen Nagellöcher, die bei der Herstellung entstanden, fast vollständig ein. Das Aufbringen von Ornamenten mittels einer Schablone war leicht und einfach (Abb. 7), überschüssige Farbe kann im lauwarmen Zustand einfach abgeschabt und sogar zu einer Kugel geformt werden, wie sie mir von einem Bild aus dem Archäologischen Park Xanten bekannt war (leider ohne Quellennachweis) – gebrauchsfertige Farbe, als Markenartikel gestempelt, nur Einschmelzen und Auftragen, fertig.

Die Trocknungs-/Aushärtungszeit der Farbe ist besonders interessant. Die Farbe stockt sehr schnell, innerhalb weniger Sekunden, etwa in der Zeit, in der sie ihre Hitze verliert. Die weitere Aushärtung verläuft entlang der hyperbolischen Kurve, die sich „nie“ einer kompletten Trocknung



Abb. 9: Screenshot „Frankenschau aktuell“ (Ausschnitt), BR, 14.05.2018. – Screenshot „Frankenschau aktuell“ (close-up), BR, 05/14/2018.

annähert (Abb. 10). Ein Schiffsauge (Abb. 2), als Test 2014 gemalt, konnte vier Jahre später noch durch Flammen weich gemacht werden.

Der Umstand, dass die Farbe in der kalten Werkhalle wohl „gefror“ als durchhärtete – und bei schneller Erwärmung weich wurde – hatte keine guten Folgen für das Projekt. Der Sommer 2018 kam sehr schnell und wurde einer der heißesten seit der Dokumentation globaler Temperaturen. Das Schiff, das Ende März zu Probeläufen auf einen See in der Nähe Erlangens gebracht wurde, erhitze sich bei +20°C und vollem Sonnenschein sehr schnell und Teile der Farbe begannen zu schmelzen – leider wurde ich ab diesem Zeitpunkt nicht mehr mit präzisen Informationen versorgt; gewisse Schmelzeffekte konnte ich in Köln mit der Planke

aus der Regentonne (Abb. 4) reproduzieren.

Hier wurde die Zusammenarbeit seitens der Projektleitung abgebrochen, später erfuhr ich über Umwege, dass am Schiff Ausbesserungen mit einer nicht-schmelzenden Mischung vorgenommen wurden, der Hartwachs beigemischt wurde. Hartwachs ist ein Paraffin-Erzeugnis, das im 19. Jahrhundert entdeckt wurde; der Anspruch eines experimentalarchäologischen Versuchs endete in Erlangen also mit der Entdeckung eines unwillkommenen Resultats (Abb. 9).

E la nave va

Ich setzte die Versuche mit Wachs und Harz fort und verzichtete z. B. auf das Verflüssigen des Harzes, das bei der

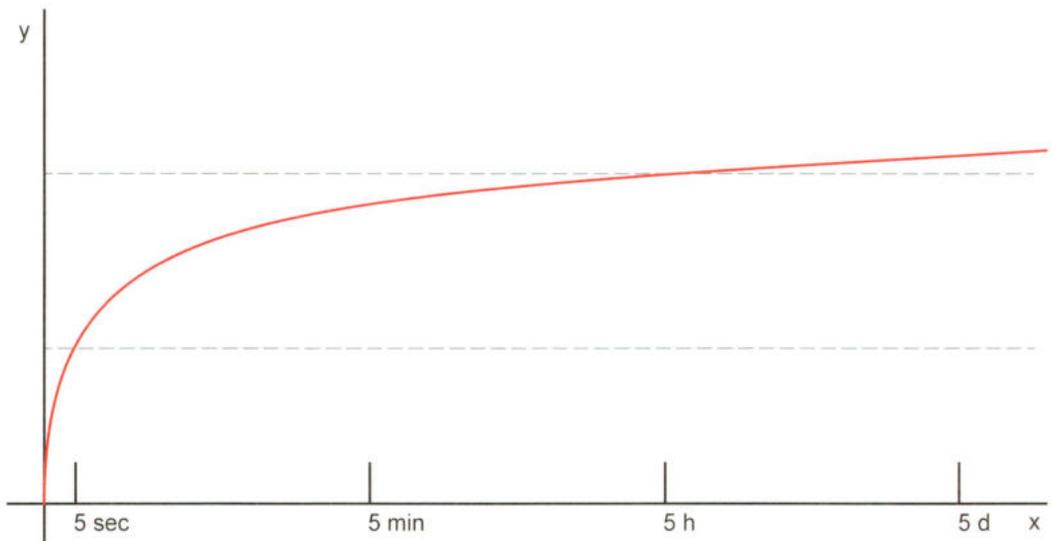


Abb. 10: Trocknungsdiagramm: $x = \text{Zeit}$, $y = \text{Trocknung}$. Untere Linie: Farbe nicht mehr streichfähig, obere Linie: übermalungstrocken. – Desiccation diagram: $x = \text{time}$, $y = \text{desiccation}$. Lower line: paint clogs up, upper line: dry enough to repaint.

Künstlerfarbe so elementar wichtig war; der Schmelzpunkt und die Zähigkeit der Farbe stiegen spürbar, wenn auch nicht derart, dass es der Hitze des Sommers 2018 trotzen hätte können. Ich sammelte Wild-Fichtenharz und verglich es mit dem Dammar, das ich bis dahin aus Kostengründen genommen hatte: Hier zeigte sich kein Unterschied in den Resultaten. Das Aushärten der bunt bemalten Regentonnenplanke setzt sich fort, vermutlich bis in alle Ewigkeit. Die Planke mit den letzten Testaufstrichen ist nun, halb in einem Blumentopf vergraben, als Langzeitversuch dem natürlichen Zerfall preisgegeben.

Die Farbe hat keine der willkommenen Eigenschaften moderner Produkte, sie bildet Nasen, man braucht unbedingt Naturhaarpinsel, da moderne synthetische Borsten die Hitze der Farbe nicht ertragen, die Pinselhaare ziehen Rillen, die Farbe ist dick, unelegant, schwer zu verarbeiten und offenbar so empfindlich, dass die Seeleute der Antike es vorzogen, ihre Schiffe in wettergeschützten Schiffshäusern unterzubringen. Auch in der mo-

deren Nautik ist ständiges „Pönen“ tägliche Arbeit, in der Experimentalarchäologie ist der Aspekt eines schwierigen, unattraktiven Materials unwillkommen. Wie sehr, zeigt sich an den derzeitigen Projekten: In Deutschland werden in Trier und Xanten weitere funktionsfähige 1:1 Schiffsmodelle gebaut, bei denen das Thema Farbe gewissenhaft ausgeklammert ist; es sind gewissermaßen auf die Dimension der Funde skalierte Versionen der zierlichen Modelle aus dem Mainzer RGZM. Irgendwann werden aber trotzdem in Analogie zur epochemachenden Ausstellung „Bunte Götter“ von 2003 auch „bunte Schiffe“ zu sehen sein, die Frage ist nur, wo man das zuerst wagt.

Literatur

- BAATZ, D., BOCKIUS, R. 1997:** Vegetius und die Römische Flotte. Mainz 1997.
BERGER, E. 1904: Die Maltechnik des Altertums. München 1904.
BOCKIUS, R. 2013: Ruder-„Sport“ im Altertum, Mainz 2013.
CUNI, J., ET AL. 2011: Characterization of

the binding medium used in Roman encaustic paintings on wall and wood. In: *Analytical Methods*. Royal Society of Chemistry, 659, 4/2012.

GALLAGHER, K. 2012: Encaustic history, technique, and curation. Raleigh 2012.

GIACHI, G. 2005: La finitura degli scafi. In: A. Camilli (Hrsg., con E. Setari), *Le Navi antiche di Pisa*. Guida Archeologica. Pisa 2005, 75.

TORR, C. 1895: *Ancient Ships*. Facsimile Reprint. Wrocław 2018.

VANDENABEELE, P., ET AL. 2000: Analysis with micro-Raman spectroscopy of natural organic binding media and varnishes used in art. In: *Analytica Chimica Acta* 407 (1-2), 1999 (2000), 261-274.

Quellen

Ovid: *Metamorphoses*. Berlin 1903.

Plinius: *Naturalis Historia*, Buch XXXV. Leipzig 1881.

Abbildungsnachweis

Abb. 1-8, 10: Jan Hochbruck

Abb. 9: Bayerischer Rundfund; Zitierfreiheit nach § 51 S. 1 UrhG

Autor

Jan Hochbruck

Bülöwstr. 30

50733 Köln

Deutschland

www.tertiuspictor.de

Zur Rekonstruktion einer provinzialrömischen Frauentracht nach einer bemalten Platte einer Dromos-Verkleidung aus Brunn am Gebirge

Helga Rösel-Mautendorfer

Summary – The reconstruction of a Roman provincial women's costume according to a painted grave plate from Brunn am Gebirge/Austria. As a supplement to their exhibition the museum "Heimathaus" in Brunn am Gebirge in Lower Austria required a reconstruction of a provincial Roman costume after a find of a painted panel from a tomb facing. The figural polychrome painting from the cist grave 18 from Brunn am Gebirge is depicted on a rectangular sandstone panel. It shows a woman with a long-sleeved undergarment, a fibula-fixed cloth, a scarf, a legwear and a headdress. A horizontal line below the chest indicates a belt. The depiction of the local woman shows an unusual way of wearing the provincial Roman costume. Noticeable is the broad neck opening of the upper garment.

In the area of the shoulder and the chest the appearance of the garment is difficult to recognize due to the degraded colour pigments. In order to get a more accurate picture, relief depictions of so-called servants were used, which also wear an undergarment in combination with an overcoat, for example from Zollfeld and Frojach.

The challenge was to implement the depiction of the shown garments from this period and to examine whether such a way of wearing with reconstructed garments in original sizes is possible. The reconstruction of the clothing consists of a blue long-sleeved tunic with a red border, a fabric belt, blue stockings after the finds of Martres de Veyre, braided garters, based on a find from Hallstatt, a madder dyed red tubular cloth, a rectangular shawl and a headscarf, which was wrapped in a Noric hood. By different draperies of the tubular garment a possible wearing method could be determined that corresponds to the representation on the stone panel.

Keywords: reconstruction, Brunn am Gebirge/Austria, provincial Roman costume
Schlagworte: Rekonstruktion, Brunn am Gebirge/Österreich, provinzialrömische Tracht

Für das Heimathaus in Brunn am Gebirge fertigte ich 2015 eine Rekonstruktion eines provinzialrömischen Frauengewandes an. Ausgangspunkt der Rekonstruktion war die Darstellung einer Frau auf ei-

ner Platte aus dem Steinkistengrab 18 aus Brunn am Gebirge, bei dem ältere Grabbauten sekundär verwendet wurden (FARKA 1977, 56). Die figurale Polychrombemalung befindet sich auf einer recht-

eckigen Sandsteinplatte von 195x68x20 cm (<http://www.ubi-erat-lupa.org/monument.php?id=4411>). Zur Bemalung wurden natürliche ockerfarbene, orangerote und rote Pigmente verwendet. Im Bereich der Arme und Füße konnte das synthetisch hergestellte Pigment Ägyptisch-Blau nachgewiesen werden (KRICKL U. A., in Einreichung). Die Platte zeigt eine Frau mit langärmeligem Untergewand, einem mit Fibeln fixierten Übergewand, einem Schal, sockenähnlicher Beinkleidung und einer Haube. Eine Querlinie unterhalb der Brust deutet auf eine Gürtung hin (Abb. 1). Aufgrund der dargestellten Trachtbestandteile wie Flügelfibeln und Kopfbedeckung kann die Malerei in das späte 1. Jahrhundert oder frühe 2. Jahrhundert datiert werden (FARKA 1977, 58). Schon in der Beschreibung bei FARKA (1977, 56-59) war die Trageweise und die Zuordnung der jeweiligen Kleidungsstücke unklar. Man diskutierte aufgrund des roten Saums und des hellen langärmeligen Kleidungsstücks als Unterkleidung einen Rock und eine Tunika. Unsicherheiten bestanden ebenfalls, welches Kleidungsstück von den zwei Fibeln fixiert wird, da der obere Teil des Gewandes schlecht erkennbar ist. Die dunkle Linie unterhalb der Brust stand als Gürtel zur Diskussion.

Um ein genaueres Bild der einheimischen Tracht zu bekommen, wurde auf Reliefdarstellungen von sogenannten Dienerinnen zurückgegriffen, die ebenfalls ein Untergewand kombiniert mit einem Übergewand tragen, so zum Beispiel aus Zollfeld und Frojach (PICCOTTINI 1977). Bei der Reliefdarstellung Dienerin mit Kästchen aus Zollfeld trägt das Mädchen mit offenem Haar ein gegürtetes Untergewand und darüber ein Übergewand, das mit Fibeln befestigt wurde. An der Vorderseite fällt das Oberteil unterhalb der Brust herab (PICCOTTINI 1977, Tafel 210; <http://www.ubi-erat-lupa.org/monument.php?id=934>, 9.9.2015). Die ebenfalls aus Zoll-



Abb. 1: Entwurfszeichnung nach der bemalten Platte von Brunn am Gebirge. – Costume design after the painted plate of Brunn am Gebirge.

feld stammende Darstellung Dienerin mit Altar und Kästchen zeigt ein Mädchen mit Unter- und Übergewand, wobei das Übergewand mit Fibeln fixiert ist. Der Gürtel befestigt wiederum das Unterkleid und liegt unter dem Übergewand, welches vorne ab Gürtelhöhe herabfällt (<http://www.ubi-erat-lupa.org/monument.php?id=935>, 9.9.2015). Ähnlich ist die Darstellung Dienerin mit Kanne, Kästchen und

Mappa aus Frojach gestaltet. Das Mädchen trägt wieder ein Unter- und ein Obergewand, das mit Fibeln an der Schulter befestigt ist (<http://www.ubi-er.at-lupa.org/monument.php?id=937>), 9.9. 2015). Aufgrund der Trachtdarstellung werden die Grabsteine in die Zeit zwischen 50 und 100 nach Christus datiert.

Aufgrund der Abbildungen wurde ein mit Fibeln zusammengehaltenes Oberteil angenommen, das über dem langärmeligen Untergewand liegt. Wie auf den Darstellungen der Grabsteine, sollte der Gürtel zwischen dem Über- und Untergewand liegen. Für das Untergewand wurde eine Tunika mit andersfarbigem Besatz im Saumbereich gewählt, da Belege für Röcke in Mittel- und Südeuropa fehlen. Zierborten am Saum von Tuniken finden sich auch auf spätantiken Funden aus Ägypten (PRITCHARD 2006, 5; 44; 88) und auf Mosaiken der Villa Romana del Castale, Sizilien (PAPPALARDO, CIARDIELLO 2018).

Die Farben für die Rekonstruktion sollten der Abbildung beziehungsweise den Analysen der Farbstoffe entsprechen. Da bei der Darstellung für das Untergewand das Pigment Ägyptisch Blau nachgewiesen wurde, sollte auch das Untergewand blau gefärbt sein. Der Farbstoff Indigotin für Blau ist in Mitteleuropa bereits seit der Bronzezeit nachgewiesen (HOFMANN-DE KEIJZER U. A. 2013, 143-144) und kommt in der einheimischen Pflanze Färberwaid vor.

Für Rotfärbungen bieten sich Labkräuter und Krapparten an. Plinius, der Ältere, beschreibt in seiner Naturgeschichte, dass Krapp in Italien und den Provinzen kultiviert wurde (Naturalis historia XIX, 17; MÖLLER, VOGEL 2007, 866). Die Farbpalette des Krapps reicht von lachsfarben über orange, rotorange, rot bis rotbraun (BOGENSPERGER, RÖSEL-MAUTENDORFER, in Einreichung).

Als Quellen für das textile Material dienten textiltechnische Analysen von römischen Textilfunden aus Österreich

(GRÖMER 2014). Bei den Textilfunden ist die Leinwandbindung vorherrschend, selten hingegen sind Panamabindung und Köperbindung. Das Material der Textilien besteht hauptsächlich aus Leinen. Funde aus Wolle kommen in diesem Fundmaterial nur selten vor.

Zusätzlich wurde die textiltechnische Beschreibung des Gewandfundes von Martres de Veyre, Frankreich, einbezogen. Der 1893 geborgene Fund stammt aus einem Frauengrab aus dem zweiten Jahrhundert nach Christus und beinhaltet eine langärmelige Tunika, einen gewobenen Gürtel, ein Paar Strümpfe und Lederschuhe. Alle Kleidungsstücke bestehen aus Wolle. Durch den guten Erhaltungszustand sind hier zusätzlich die Maße der jeweiligen Kleidungsstücke überliefert (DESROSIERS, LORQUIN 1998, 53-72; WILD 2012, 21-22) und bildeten die Grundlage der Größe für die Rekonstruktion.

Die Rekonstruktion der einzelnen Kleidungsstücke

Die Rekonstruktion entspricht einer Typ C Rekonstruktion nach DEMANT (2009, 143-153), bei der es vor allem um den optischen Eindruck geht. Das heißt, es wurde ein fertig gewobener und bereits gefärbter Stoff verwendet. Dieser ist in Köperbindung gewoben und entspricht farblich einer Färbung mit Naturfarben. Die unsichtbaren Nähte wurden aus Zeit- und Kostengründen mit der Nähmaschine genäht, die sichtbaren Nähte und Säume wurden mit der Hand genäht. Einzig die Bänder zum Halten der Strümpfe sind handgeflochten mit zum Teil handgesponnenen Fäden.

Folgende Kleidungsstücke wurden angefertigt:

- ein Paar wollene Strümpfe aus blauem Wollstoff mit geflochtenen Bändchen aus roten, orangen und gelben Wollfäden,
- als Untergewand eine Tunika mit lan-

gen Ärmeln aus blauem Wollstoff mit einem roten Saumbesatz,

- ein Gürtel aus rotem Wollstoff,
- als Übergewand ein orangefarbenes Schlauchgewand, das mit Fibeln an der Schulter zu fixieren ist,
- ein Schultertuch aus orangefarbenem Wollstoff und
- ein Tuch aus orangefarbener Wolle als Kopfbedeckung.

Das Paar wollene Strümpfe

Vorbild für die Strümpfe war der Fund von Martres de Veyre. Die Originalfunde, welche aus zwei Teilen zusammengesetzt wurden, sind 50 cm hoch und haben eine Fußlänge von 20 cm. Die Strümpfe wurden aus einem 2/2 Körper in Wolle mit 9-10 Fäden pro cm hergestellt (DESROSIERS, LORQUIN 1998, 63) und weisen eine verfilzte Oberfläche auf. Die Maße der Strümpfe wurden so umgeändert, dass sie einer Schuhgröße 39 entsprechen, um auf die Puppe in der Ausstellung zu passen. Die Schnittform entspricht dem Originalfund. Von einem rechteckigen längsgefalteten Streifen wurde im unteren Bereich ein Dreieck abgeschnitten, welches gedreht wieder mit dem Streifen zusammengefügt wurde und so den Fußteil bildete. Die Naht führt quer über den Rist. Zwei weitere Nähte verbinden den Strumpf, wovon eine entlang der Sohle und die andere in der Mitte der Wade verlaufen (Abb. 2). Die obere Kante ist gefranst.

Es ist anzunehmen, dass die Strümpfe mit einem Bändchen unterhalb vom Knie festgebunden wurden. Funde von Bändchen oder Schnüren sind allerdings in diesem Fundensemble nicht enthalten. Um die Strümpfe für die Ausstellung an der Puppe fixieren zu können, habe ich auf eisenzeitliche Funde aus Hallstatt (HallTex 301, HallTex 306) zurückgegriffen. Das 15 cm lange und 1,1 cm breite Flechtband HallTex 301 besteht aus 15 paarigen Wollfäden, die miteinander verflochten wurden. Durch die verschiedenen

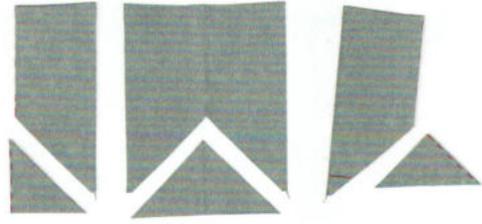


Abb. 2: Schnitt der Strümpfe. – Cut of the stockings.

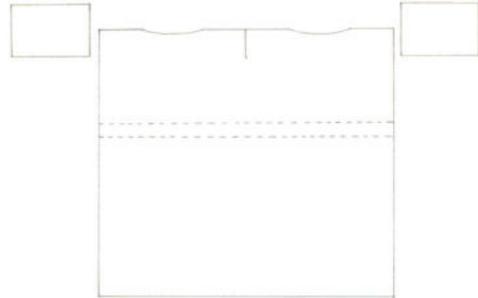


Abb. 3: Schematischer Schnitt der Tunika von Martres de Veyre. – Schematic pattern of the tunic of Martres de Veyre.

Farben entsteht ein Zickzackmuster. Das Flechtband HallTex 306 ist 6,5 cm lang und 0,8 cm breit. Es wurde aus 10 paarigen verschiedenfarbigen Wollfäden geflochten (GRÖMER, RÖSEL-MAUTENDORFER 2013, 570; 573; GRÖMER, KANIA, BOURUP 2015, 33-40).

Die Tunika als Übergewand

Vorbild für den Schnitt und die Dimension der Tunika war der Fund von Martres de Veyre. Die Tunika aus dem Frauengrab hat einen T-förmigen Schnitt und wurde aus drei Teilen, einem Körperteil und zwei Ärmelteilen zusammengesetzt (Abb. 3) (DESROSIERS, LORQUIN 1998, 62). Genäht wurden eine Seitennaht, die Schulternähte, die Ärmelnähte und Armlochnähte. Die Tunika ist 125 cm lang mit einer Saumweite von 170 cm (KANIA 2010, 268). Die Ärmel sind 43-44 cm lang und 28-29 cm weit. Im Bereich zwischen Taille und Hüfte ist horizontal eine 8 cm breite Falte eingenäht. Der Stoff ist aus Wolle und in



Abb. 4: Strümpfe mit Flechtbändern. – Stockings fixed with braided bands.



Abb. 5: Tunika mit rotem Saumbesatz. – Tunic with red hem border.

Leinwandbindung gearbeitet (DESROSIERS, LORQUIN 1998, 62).

Für die Rekonstruktion wurde die Tunika aus vier rechteckigen Teilen (Vorder- und Rückenteil und zwei Ärmelteile) zusammengesetzt. Das Maß des Originalfundes wurde insoweit abgeändert, da zur Gesamtlänge auch die Weite der eingenähten Falte mitgerechnet wurde, diese allerdings nicht abgenäht wurde. Bei der Tunika wurde am Saum ein andersfarbiger Streifen angesetzt, um der Farbgebung der Abbildung zu entsprechen. Ein Beleg für andersfarbige angenähte Stoffstücke parallel zu einer Saumnaht stammt aus Hallstatt (HallTex164). Der Fund besteht

aus zwei zusammengenähten unterschiedlichen Geweben, einem Panamagewebe in Dunkelgrün und einem braunen leinwandbindigen Stoff (GRÖMER, RÖSEL-MAUTENDORFER 2013, 496-497). Die sichtbaren Nähte der Gewandteile wurden mit Überwindlingsstichen bzw. mit Saumstichen genäht. Der Halsausschnitt sowie Ärmel und Gewandsaum wurden gesäumt.

Der Gürtel

In Martres de Veyre wurde zusammen mit der Tunika ein Stoffgürtel mit einer Länge von 430 cm und einer Breite von 12 cm gefunden. Der Gürtel war in ripsartiger



Abb. 6: Anlegen des Gürtels. – Putting on the belt.



Abb. 7: Das Schlauchgewand über die Schulter legen und mit Fibeln befestigen. – Putting the tubular garment over the shoulder and fastening with fibulas.

Leinwandbindung aus heller Wolle gefertigt (DESROSIERS, LORQUIN 1998, 62). Für die Rekonstruktion wurde der Gürtel aufgrund von kostentechnischen Gründen nicht gewoben, sondern ein 12 cm breiter und 3 m langer Stoffgürtel aus zwei Stoffstücken verstürzt zusammengenäht, sodass es sich um einen Schlauch handelt mit einer innen liegenden Naht, die außen kaum sichtbar ist.

Das Schlauchgewand als Übergewand
Als Übergewand wurde ein Schlauchgewand nach dem Fund von Huldremose in Dänemark ausgewählt. Der Depotfund datiert 210-30 v. Chr. und wurde 1950 von M. Hald als ein mit Fibeln an der Schulter fixiertes Frauengewand interpretiert. Das

Textil ist 173 cm lang und hat einen Umfang von 256 cm (MANNERING, GLEBA, BLOCH HANSEN 2012, 105; HALD 1950). Um das mit Fibeln fixierte Übergewand auf die Darstellung anzupassen, wurde das Gewand auf eine Länge von 120 cm gekürzt. Die Weite des Übergewandes mit 250 cm (bedingt durch die Stoffgröße) entspricht in etwa der Originalweite.

Das Schultertuch

Über der Schulter trägt die Frau auf der bemalten Platte ein schmales Tuch. Dafür wurde ein 35 cm x 150 cm großes Tuch aus demselben Stoff wie das Übergewand zugeschnitten und versäubert.



Abb. 8: Das Schlauchgewand von oben und unten unter den Gürtel stecken. – Putting the tubular garment under the belt from above and below.



Abb. 9: Anlegen der Kopfbedeckung. – Putting on the headgear.

Die Kopfbedeckung

Für die Kopfbedeckung kämen grundsätzlich zwei Möglichkeiten in Betracht: entweder eine Haube oder ein rechteckiges Tuch, das um den Kopf gewickelt wird. Ich entschied mich für ein rechteckiges Tuch mit den Maßen 150 x 20 cm.

Zur Trageweise

Zuerst werden die Strümpfe angelegt, wobei diese mit den Strumpfbändern unterhalb des Knies, kreuzweise gebunden, festgehalten werden (Abb. 4).

Danach wird die blaue Tunika angelegt (Abb. 5) und mit dem Gürtel unter der Brust fixiert. Der Gürtel wird von vorne nach hinten gelegt, hinten gekreuzt und anschließend in der vorderen Mitte mit einem einfachen Knoten befestigt (Abb. 6).

Danach wird das Schlauchgewand über die Schultern gelegt, sodass es am Rücken eng anliegt und vorne eine höhere Weite aufweist. Das Gewand wird mit den Fibeln geschlossen. (Abb. 7). Die

Mehrweite des Stoffes vorne wird von oben und unten in den darunterliegenden Gürtel gesteckt (Abb. 8). Anschließend wird noch das Schultertuch übergelegt.

Die Kopfbedeckung wird folgenderweise drapiert: Das Tuch wird zunächst mittig auf den Kopf gelegt. Die Enden werden dann am Hinterkopf gekreuzt, gefaltet und wieder nach vorne gelegt und dort in den Stoff eingeschlagen (Abb. 9).

Durch die Drapierung des Übergewandes konnte die Form des Halsausschnittes des dargestellten Gewandes nachgestellt und die Interpretation der Querlinie als Gürtel bestärkt werden. Die Art der Drapierung des Schlauchgewandes mit einer bewussten Mehrweite im Vorderteil ergibt eine neue Variante in der Trageweise des Kleidungsstückes. Für die norische Haube gibt es als Alternative zu einer zum Beispiel gefilzten Haube die Möglichkeit diese mit einem Tuch zu wickeln. Insgesamt wirkt die Rekonstruktion voluminöser als die Abbildung, bedingt durch die Stärke des Wollstoffs (Abb. 10).



Abb. 10: Das fertige Gewand vor der Grabplatte. – The finished garment in front of the grave plate.

Fazit

Rekonstruktionen oder Modelle nach bildlichen Darstellungen bedürfen immer des Heranziehens weiterer Quellengattungen – Informationen in Darstellungen kommen mitunter nicht deutlich zu Tage und/oder sind bedingt durch den Erhaltungszustand schwer erkennbar.

Notwendig sind in jedem Fall textiltechnische Analysen möglichst zeitgleicher Textilfunde oder Originalgewänder. Schriftliche und andere bildliche Quellen können die Information zum Gewand ebenfalls vervollständigen.

Dennoch ist jede Rekonstruktion ein Prozess von Entscheidungen: zur Auswahl des Materials, des Stoffes, der Stiche, der Farbe, der Länge und Weite und ähnliches. Soll eine Rekonstruktion als Modell

dienen, ist eine Sichtbarmachung und Dokumentation der Quellen, Überlegungen und Entscheidungen wichtig, um das Modell diskutieren und an neuere Erkenntnisse anpassen zu können.

Zusammenfassung

Das Heimathaus in Brunn am Gebirge ließ als Ergänzung ihrer Ausstellung eine Rekonstruktion einer provinzialrömischen Tracht nach einer im Ort gefundenen bemalten Platte einer Dromos-Verkleidung anfertigen. Die figurale Polychrombemalung aus dem Steinkistengrab 18 aus Brunn am Gebirge befindet sich auf einer rechteckigen Sandsteinplatte. Sie zeigt eine Frau mit langärmeligen Untergewand, einem mit Fibeln fixierten Übergewand, einem Schal, sockenähnlicher Beinbekleidung und einer Haube. Eine Querlinie unterhalb der Brust deutet auf eine Gürtung hin.

Die Darstellung einer einheimischen Frau zeigt eine ungewöhnliche Trageweise der provinzialrömischen Tracht. Auffallend ist der großzügige Ausschnitt des Übergewandes.

Im Schulter-Brust-Bereich ist die Gewanddarstellung aufgrund der abgebauten Farbpigmente schlecht erkennbar. Um ein genaueres Bild zu bekommen, wurde auf Reliefdarstellungen von Dienerinnen zurückgegriffen, die ebenfalls ein Untergewand mit einem Übergewand kombiniert tragen, so zum Beispiel aus Zollfeld und Frojach. Die Herausforderung war, die Darstellung mit den aus der Zeit bekannten Kleidungsstücken umzusetzen und zu überprüfen, ob eine solche Trageweise mit nachgearbeiteten Kleidungsstücken in Originalgrößen möglich ist.

Die Rekonstruktion der Kleidung setzt sich aus einer blauen langärmeligen Tunika mit einem roten Saumbesatzstreifen, einem Stoffgürtel, blauen Strümpfen nach den Funden von Martres de Veyre, geflochtenen Strumpfbändern, angelehnt an

einen Fund aus Hallstatt, einem krapproten Schlauchgewand, einem rechteckigen Schultertuch und einem Kopftuch, das zu einer norischen Haube gewickelt wurde, zusammen. Durch unterschiedliches Drapieren des Schlauchgewandes konnte eine mögliche Trageweise gefunden werden, die der Darstellung auf der Steinplatte entspricht.

Literatur

BOGENSPERGER, I., RÖSEL-MAUTENDORFER, H. (in Einreichung): Dyeing in Texts and Textiles: Words Expressing Ancient Technology.

DEMANT, I. 2009: Principles for Reconstruction of Costumes and Archaeological Textiles. In: C. Alfaro, M. Tellenbach, R. Ferrero (Hrsg.), *Textiles y Museología*. Valencia 2009, 143-153.

DESROSIERS, S., LORQUIN, A. 1998: Gallo-Roman Period Archaeological Textiles found in France. In: L. Bender Jørgensen, Ch. Rinaldo (Hrsg.), *Textiles in European Archaeology*. NESAT 6. Göteborg 1998, 53-72.

FARKA, Ch. 1977: Ein spätrömisches Gräberfeld aus Brunn am Gebirge. *Fundberichte aus Österreich* 15, 1976 (1977), 41-80.

GRÖMER, K. 2014: Römische Textilien in Noricum und Westpannonien im Kontext der archäologischen Gewebefunde 2000 v. Chr.-500 n. Chr. in Österreich. Graz 2014.

GRÖMER, K., KANIA, K., BOUTRUP, J. 2015: Iron-Age Finger-Loop Braiding. Finds from the Hallstatt Salt Mine. *Archaeological Textiles Review* 57, 2015, 33-40.

GRÖMER, K., RÖSEL-MAUTENDORFER, H. 2013: Catalogue of the Hallstatt textiles. In: K. Grömer et al., *Textiles from Hallstatt. Woven Culture from Bronze and Iron Age Salt Mines/Textilien aus Hallstatt. Gewebte Kultur aus dem bronze- und eisenzeitlichen Salzbergwerk*. Budapest 2013, 239-574.

HALD, M. 1950: *Olddanske Tekstiler*. København 1950.

HOFMANN-DE KEIJZER, R., U. A. 2013: Die Farben und Färbetechniken der prähistorischen Textilien aus dem Salzbergbau Hallstatt. The colours and dyeing techniques of prehistoric textiles from the salt mines of Hallstatt. In: K. Grömer et al., *Textiles from Hallstatt. Woven Culture from Bronze and Iron Age Salt Mines/Textilien aus Hallstatt. Gewebte Kultur aus dem bronze- und eisenzeitlichen Salzbergwerk*. Budapest 2013, 135-162.

KANIA, K. 2010: *Kleidung im Mittelalter. Materialien – Konstruktion – Nähtechnik*. Ein Handbuch. Köln, Weimar, Wien 2010.

KRICKL, R., U. A. (in Einreichung): Pigmentanalyse römerzeitlicher Grabsteine mit figuraler Polychrombemalung aus Niederösterreich – eine Fallstudie zur Einsatzmöglichkeit von Raman-Spektroskopie und Röntgenfluoreszenz-Handspektrometern in der Archäometrie. *Archäologie Österreichs*.

MANNERING, U., GLEBA, M., BLOCH HANSEN, M. 2012: Denmark. In: M. Gleba, U. Mannering (Hrsg.), *Textiles and Textile Production in Europe. From Prehistory to AD 400*. Oxford 2012, 89-118.

MÖLLER, L., VOGEL, M. (Hrsg.) 2007: *Die Naturgeschichte des Caius Plinius Secundus*. Wiesbaden 2007.

PAPPALARDO, U., CIARDIELLO, R. 2018: *Die Pracht römischer Mosaiken. Die Villa Romana del Casale auf Sizilien*. Darmstadt 2018.

PICCOTTINI, G. 1977: *Die Dienerinnen- und Dienerreliefs des Stadtgebietes von Virunum*. Wien 1977.

PRITCHARD, F. 2006: *Clothing Culture: Dress in Egypt in the First Millennium AD. Clothing from Egypt in the collection of the Whitworth Art Gallery, the University of Manchester*. Manchester 2006.

WILD, J. P. 2012: The textile archaeology of Roman burials: Eyes Wide Shut. In: M. Carroll, J. P. Wild (Hrsg.), *Dressing the*

Dead in Classical Antiquity. Stroud, Gloucestershire 2012, 17-25.

<http://www.ubi-erat-lupa.org/>

Abbildungsnachweis

Abb. 1, 3: Zeichnung: H. Rösel-Mautendorfer

Abb. 2: H. Rösel-Mautendorfer

Abb. 4-9: Foto: G. Rösel

Abb. 10: Foto: R. Krickl

Autorin

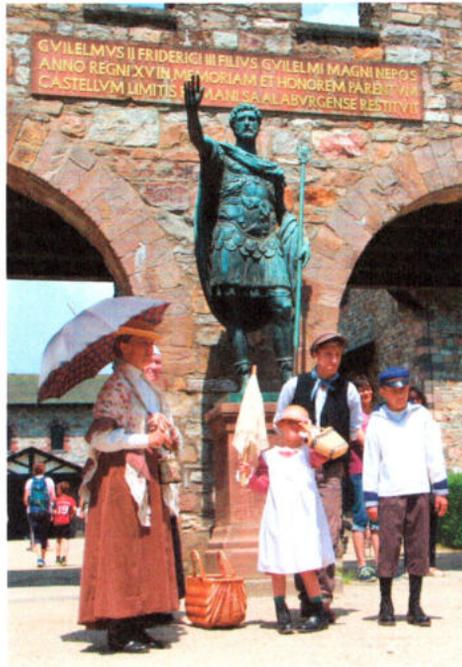
Helga Rösel-Mautendorfer

Hauptstraße 73

3033 Altllengbach

Österreich

helgo@roesel.at



Vermittlung und Theorie

Experimentelle Archäologie in Europa – State of the art 2019

Gunter Schöbel

Summary – Experimental archaeology in Europe – state of the art 2019. *The origins of the experimental method can be traced back to 16th-century scientists Galileo Galilei and Francis Bacon. John Coles resumed these early approaches in 1976 and adapted them to the lake dwelling archaeology in Germany, Switzerland, France and Austria and – in collaboration with scientists from Scandinavia, Central Europe and the British Isles – formulated them into a new archaeological approach. This formed a basis for the development of numerous new questions and papers, often supported by open-air museums. Currently, universities, museums, individuals and the associations EXAR and EXARC take charge of the further development of the methods. So far, there is no consensus on the line between knowledge gained by “trying things out” (experience) and the knowledge based on exact and reproduceable experiments. The groups dedicated to the transfer of knowledge, re-enactment and living history are still in an open discussion on that respect. An initial comparison of publications of the last years shows an incoherence of the present evaluations. Not everything that claims to be Experimental Archaeology is in fact Experimental Archaeology. In order to achieve a comparability of the results a binding classification of future contributions by all editors into experiment, reconstruction and knowledge transfer – according to the EXAR structure – is proposed.*

Keywords: experimental archaeology, rekonstruktion, knowledge transfer, method
Schlagworte: Experimentelle Archäologie, Rekonstruktion, Vermittlung, Methode

Theorie, Idee, Definition, Methode

Was ist ein Experiment? Was ist Experimentelle Archäologie? Eigentlich besteht darüber Einigkeit (CALLAHAN 1995; COLES 1973; COLES 1976). Es ist eine Prüfung von Handwerkstechniken, Gebrauchsspuren und Geschichtsereignissen im Rahmen einer wissenschaftlichen, methodisch angelegten Untersuchung zur empirischen Gewinnung von Daten und Informationen, bei der die Einflussgrößen verändert werden können. Fragestellung,

Versuchsanordnung, Messung, Dokumentation und Wiederholung komplettieren den Vorgang und ermöglichen es, Aussagen zu treffen und Hypothesen zu formulieren, die ihrerseits wieder einer Prüfung unterzogen werden können.

Als Väter der wissenschaftlichen Methode des Experiments können Galileo Galilei (1563-1642) und Francis Bacon (1561-1626) genannt werden (RICHTER 1991). Aus der Kombination von Wissen und Technik entwickelten sich im 16. Jh. die modernen Naturwissenschaften. Dabei

The Baconian Scientific method (1605)

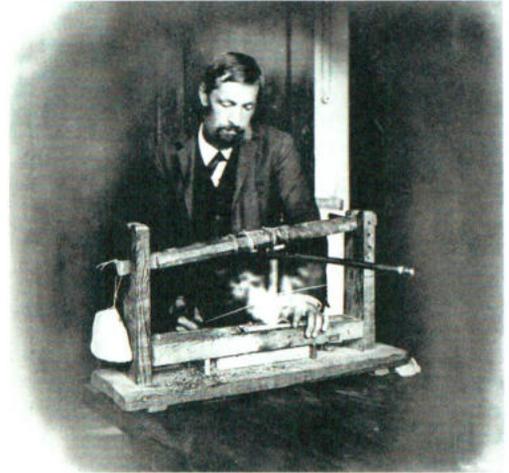


Abb. 1: The Baconian Method (1605). Die Beschreibung der Methode des Verlaufs eines Experimentes nach Francis Bacon (1561-1626). – The Baconian method (1605). Description of the process of an experiment according to Francis Bacon (1561-1626).

stand der Induktion die Deduktion, der Naturwissenschaft die Geisteswissenschaft und dem wissenschaftlichen, aus der Erfahrung kommenden Versuch der Analogieschluss entgegen. Der Empiriker Francis Bacon formulierte die Schritte auf dem Weg zum Erkenntnisgewinn folgendermaßen: Fragestellung, Entwicklung von Hypothesen, Experiment, Falsifizierung, Hypothese, Report und immer wieder: „Think, try it again!“ (Abb. 1).

Die heutige Debatte um die Experimentelle Archäologie lässt diese Auseinandersetzung auf globaler Ebene methodologisch in verschiedenen Forschungsansätzen erkennen. Dies tritt besonders bei der Frage hervor, wer die Experimentelle Archäologie erfunden hat.

Historische Entwicklung

In der Schweiz geht die Experimentelle Archäologie auf die frühe Pfahlbauforschung zurück (Abb. 2). Schon 1856 ent-

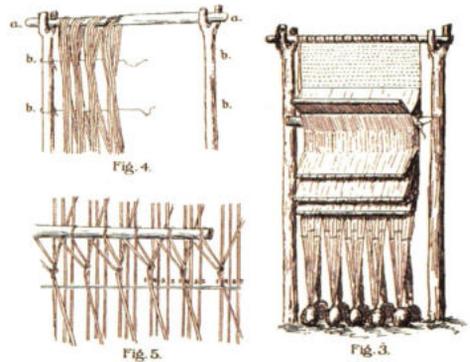


Abb. 2: oben: Modell einer Bohrmaschine nach Ferdinand Keller (1800-1881), entstanden um 1860; unten: Rekonstruktion eines Webstuhls nach Befund der Ausgrabungen von Robenhausen um 1856 durch Herrn Parr, Bandfabrikant Zürich. – Above: modell of a drilling machine according to Ferdinand Keller (1800-1881), developed around 1860; below: reconstruction of a weaving loom based on the feature excavated in Robenhausen around 1856 by Mr. Parr, Zürich.

standen Webstühle durch Textilhandwerker und ab 1860 Hausmodelle, beispielsweise für die Pariser Weltausstellung 1867 (ANDRASCHKO, SCHMIDT 1991; SCHÖBEL 2004). 1877 kamen Steinsägen und Steinbohrmaschinen dazu. In Deutschland hatte das Römisch-Germanische

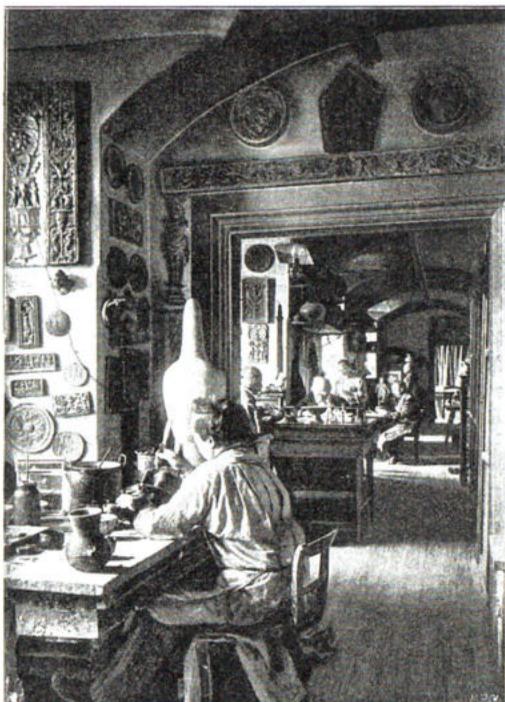


Abb. 3: Die Restaurierungswerkstätten des Römisch-Germanischen Zentralmuseums in Mainz (RGZM) unter Ludwig Lindenschmidt (1809-1893) entstanden um 1861. – Restoration workshops of Römisch-Germanischen Zentralmuseum in Mainz (RGZM) when managed by Ludwig Lindenschmidt (1809-1893) originating around 1861.

Zentralmuseum schon 1861 2.500 archäologische Objekte abgegossen und reproduziert (Abb. 3). In Österreich ist für 1867 die Herstellung von 6 kg norischem Eisen durch Graf Wurmbrand in einem nachgebauten Ofen innerhalb von 26 Stunden belegt. In Skandinavien gilt das durch Frederik Sehesteds bei Odense in Dänemark erbaute „Steinzeithaus“ von 1879 als Beginn der Experimentellen Archäologie – doch einen archäologischen Befund, eine Dokumentation oder Publikation gab es hierzu nicht (AHRENS 1990). Damit handelt es sich um eine Erfahrung, eine Konstruktion, aber noch kein Experiment im heutigen Sinne. Anlässlich der

Weltausstellung 1893 in Chicago überquerte die „Viking“, eine Replik des Gokstad-Schiffs aus Norwegen (Abb. 4), in 27 Tagen den Atlantik, aber leider nur einmal und nicht ausreichend dokumentiert. Der Brite Edward Simpson – alias „Flint Jack“ – stellte zwischen 1844 und 1866 mit moderner Technologie Feuersteinwerkzeuge her (Abb. 5), die es sogar ins British Museum schafften. Später kam er allerdings wegen Fundfälschung vor ein wissenschaftliches Tribunal. In Frankreich gab es bereits zur Mitte des 19. Jhs. eine „archéologie d'expérience“ (FLORES, PAARDEKOOPEL 2014; KAESER 2008). Sie bildete lithische Objekte genau nach, um empirisch Herstellungsprozesse zu verstehen. Jacques Boucher de Perthes, Eduard Lartet oder Henry Christy sind als Protagonisten zu nennen. Beschrieben sind die Herstellungsvorgänge nicht, die Rekonstruktionen und nachgebildeten Artefakte sind jedoch für prüfende Studien noch vorhanden.

Der 1873 Rudolf Virchow und später Theodor Mommsen zugeschriebene Ausspruch: „Die aktuelle Prähistorie ist immer noch kein Fach und wird wahrscheinlich auch keines werden“ (HOIKA 1998; VEIT 2001) skizzierte im ausgehenden 19. Jh. die Schwierigkeiten des Fachs bei seiner Einordnung ins akademische Gefüge. Die Archäologie war auch damals das Ergebnis vieler Wissenschaften und suchte eine Zugehörigkeit, eine verbindliche Methode. Dies betraf im Besonderen auch die Experimentelle Archäologie. Diese wurde im Rahmen der Institutionenbildung am Anfang des 20. Jhs. nicht dauerhaft in der Methodik der Kulturanthropologie Virchows gesehen. Sie wurde aber in Mitteleuropa auch nicht in den Naturwissenschaften und im Experiment verankert, wie es etwa durch R. R. Schmidt in den 1920er Jahren im Tübinger Urgeschichtlichen Institut begonnen wurde (Abb. 6) (SCHÖBEL 2005), was 1922 zum Bau erster Rekonstruktionen im



Abb. 4: Die Replik des Gokstad Schiffs „Viking“ auf der Weltausstellung in Chicago 1893. – Replica of Gokstad ship "Viking" on display on the world fair in Chicago 1893.

Freilichtmuseum Unteruhldingen führte. Auch die praktisch-pädagogische Archäologie der Weimarer Republik, wie sie etwa durch Hans Hahne 1918 in Halle zu Rössen in Hausversuchen vollzogen wurde, zählte dazu. Sie entstand im Geiste der „Volkheitskunde“ und „völkisch“ orientierten Siedlungsarchäologie Gustaf Kossinas in Berlin, was verständlicherweise nachfolgend nicht in das Konzept einer anerkannten Fachdisziplin in Deutschland passen konnte. Die Diskreditierung als Methode einer unzulässigen Rekonstruktion früherer Welten erfolgte schließlich durch den Missbrauch der Archäologie in den 1930er Jahren im NS-Staat innerhalb der „Lebendigen Vorzeit“ zum Beleg einer nationalen Kulturhoheit (KANDLER 2000; SCHÖBEL 2013; SÉNÉCHEAU, SAMIDA 2015). Auch wenn in deutschen „Modellwerkstätten“ und in „Lehrmittelverlagen“ (Abb. 7) bis in die 1950er Jahre Tausende von Repliken und Rekonstruktionen für die Pädagogik im Rahmen einer „Anschaulichen



Abb. 5: Edward Simpson alias Flint Jack (1815-1874).

Kulturgeschichte“ entstanden, war dieser durchaus versiert präsentierte Vermittlungsansatz im deutschsprachigen Raum



Abb. 6: Das Experimentalhaus im „Wilden Ried“ 1919 nach dem Befund der archäologischen Ausgrabungen in Schussenried-Riedschachen. Wissenschaftliche Beratung und Ausführung Prof. Dr. R. R. Schmidt und stud. rer. nat. Hans Reinerth, Universität Tübingen. – Experimental house in “Wilden Ried” 1919 based on excavated features in Schussenried-Riedschachen. Scientific consulting and construction by Prof. Dr. R. R. Schmidt and stud. rer. nat. Hans Reinerth, Universität Tübingen.

nach 1945 nicht mehr gefragt (Abb. 8). Er stand für eine Verfälschung der Wissenschaft. Die für Europa vormals noch tonangebende deutschsprachige Archäologie zog sich bis etwa 1970 quasi vollständig aus der Experimentellen Archäologie zurück. Sie ließ nur noch Beschreibungen im Rahmen der Typologie, der Analogie und die Deduktion als wissenschaftliche Methoden zu. Auch die Naturwissenschaften im Allgemeinen hatten zu dieser Zeit einen schweren Stand im Fach Archäologie. Vor allem beim Versuch, experimentell zu rekonstruieren, litten sie zu Unrecht am Vorwurf des Positivismus. Der Anshub für eine neue Sicht auf das Experiment als Methode in der Archäolo-

gie kam – wie schon im 19. Jh. – von den archäologischen Freilichtmuseen Skandinaviens (WEINER 1991; ANDRASCHKO, SCHMIDT 1991; SCHÖBEL 2013). Hjerl Hede (DK) und Lejre (DK) (Abb. 9) setzten neue Maßstäbe für die Experimentelle Archäologie, Asparn (A), Butser Farm (GB) und Berlin-Düppel (D) kamen in den 1970er Jahren dazu (AHRENS 1990). Die archäologischen Freilichtmuseen trugen und entwickelten die Experimentelle Archäologie, gaben ihr Forschungsräume, Versuchsfelder und brachten sie zurück an die Universitäten, in den wissenschaftlichen Diskurs und in die Ausbildung. In Europa kann man dies aktuell in Wien, Zürich, Tübingen, Hamburg, Leiden, Ma-



Abb. 7: *Anschauliche Kulturgeschichte*. Eine Lehrsammlung von Gebilden mit Erläuterung von Friedrich Rausch. Nordhausen 1928. – *Graphic cultural history. Teaching collection of structures with annotations by Friedrich Rausch*. Nordhausen 1928.

drid, Exeter und Dublin sehen. Hauptforschungsfelder der Experimentellen Archäologie sind: Textilien, Metall, Hausbau, Keramik, Landwirtschaft, Pflanzen, Umwelt, Stein, Holz, Kochen/Ernährung, Teer/ Holzkohle, Transport, Knochen/Geweih, Farben, Salz, Jagd, Musik, Gräber, Glas, Tiere, Leder, Kalk, Living History – nach ihrer Häufigkeit in den Publikationen zur Experimentellen Archäologie in Europa (Abb. 10). Einen Überblick zum aktuellen Forschungsstand geben die Literaturdatenbanken <<http://exarc.net/bibliography>> von Roland Paardekooper (letzter Zugriff: 30.11.2018) und Dirk Vorlauf 2011. Das Jahrbuch Experimentelle Archäologie in Europa <http://www.exarc.org/publications/> (seit 1990) und das EX-ARC-Journal <<http://www.journal.exarc.net>> (seit 2004) informieren regelmäßig über die Entwicklung der Forschung. Nach allen Vorstudien haben sich der Begriff und die Methode inzwischen etabliert, doch die Debatte um die Definition und Auslegung bleibt bestehen. Es stellt sich die Frage, ob alle Experimentalarchäologinnen und -archäologen schon dasselbe



Abb. 8: *Modellwerkstatt des Reichsbund für deutsche Vorgeschichte am Pfahlbaummuseum Unteruhldingen 1938*. – *Workshop of models owned by Reichsbund für deutsche Vorgeschichte, Pfahlbaummuseum Unteruhldingen 1938*.

meinen, wenn sie die Methode in gutem Glauben und Gewissen anwenden.

