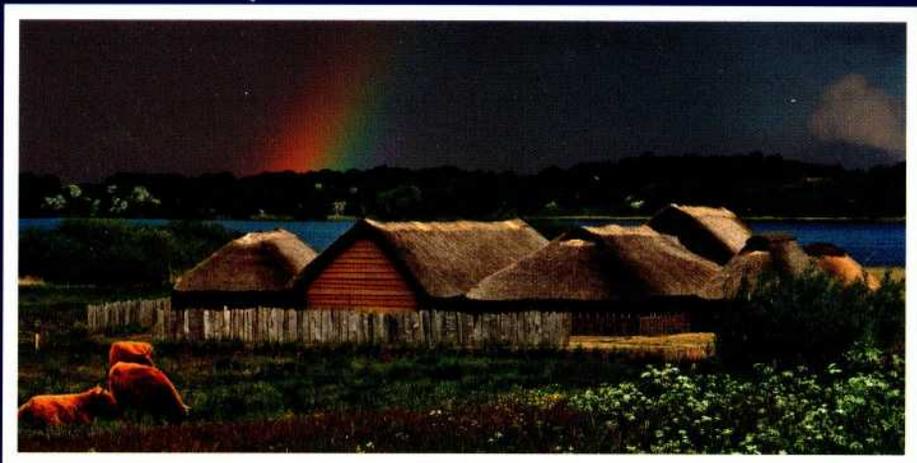
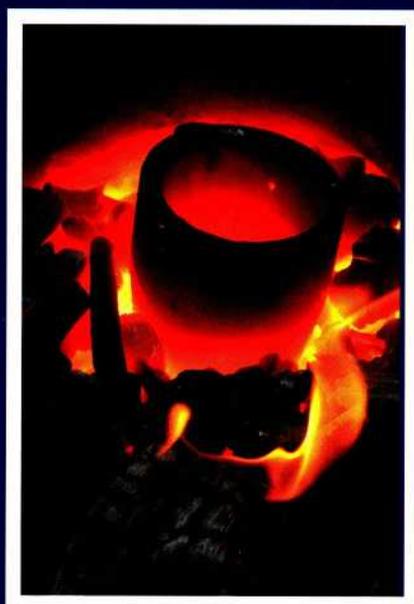
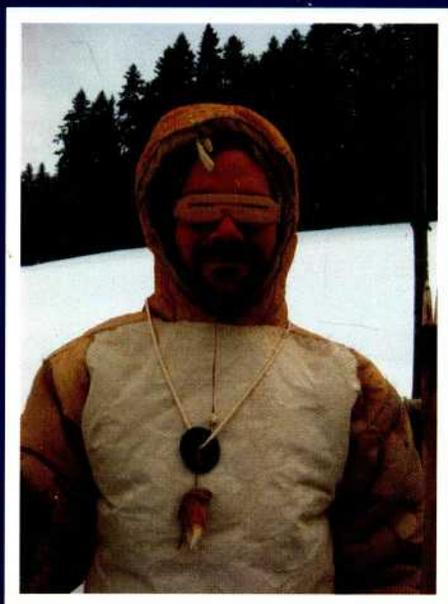


# EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE

in Europa

BILANZ 2012





**PFAHLBAU MUSEUM**  
UNTERUHLINGEN BODENSEE  
Inv. Nr.: 27446

EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE IN EUROPA  
BILANZ 2012  
Heft 11

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  
BILANZ 2012



Unteruhldingen 2012

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

Redaktion: Ulrike Weller, Thomas Lessig-Weller,  
Erica Hanning, Brigitte Strugalla-Voltz

Textverarbeitung und Layout: Ulrike Weller, Claudia Merthen  
Thomas Lessig-Weller

Bildbearbeitung: Ulrike Weller

Umschlaggestaltung: Thomas Lessig-Weller, Ulrike Weller

Umschlagbilder: Markus Klek, Frank Trommer, Ute Drews

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 978-3-9813625-7-2

© 2012 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, 99941 Bad Langensalza, Deutschland

# INHALT

<i>Gunter Schöbel</i> Vorwort	8
<b>Experiment und Versuch</b>	
<i>Markus Klek</i> Ahle versus Nadel: Experimente zum Nähen von Fell und Leder während der Urzeit	10
<i>Wolfgang Lage</i> Experimentalarchäologische Untersuchungen zu mesolithischen Techniken der Haselnussröstung	22
<i>Bente Philippsen, Aikaterini Glykou, Harm Paulsen</i> Kochversuche mit spitzbodigen Gefäßen der Ertebøllekultur und der Hartwassereffekt	33
<i>Wulf Hein, Rengert Elburg, Peter Walter, Werner Scharff (†)</i> Dechsel am Altenberg. Ein vorläufiger Bericht	49
<i>Oriol López, Raquel Piqué, Antoni Palomo</i> Woodworking technology and functional experimentation in the Neolithic site of La Draga (Banyoles, Spain)	56
<i>Hans Lässig</i> Schwarze Räder. Beobachtungen zum Nachbau der geschmauchten Räder aus dem Olzreuter Ried bei Bad Schussenried vom Beginn des 3. Jahrtausends v. Chr.	66
<i>Erica Hanning</i> Reconstructing Bronze Age Copper Smelting in the Alps: an ongoing process	75
<i>Ralf Laschimke, Maria Burger</i> Versuche zum Gießen von bronzezeitlichen Ochsenhautbarren aus Kupfer	87

<i>Katharina Schächli</i> Messerscharf analysiert – Technologische Untersuchungen zur Herstellung spätbronzezeitlicher Messer	100
<i>Tiberius Bader, Frank Trommer, Patrick Geiger</i> Die Herstellung von Bronzelanzenspitzen. Ein wissenschaftliches Experiment im Keltenmuseum Hochdorf/Enz	112
<i>Frank Trommer, Patrick Geiger, Angelika Holdermann, Sabine Hagmann</i> Zweischalennadeln – Versuche zur Herstellung getriebener Bronzeblechformen in der späten Hallstattzeit	124
<i>Anton Englert</i> Reisegeschwindigkeit in der Wikingerzeit – Ergebnisse von Versuchsreisen mit Schiffsnachbauten	136
<i>Michael Neiß, Jakob Sitell</i> Experimenteller Guss von wikingerzeitlichen Barockspangen. Eine Vorstudie	151
<i>Jean Loup Ringot, Geert Vrielmann</i> Bau eines Röhrenbrunnens im Experiment. Ausbrennen eines Eichenstammes	165
<b>Rekonstruierende Archäologie</b>	
<i>Rosemarie Leineweber</i> „Schalkenburg“ – Nachbau eines stichbandkeramischen Palisadensystems	173
<i>Anne Reichert</i> Rekonstruktion einer neolithischen Sandale	186
<i>Helga Rösel-Mautendorfer, Karina Grömer, Katrin Kania</i> Farbige Bänder aus dem prähistorischen Bergwerk von Hallstatt. Experimente zur Herstellung von Repliken, Schwerpunkt Faseraufbereitung und Spinnen	190

Franz Georg Rösel <i>Birkenrinde und Leder: Zur Rekonstruktion einer frühawarischen Köchergarnitur</i>	202
<b>Vermittlung und Theorie</b>	
<i>Claudia Merthen</i> Gut angezogen? Wesentliche Punkte zur Rekonstruktion jungpaläolithischer Kleidung	210
<i>Rüdiger Kelm</i> Mehr Steinzeit! Neues aus dem Steinzeitpark Dithmarschen in Albersdorf	226
<i>Jutta Leskovar, Helga Rösel-Mautendorfer</i> „Prunkwagen und Hirsebrei – Ein Leben wie vor 2700 Jahren“. Experimente zum Alltagsleben und die Vermittlung von Urgeschichte durch das öffentliche Fernsehen	234
<i>Joachim Schultze</i> Zwischen Experiment und Museumsbau. Verschiedene Stufen der Authentizität bei der Rekonstruktion der <i>Wikinger Häuser Haithabu</i>	246
<i>Ute Drews</i> Zwischen Experiment und Vermittlung. Verschiedene Ebenen im didaktisch- methodischen Konzept der <i>Wikinger Häuser Haithabu</i>	263
<b>Kurzberichte</b>	
<i>Thomas Lessig-Weller</i> Biegen von Horn	272
<b>Jahresbericht</b>	
<i>Ulrike Weller</i> Vereinsbericht der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie e.V. (EXAR) für das Jahr 2011	274

# Vorwort

Gunter Schöbel

Schleswig am Ostsee-Fjord, die Stadt an der Bucht der Schlei, ist für alle an der Geschichte Interessierte immer eine Reise wert. Gegründet als Handelsmetropole der Wikinger, Bischofsresidenz im Mittelalter und schließlich Hauptstadt der preußischen Provinz Schleswig-Holstein – besser hätte die Wahl eines Tagungsortes nach Berlin 2010 nicht ausfallen können. Die Gastfreundschaft der Kolleginnen und Kollegen vom Archäologischen Landesmuseum Schloss Gottorf, allen voran Herrn Prof. Dr. Claus von Carnap-Bornheim, war für unseren kleinen europäischen Verein mit seinen bescheidenen Mitteln überwältigend; der Blick in die regionale tagesaktuelle Forschung sowie in das nahe Dänemark war spannend und für das Verstehen des Ortes unverzichtbar. Dafür und für den großen Einsatz aller Beteiligten sei an dieser Stelle dem ganzen Organisationsteam noch einmal sehr herzlich gedankt.

Über 25 Vorträge an zwei Tagen, eine Postersession, zwei Empfänge, zwei Exkursionen, davon eine zum Nachbau eines Nydamschiffes und die andere nach Haithabu, bildeten das reichhaltige und interessante Programm. Unter den Aspekten der Experimentellen Archäologie in Europa deckten die Beiträge den Zeitraum vom Jungpaläolithikum bis in die Neuzeit – eine Spanne von über 20.000 Jahren – ab. Neue Versuche der letzten beiden Jahre standen dabei wie immer im Mittelpunkt. Von Skandinavien bis Zypern konnte der Fortschritt in der angewandten Methode mit überaus spannenden Ergeb-

nissen für die allgemeine Wissenschaft beleuchtet werden. Historisches aus den Anfängen der wissenschaftlichen Auseinandersetzung in nachgebauten steinzeitlichen Dörfern Skandinaviens hatte entsprechend der Zielsetzung des Vereins genauso seinen Platz auf der Vortragsliste wie die Erörterung moderner didaktischer Konzepte innerhalb der Vermittlung in den Museen und Medien.

Der vorliegende Tagungsband 2012 mit fast allen Beiträgen der Tagung 2011 markiert zugleich 10 Jahre Verein – ein kleines Jubiläum – und den Übergang von der bewährten Oldenburger Redaktion in eine neue Verantwortung. Daher erscheint die diesjährige Bilanz in leicht veränderter Form. Prof. Mamoun Fansa, Dr. Frank Both und Ute Eckstein sind wir für die Arbeit der letzten Jahre zu großem Dank verpflichtet. Der Stab wurde nun an das neue Redaktionsteam um Dr. Ulrike Weller und Thomas Lessig-Weller M.A. weiter gereicht und wir wollen versuchen, die satzungsgemäße Aufgabe der Wissensvermehrung durch unsere wissenschaftlichen Produkte – Tagung und Bilanz zur Experimentellen Archäologie – weiter zu erfüllen. Dafür brauchen wir die Hilfe unserer Mitglieder, einen weiteren Aufbau des Vereins und vor allem jedes Jahr neue fundierte Experimente. Helfen Sie dabei mit.

Viel Freude beim Lesen der Bilanz 2012

PD Dr. habil. Gunter Schöbel  
Vorsitzender



Experiment und Versuch

## Ahle versus Nadel: Experimente zum Nähen von Fell und Leder während der Urzeit

Markus Klek

**Summary** – *The article describes the experimental use of prehistoric bone awls and eyed needles. After yearlong experience with prehistoric tanning and tailoring techniques, the author feels comfortable to offer a comparison of data collected during various sewing experiments, as well as ethnological evidence, by which the technological superiority of the eyed needle, which is generally assumed in literature, is being questioned. Thereby the two artefact groups, together with the technological abilities of prehistoric man might need to be looked at in a different light.*

### Einführung

Zugespitzte knöcherne Artefakte, welche auch als „Ahlen“ oder „Pfrieme“ bezeichnet werden, gelten als indirekte archäologische Hinweise für das Perforieren von tierischer Haut und damit als Indikatoren für das Herstellen von Gegenständen aus Leder und Fell. Die ältesten dieser Geräte stammen aus Afrika und werden auf ein Alter von 84.000-72.000 Jahre datiert (GILLIGAN 2009, 52).

Die knöcherne Nähnaedel mit Ohr hingegen ist nach dem heutigen Stand der Forschung eine Erfindung aus dem Jungpaläolithikum. Vereinzelt treten derartige Geräte bereits vor etwa 46.000-30.500 Jahren auf, verstärkt aber im Gravettien und besonders im Magdalénien (GILLIGAN 2009, 50ff.). Während des nachfolgenden Mesolithikums verschwindet diese Artefaktgruppe jedoch wieder, um im Neolithikum nur ganz vereinzelt vorzukommen.

Ahlen bleiben jedoch weiterhin in Gebrauch.

Das Auftreten der Knochennadel wird in der Literatur generell mit dem modernen Menschen (*homo sapiens*), einem technologischen Fortschritt und dadurch mit einer verbesserten, wind- und wetterfesten oder gar passgerechten Kleidung in Zusammenhang gebracht (SEMENOV 1964, 100; MÜLLER-BECK 1977, 76; HOFFMANN 1999, 205; LE BRUN-RICALENS 2009, 89; GILLIGAN 2009, 9 ff.).

Dieser Artikel beschreibt beide Artefaktgruppen sowie deren praktische Anwendung. Die langjährigen Experimente des Autors mit prähistorischen Gerbetechniken sowie der Herstellung von Fell- und Lederbekleidung (Abb. 1-2), gestützt auf Vergleiche mit der Ethnologie zeigen, dass es sich bei der angenommenen technischen „Überlegenheit“ der Nadel keineswegs um eine Tatsache handeln muss. Sie regen dazu an, die beiden Ar-



Abb. 1: Autor in selbst gefertigter Winterkleidung. Parka aus fettgegerbten Rehellen mit Sehne und Ahle genäht (f. in Tab. 1).

tefaktgruppen und damit die handwerklichen Möglichkeiten unserer Vorfahren in einem neuen Licht zu betrachten.

## Die Ahle

### Terminologie und Archäologie

Bei Ahlen oder Pfriemen handelt es sich gewöhnlich um längliche, spitz zulaufende Gegenstände aus Knochen, Geweih oder Elfenbein. Gelegentlich wird in der Literatur auch über die Verwendung zugespitzter Silex-Geräte zum Perforieren von Haut spekuliert (BOSINSKI 1981, 75; 90; SEMENOV 1964, 100; GILLIGAN 2009, 10; KEELEY 1980, 52). Ethnologisch belegt ist auch die Verwendung von Holz oder Dornen verschiedener Pflanzen. Da der Verwen-



Abb. 2: Prähistorisches Nähset des Autors.

dungszweck dieser Geräte jedoch selten eindeutig nachweisbar ist, spricht der Archäologe generell auch von „Spitzen“, „Geräten mit Arbeitsspitze“ oder „zugespitzten Artefakten“. Zugespitzte Artefakte dienten hauptsächlich dem Perforieren von Materialien wie tierischer Haut, Textilien oder Rinde, können aber z. B. auch bei der Herstellung von Körben oder Schneeschuhen zum Einsatz kommen. Obwohl Werkzeuge aus Elfenbein und Geweih belegt sind, ist doch Knochen der bevorzugte Rohstoff. Elfenbein ist zeitlich auf das Paläolithikum beschränkt und die geringere Dichte von Geweih führt bei feinen Spitzen zu einem schnelleren Verformen, Abstumpfen oder Abknicken der Arbeitsspitze, wie die Erfahrung des Autors zeigt. Dieser Unterschied ist bei dünnen Häuten und entsprechend geringem Kraftaufwand zu vernachlässigen,

macht sich aber bei starken und dichteren Materialien bemerkbar.

Ahlen für die Fell- und Lederverarbeitung sind in ihrer Morphologie dem entsprechenden Verwendungszweck angepasst. Zumeist sind sie aus stabilen Röhrenknochen wie Metapodien, Tibia oder auch Ulna gefertigt.

Gemeinsam ist ihnen die mehr oder weniger fein ausgebildete Arbeitsspitze, welche oft eine intensive Gebrauchspolitur aufweist. In der Ausführung des Schafts und der Basis beziehungsweise dem stumpfen Ende bestehen die größten Unterschiede.

Die Querschnittsform der Arbeitsspitze ist zumindest bis zur benötigten Eindringtiefe in den Werkstoff meist rund bis rund-oval. Jörg Schiblers Arbeit über neolithische Knochenartefakte dokumentiert aber auch Artefakte, deren Spitzenquerschnitt 5 mm hinter der Arbeitsspitze als „kantig-rechteckig“, „kantig-gerundet“ oder „dreieckig“ klassifiziert wird (SCHIBLER 1981, 41). Aus der Erfahrung des Autors ergeben sich durch die Verwendung verschiedener Querschnitte keine Vorteile in Bezug auf den notwendigen Kraftaufwand, die Form des Lochs oder dergleichen.

### Praktische Anwendung

In Bezug auf das Nähen dient die Ahle als Vorstecher, mit welchem Löcher in die tierische Haut gebohrt beziehungsweise gestochen werden. Druck in Kombination mit Rotation schieben die Fasern der Haut auseinander, wodurch eine Öffnung entsteht, durch welche das Nähgarn geführt wird.

Die Ahle ist im Gegensatz zur Nadel ein sehr vielseitiges Werkzeug. Sie eignet sich sowohl für feine Arbeiten, als auch zum Durchstechen dicker und dichter

Häute sowie Rohhaut. Knöchernen Ahlen sind in der Lage, selbst dickste Leder zu durchdringen. Dies ist natürlich abhängig von der Art der Haut, der Dichte des Fasergefüges, der Qualität der Gerbung sowie der Morphologie und Qualität der Ahle. Als Näherungswert seien hier Messungen an vom Autor präparierten Häuten gegeben. Hierbei handelt es sich um ein empirisches Vorgehen und nicht um wissenschaftliche Experimente. Das Maximum des Machbaren liegt danach etwa bei einer Materialstärke von 7-9 mm mehrerer Lagen vom Autor fettgegerbten Hirschleders. Besonders „luftige“ Leder sind auch noch in stärkeren Lagen perforierbar.

Mit Ahlen kann auch Rohhaut (d. h. ungegerbte luftgetrocknete Haut) bearbeitet werden. Dicke Häute lassen sich allerdings nur in feuchtem Zustand durchstechen. Hier liegt das Maximum etwa bei 2,5 mm im eingeweichten Zustand (Rind, einlagig).

Mit zunehmender Stärke des Materials steigen auch die Bruchgefahr am Werkzeug sowie der notwendige Kraftaufwand; Hand und Handgelenk werden stärker beansprucht und somit ein länger andauerndes Arbeiten erschwert. Die Arbeit an starken Häuten bedarf daher einer gut in der Hand liegenden Ahle mit einer Basis, welche keine Druckstellen hervorruft.

Die Länge des Werkzeugs kann stark variieren und ist lediglich dem Empfinden des Benutzers und dessen Handgröße unterworfen. Die Ahlen des Autors variieren in ihrer Gesamtlänge zwischen 6 und 15 cm, wobei die bevorzugte Länge etwa bei 11-12 cm liegt. Außerdem müssen die Stärke der Arbeitsspitze, der Spitzenwinkel sowie die Ausbildung des Schafts den Erfordernissen angepasst sein.

Abgesehen von der Form der Ahle muss

das Arbeitsende jedoch immer so spitz wie möglich gehalten werden, um ein Perforieren des Nähmaterials zu ermöglichen, das Werkzeug vor Bruch zu bewahren sowie Handfläche und Handgelenk zu schonen. Messungen an den vom Autor verwendeten Ahlen ergaben Durchmesser zwischen 1,3 und 1,7 mm, gemessen 3 mm hinter der Spitze.

Betrachtet man nun den Spitzenwinkel, welcher in direkter Verbindung zur Ausbildung des Schafts steht, so läßt sich generell feststellen, dass schlanke Werkzeuge am besten geeignet sind. Man hat es im Idealfall also mit einem nadelförmigen Schaft zu tun, dessen Seiten nahezu parallel verlaufen. Der Vorteil einer derartigen Ahle besteht darin, dass wiederholtes Nachschleifen der Arbeitsspitze nach Beschädigungen einen geringeren Aufwand darstellt als bei einem Werkzeug mit größerem Spitzenwinkel. Bei diesen ist ein stetig steigender Aufwand notwendig, je weiter das Gerät abgenutzt wird; allerdings sind viele solcher Geräte archäologisch belegt.

Ein Werkzeug mit hohem Spitzenwinkel mag zwar stabiler und für das Vorstechen dünner Lagen durchaus geeignet sein, aber besonders beim Perforieren dickerer Lagen ist viel Muskelkraft gefragt. Denn je größer der Durchmesser der Arbeitsspitze, ist desto mehr Kraft wird benötigt, die Fasern der Haut auseinander zu schieben. Derart stark konisch zulaufende Geräte hinterlassen ein großes Einstich-Loch und ein kleines Austritt-Loch.

## Die Nadel

### Terminologie und Archäologie

Auch bei Nadeln handelt es sich um längliche, spitz zulaufende Geräte. Für ihre

Herstellung verwendete man hauptsächlich Knochen von Ren, Wildpferd, Hasen oder Vögeln sowie gelegentlich auch Mammut-Elfenbein und Geweih (MÜLLER-BECK 1977, 75; ALBRECHT, WOLLKOPF 1990, 34; WALTER 2002, 7-8). Durch verschiedene Spantechniken wurden Knochenstücke abgetrennt, aus welchen man die Nadel fertigte. Ihr gemeinsames Charakteristikum ist eine Durchbohrung am stumpfen Ende des Artefakts.

In der Literatur werden auch bestimmte paläolithische Übergangsformen zur klassischen Nähadel erwähnt. So z. B. langgestreckte rundliche Werkzeuge mit einem Spalt oder einer Kerbe im Arbeitsende. In diesen Einschnitt könnte das Nähgarn eingelegt und dann durch ein zuvor mit der Ahle gebohrtes Loch geführt worden sein. Diese Technik, in der die Nadel nicht stechende, sondern lediglich fadenführende Aufgabe übernimmt, kann unter bestimmten Umständen auch für die Nadeln mit Öhr vermutet werden (HOFFMANN 1999, 275).

Außerdem sei darauf hingewiesen, dass der Verwendungszweck knöcherner Nadeln mit Öhr durchaus kontrovers diskutiert wird und nicht automatisch und ausschließlich mit der Herstellung von Kleidung in Verbindung gebracht werden kann (OWEN 2005, 161ff., WALTER 2000, 107). Die Länge der gefundenen Nadeln mit Öhr schwankt zwischen 30 und 100 mm, der Durchmesser zwischen 0,8 und 5 mm. Der Durchschnittswert der Nadeln vom Petersfels, wo eine große Menge von Fragmenten und auch komplette Nadeln gesichert wurden, liegt für die Breite zwischen 2-2,5 mm, die Dicke etwa bei 1 mm, die Länge zwischen 50-60 mm. Der Durchmesser des Öhrs liegt zwischen 0,5-1,5 mm und bewegt sich meist um etwa 1 mm (BERKE 1987, 91; HOFFMANN



*Abb. 3: Nähen von Winter-Rehfellen mit Knochennadel und Sehne.*

1999, 275-276; MÜLLER-BECK 1977, 76; WALTER 2000, 76; 80; 88).

Das Auftreten der Knochennadel wird in der Literatur nach wie vor gerne mit dem Herstellen verbesserter, wind- und wetterfester oder gar passgerechter Kleidung in Zusammenhang gebracht. Es ist allerdings ein Trugschluss, dass sich erst seit der Verwendung von Nadeln mit Ohr auch feine, dichte Nähte und somit Kleidung herstellen ließ, mit welcher der Mensch dem Klima der Eiszeit trotzen konnte.