Die heutige Debatte

Neben der reinen Empirik (Naturwissenschaft) gibt es heute weitere geisteswissenschaftliche Ansätze zur Klärung der Fragen innerhalb der Archäologie und auch Mischformen aus Natur- und Geisteswissenschaft. Die einen setzen methodisch weiter auf die Geisteswissenschaft und die Analogie und beziehen die Experimentelle Archäologie und die Ethnologie randlich bei der Ergreifung ein. Die Handwerker, das Reenactment und die Living History-Szene dürfen dabei dienend helfen und illustrieren. Sie sollen Fallbeispiele examinieren und vorführen. Die Interpretation bleibt jedoch der geisteswissenschaftlichen Disziplin vorbehalten – so die Sicht des traditionellen Ansatzes (LÜNING 1991; LAMMERS-KEIJERS 2005; EGGERT, SAMIDA 2009). Die zweite Gruppe lässt Erfahrungen und auch Interpretationen von Museumspädagogen, Archäotechnikern, Reenactern zu, mischt die allgemeinen und spezifischen Erkenntnisse und macht es so schwer, die Ergebnisse im wissenschaftlichen Diskurs qualifiziert prüfen zu können. „Alles ist



Abb. 9: Bewegungsexperiment für ein Steingrab in Lejre 1999. – Experiment of a stone grave in Lejre 1999.

Experimentelle Archäologie“ lautet dort das Motto – es gibt jedoch unterschiedliche Grade der Genauigkeit, die zwischen Amateurismus und Expertise benannt werden sollen (REYNOLDS 1998; SCHINDLER 2018). Und schließlich gibt es noch die Experimentalarchäologen (COLES 1976; FANSA 1990), die unter strengen Richtlinien dokumentieren wollen und klar definieren, wo sie sich jeweils befinden: bei der Vorstufe des Rekonstruierens, bei der Vermittlung von Ergebnissen oder beim eigentlichen Experiment. Das ist der naturwissenschaftliche Ansatz, der sich verbindlich durchsetzen müsste und der aktuell die meiste Unterstützung aus der mitteleuropäischen Forschung heraus erhält (KELTERBORN 1994; SCHMIDT 2014; MATHIEU 2002; OUTRAM 2008; WELLER 2010; SCHÖBEL 2017). Experience/Erfahrung und Experiment/Versuch müssen stets voneinander getrennt sein, wie es etwa CALLAHAN 1995 oder RASMUSSEN

2007 und auch schon Archäologen des 19. Jahrhunderts forderten. Living History, Reenactment, Rekonstruktion, Vermittlung, Museumstheater und Experiment sind zusammengehörende Elemente einer sich rasant entwickelnden Wissenschaftsbewegung zur Verlebendigung von Geschichte. Sie verfahren jedoch nicht nach derselben Methode.

Die Auseinandersetzung mit alten Dingen und Ereignissen, die all diesen Elementen gemein ist, wird erst dann zur nachprüfbaren Wissenschaft, wenn die beschriebenen Regeln eingehalten werden und eine Diskussion der Ergebnisse möglich ist. Die Experimentelle Archäologie in Europa sucht daher nach den beschriebenen Brüchen in ihrer Entwicklung nach Kontinuitäten und nach einer Neupositionierung und Anerkennung in der Archäologie. Wenn sie die Grundlage aller rekonstruierenden Disziplinen in diesem Feld sein darf, dann sind auch diese Wis-

Themenverteilung in „Experimenteller Archäologie/Bilanz“ von 1990 – 2018

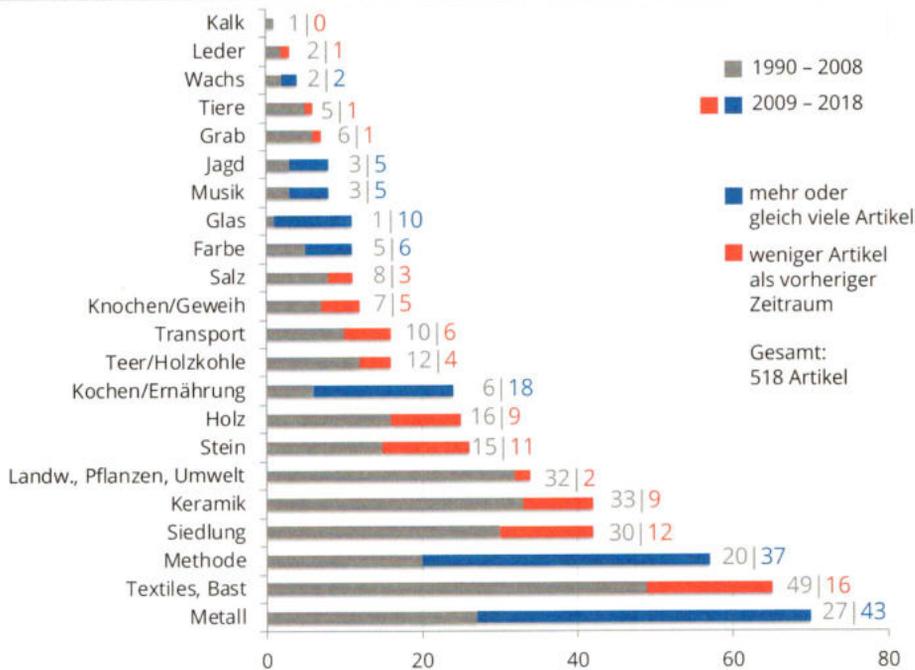


Abb. 10: Forschungsschwerpunkte der Experimentellen Archäologie in Europa nach Anteilen. Ermittelt nach den Publikationen der Zeitschrift Experimentelle Archäologie in Europa 1990-2018. – Main research of experimental archaeology in Europe in ratios. Assorted in publications in the journal Experimentelle Archäologie in Europa 1990-2018.

senschaften im eigentlichen Sinne, und keine Verfahren der Anastylose, des Kompilats oder der Konstruktion von Geschichte.

Was zählt zur Konstruktion ohne Befund, zur wissenschaftlichen Rekonstruktion, wo beginnt das Experiment und wie kann auch das Ergebnis der Vermittlung eingebunden werden, damit sinnvolle Aussagen zu einer prähistorischen Wirklichkeit getroffen werden können?

Erret CALLAHAN formulierte 1995 ein 3-Stufenmodell, unter Berücksichtigung der Arbeiten von Hans-Ole Hansen, John Coles, Reynolds und anderen. Er sah das „nicht authentische Spiel“ als erste Stufe, die „nicht wissenschaftliche Erfahrung“ als zweite und schließlich das „Experiment“ als die Vollendung des Verfahrens an.

Das Monitoring der Prozesse, die Beobachtung, die Dokumentation waren ihm stets wichtig. Das Reenactment ist hier als Methode in den ersten beiden Stufen einzuordnen.

Peter KELTERBORN (1994), von Bill SCHINDLER 2018 zuletzt unterstützt, sah sechs Stufen innerhalb der Experimentellen Archäologie, eine Definition, eine Philosophie, die sich bei der weltweiten Organisation EXARC durchsetzt.

- 1) Emotionales Erfahren: emotionally experiencing situations
- 2) Lehren und Lernen von archäologischen Techniken: teaching and learning skills
- 3) Vorfürungen und Demonstrationen: demonstrations
- 4) Replizieren und Rekonstruieren für



Abb. 11: „Steinzeit das Experiment – Leben wie vor 5000 Jahren“. Filmproduktion SWR und Pfahlbaumuseum Unteruhldingen 2006/2007. – “Stoneage – the experiment: living like 5000 ago”. Film production by SWR and Pfahlbaumuseum Unteruhldingen 2006/2007.

Forschung und Museum: replications or reconstructions

5) Das wahre Experiment: true experiments

6) Der Report oder die Publikation: Reporting the results

Das Reenactment umfasst die Stufen 1-3. Die Europäische Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie e.V. (EXAR) (WELLER 2010; SCHÖBEL 2013) setzt seit 2010 eine Dreigliederung der Experimentellen Archäologie voraus, die der Wissenschaftstradition seit dem 19. Jh. folgt und aus den Ansätzen John Coles (COLES 1973; COLES 1976) heraus entstanden ist. Sie sieht erstens wie alle anderen den klassischen Versuch, das Experiment im Zentrum der Aufgabe. Sie lässt zweitens die Rekonstruktion als Vorstufe (bei Callahan Stufe 2, bei Kelterborn Stufe 4) ausdrücklich zu. Bei der Vermitt-

lung, drittens, grenzt sie die Living History und das Reenactment als Erfahrungs- und Spielmodule noch ab, weil diese noch nicht überall auf dem Boden des archäologischen Befundes und der methodischen Spielregeln agieren. Aber auch hier wird bei entsprechender Qualifikation der Akteurinnen und Akteure ein Umbruch gesehen. Wenn im Reenactment oder dem Living History-Bereich experimentaltarchäologisch nachvollziehbar gearbeitet und dokumentiert wird, dann ist dies auch Experimentalarchäologie – Experiment (controlled approach) und nicht allein experience (contextual approach) im sozialen Feld nach den Definitionen von RASMUSSEN 2007, HANSEN 2014 und SCHINDLER 2018. Dann vollzieht sich Reenactment auf der Basis von Experimenteller Archäologie.

Das Verhältnis von Living History und Reenactment zur Experimentellen Archäologie

Im europäischen Raum wird zwischen Living History (ANDERSON 1982), Reenactment (COLLINGWOOD 1993), LARP (Live Action Role Playing), Experimenteller Archäologie, Histotainment (Abb. 11) und Geschichtstheater (HOCHBRUCK 2009; WALZ 2010) unterschieden – in Nordamerika nicht (SEIZ 2015; GALLUP 1999). Living History und Reenactment sind dort eins und dienen der Bildung und Erziehung der Öffentlichkeit und der eigenen Mitglieder in einzelnen Bereichen der Geschichte. Oft werden akribisch rekonstruierte historische Ereignisse nachgestellt und so zum gemeinsamen Erlebnis. Dafür werden historische Dokumente, Requisiten, zeitgenössische Musik, Reden, Fotos und die Ergebnisse experimentalarchäologischer Rekonstruktionen verwendet. Je älter die nachgestellte Szene ist, desto mehr kommt die Experimentelle Archäologie zum Zug. Fundierte Inszenierungen sollen wissenschaftliche Authentizität garantieren. Dies darf Spaß machen. Es sind oft interessierte Privatleute – und nicht nur Historiker –, die sich hier mit großer Freude und Ernsthaftigkeit betätigen.

Historisch liegen die Wurzeln dieser Rollenspiele in der Antike. Bereits die griechische Tragödie nutzte diese Rückgriffe auf historisches Leben. Julius Cäsar ließ 46 v. Chr. auf dem Marsfeld einen künstlichen See anlegen und stellte eine Schlacht mit 22 Schiffen und 6.000 Akteuren nach. Die Passionsspiele des Mittelalters, die historischen Festumzüge der Neuzeit (Pageants), Reenactments des 18. Jhs. in Nordamerika zur Schulung von Offizieren an den Akademien für Führungskräfte (STEINECKE 2007) oder Steinzeitmenschen in den Pfahlbauten in der Schweiz um 1870 oder am Bodensee 1926 setzten diese Tradition fort (SCHÖBEL 2011). Histo-

riendarstellungen wie etwa römische Soldaten im rekonstruierten Kastell Saalburg um 1922, die Landshuter Hochzeit seit 1903 in Deutschland mit jeweils 2.000 Teilnehmern oder die 1925 in Murrhardt (D) veranstalteten Römerspiele mit Tausenden von Zuschauern (<<https://www.youtube.com/watch?v=lyLtzaOPXbM>>) illustrieren diese Bewegung. Die Nachstellung von „The Battle of Bull Run“ 1961 des amerikanischen Bürgerkriegs in Manassas, Virginia, mit 2.500 Akteuren und 500.000 Zuschauern bildeten die Anfänge für das Reenactment nach heutigem Verständnis. Personale Geschichtsdarstellungen sind beim Publikum sehr beliebt und in den USA fester Bestandteil der Freilichtmuseen wie etwa in der Plimoth Plantation, das sich seit 1969 „living museum“ nennt oder der Colonial Pennsylvania Plantation (ANDERSON 1982).

Grundsätzlich eignen sich performative Aneignungsformen im Rahmen von Theaterrollenspielen (living history) und Re-enactment nach der Ansicht der meisten Autoren hervorragend für die Wissensvermittlung an das Publikum und den Erkenntnisgewinn der Darsteller. Diese gemeinsamen „Zeitreisen“ sind ein verlässliches Tool zur Vermittlung von Geschichte und dem Erzeugen von ersten historischen Erkenntnissen. Im Rahmen der Authentizitätsdiskussion, der Absicherung der Ergebnisse gegenüber der Wissenschaft und zur Vermeidung von Spektakeln mit zweifelhaftem historischem Inhalt oder der Verfremdung sollten jedoch die Methoden und Erkenntnisse der Experimentellen Archäologie beim Nachstellen von historischen Ereignissen stets Berücksichtigung finden.

Was ist ein echtes Experiment nach den Regeln der Kunst?

Eine erste Durchsicht (Abb. 12) der Bilanzen und Jahrbücher der EXAR seit 1990 und der EXARC Digest Publikationen un-

Themen in EXAR/EXARC Publikationen

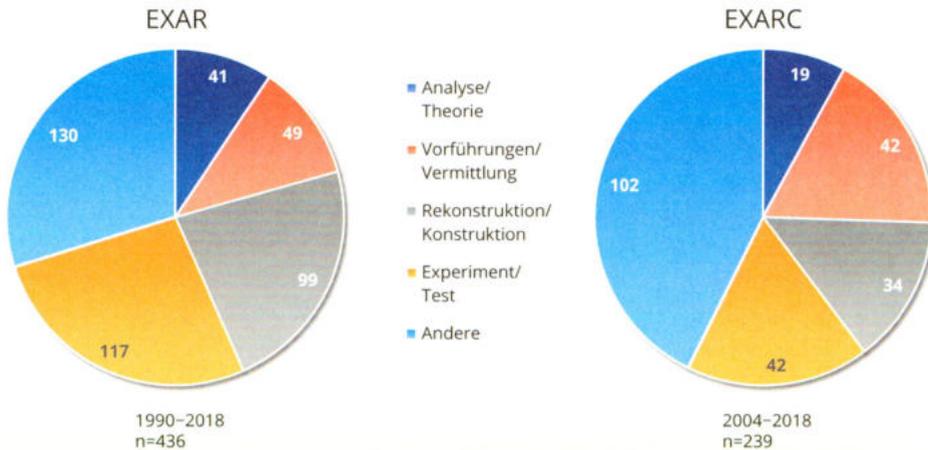


Abb. 12: Prozentuale Aufteilung der Artikel zu den Themen: Analyse/Theorie, Vorführungen/Vermittlung, Rekonstruktion/Konstruktion, Experiment/Test in den Zeitschriften der EXAR (*Experimentelle Archäologie in Europa – Bilanz und Jahrbuch von 1990 bis 2018*) und in den Broschüren der EXARC (*EuroRea 2004-2011 und EXARC Journal Digest 2011-1/2018*). – Percentage of articles divided into topics: analysis/theory, demonstration/mediation, reconstruction/construction, experiments in the journals of EXAR and EXARC (*Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz und Jahrbuch 1990-2018; EuroRea 2004-2011 and EXARC Journal Digest 2011-1/2018*).

serer Partnerorganisation seit 2004 in über 670 Aufsätzen zum Thema zeigt, dass die echten Experimente nach aktueller Bewertung noch in der Minderzahl sind und zusammen mit den fundiert ausgeführten Rekonstruktionen bei der EXAR 50 Prozent und bei der EXARC rund ein Drittel ausmachen. Theoretische Abhandlungen liegen bei 10 Prozent, was ein gutes Zeichen für das Entstehen einer neuen Fachdisziplin ist, und die Vermittlungsebene (Abb. 12, grau) ist bei EXARC aufgrund der vielen dort verankerten Freilichtmuseen verhältnismäßig stärker ausgeprägt. Der hohe Anteil der sonstigen Beiträge (Abb. 12, hellblau), der bei EXARC fast die Hälfte und bei uns fast ein

Drittel umfasst, bestärkt die Forderung nach einer besseren Klassifizierung der Arbeiten durch die Autoren und die Redaktionen in der Zukunft. Nicht alles, was Experimentelle Archäologie heißt, ist auch darunter zu verstehen. Und es ist zu überlegen, wie junge Erscheinungen der vermittelnden und noch nicht professionell rekonstruierenden Archäologie zukünftig besser eingebunden werden könnten. Wie aus Erfahrungsarchäologie, und die verbirgt sich streng genommen dahinter, Experimentalarchäologie gemacht werden kann.

Dazu ist nach der Prüfung aller Äußerungen zur Methode der letzten Jahrzehnte wohl der von Francis Bacon 1605 vorge-

schlagene Weg immer noch der beste. Fragestellung, Recherche, Hypothese, Experiment, Analyse, Schlüsse, Falsifizierung, Publikation und Wiederholung. Dies sollte die allgemeine und nachprüfbare Richtschnur für alle sein oder wieder werden.

Um es zukünftig leichter zu machen, herauszufinden, was in der Experimentellen Archäologie auf der Welt wirklich geschieht, wäre es wichtig, dass sich die Autorinnen und Autoren stets selbst vergewissern, auf welcher Ebene sie arbeiten. Verstehen sie sich als Hobbyisten, Rekonstrukteure, VermittlerInnen, ExperimentalarchäologInnen? Das sind alles zielführende und ehrenwerte Aufgaben unter dem Dach einer inzwischen weltweit arbeitenden Disziplin. Aber nicht alles sind Experimente im wissenschaftlichen Sinn.

Zukünftig müsste zur besseren Vergleichbarkeit der Verfahren angegeben werden, was die jeweilige Fragestellung, das Thema ist, was die angewandte Methode und wie sich die Ergebnisse oder die Rezeptionsanalysen darstellen. Diese Transparenz würde der experimentellen Forschung das Weiterkommen im akademischen Bereich erleichtern und die allgemeine Akzeptanz erhöhen. Nicht das Spiel und die Freude am Ausprobieren, sondern belastbare wissenschaftliche Erkenntnisse, der wissenschaftliche Mehrwert stände dann bei einem anwachsenden Anteil der Beiträge im Vordergrund. So werden Phänomene erklärbar. In diesem Sinne gilt mit Francis Bacon gesprochen wie schon vor 400 Jahren: Think! And try it again.

Literatur

AHRENS, C. 1990: Wiederaufgebaute Vorzeit. Archäologische Freilichtmuseen in Europa. Neumünster 1990.

ANDERSON, J. 1982: Living History: Simulating Everyday Life in Living Museums. In

American Quarterly 34(3), 1982, 290-306.

ANDRASCHKO, M., SCHMIDT, M. 1991: Experimentelle Archäologie: Masche oder Methode? Anmerkungen zur Geschichte und Methodik einer „neuen“ Forschungsrichtung. Experimentelle Archäologie, Bilanz 1991, 69-82.

CALLAHAN, E. 1995: What is Experimental Archaeology? Newsletter of Primitive Technology 1, 1995, 3-5.

CARSTENSEN, J., MEINERS, U., MOHRMANN, R. E. (Hrsg.) 2008: Living History im Museum. Möglichkeiten und Grenzen einer populären Vermittlungsform. Münster 2008.

COLES, J. M. 1973: Archaeology by experiment. London 1973.

COLES, J. M. 1976: Erlebte Steinzeit. Experimentelle Archäologie. München 1976.

COLLINGWOOD, R. G. 1993: The idea of history. Oxford 1993.

CUNNINGHAM, P., U. A. 2008: Experiencing archaeology by experiment. Proceedings of the Experimental Archaeology Conference. Oxford 2008.

EGGERT, M. K. H., SAMIDA, ST. 2009: Ur- und Frühgeschichtliche Archäologie. Tübingen 2009.

EXAR: European Association for the advancement of Archaeology by experiment e.V. Experimentelle Archäologie in Europa. Jahrbuch (seit 1990). <<http://www.exar.org/publications>>.

EXARC: The EXARC Journal (seit 2004), <<http://www.journal.exarc.net>>.

FANSA, M. 1990: Experimentelle Archäologie in Deutschland. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 4. Oldenburg 1990.

FLORES, J. R., PAARDEKOOPER R. 2014: Experiments Past: Histories of Experimental Archaeology. Leiden 2014.

GALLUP, A. 1999: The State of Living History Interpretation in the Former North American Colonies of Great Britain. Journal of the Institute of Historical Interpretation 1, 1999, 7-10.

HANSEN, H. O. 2014: Experience and Ex-

periment. In: J. R. Flores et al., *Experiments Past: Histories of Experimental Archaeology*. Leiden 2014, 167-181.

HOCHBRUCK, W. 2009: Belebte Geschichte: Delimitationen der Anschaulichkeit im Geschichtstheater. In: B. Korte, S. Paletschek (Hrsg.), *History Goes Pop. Zur Repräsentation von Geschichte in populären Medien und Genres*. Bielefeld 2009, 215-230.

HOIKA, J. 1998: Archäologie, Vorgeschichte, Urgeschichte, Frühgeschichte, Geschichte. *Archäologische Informationen* 21(1), 1998, 51-86.

KAESER, M. A. 2008: Visions d'une civilisation engloutie: La représentation des villages lacustres, de 1854 à nos jours; Ansichten einer versunkenen Welt: Die Darstellung der Pfahlbaudörfer seit 1854. Hauterive 2008.

KANDLER, M. 2000: Guido List, Adolf Hitler und Carnuntum. In: *Altmodische Archäologie. Festschrift für Friedrich Brein. Forum Archaeologiae* 14/III. Wien 2000, 103-110.

KELTERBORN, P. 1994: Was ist ein wissenschaftliches Experiment? *Anzeiger der Arbeitsgemeinschaft für Experimentelle Archäologie der Schweiz AEAS* 1, 1994, 7-9.

LAMMERS-KEIJSERS, Y. 2005: Scientific experiments: a possibility? Presenting a general cyclical script for experiments in archaeology. *EuroREA* 2, 2005, 18-24.

LÜNING, J. 1991: Bemerkungen zur experimentellen Archäologie. *Experimentelle Archäologie, Bilanz* 1991, 15-18.

MATHIEU, J. R. 2002: Introduction – Experimental Archaeology: Replicating Past Objects, Behaviours, and Processes. In: J. R. Mathieu (ed.), *Experimental Archaeology, replicating past objects, behaviours, and processes*. BAR International Series 1035. Virginia 2002, 1-12.

OUTRAM, A. K. 2008: Introduction to experimental archaeology. *World Archaeology* 40(1), 2008, 1-6.

RASMUSSEN, M. 2007: Building houses

and building theories – archaeological experiments and house reconstruction. In: *Iron Age Houses in Flames. Studies in Technology and Culture* 3. Lejre 2007, 6-15.

REYNOLDS, P. J. 1998: Das Wesen archäologischer Experimente. *Experimentelle Archäologie, Bilanz* 1998, 7-20.

RICHTER, P. B. 1991: Experimentelle Archäologie: Ziele, Methoden und Aussagemöglichkeiten. *Experimentelle Archäologie, Bilanz* 1991, 19-49.

SCHINDLER, B. 2018: Experimental Research in Middle Atlantic Archaeology. In: A. H. Wholey, C. L. Nash (eds.), *Middle Atlantic Prehistory. Foundation and Practice*. Lanham 2018, 175-189.

SCHMIDT, M. 2014: Experimentelle Archäologie. In: D. Mölders, S. Wolfram (Hrsg.), *Schlüsselbegriffe der Prähistorischen Archäologie. Tübinger Archäologische Taschenbücher* 11. Münster, New York 2014, 93-98.

SCHÖBEL, G. 2004: Lake-dwelling museums. Academic research and public information. In: F. Menotti (ed.), *Living on the lake in prehistoric Europe: 150 years of lake dwelling research*. London, New York 2004, 221-236.

SCHÖBEL, G. 2005: On the responsibilities of accurately interpreting prehistoric life in full scale. *EuroREA* 1, 2004 (2005), 150-160.

SCHÖBEL, G. 2011: Entstehung und Situation der archäologischen Freilichtmuseen in Europa – ein Überblick. In: *Vermittlung von Vergangenheit. Gelebte Geschichte als Dialog von Wissenschaft, Darstellung und Rezeption*. Dachverband Archäologischer Studierendenvertretungen (DASV). Weinstadt 2011, 21-34.

SCHÖBEL, G. 2013: Museums exhibitions, open-air museums, and hands-on archaeology. In: F. Menotti, A. O'Sullivan (ed.), *The Oxford Handbook of Wetland Archaeology*. Oxford 2013, 859-874.

SCHÖBEL, G. 2013: Experimentelle Archäologie und der Dialog mit dem Besu-

cher – eine methodische Annäherung. Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz 2013, 160-170.

SCHÖBEL, G. 2017: Rezension zu Jodi Reeves Flores, Roeland Paardekooper (ed.), *Experiments Past. Histories of Experimental Archaeology*. Leiden. *Germania* 94, 2016 (2017), 445-451.

SEIZ, M. 2015: *Living History. Eine museumspädagogische Methode zur Vermittlung ur- und frühgeschichtlicher Inhalte*. Masterarbeit Ur- und Frühgeschichte Universität Tübingen, Manuskript unpubliziert. Tübingen 2015.

SÉNÉCHEAU, M., SAMIDA, S. 2015: *Living History als Gegenstand Historischen Lernens*. In: N. Brauch (Hrsg.), *Geschichte und Public History*. Stuttgart 2015.

STEINECKE, A. 2007: *Kulturtourismus: Marktstrukturen, Fallstudien, Perspektiven*. Oldenburg 2007.

VEIT, U. 2001: *Vom Nutzen und Nachteil der Theorie für die Archäologie: Anmerkungen zur jüngeren deutschsprachigen Diskussion*. In: R. Aslan u. a. (Hrsg.), *Mauerschau. Festschrift für Manfred Korfmann*. Bd. 1. Remshalden-Grünbach 2001, 37-55.

VORLAUF, D. 2011: *Experimentelle Archäologie. Eine Gratwanderung zwischen Wissenschaft und Kommerz (mit ausführlicher Bibliografie mit Sachregister)*. Schriftenreihe Landesmuseum Natur und Mensch 86. Oldenburg 2011.

WALZ, M. 2010: *Bildung durch historisches Spiel? „Living History im Museum zwischen Vermittlung und Vermarktung*. In: K. M. Mieth, M. Walz (Hrsg.), *Bildungsarbeit im Museum. Grundfragen und Perspektiven der Vermittlung von Sammlung, Forschung und Präsentation*. Chemnitz 2010, 152-161.

WEINER, J. 1991: *Archäologische Experimente in Deutschland. Von den Anfängen bis zum Jahre 1989 – Ein Beitrag zur Geschichte der Experimentellen Archäologie in Deutschland*. *Experimentelle Archäologie, Bilanz 1991*, 50-68.

WELLER, U. 2010: *Quo vadis Experimentelle Archäologie? Experimentelle Archäologie in Europa 9. Bilanz 2010*, 9-13.

Abbildungsnachweis

Abb. 1, 6-8: Pfahlbaumuseum, G.

Schöbel

Abb. 2: *Mitteilungen Antiquarische Gesellschaft Zürich* 1961, 21-22, Abb. 2-4

Abb. 3: Archiv RGZM

Abb. 4: Nach: <https://de.wikipedia.org/wiki/Gokstad-Schiff>

Abb. 5: [https://en.wikipedia.org/wiki/Edward_Simpson_\(forger\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Edward_Simpson_(forger))

Abb. 9: Archiv Museum Lejre

Abb. 10, 12: Erstellt unter der Mithilfe von V. Edelstein, M. Baumhauer, S. Brockschlaeger. Pfahlbaumuseum, G. Schöbel

Abb. 11: Filmproduktion SWR und Pfahlbaumuseum Unteruhldingen 2006/2007, G. Schöbel

Autor

Prof. Dr. habil. Gunter Schöbel

Museumsdirektor

Pfahlbaumuseum Unteruhldingen

Strandpromenade 6

88690 Uhlhingen-Mühlhofen

Deutschland

www.pfahlbauten.de

Eberhard-Karls-Universität Tübingen

Institut für Ur- und Frühgeschichte und

Archäologie des Mittelalters

Schloss Hohentübingen

72070 Tübingen

Deutschland

gunter.schoebel@ifu.uni-tuebingen.de

Vermittlung und Rezeption von Experimenteller Archäologie am Beispiel der Veranstaltungsreihe „Experimentelle Archäologie aus Europa – Wissen erlebbar gemacht“ im Pfahlbaumuseum Unteruhldingen am Bodensee

Vera Edelstein, Gunter Schöbel

Summary – Mediation and reception of experimental archaeology using the example of a series of events “Experimental archaeology of Europe – experiencing knowledge”. As a contribution to the European Year of Cultural Heritage 2018 (ECHY) themed “Sharing Heritage” a series of events “Experimental archaeology of Europe – experience knowledge” was initiated at the open-air museum Pfahlbauten at Unteruhldingen. Several experimental archaeologists from various countries were invited to share their knowledge about prehistoric European trading goods and raw material and their production and usages. In particular, a young audience should be addressed. The documentation of the experimental archaeologists is compared with the impressions of the visitors gathered in surveys to evaluate the potential and boundaries of experimental archaeology in open-air museums. The series of events was very well received by the visitors, whereas the actors gained experience and new ideas while presenting their knowledge and interacting with the audience. Especially a combination of explanatory stations with objects, presentation and additional hands-on elements was particularly successful. Competent but also humorous explanations were especially appreciated and thanked for. Mediation was the key aspect, while new experiments were rarely possible. That could be helped by more actors and might be aspiring to promote the experimental archaeology as a discipline.

Keywords: mediation, open-air museum, surveys, European Year of Cultural Heritage 2018, Sharing Heritage

Schlagworte: Vermittlung, Freilichtmuseum, Evaluation, Europäisches Kulturerbe-Jahr 2018, Sharing Heritage

Die Veranstaltungsreihe im Rahmen des Europäischen Kulturerbe-Jahres 2018

Es war eine gute Idee der Europäischen Kommission, das Kulturerbe-Jahr 2018 anzustoßen und es unter das Motto „Sha-

ring Heritage“ zu stellen. Die Vermittlung eines grenzüberschreitenden Kultur- und Welterbes in allen Mitgliedsstaaten, das Weitergeben von Wissen zum interkulturellen Erbe Europas vor allem an Kinder und junge Erwachsene standen hierbei im

**Experimentelle Archäologie aus Europa –
Wissen erlebbar gemacht**

Vorführungen/Inhalte

I: Salz und Kupfer (20. – 25.05.18)	<ul style="list-style-type: none"> • Salzbrütagete • Guss und Verhüttung von Kupfer, Zinn und Bronze Akteure (CH, D): Martin Hees, Walter Fasnacht, Sonia Perona, Robert Reichenbach, Moragane Surdez, Andreas Salzmann, Stefanie Steiner, Gaby Flueler, Ariane Blättler, Veronika Stein
II: Fasern und Holz (26.05. – 01.06.18)	<ul style="list-style-type: none"> • Herstellung und Nutzung von Pflanzenfasern • Holzbearbeitung • Herstellung und Nutzung der erforderlichen Werkzeuge zur Holzbearbeitung Akteure (A): Wolfgang Tobisser, Gerald Karlovics
III: Feuer (02.07. – 07.07.18)	<ul style="list-style-type: none"> • Die Erzeugung von Feuer mit verschiedenen Methoden Akteure (F, D): Jean-Loup Ringot, Lea Schöbel
IV: Feuerstein und Felsgestein (09.07. – 13.07.18)	<ul style="list-style-type: none"> • Herstellung von Werkzeugen mit unterschiedlichster Technik auch durch Besucher Akteure (N, D): Moritz Kutschera, Rudolf Walter, Stefan Roller
V: Bernstein, Glas und Stoffe (30.07. – 05.08.18)	<ul style="list-style-type: none"> • Bernstein: seine Herkunft, die Bearbeitung und die Schmuckherstellung • Glasperlen: Ofenbauversuche und die Demonstration der Schmuckherstellung • Textilien: verschiedene Produktionsverfahren Akteure (LV, D): Saida Salmina, Inese Roze, Andris Roze, Talis Karlsons, Frank Wiesenberg, Manuela Arz, Michelle Rossa, Marion Seel, Stefan Roller
VI: Geweih und Knochen (06.08. – 12.08.18)	<ul style="list-style-type: none"> • Die vollständige und nachhaltige Nutzung eines Tieres und Verarbeitung der anfallenden Produkte Akteure (D): Hartmut Albrecht, Maria Windmüller
VII: Brot und Brei (13.08. – 19.08.18)	<ul style="list-style-type: none"> • Ackerbau und Umweltgeschichte • Vom Korn zum Brot Akteure (D): Lea Schöbel, Robert Götz
VIII: „Best of“ (30.09.18)	<ul style="list-style-type: none"> • Erläuterungen, Vorführungen und Hands-On Elemente aller vorangehenden Themen (EA I-VII) Verschiedene Akteure (A, CH, D, F)

Abb. 1: Tabellarische Übersicht zu Themen, Inhalten und Akteuren der Veranstaltungsreihe „Experimentelle Archäologie in Europa: Wissen erlebbar gemacht“. – Overview of the series of events “Experimental archaeology of Europe. Experiencing knowledge”: dates, topics and actors.

Vordergrund. Das Deutsche Nationalkomitee für Denkmalschutz in Deutschland (DNK) und die Beauftragte der Bundesregierung für Kultur und Medien (BKM) förderten den Ansatz insgesamt in einer deutlich dreistelligen Anzahl von Projekten im Verlauf des Jahres 2018, so auch am dezentralen Standort im Freilichtmuseum am Bodensee (SCHÖBEL 2018).

Die Aufgabe in Unteruhldingen stand unter dem Leitthema: „Europa – Austausch und Bewegung“. Wichtige archäologisch nachweisbare Handelsgüter seit der Steinzeit, die den Bodenseeraum ab dem fünften vorchristlichen Jahrtausend über die großen europäischen Flusssysteme (Donau, Rhein, Rhône) erreicht hatten –



Abb. 2: Erklär-Station mit Infotafel. – Explanatory station with info board.

oder dem Austausch dienten – bildeten dabei den Rahmen der Veranstaltungskomposition. Ihr Verlauf ist in *Abb. 1* zusammengefasst.

Neben den konkreten Vorführungen durch Kolleginnen und Kollegen aus Norwegen, Lettland, Spanien, Frankreich, der Schweiz, Österreich und Deutschland bildete eine dialogische Auseinandersetzung mit den Besucherinnen und Besuchern in mehreren Sprachen (Deutsch, Englisch und Französisch) das Vermittlungsgerüst. Um einerseits den Wissenstransfer zu sichern und andererseits die Verfahren dokumentieren zu können, bestanden die Vermittlungsteams immer aus mehreren Personen. Studierende der Universitäten Tübingen und Konstanz ergänzten die Experimentalkomponenten und unterstützten die Vorführungen, beispielsweise durch Übersetzungen in verschiedene Sprachen. Sie sicherten die Durchführung bei bis zu 2.500 Besuchern täglich und kümmerten sich zusammen mit den Museumsmitarbeiterinnen um die Versorgung der verschiedenen Besuchergruppen. Erklärungstafeln ergänzten als didaktische Mittel die im Versuchsgarten des Museums aufgebauten Einrichtungen (*Abb. 2*). Den Abschluss bildete eine „Best Of“-Veranstaltung mit der Präsentation aller vorherigen Themen sowie die Tagung der EXAR, die die „Experimentel-



Abb. 3: Ankündigungspakat der Veranstaltung 2018. – Announcement poster of the events 2018.

le Archäologie in Wissenschaft und Vermittlung“ zu ihrem Schwerpunktthema in diesem Jahr gemacht hatte (Abb. 3).

Alle Projekte konnten filmisch begleitet werden und Kurzfilme zu den einzelnen Gewerken, die auf der Museums-Website, der Sharing Heritage-Website und auf YouTube den Fortgang der Unternehmungen einfach erläuterten, entstanden. Am Ende waren durch das Projekt 14 Feldlaboreinrichtungen zur Experimentalarchäologie geschaffen. Diese stehen als nachhaltige Produkte der Jahresarbeit auch für zukünftige Versuche auf dem Museums- gelände zu Verfügung.

Im Jahr 2018 konnten so während der Museumssaison in acht Veranstaltungs- wochen, an 46 Projekttagen, 80.282 Bes-ucher erreicht werden.

Die Erfahrungen daraus sollen in diesem Aufsatz festgehalten werden. Die allge- meine Bilanz zum Europäischen Kulturerbe-Jahr und die nachfolgenden Empfeh- lungen des Fachnetzwerkes Kulturver- mittlung in Deutschland aufgrund der ers- ten Erkenntnisse aller Veranstaltungen sind im Netz bereits zusammenfassend dargestellt und sollen als Richtschnur für ähnliche Unternehmungen zukünftig ver- wendet werden: https://sharingheritage.de/wp-content/uploads/2019/01/190108_FNW_Bilanz-und-Empfehlungen_Helia-1.pdf.

Aufgrund des positiv bewerteten Verlaufs der Projektlinie „Experimentelle Archäologie aus Europa – Wissen erlebbar gemacht“ in Unteruhldingen 2018 gelang für 2019 eine Verlängerung der Förderung des Museumsangebotes zur interaktiven Geschichtsvermittlung mit neuen Frage- stellungen.

Rezeptionsanalyse

Eine Kernaufgabe von Museen ist die Vermittlung ihrer Themen an ein mög- lichst breites Publikum. Um in dem stetig wachsenden Freizeitangebot nicht unter- zugehen, benötigen sie ein möglichst mo- dernes, attraktives Angebot. Die unter der Bezeichnung „Experimentelle Archäolo- gie“ dargebotenen Vorführungen vergan- gener Techniken und Lebensweisen, oft begleitet von der Möglichkeit der Kommu- nikation und Interaktion mit den Akteuren sowie selbst etwas ausprobieren zu kön- nen, sprechen Jung und Alt gleicherma- ßen an. Auf diese Weise werden erstens Inhalte anschaulich vermittelt, zweitens Begeisterung für archäologische Themen erzeugt und drittens Bezüge zum grund- legenden Kulturverständnis geschaffen. Es verwundert daher nicht, dass die Ex- perimentelle Archäologie seit langem einen wichtigen und geschätzten Be- standteil, ja quasi ein Markenzeichen von Freilichtmuseen darstellt (SCHÖBEL 2013). Kritik kommt meist aus dem akademi- schen Bereich, wobei der fehlende wis- senschaftliche Charakter der Experimente bemängelt wird, der sie auf reine Publi- kumsunterhaltung reduziere.

Während der Veranstaltungsreihe war das Pfahlbaumuseum Gastgeber für eine Vielzahl von experimentellen Archäolo- ginnen und Archäologen aus verschiede- nen Ländern und mit unterschiedlichsten Schwerpunkten. Durch die Dokumentati- on der jeweiligen Vermittlungstechniken durch die Akteure selbst und die sie un- terstützenden Studierenden sowie Besu-

cherumfragen entstand eine Datenbasis, die eine Rezeptionsanalyse aus verschiedenen Blickwinkeln ermöglicht: Wünsche, Vorstellungen, Erwartungen und Eindrücke der Besucherinnen und Besucher an einen gelungenen Museumsbesuch einerseits konnten mit den Vorstellungen, Möglichkeiten und Eindrücken der Akteure der Experimentellen Archäologie andererseits verglichen werden. So ergab sich nicht nur ein differenziertes Feedback zu der Veranstaltungsreihe selbst, sondern auch eine Sammlung an Erfahrungen, Anstößen und Ideen für die zukünftige Gestaltung solcher Veranstaltungen.

Auswertungsgrundlagen

Auswertungsgrundlage für die Bewertung der Veranstaltungsreihe durch die Museumsgäste waren vor allem die allgemeinen Umfragen, die die ganze Saison über im Museum durchgeführt wurden. Sie umfassten, neben Fragen zur Person und zum Museumsbesuch im Allgemeinen die Benotung einzelner Aspekte des Museums, wie beispielsweise der Ausstellung oder der Freilichtanlage. Am Ende der Umfrage werden die Besucherinnen und Besucher aufgefordert zu kommentieren, was ihnen besonders gefallen hatte und was verbessert werden sollte. An den Tagen der Veranstaltungsreihe im Rahmen von Sharing Heritage wurde dieser grundlegende Umfragebogen um einige Fragen erweitert, die speziell auf die Sonderveranstaltungen zielten.

Insgesamt wurden im Jahr 2018 von Mai bis November 1.040 Umfragen durchgeführt, 59% davon an Tagen mit Sharing Heritage-Programm und von diesen wiederum ca. 9% durch aktive Befragungen. Der Altersdurchschnitt der Befragten lag bei 33 Jahren mit einer Altersverteilung von: 29% unter 16 Jahren, 9% zwischen 17 und 25 Jahren, 16% zwischen 26 und 40 Jahren, 26% zwischen 41 und 60 Jahren, 8% über 60 Jahren. 13% der

Umfragen waren ohne Altersangabe.

Ergänzung fanden die Umfragen durch rund 240 Einträge im Gästebuch, das ausschließlich an den Tagen mit den Sonderveranstaltungen auslag. Im Internet und auf den Social Media-Plattformen wurden zwar Benotungen, Kommentare und Beiträge gepostet bzw. weitergeleitet, allerdings ließen sich diese in der Regel nicht klar den entsprechenden Veranstaltungen zuordnen, sodass sie hier nicht weiter berücksichtigt werden.

Von Seiten der Akteure wurde ein Abschlussbericht verfasst, in dem sie ihre eigenen Erlebnisse und Tätigkeiten beschrieben – sowie ihre Eindrücke, wie die Museumsgäste ihre Angebote angenommen hatten. Die sie unterstützenden Studenten fertigten zusätzlich standardisierte Tages- und Wochenprotokolle an. Diese enthielten neben allgemeinen Angaben zu ihren Tätigkeiten und persönlichen Eindrücken auch Beobachtungen zur Aufnahme und Bewertung der jeweiligen Veranstaltung durch das Publikum. Zudem protokollierten sie, welche Elemente der Veranstaltung besonders gelungen waren, welche Elemente im Laufe der Aktion verbessert werden konnten und sammelten Verbesserungsvorschläge für zukünftige Veranstaltungen.

Ergebnisse zur Rezeption der Veranstaltungsreihe

Die Besucherinnen und Besucher

Von den Museumsgästen wurde die Veranstaltungsreihe sehr gut angenommen, was sich in ihren Bewertungen in den Umfragen widerspiegelte: 76% der Besucherinnen und Besucher benoteten die Vorführungen zur Experimentellen Archäologie mit sehr gut und gut (14% der Umfragen waren ohne Angabe). 64% der Befragten gaben an, dass sie sich nun mehr für das spezielle Thema respektive die Archäologie interessierten. Nur 17% konnten sich dagegen nicht noch mehr für

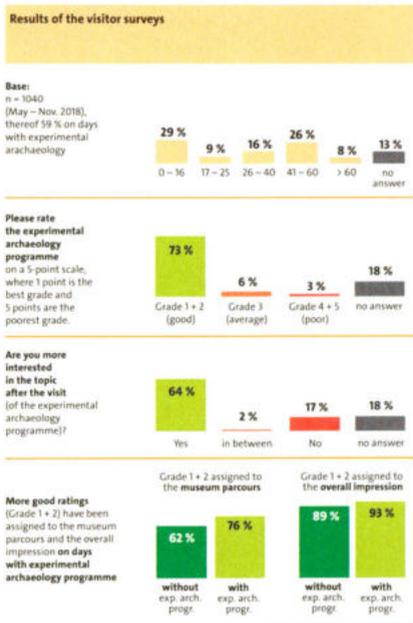


Abb. 5: Vor allem Kinder erfreuen sich an interaktiven Programmen. – Especially children appreciate interactive programs.

Abb. 4: Überblick über die Ergebnisse der Besucherumfragen. – Statistical overview of the visitor surveys.

das Thema begeistern (18% der Befragten machten keine entsprechenden Angaben). Der Vergleich von Tagen mit und ohne Sonderaktionen zeigte, dass insbesondere die Bewertungen des Gesamteindrucks des Museumsbesuches sowie des Steinzeitparcours als Veranstaltungsort der Aktionen von ihnen profitierten. So stieg der Anteil der Gäste, die diese Elemente mit sehr gut oder gut benoteten an den Tagen mit dem Sonderprogramm um 4-14%, beim Steinzeitparcours von 63% auf 76%, beim Gesamteindruck von 89% auf 93% (Abb. 4). Auch die häufigen frei zu formulierenden Antworten auf die Fragen „Was hat Ihnen am besten gefallen“ – „alles“ oder „Was wäre zu verbessern?“ – „nichts“ belegten die allgemeine Zufriedenheit der Gäste sowohl mit dem Museumsbesuch insgesamt als auch mit der Sonderveranstaltung im Speziellen. Konkreter werden die

Angaben zu den Elementen, die die Besucherinnen und Besucher zu schätzen wussten, in den weiteren Kommentaren in den Umfragebögen und im Gästebuch, die im Folgenden anhand ausgewählter und repräsentativer Kommentare zusammengefasst wurden: Am häufigsten gelobt wurden allgemein die persönliche, interaktive Vermittlung, „die kompetenten Erläuterungen“ und das „Beantworten von Fragen“. Vor allem, wenn „Archäologie – spannend und mit Witz erzählt“ wird und der Akteur „mit dem Herz bei der Sache [ist] und seine Begeisterung [...] für die Materie auf alle übertragen“ kann, dann haben die Akteure „das Potential zu begeistern!“.

Darüber hinaus schätzten und wünschten die Besucherinnen und Besucher vor allem das „Praktische“. Darunter fassten sie Vorführungen und die Mitmach-Elemente zusammen, die Möglichkeit selbst in Abläufe einzuwirken, sie zu gestalten, selbst auszuprobieren und bestenfalls ein Mitbringsel herzustellen. Wird dies geboten, sind Kinder und Jugendliche begeistert: „War toll hier! Haben ein halbes Dutzend Mehl (...) gemahlen“. Einem jungen Besucher hat am besten „der Witz und das spielerische Beibringen“ gefallen, er forderte: „Lehrer sollten auch so sein“. Und auch die Eltern freuten sich, „dass die Kinder gut beschäftigt waren und was selber machen konnten“ (Abb. 5).



Abb. 6: „Wir haben viel gelesen in Büchern, Zeichnungen betrachtet ... Doch erst hier habe ich alles verstanden, durch das Selbertun, das Ausprobieren.“ – “We read at lot in books, looked at drawings ... But not until trying it out, did I understand.”

Jedoch beschränkte sich der Wunsch nach interaktiver, partizipativer Vermittlung nicht auf junge Besucherinnen und Besucher. „Die Erfahrung hautnah – auch für Erwachsene“ war erwünscht. Denn „erst durch das Selbertun, das Ausprobieren“ – unter fachkundiger Anleitung und Erklärung – „lernt man – nicht am Fernseher“, so eine 80-jährige Besucherin (Abb. 6).

Verbesserungsvorschläge fokussierten sich hauptsächlich auf den Hands-On-Aspekt: Die Besucherinnen und Besucher wünschten sich noch mehr Stationen zum Mitmachen, wollten Objekte herstellen und diese mit nach Hause nehmen. Oft wünschten sie sich auch eine Art Stundenplan, damit sie nichts verpassen. Ein weiterer, häufiger auftauchender Verbesserungsvorschlag war „Steinzeitkleidung“, um möglichst ganzheitlich in die Zeit eintauchen zu können. Die Akteure in entsprechender Kleidung berichteten, dass Fragen zu ihrer Kleidung und Ausrüstung häufig als „Eisbrecher“ für den ersten Kontakt zu den Akteuren fungierten.

Zusammengefasst möchte der Museumsgast, ob jung oder alt, Wissen kompetent vermittelt bekommen, vor allem auf unterhaltend-humorvolle Weise. Die Interaktion



Abb. 7: Schulklassen schätzen das anschauliche Lernen: „Lehrer sollten auch so sein“. – Pupils appreciate the interactive mediation: “teachers should be like that”.

und selbst aktiv werden machen einen besonderen Reiz des Besuchs in einem Freilichtmuseum aus und transformieren ihn zu einem gelungenen und informativen Erlebnis.

Die Akteure

Die Eindrücke der Akteure, studentischen Helfer und Museumsmitarbeiter bestätigten die sehr gute Resonanz und das große Interesse der Besucher an der Veranstaltungsreihe: „Wir waren erstaunt über das große Interesse“, „die Leute sind begeistert“ „und hatten sehr viele und oft sehr qualifizierte Fragen“.

Auch den Protagonisten der Experimentellen Archäologie hat die Veranstaltung über mehrere Tage Freude bereitet und alle fühlten sich von den Besuchern „gut aufgenommen und geschätzt“ und kämen „gerne wieder“. Die Reaktionen und die Begeisterung des Publikums waren für sie eine unmittelbare Belohnung für die gelungene Vermittlungsarbeit. „Ich habe noch nie ein glücklicheres Lachen, noch nie ein strahlenderes Kindergesicht gesehen“. Vermittlung ist zwar eine freudbringende und erfüllende, aber auch eine anspruchsvolle und fordernde Aufgabe. Neben dem Fachwissen benötigt man einiges an Vorbereitung, Flexibilität und Kreativität. So mancher Akteur war über-



Abb. 8: Internationale Besucher an der Erklär-Station zum Thema „Korn und Brot“. – International visitors listening to explanations at the station “grain and bread”.

rascht von der hohen und ununterbrochenen Frequenz sowie der Verweildauer der Besucher. Außerdem sahen sich die Akteure sehr verschiedenen Besuchergruppen mit unterschiedlichen Bedürfnissen gegenüber, die sich zudem im Laufe des Tages häufig und schnell abwechselten: angefangen von Einzelgästen mit wenig Grund- bis hin zu Detailwissen, über Familien- und Gruppenpublikum bis hin zu mehreren Schulklassen, die es gleichzeitig zu betreuen galt (Abb. 7). Dazu kamen noch fremdsprachige Gäste mit Fragen, die nicht auf den zweisprachigen Infotafeln beantwortet wurden. Hier musste übersetzt und auch einmal mit Händen und Füßen erklärt werden (Abb. 8). Auch äußere Einflüsse wirkten auf das Publikum und sein Verhalten ein und forderten die Vermittler: Die Hitze des Jahrhundertssummer 2018 erschöpfte die Menschen manchmal, sodass sie weniger interagierten. Regnete es hingegen, waren

schlagartig die Gäste weg, auch wenn der Akteur gerade am Höhepunkt seiner didaktischen Erläuterung und Vorführung angelangt war. Oder genau das gegenteilige Verhalten: Die Leute scharten sich unter dem schützenden Dach um den Akteur und wollten unterhalten werden, bis es aufhörte zu regnen. Manche Besucher brachten viel Zeit mit, andere mussten einen bestimmten Bus erreichen oder der Wunsch nach einer Mahlzeit oder die ablaufende Parkuhr ließ sie das Museum plötzlich verlassen. Allen gemeinsam aber war es, dass sie die Möglichkeit haben wollten, individuell an einem Angebot teilzuhaben und ihre Fragen beantwortet zu wissen. Fragen beschränkten sich hierbei nicht auf aktions- oder themenbasierte Aspekte, sondern beschäftigten sich auch allgemeiner mit Inhalt und Aufgaben des Museums. Der Erstbesucher eines Museums differenziert in der Regel nicht zwischen Sonderprogrammen oder dem



Abb. 9: Vorführungen der Experimentellen Archäologie, hier der Bronzeguss, begeistern. Eine Absperrung sorgt für den nötigen Sicherheitsabstand. – Presentations of experimental archaeology inspire. A barrier provides the necessary safety distance.

Standardangebot des Museums. Für ihn gehören solche Angebote zumindest teilweise automatisch zu einem Freilichtmuseum dazu.

Die Akteure bestätigten den Wunsch der Besucher nach Hands-On-Elementen und Möglichkeiten der Partizipation. Mitmachaktionen waren bei Jung und Alt sehr gefragt, sei es beim Feuersteinschlagen oder Brotbacken. Besonders begeistert von solchen praktischen Elementen waren die Altersklassen zwischen etwa 5 und 12 Jahren. Manchmal waren die Gäste allzu euphorisch: Sie drängten sich mit wenig Rücksicht auf ihre Sicherheit und die der anderen Gäste an das brennende Feuer und die Öfen und testeten Werkzeuge oder Objekte ohne Anleitung. Auch das Bewusstsein für die Wertigkeit mancher Reproduktionen war nicht bei allen Gästen gegeben. Das hatte zur Folge, dass spezielle Vorführungen oder Objekt- und Werkzeugserien mit einer Absperrung versehen wurden (Abb. 9). Bei anderen Themen war ein Mitmachen aus Sicherheitsgründen nicht möglich, wie bei der Glasperlenproduktion. Hier lösten die Akteure den Wunsch der Besucher nach Interaktion, indem die Besucher Einfluss auf das Aussehen der herzustellenden Perlen nehmen durften. Dies wurde sehr gut angenommen.

Mitmachelemente sind jedoch nicht auto-

matisch ein Garant für ein zufriedenes Publikum. Einige vorgeschichtliche Tätigkeiten sind monoton, sich wiederholend und belohnen mit nur wenig sichtbarem Fortschritt. Hierfür bringen nicht alle die erforderliche Geduld auf. Ein Beispiel hierfür war das Zersägen und anschließende Schleifen von Geweihspitzen mit Feuer- bzw. Sandstein. Bei diesem Thema vermieden die Vermittler allzu große Frustrationen, indem sie die Interaktion bei den Erläuterungen ausweiteten und den angrenzenden Themenkomplex „Nähen und beinerne Schmuckperlen“ durch partizipative Elemente ausbauten. Zum Teil erwarteten Besucher, wenn sie etwas ausprobieren konnten oder von den Akteuren etwas hergestellt wurde, dass sie dies als Andenken mitnehmen durften. Bernstein beispielsweise wurde begeistert durchbohrt und geschliffen und die Erwartungshaltung auf ein Geschenk war groß. Die fertigen Perlen aber, wie auch die Glasperlen, konnten aufgrund der zahlreichen Besucher und hoher Materialkosten nicht mit nach Hause genommen werden. Der Verkauf von thematisch passenden, kleineren Mitbringern erwies sich hier als gute Ersatzlösung und leicht umsetzbarer Verbesserungsvorschlag für die Planung zukünftiger Aktionen.

Ziel und Auftrag der Veranstaltungsreihe war die Vermittlung von archäologischen

Themen im Kontext des europäischen Austausches von Gütern an ein breites, insbesondere an ein junges Publikum. Die Durchführung neuer Experimente trat in den Hintergrund, da hierfür die volle Aufmerksamkeit des Durchführenden und oftmals noch ein zusätzlicher Dokumentator erforderlich gewesen wären. Besucherinnen und Besucher benötigen in diesem Fall einen kundigen Moderator, der ihnen die Vorgänge fortlaufend erläutert. Je nach Thema und Umsetzungsvorgabe war es aber möglich, doch kleine Experimente durchzuführen und diese in die Vermittlung einzubinden, wie etwa das erstmalige Salzsieden mit holländischen Briquetage-Gefäßen bei der Salzproduktion.

Mehrheitlich handelte es sich bei den Vorführungen aber um Wiederholungen von bereits erprobten Prozessen der Experimentellen Archäologie und um die Reproduktion von Gegenständen im Dauerversuch. Diese sind Bestandteil eines jeden wissenschaftlichen Experiments und eröffnen dem Besucher die Möglichkeit, „sich selbst mit der Problematik auseinanderzusetzen“. Doch auch die Akteure profitierten von den Wiederholungen bereits erprobter Vorgänge: Durch abweichende Rahmenbedingungen, andere Rohmaterialien oder kleinere Vorexperimente gewannen sie an Erfahrung und praktischen Erkenntnissen, wie: „Mit Buchenholz lässt sich spätestens alle 15 Min. gießen“. Auch die Besucher brachten Fachwissen ein und konnten damit eine Quelle für Informationen und neue Ideen sein. So berichtete ein Akteur, dass ein ehemaliger Goldschmied gespannt den Vorführungen und Erläuterungen zur Bronzemetallurgie folgte und dann vormachte, wie er früher Gold bearbeitete, mit dem Blasrohr, dem Blasebalg, den Tiegeln und mit Händen und Füßen. So lernte der Spezialist von einem Besucher.

Fazit

Die Veranstaltungsserie ist sehr gut bei den Besucherinnen und Besuchern angekommen und auch für die Akteure waren es bereichernde Tage. Was die Museumsgäste inhaltlich mitnahmen, etwa ob sie den gemeinsamen europäischen Kontext der Kulturentwicklung nachvollziehen konnten, ist aus den Umfragen und Kommentaren im Detail nicht ersichtlich. Die Veranstaltungsserie weckte jedoch Begeisterung für die Archäologie und fremde Kulturen. Sie trug somit zur Stärkung des kulturellen Verständnisses innerhalb Europas und darüber hinaus bei, ganz im Sinne von Sharing Heritage.

So unterschiedlich die einzelnen Themen, die Akteure und die Parameter für die einzelnen Veranstaltungen auch waren, so lassen sich doch am Schluss einige Merkmale festhalten, die besonders zu aller Zufriedenheit beisteuerten und die den Akteuren ihre Arbeit mit allen Besuchergruppen erleichterten. Besonders gelungen waren Stationen mit einer Kombination von Erklärungs-, Vorführungs- und Hands-On-Elementen, die von mindestens zwei, eher drei Akteuren betrieben wurden. An den „Erklär-Stationen“ mit einer durchdachten Auswahl an verschiedenen Werkzeugen, Halb- und Fertigprodukten sowie Modellen ließen sich sowohl Grund- als auch Detailwissen flexibel, anschaulich und zielgruppenorientiert vermitteln. Sie sollten durchgängig während des ganzen Veranstaltungstages besetzt sein. Über wirksame Absperrungsvorrichtungen sollte je nach Thema und Material immer nachgedacht werden, um die Sicherheit für alle zu gewährleisten. Wenn man mit ausgearbeiteten didaktisch aufgebauten Erzähl- oder Vorstellungszyklen arbeitete, war es hilfreich, sowohl eine Kurz- und als auch eine Langversion der Vorführung in petto zu haben, um sich flexibel auf die wechselnden Besucherzielgruppen einstellen zu können. Ergän-

zende Erläuterungen und In-Bezug-Setzungen machten Abläufe für Jung und Alt erlebbarer und leichter verständlich. Eine Mitmachstation bzw. bestenfalls eine Station, an der kleine Mitbringsel hergestellt und mit nach Hause genommen werden konnten, rundete ab und erfüllte die Wünsche der Besucher im besonderen Maße. Bei der gesamten Veranstaltungsreihe stand die Vermittlung von ausgewählten Themenfeldern zur Archäologie und zum Austausch von Gütern im Mittelpunkt. Das Durchführen von Experimenten war durch die Hauptaufgabe des Vermittelns im Programm jedoch nur vereinzelt möglich. Die Vorführungen stellten durchaus instruktive Vermittlungselemente dar. Sie hatten das Potential, komplizierte Wissensbausteine der Archäologie einfach und relativ barrierefrei für ein breites Publikum zu veranschaulichen. Die Möglichkeiten hierzu waren jedoch noch nicht ausgeschöpft. Die Vermittlungsmodule könnten noch vielfach verbessert werden. Nach unseren Erfahrungen wäre z. B. durch mehr Personal, aufgeteilt in: erstens Erklär- und Vorführungsstationen, zweitens Mitmachbereiche und drittens abgetrennte Versuchsräume für Experimentalarchäologen, denen zugeschaut werden könnte, noch mehr zu erreichen. Feldlabore mit festen Versuchsanordnungen wären sinnvoll, um die Ergebnisse im Langzeitversuch absichern zu können. Neue Ideen und Fragestellungen, die sich aus den Fragen der Besucherinnen und Besucher ergeben, könnten fortlaufend eingebunden werden. Im analogen, „multisensualen“ Erfahren könnte der Besucher mehrgleisig an verschiedenen Stationen an das Wissen zur Vergangenheit herangeführt werden.

Versuche, das Museum noch lebendiger und ansprechender zu gestalten, sind für das Jahr 2019 unter der Einbindung der Erfahrungen aus dem Kulturjahr 2018 vorgesehen.

Literatur

SCHÖBEL, G. 2013: Experimentelle Archäologie und der Dialog mit dem Besucher – eine methodische Annäherung. Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz 2013, 160-170.

SCHÖBEL, G. 2018: „Wissen erlebbar gemacht“ – Das Kulturerbejahr 2018 im Pfahlbaumuseum Unteruhldingen/Bodensee. Blickpunkt Archäologie 2, 2018, 108-116.

Abbildungsnachweis

Abb. 1, 4: Pfahlbaumuseum, V. Edelstein,

G. Schöbel, S. Brockschläger

Abb. 2, 6-8: Pfahlbaumuseum, G.

Schöbel

Abb. 3: Pfahlbaumuseum, S. Brockschläger,

G. Schöbel

Abb. 5: Pfahlbaumuseum, M. Windmüller

Abb. 9: Pfahlbaumuseum, H.-P. Walter

Autoren

Vera Edelstein, Prof. Dr. Gunter

Schöbel

Pfahlbaumuseum Unteruhldingen

Strandpromenade 6

88690 Uhldingen-Mühlhofen

Deutschland

edelstein@pfahlbauten.de

schoebelg@pfahlbauten.de

Archaeological Open-air Centres and Solitary Archaeological Constructions in the Netherlands

Jeroen Flamman

Zusammenfassung – Archäologische Freilichtzentren und archäologische Einzelkonstruktionen in den Niederlanden. In der Geschichte der Experimentellen Archäologie in den Niederlanden ist eine Unterteilung in die archäologische Freilichtzentren und die archäologischen Einzelkonstruktionen zu erstellen. Ein archäologisches Freilichtzentrum (Archaeological Open-Air Centre = AOAC) ist „eine dauerhafte Organisation mit architektonischen Konstruktionen in tatsächlichem Ausmaß unter freiem Himmel, basierend auf archäologischen Quellen“ (Definition EXARC). In diesem Beitrag ist auch „ein pädagogisches Programm für Schülerinnen und Schüler“ enthalten. In den letzten 45 Jahren sind 19 archäologische Freilichtzentren eingerichtet worden, auf die diese Definition passt. Heutzutage sind nur 14 übrig, die auch ein Programm für Schulen anbieten. Archäologische Einzelkonstruktionen (Solitary Archaeological Constructions = SAC) sind Einzel- oder eine Kombination von rekonstruierten Objekten in einem frei zugänglichen Bereich basierend auf archäologischen Quellen, aber ohne pädagogisches Programm. Wichtig ist, dass die Konstruktionen mit Materialien anhand von archäologischen Funden gebaut werden und auch aussehen wie die alten Objekte. In den vergangenen fast 50 Jahren sind mindestens 23 dieser Initiativen entstanden.

Schlagworte: archäologisches Freilichtzentrum, archäologische Einzelkonstruktion, Umwelterziehung, Geschichtsbildung, Freizeit, Tourismus, Niederlande

Keywords: archaeological open-air centre, solitary archaeological construction, environmental education, education of the past, recreation, tourism, Netherlands

The history

Centres and constructions

As is known to many, it is difficult to give an overview in an article of the history of a subject that has many aspects. This includes the history of experimental archaeology in the Netherlands and the aspect of archaeological open-air centres and solitary archaeological reconstructions. Nevertheless, this article attempts to give an

idea of the development of experimental archaeology in the Netherlands on the basis of these centres and reconstructions in the public environment and free nature, which are based on Dutch history. An Archaeological Open Air Centre (AOAC) is 'a permanent organisation with architectural constructions on real scale in the open air, based on archaeological sources' (definition EXARC). In this paper centres 'serving an educational program



Fig. 1: Situation of the Archaeological Open-air Centres and Solitary Archaeological Constructions in the Netherlands. – Lage der archäologischen Freilichtzentren und archäologischer Einzelkonstruktionen in den Niederlanden.

for school children' is also part of the selection. And I'm not choosing the word 'museum' as archaeological museums normally have collections of historical objects to present. Most of the AOAC's in this article do not have and never want to have such collections. Over time, there were 19 locations in the Netherlands which correspond with this definition. Nowadays only 14 are still open for the educational public.

Solitary Archaeological Constructions (SAC) are single or a combination of constructed objects in a free accessible area, based on archaeological sources, but without any educational program. Important is that the constructions are built with materials based on archaeological finds and also 'look like' the ancient objects. So for example, constructions built with modern steel are excluded. Over the last nearly 50 years, at least 23 of these initiatives have been realised. Many objects are still standing, most of them within the close range of a museum, others as an object with a function for public entertainment (*fig. 1*).

First initiatives

The history of reconstructing historical objects and buildings based on experimental archaeology in the Netherlands started in the late 1950s. The dolmen D49, known as "Papeloze Kerk" near Schoonoord (A) was excavated by professor van Giffen, founder of the archaeological institutes of the Universities of Groningen and Amsterdam and director of the National Heritage Agency, and was reconstructed in 1958/1959. Half of the megalith grave monument was brought back to its original state by building up its former size with stones and covering it with an earthen layer. As such, it forms one of the oldest educational and tourist attractions in the Netherlands.

At the beginning of the 1970s the first example of a modern construction of a pre-historic house was built. At the 'lifestyle' exhibition in 1971 in Utrecht (B) a Neolithic house was constructed by the National Museum of Antiquities as contrast for the modern standard of living in the 1970s.

The real start came by the private initiatives of the family Horreus de Haas. In 1973 they first started with a group of family and friends a project at a school in Bilthoven (C) and in 1976 they lived as a Stone Age family for several weeks as a seriously played game in the newly reclaimed land of Flevopolder (D). After several months of preparation, they built a small village on a Stone Age way in Oostvaardersplassen, which wasn't based on an excavated site, but instead on their interpretation of how one could live 'in a Stone Age way'.

Since the early 1970s, the University of Groningen has also shown a great interest in experimental archaeology, mainly house constructions. They built an Iron Age farmhouse and granary in Orvelte (E) in 1978 under the direction of Otto Harsema (*fig. 2-3*).

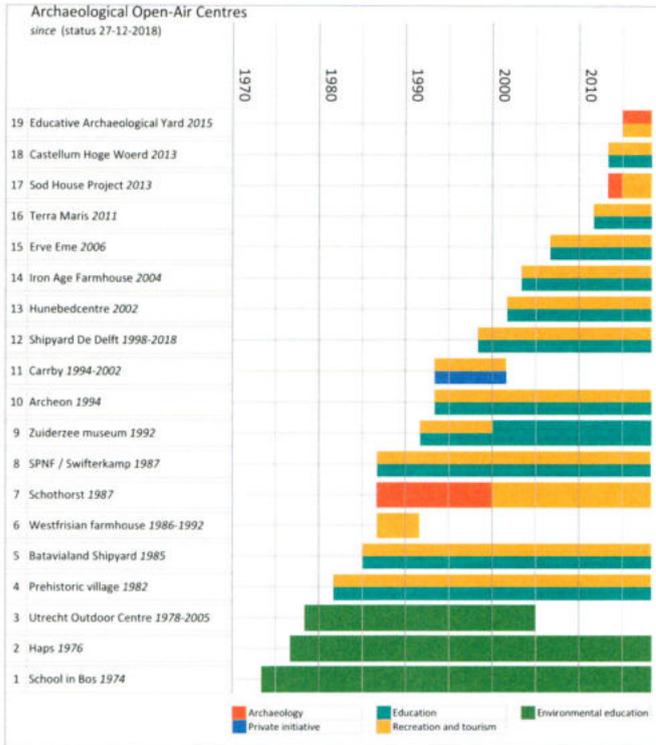


Fig. 2: Archaeological Open-Air Centres with their period of existence. – Archäologische Freilichtzentren und die Zeit ihrer Existenz.

Experimental archaeology and education
 At the same time, the city of The Hague started an outdoor centre for environmental education in Wilhelminaoord (1). With the interest for archaeology, the founders of the 'School in Bos'-project introduced experiencing prehistory as a way of reaching the goal of environmental education by building a Neolithic and Bronze Age house and later on, also a Mesolithic hut. This idea was followed shortly after by the Haps-project (fig. 4) in Apeldoorn (2) with the construction of an Iron Age village with three houses and several extensions and the Utrecht Outdoor Centre in Oldenbroek (3) with a 'Stone Age house'. The last stopped around 2005 with using archaeological reconstructions due to the costs of maintaining the construction.

Education of the past

Since the 1980s, the National Heritage Agency started with the reconstruction of archaeologically excavated important burial hill dating to the late Stone Age and

Bronze Age. The program resulted in many reconstructed hills in East, Central and South Netherlands (F). Another Solitary Archaeological Construction built in the 1980s was the Bronze Age house at the international World Horticultural Expositions 'Floriade' in Amsterdam (G). Thousands of visitors saw for the first time a reconstructed house from prehistory, an initiative which led to several new projects.

The Archaeological Open-Air Centres have a completely different purpose from the beginning of the 1980s. In addition to building the constructions as a learning program for young unemployed people and volunteers, the education of the past and the learning of old techniques also received special attention. This led to the start of several projects between 1982 and 1987.

The Prehistoric Village in Eindhoven (4) started in 1982 and over the years they built reconstructions of huts from the Stone Age, houses and sheds from the



Fig. 3: Archaeological Open-Air Centres, their historical period and their constructions. – Archäologische Freilichtzentren, ihre historische Periode und ihre Konstruktionen.

Iron Age, the Roman period and the Medieval Period. The Prehistoric Village is the second largest centre in the Netherlands. Inspired by the house of the Floriade people, a West Frisian Bronze Age farmhouse in Bovenkarspel was built in 1986 (6). The National Heritage Agency initiated the building of a farmhouse in the city of Amersfoort (7) in 1987. An early medieval yard based on the excavations of Dorestad was built in the park Schothorst. This project was first focussed as part of an archaeological research program, but after several years, the focus shifted away from this and recreation and



Fig. 4: Haps project, making dough for bread. – HAPS-Projekt, Brotteig machen.

tourism became the more important base of existence. The fourth project that started in the 1980s was in Natuurpark Lelystad (8) in 1987. It began with the building of a Bronze Age farmhouse, again after the West Frisian excavations near Bovenkarspel in the years before. Halfway through 1990 it shifted from location in the park and the focus changed towards the Neolithic period. They built two houses based on the excavations from the Stone Age in Schokland and a Mesolithic hut.

Recreation and tourism

During the last years of the 1980s the idea arose to create a large archaeological theme park about the archaeology of the Netherlands from the Mesolithic to the 15th century AD. Construction started on Archeon in 1991 in Alphen aan den Rijn (10). After three years, the theme park opened its doors for the public, presenting a recreated landscape with over 50 reconstructions. Due to disappointing numbers of visitors, the park had to downsize to one-third of its original dimensions.

Nowadays it's a flourishing park with still twelve prehistoric, eight Roman and twenty-one medieval reconstructions. In 2011, the Roman Villa Rijswijk was built near the entrance of Archeon. The Villa is home to the House of Archaeology and



Fig. 5: Baking cookies on an open fire. – Kekse über dem offenen Feuer backen.

the Roman Museum of the province of Zuid-Holland.

Between 1992 and 2000, Archeon created a boost for existing and newly planned archaeological open-air centres or archaeologically-based constructions. The focus on recreation and tourism was added to the goal of environmental and historical education. Following the idea of the constructions in Bovenkarspel and Archeon, the Zuiderzeemuseum in Enkhuizen (9) built in 1992 a Bronze Age farmhouse for entertaining the daily visitors of the outdoor museum and school classes (fig. 5). The Dutch Youth Association for History visited over several years all the archaeological open-air centres and decided in 1994 to build its own medieval house 'Carrby' in Dordrecht (11). In 1996, they decided to build Mesolithic huts in the open-air museum Peat Park in Barger-Compascum (J) and the Veen-colonial museum in Veendam (K), in order to demonstrate the living conditions of

hunter/gatherers in the north of the Netherlands.

Solitary Archaeological Constructions following the previously mentioned definition were rarely built. Since 1993, a modern, Roman-style bridge (inspired by the bridge Julius Caesar constructed across the Rhine) can be seen on the site of the ancient Canal of Corbulo in the residential area Rietvink in Leidschendam (H).

Ship building projects

Parallel to all the house building projects in the 1980s, in 1985 the Batavia Shipyard was also begun in Lelystad (5). Shipbuilder Willem Vos led the entire building of a ship along the lines of a ship of the Dutch East India Company from 1628. Starting points were an authentic reconstruction, using original materials and a traditional construction method.

The idea of the Batavia Shipyard was followed by several other projects that started between 1993 and 2009. In the theme

park Archeon (10), they started to build a Roman shipyard where a cargo vessel after the ship find from Zwammerdam and a medieval fishing boat were reconstructed. Along the river IJssel in Kampen (I), a replica of an excavated 14th century cog was built from 1994 to 1998 and is still sailing for the public. In Rotterdam they started building at the Shipyard 'De Delft' (12) 18th century maritime objects, from small vessels to the large warship 'De Delft' as well as the restoration of wooden boats. A same kind of project was the building of the Utrecht State Yacht in Utrecht (L). The project started in 1998 and within five and a half years, the 18th century ship was launched. Nowadays it is based in the harbour of Muiden for public entertainment and sailing. In the late 1990s, several Roman ships and vessels were found in the residential area of Leidsche Rijn in Utrecht and Woerden. Following the ship building projects and the large public interest for the Roman vessels, several ships were built at the Roman shipyard at Utrecht starting in 2006. Nowadays they are sailed by the Roman Ship Foundation in Woerden (P). All these ship building projects were financed in the framework of training and employment projects. The ship builders and wood sculptors were youngsters without a job who took part in a training program so they could be integrated into the labour market.

For the public

The third wave of archaeological constructions started around 2002. Reviewing the failure and relaunch of Archeon, new initiatives were started. The 'Hunebedcentrum' in Borger (13) started in 2002 outside the museum, with the construction of a Neolithic house and a granary from the Funnel Beaker period. Later, after the reopening in 2005, other houses and huts dating from the Mesolithic to the Iron Age were also added in a natural landscape.



Fig. 6: Playing around the motte castle at the Terra Maris museum. – Spielen bei der Turmhügelburg im Musée Terra Maris.

This way, it was the first museum with a large archaeological collection and also an outdoor area with reconstructed buildings and landscapes.

After four years of preparation, the Iron Age farmhouse in Dongen (14) opened in 2004. Completely run by volunteers, the centre contains one farmhouse, several sheds and granaries and a small area for agriculture and livestock. The medieval archaeological centre 'Erve Eme' in Zutphen (15) started in 2006 in nearly the same way. Besides the archaeological heritage centre of the town, the centre consists of two houses and a shed.

A few years later, the fourth series of archaeological open-air centres was founded. These projects characterise themselves as being archaeological reconstructions outside an already existing museum. The reconstructions are an outdoor expression of the archaeological finds and stories of the museum.

In 2011, a small motte castle was erected at the museum Terra Maris in Oostkapelle (16) (fig. 6). The wooden fortification is based on the many flood hills in the province of Zeeland.

Two years later, in 2013, a house of grass sods was erected next to the Yeb Hettin-ga Museum in Firdgum (17). As part of the Sod House Project, an early-medieval

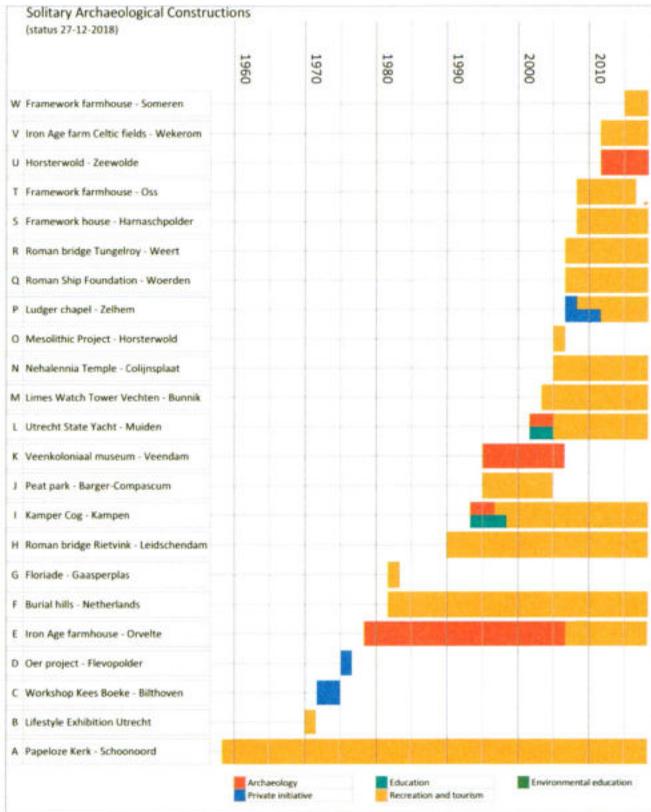


Fig. 7: Solitary Archaeological Constructions with their period of existence. – Archäologische Einzelkonstruktionen und die Zeit ihrer Existenz.

house was also built. After one year, the house collapsed due to technical problems. A new house was rebuilt in 2015. The most recent archaeological park is the Educative Archaeological Yard in Vlaardinggen (19). The Federation Broekpolder was initiated by local residents, and in cooperation with the local authority and the University of Leiden, they started to build a small park based on regional archaeological findings. First, a late Neolithic house was erected in 2016, followed by two early medieval houses in 2018. Parallel to the erection of all the larger constructions next to museums or in Archaeological Open-air Centres, many Solitary Archaeological Constructions were also built (fig. 7-8). Their establishment was mainly a result of archaeological excavations or research agendas, or at the wish of local authorities in order to visually present the history of the area to the public.

For example, a Roman watchtower was built in 2004 near the castellum Fectio in Bunnik (M) to remind visitors that Vechten once was an important military settlement. It is made out of wood and has three levels. Since 2012, it is closed for visitors.

A Roman temple devoted to the goddess Nehalennia was built in the harbour of Colijnsplaat (N) in 2005. The archaeological finds have been known since the 1970s and the temple was already constructed in Archeon, but now a local group implemented the plan to rebuild a temple near the site where many altar stones were found.

Six adults and two children redid the archaeological experiment of the 1976 Oerproject in Flevopolder. In 2005, they built a few Mesolithic constructions in the forest of Horsterwold near Zeewolde (O), where they lived for four weeks.

In 2006, an early-medieval chapel devo-



Fig. 8: Solitary Archaeological Constructions, their historical period and their constructions. – Archäologische Einzelkonstruktionen, ihre historische Periode und ihre Konstruktionen.

ted to the missionary and later Roman Catholic bishop Liudger was raised in the village Zelhem (P). After a few years beside the original site that was underneath the village church, it was moved in 2013 to the yard of a small local museum. Archaeological research during the reconstruction of the Tungalroy Brook valley near Weert (R), wooden posts of a Roman bridge were found in 2005. In 2008,

the bridge was rebuilt next to its original remains and forms part of a local route. The framework of a late Neolithic house was built in 2009 in a public park in Harnaspolder near Midden-Delfland (S). Based on very extensive archaeological research in the years before, they were not allowed to recreate a complete house including a roof, due to the risk of vandalism.

In the same year, the framework of an Iron Age farmhouse was erected in Oss (T). It was intended as a jungle gym and climbing object for children, but due to maintenance issues the construction was removed several years later.

After several years of preparation, the University of Leiden started an experimental project in the Horsterwold forest near Zeewolde (U). Based on a research agenda, the late Neolithic house 'Horsterwold' and a shed were built in 2012 completely with Stone Age equipment. The house and shed are not accessible for the public.

Two provincial heritage associations cooperated in the rebuilding of an Iron Age farmhouse and a granary in Wekerom (V) in 2012. Old crop types are cultivated on the Celtic fields, which are maintained by volunteers.

In addition to the ship finds, also other remains from the Roman period were excavated in the residential area of Leidsche Rijn in Utrecht: the military castellum, the limes road and several watch towers. A few meters outside the museum 'Castellum Hoge Woerd' (18), a replica of a Roman watch tower marks the entrance of the in 2013 established archaeological park.

One of the latest solitary archaeological constructions is the framework of an Iron Age house in Someren (W). After many decades of archaeological excavations, the local archaeological association decided to build the framework at the entrance of the residential area in 2015.

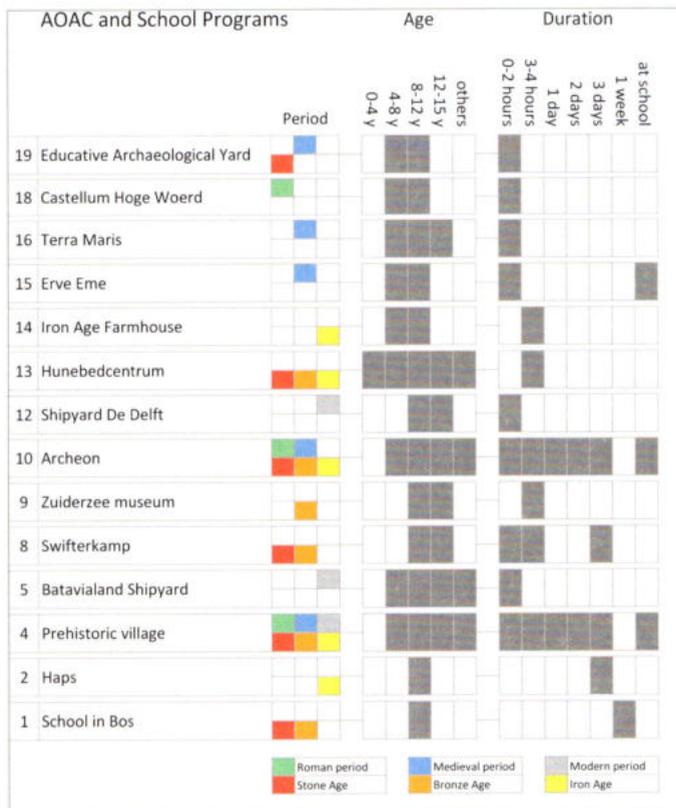


Fig. 9: Archaeological Open-Air Centres with school programs, the age of the participants and the duration of the program. – Archäologische Freilichtzentren mit Schulprogramm, das Alter der Teilnehmer und die Dauer des Programms.

End of the project

Over the more than nearly 60 years, some initiatives also ended and the reconstructed objects were taken away. The constructions for the Lifestyle Exhibition at the Trade Centre Utrecht (A), Workshop Kees Boeke (B), Oer project (C), Floriade (E) and Mesolithic Project Horsterwold (O) were taken down because of the short duration of the project. Burning of the construction in Bovenkarspel (6) by vandals led to moving it towards the Zuiderzee museum (9). The initiatives of Utrecht Outdoor Centre (3), Carrby (11), the Peat park (G), the Veenkoloniaal museum (H) and Shipyards 'De Delft' (12) stopped because of lack of financing and the climbing framework of the Iron age house in Oss (T) was taken away due to risk of injuries. In March 2019 the house "Horsterwold" was burnt down in an archaeological experiment by the University of Leiden.

Archaeological Open-air Centres and school programs

Education

Over nearly 45 years, 14 archaeological open-air centres are still presenting programs for school children (fig. 9). These programs are based on the principles of the organisation like 'Environmental education', 'Education of the past' or 'Recreation and tourism'. Education of research using experimental archaeology itself is never done.

Using archaeology and ancient techniques as a way to teach children about the environment is mainly used by the two oldest initiatives at a school in Bos in Wilhelminaoord (1) and Haps in Apeldoorn (2). Respect for nature and animals is brought by confronting the children with the source for foods in the future. Activities are for example: cooking over an open fire, preparing your own bread from

self-ground flour and baking your bread in a clay oven. 'Environmental education' is a supporting program in nearly all other centres by keeping the vegetable garden or fields.

The combination of 'Education of the past' with 'Recreation and tourism' is mostly used (ten centres). The centres are based on archaeology, but their main income nowadays is their activities and programs for school children and daily tourists. The program of the Zuiderzee Museum in Enkhuizen (9) is only focussed on 'Education of the past'. There are no intentions for programs in the line of recreation and tourism. The program of the Educative Archaeological Yard in Vlaardingen (19) is a combination of 'Recreation and tourism' and 'Archaeological research' because they are still in the phase of building the constructions with help of the Leiden University and the municipal archaeologists who assist in their choices on what to build and how to build it.

Period

Prehistory, which can be subdivided into the Stone Age, Bronze Age and Iron Age is the exclusive period of the constructions and the public and school program at six locations: School in Bos in Wilhelminaoord (1), Haps in Apeldoorn (2), Swifterkamp in Lelystad (8), Zuiderzee Museum in Enkhuizen (9), Hunebedcentre in Borger (13) and Iron Age Farmhouse in Dongen (14). In these centres, no other periods presented and most of them are local or regionally-based centres, presenting their local history. The Roman period as an exclusive presentation is only to be visited at Castellum Hoge Woerd in Utrecht (18). Two locations offer constructions and programs with the focus on the medieval period: Erve Eme in Zutphen (15) and Terra Maris in Oostkapelle (16). The modern period is subject of the programs at only two locations, the shipyards Batavialand in Lelystad (5) and until

recently the Shipyard De Delft in Rotterdam (12).

Two centres present a broad diversity of periods: Prehistoric Village in Eindhoven (4) offers – despite its name – reconstructions and programs from the Mesolithic to modern times and Archeon in Alphen aan den Rijn (10) has reconstructions and programs from the same beginning to the late medieval period. The Educative Archaeological Yard in Vlaardingen (19) is still expanding and contains constructions from the Neolithic and the early medieval period. In the coming years, it will be enlarged with some constructions from the Roman period and early modern period.

Age

The programs and activities organised for the school youth are divided into categories, which are in relation to the classifications at school: pre-school is 0-4 years, lower grammar school is 4-8 years and higher grammar school is 8-12 years. The last category is sometimes divided into 8-10 and 10-12 years. Only a few centres have an activity program for youngsters in the age of 12-15 years.

The Hunebedcentre in Borger (13) is the only location serving a program for the youngest category of 0-4 years. This is mainly based on experiencing food and taste of prehistoric cooking and baking.

Nine locations have a program for the children ages 4-8, like Prehistoric Village in Eindhoven (4), Batavia Shipyard in Lelystad (5), Archeon in Alphen aan den Rijn (10), Hunebedcentre in Borger (13), Iron Age Farmhouse in Dongen (14), Erve Eme in Zutphen (15), Terra Maris in Oostkapelle (16), Castellum Hoge Woerd in Utrecht (18) and Educative Archaeological Yard in Vlaardingen (19).

All the locations have a program for children between 8 and 12 years in age. This is the main target group for the educational programs and activities during school visits, but also for birthday parties.

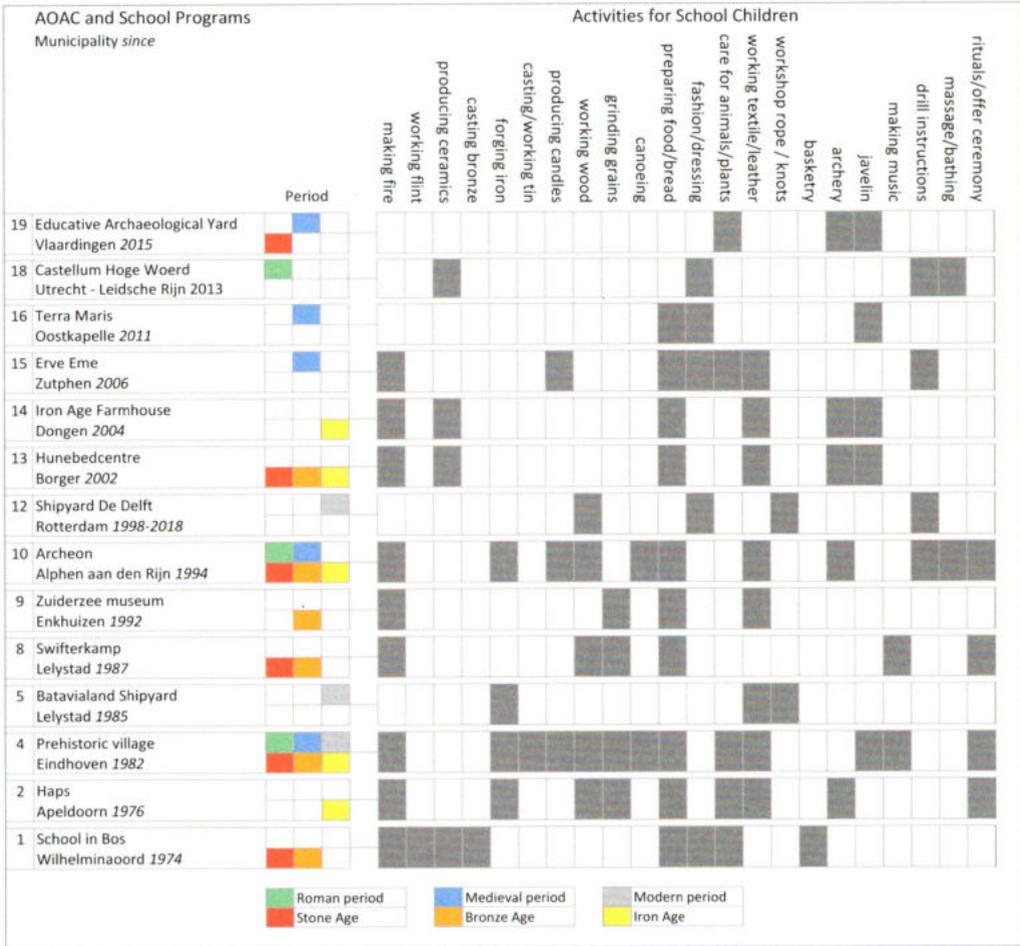


Fig. 10: Archaeological Open-Air Centres with school program and their diversity in activities. – Archäologische Freilichtzentren mit Schulprogramm und Vielfalt der Aktivitäten.

For the young teenagers aged 12-15, just over half of all the centres have a school program. The centres are the more experienced centres like Prehistoric Village in Eindhoven (4), Batavia Shipyard in Lelystad (5), Swifterkamp in Lelystad (8), Zuiderzee museum in Enkhuizen (9), Archeon in Alphen aan den Rijn (10), Shipyard De Delft in Rotterdam (12), Hunebedcentre in Borger (13) and Terra Maris in Oostkapelle (16). This is a difficult group because historic interest is shifting away to other aspects like adolescence activities.

Duration

Most of the activity programs do not take longer than 2 to 4 hours, at nine locations and six locations respectively. Classes can stay longer at the museum or open-air centre, but activities are mainly just a part of the visit. Projects for 1 to 3 days are only available at four locations: Haps Apeldoorn (2), Prehistoric Village Eindhoven (4), Swifterkamp Lelystad (8) and Archeon in Alphen aan den Rijn (10). Staying a complete week at a historic venue occurs only in one occasion – School in Bos in Wilhelminaoord (1), but during the



Fig. 11: Flint knapping for kids as a new experience. – Feuersteinbearbeitung für Kinder als eine neue Erfahrung.

week, the children visit the prehistoric houses only once. Another opportunity is a visit at school; instead of visiting the open-air centre with the children, a historic person from the museum comes to the school. This is offered by three locations, Prehistoric Village Eindhoven (4), Archeon in Alphen aan den Rijn (10) and Erve Eme Zutphen (15).

Archaeological Open Air Centres and their activities for school children

Activities

The activities (fig. 10) presented by the archaeological open-air centres differ greatly. It depends on the age of the children, the period represented by the open-air centres and the duration of the stay at the centre. A few activities are very popular: preparing food/bread (10 centres out of 14), making fire (9 centres out of 14) and working textile/leather (8 centres out of 14). Only a few activities are scarce

and can only be done at one or two locations. These are working flint, casting bronze or tin, basketry, canoeing, workshops making rope and knots, making music and Roman massage/bathing.

Variation of activities

There is a clear relation between the period the centre is presenting and the activities they offer for school children. This is not unexpected. Preparing food and bread and making fire is popular and also working textile is prevalent. These are done in all periods.

More bounded to the prehistoric period are working flint (fig. 11), casting bronze, grinding grain – these are done at School in Bos in Wilhelminaoord (1), Haps in Apeldoorn (2), Prehistoric Village in Eindhoven (4), Swifterkamp in Lelystad (8) and Zuiderzee museum in Enkhuizen (9). Massage and bathing is more associated with the Roman period – Archeon in Alphen aan den Rijn (10) and Castellum Hoge Woerd in Utrecht (18). Workshops in rope binding and knots is linked with the shipyards of the Modern period – Batavialand Shipyard in Lelystad (5) and Shipyard De Delft in Rotterdam (12). But the way the activities are done is very often not ancient. Children are performing modern and daily activities dressed up in an 'ancient' way with a striking simplicity. For this reason children will experience ancient arts and crafts with modern tools and materials. There is also a clear relation between the complexity of the activities and the age of the children. The children up to 8 years are more having historic fun. The older children between 8 and 15 are more challenged during their activities, where hands-on teaching where action and gaining experiences is the goal.

Experiencing ancient activities in a reconstructed historical surrounding will leave a greater impression than a formal school book with only pictures.

Acknowledgement

This article draws on the article of Paardekooper from 2012 and is supplemented with recent data and solitary archaeological constructions. Over the past decades several other historical ships were built and they are as historical constructions on display. Only some are chosen by me as an example. New information for this article was acquired by a questionnaire sent to the archaeological open-air centres and through the internet sites of the centres and organisations behind the solitary archaeological constructions. Thanks to all those who shared their information with me. The interpretation of these data is the full responsibility of the author.

Literature

- BOONSTRA, A. 1991:** Experimentalarchäologie im prähistorischen Freilichtmuseum in Eindhoven. Experimentelle Archäologie. Bilanz 1991. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland 6, 1991, 113-117.
- BOONSTRA, A., PAARDEKOOPER, R. P. 1999:** Eindhoven, 1263 AD. Een middeleeuws dorpje aan de Tongelreep. Bulletin voor Archeologische Experimenten en Educatie 4 (3), 1999, 14-17.
- CALLEBERT, P., BOONSTRA, A. 1991:** Prehistorisch openluchtmuseum Eindhoven. Stichting Prehistorisch Huis Eindhoven. Eindhoven 1991.
- DECKERS, J. M. C., FLAMMAN, J. P. 1997:** In Kampen bouwen ze een kogge. Bulletin voor Archeologische Experimenten en Educatie 2 (1), 1997, 22-24.
- DECKERS, J. M. C. 1998:** Archo Aktief Week in Buitencentrum Wilhelminaord. Bulletin voor Archeologische Experimenten en Educatie 3 (2), 1998, 11-12.
- VAN DIJCK, B., NEDERLOF, L. 2004:** De ijzertijd komt tot leven in Dongen. Bulletin voor Archeologische Experimenten en Educatie 9 (2), 2004, 5-8.
- EIMERMANN, E. 2013:** Het Wekeromse Zand. Reconstructie van een prehistorisch Celtic Field Systeem en boerenerf. Bulletin voor Archeologische Experimenten en Educatie 18 (3), 2013, 13-19.
- FLAMMAN, J. P. 1997:** Archeon begint een tweede leven. Bulletin voor Archeologische Experimenten en Educatie 2 (2), 1997, 20-21.
- FLAMMAN, J. P. 1998:** Het nieuwe Archeon krijgt vorm. Bulletin voor Archeologische Experimenten en Educatie 3 (2), 1998, 16-20.
- FLAMMAN, J. P. 2001:** Experimentele archeologie en educatie. Bulletin voor Archeologische Experimenten en Educatie 6 (2), 2001, 40.
- FLAMMAN, J. P. 2007a:** Van werkloze tot bouwer Romeins schip. Bulletin voor Archeologische Experimenten en Educatie 12 (1), 2007, 8-9.
- FLAMMAN, J. P. 2007b:** Prachtige hut gebouwd in Lelystad. Bulletin voor Archeologische Experimenten en Educatie 12 (1), 2007, 10.
- FLAMMAN, J. P. 2008:** Archeologische publieksherinnering Harnaspolder. Reconstructie uit het Midden-Neolithicum. Bulletin voor Archeologische Experimenten en Educatie 13 (1), 2008, 13-16.
- FLAMMAN, J. P. 2009:** Fotopagina: Stichting Bouwloods Castellum Hoge Woerd. Bulletin voor Archeologische Experimenten en Educatie 14 (2), 2009, 19.
- FLAMMAN, J. P. 2014:** Vroegmiddeleeuws Zodenhuis in Firdgum. Bulletin voor Archeologische Experimenten en Educatie 19 (1), 2014, 13-14.
- FLAMMAN, J. P. 2015a:** Terug naar het Stenen Tijdperk in Vlaardingingen. Bulletin voor Archeologische Experimenten en Educatie 20 (1), 2015, 20-21.
- FLAMMAN, J. P. 2015b:** Bouwen van een IJzertijdhuis. Bulletin voor Archeologische Experimenten en Educatie 20 (1), 2015, 22-23.
- HORREUS DE HAAS, R. 1978:** Living a Stone Age Life. Bilthoven 1978.

VAN NOORT, H. C. 1998: Vele wegen leiden naar Rome. 'Levende geschiedenis', van presentatie- naar participatiemethode. Bulletin voor Archeologische Experimenten en Educatie 3 (3), 1998, 7-17.

PAARDEKOOPER, R. P. 1987: Modernisering in de ijzertijd? – Veranderingen in Eindhoven. Nieuwsbrief WEA 5 (3), 1987, 13-14.

PAARDEKOOPER, R. P. 2001: Leren op een educatief erf. Bulletin voor Archeologische Experimenten en Educatie 6 (3), 2001, 13-16.

PAARDEKOOPER, R. P. 2011: Archaeological Open Air Museums in Europe - Visitors' expectations versus visitors' experience. Archäologisches Nachrichtenblatt 16 (3), 2011, 226-232.

PAARDEKOOPER, R. P. 2012a: The Value of an Archaeological Open-Air Museum is in its Use. Understanding Archaeological Open-Air Museums and their Visitors. Leiden 2012.

PAARDEKOOPER, R. P. 2012b: Archaeological open-air museums in the Netherlands, a bit of history. EXARC Journal 2/2012. <<https://exarc.net/issue-2012-2/aoam/archaeological-open-air-museums-netherlands-bit-history>> (18.12.2018).

PAPELOZE KERK: <[https://nl.wikipedia.org/wiki/D49_\(hunebed\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/D49_(hunebed))> (14.12.2018).

SCHMIDT, M. 2005: Museumeducatie is geen experimentele archeologie. Enkele aantekeningen bij 14 jaar museaal educatief werk in het Archeologisch Openluchtmuseum Oerlinghausen, Duitsland. In: R. P. Paardekooper, J. van der Vliet, Leren op een educatief erf. Educatief Cahier, 2005, 25-30.

STRONKHORST, M. 2005: De bouw van een ijzertijdhuis in het Historisch Openluchtmuseum Eindhoven. Bulletin voor Archeologische Experimenten en Educatie 10 (2), 2005, 19.

Archaeological Open-Air Centres:

1) School in Bos – Wilhelminaoord

www.schoolinbos.nl

2) Haps – Apeldoorn

www.hapsproject.nl

4) Prehistoric Village – Eindhoven

<https://prehistorischdorp.nl>

5) Batavia Shipyard – Lelystad

www.batavialand.nl

7) Schothorst – Amersfoort

www.hetgroenehuisamersfoort.nl/middeleeuws-erf

8) Swifterkamp – Lelystad

www.swifterkamp.nl

9) Zuiderzee museum – Enkhuizen

www.zuiderzeemuseum.nl/nl/page/889/leven-in-de-bronstijd

10) Archeon – Alphen aan den Rijn

www.archeon.nl

12) Shipyard De Delft – Rotterdam

www.dedelft.nl

13) Hunebedcentre – Borger

www.hunebedcentrum.eu

14) Iron Age Farmhouse – Dongen

www.ijzertijdboerderij.nl

15) Erve Eme – Zutphen

www.erve-eme.com

16) Terra Maris - Oostkapelle

www.nl.terramaris.nl

17) Sod House Project – Firdgum

www.yebhettingamuseum.nl/?page_id=11

18) Castellum Hoge Woerd – Utrecht

www.castellumhogewoerd.nl

19) Educative Archaeological Yard – Vlaardingen

www.federatiebroekpolder.nl/archeologisch-erf

Picture credits

Fig. 1-4, 7-11: J. P. Flamman

Fig. 5: Zuiderzee museum Enkhuizen

Fig. 6: Museum Terra Maris Oostkapelle

Author

J. P. Flamman

Kruiskruidlaan 48

3742 EN Baarn

Netherlands

„Archäologie der Zukunft – Direktvermittlung Wissen“

Ein Kooperationsprojekt von Museum und Universität

Katja Thode

Summary – “Archaeology of the Future – Imparting Knowledge Directly”. A cooperative project between museum and university. *The project “Archaeology of the Future – Imparting Knowledge Directly” is a cooperative project of the Institute for Prehistory, Early History and Medieval Archaeology of the University of Tübingen and the Lake Dwelling Museum Unteruhldingen. It is funded by the state initiative “Small Subjects” and aims to strengthen a direct exchange between archaeological research and its teachers based at museums and in schools as well as the collaborative development of sustainable teaching units. In order to achieve these goals, various means are used: trainings and information events for teachers, the development of new teaching units in interdisciplinary seminars, the evaluation and revision of established and the creation of new teaching units at the Lake Dwelling museum Unteruhldingen, the establishment of a website and use of social media, as well as the EXAR-conference 2018.*

Keywords: imparting knowledge, teacher, extra-curricular places of learning, state initiative “Small Subjects”, teaching units

Schlagworte: Vermittlung, Lehrer, Erzieher, außerschulischer Lernort, Landesinitiative „Kleine Fächer“, Unterrichtseinheit

Das Projekt „Archäologie der Zukunft – Direktvermittlung Wissen“

Das öffentliche Interesse an dem – vergleichsweise doch recht kleinen – Fach der Archäologie ist beachtlich: Fernsehdokumentationen bieten den Zuschauern quasi täglich die Möglichkeit, die Vergangenheit basierend auf archäologischen Fundstellen und Erkenntnissen zu entdecken, Zeitungen berichten über Ausgrabungen und Funde und archäologische Stätten zählen zu den beliebtesten Touris-

tenattraktionen vieler Länder. Die Vergangenheit, ihre Rätsel und deren Entschlüsselung faszinieren die Menschen und damit auch das Fach, das sich genau mit diesen Aspekten beschäftigt: die Archäologie.

Mit ihren interdisziplinären Methoden dringt sie dabei in Tiefen der Vergangenheit und Details des Lebens der Menschen vor, die sich Historikern mangels schriftlicher Quellen verschließen. Trotz dieser Bedeutung des Faches für die Erforschung der Vergangenheit ver-

schwindet es mehr und mehr aus der Geschichtsvermittlung an Schulen.

An diesem Punkt setzt das von Prof. Dr. Gunter Schöbel geleitete Projekt „Archäologie der Zukunft – Direktvermittlung Wissen“ an, das von der Landesinitiative „Kleine Fächer“ des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst des Landes Baden-Württemberg gefördert wird (MWK 2018). Die Kooperationspartner des Projektes, das Institut für Ur- und Frühgeschichte und Archäologie des Mittelalters der Universität Tübingen und das Pfahlbaumuseum Unteruhldingen, haben sich zum Ziel gesetzt, den direkten Austausch zwischen der archäologischen Forschung und deren Vermittlern an Museen und Schulen zu stärken und gemeinschaftlich zukunftsfähige Vermittlungseinheiten für das Fach Archäologie zu entwickeln. Über diese direkte Vermittlung des Wissens aus der Forschung und den außerschulischen Lernorten soll die zukünftige Integration archäologischer Inhalte in Unterricht und Erziehung – trotz Kürzungen in den Lehrplänen – erleichtert und gefördert werden. Die Umsetzung dieses Ziels erfolgt auf verschiedenen Wegen.

Lehrerfortbildungen und Informationsveranstaltungen für Lehrkräfte und Erzieher

Wichtige Multiplikatoren bei der Vermittlung archäologischer Themen und Inhalte sind Lehrkräfte und Erzieher. Allerdings sieht das Lehramtstudium im Fach Geschichte in der Regel keine Seminare oder Vorlesungen zum Thema Archäologie vor, sodass sich die Lehrkräfte die entsprechenden Inhalte häufig erst selbst aneignen müssen, bevor sie sie unterrichten können. Um sie dabei zu unterstützen und ihnen die Vielfalt der Möglichkeiten der Integration archäologischer Inhalte in den Unterricht aufzuzeigen, wurde unter anderem in Zusammenarbeit mit Vertretern des Schulamtes Markdorf sowie der



Abb. 1: Perlen schleifen und durchbohren: praktischer Teil einer Lehrerfortbildung zum Thema Archäologie. – Sanding and drilling beads: practical part of a teacher's training on archaeology.