Die Experimente des Autors sowie ethnologische Belege zeigen, dass man, lediglich mit einer Ahle bewaffnet, in der Lage ist, äußerst sorgfältig zu arbeiten.

So erregten z. B. die aus einem Dutzend einzelner Lamafelle genähten Fellumhänge der Ureinwohner Patagoniens bei europäischen Beobachtern des 19. Jahrhunderts großes Aufsehen, da sie „mit solcher Kunstfertigkeit zusammengefügt und

genäht waren, daß nicht die geringste Falte auftrat wenn der gesamte Mantel fertig war...“ (PRIETO 1997, 178). Als weiteres Beispiel seien überaus feine Stickerien der Prarie-Indianer mit Stachelschweinborsten erwähnt. Carrie Lyford schreibt diesbezüglich über die Lakota: „Jeder der nicht mit der Verwendung von Sehne vertraut ist, wird von der Feinheit der Stiche welche sich mit diesem scheinbar groben Material und ohne Nähnaedel anfertigen lassen, beeindruckt sein“ (LYFORD 1983,49).

#### Anwendung

Im Gegensatz zur knöchernen Ahle hat die Nadel ein eher begrenztes Einsatzgebiet. Dies resultiert aus ihrer feineren Morphologie, schließlich fehlt es ihr an der vergleichbaren Basis zur Kraftübertragung, was zur Folge hat, dass mit der

Nadel nur geringe Materialstärken durchstochen werden können. Bei fettgegerbten Ledern liegt die Grenze etwa bei einem Millimeter. Diese Beschränkung kann aber auch in folgendem Zusammenhang gesehen werden. Vergleiche mit der Ethnologie legen nahe, dass im Paläolithikum wohl hauptsächlich Winterfelle bestimmter Huftiere zu Kleidung verarbeitet wurden, deren Hautstärke generell weit unter einem Millimeter liegt (Winterfell hat langes Haar und eine dünne Hautschicht, im Sommer dreht sich dieses Verhältnis um) (Abb. 3).

Wie die Experimente zeigen, ist es außerdem nicht möglich, mit Reproduktionen knöcherner Nadeln so feine Nähte herzustellen wie dies mit einer Ahle der Fall ist (siehe *Tabelle 1*). Die Maße der belegten Artefakte verbieten dies. Muss bei der Ahle lediglich die feine Spitze das Leder durchbohren, ist es bei der Nadel das gesamte Gerät, welches durch das Material geführt wird. Somit entspricht die Größe des entstandenen Lochs der maximalen Breite und Dicke beziehungsweise dem maximalen Durchmesser der Nadel. Dies vermindert die mögliche Anzahl der Stiche pro Zentimeter und erfordert einen größeren Abstand der Einstiche zum Rand des Materials.

Größere Löcher erfordern entsprechend dickes Garn um sie zu schließen, was zu einer wulstigen Naht führt. Dünneres Garn hingegen hinterläßt offene, luftdurchlässige und unansehnliche Löcher.

In diesem Zusammenhang ist es auch wichtig, darauf hinzuweisen, dass der Durchmesser des Öhrs nicht zwangsläufig dem Durchmesser des verwendeten Garns entspricht. Wie die experimentelle Herstellung von einfach gedrehtem Sehengarn zeigt, ergeben sich Fäden, deren Stärke auf der Gesamtlänge variiert. Seh-

nenfäden vom Rücken haben einen langgestreckt konischen Verlauf, das heißt, sie sind am einen Ende dicker als am anderen. Das dünnere Ende wird durchs Öhr gezogen, um eine optimale Führung durch das zu nähende Material zu gewährleisten. Somit kann aber der Hauptteil des Garns mehr als doppelt so stark sein wie das Öhr. Das gleiche gilt für die Verwendung von Lederriemen. Diese werden optimaler Weise auf einer Länge von mehreren Zentimetern spitz zugeschnitten, um durch das Öhr zu passen und gleichzeitig widerstandslos durch das Nähmaterial zu gleiten. Die Restlänge des Riemens verbleibt deutlich dicker, um die von der Nadel gestochenen Löcher zu füllen.

Die Ahle ist in ihren Verwendungsmöglichkeiten variationsreicher, das heißt, es können mit demselben Gerät sowohl sehr feine, als auch grobe Nähte ausgeführt werden. Die Nadel ist durch ihre Dimension auf vergleichsweise grobes Nähen beschränkt. Nun läßt sich darüber spekulieren, ob unsere Vorfahren bei der Anfertigung ihrer Kleidung mit solchen „groben“ Nähten zufrieden waren, obwohl sie mittels Ahle im Stand gewesen wären, feinere Nähte zu produzieren, oder ob diese Nadeln z. B. zur Herstellung von Gegenständen dienten, bei denen es nicht auf eine sonderlich feine Naht ankam (wie eventuell Zeltplanen, Beutel, Packtaschen oder Decken). Bei der oben genannten starken Varianz in den Maßen der Nadeln kann bereits vermutet werden, dass sie unterschiedliche Aufgaben erfüllten.

Ein weiterer Spekulationspunkt ist die mögliche Zeitersparnis bei der Arbeit, welche die Nadel im Vergleich zur Ahle bieten könnte. Auch hierzu ergaben die Experimente des Autors interessante Ergebnisse (siehe weiter unten).

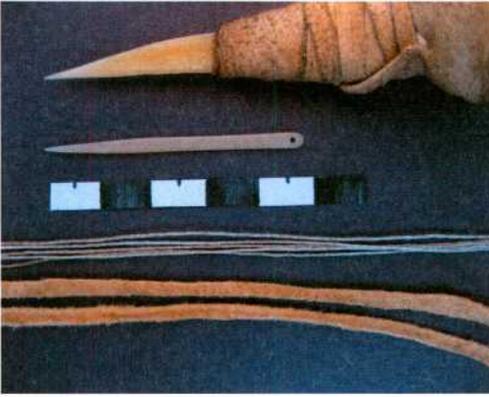


Abb. 4: Für die Probennähte verwendete Ahle, Nadel, Sehnengarn und Lederriemen.

Experimente zu: Ahle versus Nadel

Fragestellung und Experimentaufbau

Die Experimente wurden durchgeführt, um den handwerklichen Möglichkeiten bei der Arbeit mit urzeitlichem Nähwerkzeug auf die Spur zu kommen (Abb. 4). Welche Art von Nähten lassen sich mit Nadel, Ahle und Sehnengarn herstellen? Wie fein oder grob können diese Nähte ausfallen und wie viel Zeit bedarf es, um eine bestimmte Länge zu nähen? Schlussendlich interessierte den Autor auch die Frage nach dem Vergleich zwischen Nadel und Ahle und somit die vermeintliche Überlegenheit der knöchernen Nadel.

Bei derartigen Versuchen gibt es natürlich eine Reihe von Faktoren, welche entscheidenden Einfluss auf die Ergebnisse nehmen. Dazu gehört hauptsächlich die handwerkliche Erfahrung und individuelle Arbeitsweise des Ausführenden, besonders was die Zeitmessungen betrifft, sowie die Beschaffenheit des zu nähenden Materials.

Zu erstem ist zu sagen, dass der Autor seit vielen Jahren Erfahrung gesammelt



Abb. 5: Oben feine Naht mit Ahle und Sehne (l. in Tabelle), darunter Naht mit Nadel und Sehne (k. in Tabelle), darunter Nähte mit Nadel und Lederriemen (m. in Tabelle).

hat beim Nähen von Leder und Fellen mit der Hand. Eine Vielzahl verschiedenster Kleidungsstücke wurde mit urzeitlichen Methoden hergestellt, auch unter dem Gesichtspunkt der Erprobung im Gelände. Somit ist eine gewisse handwerkliche Professionalität gewährleistet, welche notwendig ist, um zumindest annäherungsweise einen Eindruck von urgeschichtlichem Können zu vermitteln.

Außerdem wurden vom Autor mit Fett gegerbte Leder und Felle verwendet. Auch mit diesem Handwerk hat der Autor jahrelange Erfahrung und somit sind Häute ausgewählt worden, welche in ihren physikalischen Eigenschaften den damals verwendeten so weit wie möglich entsprechen. Auf die unterschiedlichen Qualitäten von modernen, kommerziell ge-

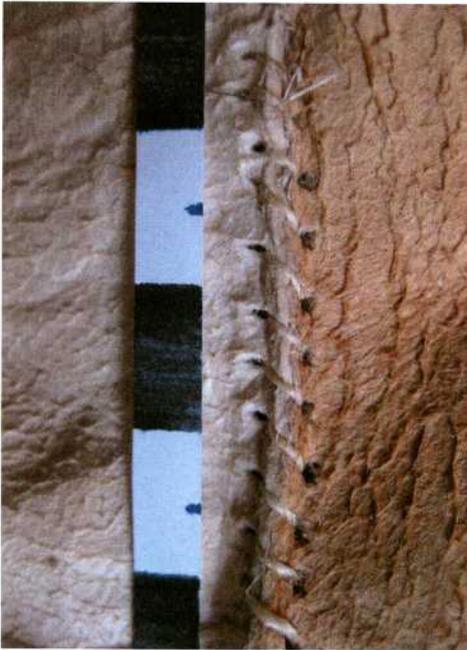


Abb. 6: Probenäht mit Nadel und 0,5 mm Sehnengarn (o. in Tabelle).

gerbten Häuten und solchen aus einfachster, handwerklicher Produktion sowie prähistorische Gerbetechniken kann hier nicht weiter eingegangen werden.

Für die Probenähte wurden Winterfelle vom Reh verwendet (selbst gegerbtes Rentierfell war nicht ausreichend vorhanden), da es sich um simulierte jungpaläolithische Verhältnisse handelt, in der erwartungsgemäß hauptsächlich Felle größerer Äser verarbeitet wurden. Bei der Nähzeit handelt es sich um die reine Nähzeit, also vom ersten Stich bis zum Vernähen des Garns. Nicht beinhaltet sind Präparation des Garns oder das Einfädeln ins Ohr.

Alle Näharbeiten (außer b) sind von der Fleischseite her durchgeführt. Allen Arbeiten liegt zugrunde, Nähte herzustellen, welche einer dauerhaften Beanspruchung beim Tragen standhalten. Alle Nähte sind mit einem Überwendel-Stich ausgeführt

mit Ausnahme der Lederhemden (f), welche mit einem Fortlaufenden-Stich gefertigt sind. Die Reproduktionen wurden gefertigt, bevor alle anderen Messungen und Experimente durchgeführt wurden, sind also von diesen Daten unbeeinflusst (Abb. 5-6).

Die für die Probenähte verwendete Nadel entsprach Durchschnittswerten des Magdalénien; 50 mm lang, 1 mm dick und 2,3 mm breit.

Die Ahle besitzt einen Spitzendurchmesser von 1,4 mm, gemessen 3 mm hinter der Spitze (siehe Abb. 4).

Zur Tabelle

Sowohl die Daten aus Ethnologie und Archäologie (a-d), als auch jene der mit modernen Methoden gefertigten Lederhemden (e) dienen als Vergleichswerte zu den mit prähistorischen Methoden gefertigten Kleidungsstücken (f-j) und den experimentellen Nähten (k-m).

Zu a.: Aus der Arbeit von Dorothy BURNHAM (1992) über Ledermäntel der subarktischen Naskapi-Indianer Nordamerikas wurde die Quersumme aus der von ihr angegebenen Stichzahlen ermittelt. Die Mäntel entstammen dem 18.-20. Jahrhundert und sind alle mit einfach gedrillter Sehne vernäht, jedoch ist es nicht nachweisbar, ob sie mit Knochenahle, Metallahle oder Metallnadel genäht wurden. Alle drei Werkzeuge liegen im Bereich des Möglichen.

Zu b.: Bei diesen Mänteln handelt es sich um neuzeitliche Kleidung aus traditionell gegerbten Häuten der Samen Skandinaviens und der Evenken aus Sibirien. Die Messungen wurden an Fotografien aus der Arbeit von Torunn KLOKKERNES (2007) vorgenommen.

Zu c.: ebenfalls aus der Arbeit von BURN-

Artefakt	Nähwerkzeug und Garn	Durchschnittliche Anzahl von Stichen pro cm max./min.	Genähte Länge pro 1 cm in Minute	Gesamtlänge der Nähte in cm, Stiche gesamt
<b>Historische Artefakte</b>				
a. 44 Mäntel, Caribouleder, Naskapi	Ahlen aus Knochen, Metall, gelegentlich auch Metallnadeln, Sehne	4,7 6,4/2,8	–	–
b. 5 Mäntel, Rentierfell, Evenk und Sami	Unbekannt, wahrscheinlich Metallnadeln	3,4 4,5/2,8	–	–
c. 5 Mäntel, Cariboufell, Naskapi	Ahlen aus Knochen und Metall, eventuell Metallnadeln, Sehne	3,4 3,8/2,8	–	–
d. Mantel, Ziegenfell, Ötzi	Knochenahle, Sehne	2,4 3/1,7	–	–
<b>Reproduktionen</b>				
e. 3 Hemden, Rehleder	Metallnadel, Nylongarn	3,8 4,3/3,5	–	–
f. Parka, Rehfell	Knochenahle, Knochennadel, Sehne	2,8 3,1/2,7	1,2	745 2086
g. Mantel, Hirschfell	Knochenahle, Darm	2,6 3/2,5	0,9	
h. 2 Innenschuhe, Rehfell	Knochenahle, Sehne	2,9 3,5/2,5	0,8	230 854
i. Mütze, Bisonfell	Knochenahle, Sehne	2,4 2,5/2	1,4	125 315
j. Mütze, Bison- und Hirschleder	Knochenahle, Darm	2 2,2/1,9	1,5	76 149
<b>Experimentelle Nähte</b>				
k. Probenähte, Rentierfell	Knochennadel, (horizontal), Sehne	2,7 2,8/2,5	1,9	65 173
l. Probenähte, Rehfell	Knochenahle, Sehne	4,2 4,5/4	0,8	54 227
m. Probenähte, Rehfell	Knochennadel (horizontal), Lederriemen	2,2 2,3/2	1,9	88 195
n. Probenähte, Rehfell	Knochenahle, Sehne	2,2 -	1,7	88 183
o. Probenähte Rehfell	Knochennadel, (vertikal), Sehne	3,2 3,4/2,8	1,8	83 258

Tab. 1: Ermittelte Werte zu den Nähten historischer Artefakte, Reproduktionen und experimenteller Nähte.

HAM (1992) entnommene Daten. Diese Fellmäntel sind allerdings von der Fellseite genäht.

Zu d.: Die Maße sind anhand der Umzeichnungen in den Beilagen von EGG

und SPINDLER (2009) gemacht worden. Größere Nähte und weniger sorgfältig ausgeführte Reparaturen sind jedoch ebenfalls vorhanden.

Zu k, m, o: Es wurde probiert, so fein wie

möglich zu arbeiten, ohne die Integrität der Naht zu gefährden, das heißt, ohne beim Perforieren der Häute die Einstichstellen so nahe aneinander zu legen, dass ein Ausreißen des Randes, ähnlich dem Abtrennen von Briefmarken, zu befürchten ist. Da die Nadel ein rechteckiges Profil hat, wird zwischen zwei Stellungen beim Einführen der Nadel unterschieden (horizontal, vertikal).

#### Auswertung der Versuche

Die Probennähte mit Knochenahle (l) zeigen, dass mit einem derartigen Gerät durchaus feine Nähte hergestellt werden können, welche mit modernen Arbeiten, ausgeführt mit Metallwerkzeug, vergleichbar sind oder diese gar übertreffen (vergl. a, b, c, e).

Vergleiche zwischen (l) und (k, o) zeigen, dass mit der Ahle eindeutig die feinere Arbeit abgeliefert werden kann, dass aber die Verwendung der Knochennadel das Vorgehen eindeutig beschleunigt, natürlich bedingt durch die geringere Stichzahl. Daher wurde ein Vergleichsversuch gemacht, indem auf dem Fell der zu stechende Abstand von 2,2 Stichen/cm, wie er sich bei (m) ergeben hat, angezeichnet wurde. Dadurch lässt sich direkt vergleichen, welche Arbeitsweise schneller geht. Das Ergebnis mag überraschen, denn die Ahle schneidet etwas besser ab. Natürlich ist dieser Unterschied minimal und eventuell auch durch Ungenauigkeiten bei der Datenerhebung und der relativ geringen Menge an Messdaten begründet. Es zeigt sich jedoch klar, dass die knöcherne Nadel mit Öhr, welche gemeinhin als technische Verbesserung in Bezug auf die Kleiderherstellung angesehen wird, weder zu einer feineren Naht noch zu einer Zeiterparnis führt (Abb. 5-6). Weitere inter-

essante Experimente sind denkbar.

Ein mögliches Vorgehen bei der Arbeit mit der Ahle wäre z. B. zuerst alle Löcher einer Naht vorzustechen, um daraufhin das Zusammennähen „in einem Rutsch“ durchzuführen. Somit erübrigt sich das Hin- und Herwechseln zwischen Ahle und Garn und dadurch könnte sich eine Zeiterparnung ergeben. Dieses Vorgehen ist für das Verarbeiten von Fellen und Pelzen allerdings ungeeignet, da das Stoßen mit der Ahle nicht nur die Haut zur Aufnahme des Garns öffnet, sondern auch die zwischen den beiden zu nähenden Lagen befindlichen Haare beiseite schiebt, um ein problemloses Durchführen des Garns zu gewährleisten. Werden aber die Felle nach dem Stechen bewegt, so verschieben sich die Haare, legen sich vor die Löcher und behindern das Durchführen des Garns.

Hierbei könnte die Nadel wieder ins Spiel kommen, um lediglich eine Fadenführende Funktion zu übernehmen. Aufschlussreich wäre auch Experimente einzubeziehen, welche Herstellungs- und Lebensdauer von Ahle und Nadel vergleichen.

#### Beispiel Ötzi-Mütze

Eine weitere interessante Anwendungsmöglichkeit derartiger Versuche kann es sein, Rückschlüsse in Bezug auf archäologische Originale zu erlangen. So ist es z. B. möglich, einen Durchschnittswert für die Geschwindigkeit des Nähens in Bezug auf die Anzahl der Stiche pro cm zu erstellen. Dieser kann mit Messungen an Fundstücken verglichen werden, um zumindest annäherungsweise zu errechnen, wie viel Zeit notwendig gewesen sein mochte, um eine bestimmte Näharbeit durchzuführen, ohne die Stücke tatsächlich zu rekonstruieren.

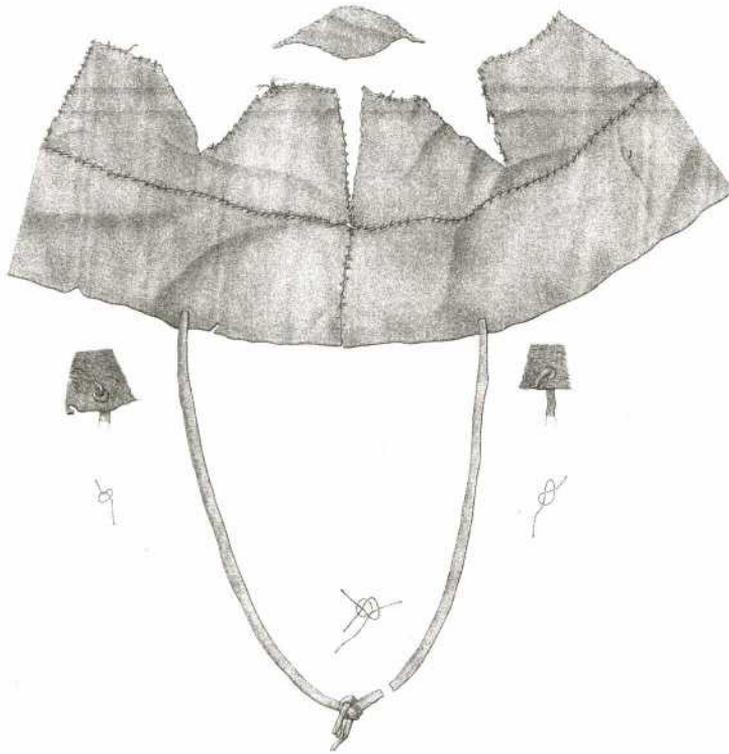


Abb. 7: Zeichnung des technischen Aufbaus der Ötzi Mütze (nach EGG, SPINDLER 2009).

Als besonders aufschlussreich erweist sich dafür die aus Bärenfell gefertigte Kopfbedeckung des Ötzi, da sie komplett erhalten ist. Anhand von Umzeichnungen des Fundes (siehe Abb. 7) wurden vom Autor entsprechende Daten erhoben und mit den experimentell gewonnenen Messungen (siehe Tabelle 1) verglichen.

Auf 101 cm Naht kommen 188 Stiche, was 1,9 Stichen pro cm entspricht. Vergleicht man nun diese Zahlen mit den Werten der Mützen (i) und (j), welche aus vergleichbarem Material bestehen, so lassen sich daraus die folgenden Werte errechnen: Mütze (i): 3,36 Stiche pro Minute und Mütze (j): 3,0 Stiche pro Minute. Wendet man nun Wert (i) auf die Ötzi-Mütze an, so ergibt sich eine reine Näh-

zeit von 55,95 Minuten, für Wert (j) eine Zeit von 62,66 Minuten. Somit lässt sich schließen, dass es etwa 1 Stunde bedurfte, den Ötzi-Hut zu nähen.

Ein interessanter Wert, welcher vor allem in Bezug auf die Vermittlung von steinzeitlichen Handwerkstechniken an die Öffentlichkeit Bedeutung erhält. Bei Vorführungen an Museen erhielt der Autor auf seine Frage, wie lange denn der Ötzi gebraucht haben mag, um seine Mütze zu nähen, Schätzungen, welche zwischen vielen Stunden und mehreren Tagen schwankten.

#### Literatur

ALBRECHT G., WOLLKOPF P. 1990: Rentier-

jäger und frühe Bauern. Steinzeitliche Besiedlung zwischen dem Bodensee und der Schwäbischen Alb. Ausstellungskatalog Rosgarten-Museum Konstanz. Konstanz 1990.

**BERKE, H. 1987:** Archäozoologische Detailuntersuchungen an Knochen aus südwestdeutschen Magdalénien-Inventaren. Urgeschichtliche Materialhefte 8. Tübingen 1987.

**BOSINKI, G. 1981:** Gönnersdorf. Eiszeitjäger am Mittelrhein. Koblenz 1981.

**BURNHAM, D. 1992:** To Please the Caribou. Seattle 1992.

**EGG, M., SPINDLER, K. 2009:** Kleidung und Ausrüstung der kupferzeitlichen Gletschermumie aus den Ötztaler Alpen. Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums 77. Mainz 2009.

**GILLIGAN, I. 2009:** The Prehistoric Development of Clothing – Archeological Implications of a Thermal Model. Manuscript Draft No. JARM-8R2. Journal of Archaeological Method and Theory 2009.

**HOFFMANN, E. 1999:** Lexikon der Steinzeit. München 1999.

**KEELEY, L. H. 1980:** Experimental Determination of Stone Tool Uses. Chicago 1980.

**KLOKKERNES, T. 2007:** Skin Processing Technology in Eurasian Reindeer Cultures. PhD thesis. Oslo 2007.

**LE BRUN-RICALENS, F. 2009:** Erfindungsreich – Innovationsschub im Jungpaläolithikum. In: Eiszeit – Kunst und Kultur. Ausstellungskatalog. Stuttgart 2009.

**LYFORD, C. 1983:** Quill and Beadwork of the Western Sioux. Boulder 1983.

**MÜLLER-BECK, H. 1977:** Die Technik der Rentierjäger vom Kesslerloch. In: H.-G. Bandi u. a., Die Kultur der Eiszeitjäger aus dem Kesslerloch. Ausstellungskatalog Rosgarten-Museum Konstanz. Konstanz 1977, 63-81.

**OWEN, L. R. 2005:** Distorting the Past – Gender and the Division of Labor in the European Upper Paleolithic. Tübingen Publications in Prehistory. Tübingen 2005.