Pädagogischen Hochschule Weingarten daher die halbtägige Lehrerfortbildung „Weltkulturerbe Pfahlbauten: Moderne Geschichtszugänge im Pfahlbaumuseum Unteruhldingen“ entwickelt und umgesetzt.

Im Rahmen der Fortbildung wurden den Teilnehmern zunächst in Kurzvorträgen grundlegende Informationen zum Museum, dem Projekt „Archäologie der Zukunft – Direktvermittlung Wissen“ und dem Fach „Archäologie“ vermittelt. Beim anschließenden Besuch des Museums gab es dann die Gelegenheit, das Museum und seine Angebote für Schulklassen kennenzulernen bzw. neu zu entdecken (Abb. 1). In einer abschließenden Gesprächsrunde wurde schließlich zusammen nach weiteren Möglichkeiten der Vernetzung von Archäologie und Unterricht/Schule sowie der Einbindung außerschulischer Lernorte gesucht und deren Umsetzung diskutiert.

Zielgruppen der Fortbildung waren sowohl etablierte Lehrkräfte als auch Lehramtsanwärter. Auf diese Weise konnten unterschiedliche Erfahrungshorizonte und Ideenpools zusammengebracht werden. Außerdem kann das vermittelte Wissen zum einen über die etablierten Lehrkräfte

regional verankert und zum anderen über die Lehramtsanwärter auch überregional verbreitet und verankert werden, da diese nach Abschluss ihrer Ausbildung an Schulen im ganzen Bundesland wechseln werden und ihr Wissen dorthin mitnehmen. Das Staatliche Seminar für Didaktik und Lehrerbildung (GWHR) Weingarten hat sich nach den Erfahrungen mit der Fortbildung im vergangenen Jahr entschieden, die Fortbildung in sein jährliches Programm für die Lehramtsanwärter im Fach Geschichte aufzunehmen.

Zusätzlich zu der Fortbildung bietet das Pfahlbaumuseum Unteruhldingen angemeldeten Gruppen auch die Möglichkeit, über Sonderführungen verschiedene Aspekte der Vermittlung und Museumspädagogik kennenzulernen.

Entwicklung neuer Unterrichtseinheiten in interdisziplinären Seminaren

Die Vielzahl der von der Archäologie erforschten Epochen und Themen sowie die dabei zum Einsatz kommenden Methoden bieten vielseitige Anknüpfungspunkte für ihre Einbindung in den Unterricht. Um diese Vielfalt sichtbarer zu machen und die Lehrkräfte und Erzieher bei der Einbeziehung der entsprechenden Themen zu unterstützen, begannen Studierende des Masterprofils „Museen & Sammlungen“ der Universität Tübingen im Wintersemester 2017/18 ausgehend von Befunden und Funden der südwestdeutschen Archäologie mit der Entwicklung von Ideen für neue Unterrichtseinheiten zum Thema „Archäologie“ (Abb. 2). Diese thematisieren viele verschiedene Aspekte, die von den Anfängen der Menschheit über das Leben am römischen Limes bis zu der Bedeutung und Erhaltung von Denkmälern reichen. Im Sommersemester 2018 wurden diese Ideen gemeinsam mit Lehramtskandidaten des Fachs Geschichte des Staatlichen Seminars für Didaktik und Lehrerbildung Tübingen didaktisch ange-



Abb. 2: Entwicklung von Ideen für neue Unterrichtseinheiten durch Studierende des Instituts für Ur- und Frühgeschichte und Archäologie des Mittelalters der Universität Tübingen. – Development of ideas for new teaching units by students of the Institute for Prehistory, Early History and Medieval Archaeology of the University of Tübingen.

passt und ausgearbeitet. Dabei profitierten die beiden Gruppen von der Vernetzung ihres Fachwissens, übten die zielgruppengerechte Aufbereitung von Wissen und entdeckten gemeinsam die Vielfalt der Vermittlungswege. Nach einer abschließenden Überarbeitung sollen die fertigen Unterrichtseinheiten auf der Website des Projektes zur Verfügung gestellt werden.

Evaluation, Überarbeitung und Neuentwicklung von Vermittlungseinheiten im Pfahlbaumuseum Unteruhldingen

Bereits vor dem Start des Projektes „Archäologie der Zukunft“ gab es im Pfahlbaumuseum Unteruhldingen Vermittlungseinheiten verschiedenster Formate. Sie reichen von Schwerpunktführungen, über praktische Schülerprojekte zum Handwerk in der Stein- und Bronzezeit und dem ARCHAEOlab, in dem die Schüler die Arbeit der Archäologen bei der Auswertung von Ausgrabungsfunden nachvollziehen können, bis hin zu Lehrer-



Abb. 3: „Vom Korn zum Brot“: Teilnehmer der Kindergartenführung mit ihrer Mehlausbeute und einer Auswahl der verwendeten Werkzeuge. – “From grains to bread”: participants in a tour for kindergartners with their flour yield and a selection of the tools used.

handreichungen zum Thema Pfahlbauten. Einige dieser Einheiten sind bereits seit vielen Jahren im Einsatz und wurden nun im Zuge des Projektes evaluiert und gegebenenfalls überarbeitet, ergänzt oder aktualisiert. Da sich die Zielgruppe bei der Vermittlung der Themen Steinzeit und Bronzezeit in den letzten Jahren mehr und mehr von Schülern der 5./6. Klasse zu Grundschulern oder sogar Kindergartenkindern verschoben bzw. erweitert hat, wurden zudem neue Vermittlungseinheiten für diese jüngeren Zielgruppen entwickelt. Eine dieser Einheiten ist beispielsweise die Kindergarten-Führung „Vom Korn zum Brot“. Sie kombiniert die verschiedenen Vermittlungselemente des Museums: Über die Multimedia-Einführung erfolgt die Reise in die Zeit der Pfahlbauer, deren Häuser und Alltagsgegenstände anschließend in den rekonstruierten Häusern näher betrachtet wer-

den. Abschließend setzt sich die Gruppe mit dem Erlernten im Rahmen einer Feuermachervorführung, beim Mahlen von Getreide (Abb. 3) sowie dem Probieren eines Steinzeiteintopfes praktisch auseinander. Die bisherigen Rückmeldungen der Teilnehmer zu dieser neuen Einheit und der erweiterten Zielgruppenausrichtung sind sehr positiv.

Website und Social Media

Um Lehrkräften und Erziehern eine leichte und vielfältige Integration archäologischer Themen über qualifizierte Inhalte in ihre Vermittlung zu ermöglichen, bietet ihnen die Website des Projektes (www.archaeologie-der-zukunft.de) (Abb. 4) eine Sammlung von Informationen, Unterrichtsmaterialien, Medien und Co. zum Thema „Archäologie“.

Museen und andere außerschulische

„Archäologie der Zukunft - Direktvermittlung Wissen“

Aktuelles

Sie haben Veranstaltungen, Fortbildungen, Neuveröffentlichungen oder Ähnliches zum Thema „Archäologie“ und würden diese gerne hier einstellen? Schicken Sie uns die entsprechenden Informationen über das [Kontaktformular](#) und wir kümmern uns gerne darum!



Klimawandel, soziale Ungleichheit, technische Entwicklungen – viele Themen, mit denen sich die Archäologie beschäftigt, sind hochaktuell! Mit seiner Erforschung der Vergangenheit öffnet das kleine Fach der Archäologie Fenster in die Menschheitsgeschichte, die nicht nur Einblicke in das damalige Leben ermöglichen, sondern auch dabei helfen können, die Gegenwart zu verstehen und die Zukunft zu gestalten.

Kürzlich hinzugefügt

Hinterlassenschaften an der US-Grenze zu Mexiko: Jason De Leóns Archäologie der Gegenwart

Die Hinterlassenschaften an der US-Grenze zu Mexiko sind ein zentrales Thema in Jason De Leóns Buch „Archäologie der Gegenwart“. In dem Buch geht es um die Hinterlassenschaften von Migrant:innen an der US-Mexiko-Grenze. De León untersucht die Hinterlassenschaften von Migrant:innen an der US-Mexiko-Grenze und zeigt, wie diese Hinterlassenschaften die Gegenwart prägen.

ARTIKEL

HINTERLASSENSCHAFTEN AN DER US-GRENZE ZU MEXIKO: JASON DE LEÓN: ARCHÄOLOGIE DER

Abb. 4: Startseite der Website „Archäologie der Zukunft“, die Lehrern und Erziehern Materialien zum Thema „Archäologie“ zur Verfügung stellt und außerschulische Lernorte mit den Vermittlern in Schulen oder Kindergärten vernetzt. – Homepage of the website “Archäologie der Zukunft”, which provides teachers with materials concerning archaeology and connects them to a network of museums and other places of extra-school activities.



Abb. 5: EXAR-Tagung 2018 zum Thema „Die experimentelle Archäologie in Wissenschaft und Vermittlung“. – EXAR-conference 2018 on “Experimental Archaeology in Science and Teaching”.

Lernorte haben zudem die Möglichkeit, auf der Webseite ihre Programme für Kindergärten, Schulen und Lehrkräfte zu präsentieren. Lehrkräfte und Erzieher können wiederum auf diese Informationen zugreifen, um Ausflüge und Klassenfahrten zu planen. Auch regional bekannte archäologische Denkmäler, archäologische Wanderwege etc. können – beispielsweise von historischen Vereinen – auf der Webseite vorgestellt werden und so sichtbar machen, wo man in seiner unmittelbaren Umgebung Vergangenheit erleben kann. Über die Kombination dieser verschiedenen Inhalte und Verknüpfungsmöglichkeiten soll die Website Lehrern, Schülern, Studierenden, Bildungseinrichtungen und außerschulischen Lernorten eine gemeinsame Informations- und Vernetzungsplattform zum Thema „Archäologie“ bieten. Ausgewählte und aktuelle Themen, Materialien, Programme oder Termine werden zusätzlich über die sozialen Medien vorgestellt, um die Vernetzung zu fördern und die Neugier auf verschiedene Inhalte zu wecken.

EXAR-Tagung 2018

Auch für die Experimentelle Archäologie ist die Vermittlung ihrer Methoden und Erkenntnisse, sei es an außerschulischen Lernorten wie Museen oder in Bildungseinrichtungen wie Schulen, eine wichtige Aufgabe. Daher machte die Europäische Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie e.V. (EXAR) „Die experimentelle Archäologie in Wissenschaft und Vermittlung“ zum Thema ihrer Jahrestagung 2018 (Abb. 5). Diese wurde über das Projekt „Archäologie der Zukunft“ vom Pfahlbaumuseum Unteruhldingen ausgerichtet. In zahlreichen, vielfältigen Vorträgen zu Untersuchungsmethoden, Analysen und Rekonstruktionsmöglichkeiten, Berichten über wissenschaftliche Vorführungen und Methoden der museologischen Vermittlung wurde ein

aktueller Stand der Thematik erfasst und diskutiert, der in diesem Jahrbuch vorgelegt wird.

Literatur

MWK 2018: Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg 2018, „Kleine Fächer“ in Baden Württemberg. Vielfalt fördern, Kompetenz ausbauen, Zukunft gestalten. Geförderte Projekte der Landesinitiative.

Abbildungsnachweis

Abb. 1, 3: Pfahlbaumuseum Unteruhldingen/Schöbel

Abb. 2: Pfahlbaumuseum Unteruhldingen/Rauhaus

Abb. 4: Screenshot Website „Archäologie der Zukunft“ (Schöbel/Thode, Grafik: Brockschläger, Websupport: Michel)

Abb. 5: Pfahlbaumuseum Unteruhldingen/Jäckle

Autorin

Katja Thode M.A.

Pfahlbaumuseum Unteruhldingen

Strandpromenade 6

88690 Uhdingen-Mühlhofen

Deutschland

Website des Projektes: www.archaeologie-der-zukunft.de

Der experimentalarchäologische Werkstattbereich im Archäologiepark Römische Villa Borg

Bettina Birkenhagen, Frank Wiesenberg

Summary – The experimental archaeological working area at the Archäologiepark Römische Villa Borg. *The Archaeological Park Roman Villa Borg is the only complete reconstruction of a pars urbana of a Roman villa rustica in the world. In Roman times, these farms' subsistence was based around agriculture and livestock. In addition to agriculture, various crafts were also practised, eg. to carry out small repairs or to manufacture products for their own use.*

As early as 2013, the first reconstruction of a Roman glass-workshop was built and has been operated regularly ever since. Since last year, this glass-workshop has been extended by another building with two glass furnaces, one of them featuring a significantly different layout, as well as a reconstructed blacksmith's workshop and a pottery. This year, for the first time, projects were carried out in the workshops, which will be presented with their results in this paper. These programs are to be expanded further in the near future, so that the workshops can be used for the demonstration of ancient crafts, as well as for the implementation of research projects, as already happened in the first glass workshop. Project partners are therefore very welcome.

Keywords: glass workshop, blacksmith's workshop, pottery, villa rustica, Roman
Schlagworte: Glaswerkstatt, Schmiede, Töpferei, Villa rustica, römisch

Der Archäologiepark Römische Villa Borg, im Dreiländereck Deutschland, Frankreich und Luxemburg gelegen, vereint wissenschaftliche Forschung, Rekonstruktion und Experimentelle Archäologie in einem. Das Villengelände erstreckt sich über ein Gesamtareal von ca. 7,5 ha, von denen bislang etwa 2 ha ausgegraben wurden. Mit den Ausgrabungen wurde im Jahr 1986 begonnen, und relativ schnell war klar, dass es sich bei dem Befund, der schon seit etwa 1900 als römische Fundstelle bekannt war, um eine der größten Villenanlagen im Saar-Mosel-Raum han-

delt. Das Fundmaterial deutet auf einen, zumindest zeitweise, erheblichen Reichtum der Besitzer. Im Moment lässt sich sagen, dass es sich vermutlich um einen landwirtschaftlichen Betrieb gehandelt hat, wo neben Viehzucht auch Ackerbau betrieben wurde.

Die ersten Besiedlungsspuren können grob in die 2. Hälfte des 1. Jh. v. Chr. datiert werden. Es handelte sich um Holzgebäude, von denen noch die Pfosten Spuren und die Reste der Wandgräbchen im Boden zu erkennen waren. Ab augusteischer Zeit wurden dann unmittelbar

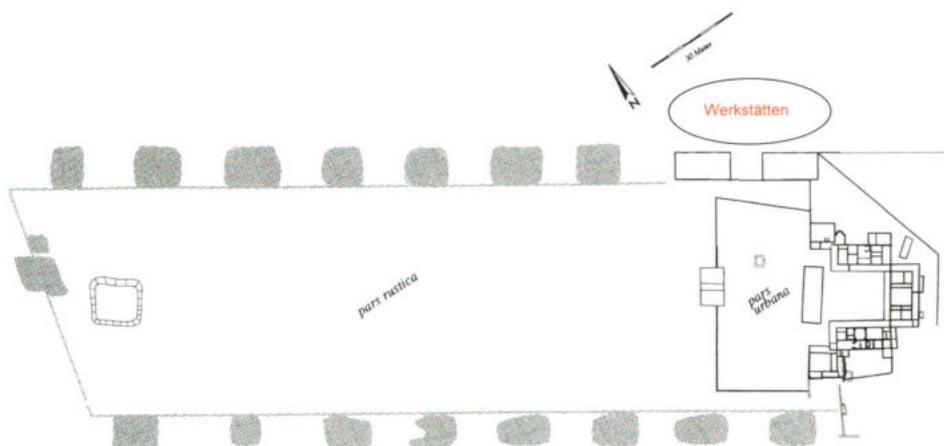


Abb. 1: Gesamtplan der Villenanlage mit Lage der Werkstätten. – Groundplan of the villa with location of the workshops.

über den Holzgebäuden die ersten Steingebäude errichtet. Insgesamt kann eine kontinuierliche Besiedlung bis zum Anfang des 5. Jh. n. Chr. nachgewiesen werden.

Seit 1996 wurden die Gebäude der Villa Borg nach und nach rekonstruiert. Heute zeigt der herrschaftliche Wohnbereich – *pars urbana* – der Villa das vermutete Aussehen vom 2. bis zum 3. Jh. n. Chr. Es ist weltweit die einzige vollständige Rekonstruktion eines solchen herrschaftlichen Wohnbereichs einer *villa rustica*.

Seit 2005 wird der Wirtschaftsbereich – *pars rustica* – der Villa ausgegraben. Er ist dem palastartigen Herrenhaus vorgelagert und hat eine Länge von etwa 400 m und eine Breite von ca. 150 m. Zwei Nebengebäude wurden bisher untersucht. 15 weitere Bauten sowie die Reste eines Torhauses an der römischen Straße zeichnen sich als Schutthügel im nordwestlich an den Herrschaftswohnbereich anschließenden Waldgelände ab. Über die Funktion der Nebengebäude ist auch in anderen Villen bislang nur wenig bekannt, allgemein dienten sie wohl als Speicherbauten, Werkstätten, Stallungen

und Remisen für den Fuhrpark – also Wirtschaftsbauten im weitesten Sinn – sowie als Wohngebäude für die Bedienteten.

Seit 2013 wird im Archäologiepark auch intensive Experimentelle Archäologie betrieben. Aufgrund verschiedener Funde, die eindeutig auf Werkstätten hinweisen (Produktionsabfall aus der Glasverarbeitung, Schlacke aus der Metallverarbeitung, Halbfabrikate aus Knochen usw.) können wir sicher sein, dass es in der Villa Borg unterschiedliche Handwerker und somit auch Werkstätten gegeben hat. Schon im Jahr 2006 wurde erstmals bei einer Sitzung der Kulturstiftung Merzig-Wadern, die als Träger der Einrichtung fungiert, ein Konzept vorgestellt, das sowohl den Aufbau als auch die Nutzung von Werkstätten beinhaltete. Zu diesem Zeitpunkt gingen die Planungen allerdings noch in die Richtung, dass man die Nebengebäude ausgraben wollte und, beim Nachweis einer Werkstatt, diese anhand des Grabungsbefundes voll funktionsfähig rekonstruiert werden sollte. Aufgrund knapper Finanzmittel wurde das Projekt mehrfach aufgeschoben. Aller-

dings machte auch die komplizierte Befundsituation innerhalb der Nebengebäude eine zügige Ausgrabung nicht möglich. Daher musste das Konzept an die vorhandenen Bedingungen angepasst werden. Es war nun vorgesehen, in unmittelbarer Nachbarschaft zum Herrschaftsbe- reich Werkstätten zu errichten (Abb. 1). Diese sollten jeweils durch einen Ständerbau, wie er auch von anderen römischen Grabungen bekannt ist, geschützt werden. Es dauerte dann aber noch bis 2013, bis es zur Umsetzung einer ersten Werk- statt kam.

Bei dieser ersten Glaswerkstatt handelt es sich um die Rekonstruktion einer römi- schen Glashütte nach einem Befund aus Trier „Hopfengarten“ (WIESENBERG 2014). In dieser Glashütte finden seither jährlich Projektwochen statt, während derer Her- stellungstechniken antiker Gefäße und Fensterscheiben erprobt und dokumen- tiert werden. Diese Forschungsprojekte finden in Zusammenarbeit mit verschiede- nen Universitäten statt und werden in Zu- kunft weiter fortgeführt. Im Jahr 2018 sind weitere Werkstätten – ein Erweiterungs- bau zur römischen Glashütte, eine römi- sche Töpferei und eine römische Schmiede – entstanden und werden regelmäßig genutzt (Abb. 2). In diesem Zusammen- hang sei dem Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr des Saarlan- des sowie der Kulturstiftung Merzig-Wa- dern für die großzügige finanzielle Unter- stützung gedankt, ohne die eine Umset- zung des Projekts nicht möglich gewesen wäre.

Dabei spielen zwei Aspekte eine beson- dere Rolle:

Archäotechnik: bezeichnet die Erfor- schung und Ausführung altertümlicher Verfahrens- und Arbeitsweisen, wie z. B. Handwerkstechniken. Ein Bestandteil der Archäotechnik ist die Vorführung dieser Techniken vor Publikum.

Experimentelle Archäologie: widmet sich vor allem der Erforschung technologi-



Abb. 2: Schutzbauten. – Shelters.

scher Fragestellungen und untersucht praxisbezogene Aspekte antiker Lebens- weisen. Die Ausgangslage für experimen- talarchäologische Versuche ist eine ge- nau definierte Fragestellung. Die Ergeb- nisse aus den Versuchen müssen mess- bar und jederzeit nachvollziehbar sein so- wie in allen Einzelheiten dokumentiert werden. Diese Ergebnisse müssen später unter den definierten Bedingungen jeder- zeit reproduzierbar sein.

Die Glashütten

Die Herstellung von Glas beeindruckt schon seit den Kelten und Römern die Menschen in vielen Teilen Europas. Das Handwerk des Glasmachers wird nur noch in wenigen Regionen praktiziert und gezeigt, kann aber bis in römische Zeit, in manchen Regionen sogar noch weiter, zurückverfolgt werden. Sowohl die Her- stellungstechniken als auch die Werkzeu- ge haben sich nur wenig verändert. Den- noch sind über die Jahrhunderte schon viele Techniken in Vergessenheit geraten, teils weil sie sehr aufwendig sind und deshalb nicht mehr angewendet wurden, teils weil die Formen „aus der Mode“ ge- kommen sind.

Ein Ziel der in der Villa Borg durchgeführ- ten Projekte ist die weitere Erforschung und Rekonstruktion antiker Fertigungs- techniken sowie die Klärung wissen- schaftlicher Fragestellungen zur Herstel- lung bestimmter Gefäßformen (frei- und

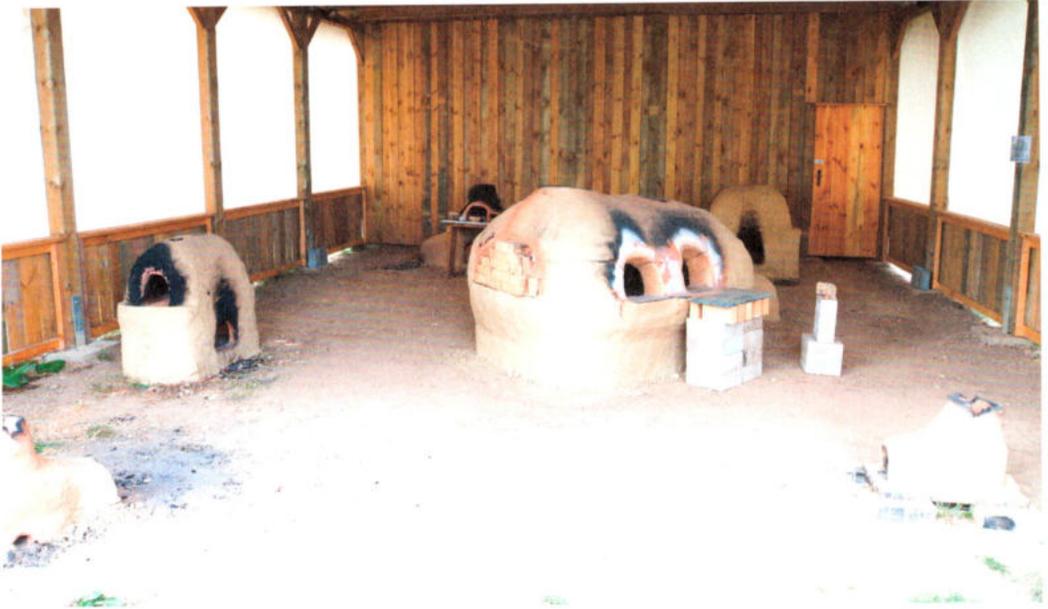


Abb. 3: Die neue Glashütte: Perlenofen PO-Borg-5, Kühlöfen KO-Borg-4, Schmelz-/Arbeitsöfen (Hafenöfen) GO-Borg-4, Wannöfen GO-Borg-3, Kühlöfen KO-Borg-3 und Perlenöfen KO-Borg-7 (von links nach rechts). – The new glass workshop: bead furnace PO-Borg-5, annealing oven KO-Borg-4, glass furnace (pot furnace) GO-Borg-4, tank furnace GO-Borg-3, annealing oven KO-Borg-3, and bead furnace KO-Borg-7 (starting from left).

formgeblasene Trinkgläser, Kannen und Flaschen, z. B. HILL 2016, aber auch komplexe Projekte wie Rippenschalen, WIESENBERG 2017; WIESENBERG 2018) und römische Fensterscheiben (WIESENBERG 2016a, WIESENBERG 2016b) und zur Funktionsweise unterschiedlicher holzbefeuert Glasöfen. Ein Teil der Resultate aus dieser noch in der alten, kleinen Glashütte durchgeführten „Borg Furnace Project“ genannten Projektserie wurde bereits in dieser Publikationsreihe vorgestellt (WIESENBERG 2015; WIESENBERG 2016c).

Spätestens bei der Herstellung von gezogenem Fensterglas zeigte sich, dass die Arbeitsöffnungen des 2013 errichteten Glas-Schmelz- und Arbeitsofens und auch der beiden zugehörigen Kühlöfen (zum kontrollierten Abkühlen und somit Entspannen von frisch gefertigten Glasobjekten) eine Beschränkung der Größe der Fensterscheiben erzwingen. Um dies ab-

zustellen, sollte bei der Erweiterung der bisherigen Glashütte des Archäologieparks Römische Villa Borg um einen zweiten, größeren Werkstattbau ein großer Glasofen gebaut werden. Da aus den Nordwestprovinzen des Römischen Reiches neben den bislang u. a. in Borg rekonstruierten runden bis schlüssellochförmigen Grundrissen auch Belege für rechteckige Ofenstrukturen existieren, die bislang experimentell noch nicht untersucht wurden, sollte hier ein solcher Ofen rekonstruiert und auf seine Funktionsfähigkeit untersucht werden.

Die Wahl der Vorlage fiel auf den Ofen 1482 der Grabung Hambach 500 (HEEGE 1997, 35-38, Taf. 4,5). Aufgrund der dort dokumentierten horizontal weit reichenden roten Verziegelung ist von einer Nutzung des Ofens als Schmelz-, eventuell auch als Arbeitsofen auszugehen. Die noch von Andreas Heege vorgenommene

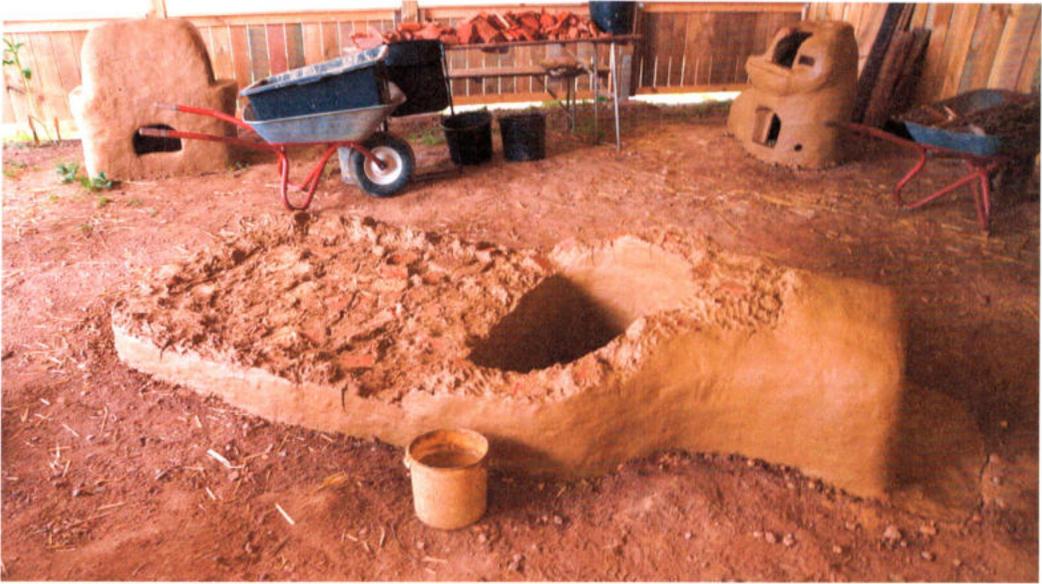


Abb. 4: Wannenofen GO-Borg-3 im Bau, links dahinter der fertig gestellte Kühlofen KO-Borg-4 und rechts der fast fertige Hafenofen GO-Borg-4. – Building of the tank furnace GO-Borg-3, behind to the left the just finished annealing oven KO-Borg-4, and to the right the almost finished pot furnace GO-Borg-4.

Interpretation des neben der Feuerkammer liegenden und von dieser durch eine Lehmwand abgetrennten Ofenraumes als Kühlkammer (HEEGE 1997, 38) ist wegen der tiefroten Verziegelung auszuschließen. Stattdessen wurde in Borg dieser Ofen als horizontal orientierter Schmelz-/Arbeitsofen mit einer aus Lehm gebildeten Ofenwanne rekonstruiert.

Neben dem großen Glasofen wurden von Frank Wiesenberg mit Hilfe von Wiebke Krämer noch ein weiterer, nur eine kleine Schmelzschale fassender, Glas-Schmelz- und Arbeitsofen (GO-Borg-4, sogenannter Hafenofen) und zwei Kühlöfen (KO-Borg-3 und KO-Borg-4) in der 12 m mal 8 m messenden neuen Glashütte (Abb. 3) erbaut. Als Baumaterial kamen für die Ofensohle neben dem vor Ort anstehenden Lehm auch römische Dachziegelfragmente der Villa Borg zum Einsatz. Für die Ofenwandungen und Kuppeln wurde der Lehm mit Stroh versetzt, um einen schnelleren Bau zu ermöglichen. Schamottplatten bilden nach bewährtem Mus-

ter die Böden der Gefäßkammern der beiden Kühlöfen.

Während der kleinste Kühllofen ebenso wie der kleine Glasofen innerhalb weniger Wochen im Frühjahr 2018 errichtet werden konnte, erforderte insbesondere der große Glasofen eine deutlich längere Bauzeit. Obwohl der Bau der Öfen für den Sommer 2017 geplant war, konnte durch die verspätete Fertigstellung des Schutzbaus erst im November 2017 mit dem Bau des großen Wannenofens und des größeren Kühlofens begonnen werden. Letzterer konnte durch mehrmaliges Ausbrennen bis zur Winterpause schon bis zur Oberkante der Feuerkammer bzw. bis zum Einsetzen der Schamottplatte hochgezogen werden, fiel aber trotz stundenlangem Ausbrennen und schützender Winterverpackung letztendlich dem Frost zum Opfer. Durch die durch die noch immer im Lehm vorhandene Feuchtigkeit verursachten Frostschäden verloren die Wände komplett ihre Stabilität. Nach Abtragen der zusammengefallenen Ofen-

wände blieb ebenso wie bei dem Wannenofen im März 2018 von dem im November des Vorjahres begonnenen Kühl-Ofen nur die eigentliche Ofensohle übrig. Der eigentliche Bau des Wannenofens erstreckte sich bis März 2018; mit weiteren Überarbeitungen und Modifikationen bis September 2018. Die Ofenwanne wurde aus Lehm geformt, der zunächst auf einer Lage Sandsteinbrocken, dann mehreren in Lehm gesetzten Lagen Dachziegel-fragmenten sitzt (Abb. 4). Bei diesem Ofen wurden zudem bis zur Höhe der Arbeitsöffnungen dem Lehm zahlreiche römische Dachziegel-fragmente zur Stabilisierung zugesetzt. Die sich über mehr als einen Meter Weite und zwei Meter Länge erstreckende Ofenkuppel besteht aus Lehm mit Stroh-magerung.

Da das Glasofenprojekt „Borg Furnace Project 2018“ weit vor der vollständigen Betriebsfähigkeit des Wannenofens stattfand, musste im Oktober 2018 noch ein weiteres kleines Glasofenprojekt durchgeführt werden, um durch die tagelang andauernde Feuerung alle neuen Öfen vollständig durchzutrocknen und dadurch Frostschäden durch noch im Ofenlehm befindliche Feuchtigkeit auszuschließen. Nach Schließen der insbesondere im Kuppelbereich mehrere Zentimeter klaffenden Trocknungsrisse fand vom 10. bis 14. Oktober 2018 dieses Glasofenprojekt statt, das auch den Beweis der grundsätzlichen Funktionsfähigkeit dieses ersten nach römischem Vorbild rekonstruierten horizontalen Glasofens erbrachte. Aus Kostengründen (und auch aus Zweifeln an der Dichtigkeit bei der ersten Ofen-fahrt) wurde nicht die etwa 300 Liter fassende Ofenwanne hierfür mit Rohglas gefüllt, sondern stattdessen wurden zwei nur jeweils 4,5 Liter fassende keramische Schmelzgefäße (Glashäfen) in den Wannenbereich gesetzt und mit vorbereiteten Rohglasbrocken römischer Rezeptur und Altglas aus den vorhergegangenen Projekten gefüllt.



Abb. 5: Glas blasen direkt am Wannenofen GO-Borg-3. – Blowing glass directly in front of the tank furnace GO-Borg-3.

Verglichen mit dem bisherigen großen schlüssellochförmigen Glas-Schmelz- und Arbeitsofen (GO-Borg-1) in der alten Glashütte ließ sich der Wannenofen trotz seiner Größe von etwa 3 m x 1,7 m (Außenabmessungen) kaum langsamer hochheizen und steuern. Der Brennstoffbedarf lag bei etwa 30 kg trockenem Holz, vorwiegend Birkenholz, pro Stunde. Bereits nach 9 Stunden Heizzeit konnte bei einer Temperatur von 900°C mit dem Füllen der beiden Glashäfen begonnen werden, was nach weiteren 2,5 Stunden bei 950 bis 1.000°C Ofentemperatur abgeschlossen war. Nach der folgenden Schmelz- und Läuterungszeit konnten bereits am Abend des gleichen Tages (12. Oktober 2018) die ersten Gefäße aus noch sehr blasenreichem Glas geblasen werden.

Bei einer Arbeitstemperatur von 950 bis 1.080°C wurden von Frank Wiesenberg auch am 13. Oktober 2018 zunächst direkt an einer Arbeitsöffnung des Wannenofens Glasgefäße geblasen (Abb. 5). Aufgrund der gravierenden Wärmeabstrahlung auch der danebenliegenden geschlossenen Arbeitsöffnung wurde das Werkstatt-Setup für den letzten Tag geändert: Wie schon in den Vorüberlegungen herausgearbeitet und beim Bau der Glasöfen berücksichtigt, wurde am 14. Oktober 2018 der kleine Glasofen GO-Borg-4 parallel zum Wannenofen betrieben. Aus diesem wurde die heiße Glas-



Abb. 6: Aufnahmen von heißem Glas im Wannenofen beim Arbeiten am Hafenofen GO-Borg-4 (rechts). – Gathering glass from the tank furnace while working at the pot furnace GO-Borg-4 (right).

masse entnommen, die dann am kleinen Ofen zu Glasgefäßen verarbeitet wurde (Abb. 6). Durch diese Arbeitsteilung konnte erreicht werden, dass der Glasmacher nur kurz der starken Hitzeabstrahlung des Wannenofens ausgesetzt war, nämlich nur während des Aufnehmens des Glaspostens mit der Glasmacherpfeife aus dem im Wannenofen befindlichen Schmelzgefäß. Nach dem Bearbeiten am kleinen Glasofen wurden die Glasgefäße in einen der beiden bereitstehenden Kühlöfen eingebracht, wo sie zunächst bei einer Temperatur zwischen 450 und 520°C verharteten, um dann über Nacht auf Umgebungstemperatur abzukühlen. Dieses Tempern verhindert erfolgreich das Auftreten von Rissen, die durch innere Spannungen bei zu raschem Abkühlen verursacht werden, insbesondere an Stellen unterschiedlicher Materialstärke, wie zum Beispiel Henkelansätzen.

Dank des engagierten, pausenlosen Einsatzes des aus freiwilligen Helfern bestehenden Heizerteams konnte der nur 75

Stunden dauernde Probetrieb des Wannenofens erfolgreich abgeschlossen werden. Sowohl die beiden unterschiedlichen Glas-Schmelz- und Arbeitsöfen, als auch die zwei Kühlöfen funktionierten problemlos. Bei dem kleinen Glasofen und bei den Kühlöfen war dies zu erwarten, da zuvor in der alten Glashütte des Archäologieparks Römische Villa Borg ähnliche Entwürfe erfolgreich gebaut und betrieben wurden. Bei dem Entwurf des Wannenofens konnte hingegen in Borg mit dem horizontal orientierten Wannenofen erstmals eine komplett andere Funktionsweise erfolgreich rekonstruiert und im Experiment evaluiert werden. Alle konzeptbedingten Befürchtungen, wie schlechte Steuerbarkeit des Ofens, ungleiche Temperaturverteilung, zu geringe Temperatur bei nur einseitiger Feuerung, mangelnder oder zu großer Zug im Ofen, waren letztendlich unbegründet. Der Ofen war wesentlich einfacher steuerbar als alle bisherigen in Borg rekonstruierten Glasöfen. Den Heizern und auch dem



Abb. 7: Töpferei. – Pottery.

Brennstoffverbrauch kam entgegen, dass – anders als beim großen Glasofen GO-Borg-1 in der alten Glashütte – ein Leeren der Feuerkammer, um ein Verstopfen derselbigen mit Glut und Asche zu vermeiden, über den gesamten Zeitraum nicht nötig war.

Durch diese nun voll funktionsfähige Glashütte erfahren die zukünftigen Glasofenprojekte im Archäologiepark Römische Villa Borg eine deutliche Erweiterung. Mit dem Wannenofen als Rohstoffreservoir und ein bis zwei „Satellitenöfen“ zum Fertigen der Glasgefäße kann demnächst ein komplett anderer Betriebsablauf gezeigt werden. Hierbei ermöglicht die nun zur Verfügung stehende größere Glasmenge nicht nur die Fertigung größerer Glasgefäße und Objekte, bis hin zum maßstabsgetreuen kuppelförmigen Fens-terglas, sondern es können auch mehrere Glasmacher simultan bis hin zur arbeits-

teiligen Fertigung eingebunden werden – ein Novum in der Rekonstruktion antiker Glashütten. In einer späteren Betriebsphase soll im Wannenofen das Erschmelzen einer großen Menge Rohglas direkt aus dem Rohstoffgemenge erfolgen. Voraussetzung hierfür ist allerdings die vollständige Abdichtung der Trennwand der Ofenwanne zur Brennkammer.

Die Töpferwerkstatt

In römischer Zeit hat es vermutlich in vielen römischen Ansiedlungen eine Töpferwerkstatt mit Töpferofen zur Herstellung von Gebrauchskeramik gegeben. Die Herstellung von besonderen Waren und Gefäßen, z. B. terra sigillata oder Ziegeln, fand allerdings in speziellen Töpfereien, wie z. B. in Trier oder Rheinzabern, statt. Nachweise für Töpferöfen gibt es häufig, und auch die Konstruktion ist bekannt.



Abb. 8: Bau des Töpferofens. – Construction of the pottery furnace.

Arbeitsabläufe sind aber auch in diesen Fällen, ähnlich wie bei der Glashütte, nur selten untersucht.

Im Rahmen des Kurses „Töpferwerkstätten und Brennöfen in den Nordwestprovinzen“ am Archäologischen Institut der Universität zu Köln wurde von Studierenden unter der Anleitung von Frank Wiesenbergs in der Villa Borg ein Töpferofen mit Mittelzunge und Lochtenne mit dem vor Ort anstehenden Lehm gebaut (Abb. 7). Dieser Lehm wurde auch schon beim Bau der Glasöfen benutzt und hat sich als durchaus geeignet für den Bau solcher Öfen erwiesen.

Für den in Borg rekonstruierten Ofen lassen sich Befunde aus römischer Zeit heranziehen, wie z. B. Ofen 9 Mauritiussteingeweg/Marsilstein 1 in Köln. Der Ofen wird ins 1./2. Jh. n. Chr. datiert. Auch dort handelt es sich um einen Ofen mit einer Mittelzunge unter der Tenne vom Typ LeNy Ib (LE NY 1988, 42, Fig. 22a). Allerdings sind die Abmessungen des Borger Ofens etwas kleiner (HÖPKEN 2005, 318-319). Im Bereich der Ofensohle, der Ofenwandungen der Feuerkammer und der Mittelzunge wurden zahlreiche römische Dachziegelfragmente der Villa Borg verwendet. Für die Lochtenne selber und die Ofenwandungen der Brennkammer inklusive der Ofenkuppel wurde der Lehm mit Stroh versetzt (Abb. 8).

Nach einem ersten Ausbrennen zum Trocknen des Lehms wurde der Ofen am 18. November 2017 erstmals in Betrieb genommen. Bei diesem Brand wurden sowohl im Schlickergussverfahren hergestellte als auch scheibengedrehte Gefäße aus unterschiedlichen Tonsorten sowie einige größere Ofenbauteile (Türen für die Arbeitsöffnungen der Glasöfen usw.) gebrannt. Der Ofen wurde am Morgen befüllt und die Beschickungsöffnung mit modernen Schamottziegeln und Lehm verschlossen. An unterschiedlichen Stellen waren am Ofen schon beim Bau Öffnungen für Temperatursensoren vorgese-

hen, von denen nun 10 Stellen auf drei Ebenen mit den entsprechenden Sensoren bestückt wurden. Die Temperatur konnte so ständig überwacht werden. Der Ofen wurde langsam über 12 Stunden bis zu einer Temperatur von etwas über 1.000 Grad aufgeheizt. Die Temperatur wurde über einen Zeitraum von einer Stunde konstant gehalten. Danach konnte der Ofen langsam mit – wegen der kalten und windigen Witterung – reduzierten Schüröffnungs- und Kaminweiten auskühlen. Am nächsten Tag wurden die Gefäße dann gegen 15:00 Uhr entnommen. Es zeigte sich, dass sich mit dem so rekonstruierten Ofen sehr gute Brennergebnisse erzielen lassen. Lediglich zwei der 144 gebrannten Keramikobjekte wiesen Risse auf.

Nach dem erfolgreichen Funktionstest im November 2017 wurde der Brennofen am 9. Oktober 2018 zum Brennen der für den Testbetrieb des großen Glasofens erforderlichen Ofentüren ein weiteres Mal betrieben. Für eine Brenndauer von 8 Stunden bei einer Maximaltemperatur von über 1.000 °C an allen Messpunkten waren nur 126 kg Brennholz erforderlich, was für eine hohe Effizienz des Ofens spricht.

Zuzüglich zum Brennofen wurden auch noch zwei fußbetriebene Drehscheiben angeschafft. Diese entsprechen nicht ganz dem historischen Vorbild und sollen im Laufe der Zeit noch durch vorbildgetreue Rekonstruktionen ausgetauscht werden.

Um aber dem Besucher die unterschiedlichen Herstellungstechniken zu zeigen, sind die vorhandenen Drehscheiben im Moment ausreichend. Im Rahmen verschiedener Projekte kann an der Drehscheibe die Herstellung von Keramikgefäßen vorgeführt bzw. selbst ausprobiert werden. Anschließend können die hergestellten Gefäße dann im rekonstruierten Töpferofen gebrannt werden.

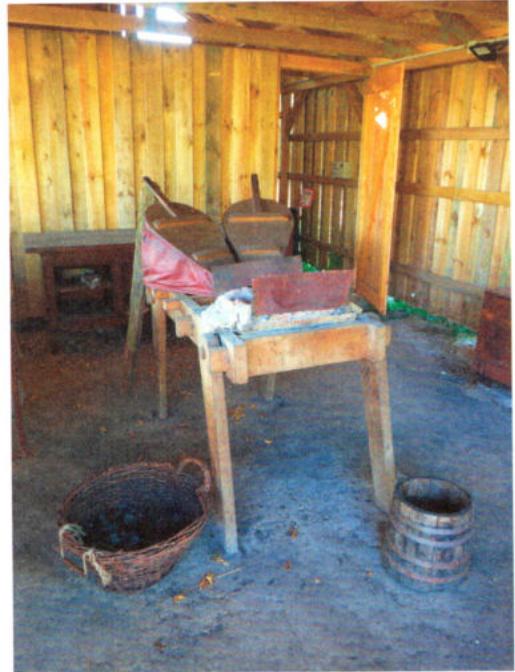


Abb. 9: Schmiede. – Blacksmith workshop.

Die Schmiede und Buntmetallverarbeitung

Eine römische Schmiede dient als weiterer Arbeitsbereich (Abb. 9) und wird ebenso wie die Töpferei häufig betrieben. Den Mittelpunkt bildet eine Feldesse, die von Martin Becker, der bis 2016 als „römischer“ Schmied sowohl Handwerk vorgeführte, als auch nach antikem Vorbild Metallgerätschaften rekonstruiert hat, erworben werden konnte. Ebenso konnte von Martin Becker rekonstruiertes Werkzeug übernommen werden. Zusätzlich wurde auch noch eine moderne Esse sowie modernes Schmiedewerkzeug angeschafft. Im Zuge von weiteren Projekten in den nächsten Jahren sollen in dieser Schmiede Gerätschaften und Werkzeuge rekonstruiert werden, wie sie auch in der Villa Borg aus der römischen Zeit nachgewiesen wurden. Diese sollen dann auch bei weiteren geplanten Projekten zum Thema Landwirtschaft und Hausbau

in Gebrauch genommen werden. Für die Zukunft ist auch ein Projekt in Planung, dass sich mit der Eisenverhüttung beschäftigen soll. Dazu soll ein Rennofen entstehen, in dem vor Ort Eisen verhüttet werden kann.

Auch die Buntmetallverarbeitung (Herstellung von Fibeln usw.) soll in die Schmiede integriert werden. Dass auch in der Villa Borg Buntmetall zumindest weiter bearbeitet worden ist, lässt sich über die Funde von Werkzeugen für diesen Zweck belegen. Ein erstes Projekt zum Buntmetallguss fand bereits 2018 in der Schmiedewerkstatt der Villa Borg im Rahmen des von Bettina Birkenhagen und Frank Wiesenberg am Archäologischen Institut der Universität zu Köln gehaltenen Seminars „Heißes Eisen. Diskussion von römischen Metallfunden und Schmiedewerkstätten in den Nordwestprovinzen“ statt. Weitere Projekte sollen folgen.

Neben der Möglichkeit, in den Werkstätten antike Herstellungstechniken zu erproben und vorzuführen, ist es auch ein Anliegen, Studenten die Möglichkeit zu geben, mit unterschiedlichen Materialien zu arbeiten und deren Verarbeitungsweisen und Eigenschaften kennenzulernen. Wir stellen immer wieder fest, dass die jüngere Studentengeneration keinerlei Kenntnis von den Materialeigenschaften hat und somit auch nicht in der Lage ist, Texte und Publikationen in diesem Zusammenhang kritisch zu bewerten. Universitäre Veranstaltungen, die sowohl aus einem theoretischen Teil (Vorlesungen, Übungen, Seminare) als auch einem praktischen Teil bestehen (Mitarbeit bei den Projektwochen, eigene Versuche), werden bereits umgesetzt.

Eine enge wissenschaftliche Zusammenarbeit mit den archäologischen und historischen Fachrichtungen der Universität Saarbrücken ist schon seit mehreren Jahren etabliert, aber auch die Zusammenarbeit mit weiteren Universitäten (Köln, Trier usw.) wird weiter vorangetrieben. Die

Werkstätten stehen darüber hinaus allen interessierten Kollegen für eigene Versuche offen.

Gleichzeitig ist es uns aber auch wichtig, Kinder und Jugendliche an die unterschiedlichen Handwerke heranzuführen und sie ihnen näher zu bringen, aber auch bei erwachsenen Museumsbesuchern das Bewusstsein für Handwerke zu schärfen, die Gefahr laufen, in Vergessenheit zu geraten.

Literatur

HEEGE, A. 1997: Hambach 500 – Villa rustica und früh- bis hochmittelalterliche Siedlung Wüstweiler (Gemeinde Niederzier), Kreis Düren. Rheinische Ausgrabungen 41. Köln, Bonn 1997.

HILL, D. 2016: Ennion and Mould-blown Roman Glass Vessels of the First Century AD at the Borg Furnace Project 2014 / Ennion und formgeblasene römische Glasgefäße des 1. Jahrhunderts n. Chr. beim Borg Furnace Project 2014. In: B. Birkenhagen, F. Wiesenberg (Hrsg.), Experimentelle Archäologie: Studien zur römischen Glastechnik 1. Schriften des Archäologieparks Römische Villa Borg 7 = ARCHEOglas 3. Merzig 2016, 24-46.

HÖPKEN, C. 2005: Die römische Keramikproduktion in Köln. Kölner Forschungen 8. Mainz 2005, 318-319.

LE NY, F. 1988: Les fours de tuiliers gallo-romains – Méthodologie – Étude technologique, typologique et statistique – Chronologie. Documents d'archéologie française 12. Paris 1988.

WIESENBERG, F. 2014: Experimentelle Archäologie: Römische Glasöfen. Rekonstruktion und Betrieb einer Glashütte nach römischem Vorbild in der Villa Borg. Borg Furnace Projekt 2013. Schriften des Archäologieparks Römische Villa Borg 6 = ARCHEOglas 2. Merzig 2014.

WIESENBERG, F. 2015: Das römische Glasofenprojekt im Archäologiepark Römische Villa Borg ("Borg Furnace Pro-

ject") – Rekonstruktion und erste Betriebsphasen. Experimentelle Archäologie in Europa 14. Bilanz 2015, 73-82.

WIESENBERG, F. 2016a: Durchblick schaffen – zur römischen Flachglasherstellung / Making Flat Roman Window Glass. In: B. Birkenhagen, F. Wiesenberg (Hrsg.), Experimentelle Archäologie: Studien zur römischen Glastechnik 1. Schriften des Archäologieparks Römische Villa Borg 7 = ARCHEOglas 3. Merzig 2016, 47-71.

WIESENBERG, F. 2016b: Eine runde Sache – Rekonstruktion des kuppelförmigen Fensterglases des Archäologieparks Römische Villa Borg / Reconstructing Domed Roman Window Glass. In: B. Birkenhagen, F. Wiesenberg (Hrsg.), Experimentelle Archäologie: Studien zur römischen Glastechnik 1. Schriften des Archäologieparks Römische Villa Borg 7 = ARCHEOglas 3. Merzig 2016, 72-89.

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. 2017: Zur Herstellung römischer Rippenschalen. Resultate aus dem Borg Furnace Project 2015. Experimentelle Archäologie in Europa 16. Jahrbuch 2017, 104-115.

WIESENBERG, F. 2018: Heißes Rätsel: Römische Rippenschalen. In: C. Pause (Hrsg.), Römer zum Anfassen. Mythos und Fakten. Neuss 2018, 52-58.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: Archäologiepark Römische Villa Borg

Abb. 2: Archäologiepark Römische Villa Borg, Foto: Inken Vogt

Abb. 3-4: Foto: Frank Wiesenberg

Abb. 5-6: Abgebildet: Frank Wiesenberg, Foto: Manuela Arz

Abb. 7-9: Archäologiepark Römische Villa Borg, Foto: Bettina Birkenhagen

Autoren

Dr. Bettina Birkenhagen
Archäologiepark Römische Villa Borg
Im Meeswald 1
66706 Perl-Borg
Deutschland
b.birkenhagen@villa-borg.de
www.villa-borg.de

Frank Wiesenberg
Museumspädagogische Dienstleistungen
und EDV-Service
Stammheimer Str. 135
50735 Köln
Deutschland
info@glasrepliken.de
www.frankwiesenberg.de
www.glasofenexperiment.de
www.glasrepliken.de

Zu den Grenzen der Darstellbarkeit in der Living History

Rüdiger Schwarz

Summary – On the limits of representability in Living History. Several different categories are present within staged history presentation, which are not always clearly distinguishable in practical work. Living History, roleplaying, museum theatre, as well as reenactment are among the varying kinds of presentation that have been described conceptually and contextually. Depending on the type of representation, specific difficulties occur in respect to acting and comprehensibility for the audience.

The theoretical discourse about different types of presentation is mainly conducted among museum professionals and academics in the relevant subjects. Among the – in many cases very engaged and well-informed – reenactors this discussion is often less pronounced. For example, according to the self-expression of several Roman reenactment-groups, a clear distinction between reenactment and Living History is not being made. At the same time, education plays an important part in their activities.

Based on examples from the writer's practical museum work, problems are described that occur with the embodiment of certain persons, subjects and contents.

These concern questions of practicability and representativeness, as well as authenticity. Important questions are whether historic celebrities can be represented convincingly, how children can be included in the presentation and to what extent historic presentations with several levels can be arranged, virtually a role in the role.

The article endorses the use of Living History in general and proposes to try out different kinds of arrangements, which favorably should be suited to cause reactions in the visitors. Of course, authenticity is a crucial point in this context but the deciding factor is the contributors' attitude towards historic content and education.

Keywords: Living history, reenactment, roleplay, museum theatre, Roman, Wilhelminian
Schlagworte: Living History, Reenactment, Rollenspiel, Museumstheater, römisch, wilhelminisch

Kategorien und Begriffe

Innerhalb der inszenierten Geschichtsdarstellung wird zwischen unterschiedlichen Kategorien und Vermittlungsformen differenziert, die in der Praxis nicht immer trennscharf voneinander abgegrenzt wer-

den können. Von Living History über Rollenspiel, Geschichts- und Museumstheater bis hin zum Reenactment sind diverse Spielarten begrifflich und inhaltlich beschrieben worden. Die jeweiligen Darstellungsformen gehen vielfach mit spezifischen Zielsetzungen einher und bieten

unterschiedliche Möglichkeiten hinsichtlich der Anschaulichkeit, des Unterhaltungswertes und der Vermittlung historischer Inhalte. In umfassenden Beiträgen zum Thema ist die gesamte Bandbreite dieser Art der Geschichtsdarstellung sowie ähnlicher Arrangements angesprochen worden (z. B. KLÖFFLER 2008; BRAND-SCHWARZ 2010; HOCHBRUCK 2013; STAHL 2015). In dem vorliegenden Beitrag liegt der Fokus auf der praktischen Museumsarbeit und es werden ausschließlich diejenigen Formen der Living History behandelt, die der Vermittlung historischer Inhalte dienen. Anknüpfend an DE JONG (2008, 66) werden dementsprechend rein kommerzielle Vorführungen sowie Veranstaltungsformen, die vorrangig dem eigenen Vergnügen der Beteiligten dienen, nicht berücksichtigt. Vor diesem Hintergrund sollen nachfolgend einige für den vorliegenden Beitrag wesentliche Begriffe kurz angesprochen werden.

Living History sowie die deutschen Entsprechungen „Lebendige Geschichte“ bzw. „gelebte Geschichte“ umfassen vorrangig Alltagsdarstellung vergangener Zeiten, präsentiert in der Kleidung der dargestellten Zeit und häufig in Form von Rollenspiel. Dabei handelt es sich keineswegs um exakte Abbildungen der jeweiligen Epoche, sondern immer um historische Interpretationen (KLÖFFLER 2008, 135f.).

Der Begriff Reenactment wird vielfach von dem der Living History abgegrenzt. Dabei handelt es sich um das Nachstellen konkreter geschichtlicher Ereignisse, oftmals von Schlachten (KLÖFFLER 2008, 135f.). Beim Reenactment steht die Immersion, das sich Hineinversetzen in die jeweilige Situation, statt der Vermittlung historischen Wissens im Vordergrund und sie werden tendenziell eher als geschlossene Veranstaltungen arrangiert (FABER 2008, 129ff.; HOCHBRUCK 2013, 92ff.).

„Geschichtstheater sind Präsentations- und Aneignungsformen historischer Er-

eignisse, Prozesse und Personen mit Praktiken des Theaters – Kostümierung, personalisierende Dramatisierung, Inszenierung – im öffentlichen und halböffentlichen Raum.“ HOCHBRUCK (2013, 11) präsentiert damit eine schlüssige und anwendbare Definition des Oberbegriffs „Geschichtstheater“ und gibt ihm den Vorzug vor der Bezeichnung Living History (vgl. HOCHBRUCK 2008, 46), da dieser oxymoronisch ist. Schon FABER (2008, 120) vertritt die Auffassung, dass die Bezeichnung Living History wissenschaftlich nicht haltbar sei und verwendet als begriffliche Alternative „Gespielte Geschichte“. Der innere Widerspruch von „Living History“ besteht darin, dass die Geschichte eben nicht zum Leben erweckt werden kann, da die Vergangenheit unwiederbringlich vorüber ist (auch RENTZHOG 2008, 381). Dies ist zweifellos und uneingeschränkt richtig. Allerdings ist den Besuchern ebenso wie den historischen Darstellern bei inszenierten Geschichtsdarstellungen jederzeit bewusst, dass Sie nicht wirklich in eine vergangene Zeit reisen, sondern sich in einem Museum befinden (vgl. RENTZHOG 2008, 381f.). Insofern scheint die geäußerte Kritik an dem Begriff Living History eher akademischer Natur als an der musealen Praxis orientiert zu sein. Nach Selbstaussage vieler Ausübender ist das erklärte Bestreben der Living History, die Vergangenheit möglichst lebendig darzustellen und damit für die Anwesenden quasi erlebbar zu machen. Das implizierte Versprechen einer tatsächlichen Zeitreise kann dabei selbstverständlich niemals eingelöst werden. Gerade in dieser feinen Ironie liegt nach Meinung des Verfassers die Stärke des Begriffs Living History, die im Hinblick auf die oftmals spielerische Annäherung an die Vergangenheit durchaus angemessen erscheint.

Dass sich die Lebensumstände historischer Epochen – Körpergröße, hygienische Verhältnisse, Krankheiten, Mangel-

erscheinungen, Weltanschauung, religiöse Vorstellungen, durchgehende Verwendung authentischer Materialien und Herstellungstechniken etc. – nicht vollumfänglich realitätsgetreu wiedergeben lassen, ist vielfach erörtert worden und soll hier nicht näher ausgeführt werden. Unabhängig von diesen Einschränkungen bietet Living History die Möglichkeit, viele Aspekte des Lebens vergangener Zeiten näherungsweise darzustellen, und zwar in einer im Vergleich zu Texten, Vorträgen und rein faktenbasierten Führungen erheblich anschaulicheren Weise. Eine wesentliche Frage ist, welche der vielen Formen von Geschichtsdarstellungen und der Vermittlung historischen Wissens bereits als Living History bezeichnet werden können und welche nicht. Nicht zuletzt vor diesem Hintergrund bleibt eine allgemeine Definition des Begriffs schwierig.

Römergruppen und ihr Selbstverständnis

Der theoretische Diskurs über die Benennung der verschiedenen Vermittlungs- und Darstellungsformen wird vielfach innerhalb der Fachwelt zwischen Museumsmitarbeitern und Berufsakademikern der entsprechenden Fachrichtungen geführt. Unter den – häufig sehr engagierten und kundigen – Geschichtsdarstellern ist er zumeist weniger ausgeprägt. Die inhaltliche Auseinandersetzung mit den geschichtlichen und archäologischen Themen sowie der Anspruch einer adäquaten Umsetzung in der Darstellung sind dagegen in der Szene weit verbreitet. Ein Blick auf das Selbstverständnis praktizierender Darsteller kann in diesem Zusammenhang durchaus erhellend sein. Die folgende Zusammenstellung von Römergruppen, von denen die meisten in den vergangenen Jahren im Römerkastell Saalburg an Veranstaltungen mitgewirkt haben, präsentiert exemplarisch die jeweiligen Begriffe, die sie für ihre Aktivitäten verwenden:

Die 1. Römerkohorte Opladen betreibt „Geschichte zum Anfassen“, wobei „Handlungen des militärischen Alltags lebendig dargestellt“ werden sollen und Vermittlung im Vordergrund steht (roemercohorte.de).

Die 4. Vindelikerkohorte widmet sich dem „Reenactment-Hobby“ und bezeichnet „Reenactment oder Living History“ als möglichst authentische Nachstellung historischer Ereignisse und Lebensumstände. Dabei stehen die museumspädagogische Aufarbeitung sowie das eigene Erleben gleichrangig nebeneinander (vindelikerkohorte.de).

„Das angestrebte Ziel der Legio I Germanica ist die Ausübung und Förderung der lebendigen Geschichtsdarstellung“. Dies geschieht in „Anlehnung an die weltweite Bewegung Living History“ mit deutlichem Bezug zur Wissensvermittlung (legio-prima-germanica.de).

Die Legio XXI Rapax hat sich zum Ziel gesetzt „in Gestalt des so genannten Reenactments“ den militärischen Alltag sowie die Fähigkeiten und Geisteswelt möglichst authentisch nachzuempfinden. Auch hier stehen Vermittlung und eigenes Erleben nebeneinander und der Anspruch der Gruppe, gesammeltes Wissen weiterzugeben, wird ausdrücklich betont (LEGIO XXI RAPAX).

„Die Zugmantel Cohorte ist eine Reenactmentgruppe“, die auch in eigener Regie verschiedene Formate der Geschichtsvermittlung anbietet. Dabei soll die „Nähe zur dargestellten Zeitgeschichte sichtbar sein“ (zugmantelkohorte.de).

Die Mitglieder der Cohors I Praetoria „Erwecken die Prätorianer zu neuem Leben“ und sind „seit einigen Jahren in diversen Reenactment-Gruppen tätig“ (cohorspraetoria.com).

Die Vexillatio Legio VIII Augustae ist eine „Interessengemeinschaft für experimentelle Archäologie und Geschichtsdarstellung“ und hat nach eigener Auskunft „nie so genanntes Reenactment praktiziert“,



Abb. 1: Vorführung historischer Wollverarbeitung beim Römermarkt. – Presentation of historic wool processing at the Roman market event.

sondern sieht „ihren Schwerpunkt in der museumspädagogischen Arbeit“ (frasdorf.org). Diese selbst zugeschriebene Sonderstellung der Gruppe innerhalb der Szene ist insofern berechtigt, als sie bei verschiedenen Gelegenheiten an wissenschaftlichen Tagungen wie der ROMEC oder dem Limes-Kongress mit Vorträgen und Vorführungen mitgewirkt, eigene Museumsausstellungen konzipiert und Rekonstruktionen für Museen angefertigt hat. Ihre Vorführungen im Rahmen von Museumsveranstaltungen unterscheiden sich jedoch nicht grundlegend von dem, was die übrigen Gruppen als Reenactment bezeichnen.

Auffällig an dieser Zusammenstellung ist, dass innerhalb der Römergruppen keine ausdrückliche Unterscheidung zwischen den Begriffen „Reenactment“ und „Living History“ vorgenommen wird. Die Mehrzahl der Gruppen bezeichnet ihr Tun als Reenactment, hat aber gleichzeitig den Anspruch einer lebendigen Geschichtsdarstellung, sodass hier offenbar kein formaler oder inhaltlicher Widerspruch besteht und die Begriffe praktisch synonym verwendet werden können. Das oben angeführte Charakteristikum der Immersion, des Eintauchens in eine andere Welt als vorrangiges Ziel des Reenactments und

Unterscheidungsmerkmal zur Living History ist in diesem Zusammenhang folglich nicht erkennbar. Auch eine Abgrenzung vom Reenactment zur Vermittlung für den Zuschauer bzw. Museumsbesucher ist bei diesen Gruppen ausdrücklich nicht vorhanden.

Aus eigener Anschauung von zahlreichen Veranstaltungen ist dem Verfasser bekannt, dass eines der wichtigsten Anliegen der genannten Römergruppen die Vermittlung von Wissen zur antiken Lebenswirklichkeit ist, was schon daran deutlich wird, dass viele Gruppen vorzugsweise im Rahmen von Museumsveranstaltungen u. dgl. öffentlich auftreten, bei denen der Bildungsanspruch implizit ist. Ob es sich mit der Verwendung der Begrifflichkeiten bei Darstellern anderer Epochen grundlegend anders verhält, wäre noch zu untersuchen.

Aus der Museumspraxis

Die Einsatzmöglichkeiten von Living History im musealen Bereich sind durchaus vielfältig, wobei sich vor allem klassische Freilichtmuseen dieses Mittels bedienen. Dies hängt sicherlich damit zusammen, dass Freilichtmuseen schwerpunktmäßig die Zeit des 18.-20. Jahrhunderts behandeln und über entsprechende Gebäude, Sammlungen und Dokumente verfügen. Die Datengrundlage für diese Zeiten ist oftmals sehr umfassend und ermöglicht eine detaillierte Recherche für die Zusammenstellung geeigneter Szenarien und Personenbiografien, die in eine lebendige Geschichtsdarstellung einfließen können. Je weiter die behandelten Zeitstellungen in die Vergangenheit zurückreichen, desto lückenhafter ist die Überlieferung archäologischer und schriftlicher Quellen. Inszenierte Darstellungen auf Basis dieser Quellenlage sind zwangsläufig ungleich spekulativer als solche zu jüngeren Epochen (vgl. STURM 2016, 200f.). Dieser Umstand ist sicherlich eine



Abb. 2: Kampfvorführung im Rahmen einer Museumsveranstaltung. – Fighting demonstration at a public museum event.



Abb. 3: Ein Reenactor stellt Julius Caesar dar. – Reenactor representing Julius Caesar.



Abb. 4: Kaiser Wilhelm II. bei einem Besuch der Saalburg 1906. – Emperor Wilhelm II. visiting the Saalburg in 1906.

wesentliche Erklärung dafür, dass Living History, insbesondere in ihrer ausgeprägt theatralischen Form, in archäologischen Museen weniger verbreitet ist.

Dennoch bieten sich auch bei archäologischen Themen diverse Möglichkeiten für eine Anknüpfung an diese Methode. Das Römerkastell Saalburg hat dafür in mehrfacher Hinsicht gute Voraussetzungen: zum einen bietet das rekonstruierte römische Kastell eine ausgezeichnete Umgebung für historische Inszenierungen. Sobald der vorhandenen Architektur historisch gekleidete Darsteller mit passender Ausrüstung und Requisiten hinzugefügt werden, ist der Zeitsprung in die belebte Antike ohne weiteres zu vollziehen. Zum anderen kann in der Saalburg inhaltlich konsistent neben der römischen auch die wilhelminische Epoche, die Zeit des Wiederaufbaus des Kastells, vorteilhaft in

Szene gesetzt werden. Und schließlich ist die Inszenierung – auch mit entsprechend kostümierten Mitwirkenden – schon in der Frühzeit der musealen Tätigkeit ein beliebtes Mittel der Darstellung gewesen.

Zu den grundlegenden Formaten, die Elemente der Living History aufgreifen, gehören Museumsführungen in römischer Kleidung, die zu bestimmten Veranstaltungen, insbesondere an Wochenenden und in den Schulferien angeboten werden. Inhaltlich unterscheiden sich diese nicht von anderen Führungen, die Ausstattung kann aber selbst zum Thema gemacht werden und bietet damit einen unmittelbaren Anknüpfungspunkt an die antiken Lebensverhältnisse. Zudem sind die römisch gekleideten Personen gewissermaßen Teil der Inszenierung in der historischen Umgebung und als Mitarbeiter und Ansprechpartner sofort erkennbar.



Abb. 5: Verschiedene wilhelminische Charaktere. – Different Wilhelminian characters.

Dass es sich bei diesen „Kostümführungen“ schon um Living History handelt, kann durchaus in Frage gestellt werden (vgl. WALZ 2008, 19f.), jedoch bietet schon die antike Kleidung an sich, wie beschrieben, einen Mehrwert für die museale Vermittlung.

Zu den weiteren gängigen Formaten gehören Vorführungen römischer Handwerkstechniken durch entsprechende Fachleute (Abb. 1), zumeist im Rahmen von Thementagen, Familientagen oder dem Römermarkt. Der militärischen Umgebung des Kastells angemessen sind natürlich auch römische Soldaten vor Ort, die das Alltagsleben im Marschlager zeigen und in Vorführungen das Exerzieren sowie Kämpfe mit verschiedenen Waffen demonstrieren (Abb. 2).

Auch Inszenierungen bestimmter Anlässe eignen sich gut für Living History-Vorführungen. Im Laufe der Jahre sind in der Saalburg so unterschiedliche Dinge wie Gladiatorenkämpfe, religiöse Opferzere-

monien, historische Musikdarbietungen, der Auftritt eines römischen Poeten mit Übersetzer, Festumzüge und eine römische Hochzeit inszeniert worden, teilweise von externen Gruppen und teilweise in Eigeninitiative der Belegschaft und engagierter Honorarkräfte sowie in Kombinationen verschiedener Beteiligten.

Darstellung prominenter historischer Persönlichkeiten

Während die Darstellung alltäglicher Situationen und gewöhnlicher Menschen glaubwürdig umgesetzt werden kann, gestaltet sich dies bei prominenten Persönlichkeiten mit gehobenem gesellschaftlichem Status erheblich schwieriger. Im Rahmen einer Veranstaltung mit einem römischen Soldatenlager verkörperte ein Mitwirkender der renommierten französischen Römergruppe Legion VIII Augusta Julius Caesar (Abb. 3), mit einer Ausstattung von ansprechender Qualität, sodass



Abb. 6: Germanen- und Römergruppe in der Saalburg im Jahre 1900. – Party of Germans and Romans at the Saalburg in 1900.

die Figur an sich durchaus überzeugend wiedergegeben wurde. Der Kontext der Darstellung jedoch ist problematisch, wobei die rund 250 Jahre Zeitunterschied zwischen den Lebensdaten Caesars und dem rekonstruierten Zustand der Saalburg oder die Zusammensetzung der Truppen aus frühkaiserzeitlichen Legionären und Auxiliaren des 2. Jahrhunderts noch die geringsten Schwierigkeiten machen. Einen derartig herausragenden Feldherren mit einer Truppe von nur rund 30 Soldaten zu zeigen, wobei er sich frei und ohne Leibwache und Bedienstete über das Gelände bewegt, wird seiner tatsächlichen Stellung kaum gerecht und erscheint daher wenig realistisch. Das gezeigte Arrangement insgesamt mag in der Tat als grenzwertig empfunden werden, da die Präsentation der Gruppe an sich qualitativ und für die Besucher gleichermaßen lehrreich wie unterhaltsam ist, die

beschriebenen Brüche jedoch ein falsches historisches Bild vermitteln können.

Aus ganz ähnlichen Gründen wurde bei den Veranstaltungen zur wilhelminischen Ära bislang darauf verzichtet, die Person Kaiser Wilhelm II. darzustellen, obwohl er als Antikenfreund und zentraler Förderer vielfach auf der Saalburg zugegen war. Das hauptsächliche Problem einer glaubwürdigen Darstellung ist die kaiserliche Entourage mit umfangreichem Fuhrpark und einer großen Zahl von Persönlichkeiten, die das Auftreten des Kaisers stets begleiteten und für ein realistisches Bild unabdingbar sind (Abb. 4). Eine Inszenierung, die den historisch belegten Verhältnissen gerecht wird, erfordert einen ganz erheblichen Aufwand, der die Möglichkeiten des Museums im Rahmen der gängigen Veranstaltungsformate bei weitem übersteigt.

Darstellbare wilhelminische Charaktere

Seit einigen Jahren steht der Unesco-Welterbetag Anfang Juni regelmäßig im Zeichen der wilhelminischen Zeit. Zu diesem Anlass wird jeweils ein Thementag mit zeitgenössischen Darstellern, Inszenierungen und Angeboten zum Zuschauen und Mitmachen veranstaltet (SCHWARZ 2017). Dieser gut dokumentierte Zeitschnitt ist mit vielen originalen Schriftstücken, zeitgenössischen Berichten, Zeichnungen und Fotografien im Saalburgarchiv repräsentiert und bietet somit eine enorme Fülle an Informationen zur öffentlichen Wahrnehmung der Kastellrekonstruktion, den damaligen Forschungsinteressen, der Antikenrezeption und dem Auftreten der preußischen Repräsentanten. Damit ergeben sich zahlreiche Anknüpfungspunkte für Rollenfiguren, die in ihrer Darstellung auf die jeweiligen Aspekte Bezug nehmen können. Die nach wie vor vorhandenen originalen Requisiten aus dieser Zeit können dabei die Ausgestaltung der Szenarien ergänzen. Auf diese Weise lässt sich ein schlüssiges Bild mit diversen Facetten der damaligen gesellschaftlichen Verhältnisse entwerfen, das die beteiligten Akteure durch Rollenspiel mit unterschiedlichen Charakteren realitätsnah und akzentuiert ausgestalten. Das Museumstheater aus dem Freilichtmuseum Hessenpark und die Partnerschaft für historische Interpretationen „Facing the Past“ sind mit ihren versierten Darstellern an der Durchführung der Veranstaltungen maßgeblich beteiligt. Dabei ist der Sergeant der preußischen Ordnungspolizei als Gesetzeshüter ebenso vertreten wie der militärbegeisterte Mitarbeiter der Firma Krupp, dessen patriotische Äußerungen heutigen Zuhörern mindestens grenzwertig erscheinen dürften. Auch seine Gattin, eine kunstsinnige Dame, die in Aquarellmalerei dilettiert sowie eine Landfrau, deren direkte, scheinbar unbedarfte Kommentare oftmals regel-

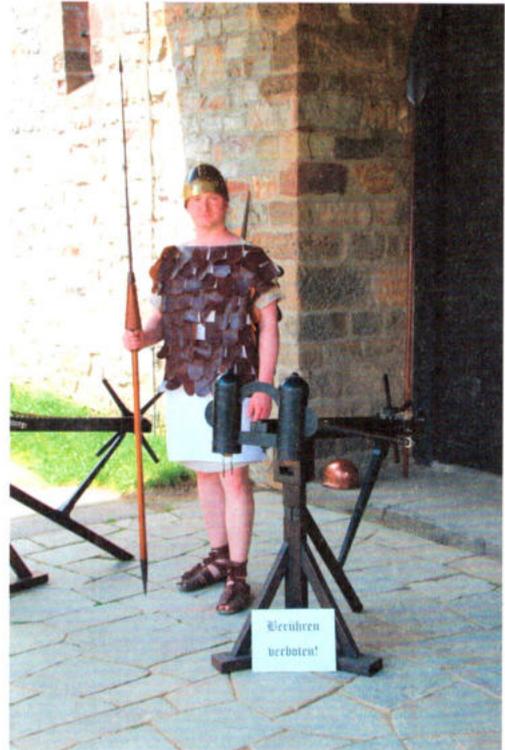


Abb. 7: Ein preußischer Soldat in der Rolle eines römischen Legionärs. – A Prussian soldier representing a Roman legionary.

recht entlarvend sind, tragen zur vielschichtigen Inszenierung bei. Mit von der Partie sind auch ein technisch versierter preußischer Ingenieursoffizier, eine Frau mit mobiler Kaffeeküche und ein Fotograf, der im Rollenspiel die Akteure und die Museumsbesucher zu einem Rundgang animiert und zum Abschluss einige der involvierten Darsteller zum Gruppenfoto versammelt (Abb. 5). Auf die Rollenfiguren des römischen Soldaten und der Lehrerin mit Schülern wird in den folgenden Abschnitten näher einzugehen sein.

Ein Versuch: die Rolle in der Rolle

Die beiden historischen Ebenen der Saalburg, die Funktion als Grenzkastell am Limes in römischer Zeit und der Wiederaufbau des Kastells als Museum um 1900,



Abb. 8: Die Ermordung Julius Caesars als Theaterszene. – *The assassination of Caesar as a theatre scene.*

ermöglichen eine mehrschichtige Geschichtsvermittlung. Die mehr als einhundertjährige Tradition des Saalburgmuseums ist dabei selbst schon historische Dimension, sodass das Aufgreifen der Gründungszeit die eigene Geschichte des Hauses auf der Meta-Ebene thematisiert (PFENNINGER 2016). Die Antikenrezeption ist dabei ein zentrales Thema, unterscheidet sich doch die heutige Auffassung von den Verhältnissen im Römischen Reich in vielen Punkten von den damaligen Vorstellungen. Schon in der Frühzeit der Saalburg kamen bei besonderen Anlässen, etwa der Grundsteinlegung der Principia, bei Römerfesten oder Filmaufnahmen historische bzw. historisierende Kostümierungen zum Einsatz (Abb. 6) Aus heutiger Sicht erscheinen diese vielfach befremdlich oder geradezu grotesk, bieten aber einen guten Anknüpfungspunkt für eine kontrastierende Darstellung. Vor diesem Hintergrund wurde ein römischer

Soldat nach wilhelminischer Vorstellung ausgestattet, mit eigens angefertigtem „Lederschuppenpanzer“ sowie entsprechenden originalen Requisiten aus der damaligen Zeit (Abb. 7). Da historisch belegt ist, dass für die Darstellung „römischer Legionare“ preußische Rekruten eingesetzt wurden, wurde diese Konstellation auch für die Nachstellung gewählt und in einem entsprechenden Konzept festgehalten (WEISGERBER 2016). In der Praxis bereitet die Umsetzung dieses reizvollen Szenarios einige Schwierigkeiten. Für die Besucher ist nicht ohne Weiteres ersichtlich, dass es sich um eine Rolle in der Rolle handelt. Die Ebene des preußischer Soldaten wird allzu leicht übersehen und nur der dargestellte Römer wahrgenommen. Mehr noch, es gab sogar Besucher, denen sich nicht einmal die anachronistische Römerdarstellung erschloss und die ihr Unverständnis darüber äußerten, wie man Römer und preu-

ßische Darsteller gemeinsam auftreten lassen könne. Auch hier ist offenbar eine Grenze der Vermittlungsform Living History erreicht und die Notwendigkeit gegeben, die Doppelbödigkeit des Szenarios in ihrem historischen Kontext zu erläutern.

(Un)missverständliche Rollen

Die Verständlichkeit von Living History ist grundsätzlich ein wichtiger Faktor und im Idealfall sollten die im Rollenspiel dargestellten Sachverhalte ohne zusätzliche Erläuterungen verständlich sein (WALZ 2008, 21). Die unmittelbare szenische Veranschaulichung von Geschichte ist ja die eigentliche Stärke dieser Vermittlungsform, birgt aber gerade deswegen die Gefahr, falsche Bilder zu erzeugen oder – wenn diese schon vorhanden sind – zu manifestieren. In gewissen Fällen ist eindeutig erkennbar, dass mit theatralen Vorführungen im Museum eine authentische Geschichtsdarstellung gar nicht beabsichtigt ist. So wurde etwa bei einer Veranstaltung zu den „schönen Künsten in der Antike“ die dramatisierte Ermordung Julius Caesars nach William Shakespeare den Museumsbesuchern als eigenständige Szene vorgeführt (Abb. 8), ohne direkten Bezug zum Spielort und seinem historischen Kontext.

In dieser Hinsicht handelt es sich eigentlich gar nicht um Living History, sondern um eine Theateraufführung in einer historischen Kulisse, in diesem Fall dargeboten von Schauspielern der Dramatischen Bühne Frankfurt. Interessant ist die Beobachtung, dass andere bei dieser Gelegenheit frei dargestellte Charaktere völlig anders wahrgenommen wurden. Die Schauspieler waren an dem betreffenden Wochenende mit diversen Walking Acts, sich frei im Gelände bewegendem Darstellern, vor Ort, die Szenen mit Antikenbezug aufführten. Unter anderem traten zwei phantasievoll mit Theaterrequisiten ausgestattete Schauspieler auf, die im Kontext des

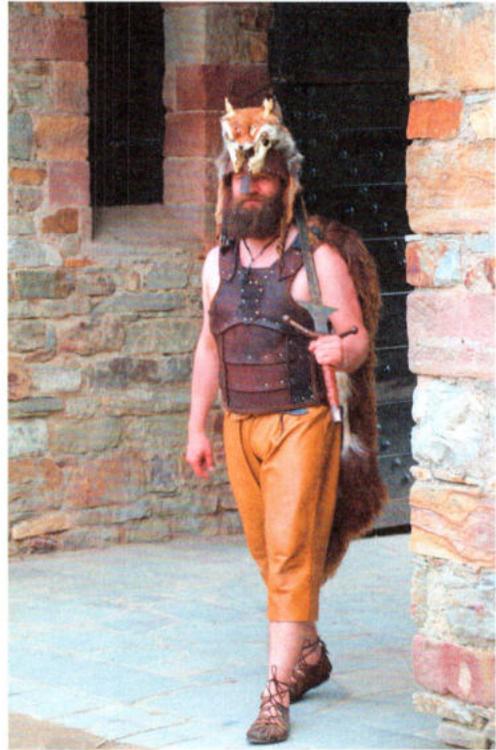


Abb. 9: Klischeehafte Darstellung eines „Barbaren“. –Clichéd representation of a “barbarian“.

Limeskastells von vielen Besuchern unmittelbar als Menschen „von der anderen Seite des Limes“, also Germanen, identifiziert wurden (Abb. 9). Die Tatsache, dass sie eigentlich nichts an sich hatten, das man archäologisch betrachtet mit Germanen in Verbindung bringen könnte, war dabei offenbar vollkommen unerheblich. Die Erfüllung eines klischeehaften Barbarenbildes war für eine Zuordnung vollkommen ausreichend.

Puristische Vertreter der Living History mögen derartige Arten der Inszenierung für unangemessen halten, da sie nicht die eigentlichen historischen Verhältnisse darstellen, sondern lediglich historisierende Adaptionen oder klischeehafte Verzerrungen der geschichtlichen Realität präsentieren. Sie haben nach meiner Auffassung aber insofern ihre Berechtigung im Museumsprogramm als sie mit den Seh-

gewohnheiten brechen und so unmittelbare Reaktionen bei den Besuchern hervorrufen. Damit ist der Anstoß für eine Auseinandersetzung mit den musealen Inhalten und möglicherweise sogar dem eigenen Geschichtsbild gegeben.

Gab es früher eigentlich Kinder?

In den bislang in diesem Beitrag angeführten Beispielen zu Museumsveranstaltungen fehlen Kinder nahezu völlig, obwohl sie für eine realistische Living History-Darstellung in vielen Fällen unverzichtbar sind. In allen historischen Epochen, von der Ur- und Frühgeschichte bis in die Neuzeit, dürften Kinder und Jugendliche den weitaus größten Anteil der Bevölkerung ausgemacht haben. Es wird aber aus praktischen Gründen in aller Regel nicht möglich sein, diese Tatsache bei Inszenierungen in angemessener Form abzubilden (vgl. RENTZHOG 2007, 245; 255; WALZ 2008, 32). Ein Problem im Hinblick auf die Altersstruktur ist der erhebliche Zeitaufwand, den das Einarbeiten in die historischen Zusammenhänge erfordert. Fähige und erfahrene Geschichtsdarsteller haben viele Jahre dafür aufgewendet, sich gezielt das notwendige Wissen und eine passende Ausstattung zu verschaffen. Daher gibt es viele Akteure, die für die von ihnen dargestellten Figuren historisch betrachtet eigentlich schon zu alt sind. In der Römerszene ist dies in vielen Fällen bei Soldatengruppen zu beobachten, deren einfache Dienstgrade von jungen Männern besetzt sein sollten, aber praktisch durchweg von Darstellern verkörpert werden, die nach antiken Verhältnissen bereits zu den Veteranen zählen würden. Dieser offensichtliche Widerspruch in der Darstellung sollte keineswegs Anlass geben, diese Form der Geschichtsvermittlung zu unterlassen, sondern ganz im Gegenteil dazu genutzt werden, die Altersstruktur in der römischen Armee zu thematisieren sowie den Wer-

degang einzelner Soldaten nachzuzeichnen.

Bei Kindern stellt sich das Problem der Zeit für die Einarbeitung noch drastischer dar. Sofern überhaupt die Möglichkeit besteht, Kinder für historische Themen zu begeistern und an eine mögliche Mitwirkung in der Living History heranzuführen, sind sie – sobald sie sich gewisse Grundfertigkeiten angeeignet haben – schon wieder in einer anderen Entwicklungsphase. Historische Kleidung in anderer Größe muss ggf. beschafft werden, die Interessen der Kinder wandeln sich möglicherweise und eine Kontinuität ist daher nicht immer zu gewährleisten. Dabei ist es naheliegend, dass aus Gründen der Umsetzbarkeit zumeist der eigene Nachwuchs der Museumsmitarbeiter und Darsteller die Szenarien durch seine Anwesenheit bereichert (vgl. DUISBERG 2008, 95). Trotz aller praktischen Einschränkungen und der begrenzten Einsatzmöglichkeiten von Kindern im Rollenspiel sollte ihre Mitwirkung aber – schon im Hinblick auf ein ausgewogenes historisches Gesamtbild – wann immer möglich, in Erwägung gezogen werden.

Aus der Museumspraxis gibt es gute Beispiele für die Beteiligung von Kindern in der Geschichtsdarstellung. Zu den im internationalen Vergleich nennenswerten Museen gehört sicherlich das Jamtli Historieland (Freilichtsektion des Landesmuseums von Jämtland, Östersund, Schweden), das dem Verfasser aus der eigenen museumspädagogischen Tätigkeit bekannt ist. Dort werden seit den 1930er Jahren regelmäßig Kinderaktionen durchgeführt und auch als Mitwirkende sind Kinder seit Jahrzehnten ein wichtiger Faktor (RENTZHOG 2007, 317). Es gibt ein vollständiges historisches Gehöft für Kinder, mit originalem Bauernhaus sowie maßstäblich verkleinerten Nebengebäuden samt Inventar und landwirtschaftlichen Geräten. Auch Geschichtsszenarien im Rollenspielformat werden speziell für

Kinder angeboten. Bei sogenannten „Zeitreisen“ können sie unter Anleitung pädagogisch geschulter Geschichtsdarsteller in verschiedene Rollen schlüpfen und historische Ereignisse durchspielen, wobei sie sich über das Museumsgelände bewegen und für die Besucher sichtbar sind. Ähnliche Formate gibt es mittlerweile in vielen Museen, im Jamtli wurde diese Form der Vermittlung aber als gezielte pädagogische Methode aufbereitet und implementiert (BORGSTRÖM 2003) und wird in Seminaren an andere Kultur- und Bildungseinrichtungen weitergegeben. Auch als „Kind für einen Tag“ sind die Kinder unmittelbar an der inszenierten Geschichte beteiligt. Sie können dabei in passender Kleidung einen ganzen Tag in der historischen Umgebung verbringen, helfen bei altersgemäßen Verrichtungen und tragen maßgeblich zu einem realistischen Gesamteindruck bei (Abb. 10).

Auch in der Saalburg sind zu verschiedenen Anlässen Kinder mit Enthusiasmus im Einsatz und leisten einen wichtigen Beitrag zu den jeweiligen Veranstaltungen. Bei einer römischen Modenschau, die selbstredend keine authentische historische Inszenierung ist, mit Mitteln der Living History aber wesentliche Sachverhalte der Antike thematisieren kann, ist die Vorführung von Kinderkleidung natürlich nur durch Kinder in angemessener Weise möglich (Abb. 11). Ein regelrechtes Rollenspiel ist dafür gar nicht erforderlich, das bloße Mitmachen reicht vollkommen aus, um die Präsentation zu bereichern. Einen Idealfall für die Living History-Interpretation stellt die Lehrerin aus der wilhelminischen Zeit dar, die mit einigen Schülern die Saalburg besucht, sie über die Verhältnisse in der Antike unterrichtet und gemeinsam mit ihnen lateinische Inschriften entziffert (Abb. 12). Dabei ist es problemlos möglich, die Kinder in ihrem natürlichen Verhalten aktiv in das Szenario einzubeziehen, sie in der Rolle zu steuern und gleichzeitig auf der Ebene des Rol-



Abb. 10: „Kind für einen Tag“ und erwachsene Darsteller im Jamtli Historieland. – “Child for a day” with adult actors at Jamtli Historieland.

lenspiels den großen und kleinen Besuchern zentrale museale Inhalte zu vermitteln.

Der unbestrittene didaktische Vorteil der Mitwirkung von Kindern als historische Figuren besteht in der Wahrnehmung ihrer eigenen Altersgruppe. Kinder können sehr direkt den Bezug zu ihresgleichen herstellen und sich ohne Weiteres in die jeweils dargestellte Situation hineinversetzen. Dadurch wird der Kontrast zur eigenen Lebenswirklichkeit assoziativ deutlich, ohne dass es einer näheren Erläuterung bedarf und grundlegende historische Sachverhalte werden verstanden, beispielsweise zur Kleidung, zum Sprachgebrauch oder dem Umgang mit anderen.

Fazit

Der Wert von Living History als musealer Vermittlungsmethode steht aufgrund sei-

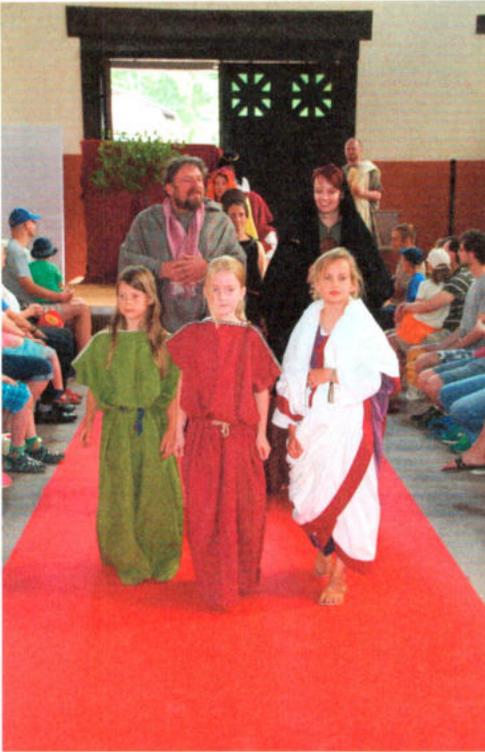


Abb. 11: Kinder und Erwachsene als Darsteller bei einer römischen Modenschau. – Children and adults as actors at a Roman fashion show.

ner Unmittelbarkeit und Anschaulichkeit außer Frage. Sachverhalte, die anderenfalls mit umfangreichen Erläuterungen thematisiert werden müssten, erschließen sich den Anwesenden direkt. Dabei sollte immer eine möglichst realitätsnahe Darstellung angestrebt werden, auch wenn Kompromisse aufgrund begrenzter finanzieller Mittel, der verfügbaren Materialien, Requisiten und Örtlichkeiten und nicht zuletzt der formalen Anforderungen an öffentliche Veranstaltungen oftmals unvermeidlich sind.

Der ausdrückliche Hinweis, dass es sich bei allen Darstellungen um historische Interpretationen handelt, sollte eine Selbstverständlichkeit sein, ebenso wie das Aufgreifen von Brüchen oder Anachronismen. Unterschiedliche Zeitstellungen verschiedener Akteure oder historischer Gebäude



Abb. 12: Lehrerin mit Schülern bei einem Ausflug zur Saalburg in wilhelminischer Zeit. – Female teacher with pupils on an excursion to the Saalburg in the Wilhelminian era.

können ohne Weiteres für eine vergleichende Darstellung genutzt werden. Ebenso können erkennbar moderne körperliche Merkmale der Akteure wie Sehhilfen, Zahnersatz oder heutige Tätowierungen aufgegriffen werden und einen Ausgangspunkt für einen historischen Exkurs zu den entsprechenden Themen bilden. Authentizität in der Darstellung auf Basis der verfügbaren Quellen sollte in dem machbaren Rahmen selbstverständlich angestrebt werden. Entscheidend für ein Gelingen der Darstellung ist aber die Einstellung der Ausübenden zur Geschichtsvermittlung. Der Verfasser plädiert daher ausdrücklich dafür, diesem Aspekt einer lebendigen Darstellung historischer Inhalte Vorrang zu geben, unabhängig davon, ob es sich um Living History und Reenactment, Mitmachprogram-

me, Führungen, Vorträge oder sonst ein museales Veranstaltungsformat handelt. Damit wäre jedem ernsthaften Bemühen um die Darstellung von Geschichte – auch wenn es mit bescheidenen Mitteln ausgeübt wird – der angemessene Respekt gezollt. Die Relevanz historischer Themen für die heutige Gesellschaft wird schließlich nur dann erkannt, wenn die Vermittlung die Menschen auch erreicht.

Literatur

BORGSTRÖM, B.-M. 2003: Tidsresan: lek och fantasi som pedagogisk metod. Stockholm 2003.

BRAND-SCHWARZ, U. 2010: „Living History“ als Beitrag zur musealen Vermittlung. Experimentelle Archäologie in Europa – Bilanz 2010, 23-26.

DUISBERG, H. 2008: Gelebte Geschichte 1804: Ein Türöffner in die Vergangenheit. In: J. Carstensen, U. Meiners, R.-E. Mohrmann (Hrsg.), Living History im Museum. Möglichkeiten und Grenzen einer populären Vermittlungsform. Münster 2008, 91-100.

FABER, M. 2008: Living History – Lebendige Geschichte oder Geschichte (er)leben? Möglichkeiten, Methoden und Grenzen am Beispiel des Rheinischen Freilichtmuseums Kommern. In: J. Carstensen, U. Meiners, R.-E. Mohrmann (Hrsg.), Living History im Museum. Möglichkeiten und Grenzen einer populären Vermittlungsform. Münster 2008, 117-133.

HOCHBRUCK, W. 2008: Im Schatten der Maus: Living History und historische Themenparks in den USA. In: J. Carstensen, U. Meiners, R.-E. Mohrmann (Hrsg.), Living History im Museum. Möglichkeiten und Grenzen einer populären Vermittlungsform. Münster 2008, 45-60.

HOCHBRUCK, W. 2013: Geschichtestheater. Formen der „Living History“. Eine Typologie. Bielefeld 2013.

DE JONG, A. 2008: Gegenstand oder Vorstellung? Erfahrungen mit Living History

vor allem am Beispiel niederländischer Freilichtmuseen. In: J. Carstensen, U. Meiners, R.-E. Mohrmann (Hrsg.), Living History im Museum. Möglichkeiten und Grenzen einer populären Vermittlungsform. Münster 2008, 61-78.

KLÖFFLER, M. 2008: Living History in Museen – aus der Sicht von Akteuren. In: J. Carstensen, U. Meiners, R.-E. Mohrmann (Hrsg.), Living History im Museum. Möglichkeiten und Grenzen einer populären Vermittlungsform. Münster 2008, 135-150.

Legio XXI Rapax: Legio XXI Rapax. Sic revenit gloria mundi Romani. Informationsbroschüre. Ohne Jahresangabe.

PFENNINGER, A. 2016: An exercise in Metahistory. In: Insights Europe. Journal of the International Museum Theatre Alliance, Volume 17, Issue 2-2016, 33-35.

RENTZHOG, S. 2007: Friluftsmuseerna – en skandinavisk idé erövrar världen. (Englischsprachige Ausgabe: Open air museums – the history and future of a visionary idea). Stockholm 2007.

SCHWARZ, R. 2017: Eine Inszenierung mit Museen – nicht nur – aus der Nachbarschaft. In: Hessenarchäologie 2016. Darmstadt 2017, 262-266.

STAHL, Y. 2015: „The Sense of being there“ – immersive Räume im musealen Kontext. Masterarbeit Mediendesign, Fachhochschule Mainz. Mainz 2015.

STURM, A. 2016: Aufreger Authentizität. Antrieb der Performativen Geschichtsdarstellung. Experimentelle Archäologie in Europa. Jahrbuch 2016, 198-207.

WALZ, M. 2008: Sehen, Verstehen, Historisches Spiel im Museum – zwischen Didaktik und Marketing. In: J. Carstensen, U. Meiners, R.-E. Mohrmann (Hrsg.), Living History im Museum. Möglichkeiten und Grenzen einer populären Vermittlungsform. Münster 2008, 7-43.

WEISGERBER, A. 2016: Ein preußischer Soldat als römischer Legionar auf der Saalburg um 1910. Unpubliziertes Manuskript.

Onlinequellen

cohors-praetoria.com: <<https://www.cohors-praetoria.com/wir-über-uns>> (16.05.2018).

frasdorf.org: <<http://www.frasdorf.org>> (16.05.2018).

legio-prima-germanica.de: <<http://www.legio-prima-germanica.de>> (16.05.2018).

roemercohorte.de: <<https://www.roemercohorte.de/index.php?id=2&l=de>>; <<https://www.roemercohorte.de/index.php?id=4&l=de>> (16.05.2018).

vindeliker-kohorte.de: <<http://www.vindeliker-kohorte.de/ausruestung.htm>>; <<http://www.vindeliker-kohorte.de/mitgliedschaft.htm>>; <<http://www.vindeliker-kohorte.de/ueber%20uns.htm>> (16.05.2018).

zugmantel-kohorte.de: <<http://zugmantel-cohorte.de>>; <<http://zugmantel-cohorte.de/196-2>> (16.05.2018).

Abbildungsnachweis

Abb. 1: Anja Köhlers

Abb. 2-3, 5, 7-9, 11-12: Rüdiger Schwarz

Abb. 4: Saalburg-Archiv FG 040.065,027

Abb. 6: Saalburg-Archiv FG 040.047,013

Abb. 10: Ellen Harte

Autor

Rüdiger Schwarz M.A.

Römerkastell Saalburg

Am Römerkastell 1

61350 Bad Homburg

Deutschland

„Schüler heizen ein!“

Nachbau von Rennöfen in den Schülerpraktika des Alamannen-Freilichtmuseums Vörstetten

Kai Böstler

Summary – “Students heat up!” *Reproduction of bloomeries during student internships at the Alamanni open-air museum Vörstetten.* The Alamanni open-air museum Vörstetten and the Alemannen-secondary school Denzlingen have been cooperating for several years by arranging student internships in order to strengthen the practice-oriented teaching in the middle school and at the same time conduct research using experimental archaeological methods. Because evidence of iron smelting as found in the early alamannic settlement of Vörstetten during the excavations, one of the emphases during the student internships is the reproduction of a bloomery according to the Iron Age model. Using the example of this cooperation and in addition in dealing with pedagogical literature on archeology, this article aims to show that school and experimental archaeology are compatible. Furthermore, this article will deliberately argue for already existing and future cooperation, because for both sides this can be productive, if the educational opportunity offered by the cooperation is used.

Keywords: experimental archaeology, school, museum, reconstructional archaeology

Schlagworte: Experimentelle Archäologie, Schule, Museum, Rekonstruierende Archäologie

Einleitung

„Schüler heizen ein!“ Unter diesem Titel soll im Folgenden anhand der Kooperation zwischen dem Alamannen-Freilichtmuseum Vörstetten und der Alemannen-Werkrealschule Denzlingen dargelegt werden, dass Schule und Experimentelle Archäologie durch das Museum als Vermittler kompatibel sind. Zuerst soll herausgearbeitet werden, welche besondere Vermittlungsfunktion ein Museum und be-

sonders ein Freilichtmuseum wie das Alamannen-Freilichtmuseum Vörstetten zwischen Schule und Experimenteller Archäologie einnehmen kann. Danach soll ausgeführt werden, was die Experimentelle Archäologie ausmacht und warum sie sich vor allem im Kontext des Freilichtmuseums eignet, um Kompetenzen und Wissen zu vermitteln. Zuletzt sollen die vorigen beiden Abschnitte in einem letzten zusammengeführt und konkretisiert werden, indem die im Alamannen-



Abb. 1: Schüler während eines Schülerpraktikums beim Nachbauen eines Rennofens im Alamannen-Freilichtmuseum Vörstetten (AMV). – Students during a student internship when rebuilding an iron smelting furnace in the Alamanni open-air museum Vörstetten (AOMV).

Freilichtmuseum Vörstetten jährlich stattfindenden Schülerpraktika als pädagogische Chance verstanden werden. Diese pädagogische Chance ergibt sich aus den Kompetenzanforderungen seitens der Schule, der vermittelnden Funktion des Museums und dem pädagogischen Potenzial der Experimentellen Archäologie (Abb. 1).

„Hands on“, aber auch „Minds on“

„Zum ‚Hands on‘ gehört zwingend das ‚Minds on!‘“ Mit diesen Worten appellieren Schmidt und Wunderli im Vorwort ihres Buches an den Leser für einen reflektierten Umgang mit Geschichte sowohl in der Schule als auch im Museum. Das Zitat verdeutlicht, dass ihrer Meinung nach der Museumsbesuch im Allgemeinen und besonders der einer Schulklasse nicht nur ein „Hands on“-Erlebnis und damit das Museum ein Erlebnisort ist, sondern dass das Museum ein außerschulischer Lernort ist, der damit zwei Schwierigkeiten der Schule als Lernort nicht hat. Zuerst fehlen den Schulen meist die Ausstattung und das Personal für Unterricht als „Hands

on“- und „Minds on“-Erfahrungen. Außerdem herrsche im Museum keine Schulummosphäre, die eine als langweilig empfundene Normalität suggeriert, denn das Museum und besonders das Freilichtmuseum weisen eine dichte Atmosphäre auf (SCHMIDT, WUNDERLI 2008, 7; 29-31).

Doch warum besitzt gerade das Freilichtmuseum eine dichte Atmosphäre? Dazu sei erst einmal gesagt, dass das Freilichtmuseum sich nach Favres Kategorisierung zu den dauerhaften außerschulischen Lernorten zuordnen lässt (FAVRE, METZGER 2013, 166).

Dieser dauerhafte Charakter des Freilichtmuseums eröffnet die Möglichkeit, Inhalte pädagogisch, didaktisch sowie methodisch für einen aktiven Erkundungs- und Lernprozess vor Ort vor- und aufzubereiten. Ein erster Schritt in einem solchen Lernprozess wäre eine Primärerfahrung, die sich in Abgrenzung zur Sekundärerfahrung durch den direkten Kontakt mit einem Mitmenschen oder einem Objekt auszeichnet. In der dichten und dauerhaften Atmosphäre des Freilichtmuseums können solche Primärerfahrungen gemacht werden, die das Fundament für den Aufbau von Wissen bilden und die Entwicklung von Werten und Einstellungen unterstützen.

Darüber hinaus stellen Freilichtmuseen Ausschnitte aus komplexen Lebenswelten dar, mit denen sich SchülerInnen durch Primärerfahrungen auseinandersetzen können. Durch die Auseinandersetzung mit den ausgestellten Lebenswelten können SchülerInnen ihr Schul- und Alltagswissen verknüpfen. Hinzu kommt, dass diese Verknüpfung anhand praktischer Erfahrungs- und Erlebnismöglichkeiten geschehen kann, wodurch ein multiperspektivisches und kompetenzorientiertes Lehren und Lernen möglich wird.

Die Komplexität der Lernsituation im Freilichtmuseum als außerschulischem Lernort kann somit die Selbstständigkeit der SchülerInnen fördern, weil ein lebensna-



Abb. 2: Das AMV von oben mit dem Wohnstallhaus im Zentrum. – The AOMV from above with the view at the byre-dwelling at the centre.

her Lernprozess am Ort der Emotionalität und Körperlichkeit stattfindet. Die hier theoretisch als positiv dargestellte Komplexität der Lernerfahrung am außerschulischen Lernort Freilichtmuseum beinhaltet allerdings in der Praxis durchaus Schwierigkeiten. Einerseits sei laut Mathis der Lernerfolg am außerschulischen Lernort auch vom schulischen Unterricht abhängig, denn der Lernerfolg verbessere sich durch eine Vorbereitung, Konzeption und Nacharbeitung im schulischen Unterricht. Andererseits sei trotz fachdidaktischer Argumente und Lehrplanbezugs außerschulisches Lernen keine Selbstverständlichkeit im Schulalltag, weil es mit einem zusätzlichen Aufwand für das Lehrpersonal und dem Fehlen der notwendigen zeitlichen und finanziellen Ressourcen verbunden sei (MATHIS, FAVRE, KELLER 2017, 66-69).

Trotz der Schwierigkeiten, die Lernen an einem außerschulischen Lernort mit sich bringt, soll das Alamannen-Freilichtmuse-

um Vörstetten als Beispiel für ein Museum dienen, das sich bewusst als solcher versteht. Ausgangspunkt für die Entstehung des Museums waren in den Jahren 1998-2000, 2007 und 2010 durchgeführte archäologische Ausgrabungen in der Gemeinde Vörstetten (Landkreis Emmendingen/Baden-Württemberg), die vor allem eine frühalamannische Siedlung zutage brachten (BÜCKER 1999; BÜCKER 2001). Die ins 4. sowie 5. Jahrhundert n. Chr. und damit in den Übergang zwischen Spätantike und Frühmittelalter datierten Siedlungsfunde sind die Grundlagen für das erlebnispädagogische Konzept des Museums, das durch den Museums- und Geschichtsverein Vörstetten getragen wird.