**PRIETO, A. 1997:** Patagonian Painted Cloaks. In: C. McEwan (Hrsg.), Patagonia. London 1997, 173-185.

**SCHIBLER, J. 1981:** Typologische Untersuchungen der cortaillozeitlichen Knochenartefakte. Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann. Band 17. Archäologischer Dienst Bern 1981.

**SEMENOV, S. A. 1964:** Prehistoric Technology. London 1964.

**WALTER, R. 2000:** Knochennadel: Archäologischer Befund, Experiment und Museumspräsentation. Unveröffentlichte Magisterarbeit. Institut für Ur- und Frühgeschichte. Tübingen 2000.

**WALTER, R. 2002:** Magdalénienzeitliche Knochennadeln aus Baden-Württemberg. Experimentelle Archäologie. Bilanz 2001. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland Beiheft 38. Oldenburg 2002, 7-19.

Abbildungsnachweis

Abb. 1-6: Markus Klek

Abb. 7: EGG, SPINDLER 2009, Abb. 37

Autor

markusklek@yahoo.com

www.palaeotechnik.de

## Experimentalarchäologische Untersuchungen zu mesolithischen Techniken der Haselnussröstung

Wolfgang Lage

**Summary** – *In the Duvensee Moor of Schleswig-Holstein, multiple Mesolithic sites with numerous shells from partially roasted hazelnuts in addition to non-local clay layers were discovered during the 1900's. These finds were interpreted as the remains of a roasting facility. In this article the results of both short and long-term applied experimental archaeology attempts at the reconstruction of these roasting stations will be reported.*

*The regular observation at these sites of charcoal layers below the clay strata, soot covering on the underside of a pair of clay plate fragments, as well as the signs of vitrification on the upper surface of the plates are taken as significant evidence for this analysis. Similarly, the structure of these features could be produced experimentally by placing a dried clay plate on wooden supports over a fire, with hazelnuts roasting in a bed of fine sand on top of the plaque. Hence, the constructions in the Duvensee Moor do not just provide an early sign of the separation of prepared foodstuffs from the fire. Rather, the employment of the clay and the observation of vitrification might point to an impetus towards the eventual manufacture of ceramics.*

### Einleitung

Die im Duvenseer Moor, Kreis Lauenburg, im Südosten Schleswig-Holsteins gelegenen mesolithischen Lagerplätze sind auf einer Halbinsel im Nordwestteil des ehemaligen Duvensees errichtet worden, die durch eine im 11. Jahrtausend BP erfolgte Seespiegelabsenkung trockengefallen war (Abb. 1).

Diese von Jägern und Sammlern favorisierten Lokalitäten repräsentieren nach Ansicht des letzten vor Ort tätig gewesenen Archäologen, Klaus Bokelmann, mehrheitlich Haselnussröstplätze. Deren Funktion bestand im Wesentlichen darin, die dort im Herbst gepflückten Nüsse

durch Röstung vor dem Verderb zu schützen, sie möglicherweise aber auch zur direkten Weiterverarbeitung zu Haselnussmehl vorzubereiten.

Die in diesem Beitrag besonders hervor gehobenen Lagerplätze 1, 5 und 11 befinden sich auf der angesprochenen Halbinsel, die sich damals eventuell auch noch als eine vom Festland abgeschnittene Insel den Menschen darbot. Die materiellen Hinterlassenschaften auf den Aufenthaltsarealen datieren in das Frühe Boreal (BOKELMANN 2012).

Wie bereits dargelegt (LAGE 2004), waren die auf den Lagerplätzen freigelegten Feuerstellen mehrheitlich durch das Vorhandensein von Lehmstraten gekenn-

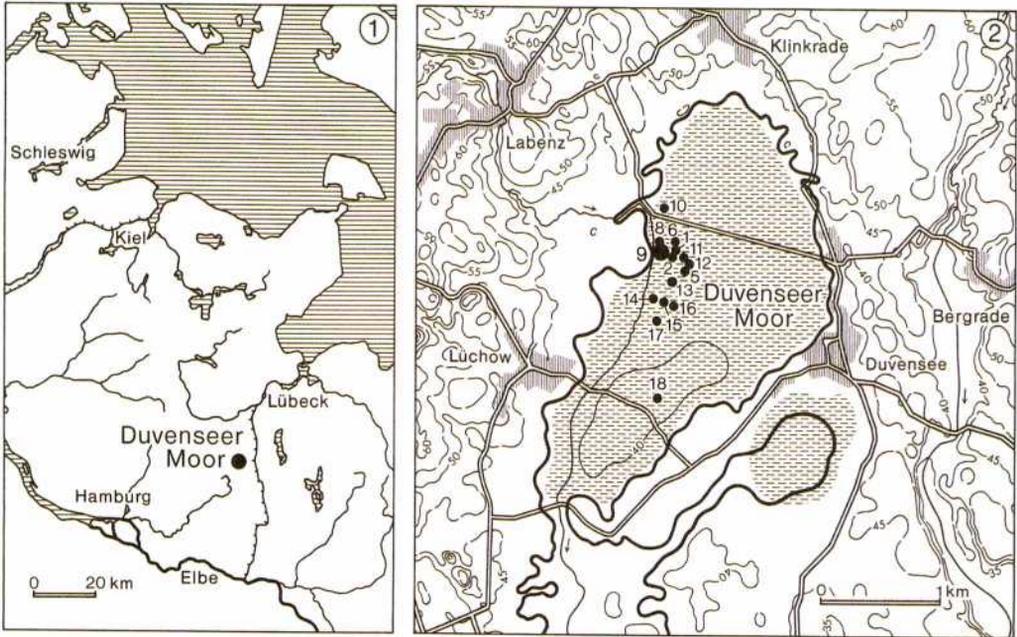


Abb. 1: Lage des Duvenseer Moores mit den wichtigsten Fundstellen.

zeichnet, die unmittelbar von Holzkohle führenden Schichten unterlegt waren (Abb. 2-3). Diese Beobachtung hatte bereits der erste Ausgräber in Duvensee, Gustav Schwantes, im Jahre 1925 als Ergebnis der Aufdeckung des später sogenannten „Wohnplatzes 5“ gemacht (BOKELMANN 1971, Profil 6). Auch nach der 1946 erfolgten Freilegung des „Wohnplatzes 1“ durch Hermann Schwabedissen bestätigte ein durch die Feuerstelle gelegtes Profil die von Gustav Schwantes gewonnenen Erkenntnisse: Die an der Basis befindliche Holzkohle war durch eine Lehmschicht überlagert. Eine weitere, darüberliegende Lehmlage fand sich Schwabedissen zufolge ebenfalls als Deckschicht über einer Holzkohle führenden Schicht (BOKELMANN 1971, Profil 3). Auch die Ausgrabungen des Wohnplatzes 11, die in den Jahren 1996 bis 2001 unter der Leitung von Klaus Bokelmann stattfanden, erbrachten vier Bereiche mit

Lehmkonzentrationen, von denen sich zwei als für eine Analyse verwertbar erwiesen, weil ihre Schichtenabfolgen nur unwesentlich gestört waren (BOKELMANN 2012).

Dabei handelt es sich um die Feuerstellen A und B, deren Feuer nicht wie ursprünglich vermutet auf einem das Moor schützenden Estrich errichtet wurden, sondern auf der nur wenige Zentimeter übertorften Gytja (Feuerstelle A) sowie auf einer Unterlage aus Birkenrinde (Feuerstelle B). Auch das Feuer der in den 1920-er Jahren ergrabenen basalen Haselnussröststelle des Wohnplatzes 5 wurde auf einer Birkenrindenmatte entzündet.

Die unmittelbar während der Ausgrabungen der genannten beiden Feuerstellen gewonnenen Beobachtungen sind einem digitalen Tonfilm zu entnehmen, aus dem die im Folgenden wiedergegebenen beiden Zitate stammen. Zu Feuerstelle A, die Abfolge der Schichten betreffend, heißt es

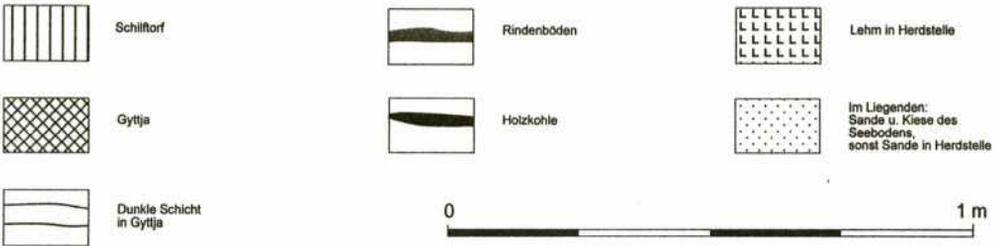
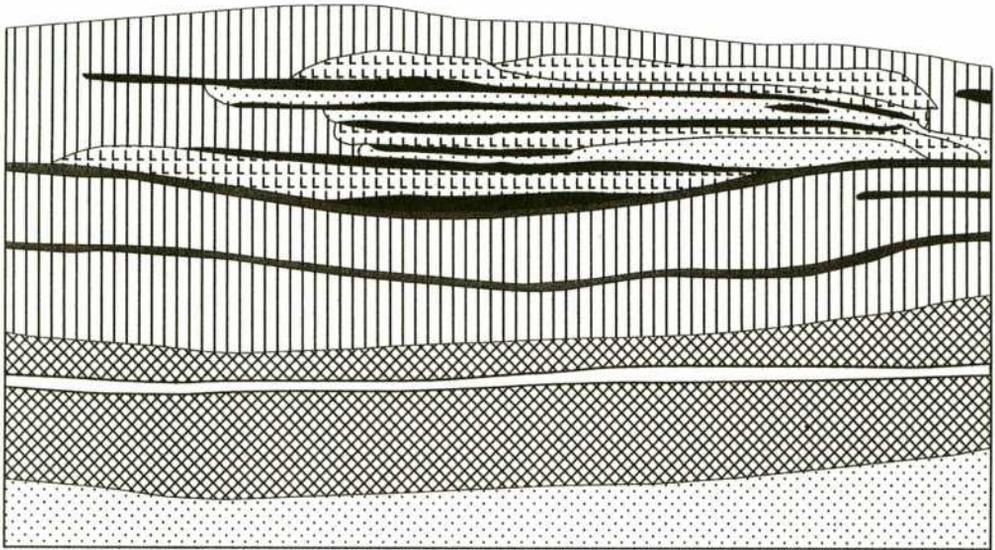


Abb. 2: Duvensee, Wohnplatz 5. Das Profil der Feuerstelle weist mindestens drei Lehmstraten auf, die jeweils von Holzkohle führenden Schichten unterlegt sind. Die ein erstes Feuer repräsentierende Holzkohlenlage findet sich auf einem Rindenböden liegend.

dort: „Unter der Lehmschicht erschienen hier dicke Holzkohlebrocken. Es hat den Anschein, dass die älteste Röststelle in ihrem basalen Teil grubenartig eingesenkt ist“ (Ausgräber K. Bokelmann 1999, 1. Film, 45:45 Min.).