Das Alamannen-Freilichtmuseum Vörstetten beleuchtet nicht nur die Geschichte der sog. Alamannen im Breisgau und vielfältige Aspekte ihrer Lebenswelt wie beispielsweise Ernährung oder Holz- und Metallhandwerk, sondern auch die ar-



Abb. 3: Das AMV von oben mit Blick auf das Wohnstallhaus (rechts), das Handwerkerhaus (hinten Mitte), die Schmiede (hinten links) und das Grubenhaus (links). – The AOMV from above with the view at the byre-dwelling (right), artisan cottage (in the middle), the smithy (left back) and pit house (left).

chäologischen Ausgrabungen in Vörstetten. Nicht nur in der Dauerausstellung und in den Sonderausstellungen im Museumsgebäude beleuchtet das Museum die Lebenswelt der Alamannen, sondern auch mit den Rekonstruktionen eines alamannischen Gehöfts auf dem Freilichtgelände, die auf Basis der archäologischen Funde in Vörstetten von den Vereinsmitgliedern und freiwilligen Helfern mit professioneller Unterstützung erstellt wurden. Auf dem Freilichtgelände befindet sich seit den 2006 in kleinem Rahmen begonnenen und 2009 nach der Eröffnung des Museums weitergeführten Rekonstruktionsarbeiten heute ein Wohnstallhaus, ein Grubenhaus, ein Speicher, eine Töpferwerkstatt, ein Backofen, eine Römerecke, ein Brunnen, eine Kultstätte und ein früh-

mittelalterliches Handwerkerhaus sowie auf einer gemeindeeigenen Pachtfläche der Anbau und die Kultivierung alter Getreide- und Gemüsesorten, Hopfen- und Kräutergarten (KÖSER 2015, 1f.).

Beispielhaft für ein Freilichtmuseum als außerschulischen Lernort ist das Alamannen-Freilichtmuseum Vörstetten durch seine dichte Atmosphäre. Auf der einen Seite wird diese durch die abwechslungsreichen auf archäologischer Basis erstellten Rekonstruktionen etabliert und ermöglicht „Hands on“-Erfahrungen. Auf der anderen Seite kommt durch die Beleuchtung der Geschichte der sog. Alamannen im Breisgau, der vielfältigen Aspekte ihrer Lebenswelt und den archäologischen Ausgrabungen in Vörstetten die „Minds on“-Erfahrung mit der „Hands-on“-Erfah-



Abb. 4: Foto von einer Ausgrabung in Vörsstetten „Grub“. – Photography from the exavation at Vörsstetten “Grub”.

zung zusammen und ergibt somit die Vermittlungsfunktion des Museums zwischen Archäologie und Schule (Abb. 2-3).

Mehr als nur Nachbauten

Um argumentieren zu können, dass sich die Archäologie bzw. die Experimentelle Archäologie vor allem im Kontext des Freilichtmuseums eignet, um Kompetenzen und Wissen zu vermitteln, soll zuerst definiert werden, was die Archäologie bzw. die Experimentelle Archäologie ausmacht (Abb. 4).

Archäologie ist eine Raum- und eine Zeitwissenschaft, denn sie hat das Ziel Raum zu begreifen und zu durchdringen, indem sie Zeitschichten freilegt und erfasst. Für Lang ist der Raum keine statische Größe, sondern ein unablässiger, dynamischer Prozess von Konstruktion und Konstituierung multipler Faktoren. Der Mensch ist nach Lang in diesem anthroponaturalen System als Akteur zu verstehen, der gemeinsam mit dem naturräumlichen Umfeld ein komplexes relationales Gefüge bildet, indem beide permanent am Wandel des Landschaftsraumes beteiligt sind (LANG 2009, 32; 42f.). Diese Beteiligung des Menschen und des naturräumlichen Umfeldes lässt sich an den menschlichen Hinterlassenschaften und seinen Kontexten verfolgen. Damit beschäftigt sich die Archäologie mit der Dokumentation, Inter-

pretation, Sammlung, Restaurierung und Konservierung menschlicher Hinterlassenschaften. Die Ergebnisse der Archäologie als Wissenschaft ermöglichen die Rekonstruktion sozialer und kultureller Praktiken, aber auch naturräumlicher Bedingungen der untersuchten Zeiträume unabhängig von schriftlichen und bildlichen Quellen. Um diesen Aufgaben gerecht zu werden, muss die Archäologie als interdisziplinäre, historische Kulturwissenschaft auch auf naturwissenschaftliche Methoden zurückgreifen (MATHIS, FAVRE, KELLER 2017, 14). Als so definierte Wissenschaft beschäftigt sich die Archäologie mit Sachquellen, mit denen SchülerInnen laut dem Geschichtsdidaktiker Ulrich Mayer elementare Erkenntnisse durch die eigene Erfahrung von Methoden, Ergebnissen und historischer Arbeit als Rekonstruktion von vergangenem Leben gewinnen können (MAYER 1996, 21). Daran anschließend stellt Mathis klar, dass Quellen insbesondere Sachquellen, nicht direkt alle Informationen preisgeben, sondern diese durch Kontextualisierung, Restaurierung und Interpretation in einem Rekonstruktionsprozess erschlossen werden müssen (MATHIS, FAVRE, KELLER 2017, 20). Mayer führt weiterhin aus, dass diesem Rekonstruktionsprozess eine innere Dynamik innewohnt, die sich durch die Rätselhaftigkeit, Offenheit und Unabschließbarkeit des archäologischen Rekonstruktionsprozesses als Erkenntnisprozess bildet. Der Rekonstruktionsprozess als Erkenntnisprozess fördert bei den SchülerInnen ein Möglichkeitsbewusstsein, was zur Selbstreflexion anregt (MAYER 1996, 21).

Doch warum sollte sich gerade die Archäologie oder die Experimentelle Archäologie eignen, um Kompetenzen und Wissen zu vermitteln? Die Experimentelle Archäologie definiert Mathis als spezielle Form der archäologischen Forschung, denn sie versucht, mittels Experiment archäologische Befunde und Analysen zu

überprüfen (MATHIS, FAVRE, KELLER 2017, 37). Fansa führt weiter aus, dass die Experimentelle Archäologie eine von mehreren Möglichkeiten sei, Erklärungen und Interpretationen für bruchstückhafte Sachverhalte zu finden und sich besonders mit technischen Aspekten der Vergangenheit zu befassen. Mit der Experimentellen Archäologie kann eine Vorstellung von der Leistung früherer Menschen auf eine relativ reelle Basis gestellt werden. Die Methode der Experimentellen Archäologie zeichnet sich durch die Wiederholbarkeit und Dokumentation des Experiments aus. Darüber hinaus können ein Abgleich mit der kulturhistorischen Interpretation erfolgen und neue Forschungsfragen gestellt werden (FANSA 2001). Entscheidend für die Eignung zur Vermittlung von Kompetenzen und Wissen ist der Gegenwartsbezug der Archäologie als Wissenschaft, der sich einerseits durch die Themen, mit denen sich die Archäologie beschäftigt, und andererseits durch ihre Methoden ableiten lässt. Mathis merkt erstens an, dass die heutige Archäologie sich auch mit erkenntnistheoretischen und gesellschaftspolitischen Aspekten beschäftigt (MATHIS, FAVRE, KELLER 2017, 16). Während der Hamburger Archäologe Frank Andraschko noch weiter geht und Phänomene der Gegenwart auch in vergangenen Kulturen wiedererkennt und die besondere Aufgabe der Archäologie in der Erforschung dieser Phänomene sieht (ANDRASCHKO 2007, 383). Im Gegensatz dazu argumentiert der Bildungswissenschaftler Andreas Dörpinghaus, dass die Andersartigkeit des Denkens der Menschen in der Vergangenheit und die sich aus dem Bewusstsein des Anderseins ergebende Dynamik vielmehr eine Aufgabe der Archäologie sei (DÖRPINGHAUS 2009, 12). Der Geschichtsdidaktiker Dietmar von Reeken behauptet sogar, dass die Begegnung mit dem Anderen in der Vorgeschichte der Gegenwart die Selbstverständlichkeiten der Gegenwart verflüssigt und SchülerInnen

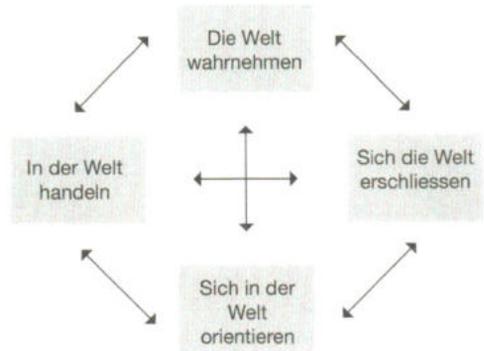


Abb. 5: Mögliche Handlungsaspekte von Lernenden in der Begegnung mit der Welt. – Possible kinds of interaction with the surroundings for a learner.

nen dazu anregt, nach Ursachen für Veränderungen zu fragen, die Gegenwart als veränderlich und veränderbar zu denken und daraus eigene Handlungsperspektiven zu entwickeln (VON REEKEN 2009, 30). Zweitens betont Mathis, dass das archäologische Material, sobald es mit der Methode des Ausgrabens zutage tritt, Teil der Gegenwart wird und lediglich die Spur der Vergangenheit enthält. Er wiederholt, dass es keine Objektivität der Quelle gibt, sondern dass die Spuren und das Material erst auf dem Hintergrund der Fragen der Archäologie, des Erkenntnisinteresses des Archäologen und der Archäologie als interdisziplinäre Kulturwissenschaft zur Quelle werden. Die Experimentelle Archäologie im Speziellen kann eine Chance sein, die Arbeits- und Vorgehensweise von Archäologen bei ihrem Experiment zu thematisieren und im Vergleich mit anderen Quellenarten historische Methodenkompetenz zu vermitteln (MATHIS, FAVRE, KELLER 2017, 25; 37). Aber was sind Kompetenzen eigentlich? Der Kognitionspsychologe Franz Weinert definiert Kompetenzen als die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen. Diese Problemlösungskompetenz hängt von den

Schülervorstellungen	Geschichtswissenschaftliche Vorstellungen
Menschen machen Geschichte (persönliche Motive)	Menschen handeln in Strukturen (Bedingungen)
monokausale Erklärungen	multikausale Erklärungen
linear-narrative Erklärungen (Kausalität)	strukturelle Erklärungen (Funktion)
Personalisierung	organisierende Konzepte
> von Strukturen	(Theorien, Modelle, Kategorien)
(«mentalization»)	
> von staatlichen Organen und Organisationen	
(«personification»)	
Anthropomorphisierung	
«Wie es eigentlich gewesen ist»	Prozesse der Interpretation
(Wahrheit)	(Deutung)
fehlende Distanz zur Vergangenheit	Differenz von Vergangenheit und Gegenwart
(Analogie)	(Vergleich)
kein Verständnis für unterschiedliche Kontexte	unterschiedliche Kontexte werden bewusst gewählt
	Historisierung
Generalisierung	Referenzsystem:
Referenzsystem:	Vergangenheit, Entwicklung, historischer Wandel
Gegenwart («Präsentismus»)	Fortschritt als Modell
Fortschrittsoptimismus	(z.B. dialektisches Fortschrittsmodell)
>> intentionales Verständnis	>> theoretisches Verständnis

1

Abb. 6: Zwei Arten von Wissen: Alltägliches Wissen (links) und wissenschaftliches Wissen (rechts). – Two different types of knowledge: ordinary knowledge (left) and scientific knowledge (right).

mit ihr verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten ab, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können (WEINERT 2002, 27f.). Folgt man diesem Kompetenzbegriff, so besteht die historische Methodenkompetenz der SchülerInnen darin, anhand von archäologischen Quellen mit Hilfe archäologischer Methodik die Andersartigkeit der Lebenswelt vergangener Menschen, über die die Quelle etwas aussagt, zu erkennen. In einem zweiten Schritt können die SchülerInnen sich durch den Gegenwartsbezug der Archäologie in ihrer gegenwärtigen

Welt orientieren (Abb. 5). Findet diese Anwendung der historischen Methodenkompetenz noch im Freilichtmuseum als außerschulischem Lernort statt, so kann das Alltagswissen der SchülerInnen mit dem wissenschaftlichen Wissen im Museum verknüpft werden (siehe „Hands on“, aber auch „Minds on“) (Abb. 6). Die Kombination des Lernens von Kompetenzen und Wissen ermöglicht einen spezifischen Lernprozess, der sich durch die Vermittlung historischer Methodenkompetenzen und wissenschaftlichen Wissens auszeichnet, indem dieser die Definition des Freilichtmuseums als außerschulischen Lernort sowie der Archäolo-



Abb. 7: Idealtypischer Prozess des Lernens an einer archäologischen Stätte. – The ideal process of learning at an archaeological site.

gie als interdisziplinäre Kulturwissenschaft fruchtbar vereint. Betrachtet man abschließend noch die Rekonstruktionen im Alamannen-Freilichtmuseum Vörsstetten als Hilfsmittel und Quellen im skizzierten Lernprozess, so sind diese „Mehr als nur Nachbauten!“ (Abb. 7).

Schülerpraktika als pädagogische Chance

Einer der Bildungspläne für Baden-Württemberg von 2016 trägt den Titel „Berufliche Orientierung“ und hebt diese als wesentlichen Bestandteil individueller Förderung, die auf festgestellten Kompetenzen, Potenzialen und Interessen der Schülerinnen und Schüler basiert, hervor. Als Leitlinien werden unter anderem fachspezifische und handlungsorientierte Zugänge

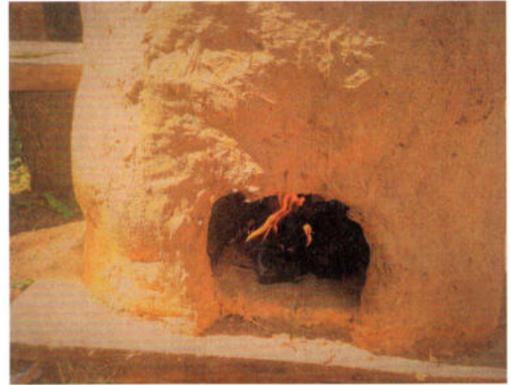


Abb. 8: Düsenöffnung eines angeheizten Nachbaus eines Rennofens beim Museumsfest des Alamannen-Freilichtmuseums Vörsstetten (AMV). – Nozzle opening of a heated replica of a bloomery at the museum festival of the Alamanni Open-Air Museum Vörsstetten (AOMV).



Abb. 9: Schlackenfundstücke aus der Fundstelle Vörsstetten „Grub“. – Slag findings from the site Vörsstetten "Grub".

zur Arbeits- und Berufswelt sowie Einschätzung und Überprüfung eigener Fähigkeiten und Potenziale genannt (http://www.bildungsplaene-bw.de/Lde/Startseite/BP2016BW_ALLG/BP2016BW_ALLG_LP_BO). Hier knüpfen die jährlich stattfindenden Schülerpraktika an, die das Alamannen-Freilichtmuseum Vörsstetten in Kooperation mit der Alemannen-Werkrealschule Denzlingen organisiert und durchführt. Die Schülerpraktika haben das Ziel, die praxisorientierte Lehre in der Mittelstufe zu stärken und gleichzeitig einen Beitrag zur Experimentellen Ar-



Abb. 10: Zwei Schülerpraktikanten am Ende ihres Schülerpraktikums im Alamannen-Freilichtmuseum Vörstetten. – Two students at the end of their student internship at the Alamannen-Freilichtmuseum Vörstetten.

chäologie zu leisten. Jedes Jahr kommen mehrere Gruppen von SchülerInnen aus den 7. Klassen der Alemannen-Werkrealschule Denzlingen mit ihren Lehrkräften ins Museum. Die SchülerInnen werden zu Beginn jedes Praktikumstages durch die Dauerausstellung und durch die Rekonstruktionen auf dem Gelände des Museums geführt, um sie an die dichte Atmosphäre des Freilichtmuseums als außerschulischen Lernort heranzuführen. Zusätzlich soll ihnen bewusst gemacht werden, dass der Raum, in dem sie leben, Geschichte hat und dass ein Teil dieser Geschichte das Alamannen-Freilichtmuseum Vörstetten vermittelt. Danach werden sie einzeln oder in Kleingruppen unter Aufsicht ihrer Lehrkräfte und ehrenamtlichen wie hauptamtlichen Mitarbeitern des Museums mit praktischen Arbeitsaufträgen auf dem Museumsgelände betraut. Ein Schwerpunkt der jährlichen Schülerpraktika bildet der Arbeitsauftrag einen Nachbau eines Rennofens nach eisenzeitlichem Vorbild anzufertigen (Abb. 8). Nicht zufällig bildet der Nachbau eines Rennofens einen Schwerpunkt der Schülerpraktika, denn während der Ausgrabungen in der frühalamannischen Siedlung

von Vörstetten wurden Hinweise auf Eisenverhüttung gefunden (Abb. 9). Guntram Gassmann ordnet diese in die Entwicklung der frühalamannischen Besiedlung in Süddeutschland von der provinziäl-römischen Zeit in die Zeit des Eintreffens der alamannischen Siedler ein. Er betont, dass sich die Situation nach dem Fall des Limes und dem Eintreffen der alamannischen Siedler grundlegend geändert habe. Besonders die zuvor funktionierenden Rohstoffströme seien unterbrochen worden, was eine eigenständige Versorgung vor allem mit dem wertvollen Rohstoff Eisen nötig machte (GASSMANN 2002, 189f.). Trotz dieser Einordnung sind noch nicht alle Fragen zur frühalamannischen Eisenversorgung beantwortet. Beispielsweise: Wie lief der komplexe Prozess der Eisenproduktion ohne das von den Römern bekannte technische Wissen und deren Technologie ab? Welcher Ofentyp wurde zur eigenständigen Eisenproduktion verwendet? Aus welchen Materialien wurden die Öfen gebaut? Und vieles mehr. Diese Fragen versucht das Alamannen-Freilichtmuseum mit den Nachbauten während der Schülerpraktika mittels der Experimentellen Archäologie zu beantworten und den schon erwähnten Beitrag zu leisten. Das Nachbauen der Rennöfen kann zwar aufgrund der begrenzten personellen, finanziellen und zeitlichen Ressourcen und des pädagogischen Konzeptes des Museums nicht alle von Fansa aufgeführten Kriterien erfüllen, aber eine pädagogische Chance sein (FANSA 2001). Durch die Arbeit am Rennofen können die SchülerInnen üben, wie man in der Gruppe und bei Einzelarbeiten einen Arbeitsprozess organisieren, koordinieren und vorbereiten kann. Des Weiteren erfahren die SchülerInnen während des Arbeitsprozesses, wie Arbeitsteilung innerhalb der Gruppe funktioniert und wie man in der Gruppe mit Fehlern umgeht. Auf diesem Weg erarbeiten sich die SchülerInnen sowohl soziale als auch

methodisch-praktische Kompetenzen und das „learning by doing“ wird zu einem archäologischen Experiment.

Der Nachbau eines Rennofens zeigt zugleich, welch hoher Zeit-, Material- und Arbeitsaufwand nötig war, um einen Schmelzprozess vorzubereiten und anknüpfend an Fansa kann die Vorstellung von der Leistung früherer Menschen auf eine relativ reelle Basis gestellt werden und den SchülerInnen praktisch vermittelt werden.

Durch die Auseinandersetzung mit der Vorstellung der vor allem handwerklichen und technischen Leistung vergangener Menschen können fachspezifische und handlungsorientierte Zugänge zur Arbeits- und Berufswelt für die SchülerInnen geschaffen werden. Außerdem können SchülerInnen Einschätzung und Überprüfung ihrer eigenen Fähigkeiten und Potenziale anhand praktischer Arbeitsaufträge einzeln und/oder in Gruppen erlangen. „Schüler heizen ein!“ steht also beispielhaft für die pädagogische Chance, die eine Kooperation zwischen Experimenteller Archäologie und Schule durch die Vermittlung des Freilichtmuseums beinhaltet und darauf wartet, genutzt zu werden (Abb. 10).

Dank

Ich möchte dem Alamannen-Freilichtmuseum Vörstetten und besonders Prof. Dr. Helmut Köser und Dr. Niklot Krohn dafür danken, dass ich mich im Rahmen meines Praktikums diesem Thema widmen durfte.

Literatur

ANDRASCHKO, F. 2007: Ur- und Frühgeschichte/Archäologie. In: Hans-Jürgen Goertz (Hrsg.), Geschichte. Ein Grundkurs. Reinbek 2007, 383-390.

BRADE, J., DÜHLMAYER, B. 2015: Lehren und Lernen in außerschulischen Lernor-

ten. In: J. Kahlert et al. (Hrsg.), Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn 2015, 434-440.

BÜCKER, C. 1999: Frühe Alamannen im Breisgau. Stuttgart 1999.

BÜCKER, C. 2001: Steinzeit und frühe Alamannen in Vörstetten. Archäologische Nachrichten aus Baden 65, 2001.

DÖRPINGHAUS, A. 2009: Bildung. Plädoyer wider die Verdummung. Forschung und Lehre 16, 2009, 3-14.

FANSA, M. 2001: Möglichkeiten und Grenzen der experimentellen Archäologie. In: Archäologie Online, <<https://www.archaeologie-online.de/artikel/2001/thema-experimentelle-archaeologie/moeglichkeiten-und-grenzen-der-experimentellen-archaeologie/>> (16.01.2019).

FAVRE, P., METZGER, S. 2013: Außerschulische Lernorte nutzen. In: P. Labudde (Hrsg.), Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1.-9. Schuljahr. Bern 2013, 165-180.

GASSMANN, G. 2002: Zur frühalamannischen Eisenversorgung im Dekumatland unter besonderer Berücksichtigung der Verhüttungsrelikte aus Vörstetten „Grub“. In: C. Bücker u. a. (Hrsg.), Regio archaeologica. Archäologie und Geschichte an Ober- und Hochrhein. Festschrift für Gerhard Fingerlin zum 65. Geburtstag. Rahden/Westfalen 2002, 189-198.

KÖSER, H., MUSEUMS- UND GESCHICHTSVEREIN VÖRSTETTEN E.V. 2015: Alamannen-Museum Vörstetten. Freilichtmuseum. Die faszinierende Welt der Alamannen. Vörstetten 2015.

LANG, F. 2009: Archäologie. In: S. Günzel (Hrsg.), Raumwissenschaften. Frankfurt am Main 2009, 30-45.

MATHIS, C., FAVRE, P., KELLER, P. 2017: Sachlernen im Nahraum. Didaktische Grundlagen zur Reihe Ausflug in die Vergangenheit. Basel 2017.

MAYER, U. 1996: Archäologie. Spuren entdecken und enträtseln. Geschichte lernen 53, 1996, 15-22.

VON REEKEN, D. 2009: Historisches Lernen im Sachunterricht. Eine Einführung mit

Tipps für den Unterricht. Baltmannsweiler 2009.

SCHMIDT, M., WUNDERLI, M. 2008: Museum experimentell. Experimentelle Archäologie und museale Vermittlung. Schwalbach 2008.

WEINERT, F. 2002: Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: F. Weinert (Hrsg.), Leistungsmessungen in Schulen. Weinheim 2002, 17-32.

Abbildungsnachweis

Abb. 1, 10: Foto Helmut Köser

Abb. 2-3: Foto Michael Arendt im Auftrag des Alamannen-Freilichtmuseums Vörstetten

Abb. 4: Alamannen-Freilichtmuseum Vörstetten

Abb. 5: MATHIS, FAVRE, KELLER 2017, 47, Abb. 2

Abb. 6: MATHIS, FAVRE, KELLER 2017, 55, Abb. 2

Abb. 7: MATHIS, FAVRE, KELLER 2017, 18, Abb.1

Abb. 8: Foto Kai Böstler

Abb. 9: GASSMANN 2002, 192, Abb. 1

Autor

Kai Böstler B.A.

Hanseatenstraße 39

71640 Ludwigsburg

Deutschland

Alamannen-Freilichtmuseum Vörstetten

Denzlingerstraße 24a

79279 Vörstetten

Deutschland

A journey to the Stone Age-people in the highlands of New Guinea – cooking with the earth oven

Claudia S Riedt

Zusammenfassung – Eine Reise zu den Steinzeitmenschen im Hochland von Neuguinea – Kochen mit dem Erdofen. Dieser Bericht beschreibt unseren zweimonatigen Aufenthalt im Sommer 1994 bei dem Volk der Dani in Soroba, einem Dorf im Hochland von Irian Jaya auf Neuguinea. Wir berichten über unsere Feldforschungen und Beobachtungen über das Garen im Erdofen. Süßkartoffeln und andere Gemüsearten waren Grundnahrungsmittel der Dani, aber größere Dorffeste und Ereignisse wurden mit einem Schweinefest gefeiert, für welches ein Erdofen hergerichtet wurde, in dem das geschlachtete Schwein und verschiedene Sorten Gemüse gekocht wurden. Kleinere Erdöfen wurden auch für das tägliche Kochen von Süßkartoffeln, Gemüse und auch Fisch benutzt. Bei allen Erdöfen verwendete man heiße Steine als Hitzequelle. Um die Temperaturen in den Lebensmitteln im traditionellen Erdofen zu dokumentieren, beobachteten wir einige Male die Vorbereitungen und die Konstruktion der Erdöfen, und die Reihenfolge, in welcher das Gemüse und die Fleischstücke in verschiedenen Schichten in den Erdöfen eingelegt wurden. Temperatursensoren in den Nahrungsmitteln ermöglichten uns detaillierte Temperaturmessungen während des Kochprozesses.

Schlagworte: Stamm der Dani, Erdofen, zeremonielles Schweinefest, Kochtemperaturen
Keywords: Dani tribe, earth oven, ceremonial pig feast, cooking temperatures

Background

In the summer of 1994 we traveled to the Dani tribe in the village of Soroba, which lies in the Baliem valley in the highlands of Irian Jaya on the island of New Guinea, to conduct nutrition-focused field research over the course of 2 months. The Dani were one of the remaining tribes with a stone-age lifestyle in the south pacific area. The Baliem valley is approximately 50 km long and 20 km wide and had about 60 Dani villages. During our stay with the Dani we mostly stayed in the vil-

lage of Soroba, which is approximately 250 km from Jayapura on the northern coast and lies at an altitude of about 1600 meters. The village of Soroba was comprised of 7 Dani family hamlets. The nutrition and food preparation of the Dani tribe was remarkably different from what we knew in our civilized world, which was the motivation for us to research and describe our findings while the stone-age tribe still lived this way.

Specifically, the focus area of this report is one of the main cooking methods the Danis regularly used back then: the cooking

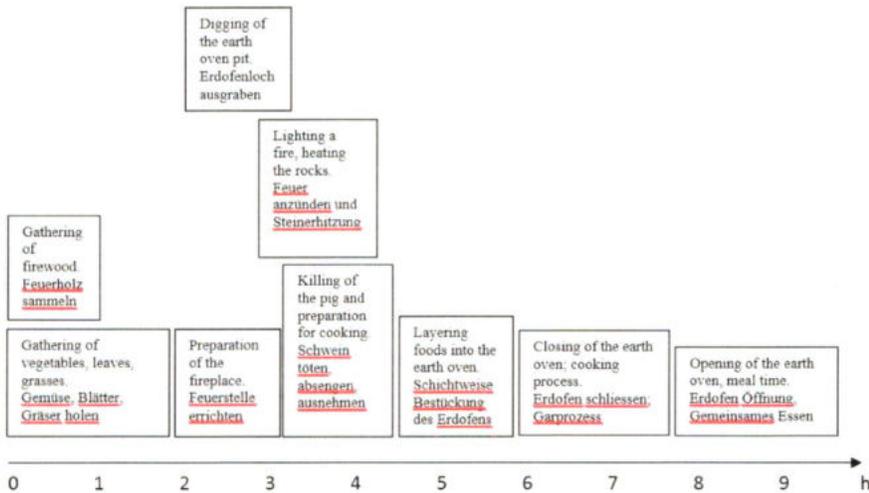


Fig. 1: Timeline of a ceremonial earth oven feast. – Zeitverlauf eines zeremoniellen Erdofenfestes.

in a larger ceremonial earth oven and cooking in smaller earth ovens that are used to cook other meats on an almost daily basis. Of specific interest for this research report were some of the animal-based foods the Dani consumed and the internal temperatures those foods reached over time with either cooking method.

The traditional earth oven

The Dani were still very much tradition-oriented when we visited. Hence, they celebrated communal events with a pig feast during which an earth oven was prepared to cook slaughtered pigs and various vegetables. Those events were usually a celebration of life, such as a wedding or a child's first birthday. The birth of a child was usually not celebrated with a pig feast since the rate of infant mortality during the first year of life was fairly high; hence, the first birthday of a child was celebrated instead. A pig feast could also be held following a chief's death. We were

told that, for example, in the case of Chief Pua's death, 50 pigs were slaughtered and about 200 Danis participated in the almost week-long event. For most occasions 1-10 pigs were slaughtered and 60-70 Danis would usually attend. While the large earth ovens for ceremonial pig feasts were set up outside, the smaller earth ovens for daily cooking were located inside the cooking hut, a communal building within a hamlet where everyone gathered in the evening to cook and socialize.

Preparation of a large earth oven

We were able to observe 2 ceremonial earth oven festivals during our time with the Dani tribe in Soroba, which were prepared especially for us, but in keeping with all the usual traditions.

The preparation of an earth oven usually followed the same routine (fig. 1). The women harvested sweet potatoes, vegetables, leaves and grasses and brought them to the hamlet in which the earth



Fig. 2: Women bring grasses and leaves to the hamlet. – Frauen bringen Gräser und Blätter zum Weiler.

oven was going to be built (fig. 2). Vegetables were mainly sweet potatoes, cabbage, squash, yam, taro, and corn. Men gathered firewood and dry grass for the fireplace. Heated rocks were always the heat source for the earth oven. In order to heat the rocks, firewood was arranged to set up an approximately 2 m x 2 m large square and dry grass was put in the middle. A first layer of rocks was put on top of the dry grass followed by a layer of firewood, then more dry grass and another layer of rocks. A layer of firewood topped the pile, which was then covered with freshly cut and damp grass. In the meanwhile, the chief used a rattan ribbon, dry grass, and a small piece of wood to start a small fire (fig. 3), which was then used to light the wood and rock pile in several places. After about 75 minutes the wood had burnt down and the rocks were hot.

While some men were busy lighting the fireplace to heat the rocks, other men killed the pig with a bow and arrow (fig. 4)



Fig. 3: Preparing the fire pit to heat the rocks and starting a fire. – Vorbereitung der Feuerstelle zum Erhitzen der Steine und Anzünden eines Feuers.



Fig. 4: Killing of the pig with bow and arrow. – Töten des Schweines mit Pfeil und Bogen.

and cut it up for cooking, while yet another group of men and women worked on digging a hole to build the earth oven. Using ironwood, a long stick of wood made from a tree with especially hard wood, a hole about 70-80 cm deep and 120-130 cm wide was dug. The hole was lined with a 15 cm thick layer of long grasses and then a layer of leaves was added. The men then transferred some of the hot rocks into the pit (fig. 5). For the rock transfer, another long piece of ironwood, split in half at one end, was used like large tongs to move the rocks into the earth oven pit. More layers of leaves and grasses, vegetables and rocks followed. Layers of leaves or grasses always separated the food from the rocks to prevent burning of the foods through direct con-



Fig. 5: Transfer of the heated rocks to the earth oven using iron wood. – Die erhitzten Steine werden mit Eisenholz zum Erdofen transferiert.



Fig. 6: Closing the earth oven with tightly cinched rattan. – Der Erdofen wird mit festgezerrtem Rattan verschnürt.

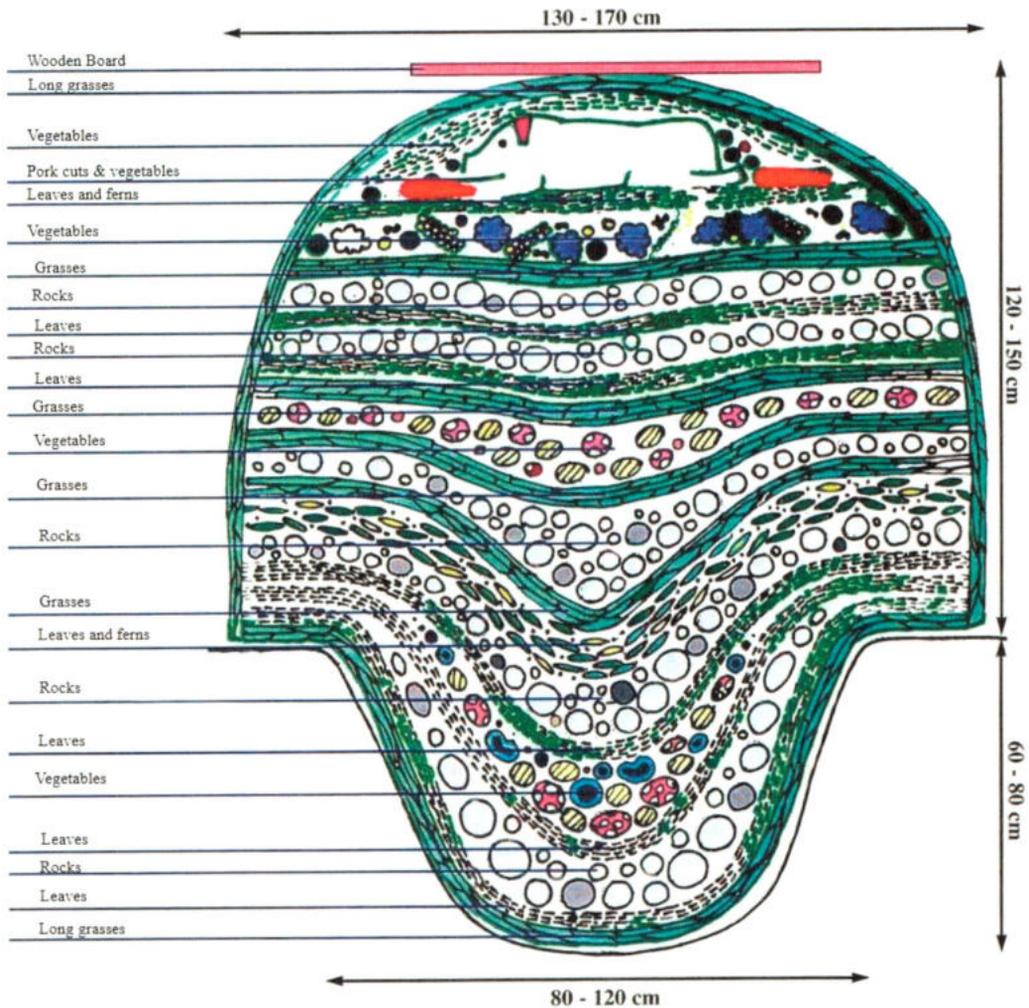


Fig. 7: Cross-sectional drawing of the large earth oven displaying layers of grasses, leaves, rocks, and foods. – Querschnittszeichnung des großen Erdofens mit den verschiedenen Lagen von Gräsern, Blättern, Steinen und Lebensmitteln.

tact with the hot rocks. As the earth oven grew in height the long grasses were folded upwards and tied horizontally with thick ribbons made from rattan (fig. 6). Water was repeatedly splashed onto the layers to prevent drying out of the foods and for steam generation to aid in the cooking process. In each instance we observed, the cuts of pork were placed in the top food layer with other vegetables and covered by another layer of grasses

and rocks. We were told, however, that sometimes the cuts of pork would also be distributed throughout the lower layers of the earth oven. The entire layering sequence as observed by us during the ceremonial earth oven festival is shown in fig. 7.

The process of layering grasses, leaves, rocks, and the foods into the earth oven and finally the tying of the grasses and rattan to close the earth oven took about



Fig. 8: The closed earth oven with a wood board on top and temperature leads sticking out the side. – Der verschnürte Erdofen mit Brettbeschwerung obenauf und Temperatursensoren, die an der Seite herausschauen.

an hour. The height of the earth oven was about 120 cm above ground and was topped off with a wooden board to weigh the grasses down (fig. 8).

After about 1.5 hrs of cooking time, counting once the earth oven was fully closed, the women started to open the earth oven by removing the cinched grass and rattan ribbons. Layer by layer the earth oven was de-constructed and contents were removed. It was up to the chief to cut up the pig and distribute it for eating. Men would be handed meat first, then the children and lastly the women. Women sometimes did not get any meat if there wasn't a lot. Everybody then sat down to eat the various foods that were cooked in the earth oven.

Preparation of the smaller earth oven

The construction of the smaller earth oven

resembled that of the larger ones, the differences were in size, foods cooked, and the duration of the cooking process. The communal cooking hut usually had several fireplaces and the rocks for the earth oven were heated in one of those. The earth oven had a diameter of only 70-80 cm, the bottom reaching about 20 cm into the ground and a height of about only 50 cm above ground. This smaller earth oven only had 2 layers of rocks and 3 layers of foods, which were separated from the heated rocks by banana leaves. The vegetables were the same as the ones used in the larger earth oven. Additionally, smaller animals such as cuscus, fish, crayfish, small birds, larvae and insects were cooked in this earth oven. The overall cooking time was only about one hour for this smaller oven.

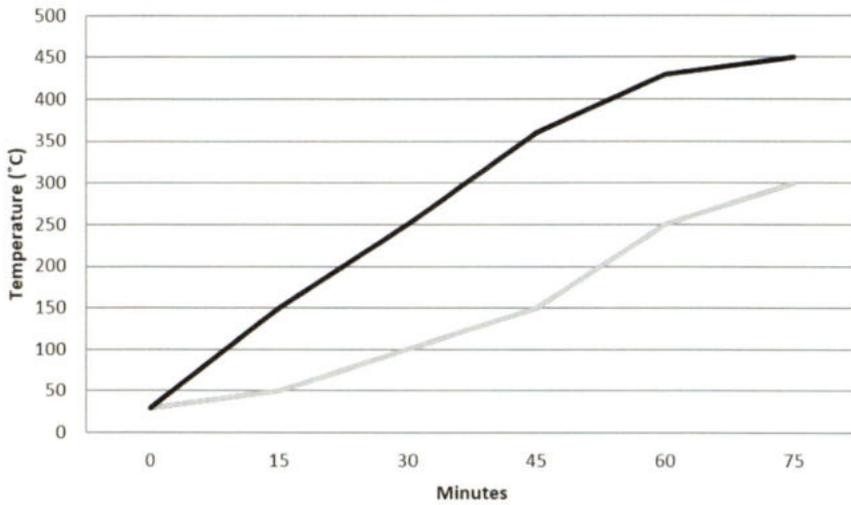


Fig. 9: Maximum temperatures recorded during the heating process of the rocks in the center (black line) and at the perimeter (gray line) of the fire pit. – Maximale gemessene Temperaturverläufe während des Erhitzens der Steine im Zentrum (schwarze Linie) und Außenbereich (graue Linie) der Feuerstelle.

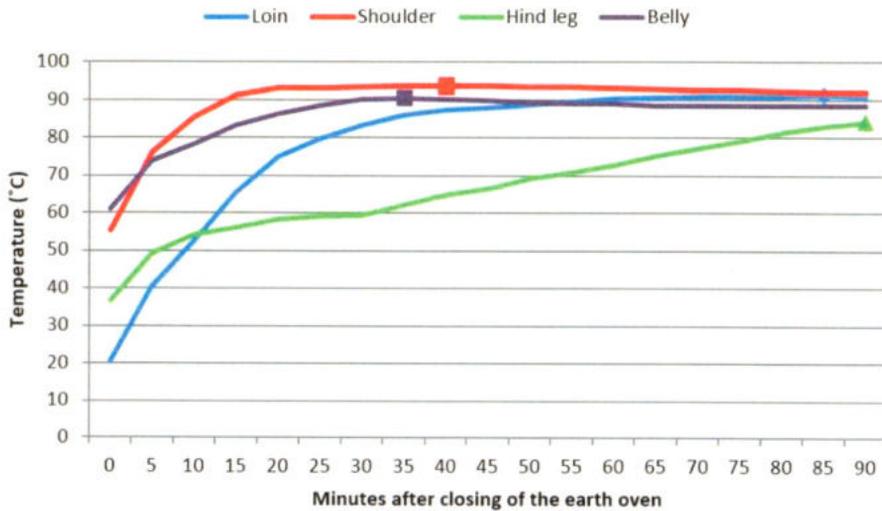


Fig. 10: Temperature curves of various pork cuts in the large ceremonial earth oven; maximum temperature reached highlighted with marked points. – Temperaturverlauf der Schweinefleischstücke im traditionellen großen Erdofen; Höchsttemperaturen mit Markierungspunkten angezeigt.

Minutes	Temperatures (°C)			
	Earth oven 1		Earth oven 2	
	Catfish	Cuscus	Banded rail Breast	Leg
00	64.4	38.8	50.6	38.4
05	78.8	56.3	68.7	38.8
10	85.5	67.5	69.5	41.3
15	89.5	74.7	76.7	45.6
20	93.0	81.8	81.6	55.6
25	94.0	85.1	82.9	67.6
30	94.4	87.4	82.9	74.7
35	94.8	90.4	83.2	78.7
40	94.9	91.4	83.1	79.9
45	95.1	92.4	82.7	80.9
50	95.0	92.6	82.5	81.4
55	94.9	92.4	82.1	81.7
60	94.8	92.0	-	-
65	94.7	91.7	-	-

Fig. 11: Temperature curves of catfish, cuscus, and banded rail in two smaller earth ovens. – Temperaturverlauf von Wels, Cuscus und Bindenralle in zwei kleineren Erdöfen.

Temperature measurements

A key research area that was focused on was measuring the temperatures of the foods in the earth oven over the length of the cooking process. Wanting to respect and not disrupt the traditions of the tribe, we asked and received permission from the tribe's chief that we could measure the temperatures of the rocks during the heating process, as well as those of the foods inside the earth oven throughout the cooking process. We used two temperature measurement devices testo® 920 (-60°C to +1000°C), which were donated by testotherm GmbH & Co, Lenzkirch, Germany. Ten 2000 mm leads (-50°C to +400°C, t99 = 5 sec) were used as temperature sensors for the foods and 2 surface sensors (-60°C to +500°C, t99 = 3 sec) were used to measure the temperature of the rocks during the heating process. The surface sensors were simply placed on the rock surface, one on a rock

in the middle of the fireplace and the other one on a rock at the perimeter of the fireplace. To place the sensors in the center of the foods, small holes were drilled into the foods using wooden skewers and then the leads were inserted. The foods were placed in the earth oven as they traditionally would be and the labeled leads routed to the outside of the earth oven (fig. 8), leaving the connection sites available to plug into the measurement devices. Temperature recordings for the rocks in the fireplace were started as soon as the fire was lit and then measured every 15 minutes during the heating process. Temperature recordings for the foods were started as soon as the earth oven was closed (Time 0), upon which measurements for each wired food were taken every 5 minutes by plugging the different leads into the device in a rotating order. Two individuals worked together to document and verify the temperatures measured.

Temperatures of the heated rocks and pork cuts in the large earth oven

The maximum temperature recorded for a rock surface after 75 minutes of heating was 450°C for rocks centrally located in the firepit, whereas rocks placed near the perimeter of the fire pit reached temperatures of only about 300°C by the end of the heating period (fig. 9).

The pig weighed about 35 kg total and was cut up into pieces of shoulder, hind leg, belly, and loin, and was placed in the top layer of the earth oven. Overall cooking time for the pork cuts was 90 minutes. Some of the meat cuts reached maximum temperature (belly = 90.4°C, shoulder = 93.6°C) as early as 35 minutes and 40 minutes into the cooking process, respectively (fig. 10). The loin had just reached maximum temperature of 91.1°C before the end of the cooking time and the hind leg was still increasing tempera-

ture when the recordings were terminated after 90 minutes and the earth oven was opened.

Time 0 temperatures varied greatly between the cuts, from 20.4°C to 61.1°C. Since we did not want to interfere with the tribal traditions too much, there was a delayed start of temperature recording until the earth oven was fully closed. This likely also explains why shoulder and belly cuts reached maximum temperature within 40 and 35 minutes, as their initial temperature recordings were already at 55.2°C and 61.1°C, respectively. Some of the cuts may have also been closer to the hot rocks than others and thus heated more quickly.

Temperatures of foods in the small earth oven

As described before, the smaller earth ovens in the communal huts were used for daily cooking of foods. We also measured the temperature of those rocks during the heating process, and they were similar to those of the rocks used in the ceremonial earth ovens (data not shown). However, a greater variety of animal-based foods were cooked in these smaller earth ovens, such as cuscus, birds, and a variety of fish. We observed the preparation of 2 small earth ovens and measured the temperatures of the foods in it over 65 and 55 minutes, respectively (*fig. 11*). During the first event, fish was cooked and had reached a maximum temperature of 95.1°C after 45 minutes of measuring, while the cuscus had reached 92.6°C within 50 minutes. A banded rail was cooked during the second event and the sensor in the breast showed a maximum temperature of 83.2°C after 35 minutes of measuring. The sensor in the leg, however, showed its highest reading of 81.7°C at 55 minutes, which was the last reading taken, so we don't know whether that was the maximum temperature

reached. Overall, the recorded temperatures in the second small earth oven were not as high as the temperatures of the foods in the first oven. We don't know why that is, but the temperatures of the vegetables cooked in the same second small earth oven did also not reach the temperatures (data not shown here) of the first small earth oven. We speculate that maybe the insulating layers of grasses and leaves were thicker than in other earth ovens we observed and measured.

Acknowledgements

Dipl.-Ing. (FH) Andreas Epple and Dipl.-Ing. (FH) Dorothea Friebe were instrumental for the documentation of the earth oven construction and recording of the temperature measurements. I especially thank Dr.-Ing. Ralf Laschimke for inspiring us to embark on this research adventure. Special thanks to our guide Jeed Pieter Yoku, who was instrumental in planning and translating. The measurement devices donated by testotherm GmbH & Co, Lenzkirch, Germany were indispensable for this research effort and very much appreciated, as well as the financial support received from Fürst-Carl Stiftung Sigmaringen, Germany and Fachhochschule Albstadt-Sigmaringen, Germany.

Picture credits

Fig. 1-11: © Claudia S Riedt

Author

Claudia S Riedt, PhD
6376 Lorwood Drive
Frisco, TX 75035
USA
Riedt@Riedtland.com

Zur Nutzung von Bienenwachs von der Urgeschichte bis in die Neuzeit – eine Vorstudie

Peter Walter

Summary – The usage of beeswax from prehistory to modern times – a preliminary study. *The two bee products – honey and beeswax – have always been valuable and sought after. Until the invention of stearin and paraffin in the early 19th century, wax was almost unrivalled as a raw material. In recent years, wooden tubes from Neolithic wet soil sites in Switzerland and southern Germany are interpreted as log hives: two each at house 11 from 3.381 BC in Arbon-Bleiche 3, Switzerland (DE CAPITANI ET AL. 2002, 112-113), in Wangen on the Hori peninsula, Germany (friendly reference by Helmut Schlichtherle), and one at the excavation Zurich-Opéra, Switzerland (BLEICHER 2018, 120-121; 3.234-2.727 v. Chr.), in which beeswax was found (friendly reference by Niels Bleicher). The keeping of bee colonies in the settlement environment of Neolithic pile dwellings is therefore probable. Prehistoric man used beeswax as an adhesive or putty material, as a component of remedies and for many other applications.*

Keywords: *beeswax, archaeometry, experimental archaeology, adhesives, bronze, medicine*

Schlagworte: *Bienenwachs, Archäometrie, Experimentelle Archäologie, Klebstoff, Bronze, Medizin*

Einführung

Die archäologische Forschung nimmt auf der Basis archäometrischer Untersuchungen ein bisher wenig beachtetes Rohmaterial und seine Nutzung in den prähistorischen Perioden verstärkt in den Blick: Bienenwachs. Wieviel Wachs konnte der Imker seinen Bienenvölkern wegnehmen, ohne sie zu gefährden? Wozu diente Bienenwachs in den verschiedenen Perioden? Wie können wir dies nachweisen? Wie viel davon wurde wofür, etwa in der Metallverarbeitung, benötigt? Zur Beantwortung dieser Fragen kann auch die Ex-

perimentelle Archäologie beitragen. So konnten bei Versuchen zur prähistorischen Imkerei in Dingelsdorf am Bodensee neben den Honig- auch die Wachsmengen im Verhältnis zu den Innenmaßen der Beuten und jeweiligen Bienenvolkgrößen berechnet werden (siehe Beitrag Gieß, Zorn, Zorn in diesem Band). Im Verlauf dieser Vorstudie ergaben sich neue Aspekte im Zusammenhang mit der Verwendung von Bienenwachs in der Ur- und Frühgeschichte, einige davon sollen künftig experimentell überprüft werden. Antike, mittelalterliche, neuzeitliche sowie ethnologische Quellen bieten wichtige

Überprüfungsmöglichkeiten für die erarbeiteten Fragestellungen und werfen Licht auf Bereiche, die mit archäologischen Quellen derzeit schwer zu beurteilen sind.

Entstehung, Gewinnung und die archäologische Nachweisbarkeit von Bienenwachs

Wachs benötigen Bienen für den Bau ihrer Waben. In ihnen züchten sie Larven auf und lagern dort Honig und Pollen ein. Die Arbeiterinnen stellen Wachs zwischen dem 13. und 18. Tag nach dem Schlüpfen her. Unterhalb ihres Hinterleibs befinden sich vier Wachsdrüsenpaare (Wachsspiegel), aus denen sie flüssiges Wachs herauspressen („schwitzen“), das zu geschichteten feinen, länglich ovalen bis herzförmigen Wachsplättchen erstarrt (jeweils 0,0008 g schwer). Sie sind zunächst farblos und spröde. Durch Zerkauen und Zugabe von Mundsekreten, Pollen und Propolis entsteht die intensive Gelbfärbung, und die Wachsschüppchen werden zu Waben formbar. Für 500 g Wachs verbrauchen Bienen ca. 2 kg Honig.

Wachs als Stoffwechselprodukt der Biene ist ein komplexes Gemisch aus bis zu 300 Inhaltsstoffen: 67% Ester (vor allem Myricin/Palmitinsäureester des Myricilalkohols), 14% Kohlenwasserstoffe, 12% freie Säuren, 6% Aromastoffe, 1% Alkoholverbindungen. Das spezifische Gewicht beträgt 0,96-0,97. Der Siedepunkt liegt bei 250°C, der Schmelzpunkt bei 62-64°C, die Erstarrungstemperatur bei 58°C. In Wasser unlöslich lässt es sich jedoch in heißen Fetten und ätherischen Ölen lösen. Propolis- und Pollenöle im Wachs enthalten hochwirksame Substanzen gegen Viren, Bakterien und Pilze. Deswegen kommt es seit jeher in der Medizin zum Einsatz, es eignet sich aber auch zur Konservierung von Holz und Putzen/Anstrichen/Gemälden.

In der hängenden Klotzbeute 3 in Dingelsdorf lebte ein Volk von etwa 28.000

Bienen und einem Gewicht von 2,3 kg. Die Beute hatte ein Volumen von 54 l und erbrachte knapp 10 kg Honig und 624 g Wachs (siehe Beitrag Gieß, Zorn, Zorn in diesem Band). Bei den insgesamt 9 Beuten unterschiedlicher Größe ist so in einer Saison mit etwa 5,5 kg Wachs zu rechnen.

Die Waben werden aus der Beute mit Holzspateln und Stöcken entnommen. Man lässt den ersten Teil des Honigs ablaufen. Die leeren Waben werden dann in Wasser bei ca. 60°C geschmolzen. Nach dem Filtern (Textil, Keramiksieb, Binsenkorb) und Abkühlen setzt sich das reine Wachs oben ab, darunter schweben im Wachs eingeschlossene Teile, unten steht Wasser. Der Wachskuchen wird entnommen, von Verunreinigungen gesäubert; noch mehrfach kann das Wachs aufgeschmolzen und gefiltert werden, um letzte unerwünschte Partikel zu entfernen und das Wachs aufzuhellen.

Bei archäologischen Objekten ist unter günstigen Erhaltungsbedingungen Myricin/Palmitinsäureester nachweisbar. Dafür werden Hochtemperatur Gas Chromatographie (HTGC) und Hochtemperatur Gas Chromatographie-Massenspektrometrie (HTGC/MS) eingesetzt. Diese naturwissenschaftlichen Analysen erweiterten in den letzten Jahren die Interpretationsmöglichkeiten der Archäologie enorm (REGERT ET AL. 2001; FRADE ET AL. 2012; ROFFET-SALQUE ET AL. 2015).

Paläolithium, Mesolithikum

Am Ende der letzten Eiszeit und darüber hinaus nutzten Menschen Mischungen aus Wachs, Harzen, tierischen Fetten, Holzkohle und anderen Zuschlägen zum Einkleben von Silexgeräten in Schäftungen aus Knochen, Geweih oder Holz. Die bislang ältesten Nachweise stammen aus der Border Cave, Südafrika (40.000 cal. BP). Das Wachs enthielt Harze von *Euphorbia tirucalli* (Bleistiftstrauch, ein



Abb. 1: Nr. 24: Objekt einer Bienenwachs-Harzmischung mit Schnurumwicklungsabdrücken, 4 cm Durchmesser, Border Cave/Südafrika (40.000 cal. BP). – No. 24: Object of a beeswax resin mixture with cord wrapping impressions, 4 cm diameter, Border Cave/South Africa (40.000 cal. BP).

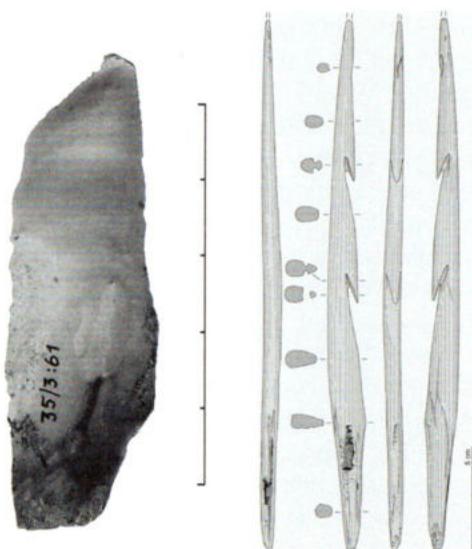


Abb. 2: links: Silexklinge von „König Heinrichs Vogelherd“, Pöhlde/Harz, Deutschland, mit Resten eines Klebstoffes; rechts: Geweihspitze aus Bergkamen, Deutschland, mit organischen Anhaftungen. – Left: flint blade from "König Heinrichs Vogelherd", Pöhlde/Harz, Germany, with remains of an adhesive; right: antler tip from Bergkamen, Germany with organic adhesions.

Wolfsmilchgewächs) und Proteine (Eier?) und wird als Klebstoffvorrat interpretiert (D'ERRICO ET AL. 2012) (Abb. 1).

Jüngere Nachweise gelangen in Deutschland: in Pöhlde/Harz (Mischung aus Bienenwachs, tierischem Fett und Kiefernharz, 29.000-28.000 cal. BP, THIEME ET AL. 2014, 69-72) und Bergkamen (Mischung aus Bienenwachs und Holzkohlestaub, 13.100 cal. BP, BAALES, BIRKER, MUCHA 2017, 1163-1165). In beiden Fällen war zunächst vermutet worden, die organischen Anhaftungen seien Reste von Birkenpech (THIEME ET AL. 2014, 69-72; BAALES, BIRKER, MUCHA 2017, 1162). Die deutschen Funde werfen die Frage auf, ob die Menschen dort in der Eiszeit direkten Zugang zu Wachs hatten. Klimatisch gesehen ist die Wahrscheinlichkeit gering, dass Wildbienen völker dort überleben konnten. Damit müsste das Wachs aus wärmeren Regionen importiert worden sein (BAALES, BIRKER, MUCHA 2017, 1165) (Abb. 2).

Kurz nach dem Ende des Spätpaläolithikums schützten frühmesolithische Künstler in Norditalien kleine Symbole und Figuren, die sie auf Steinplatten gemalt hatten, mit einem Wachsüberzug (Riparo Dalmeri, Trento, Italien; DALMERI ET AL. 2011; DALMERI ET AL. 2009) (Abb. 3).

Mischungen aus Bienenwachs mit Beimengungen anderer Stoffe (Harz, Kohlenstaub, Bitumen) blieben als Klebstoffe

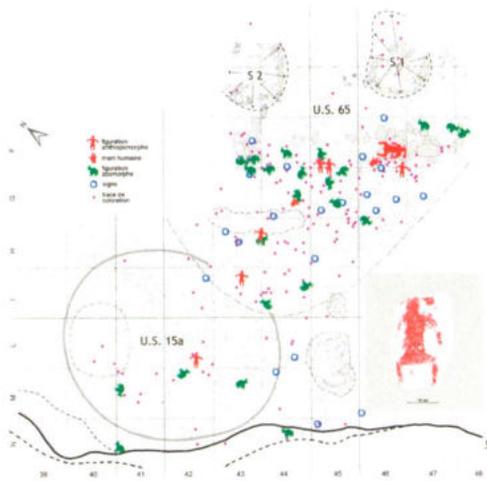


Abb. 3: Bemalte Felsplatten mit Schutzfilm aus Bienenwachs (Riparo Dalmeri, Trento, Italien). – Painted rock slabs with protective film of beeswax (Riparo Dalmeri, Trento, Italy).

zum Schäften von Gerätschaften auch in der mittleren Steinzeit in Gebrauch (Italien: Riparo Gaban; CRISTIANI, PEDROTTI, GIALANELLA 2009; Zentralrussland: ZHILIN 2015, 47).

Neolithikum

Für das Neolithikum nehmen die Nachweise für die Imkerei und die Nutzung von Bienenwachs zu. Bei einer großangelegten Untersuchung von 6.400 Keramikscherben des Neolithikums von der Südosttürkei bis nach Nordeuropa konnten bei 1,3% Reste von Bienenwachs festgestellt werden (CHARTERS ET AL. 1995; ROFFET-SALQUE ET AL. 2015). In Catal Hüyük sind um 6.540 BC auf Hauswänden Bienenwaben dargestellt, was die Bedeutung des Komplexes Honig/Wachs für die Menschen dieser frühen stadttähnlichen Anlage unterstreicht (SCHIMITSCHEK 1977, 68, Abb. 53; ÇAMURCUOĞLU 2015, 91, fig. 24).

Wachs kam auch als Füllung kariöser Zähne zum Einsatz. Ein in einer slowenischen Karsthöhle gefundener hohler Mo-



Abb. 4: Glättsteine oder Geräte zum Einbringen von Wachs in Ledernähte? P-15071, Litzelstetten 2, 696 g; P-13191, Hornstaad 3, 90 g (Neolithikum, 1. Hälfte 4. Jt. v. Chr.), Sammlung Pfahlbaumuseum Unteruhldingen. – Smoothing stones or tools for applying wax to leather seams? P-15071, Litzelstetten 2, 696 g; P-13191, Hornstaad 3, 90 g (Neolithic, 1st half 4th century BC), collection Pfahlbaumuseum Unteruhldingen.

lar muss kurz vor dem Tod des Individuums mit Wachs verschlossen worden sein (BERNARDINI ET AL. 2012). Ähnliches ist aus der Volksmedizin bis ins späte 20. Jahrhundert am Bodensee belegt (freundliche Information H. Gieß, Dingelsdorf: Ein älterer Nachbar hatte jahrelang ein großes Loch in einem Backenzahn mit Bienenwachs „gestopft“).

Im keramischen Spektrum neolithischer Fundstellen wie auch in den nachfolgenden Perioden kommen immer wieder Siebgefäße vor, die verschiedentlich auch archäometrisch untersucht und dem Umfeld der Käseherstellung zugeschrieben wurden (LÖNING 2014, 45-46). Natürlich konnten sie auch zum Trennen von Wachs und Honig benutzt werden.

Im Fundgut archäologischer Ausgrabungen werden manche Werkzeuge aus Stein oft ohne genaue Funktions- und Rückstandsanalysen als Glättsteine für die Politur von Keramik klassifiziert. Allerdings kommen auch Verwendungen in



Abb. 5: 6.000 Jahre altes Kupfermedaillon aus Pakistan (Mehrgarh), hergestellt im Wachsauerschmelzverfahren. – 6.000 year old copper medallion from Pakistan (Mehrgarh), made by lost wax casting.

Frage, die der Abdichtung von Nähten bei Lederkleidung oder Schuhen dienen konnten. Mit solchen Steinen wurde Bienenwachs in die Nähte „eingebügelt“. Dabei erhitze man Wachs und Stein, um das flüssige Wachs dann in die Nähte einzubringen und sie so wasserabweisend zu versiegeln. Bis in jüngste Zeit wurden solche lötkolbenartige Steine im Schuster- und Sattlerhandwerk verwendet (freundliche Mitteilung H. Gieß, Dingelsdorf). Für eine sichere Zweckbestimmung sollten derartige Objekte naturwissenschaftlich untersucht werden, am besten direkt nach der Ausgrabung (Abb. 4).

In der entwickelten Phase des Neolithikums wurden in vielen Regionen der Welt erste Gegenstände aus Kupfer hergestellt (Schmuck, Geräte). Das ab der Bronzezeit wichtige Wachsauerschmelzverfahren wurde im pakistanischen Mehrgarh schon um 4.000 v. Chr. mit reinem Kupfer angewendet (THOURY ET AL. 2016) (Abb. 5).



Abb. 6: Bronzezeitliches Schmuckdöschen in Form eines Bienenkorbs aus dem Hortfund von Skeldal/DK. – Bronze Age jewellery box in the shape of a beehive from the Skeldal/DK hoard find.

Bronzezeit

Mit der Zunahme der Metallverarbeitung im Verlauf der Bronzezeit stieg die Nachfrage nach Wachs. Erstmals in der Geschichte ist von planmäßiger Haltung von Bienenvölkern auszugehen, um ausreichende Mengen Wachs zu produzieren und damit Handel zu treiben (BÜLL 1977, 152-154).

Die Wichtigkeit der Imkerei in der Bronzezeit kommt durch den 1982 von Söndergänger aufgespürten Hortfund von Skeldal, Dänemark zum Ausdruck (1.950-1.700 v. Chr.; VANDKILDE 1988; MÖRTZ 2009, 221). Er bestand aus mehreren Beilen, bronzenen Armringen, einem Meißel, einer Perle. Sein zentrales Element war ein kleines, bienenkorbartiges Döschen mit Deckel, in dem sich zwei goldene Noppenringe befanden. Dies ist

wohl als Methapher für den außerordentlichen Wert von Honig und Wachs aufzufassen (Abb. 6).

Um einen Eindruck zu bekommen, wie viel Wachs in der Bronzezeit etwa für das Wachausschmelzverfahren benötigt wurde, ist es interessant, die Dichte von Wachs im Verhältnis zu Bronze zu betrachten. Bronze hat pro g und cm³ eine Dichte von 7,4-8,9, Bienenwachs 0,96-0,97. Dies ergibt einen Umrechnungsfaktor von ca. 9. D. h. wenn ein Bronzegegenstand 100 g wiegt, wog das zugrundeliegende Modell aus reinem Wachs ca. 11,11 g bzw. 6 g in einer Harz-Öl-Wachsmischung, die härter ist als reines und sehr druckempfindliches Bienenwachs. Für das Modell eines Mörigenschwertes mit einem Bronzegegewicht von 640 g benötigte man ca. 70 g reines Wachs oder 42 g mit Harz und Öl gemischt.

Auch für die Einarbeitung feiner Verzierungen in das Modell ist ein härterer Grundstoff von Vorteil, da die Verzierungen so standfester sind. Zudem ist die Mischung recht dunkel, was die Erkennbarkeit feiner Verzierungen beim Modellieren verbessert. Moderne Bronze gießer verwenden eine Mixtur aus 60% Bienenwachs, 39% Baumharz und 1% Leinöl. Ob das in der Bronzezeit auch so war, ist noch nicht untersucht. Beim Ausschmelzen in der Tonform gehen ca. 40% des Wachses bzw. der Wachsmischung verloren. Tonkerne und -formen saugen einen Teil auf, ein weiterer Teil verbrennt. Alternativ zu Wachs kann auch Talg, der aus Schlachtabfällen von Ziegenböcken, Schafen, Hirschen, Stieren, Kälbern, Rindern gewonnen wird, verwendet werden (freundliche Mitteilungen zum Thema Wachausschmelzverfahren von F. Trommer, Blaubeuren). Wachs kam in Verbindung mit anderen Stoffen auch bei der Nutzung bronzenener Gussformen zum Einsatz (BARON ET AL. 2016).

Ab 2.450 v. Chr. gab es in Ägypten organisierte Imkerei, Honig und Wachs avan-

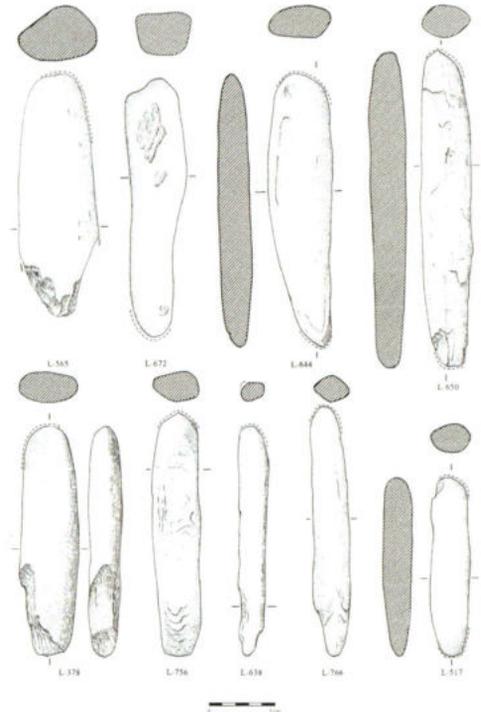


Abb. 7: Siedlung von Fuente Álamo bei Cuevas del Almanzora, Almería/Südspanien (El Argar-Kultur, 1.750-1.550 cal. BC), Steinstöbel mit Bienenwachsspuren. – Settlement of Fuente Álamo near Cuevas del Almanzora, Almería/Southern Spain (El Argar culture, 1.750-1.550 cal. BC), stone pestles with traces of beeswax.

cierten zum wichtigen Handelsgut. Wachsfiguren sind aus dem magisch-kultischen Bereich bekannt. Das Papyrus Westcar, spätes Mittleres Reich (13. Dynastie, 16. Jh. v. Chr.), berichtet von Vorlesepriestern und Weisen, die durch Magie Wachsfiguren zum Leben erwecken, Seen und Flüsse bewegen und Prophezeiungen geben. Auch Schutzzauber, Schadenszauber, Liebeszauber usw. wurde mit Wachsfiguren vollzogen (AST ET AL. 2011, 15; WIKIPEDIA 2019: PAPYRUS WESTCAR). Wie schon in den ältesten Perioden der Menschheit verklebten auch die Menschen am Nil mit Wachsmischungen verschiedene Materialien. „... Ebenso

nutzten die Ägypter Bienenwachs für handwerkliche Klebungen, indem sie es mit pulverisiertem Steinmehl vermischten und damit z. B. Metallklingen von Rasiermessern mit ihrem Stiel verbanden ...“ (INDUSTRIEVERBAND KLEBSTOFFE 2019). In der südspanischen Al Argarkultur (1.750-1.550 cal. BC) kommen regelmäßig Steinstössel vor. An einigen fanden sich Anhaftungen von Bienenwachs (ACHE ET AL. 2017). Diese Geräte wurden zur Aufbereitung von Wachs und möglicherweise zur Herstellung von Wachsmischungen wie oben beschrieben genutzt (Abb. 7).

Bei Felskammergräbern im südportugiesischen Torre Velha 3 und Horta do Folgão versiegelte man die steinernen Verschlussplatten mit einer Mischung aus Bienenwachs, Propolis und tonhaltiger Erde (1.750-1.550 v. Chr.). Bei der Deckplatte des Steinkistengrabes von Herdade do Montinho in der gleichen Region wurde dafür eine Mischung aus Erde und Schweinefett verwendet, mit der das Grab zusätzlich noch überschüttet wurde. Die drei Fundplätze weisen im Fundspektrum Ähnlichkeiten zur südwestspanischen El Argar-Kultur auf (FRADE ET AL. 2012). Schwarze, fettige Erdschichten waren im Südwesten der iberischen Halbinsel in der Vergangenheit schon häufig bei Gräbern beobachtet worden. Es ging den Menschen der mittleren Bronzezeit dort offensichtlich darum, die Körper der Toten bestmöglich zu schützen und insbesondere das Eindringen von Feuchtigkeit in die Grabkammern zu verhindern (FRADE ET AL. 2012, 145) (Abb. 8).

Im El Argar-zeitlichen Grab 121 von Galeira bei Castellón Alto (1.900-1.600 v. Chr.), in dem der erstaunlich gut erhaltene „Hombre de Galera“ lag, wurde in einem der beigegebenen Gefäße Bienenwachs als Inhalt bestimmt, resp. Wachswaben ggf. noch mit Honig (PARRAS ET AL. 2011, 10). Auf der südwestlichen iberischen Halbinsel sind in Marroquíes Bajos, Hütte 693 und Plot E.2.1, U.A.23 (spätes 3. Jt.

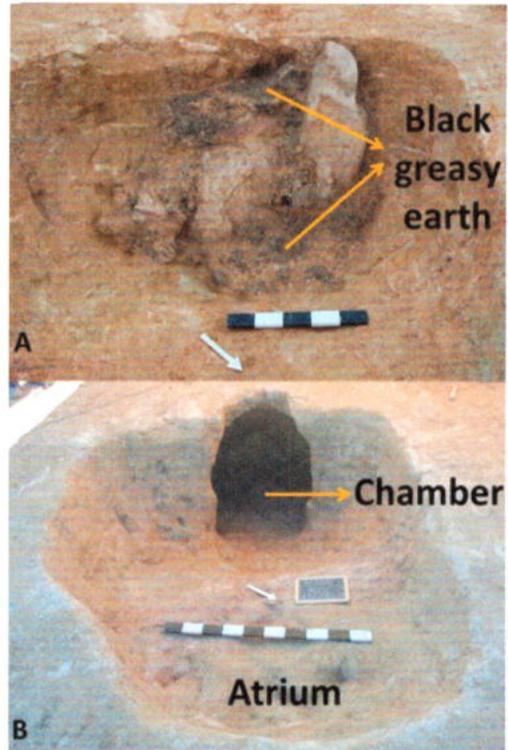


Abb. 8: Felskammergrab/Hypogäum von Torre Velha 3, Portugal mit Spuren einer „schwarzen fettigen Erde“, die aus Mischungen von Erde, Bienenwachs und Propolis bestand. – Rock-cut chamber tomb/hypogeum of Torre Velha 3, Portugal with traces of a "black greasy earth" consisting of mixtures of earth, beeswax and propolis.

v. Chr.) und Remojadero (9.-8. Jh. v. Chr.) Bienenwachsnachweise im häuslichen Kontext gelungen (PARRAS ET AL. 2011, 12).

Analysen bei keramischen Lampen und konischen Schalen der minoischen Fundstätte von Mochlos (Ostkreta, erste Hälfte des 2. Jt. v. Chr.) zeigen durch im Ton-scherben absorbierte Lipide erstmals die Nutzung von Bienenwachs als Leuchtstoff an (EVERSHED ET AL. 1997).

Eisenzeit bis römische Periode

Im Europa außerhalb der griechisch-

römischen Sphäre bleiben archäologische/archäometrische Nachweise die Grundlage zur Klärung der Frage, wie und wofür Wachs genutzt wurde.

Im spanischen Heiligtum von El Pajarillo, Huelma, ist im Vorratsbereich des Heiligtums und im Oppidum von Puente Tablas in Haus 6, 4. Jh. v. Chr., Wachs an Keramik belegt (PARRAS ET AL. 2011, 12). Das Wachsauerschmelzverfahren war in der gesamten europäischen Eisenzeit weiter in Gebrauch, vor allem, um Schmuck herzustellen.

In den klassischen Kulturen des Mittelmeerraumes stehen mit dem Eintritt in geschichtliche Epochen vermehrt Texte für unsere Suche nach Anzeichen der Nutzung von Bienenwachs zur Verfügung. Das Wort für Wachs im Altpersisch-Arabischen ist *mûm/môm*; der Begriff Mumie ist damit verknüpft, denn auch die Behandlung der Toten in Ägypten erforderte große Mengen Wachs (EL DALY 2005, 107).

Aristoteles verfasste das erste Fachbuch über die Bienenzucht und beschreibt früh den „Bientanz“. Auch Hesiod, Vergil, Solon, Plinius, Columella, Didymus oder Varro schrieben Texte zum Thema Imkerei. Hippokrates verordnete Honig bei Fieber, Verletzungen, Geschwüren und eiternden Wunden. Bei den Olympischen Spielen tranken die Athleten Honigwasser, um schnell wieder zu Kräften zu kommen (Palladius 8,7, De hydromelli, Honigwasser). Römischen Quellen zufolge konnten aus einer Beute 3-4 Pfund Wachs und 20-30 Pfund Honig gewonnen werden.

Griechische und römische Götter nutzten Bienen und Bienenprodukte vielfältig: Zeus, der „Bienenkönig“, Artemis, Bacchus, Apollo, Ceres, um nur einige zu nennen. Honig war eine wichtige Weihegabe, und die Eigenschaften von Honig und Bienenwachs im Bereich der Medizin und der Konservierung von Leichen war bekannt. So soll Alexander der Große mit

Honig einbalsamiert worden sein (MARTELL 1929). Strabo berichtet im 1. Jh. n. Chr. über die Begräbnissitten der Perser „*Sie bestreichen die Körper der Toten mit Wachs, bevor sie sie begraben ...*“ (KOCH 1992, 286).

Im spätpharaonischen Ägypten wurde mit in Wachs gebundenen Farbpigmenten heiß auf den Untergrund gemalt, im Fall der Mumienportraits von Fayum auf Holz (Enkaustik). Wachs wird im Alten Testament als Teil der von Juda an Tyros gelieferten Handelswaren erwähnt (Buch des Propheten Hesekiel/Ezechiel, 27:17, Klagelied über Tyrus).

Die Etrusker importierten große Mengen Honig und Wachs aus Korsika. Später mussten die Korsen ihren Tribut an Rom u. a. in Form von Wachs und Propolis zahlen.

Aus Bienenwachs wurde in der Antike ein Schutzfirnis für Bronzestatuen hergestellt, und die in Ägypten entwickelte Enkaustik wurde auch von den Römern angewendet.

Die Punier/Karthager stellten ein besonders hochwertiges Wachs her, das im gesamten Mittelmeerraum begehrt war: „Punisches Wachs“. Diese Bezeichnung ist noch heute gebräuchlich für besonders feines, aufwändig mit Salzen etc. geläutertes Wachs. Es wird u. a. für Stucco Veneziano, für Marmorino, zum Schutz vor Säuren und um Oberflächen auf Hochglanz zu polieren eingesetzt.

Die größte Nachfrage nach Wachs hatte die römische Armee, denn ihre Schiffe mussten mit Schutzanstrichen versehen werden, für die viel Wachs benötigt wurde. Die Eisenwaffen und Rüstungen der Legionäre behandelte man wohl mit Schutzfirnissen vor feuchter Witterung, auch hierfür wurde Wachs gebraucht. In Armee und Verwaltung war Wachs bei Schreibtäfelchen und Siegelkapseln wichtig.

Die Herkunft des Wachses mit seinen spezifischen Eigenschaften wird an verschiedenen Stellen bei Plinius genannt:

Punisches Wachs, weiß, beste Qualität aus Karthago (Plinius, *Naturalis historia*, 21.49), pontisches Wachs, gelb, Honigaroma, Tributzahlungen aus dem Schwarzmeergebiet (Plinius, *Naturalis historia*, 21.45; 21.49), korsisches Wachs und Propolis, medizinische Zwecke, Tributzahlungen (Plinius, *Naturalis historia*, 21.49), kretisches und zypriotisches Wachs, medizinische Anwendungen (Plinius, *Naturalis historia*, 21.49) (ALEXANDRIDIS ET AL. 2019).

Auch für Wandgemälde in der Enkaustik-Maltechnik (Pompeji), zur Abdichtung des Inneren von Keramik (POHL 1959), für die ersten Wachskerzen (*cerei, candelae*), zum Ausschwenken von Feldflaschen (*Ampulla/Laguncula*) aus Eisenblech, zum Gießen von Bronzestatuen im Wachsau-schmelzverfahren, für täuschend echt aussehende Obst- und Fruchtrepiken, Nachbildungen von Opfertieren, Kinderspielzeug, Ahnenmasken und -porträts, die Wachsbildner herstellten, brauchte man Wachs in großen Mengen (KRENKEL 1979). Die frühaugustäische Statue des Togatus Barberini im römischen Montemartini Museum ist ein schönes Beispiel für das Wachsbildner-Handwerk. Der Dargestellte aus der römischen Oberschicht hält Porträtköpfe (die Vorbilder waren sicher aus Wachs) seiner Vorfahren in jeder Hand. Auch für das Enthaaren im Bad benötigten die Römer beträchtliche Mengen Wachs (KRENKEL 1979, 1344).

Die zahlreichen Textquellen zum Thema Wachs sollten aber nicht darüber hinweg-täuschen, dass es nach wie vor wichtig bleibt, auch archäologische Funde genau zu analysieren, ob sie in einer Verbindung mit der Wachs-nutzung stehen.

Frühes Mittelalter bis in die frühe Neuzeit

Nach dem Ende der römischen Zeit wurde die Bienenzucht auch in Mittel-, Nord- und Osteuropa immer wichtiger, weil Kirchen, Klöster und Adelshäuser immer



Abb. 9: Die ältesten erhaltenen Kerzen: Oberflacht, Deutschland (6./7. Jh. n. Chr., alamannisch). – *The oldest preserved candles: Oberflacht, Germany (6th/7th century A.D., alamannic).*

mehr Wachs für Schreibtafeln, Siegel und vor allem Kerzen brauchten.

Der Schutzpatron der Imker und der Bienen ist der Heilige Ambrosius. Einer Legende zufolge flog ein Bienenschwarm über die Wiege des späteren Bischofs von Mailand (339-397 n. Chr.) und die Bienen hätten Honig in seinen Mund geträufelt. Diese Geschichte ähnelt stark der vom kleinen Zeus; auch ihm gaben Bienen Honig direkt in den Mund.

Erste gesetzliche Regelungen der Imkerei sind zwischen 507-511 in den *Lex Salica* (*Pactus Legis Salicae*) von Chlodwig I. festgelegt worden. Auf Diebstahl von Wachs, Honig und Bienen standen hohe Strafen, auch in den fränkischen *leges barbarorum* (500-888) ist das so. Vor allem die Aneignung fremder Hausbienen

wurde streng geahndet. Zusätzlich zur Erstattung eines Mehrfachen des Schadenswertes wurden Leibesstrafen (z. B. Auspeitschen) verhängt. Vom Hochmittelalter an wurde der Diebstahl von Bienenstöcken mit der Todesstrafe belegt – meist durch Erhängen, auch „Ausdärmen“ wird genannt.

Die derzeit ältesten erhaltenen Kerzen sind die drei Exemplare aus dem mero-wingisch/alamannischen Gräberfeld von Seitingen-Oberflacht bei Tuttlingen in Baden-Württemberg. Sie bestehen aus einem Gemisch aus Bienenwachs und Harz, sind 206, 279 und 220 mm lang und jeweils 20 mm dick. Das Material der Dochte wurde noch nicht bestimmt (PAULSEN 1992, 130-135) (Abb. 9).

Etwas jünger sind die Kerzen aus den wikingerezeitlichen Gräbern von Mammen, Viborg und dem North Mound in Jelling, Dänemark (NATIONALMUSEUM KOPENHAGEN 2019). Weitere Kerzenfunde aus der Zeit zwischen 900 und 1000 n. Chr. sind aus Gräbern in Norwegen, Russland und der Ukraine bekannt. Das Symbol des Lichts und des Ewigen Lebens könnte die Bestatteten als Christen ausweisen, vielleicht war auch der Alamanne von Oberflacht zur neuen Religion übergetreten.

Im Goldschmiedehandwerk blieb Wachs für das Ausschmelzverfahren weiter unabdingbar (SÖDERBERG 2012).

Im Codex Bambergensis Medicinalis, dem „Lorscher Arzneibuch“ aus dem 8. Jh. n. Chr., werden zahlreiche Salben, Heilöle und Umschläge aufgeführt, für die Wachs ein wichtiger Bestandteil war (STOLL 1992). Die antiseptische Wirksamkeit von Bienenwachs wird auch bei Hildegard von Bingen (1098-1179) beschrieben: *„Wenn ein Geschwür oder eine Pustel heftige Schmerzen verursacht, bevor es aufbricht, so überziehe man ein Leinentuch mit neuem Wachs, tauche es in Olivenöl und lege es über das Geschwür. Dadurch wird das Geschwür erweicht und geht leichter auf, die Säfte werden herausge-*

zogen und es kommt leichter zur Heilung.“

Vom 11. bis zum 15. Jh. entsprach der Wert von zwei Bienenvölkern dem Wert einer Kuh. Mitte des 17. Jahrhunderts bekam man für 3,5 Pfund Honig ein Spanferkel.

Beste Lebensbedingungen hatten Bienen in den Siedlungsgebieten der Slawen, Balten und Ostgermanen. Riesige Lindenmischwälder waren dort vorherrschend. Der jahrhundertlange Honig- und Wachstransport in die westliche Welt hat auch zum Reichtum des alten Russland beigetragen.

Im 14./15. Jh. lieferte Baschkirien Wachs aus Baumbeuten (Bortyes) bis nach Brügge, Lübeck und Hamburg, der Honig wurde in großem Maßstab zu Met verarbeitet. Im Spätmittelalter und der frühen Neuzeit erreichten sog. Wachsstro aus dem Baltikum und Russland in großen Mengen die Hansestädte. Diese stro waren Gebinde mehrerer bodem, d. h. Wachsscheiben. Sie hatten kein festgelegtes Gewicht und damit auch keinen klar definierten Wert. Sicher ist, dass Wachs im Spätmittelalter zu den wichtigsten Handelsgütern zählte und den Kaufleuten deutlich höhere Gewinne als etwa Getreide einbrachte (STÜTZEL 2013, 45; 111). Der hohe Bedarf an diesem Rohstoff zeigt sich gut daran, dass allein die Schlosskirche zu Wittenberg im frühen 16. Jh. 7-18 t Wachs jährlich verbrauchte (SCHLOSSKIRCHE WITTENBERG 2019) und erklärt, warum Imkern und Zeidlern besondere Privilegien zugestanden wurden. Sie durften Waffen tragen und besaßen eine eigene Gerichtsbarkeit.

An Städte, Kirchen und Klöster mussten die Bauern Naturalabgaben leisten; sehr wichtig war dabei Wachs. Bauern, die sich unter Abgabe festgelegter jährlicher Mengen Wachs in Hörigkeit begaben, waren „Wachszinsige/Zensuale“. Sie erhielten für den Wachszins Schutz und waren u. a. vom Kriegsdienst befreit.

Exkurs nach Übersee: Yucatán/Mexiko

Eine interessantes Mengen- und damit zugleich Bedeutungsverhältnis von Wachs zu Honig ersehen wir aus spanischen Steuerlisten, die für das Jahr 1549 festhielten, dass in Yucatán 163 Maya-siedlungen 281 t Wachs als Steuer an die Spanier lieferten, wohingegen aus fast genauso vielen Siedlungen (157) lediglich 3 t Honig kamen (IMRE, YOUNG, MARCUS 2010, 44). Dieses Verhältnis spricht dafür, dass ein Großteil des yucatanischen Honigs nicht für den Verzehr durch den Menschen bestimmt war, sondern bei den Bienen blieb, um eine maximale Wachsproduktion anzuregen. Wenn man die aktuelle globale Jahresproduktion an Bienenwachs (2015: 67.000 t) zum Vergleich heranzieht, wird deutlich, welche enorme Menge Wachs in diesem kleinen Teil Mexikos damals produziert wurde.

Experimente und Versuche zu und mit Wachs

Folgende Bereiche der Nutzung von Bienenwachs wurden schon experimentell untersucht:

1) Verkleben von Silexgeräten mit Bienenwachs oder Bienenwachsmischungen (Wachs-Harz-Holzkohlenstaub, Ocker); dieses Material kann man bis zu 20 x erhitzen und erneut verwenden. Am belastungsfähigsten hat sich eine Mischung aus 2 Teilen Harz und 1 Teil Bienenwachs gezeigt; aber auch Mischungen im Verhältnis 1:1 oder 3:1 waren geeignet (freundliche Mitteilung Harm Paulsen, STODIEK 1991; STODIEK 1993; BECKHOFF 1966; KOZOWYK, LANGEJANS, POULIS 2016; WEINER 1999; Versuche Pfahlbaumuseum Unteruhldingen, Rolf Auer).

2) Bogensehnen mit Wachs einreiben; eine gewachste Sehne nimmt bei Nässe oder hoher Luftfeuchtigkeit weniger Wasser auf; dadurch gelingen auch bei Regen gute Schüsse; das Wachsen gleicht kleine

Unebenheiten der Sehne aus, die einzelnen Sehnenstränge schmiegen sich besser aneinander, die Reibung wird minimiert und konstantere Schüsse werden möglich (Harm Paulsen, Ulrich Stodiek).

3) Neolithischer Topf (Horgener Kultur) als Zwischenlager für Bienenvölker (Schwärme, Völkervermehrung; siehe Beitrag Gieß, Zorn, Zorn in diesem Band).

4) Wachsausschmelzverfahren; schon sehr häufig nachvollzogen, so der Guss der romanischen Bienenkorbglocken von Hachen (Bartholomäuskapelle, Paderborn) und Canino nach Theophilus Presbyter (ASMUS 2016).

5) Imprägnieren von Linothoraxpanzern mit Wachs (ALDRETE, BARTELL, ALDRETE 2011, 94).

6) Das Malen mit Wachsfarben (HOCHBRUCK 2015) und wachsbasierte Schiffanstriche (siehe Beitrag Hochbruck in diesem Band).

7) Abdichten von Weinamphoren mit Wachs (BECKMANN 2009).

8) Römische Schreibtafeln und Siegelkapseln.

9) Römische Ahnenmasken aus Wachs (ALEXANDRIDIS ET AL. 2019).

10) Hautsalbe: 100 g erhitztes Leinöl mit 15-20 g geschmolzenem Bienenwachs (Konsistenzgeber) verrühren; nach dem Erkalten ist eine hautfreundliche Salbe entstanden, da Leinöl und Bienenwachs eine ähnliche Zusammensetzung wie das Hautfett, das zum Schutz von den Talgdrüsen der Haut produziert wird, besitzen; dünn aufgetragen ist die Salbe wundheilend, schmerzlindernd, für Narbennachbehandlungen geeignet. Dick aufgetragen: ziehende Wirkung (eingezogene Splitter, eitriges Furunkel); auch trockene, schuppige oder entzündete Haut wird durch diese Salbe positiv beeinflusst; bei Zusatz der Heilpflanze Gundermann: G. mit Holzstößel zerstoßen, kaltgepresstes Leinöl hinzufügen, drei Wochen stehen lassen, durch ein Textil filtern, 2 g Bienenwachs mit 30 ml Gundermannöl mischen,

im Wasserbad erwärmen, bis das Wachs und das Öl sich verbunden haben; wirksam bei Verletzungen und Narben (Carsten Pauler, Pfahlbaumuseum).

Noch nicht archäometrisch, bzw. experimentell untersuchte Forschungsbereiche zu Wachs

- 1) Grundsätzlich: Honig und Wachs als Handelsgut aus dem Norden für den Mittelmeerraum oder vice versa?
- 2) Abdichten, Imprägnieren: Nähte bei Lederkleidung, Schuhen (Ötzi), Zeltbahnen, Lederbeuteln, Wasserschläuchen, Lederbespannung von Booten, Textilien, Einsatz von Glättsteinen.
- 3) Fixieren, Firnisse: paläolithische Höhlenmalereien, etruskische Wandmalereien.
- 4) Manipulation von Bienenvölkern zur Anregung der Wachsproduktion.
- 5) Wachsmischungen beim Ausschmelzverfahren; dafür wären ab der Bronzezeit auch gewisse Mengen an Baumharzen notwendig gewesen; welche Belege zur Nutzung von Baumharzen gibt es?
- 6) Erhaltungsbedingungen: mit Wachs oder Wachskombinationsprodukten längere Zeit in Berührung gekommene Objekte (Keramik, Stein, Holz, Körbe, Textilien, Geflechte) in unterschiedlichen Milieus mehrere Jahre einlagern (vergraben, versenken, See, Moor, Fluss, Land trocken, Land feucht) → ausgraben, analysieren, Experimente.
- 7) Leuchtmittel: Römische cerei/candelae, frühmittelalterliche Kerzen von Oberflacht/Mammen, Dochtmaterialien.
- 8) Medizin: Apitherapie (Heilkunst/Arzneien mit Bienenprodukten) anhand des Lorscher Arzneibuches nachvollziehen.
- 9) Lucius Iunius Moderatus Columella (1 Jh. n. Chr.), *Rei rusticae libri duodecim*. 12. Buch, 12. Kapitel (v. AHRENS 1976).
- 10) Siebgefäße: Kujawien/Polen. Archäochemisch untersuchte bandkeramische trichterförmige Siebreste aus Breść Ku-

jawski (a-b) und Smólsk, site 4 (c-d). Maße: Durchmesser a. unten 2,9 cm; c. oben 12,6 cm (LÜNING 2014; SALQUE ET AL. 2013, 522). Salque wies an den Sieben Milch-Fettsäuren nach, sie können auch der Trennung von Honig und Wachs gedient haben.

11) Rückstandsanalysen bei Großgefäßen: Klären von Wachs, Zwischenbeuten, Beuten, Wachstransport, Wachsaufbewahrung.

12) Reibsteine und Läufer, Mörser und Stößel auf Fett-Wachsrückstände hin analysieren und entsprechende Experimente durchführen; etwa an Stößel und Mörser aus Aruchlo I, Georgien, Shulaveri-Shomu-tepe-Kultur 6.000-4.000 v. Chr. (ABULADZE 2018, 18).

Zusammenfassung

Im Verlauf dieser Vorstudie zur Nutzung von Wachs in prähistorischen Gesellschaften traten unerwartet viele Belege für Wachs zutage und ebenso zahlreiche neue Fragestellungen, die archäometrisch und auch experimentell überprüft werden sollten.

Wachs ist nur einer von vielen Rohstoffen der Ur- und Frühgeschichte, die bisher archäologisch wenig beachtet wurden. Technische Entwicklungen, die Intensität von Handel und Kommunikation bis hin zu Ursachen von Kriegen und Ursprüngen von politischen und militärischen Machtzentren hingen häufig von der Verfügbarkeit und der Kontrolle der Rohstoffe ab. Heute sind seltene Erden, Öl oder Silicium begehrt, in den prähistorischen Perioden waren das Kupfer, Zinn, Gold, Sklaven und ja: auch Wachs.

Literatur

- ABULADZE, J. 2018:** Stein-Zeit. Typologie steinerner Geräte im neolithischen Georgien. *Antike Welt* 5.18, 2018, 15-19.
- ACHE, M., ET AL. 2017:** Evidence of bee

- products processing: A functional definition of a specialized type of macro-lithic tool. *Journal of Archaeological Science, Reports* 14, 2017, 638–650. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.06.025>>.
- v. AHRENS, K. 1976:** *Columella: Über Landwirtschaft: ein Lehr- und Handbuch der gesamten Acker- und Viehwirtschaft aus dem 1. Jahrhundert u. Z. Eingef. v. Karl Ahrens.* Berlin 1976.
- ALDRETE, G. S., BARTELL, S., ALDRETE, A. 2011:** The UWGB Linothorax Project: Reconstructing and testing ancient linen body armour. *Experimentelle Archäologie in Europa* 10. Bilanz 2011, 88-95.
- ALEXANDRIDIS, A., ET AL. 2019:** The material makes the man. Wax images in the Roman World. <https://www.academia.edu/22288312/The_Material_Makes_the_Man_Wax_Imagines_in_the_Roman_World> (04.02.2019).
- ASMUS, B. 2016:** Theophilus und der Guss einer Bienenkorb-glocke. Ein Experiment. *Der Anschnitt* 68 (1-2), 2016, 45-60.
- AST, R., ET AL. 2011:** *Ägyptische Magie im Wandel der Zeiten.* Heidelberg 2011.
- BAALES, M., BIRKER, S., MUCHA, F. 2017:** Hafting with beeswax in the Final Palaeolithic: a barbed point from Bergkamen. *Antiquity* 91 359, 2017, 1155-1170.
- BARON, J., ET AL. 2016:** Beeswax remnants, phase and major element chemical composition of the Bronze Age mould from Gaj Oławski (SW Poland). *Archaeological and Anthropological Sciences* 8, 2016, 187-196. <<https://doi.org/10.1007/s12520-014-0225-0>>.
- BECKHOFF, K. 1966:** Zur Morphogenese der steinzeitlichen Pfeilspitze. *Die Kunde N. F.* 17, 1966, 34-65.
- BECKMANN, C. 2009:** Riesensache: Bienenwachs mit Riesling. *Volksfreund* (Partner von RP online) 30.08.2009. <https://www.volksfreund.de/region/mosel/riesensache-bienenwachs-mit-riesling_aid-5627876> (15.02.2019).
- BERNARDINI, F., ET AL. 2012:** Beeswax as Dental Filling on a Neolithic Human Tooth. *PLoS ONE* 7(9) 2012: e44904. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044904>>.
- BLEICHER, N. 2018:** *Steinzeit im Parkhaus.* Zürich 2018.
- BÜLL, R. 1977:** *Das große Buch vom Wachs – Geschichte Kultur Technik.* Band 1 und 2. München 1977.
- ÇAMURCUOĞLU, D. S. 2015:** *The Wall Paintings of Çatalhöyük (Turkey): Materials, Technologies and Artists.* Thesis Submitted to University College London for the Degree of Doctor of Philosophy. Institute of Archaeology University College London. London 2015. <http://discovery.ucl.ac.uk/1471163/1/Camurcuoglu_compressed.pdf.%20COMPLETE.pdf> (02.02.2019).
- DE CAPITANI, A., ET AL. 2002:** Die jungsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3, Funde. *Archäologie im Thurgau* 11. Frauenfeld 2002.
- CHARTERS, S., ET AL. 1995:** Evidence for the mixing of fat and waxes in archaeological ceramics. *Archaeometry* 37, 1995, 113-127.
- CRISTIANI, E., PEDROTTI, A., GIALANELLA, ST. 2009:** Tradition and innovation between the Mesolithic and Early Neolithic in the Adige Valley (Northeast Italy). New data from a functional and residues analyses of trapezes from Gaban rockshelter. UDK 903.01(450.2\4)"633\634«, *Documenta Praehistorica XXXVI*, 2009, 191-205.
- DALMERI, G., ET AL. 2009:** The ochre painted stones from the Riparo Dalmeri (Trento). Development of the research on the art and rituality of the Epigravettian site. *Preistoria Alpina* 44, 2009, 95-119.
- DALMERI, G., ET AL. 2011:** Riparo Dalmeri: le pietre dipinte dell'area rituale. *Preistoria Alpina* 45, 2011, 67-117.
- EL DALY, O. 2005:** *Egyptology: The Missing Millennium. Ancient Egypt in Medieval Arabic Writings.* London 2005.
- D'ERRICO, F., ET AL. 2012:** Early evidence of San material culture represented by organic artifacts from Border Cave, South

- Africa. PNAS August 14, 2012, 109 (33) 13214-13219. <<https://doi.org/10.1073/pnas.1204213109>> R. G. Klein (Hrsg.), Stanford University, approved June 6, 2012 (received for review March 11, 2012). <<http://www.pnas.org/content/109/33/13214>>.
- EVERSHED, R. P., ET AL. 1997:** Fuel for thought? Beeswax in lamps and conical cups from Late Minoan Crete. *Antiquity*, Vol. 71, 1997, 979-985. <<https://doi.org/10.1017/S0003598X00085860>>.
- FRADE, J. C., ET AL. 2012:** Beeswax and propolis as sealants of funerary chambers during the Middle Bronze Age in the South-Western Iberian Peninsula. In: R. B. Scott et al. (eds.), *Proceedings of the 39th International Symposium for Archaeometry*, Centre for Archaeological Science Leuven. Leuven 2014, 141-145.
- HOCHBRUCK, J. 2015:** „... und, wenn es Dein Wachs vermöchte, male sie von Salbe duftend“. Über Wachsmalerei. *Experimentelle Archäologie in Europa*, Heft 14, Bilanz 2015, 67-72.
- IMRE, D. M., YOUNG, L., MARCUS, J. 2010:** Ancient Maya Beekeeping (ca. 1000-1520). *University of Michigan Undergraduate Research Journal*, 7, 2010, 42-50.
- INDUSTRIEVERBAND KLEBSTOFFE E. V. 2019:** Geschichte über das Zeitalter des Klebens. <<https://www.klebstoffe.com/die-welt-des-klebens/informationen/geschichte-des-klebens.html>> (02.02.2019).
- KOCH, H. 1992:** Es kündigt Dareios der König. Vom Leben im persischen Großreich. Mainz 1992.
- KOZOWYK, P. R. B., LANGEJANS, G. H. J., POULIS, J. A. 2016:** Lap Shear and Impact Testing of Ochre and Beeswax in Experimental Middle Stone Age Compound Adhesives. *PLoS One*. 2016; 11(3): e0150436. 1-20.
- KRENKEL, W. 1979:** Wachs. In: *Der Kleine Pauly*. Bd. 5. München 1979, 1343-1344.
- LÜNING, J. 2014:** Einiges passt, anderes nicht: Archäologischer Wissensstand und Ergebnisse der DNA-Anthropologie zum Frühneolithikum. *Archäologische Informationen* 37, 2014, 43-51.
- MARTELL, P. 1929:** Die Biene im Altertum. *Entomologischer Anzeiger* 9, 1921-1936, (1929), 414-419.
- MÖRTZ, T. 2009:** Das erste Aunjetitzer Metallgefäß in der Fremde? Überlegungen zu Ursprung und Funktion der Schmuckschatulle von Skeldal, Dänemark. *Analele Banatului, SN., Arheologie-Istorie*, XVII, 2009, 221-237.
- NATIONALMUSEUM KOPENHAGEN 2019:** <<https://en.natmus.dk/historical-knowledge/denmark/prehistoric-period-until-1050-ad/the-viking-age/the-monuments-at-jelling/a-mysterious-candle/>> (04.02.2019).
- PARRAS, D. J., ET AL. 2011:** Identification of fats and beeswax in ceramic vessels of tomb 121 of Castellón Alto (Galera, Granada). *Coalition 22. Electronic Journal of the Network on Science and Technology for the Conservation of Cultural Heritage*, Juli 2011, 7-13.
- PAULSEN, P. 1992:** Die Holzfunde aus dem Gräberfeld bei Oberflacht und ihre kulturhistorische Bedeutung. Stuttgart 1992.
- POHL, G. 1959:** Wachsgetränkte einheimische Keramik frühromischer Zeit aus Raetien. *Germania* 37, 1959, 244-246.
- REGERT, M., ET AL. 2001:** Chemical alteration and use of beeswax through time: accelerated ageing tests and analysis of archaeological samples from various environmental contexts. *Archaeometry* 43 (4), 2001, 549-569.
- ROFFET-SALQUE, M., ET AL. 2015:** Widespread Exploitation of the Honeybee by Early Neolithic Farmers. *Nature* 527, 2015, 226-230. <<http://dx.doi.org/10.1038/nature15757>>.
- SALQUE, M., ET AL. 2013:** Earliest Evidence for Cheese Making in the Sixth Millennium BC in Northern Europe. *Nature* 493, 2013, 522- 525.
- SCHIMITSCHEK, E. 1977:** VI. Insekten als Symbol. Dämon, Totem, Schutzgeist, Abwehrsymbol, Glückszeichen und im Kult. Veröffentlichungen aus dem Naturhistori-

schen Museum Wien, NF 14, 1977, 52-75.

SCHLOSSKIRCHE WITTENBERG 2019: <<https://www.mz-web.de/sachsen-anhalt/luther-2017/sanierte-schlosskirche-so-strahlt-das-gotteshaus-in-neuem-altem-glanz-24829330>>.

<<https://www.golden-bee.de/2017/02/11/-interessante-fakten-zu-wachs-im-mittelalter/>> (04.02.2019).

SÖDERBERG, A. 2012: Scandinavian Iron Age and Early Medieval ceramic moulds. Lost wax or not or both? EXARC, Issue 2012/3. <<https://exarc.net/issue-2012-3/eval-scandinavian-iron-age-and-early-medieval-ceramic-moulds-lost-wax-or-not-or-both/>> (04.02.2019).

STODIEK, U. 1991: Erste Ergebnisse experimenteller Untersuchungen von Geweihschößspitzen des Magdalénien. Experimentelle Archäologie. Bilanz 1991. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 6, 1991, 245-256.

STODIEK, U. 1993: Zur Technologie der jungpaläolithischen Speerschleuder. Tübinger Monographien zur Urgeschichte 9. Tübingen 1993.

STOLL, U. 1992: Das „Lorscher Arzneibuch“. Ein medizinisches Kompendium des 8. Jahrhunderts (Codex Bambergensis Medicinalis 1). Text, Übersetzung und Fachglossar. Stuttgart 1992.

STÜTZEL, P. H. 2013: Wachs als Rohstoff, Produkt und Handelsware. Hildebrand Veckinchusen und der Wachshandel im Hanseraum von 1399 bis 1421. Inaugural-Dissertation in der Philosophischen Fakultät und Fachbereich Theologie der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Erlangen-Nürnberg 2013.

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

THOURY, M., ET AL. 2016: High spatial dynamics-photoluminescence imaging reveals the metallurgy of the earliest lost-

wax cast object. Nature Communications, Volume 7, Article number: 13356 (2016). doi: 10.1038/NCOMMS13356.

VANDKILDE, H. 1988: A Late Neolithic hoard with objects of bronze and gold from Skeldal, Central Jutland. Journal of Danish Archaeology, Vol. 7, 1988, 115-135.

WEINER, J. 1999: European Pre- and Protohistoric Tar and Pitch: A Contribution to the History of Research 1720-1999. Acta Archaeometrica 1, 1999, 1-109.

WIKIPEDIA 2019: Papyrus Westcar. <https://de.wikipedia.org/wiki/Papyrus_Westcar> (02.02.2019).

ZHILIN, M. 2015: Early Mesolithic bone arrowheads from the Volga-Oka interfluvium, Central Russia. Fennoscandia archaeologica XXXII, 2015, 35-54.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: D'ERRICO ET AL. 2012, fig. 2

Abb. 2: THIEME ET AL. 2014, 67, Abb. 7;

BAALES, BIRKER, MUCHA 2017, 1159, fig. 3

Abb. 3: DALMERI ET AL. 2009, 104, fig. 8

Abb. 4: Foto P. Walter

Abb. 5: THOURY ET AL. 2016, 3, fig. 1

Abb. 6: <http://denstoredanske.dk/Danmarks_Oldtid/Bronzealder/Bronzealderen_begynder_2000-1700_f.Kr/De_rituelle_ofre (18.02.2019)>, Foto Kit Weiss.

Nationalmuseet Kopenhagen

Abb. 7: ACHE ET AL. 2017, 640, fig. 2, 9

Abb. 8: FRADE ET AL. 2012, 2, fig. 3.

Abb. 9: Wikimedia Commons, <https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Candles_Oberflacht.jpg> (18.02.2019)

Autor

Peter Walter

Pfahlbaumuseum Unteruhldingen

Strandpromenade 6

88690 Uhldingen-Mühlhofen

Deutschland

walter@pfahlbauten.de

Knoten in der Stein- und Bronzezeit

Matthias Baumhauer

Summary – Knots in the Stone Age and Bronze Age. *Knots belong to the most important inventions of mankind. Whether for the production of clothing, mats, fishing nets or for closing a sack, knots can be found everywhere, as soon as the appropriate preservation conditions are available. They may also have played an important role as construction elements in house construction.*

Keywords: knot, Stone Age, Bronze Age
Schlagworte: Knoten, Steinzeit, Bronzezeit

Allgemeines

Knoten gehören zu den wichtigsten Erfindungen der Menschheit. Ob für die Herstellung von Kleidung, Matten, Netzen oder zum Verschließen – überall finden sich Knoten bei archäologischen Ausgrabungen, sobald die entsprechenden Erhaltungsbedingungen vorhanden sind. Auch als Konstruktionselemente im Hausbau dürften sie eine gewichtige Rolle gespielt haben.