Zu Feuerstelle B, die Basis der Feuerstelle betreffend, lautet der Kommentar des Archäologen: „In diesem Teil des Wohnplatzes befand sich die jüngere Haselnussröststelle auf einer Birkenrindenunterlage“ (Ausgräber K. Bokelmann 1999,

1. Film, 38:36 Min.) (Abb. 4).

Von den drei nachgewiesenen, übereinander positionierten Lehmlagen der Feuerstelle A wiesen zwei Fragmente der basalen Lehmlage an ihrer Unterseite Rußbedeckung auf. Diese beiden jeweils zwei handtellergroßen Fragmente lagen direkt den unter ihnen befindlichen Holzkohlestücken auf. Dass sich an ihren Unterseiten flächendeckend Ruß erhalten hatte und dass diese wichtige Tatsache überhaupt zur Kenntnis gelangte, war dem

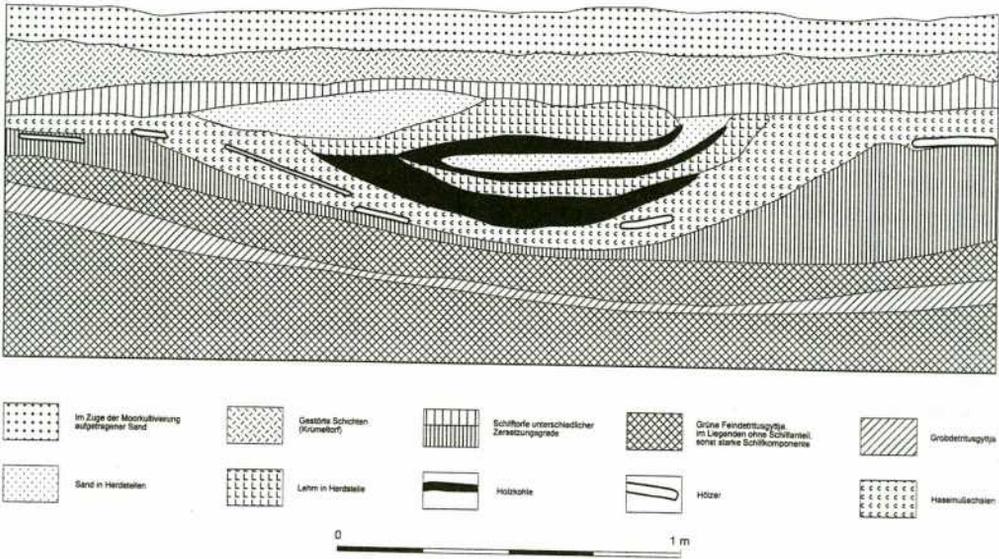


Abb. 3: Duvensee, Wohnplatz 1. Die Holzkohle führenden Schichten sind eindeutig unterhalb der Lehmstraten positioniert. Errichtet wurde die Feuerstelle auf einem Bereich, der von zahlreichen Haselnusschalen bedeckt war.

Umstand zu verdanken, dass die Fragmente lose dem Untergrund auflagen, man sie aufnehmen und wenden konnte. Normalerweise wurden die Lehmschichten wie üblich von oben abgetragen, so dass sich die Beschaffenheit der Unterseite der Überprüfung entzog.

Wichtige Erkenntnisse sollten auch die Rotverfärbungen erbringen, die an den Oberflächen der ergrabenen Lehmstraten zutage traten. Auf diese zeichnerisch dokumentierten Rotstellen, die nach 10.000-jähriger Verweildauer im Moor mehrheitlich in Auflösung begriffen waren, wird unten ausführlicher eingegangen.

Erste Interpretationen zur Haselnussröstung

Eine erste Interpretation (BOKELMANN

1981) sah die Haselnüsse für die Röstung in einem sie allseits umgebenden Sandmantel eingeschlossen. Für die erforderliche Wärmezufuhr hätte ein kegelförmig darüber angeordnetes Holzfeuer gesorgt. Eine weitere Interpretation verlegte die vorher durch ein Holzfeuer geschaffene Glut zusammen mit den Haselnüssen in eine sie ebenfalls allseits umgebende Sandhülle (BOKELMANN, AVERDIEK, WILKOMM 1985; HOLST 2007).

Beide Interpretationen wurden am 9. November 2002 durch Experimente überprüft. Die an sie gerichteten Erwartungen erfüllten sich nicht:

Im Verlauf der Durchführung des ersten Experiments zeigte sich, dass die von außen an die eingeschlossenen Nüsse herangeführte Wärme zwar die der inneren Sandwandung nächsten Haselnüsse er-

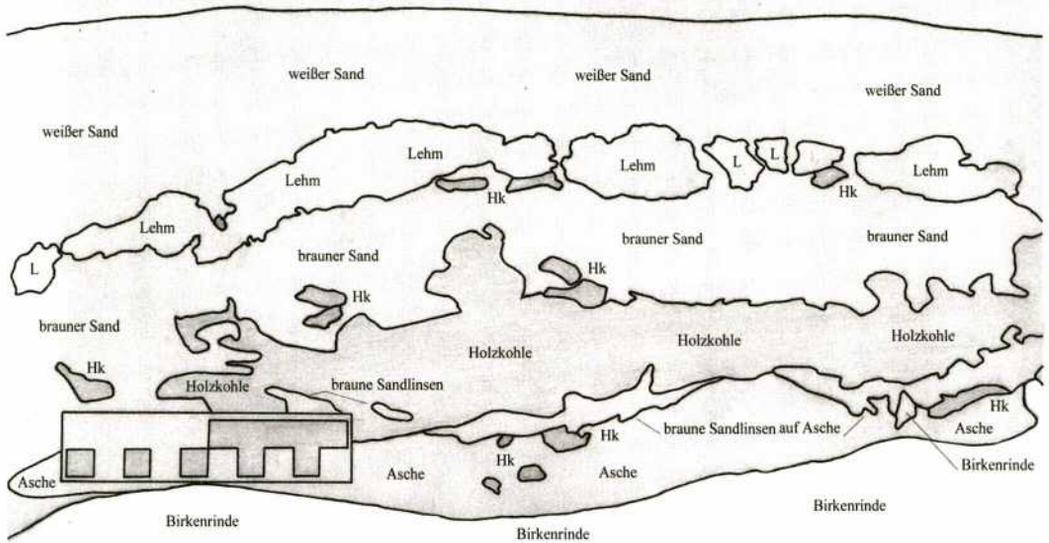


Abb. 4: Duvensee Wohnplatz 11, Feuerstelle B. Weißer Sand ist zusammen mit den Zersetzungsprodukten der ausgedünnten Lehmplatte – schluffiges Material und der natürlich im Lehm enthaltene Sand – vorwiegend unter die Plattenreste geraten, befindet sich aber auch zwischen der Holzkohle. Schließlich ist der „braune Sand“ auf der Ascheschicht sedimentiert (M: 10 cm; Profil gegen Norden gesehen. Grabung Bokelmann 1998).

reichte, die Temperatur aber nicht ausreichte, um die im Inneren des Haufens liegenden Nüsse zu rösten. Dadurch, dass sich die Verfärbung der Nussschalen den Blicken entzog, der Röstungsprozess also nicht direkt verfolgt werden konnte, war die Gefahr einer Überhitzung gegeben. An zahlreichen Nüssen ist daher auch eine entsprechende Schwarzfärbung eingetreten, die zuverlässig anzeigte, dass die Frucht nicht mehr zu genießen war.

Das zweite Experiment scheiterte, weil die zusammen mit den Haselnüssen eingeschlossene Glut sofort nach Bedeckung mit dem Sand ersticke und damit die erforderliche Rösttemperatur nicht zu erzielen war.

Als eine Konsequenz aus diesen experimentarchäologischen Versuchen hat der Ausgräber seine ursprünglichen Interpretationen verworfen. Stattdessen favorisiert Klaus Bokelmann heute das von den Buschmännern in Namibia praktizierte Verfahren zur Röstung der Mongongonüsse (BOKELMANN 2012). Auch die Vorgehensweise der Dobe !Kung ließ sich 2002 in einem gemeinsam mit Klaus Bokelmann durchgeführten Experiment replizieren. Eine 10 cm mächtige Sandschicht wurde mittels eines darauf entzündeten Holzfeuers erhitzt, anschließend die glühende Holzkohle ringförmig um die erwärmte Stelle positioniert. Danach wurde im Zentrum des Feuerringes eine Mulde ausgehoben, diese dann mit



Abb. 5: Die Abbildung zeigt eine von unten befeuerte luftgetrocknete Lehmplatte mit aufliegendem Sandbett in dem die Haselnüsse geröstet werden. Durchmesser der Lehmplatte: 0,85 m; Dicke der Platte im Zentrum: 0,045 m; lichte Höhe des Feuerstellenbereichs: 0,15 m.

Haselnüssen gefüllt und mit heißem Sand abgedeckt. Nach etwa 20-minütigem Verweilen in der Sandmulde waren die Nüsse geröstet. Übereinstimmend konnte resümiert werden, dass der Versuch geglückt und insbesondere, dass dazu keine Lehmunterlage erforderlich sein würde.

Die neue Hypothese zur Haselnussröstung

Seit 2002 sind auf Grundlage der während der Ausgrabungen gemachten Beobachtungen neben den drei oben beschriebenen rund ein Dutzend weitere Experimente durchgeführt worden.

Eine neue Hypothese zur Rekonstruktion der mesolithischen Haselnussröstanlagen basiert u. a. auf der Idee, dass die ergrabenen Lehmstraten einst mobile Lehmplatten darstellten (Abb. 5). Deren Ränder waren im Laufe der Zeit so innig mit dem sie umgebenden Sediment verschmolzen, dass die Lehmbelege sich nicht mehr als mobile Platten zu erkennen gaben.



Abb. 6: Erste Phase des Langzeitversuches. Die Lehmplatte ist nach etwa 3 Monaten zerbrochen, der Plattenrand beginnt sich aufzulösen. Die Holzkohle ist schützend abgedeckt, die Stützhölzer liegen z. T. frei. Der Röstsand liegt noch weitgehend auf der Platte, z. T. ist er abgeschwemmt und durch die Spalten geflossen.

Auch diese Hypothese wurde experimentell überprüft. Dabei wurde die Lehmplatte mit Hilfe von Stützhölzern so positioniert, dass es möglich wurde, unter ihr ein Feuer zu entfachen, um die in einem auf der Lehmplatte liegenden Sandbett befindlichen Haselnüsse zur Röstung zu bringen (LAGE 2004). Zwei entsprechende Stützhölzer traten während der Grabungen randlich der Lehmkonzentrationen in Erscheinung. Ein weiteres Stützholz lag in der unmittelbar angrenzenden Uferzone. Anders als die ebenfalls dorthin verschwemmten, meist einseitig angekohlten Reste der Feuerstelle zeichneten sich die zum Anheben der Herdplatte genutzten Astabschnitte durch netzartige Inkohlung aus.

Methoden

Nachdem sich die Funktionsfähigkeit der oben skizzierten Versuchsanordnung be-

stätigt hatte, sollte ein 5-jähriger Langzeitversuch zeigen, inwieweit die Zerfallsprodukte der Röstanlage denen der Originalbefunde glichen. Das Ziel bestand darin, zwei Fragen zu klären:

1. Wie verhält sich die Lehmplatte, wenn sie ungeschützt den erodierenden Naturkräften ausgesetzt wird?

2. Werden sich die während der Grabung unter den Lehmkonzentrationen angetroffenen Materialien wie Holzkohle, weißer Röstsand sowie brauner Sand auch schon nach einer nur fünfjährigen Verweildauer unter der Lehmplatte auffinden lassen?

Die Methode der Temperaturmessung mit Hilfe eines Infrarotlasers brachte neue Erkenntnisse hinsichtlich der Ausbreitung der Wärmeenergie innerhalb der Haselnussröstanlage.

## Ergebnisse

Wie bereits ausführlich beschrieben (LAGE 2004), bricht die Lehmplatte vorzugsweise an den Grenzlinien zwischen verziegelten und unverziegelten Plattenbereichen. Während die unverziegelten Partien sich mehrheitlich dort befinden, wo sie von Stützhölzern unterlegt waren, haben sich die verziegelten Zonen naturgemäß im zentralen Plattenbereich gebildet. Bricht die Platte ein, was in diesem Fall nach ca. 3 Monaten geschehen ist, beschleunigt durch Niederschläge oder möglicherweise durch Tiervertritt, rieselt ein Teil des Röstsandes durch die in der Platte entstandenen Spalten und sedimentiert zwischen der bereits unter ihr liegenden Holzkohle (Abb. 6).

Während der Ausgrabung des Langzeitversuches, an der dankenswerterweise die Archäologinnen Daniela Holst und Sonja Grimm vom Römisch-Germani-

sehen Zentralmuseum Mainz teilnahmen, konnte nachgewiesen werden, dass der unter die Plattenfragmente geflossene Röstsand sich stellenweise gelblichbraun verfärbt hatte. Eine mögliche Erklärung wird in der Tatsache gesehen, dass Regenwasser die durch Zusammenbrechen der Platte bewirkte Zerkrümelung im Spaltenbereich weiter aufgelöst hat und dabei schluffige Lehmbestandteile in tiefere Schichten gespült wurden. Sie verursachen die gelblichbraune Kontamination des ehemals weißen Röstsandes. Zusammenfassend ließ sich nach Versuchsende konstatieren, dass die Zusammensetzung der Materialien unter den Lehmplattenfragmenten bereits nach fünf Jahren die gleiche war wie im Originalbefund.