Knoten und ihre Bedeutung

Ein Knoten ist eine Verwicklung oder Verschlingung von Faden, Band, Schnur, Seil, Tauwerk oder Tuch, die in bestimmter Form gewickelt, geschlungen, geknüpft oder geknotet wird. Es gibt viele Kulturen, in denen Knoten etwa im religiösen Kontext eine große Bedeutung besaßen. In Ägypten war der „Isisknoten“ ein Amulett, das oft aus rotem Jaspis gefertigt wurde. Es war ein heiliges Symbol,

das den Toten mit ins Grab gegeben und um den Hals gelegt wurde (*Abb. 1*). Besondere Berühmtheit erlangte der Gordische Knoten, den Alexander der Große 333 v. Chr. mit einem Schwert durchtrennte. Die sogenannten keltischen Knoten zeichnen sich durch einen unendlichen Bandverlauf aus. Viele Bedeutungen wurden in diese Knoten hineininterpretiert. Sie galten häufig als Symbol für die Ewigkeit. Im Mittelalter fanden die keltischen Knoten Eingang in die irischen Evangeliiere. Aber auch in anderen Teilen der Welt waren und sind Knoten von großer Bedeutung. In China etwa versprechen sie als „Glücksknoten“ seit Jahrtausenden Reichtum und Wohlstand. Im südamerikanischen Inkareich existierte eine Knotenschrift, mit der Zahlen im Dezimalsystem dargestellt werden konnten.

Forschungsgeschichte

Ein prominenter Knoten in der europäischen Urgeschichte ist der sogenannte



Abb. 1: *Isisknoten.* – *Knot of Isis.*

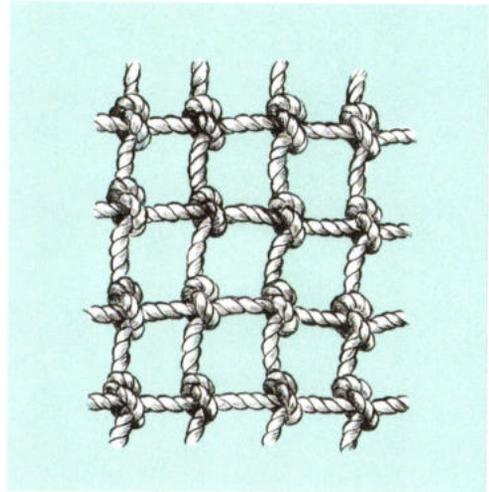


Abb. 2: *Fischernetz.* – *Fishing net.*



Abb. 3: *Acht(er)knoten an einem Gefäß aus Arbon.* – *Figure-eight knot on a vessel from Arbon.*

„Weberknoten“, den Ferdinand Keller anhand der jungsteinzeitlichen Funde von Robenhausen bereits 1861 veröffentlichte und der so den Fokus auf das Vorhandensein urgeschichtlicher Knoten richtete (ALTORFER 2010). Der Weberknoten (Kreuzknoten) ist ein asymmetrischer Knoten, der vom geübten Auge eines Textilkundlers schnell erkannt wird. Eine Variante des Weberknotens ist der Fischernetzknoten, mit dem man feine Netze knüpfte (Abb. 2). Diese beiden populären Knoten, der Weber- und der Fischernetzknoten, unterscheiden sich kaum voneinander – vor allem nicht als festgezogener Knoten (RAST-EICHER 2010, 171ff.).

Status quo

In der Fachliteratur sind bei entsprechenden Erhaltungsbedingungen textiler Fragmente oft Knoten zu finden – sowohl in Feuchtbodensiedlungen, Salzbergwerken als auch in Wüstengebieten. Um die Quantität der Funde zu verdeutlichen, seien an dieser Stelle einige Zahlen aus neolithischen Siedlungen am Bodensee genannt: Weit über 1.000 Textilfunde wurden allein in der Siedlung Hornstaad-Hörnle (3.918-3.902 v. Chr.) geborgen. Weitere 250 textile Funde liegen aus der mehrphasigen Siedlung Sipplingen vor, 160 aus dem benachbarten Ludwigsha-

fen-Seehalde (BANK-BURGESS 2016, 358). In der neolithischen Pfahlbausiedlung Arbon (3.384-3.370 v. Chr.) sind 13 Knoten belegt und analysiert worden. Man fand jedoch nur Überhandknoten sowie Acht(er)knoten. Ein Achterknoten war noch an der Öse eines Topfes angebracht (Abb. 3) (LEUZINGER 2002, 126). Knoten benötigte man nicht nur zum Fixieren, sondern auch zum Verbinden von Gegenständen. Dazu konnten Lederstreifen,



Abb. 4: Knoten aus Hallstatt. EXAR-Tagung 2013 Linz/Hallstatt. – Knots from Hallstatt. EXAR-congress 2013 Linz/Hallstatt.

aber auch Schnüre oder Seile verwendet werden. Auch die textilen Funde aus den Salzbergwerken von Hallstatt (Abb. 4) und Dürrnberg werfen ein Licht auf die Vielzahl der in prähistorischer Zeit bekannten Knoten. Gelegentlich wurden auch Textilien sekundär verwendet, wie es Beispiele aus den Bergwerken Hallstatt (ab 13. Jh. v. Chr.) und Dürrnberg (ab 5./4. Jh. v. Chr.) zeigen. Dort wurden streifenförmig gerissene Gewebeteile durch Knoten miteinander verknüpft und als behelfsmäßiges Bindematerial verwendet (GRÖMER 2010, 282f., Abb. 139-140). Einen singulären Fund stellt ein Leinwandstoff vom Dürrnberg dar (Abb. 5). Bei seiner Untersuchung stellte sich heraus, dass es sich um einen Fingerling für den Wundschutz handelte, der mit einem Baststreifen fixiert und verknötet war (GRÖMER 2010, 284, Abb. 141). Leider

wurde hier nicht angesprochen, um welche Art von Knoten es sich handelt. Manchmal werden Knoten nur summarisch aufgeführt und sind damit für weiterführende Auswertungen nur begrenzt verwendbar. In anderen Fällen werden sie zwar erwähnt, aber nicht exakt beschrieben. Bedingt nutzbar sind gelegentliche Abbildungen von Knoten, ohne dass eine klare Ansprache des Fundes vorliegt. In den Fällen, in denen Knoten erwähnt werden, findet sich der Leser schnell im babylonischen Sprachgewirr wieder. In einer Veröffentlichung erscheinen Begriffe aus dem Bauhandwerk, in einer anderen wiederum aus dem textilen Bereich. Es werden aber auch Bezeichnungen aus der Nautik und dem Bootsbau verwendet. All dies führt dazu, dass sich der Zugang zu dem Thema „Prähistorische Knoten“ äußerst schwierig gestaltet.

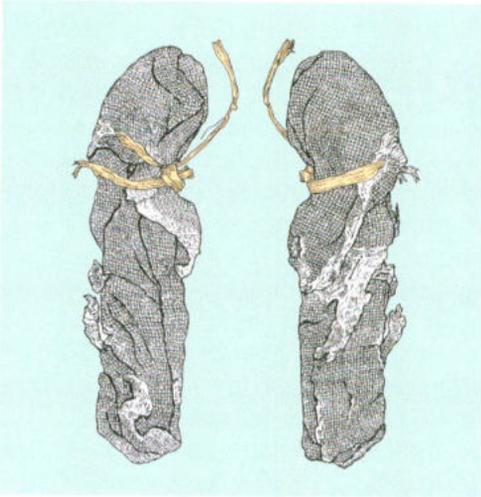


Abb. 5: Fingerling aus dem eisenzeitlichen Bergwerk Dürrenberg. – Finger cot from the Iron Age mine Dürrenberg.

Ein Versuch, wie Ergebnisse der Experimentellen Archäologie für den Bereich des Bastes und der textilen Verknüpfungen nutzbar gemacht werden können, wurde 2005 durch eine Gruppe um Hans Reschreiter am Beispiel des Salzbergwerks Hallstatt durchgeführt. Dort wurde ein über 3.000 Jahre altes Seil aus Lindenbast entdeckt, das für den Transport des Salzes an die Oberfläche genutzt worden war. Forscher des Naturhistorischen Museums Wien stellten zusammen mit ArcTech Lindenbastseile her. Die Belastungsfähigkeit dieser Seile, die an der Technischen Universität Chemnitz geprüft wurden, lag bei mehr als 850 kg (RESCHREITER 2015).

Wichtige Knoten

Im Folgenden werden vier Knoten aufgeführt, die bis heute eine besondere Bedeutung besitzen: Der Überhandknoten, der Acht- oder Achterknoten, der Kreuzknoten (auch Schiffer- oder Weberknoten genannt) und der einfache Schotstek (= Filetknoten). Diese Knoten tauchen in den Publikationen zur Prähistorie Mitteleuropas immer wieder auf und gehörten zu

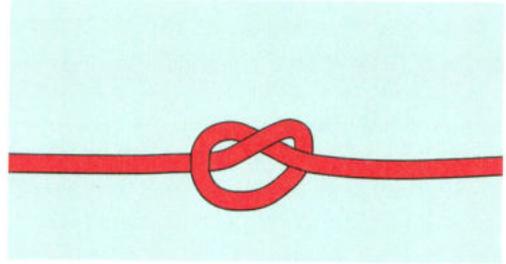


Abb. 6: Ansicht eines Überhandknotens. – View of an overhand knot.

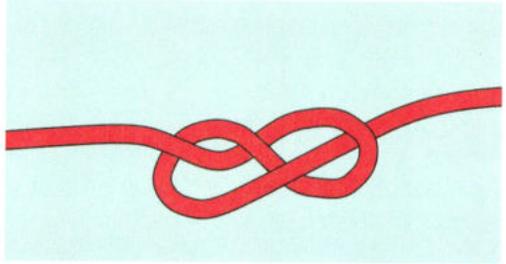


Abb. 7: Ansicht eines Acht(er)knotens. – View of a figure-eight knot.

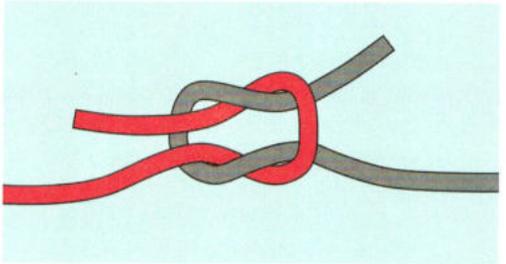


Abb. 8: Ansicht eines Kreuzknotens. – View of a square knot.

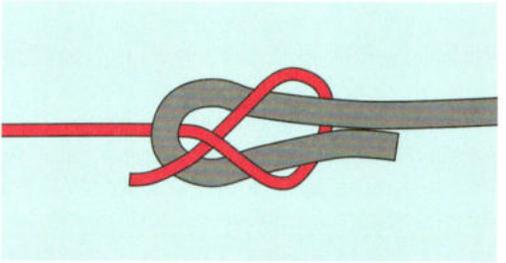


Abb. 9: Einfacher Schotstek. – View of a sheet bend.

den gängigsten Verknüpfungen. Sie dürften jedoch nur einen Ausschnitt der damals verwendeten Knotenarten darstellen.

Überhandknoten (*Abb. 6*): Die einfachste und gebräuchlichste Form des Knotens, sozusagen der Ur-Knoten. Seine Knotenfestigkeit liegt bei etwa 50%.

Achterknoten (*Abb. 7*): Beim Acht(er)knoten handelt es sich um den bis heute wichtigsten Stopperknoten für Seeleute.

Kreuzknoten (*Abb. 8*): Der Kreuzknoten (Schifferknoten oder Weberknoten) ist unter anderem die Basis des Schnürsenkelknotens.

Einfacher Schotstek (*Abb. 9*): Der Filetknoten oder einfache Schotstek ist einer der wichtigsten Knoten, um zwei Enden miteinander zu verbinden. Er ist um 8.000 v. Chr. bereits in der Höhle Nahal Hemar/Israel (NADLER 2019) belegt. Feste Filetknoten wurden an weitmaschigen jungsteinzeitlichen Netzen aus Hornstaad nachgewiesen.

Ausblick

Die archäologische Erforschung von Knoten ist ein weites Tätigkeitsfeld, das in der Textilforschung bis heute ein stiefmütterliches Dasein einnimmt und einer wissenschaftlichen Grundlagenforschung hart. Es ist an der Zeit, dass sich Textilkundler dieses Themas verstärkt annehmen. Dabei könnten etwa die Fragen gestellt werden, ob sich die im Textilhandwerk belegten Knoten von denen im Hausbau unterscheiden, ob in einzelnen Kulturen unterschiedliche Knoten vorkommen oder ob chronologische Unterschiede festzustellen sind. Auch der Frage, wie viele Menschen Rechts- und Linkshänder waren, könnte man damit näherkommen. Das Hauptproblem ist dabei weniger die absolute Menge veröffentlichter Knoten, sondern deren Ansprache und genaue Analyse. Auch in Fällen, in denen Knoten abgebildet oder gar gezeichnet sind, ist eine klare Zuweisung nur selten möglich. Nur in wenigen Veröffentlichungen wie etwa in den Ausgrabungen von Arbon-Bleiche wurde überhaupt ansatzweise eine kno-

tensspezifische Ansprache angestrebt. Dies ist bedauerlich angesichts der Bedeutung, die Knoten im Alltagsleben der Menschen besaßen. Dieser Forschungsbereich stellt bis heute ein Desiderat archäologischer Grundlagenforschung dar, das dringend in Angriff genommen werden sollte.

Archäologische Experimente, wie sie etwa für Fragen der Reißfestigkeit von Seilen in Hallstatt umgesetzt wurden, können in ähnlicher Weise für Knoten realisiert werden. Dies wären wertvolle Ansätze, die uns mehr Wissen über die vielfältige Nutzung von Knoten in prähistorischen Kulturen Mitteleuropas geben könnten.

Literatur

ALTORFER, K. 2010: Die prähistorischen Feuchtbodensiedlungen am Südrand des Pfäffikersees. Eine archäologische Bestandsaufnahme der Stationen Wetzikon-Robenhausen und Wetzikon-Himmerich. Zürich, Egg 2010.

BANK-BURGESS, J. 2016: Unterschätzt. Die Textilien aus den Pfahlbauten. In: 4000 Jahre Pfahlbauten. Begleitband zur Großen Landesausstellung Baden-Württemberg 2016. Stuttgart 2016, 358-364.

CREYNFELD, C., FROTATH, G. 1999: 44 Knoten. Von Acht bis Zimmermann. Kempen 1999.

GRÖMER, K. 2010: Prähistorische Textilkunst in Mitteleuropa. Geschichte des Handwerkes und der Kleidung vor den Römern. Wien 2010.

GRÖMER, K., u. A. 2013: Hallstatt. Gewebte Kultur aus dem bronze- und eisenzeitlichen Salzbergwerk. *Archaeolingua* 29. Budapest 2013.

HASENFRATZ A. 2006: Niederwil. Eine Siedlung der Pfyner Kultur. Frauenfeld 2006.

LEUZINGER, U. 2002: Kapitel 4: Textilerstellung. In: Die jungsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon-Bleiche. 3: Funde. Ar-

chäologie im Kanton Thurgau 11. Frauenfeld 2002, 115-134.

NADLER, Jörg 2019: www.historischerfischfang.de (07.03.2019).

RAST-EICHER, A. 2010: Messikommers «textiles» Umfeld. In: K. Altorfer, Die prähistorischen Feuchtbodensiedlungen am Südrand des Pfäffikersees. Eine archäologische Bestandsaufnahme der Stationen Wetzikon-Robenhausen und Wetzikon-Himmerich. Dübendorf, Egg 2010, 166-174.

RAST-EICHER, A., DIETRICH, A. 2015: Neolithische und bronzezeitliche Gewebe und Geflechte. Die Funde aus den Seeufersiedlungen im Kanton Zürich. Zürich, Egg 2015.

RESCHREITER, H. 2015: Auf Biegen und Brechen. Rekonstruktion und Test der prähistorischen Bastseile aus dem Salzbergwerk Hallstatt. Wissenschaftliche Leitung Hans Reschreiter, Wulf Hein, Ralf Palm, Echtzeitmedia; <<https://www.youtube.com/watch?v=-NdjwJE6is>>; <<http://hallstatt-forschung.blogspot.co.at/2015/07/bast-so-der-film.html>>.

THURGAU 2010: Gesponnen, geflochten, gewoben. Archäologische Textilien zwischen Bodensee und Zürichsee. Amt für Archäologie des Kantons Thurgau Frauenfeld. Frauenfeld 2010.

VOGT, E. 1937: Geflechte und Gewebe der Schweiz. Basel 1937.

Autor

Dr. Matthias Baumhauer M.A.

Wiss. Mitarbeiter

Pfahlbaumuseum Unteruhldingen

Strandpromenade 6

88690 Uhdingen-Mühlhofen

Deutschland

baumhauer@pfahlbauten.de

Abbildungsnachweis

Abb. 1-2: Pfahlbaumuseum Unteruhldingen

Abb. 3: LEUZINGER 2002, 127, Abb. 165

Abb. 4: Foto G. Schöbel

Abb. 5: GRÖMER 2010, 284, Abb. 141

Abb. 6: CREYNFELD, FRORATH 1999, 60

Abb. 7: CREYNFELD, FRORATH 1999, 6

Abb. 8: CREYNFELD, FRORATH 1999, 31

Abb. 9: CREYNFELD, FRORATH 1999, 51

Der Transport der Stonehenge-Steine

Arnulf Braune

Summary – The transport of the Stonehenge stones. *This paper will examine the use of appropriate means of transport of the Stonehenge stones, especially the Sarsen stones and the use of manpower depending on the Neolithic and Bronze Age climate conditions. The result: The transport took place in winter; it was possible through the use of snowshoes and sledges with (at least) two or three wide skids.*

Keywords: Stonehenge, Neolithic Period, early Bronze Age, climatic conditions, sledges with two or three wide skids, snowshoe, transport of stones
Schlagworte: Stonehenge, Neolithikum, frühe Bronzezeit, Klimaverhältnisse, Schlitten mit zwei oder drei breiten Kufen, Schneeschuhe, Steintransport

Einleitung

Der Aufbau von Stonehenge mit seinen Erweiterungen verlief über Jahrhunderte; im Wesentlichen fand er im auslaufenden Neolithikum und in der Bronzezeit statt. Es gibt einen vermuteten „Bau-Stillstand“ von ca. 400 Jahren; hier zeigen „... *neue-re Forschungen, dass von 2900-2500 v. Chr. keine Bauaktivitäten in Stonehenge stattgefunden haben dürften.*“ (LICHT 2007, o. S.). „*Die auffällige Megalithstruktur wurde etwa zwischen 2440 v. Chr. und 2000 v. Chr. errichtet.*“ (STONEHENGE 2015, o. S.). Die Steine des eindrucksvollen Monuments kommen nicht aus der näheren Umgebung. Zum Transport der tonnenschweren Sarsensteine (Pfeilersteine ca. 25-45 t, Decksteine ca. 25 t und Trilobithen ca. 50 t) aus ca. 30 km Entfernung und des Altarsteins (ca. 6 t) und der Blausteine (ca. 4 t) aus ca. 380 km Entfernung sind immer wieder Lösungen vorgeschla-

gen und auch experimentell erprobt worden. Fast alle Versuche werden in den „wärmeren Jahreszeiten“ auf dem Landweg durchgeführt. Zu diesen Versuchen benötigt man sehr viele Personen, z. B. als „Zugpferde“. „*Für den Transport der grössten Steine ... wurden rund 600 Männer benötigt. Etwa 500 davon zogen den ... 50 t schweren Koloss.*“ (STONEHENGE 2005, o. S.). Die Steinpfeiler „... *müssen [nicht im Winter; der Verf.] auf Schlitten fortbewegt worden sein, die von schätzungsweise 250 Mann, an Steigungen von bis zu 1000 Mann, gezogen wurden.*“ (STONEHENGE 2015, o. S.). Zum horizontalen Ziehen eines Megalithen auf Holzrollen, die auf Holzschienen laufen, sind 200 Menschen notwendig (Erlebnisarchäologie im Freigelände der Nekropole von Bougon, 2006 n. Chr.). Der streckenweise Transport auf dem Wasserweg wird für die Blausteine angenommen; für die Sarsensteine wird er weitgehend aus-

geschlossen: „... H. Thomas ... *Bezüglich des Transports durch Menschen scheint ihm der Landweg wahrscheinlicher, da er die Existenz von dafür geeigneten Schiffen anzweifelt.* – ... H. Stone ... *Ein Transport auf dem Wasserweg scheint ihm wegen der geringen Tiefe und deshalb schlechten Schiffbarkeit des Avons unwahrscheinlich.*“ (APOSTEL 2011, 79-82). Die Strukturierung der damaligen, weitgehend landwirtschaftlich orientierten Gesellschaft, in der „jede Hand“ in den schnee- und eisfreien Monaten gebraucht wird, ist nur teilweise berücksichtigt worden. *„Die Menschen, die diese Steine [als Symbol für die Gegenwart von Gottheiten empfanden, transportierten und; der Verf.] aufrichteten, waren sesshaft, bauten Getreide an, betrieben Viehhaltung, lebten in Holzhäusern, sammelten Früchte, jagten und fischten.“* (MENHIR 2015, o. S.).

Der günstigste Zeitrahmen für den Transport, der eine Gemeinschaftsaufgabe ist und entsprechende soziale Strukturen und logistische Lösungen voraussetzt, ist der Winter. Hier können Arbeitskräfte aus der Landwirtschaft, insbesondere die „Zugpferde“, ohne Not freigestellt und versorgt werden. Schneeschuhe ermöglichen die entsprechende Mobilität.

Für den Transport im Winter spricht z. B. ein ca. 4,50 m langer, ca. 50 t schwerer „Riesenstein“ bei Diera, Landkreis Meissen, der über eine Distanz von ca. 1.000-1.200 m (geschätzt) von der einen Talseite über einen mäandrierenden Bach und versumpfte Wiesenpartien (ehemaliger Flurname Nassau) auf die gegenüberliegende Talseite transportiert worden ist. Nur im Winter, wenn der Bach eine starke Eiskecke trug und der Boden tiefgefroren war, konnte der Transport stattfinden. In der schnee- und eisfreien Zeit wäre er m. E. weitestgehend unmöglich gewesen.

Transportmittel sind zwei- oder dreikufige Schlitten. Diese Möglichkeit wurde in einer Fernsehsendung (PHÖNIX 2018) gezeigt: Hier wird auf der Osterinsel (nach

Experimenten von Thor Heyerdal in 1955), Jahresdurchschnittstemperatur 21° C, auf einer leicht abfallenden Wiese eine „10 t-Statue“ auf einem Schlitten von 180 Menschen über 100 m weit gezogen – problemlos!

Der Beitrag befasst sich mit den Transportwegen, dem Steintransport, den Klimaverhältnissen im 4. und 3. Jahrtausend v. Chr., den Schlitten und den Schneeschuhen.

Klimaverhältnisse im 4. und 3. Jahrtausend v. Chr.

Das Klima im 4. Jt. v. Chr. bis etwa zur Mitte des 3. Jt. v. Chr. war kälter als heute und „... ist ... durch stark schwankende Klimaphasen (4. Jahrtausend bis etwa Mitte 3. Jahrtausend v. Chr.) ... gekennzeichnet.“ (KUNST 2014, o. S.). Die Winter waren wesentlich kälter als heute; Bäche, Flüsse und Seen trugen eine Eiskecke oder waren vollständig zugefroren. Signifikante Kälteperioden, die als Piora-Oszillation bezeichnet werden, herrschten in den Zeiträumen zwischen 3.200-2.900 v. Chr. (PIORA OSCILLATION 1 2014, o. S.) bzw. bei einer anderen Datenauswertung zwischen 3.500-3.000 v. Chr. (PIORA OSCILLATION 2 2014, o. S.) und um 2.500 v. Chr. (KUNST 2014, o. S.).

Während dieser Zeiten drangen die Gletscher wieder vor. Die Erklärungen für den Temperaturabfall sind unterschiedlich; so wird z. B. um 3.250 v. Chr. ein Vulkanausbruch oder ein Meteoriteneinschlag angenommen (PIORA OSCILLATION 2 2014, o. S.).

Theoretisch könnte eine Korrelation zwischen dem Ende der Piorra-Oszillation 1, dem „400-jährigen Bau-Stillstand“ und dem Wiederbeginn der Bautätigkeit (Aufkommen der Glockenbecherkultur; ca. 2.750-1.800 v. Chr.) in einer neuen Kälteperiode um 2.500 v. Chr. bestehen.

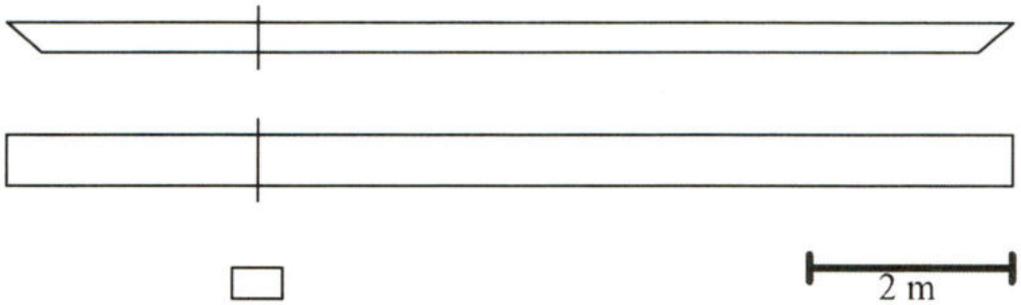


Abb. 1: Kufe eines Schlittens. – Skid of a sledge.

Die Kufen („Gleitplanken“)

Die Anfangsuntersuchungen, für die Kufen der Schlitten wiederverwendbare Einbaumboote mit Querblöcken aus Vollholz (Einbaumtyp Lagadec: Querblöcke im Vollholz) zu benutzen, sind verworfen worden; der Grund hierfür ist die wesentlich stärkere Belastbarkeit von massiven Kufen („Gleitplanken“) gegenüber ausgehöhlten Einbaumbooten.

„Der grösste Stein von Stonehenge ist ... 8,85 m lang und wiegt etwa 45-50 Tonnen.“ (LICHT 2007, o. S.). In diesem Beitrag werden die Kufen der Schlitten mit einer Länge von 10 m und einer Breite von 0,5 m angenommen (Abb. 1). Die Werte sind Angleichungen an die Längen und Breiten von Einbaumbooten (Einbaum Anaghkeen, ca. 2.500 v. Chr., Länge 12 m; Einbaum von Pesse, ca. 8.200-7.600 v. Chr., Breite 0,44 m; Einbaum von Zapfendorf/Hallstadt, um 1.340 n. Chr., Breite 0,5 m). Die Kufen haben einen rechteckigen Querschnitt mit einer Höhe von 0,15 m. „Bug“ und „Heck“ bilden einen identischen Abschluss mit einem (vom Boden aus gesehen) ca. 140°-Winkel. Den Unterboden bildet eine sorgsam bearbeitete glatte Fläche; je planer sie ist, desto geringer ist die Gleitreibung zwischen dem Holz und dem schneeigen/eisigen Untergrund.

Die Schlitten

Zum Transport schwerer Lasten auf dem Wasser wurden im Mittelalter mehrere Einbäume (Außenseite an Außenseite) mit Querbalken zu einem Fährschiff verbunden. Die Querbalken, die z. B. auf dem Bug- und Heckblock auflagen, wurden mit Holzapfen in vertikalen Bohrungen „verankert“, „... wobei sich ... bei den grösseren Bohrungen Paare, Dreiecksanordnungen oder doppelte Paare zeigen.“ (KRÖGER 2010, o. S.). Durch diese Konstruktion gibt es kaum Scherbewegungen. Es ist denkbar, dass es derartige Fährschiffe schon vor dem Mittelalter gab.

Der Transport schwerer Lasten auf dem Nil ist im ägyptischen Alten Reich ab der 4. Dynastie (ca. 2.570-2.450 v. Chr.) belegt. Es sind Doppelschiffe, die katamaranähnlich verbunden waren und Lasten, z. B. Säulen oder Sarkophage, bis zu 60 t befördern konnten. In der 18. Dynastie (ca. 1.554-1.305 v. Chr.) wurde auf einem doppelten Doppelschiff ein Obelisk von 323 t transportiert. R.S. Newall 1953: „As to the water transport of the Bluestones by whatever route they came, they were probably hung in the water between two dugout canoes ...“ (APOSTEL 2011, 79-82). Der Einsatz von Fährschiffen und Doppelschiffen zum Transport schwerer Lasten ist vom Verf. auf die winterlichen Gegebenheiten Westeuropas übertragen worden; hier werden zwei- oder dreikufige

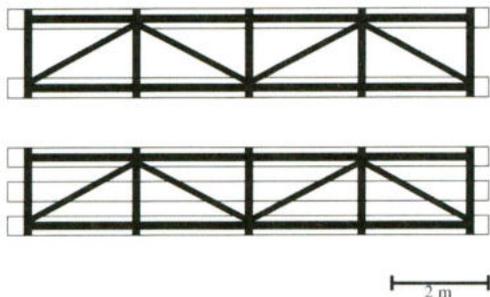


Abb. 2: Balkenauflagen (schwarz) auf einem zwei- und dreikufigen Schlitten; ohne „Lattenrost“. – Beam supports (black) on sledges with two or three skids; without slatted frame.

Schlitten zum Steintransport eingesetzt. Die „...Sarsen-Steine sind durchschnittlich 4,11 m hoch [über dem Bodenniveau; der Verf.], 1,14 m breit, 2,13 m lang ...“ (GEOMETRIE 2015, o. S.). Die vorgeschlagenen zwei- bzw. dreikufigen Schlitten (Abb. 2) mit einer Gesamtbreite von etwas über zwei Metern sind mit starken Querbalken verbunden. Beim Transport schwerer Lasten auf dem Schnee treten starke, wechselnde Scherkräfte auf, welche die Kufen aneinander drücken könnten. Zur Verstärkung der Querbalken werden deshalb starke „Schrägbalken“ montiert, die den Kräften der Scherbewegungen standhalten. Eine weitere Verstärkung wird erreicht, wenn zusätzlich starke „Längsbalken“ eingezogen werden. Alle Balken werden mit Holzapfen in vertikalen Bohrungen „verankert“. Wenn diese Konstruktion nicht so stabil sein sollte, dass sie das Gewicht eines Steinpfeilers tragen kann, dann wird ein „Lattenrost“ aus Bohlen auf die Balken montiert.

Die Schneeschuhe

Die Erfindung des Schneeschuhs in prähistorischen Zeiten erweiterte im Winter den Aktionsradius um die Lagerplätze der Menschen. Prähistorische Schneeschuhe (Abb. 3) bestehen häufig aus einem lan-

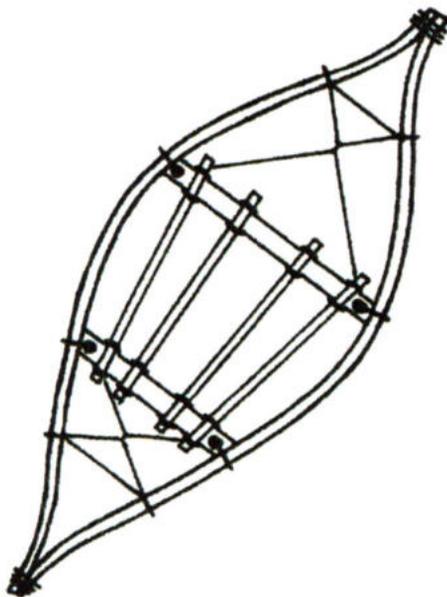


Abb. 3: Schneeschuh ohne Fußriemen; nach einer Vorlage von N. Beck. – Snowshoe without straps; according to a pattern by N. Beck.

zettlichen Holzrahmen mit Querstäben und gespannten Riemen. Zwischen den Querstäben verlaufen Längsstäbe, die mit Fell bespannt sein können und das Fußbett bilden. Die Trittfläche der Füße wird durch diese Konstruktion vergrößert und verhindert ein stärkeres Einsinken im Schnee. Die Schneeschuhe „... ermöglichen ... im Winter eine bewegliche Lebensweise. Obwohl nicht überall verbreitet, kann man von einer weltweiten Schneeschuhkultur ... sprechen.“ (BECK 2014, o. S.).

Die Transportwege und der Steintransport

Die möglichen Transportwege am Beispiel der Sarsensteine

Jeder dieser Steine stammt aus einem ca. 30 km nördlich gelegenen Areal, den Marlborough Downs (ARCHER 2002, o. S.), die nordwestlich von Marlborough liegen. Für den Transport gibt es zwei mögliche Routen:

a) die „durchgängige Landroute“; sie führt von den Marlborough Downs über hügelige Landschaften mit Steigungen und Gefällen nach Stonehenge;

b) die „unterbrochene Landroute“; im Winter führt sie vom Areal der Sarsensteine bergab zum zugefrorenen Fluss Kennet. Auf dem Eis geht es mit dem Gefälle des Flusses weiter bis in das Gebiet der heutigen Stadt Marlborough. Von hier aus erfolgt der Landübergang („Bug“ und „Heck“ der Kufen gleichen sich; bergauf werden die Steigungen mit einem leicht ansteigenden „Zick-Zack-Gang“/ „Vorwärts-Rückwärts-Gang“ überwunden) zum Quellgebiet des Flusses Avon im Pewsey-Tal (Brimslade). Weiter geht es mit dem Gefälle des zugefrorenen „... früher viel breiteren Avon“ (STUDIUM 2015, o. S.) bis Bluestonehenge, dem Anfang der Prozessionsstraße und von hier aus auf dem Landweg nach Stonehenge. Die Wege auf dem Eis sind der längste Abschnitt der gesamten Wegstrecke. Wenn Kennet und Avon kein Wasser führen sollten und damit keine Eisdecke haben, dann werden die zugeschneiten Flussbetten zu Transportwegen.

Der Transport auf zweikufigen Schlitten auf der „unterbrochenen Landroute“

Er könnte wie folgt abgelaufen sein: Auf dem Hinweg zur Aufladestelle (Trasse für die Schlitten) wird auf den Landwegen der Schnee über dem gefrorenen Boden und – wenn erforderlich – auf den zugefrorenen Flüssen mit den Schneeschuhen festgetreten. Nach dem Aufladen und dem Fixieren des Steins stellen sich zu Beginn des Transports vor jeder Kufe des Schlittens die Ziehenden mit dem Zugseil in einer Reihe auf. Beim kommandierten Ziehen der Doppelreihe wird so die Spur für jede Kufe weiter festgetreten. Das Ziehen der Schlitten auf festgetretenem Schnee ist weniger aufwändig als das Ziehen der Steine auf Holzrollen auf Holzschienen. Zugefrorene Gewässer und

versumpfte Wegabschnitte können genutzt oder überquert werden. Der Transport wird kräftesparender, a) je öfter die Kufen-Spuren innerhalb einer Zeiteinheit, z. B. eines Monats festgetreten werden. Denn je härter der festgetretene Schnee, desto besser die Gleitfähigkeit; b) wenn das Gefälle eines vereisten Flusses oder eines zugeschneiten Bach- oder Flussbettes genutzt werden kann.

Die Anzahl der Ziehenden ist z. Zt. spekulativ: Für einen einzelnen „... Schlepper nehmen wir eine Zugkraft von 12 kp an ... Dieser Wert war einst verbindlich für das Treideln französischer Schleppkähne ... In der Literatur werden Werte von 10 bis 15 kp gerechnet.“ (LÖHNER 2015, o. S.). Für die Gesamtzahl der Ziehenden gibt es eine Berechnungsformel. Die gesamte, notwendige Zugkraft K für einen beladenen Schlitten ist das Produkt aus dem Gewicht G (Gesamtgewicht des Steines und des Schlittens) und dem Reibungskoeffizienten μ_s (hier Gleitreibungskoeffizient): „ $K = G \times \mu_s$... Der Reibungskoeffizient ist ein Mass dafür, wie gross die Reibkräfte sind ...“ (LÖHNER 2015, o. S.). „Die Größe der Reibungskraft hängt von den Oberflächeneigenschaften der aufeinander wirkenden Festkörper und der Kraft, die senkrecht auf der Kontaktfläche steht, ab.“ (VERSUCH 02 2015, o. S.).

In einem fiktiven Beispiel werden zum Transport von 30 t (Steinpfeiler + Schlitten) im schlechtesten Fall ($\mu_s = 0,04$; Zugkraft eines Schleppers = 10 kp) 120 Ziehende und im besten Fall ($\mu_s = 0,03$; Zugkraft eines Schleppers = 15 kp) 60 Ziehende benötigt.

Schlussbemerkung

Es wäre wünschenswert, wenn die experimentelle Archäologie einen zweikufigen Schlitten bauen, erproben und evtl. nachbessern, die Zahl der Ziehenden bestätigen oder korrigieren und die Machbarkeit der „unterbrochenen Landroute“ unter

Berücksichtigung der geomorphologischen Strukturen untersuchen würde. Die gewonnenen Ergebnisse könnten dann dazu führen, dass die Untersuchungen zum Steintransport bei anderen Kulturdenkmälern – z. B. bei Menhiren – überdacht werden.

Literatur

APOSTEL, L. 2011: Interpretationsgeschichte Stonehenge. <http://www.lilithapostel.com/texte/Lilith_Apostel_-_Interpretationsgeschichte_Stonehenges> (23.04.2015)

ARCHER 2002: The Amesbury Archer: Pres Release February 2002. <http://www.wessexarch.co.uk/files/projects/amesbury_archer/german.pdf> (14.04.2015).

BECK, N. 2014: Prähistorische Felsgravuren. <<http://www.skimuseum.li/geschichte/praehistorische-felsgravuren.html>> (20.12.2014).

GEOMETRIE 2015: Geometrie und Mystik, 1) Stonehenge. <<http://www.geometrie.tu-wien.ac.at/asperl/projekt/stein3.htm>> (15.04.15).

KRÖGER, L. 2010: Untersuchungen zu mittelalterlichen und neuzeitlichen Einbaumföhrn am Main. <<http://www.monoxylon.ch/wp-content/uploads/2014/06/Kr%C3%B6ger-2010-Untersuch>> (25.12.2014).

KUNST, M. 2014: Kupferzeit und Umwelteinflüsse. Überlegungen zum 4. und 3. Jahrtausend auf der Iberischen Halbinsel. https://www.academia.edu/350731/Michael_Kunst_Kupferzeit_und_Umwelteinfl%C3%BC (30.11.2014).

LICHT, B. 2007: STONEHENGE – Tanz der Riesen. <<http://www.stonehenge.brain-jogging.com/bezug.htm>> (04.04.2015).

LÖHNER, F. 2015: Pyramidenbau. <<http://www.cheops-pyramide.ch/pyramiden-zahlen/reibung-kraft.html>> (02.04.2015).

MENHIR 2015: <<https://de.wikipedia.org/wiki/Menhire>> (23.02.2015).

PHÖNIX 2018: – 03.09.2018 – 20.15 –

„Aufgedeckt: Geheimnisse des Altertums“.

PIORA OSCILLATION 1 2014: Piora Oscillation (engl.). <https://en.wikipedia.org/wiki/Piora_Oscillation> (01.12.2014).

PIORA OSCILLATION 2 2014: Piora Oscillation (engl.). <http://www.odlt.org/dcd/ballast/piora_oscillation.html> (19.12.2014).

STONEHENGE 2005: Stonehenge: 600 Mann zogen einen Riesenstein. <http://www.science-at-home.de/news/wissenschaft/wissenschaft_det_2005> (27.12.2015)

STONEHENGE 2015: Stonehenge. <<https://de.wikipedia.org/wiki/Stonehenge>> (02.01.2015).

STUDIUM 2010: Studium generale, 2.600/2.300 v. Zt. Die Stadt Stonehenge. <<http://studgendeutsch.blogspot.de/2010/05/2600-2300-v-ztr-die-stadt-von.html>> (11.04.2014).

VERSUCH 02 2015: Versuch 2 – Reibung zwischen Festkörpern und in Flüssigkeiten. <<http://www.biologie.uni-regensburg.de/Biophysik/Kalbitzer/PDFs/Versuch02.pdf>> (07.04.15).

Abbildungsnachweis

Abb. 1-3: A. Braune

Autor

Arnulf Braune

Von-Ossietzky-Ring 53

45279 Essen

Deutschland



Jahresbericht

Vereinsbericht der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie (EXAR) für das Jahr 2018

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.

Zudem fand eine Vorstandssitzung am 27. September 2018 am Rande der 16. Internationalen Jahrestagung der EXAR in Unteruhldingen (Deutschland) statt, wobei der Ablauf der Tagung sowie aktuelle Themen der Vorstandsarbeit besprochen bzw. konkretisiert wurden.

Die Mitglieder hatten auf der Jahrestagung 2018 beschlossen, dass die Tagung in Kooperation mit dem Pfahlbaumuseum Unteruhldingen (Deutschland) stattfinden sollte. Die Tagungsvorbereitung erfolgte weitestgehend über den ersten Vorsitzenden und sein Team in Unteruhldingen. Die Koordination der Anmeldungen und die Planung des Vortragsprogramms übernahm wie üblich die 2. Vorsitzende.

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; der Facebook-Auftritt wurde nach dem Ausscheiden von Claudia Pingel, der der Vorstand für ihre Arbeit dankt, aus dem Verein von Vera Edelstein vom Pfahlbaumuseum Unteruhldingen übernommen.

Veröffentlichungen

Ende September 2018 kam pünktlich zur 16. Internationalen Jahrestagung in Unteruhldingen das 17. Heft Experimentelle Archäologie in Europa, Jahrbuch 2018 heraus. Der Band enthält auf 251 Seiten 22 Artikel, die weitestgehend auf den Vorträgen der 15. Internationalen Jahrestagung in Xanten (Deutschland) basieren. Auch im Jahr 2018 wurden die Redaktions- und Layoutarbeiten von den Vereinsmitgliedern übernommen. Dankenswerterweise übernahm das Pfahlbaumuseum Unteruhldingen die Druckkosten für diesen Band.

Bei der Tagung in Unteruhldingen anwesende Mitglieder konnten ihre Bücher direkt entgegennehmen, den übrigen waren sie vor der Tagung zugeschickt worden. Der Verkauf des neuen Heftes sowie der Bände der letzten 4 Jahre 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: EXAR-Tagung Pfahlbaumuseum Unteruhldingen 2018. – EXAR conference Pfahlbaumuseum Unteruhldingen 2018.

Da sich in Unteruhldingen noch große Bestände der alten Jahrbücher und Bilanzen lagerten, die bisher keine Abnehmer gefunden hatten, wurden diese Bücher während der Tagung an die Tagungsteilnehmer verschenkt.

Jahrestagung 2018

Die 16. Internationale Jahrestagung der EXAR fand vom 27.-30. September 2018 in Kooperation mit dem Pfahlbaumuseum Unteruhldingen (Deutschland) statt. Nahezu 120 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 27 Vorträge gehalten, wovon sich die Themen auf die Bereiche Experiment und Versuch, Rekon-

struierende Archäologie und Theorie und Vermittlung verteilen.

Tagungsprogramm am Freitag, 28. September 2018

Begrüßung und Einführungsvortrag Prof. Dr. G. Schöbel, Experimentelle Archäologie – Stand der Methode; R. Paardekooper, The application of experimental archaeology to the modern world; B. Birkenhagen, F. Wiesenberg, Der neue „Experimentalarchäologische Werkbereich“ im Archäologiepark Römische Villa Borg: Glashütte, Töpferei und Schmiede; H. J. Behnke, Th. Helmerking, Prähistorischer Bronzeguss und die Lauterkeit: Was kann ich wissen? Was soll ich tun?; M. Binggeli, Gold in Kupfer in Bronze – frühbronzezeitliche Metalltechnik rekonstruiert; N. Ebinger-Rist, D. Krause, Erforschen, Erfassen, Erhalten, Erklären und Experimentieren; St. Patscher, Der Kelch Her-



Abb. 2: Pfahlbaumuseum Unteruhldingen „Experimentelle Archäologie aus Europa – Wissen erlebbar gemacht“.

zog Tassilos III. und seiner Gemahlin Liutpirc – Herstellungstechnik und spätere Veränderungen; M. Runzheimer, Stiftung Steinzeittest: < Kleber; K. Böstler, Schüler heizen ein! Nachbau und Verwendung von Rennöfen in den Schülerpraktika des Alamannen-Freilichtmuseums Vörstetten; P. Walter, W. Gieß, Bienen – Honig – Brut - Wachs/ Experimente zur prähistorischen Bienenhaltung; S. Guber, Prähistorische Bienenhaltung (Teil 2); C. S. Riedt, A journey to the Stone Age-people in the highlands of New Guinea – cooking with the earth oven and the process of salt extraction; R. Elburg, Battle axe vs. oak wood; S. Böhm, A. Probst-Böhm, Spalten mit neolithischem Werkzeug (im Rahmen der Ergersheimer Experimente); J. Heeb, Ernährungsstrategien in Göbekli Tepe – Auf dem Weg zur Erstellung einer experimentellen Referenzsammlung von Abnut-

zungsspuren an Reibsteinen im Museumsdorf Düppel.

Tagungsprogramm am Samstag, 29. September 2018

K. Nowak, Die bronzezeitlichen Sichel. Der Einfluss von Herstellung und Oberflächenvorbereitung auf die Mikrostruktur des Objekts; T. Rose, Experimental-archäologische Verhüttungsversuche als Grundlage für die Anwendung stabiler Metallisotope in der Archäologie; K. Mairer, Rezepturenentwicklung von Opus Caementitium zur Verwendung in Hypokaustheizungen. Einfluss der Ausgangsmaterialien; H. Lehar, Der Norische Nischenofen – studiert – probiert; J. Hochbruck, Der Schutz des Wachses – Test einer antiken Schiffsfarbe; F. Brenker, Armbrustabzüge aus Bein. Erkenntnisse zu Material, Herstellung und Funktion; A. Axtmann, E. Hanning, Reconstruction of an Early Modern Wood-fired Chemist's Furnace; M. Praxmarer, 3D-Scans und 3D-Drucke in der Musikarchäologie. Möglichkeiten und experimentalarchäologische Praxisbeispiele; E. Berdelis, G. Nagy, Aus der Erde ins Feuer – Eine Möglichkeit zur Herstellung prähistorischer Keramikrepliken; W. Lobisser, Archäologische Experimente zur Erzeugung von Einbäumen mit Werkzeugen, Methoden und Techniken der Urgeschichte; H. Rösel-Mautendorfer, Zur Rekonstruktion einer provinziäl-römischen Frauentracht nach einer bemalten Grabplatte aus Brunn am Gebirge; R. Schwarz, Tubuli et lateres, tegulae et imbrices – Versuche zur Herstellung römischer Ziegelformen.

Während der Tagung wurden folgende Poster präsentiert:

M. Baumhauer, Knoten in der Stein- und Bronzezeit; J. Flamman, Archaeological open-air centres and solitary archaeological constructions in the Netherlands; K. Nowak, The Bronze Age sickles. The ma-

nufacturing of clay mould and the influence of surface preparation on the object microstructure; J. Weidemüller, Du kannst forschen – Citizen Science und Experimentelle Archäologie.

Nach den Vorträgen am Freitag lud das Pfahlbaumuseum Unteruhldingen zum Empfang auf dem Museums Gelände ein. Im Anschluss an das Vortragsprogramm am Samstag folgte die Mitgliederversammlung. Am Abend trafen sich die Tagungsteilnehmer in einem Restaurant, um die Tagung ausklingen zu lassen. Am Sonntag hielten Gunter Schöbel und Vera Edelstein zunächst einen Vortrag über Vermittlung und Rezeption von Experimenteller Archäologie am Beispiel der Veranstaltungsreihe „Experimentelle Archäologie aus Europa – Wissen erlebbar gemacht“, danach gab es Führungen auf dem Gelände des Pfahlbaumuseums Unteruhldingen, wo auch die große Abschlussveranstaltung der im Vortrag vorgestellten Veranstaltungsreihe stattfand (Abb. 2).

Mitgliederversammlung 2018

Die 16. Mitgliederversammlung der EXAR fand am 29. September 2018 am Rande der 16. Internationalen EXAR-Jahrestagung in Unteruhldingen (Deutschland) statt. Die Einladung mit den Tagesordnungspunkten war allen Mitgliedern termingerecht zugeschickt worden. Anträge zur Tagesordnung 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. Da das Jahrbuch 2018 vom Pfahlbaumuseum Unteruhldingen bezahlt wurde und auch die Tagungskosten komplett übernommen wurden, geht

der Verein mit einem deutlichen Plus in das nächste Jahr. Der Vorstand hat Überlegungen angestellt, welche Projekte gegebenenfalls gefördert werden können.

Nach dem Ausschluss einiger Mitglieder, die den Jahresbeitrag wiederholt nicht bezahlt hatten, im letzten Jahr hat sich die Mitgliederzahl wieder erholt. Der Verein hatte im Jahr 2018 188 Mitglieder aus 13 europäischen Ländern. Erfreulicherweise sind wieder einige Institutionen hinzugekommen.

Die Kassenprüfung ergab keine Beanstandungen. Der Vorstand wurde auf Antrag entlastet.

Für die Tagung 2019 erhielten die Mitglieder eine Einladung nach Carnuntum, die sie gerne annehmen.

Abbildungsnachweis
Alle Abb.: Ulrike Weller

Autorin
Dr. Ulrike Weller
Niedersächsisches Landesmuseum
Hannover
Willy-Brandt-Allee 5
30169 Hannover
Deutschland

Nachruf: Sylvia Crumbach 1969-2019

Gunter Schöbel

Am 17. Juli 2019 verstarb für alle unerwartet nach kurzer, schwerer Krankheit unser Mitglied Sylvia Crumbach. Wir verlieren dadurch eine Experimentalarchäologin, eine Freundin und einen kritischen Geist für die Sache. Ihr war es stets wichtig, als Archäologin methodisch fundiert zu arbeiten. Falsche Rekonstruktionsgrundlagen und darauf basierende Aussagen waren ihr ein Gräuel. In mehreren Vorträgen auf den Jahrestagungen setzte sie sich mit ihren Lieblingsthemen, der Textilarchäologie und der politischen Benutzung von Tracht und Kleidungsrekonstruktionen im 20. Jahrhundert, engagiert auseinander. Darüber verfasste sie auch ihre wissenschaftliche Abschlussarbeit an der Fernuniversität Hagen. Sie verband als Praktikerin ihre berufliche Erfahrung als Handwerkerin stets mit der wissenschaftlichen

Fragestellung des Experiments und ihr Ziel war es, immer die richtige, stichhaltige, belastbare Antwort zu finden. Darüber ließ sich mit ihr, wie etwa um die Kunst und das früheste Auftreten des Brettchenwebens, immer gut streiten. Das zeichnete sie aus. Ihre Online-Beiträge im Archaeoforum im Netz belegen dies auch noch heute.

Wir verlieren mit ihr auch eine gute Performerin auf Museumsveranstaltungen, der es immer gelang, das Publikum mit ihren Erzählungen, gleich ob im historischen Gewand oder in der Alltagskleidung, als Handwerkerin in ihren Bann zu ziehen. Sie wird der rekonstruierenden Archäologie und uns, der Experimentalarchäologie in Europa, sehr fehlen.



Autorenrichtlinien „Experimentelle Archäologie in Europa“

(English version on 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 Autorenanschrift nicht überschreiten. Es sollen maximal 10 Bilder eingereicht werden.

Der eingereichte Text soll die endgültige Fassung darstellen. Bei der Autorenkorrektur 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“);
- Autorenanschrift;
- Abbildungsunterschriften (siehe „Abbildungen und Tabellen“).

Zitierweise im Text

Zitiert wird nach der so genannten naturwissenschaftlichen Zitierweise: im fortlaufenden Text in Klammern - Autorenname, 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;
- Falttafeln 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

978-3-944255-15-6