Um den Verlauf und die Intensität der durch das Feuer unter der Lehmplatte abgegebenen Wärmeenergie verfolgen zu können, kam am 19. Juni 2011 ein durch das hiesige Institut angeschafftes Infrarotlaser-Temperaturmessgerät mit angeschlossener Messfühler zum Einsatz. Dabei wurde der Strahl des Infrarotlasers auf die Oberfläche des auf der Lehmplatte ruhenden Sandbettes gerichtet. Für parallele Messungen diente ein Messfühler, der die Temperaturentwicklung zwischen Lehmplattenoberfläche und dem aufliegenden Röstsand registrierte.

Nach 3,5-stündiger Befehung einer Lehmplatte mit aufliegendem Sandbett betrug die Temperatur auf der Lehmplattenoberseite 456°C, auf der Sandoberfläche 135°C. Mitten im Sandbett herrschte eine Temperatur von 297°C.

Das beobachtete Temperaturgefälle zwischen Lehmplattenoberfläche und dem Sandbett erklärt sich aus der Tatsache, dass der Sand die unmittelbare Weiter-

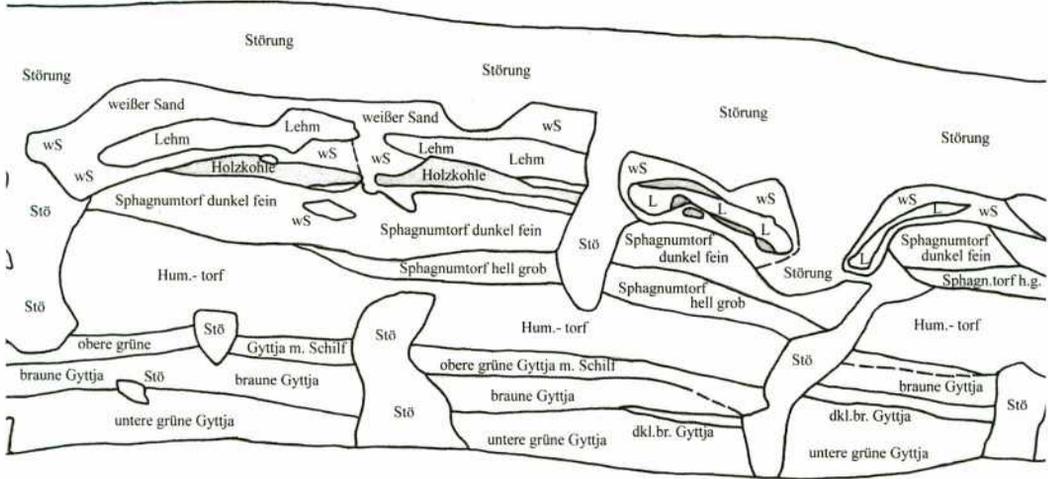


Abb. 7: Duvensee Wohnplatz 13. Die im weißen Röstsand „schwimmenden“ Lehmplattenreste sind von einer Holzkohle führenden Schicht unterlegt. Auf einem weiteren 0,50 m weiter gegen Osten genommenen Profil hat die Zersetzung des Lehmbandes zu einer braunen Sandlinse eingesetzt. Infolgedessen ist dort die aus Sphagnumtorf bestehende Basis der Röststelle hauptsächlich mit braungelbem Sand bedeckt (Grabung Bokelmann 1982, Profil U).

führung der Wärmeenergie verhindert. Es kommt zu einem Wärmestau zwischen den unterschiedlich leitenden Materialien, der letztlich für die Verziegelung und damit für die Rotfärbung der Lehmplattenoberseite verantwortlich zu machen ist. Der Wärmestau ist durch die körnige Struktur des Sandes bedingt (freundliche Mitteilung des Physikers Roland Aniol, Archäologisches Landesmuseum Schleswig-Holstein). Diese lässt nur eine „behinderte Konvektion“ zu, wirkt damit isolierend und ruft die beobachteten Phänomene hervor.

### Diskussion

Die Hypothese, wonach alle die Haselnussröstung betreffenden Aktivitäten auf

einem Lehmestrich stattgefunden haben, verweist die unter den Lehmschichten angetroffenen Holzkohlekonzentrationen auf vorgehende Prozesse, die in keiner Verbindung zum Röstvorgang stünden (BOKELMANN 2012). Bei dieser „Estrichtheorie“ wird übersehen, dass nur das durch die Holzkohle repräsentierte Feuer die Veränderungen des darüberliegenden Lehms bewirken konnte, wie

1. Rußbildung an Lehmplattenunterseiten und
2. die Rotfärbungen auf den Lehmplattenoberseiten.

Wird für die Schaffung eines Estrichs der feuchte Lehm auf die angeblich bereits dort liegende und aus einer früheren Aktivität hervorgegangene Holzkohle aufgetragen, füllt er Unebenheiten und Hohlfor-

men aus und bindet die Feuerrückstände ein. Entsprechendes war im Experiment vom 27. Juni 2011 zu beobachten. Der zur Formgebung nötige Anpressdruck, etwa durch Klopfen des Lehms, verstärkt das Vordringen der plastischen Masse in die Zwischenräume des ausgewählten Auflagebereichs.

Da aber weder die Unterseiten der beiden mit Ruß bedeckten Lehmplattenfragmente aus Feuerstelle A noch die durch Vertikalschnitte sichtbar gemachten Lehmblätter Holzkohle bzw. Einschlüsse anderer Materialien aufwiesen, sondern eben waren, kann die „Estrichtheorie“ die beobachteten Phänomene nicht erklären. Zwar hatten sich die beiden oberen Lehm-schichten (Lehmplatten) der Feuerstelle A glockenförmig über die bereits angewachsene basale Röststelle gelegt. Der Grund für die Krümmung ist in der über einen langen Zeitraum wirksam gewordenen Auflast des Moores zu sehen. Diese hatte ansonsten aber keinen Einfluss auf die Beschaffenheit der ebenen Lehmplatten-Unterseiten genommen.

Wie in der Abhandlung über die Ergebnisse dargelegt, ist eine mit den Originalbefunden vergleichbare Verziegelung der Lehmplatten nur durch eine Befuerung von unten zu erzielen.

Dagegen zeigte sich, dass ein Lehmestrich, der mit einer 6 cm dicken Sandschicht bedeckt war, auf der ein 2-stündiges Holzfeuer abbrannte, an seiner Oberfläche einem Temperatur-Maximalwert von lediglich 180-200°C ausgesetzt war. Dieser hinterließ eine Schwarzfärbung, jedoch keine Spuren einer Verziegelung.

Der in das späte Boreal datierende Wohnplatz 13 (BOKELMANN, AVERDIEK, WILLKOMM 1985; HOLST 2007) weist eine Feuerstelle auf, die einen Durchmesser von 1,30 m erreicht und aus einer bis zu

12 cm mächtigen „rundlichen Schüttung gelben Sandes“ besteht. Das aus dem Feuerstellenbereich genommene Profil zeichnet allerdings ein differenzierteres Bild. Hier sehen wir eine durch Spalten gekennzeichnete Lehm-schicht, die von einer Holzkohle führenden Schicht unterlegt ist (Abb. 7). Der auf der Lehm-schicht befindliche weiße Sand ist teilweise zwischen die Holzkohle geflossen.

Auf einer 0,50 m weiter östlich gefertigten Profilzeichnung derselben Feuerstelle ist der Zersetzungsprozess des Lehms so weit fortgeschritten, dass die vorher noch als „Gelber Lehm“ angesprochene Strate, jetzt die Bezeichnung „Gelber Sand“ trägt. Dieser teilt sich außerdem als verschwemmtes Sediment regellos mit dem nicht eingefärbten weißen Sand die Bedeckung des dunklen feinen Sphagnumtorfes.

Damit ist neben den Haselnussröststellen der Wohnplätze 1, 5 und 11 mit Wohnplatz 13 eine weitere belegt, die eine durch Holzkohle unterlegte Lehm-schicht aufweist und das Modell der von unten befeuerten luftgetrockneten Lehmplatte mit aufliegendem Sandbett, in dem die Nüsse geröstet wurden, erhärtet.

Schließlich noch eine Überlegung zu der Tatsache, dass die leicht zu verwehende und zu verschwemmende Holzkohle bis heute überdauert hat. Wäre sie, wovon die „Estrichtheorie“ ausgeht, auf einer Lehm-schicht zur Ablagerung gekommen, hätten die herbstlichen Stürme am Seerand sowie die nachgewiesenen Überschwemmungen ihre erodierenden Wirkungen gezeitigt. Nur die zähe Masse der verstürzten Lehmplatten bewahrte die Holzkohle vor der sonst mit hoher Wahrscheinlichkeit erfolgten Erosion.

Ethnologische Entsprechungen zu dem Vorgehen der Mesolithiker bei der Nah-

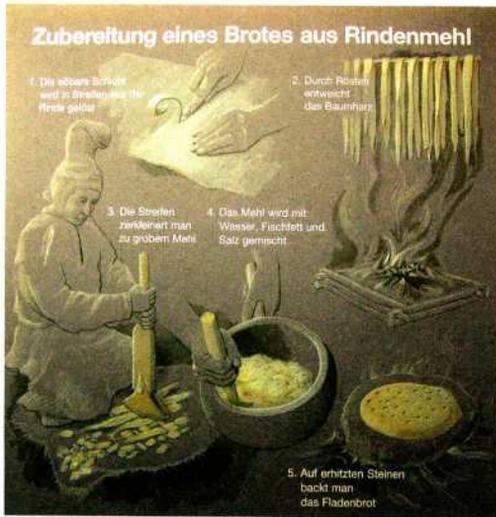


Abb. 8: Die Samen benutzen bei der Nahrungsmittelzubereitung anstelle einer Lehmplatte eine Platte aus Stein, die ebenfalls von unten zu beheizen war.

rungsmittelaufbereitung finden sich bei den skandinavischen Samen oder Sámi. Sie benutzen bis in die jüngere Vergangenheit von unten zu befeuernde Steinplatten für ihre Herdanlagen (Abb. 8; TUOMI-NIKULA 2001). Dass solche einfachen Kochvorrichtungen bereits im Spätpaläolithikum zur Anwendung gelangten, legen Befunde nahe, die in Oldeholtwolde, Provinz Friesland, in den Niederlanden aufgedeckt wurden (STAPERT 1982).

Der folgende Hinweis auf eine ethnologische Analogie des vorgestellten Modells lässt es denkbar erscheinen, dass die Kenntnisse derartiger Verfahren über lange Zeiträume tradiert wurden und bis heute überlebt haben: In Ägypten werden noch immer Erdnüsse in einem auf einer Lehmplatte liegenden Sand- oder Salzbett geröstet. Die einfache Herdanlage erfährt ihre Energiezufuhr von einem unter der Platte entzündeten Holzfeuer. Angeblich bevorzugen die Ägypter diese Methode der Röstung wegen des angenehmen

Wohlgeschmacks der so behandelten Nüsse (freundliche Mitteilung von Klaus Bokelmann).

### Zusammenfassung

Im Duvenseer Moor, Schleswig-Holstein, wurden im 20. Jahrhundert auf mehreren mesolithischen Lagerplätzen außer zahllosen Schalen von zum Teil angebrannten Haselnüssen ortsfremde Lehmschichten entdeckt, die als Überreste von Röstanlagen gedeutet werden. In diesem Beitrag werden kurz- und langfristig angelegte experimentalarchäologische Versuche vorgestellt, mit denen eine Rekonstruktion dieser Röstanlagen unternommen wurde. Für die Deutung erwiesen sich die auf den Fundplätzen regelmäßig unter den Lehmstraten zu beobachtenden Holzkohleschichten, die rußbedeckten Unterseiten von Plattenfragmenten sowie Verziegelungserscheinungen an Plattenoberseiten als bedeutsam. Sämtliche dieser Befundstrukturen konnten experimentell erzeugt werden, indem eine luftgetrocknete Lehmplatte auf Stützhölzern liegend über ein Feuer gelegt und auf der Platte in feinem Sand Haselnüsse geröstet wurden. Damit handelt es sich bei den Anlagen im Duvenseer Moor nicht nur um einen frühen Nachweis einer Trennung des Feuers von dem zu bereitlebenden Nahrungsmittel. Vielmehr könnte die Beschäftigung mit dem Lehm und die Beobachtung von Verziegelungen möglicherweise einen Impuls für die spätere Fertigung von Keramik gegeben haben.

### Literatur

**BOKELMANN, K. 1971:** Duvensee, ein Wohnplatz des Mesolithikums in Schleswig-Holstein und die Duvenseeegruppe.

Offa 28, 1971, 5-26.

**BOKELMANN, K. 1981:** Eine neue borealzeitliche Fundstelle in Schleswig-Holstein. Kölner Jahrbuch 15 (= Festschrift H. Schwabedissen), 1975-1977 (1981), 181-188.

**BOKELMANN, K. 1991:** Duvensee, Wohnplatz 9. Ein präborealer Lagerplatz in Schleswig-Holstein. Offa 48, 1991, 75-114.

**BOKELMANN, K. 2012:** Spade paddling on a Mesolithic lake – Remarks on Preboreal and Boreal sites from Duvensee (Northern Germany). In: M. J. Th. Niekus et al. (Eds.), A mind set on flint studies in honour of Dick Stapert. Groningen Archaeological Studies 16. Groningen 2012, 369-380.

**BOKELMANN, K., AVERDIEK, F.-R., WILKOMM, H. 1985:** Duvensee, Wohnplatz 13. Offa 42, 1985, 13-33.

**HOLST, D. 2007:** Subsistenz und Landschaftsnutzung im Frühmesolithikum: Nussröstplätze am Duvensee. Dissertation Universität Mainz, 2007, 129-141.

**LAGE, W. 2004:** Zur Interpretation der Lehmstraten in den Feuerstellen des Duvenseer Moores – Lehmplatten als Gar- und Röstvorrichtungen während des Mesolithikums in Schleswig-Holstein. Archäologisches Korrespondenzblatt 34, 2004/3, 293-302.

**STAPERT, D. 1982:** A site of Hamburg tradition with a constructed hearth near Oldeholtwolde (Province of Friesland, the Netherlands); first report. Palaeohistoria 24, 1982, 53-89.

**TUOMI-NIKULA, O. 2001:** Sàpmi. Das Land der Fischer, Jäger und Rentierzüchter. Sonderausstellung der Archäologischen Landesmuseen der Stiftung Schleswig-Holstein Schloss Gottorf. Schleswig 2001.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: BOKELMANN 1991, 78, Abb. 3

Abb. 2: BOKELMANN 1971, Profil 6

Abb. 3: BOKELMANN 1971, Profil 3

Abb. 4: Grabung Bokelmann 1998

Abb. 5-6: Foto Wolfgang Lage

Abb. 7: Grabung Bokelmann 1982

Abb. 8: Abbildung aus einer Sonderausstellung des Archäologischen Landesmuseums der Stiftung Schleswig-Holsteinische Landesmuseen Schloss Gottorf. Schleswig

Autor

Wolfgang Lage

Archäologisches Landesmuseum

der Stiftung Schleswig-Holsteinische

Landesmuseen

Schloss Gottorf

Schleswig

wolfgang.lage@schloss-gottorf.de

jahawo@t-online.de

Anmerkung

Ulrich Schmölke, ZBSA (Zentrum für Baltische und Skandinavische Archäologie), Schleswig, Schloss Gottorf, lektorierte das Manuskript mit gewohnter Sorgfalt und Effizienz. Dafür danke ich ihm recht herzlich.

## Kochversuche mit spitzbodigen Gefäßen der Ertebøllekultur und der Hartwassereffekt

Bente Philippsen, Aikaterini Glykou, Harm Paulsen

**Summary** – *The subject of this study is the pottery of the Late Mesolithic Ertebølle culture in Northern Germany. The archaeological material is described using the example of the submerged coastal site Neustadt LA 156, where a wealth of organic material, including food crusts on pottery, is preserved.*

*It was suspected that pottery from inland sites, originally radiocarbon dated to 5200-5400 cal. BC, was affected by a freshwater reservoir effect. Therefore, archaeological material from the inland sites Schlamersdorf LA 5 and Kayhude LA 8 as well as from Neustadt was analysed by radiocarbon dating and stable isotope (C, N) measurements. Different recent materials from the rivers Trave (at Schlamersdorf) and Alster (at Kayhude) yielded reservoir ages between several hundred and a few thousand years.*

*Experiments were conducted to reconstruct the manufacturing process of Ertebølle pottery and to examine the cooking characteristics of the pots and the formation of food crusts. Experimental food crusts were used to test the method of stable isotope analysis for reconstruction of ingredients.*

*We show that Ertebølle pottery is well suited for cooking, while the formation of food crusts takes one to two hours on the hearth fire.  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  values of the food crusts can differ substantially throughout a pot, but give general information about the presence of freshwater or marine fish. Our measurements demonstrate that a food crust has the same reservoir age as the ingredients. The oldest pottery from Ertebølle inland sites is probably affected by the freshwater reservoir effect and the true age can be several centuries younger.*

### Einleitung

Das späte Mesolithikum wird in Norddeutschland und in Südsandinavien durch die Ertebøllekultur geprägt. Die Ertebøllekultur ist eine reine Jäger-, Sammler- und Fischer-Kultur, die von zahlreichen Küstenfundplätzen in Dänemark und Norddeutschland bekannt ist. Am Beispiel des Unterwasserfundplatzes Neustadt LA

156 werden folgend die Keramik der Ertebøllekultur sowie Experimente zur Herstellung der Keramik und naturwissenschaftliche Analysen an verkohlten Speisekrusten vorgestellt.

Der Fundplatz Neustadt LA 156 liegt in Ostholstein am Westufer der Lübecker Bucht. Die Siedlungsreste befinden sich heute unter Wasser in einer Tiefe von drei bis fünf Metern am Ausgang des Stadtha-

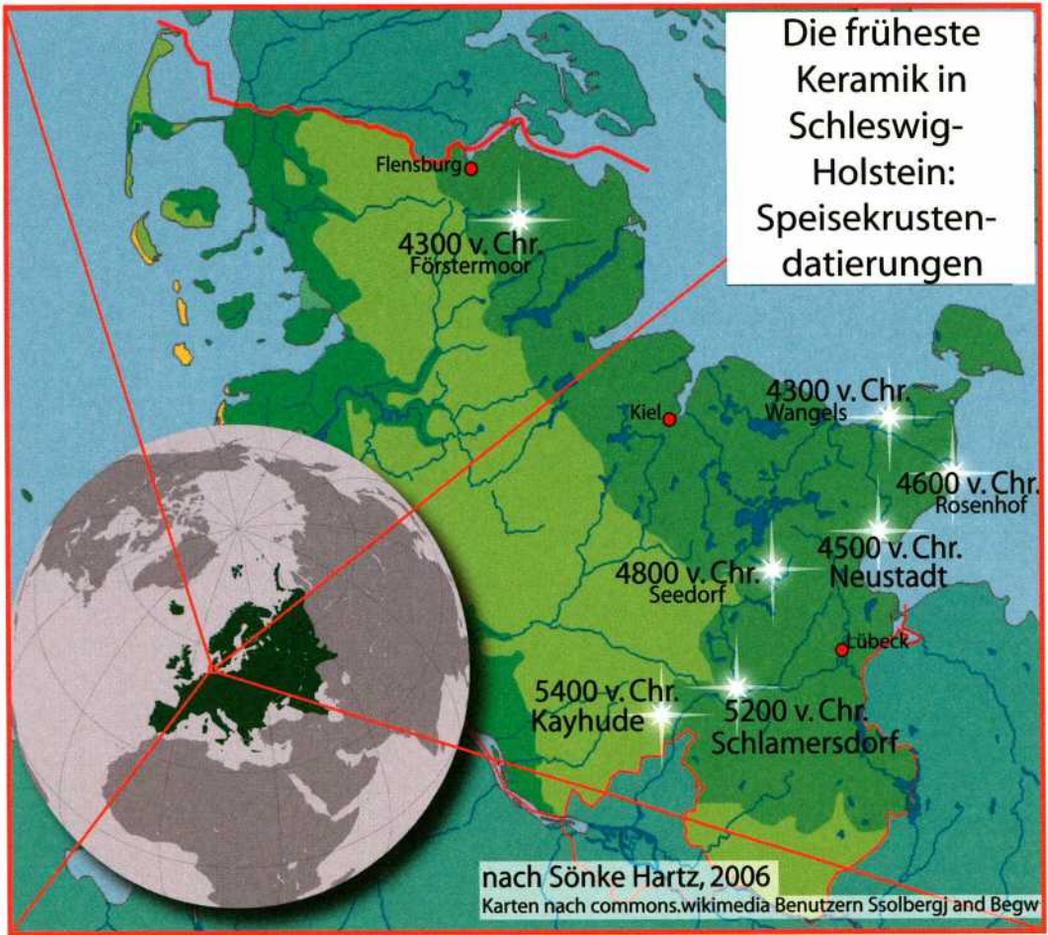


Abb. 1: Kartierung einiger Ertebølle-Fundplätze mit datierten Speisekrusten.  
 Map of Ertebølle sites with  $^{14}\text{C}$ -dated food crusts.

fens (HARTZ, GLYKOU 2008, 15-16; HARTZ u.A. 2001, 10). Etwa 100 m<sup>2</sup> wurden zwischen 2000 und 2006 unter der Leitung von Dr. S. Hartz ausgegraben. Die exzellenten Erhaltungsbedingungen haben viel organisches Material bewahrt, wie Holz, botanische Makroreste, Geweihe und Tausende von Tierknochen, aber auch verkohlte Speisekrusten an der Keramik.

### Fragestellung

Speisekrusten ermöglichen eine direkte Datierung der Keramik mit der  $^{14}\text{C}$ - (Ra-

diokarbon-) Methode. Als einige Ertebølle-Speisekrusten von zwei schleswig-holsteinischen Inlandfundplätzen, Kayhude LA 8 und Schlamersdorf LA 5, mit der Radiokarbonmethode datiert wurden, fiel auf, dass sie viel älter waren als erwartet: ca. 5400 v. Chr. in Kayhude (CLAUSEN 2007; HARTZ 2006) und ca. 5200 v. Chr. in Schlamersdorf (HARTZ 1996; HARTZ 1997; HEDGES u.A. 1995), also älter als Keramik von Küstenfundplätzen (Abb. 1). Ist die Keramik wirklich so alt oder liegt das hohe Alter an einem Reservoireffekt? Der marine Reservoireffekt ist ein be-

kanntes Phänomen. Die beiden Fundplätze mit der ältesten Keramik hingegen liegen an Flüssen. Es gibt aber tatsächlich einen Süßwasserreservoireffekt, der durch kalkhaltiges Wasser entsteht. Falls also in den Töpfen Süßwasserfisch gekocht worden war, dann kann die Datierung durch diesen Reservoireffekt beeinflusst worden sein (FISCHER, HEINEMEIER 2003). Meist kann man einer Speisekruste nicht ansehen, aus welchen Zutaten sie besteht. Isotopenanalysen können helfen, die Herkunft einer Probe zu bestimmen (Meer/Land/Süßwasser).

Es bildeten sich folgende Fragen heraus: Ist die Datierung einer Speisekruste zuverlässig? Hat die Speisekruste dasselbe Alter wie die Zutaten? Falls man eine „terrestrische“ Zutat in kalkhaltigem Wasser kocht, wird dann das Alter der Speisekruste vom Hartwassereffekt beeinflusst? Kann man die Herkunft der Zutaten aus einer Isotopenuntersuchung der Keramikkruste rekonstruieren?

Um diese Fragen zu beantworten und die Analysemethoden an bekannten Zutaten zu testen, wurden Speisekrusten experimentell hergestellt. Außerdem wurden archäologische Proben aus Neustadt, Kayhude und Schlamersdorf analysiert.

### Archäologisches Material

Bei der Unterwasserausgrabung im Hafen von Neustadt in Ostholstein (Abb. 1) ist eine große Anzahl Keramikscherben der Ertebøllekultur ans Licht gebracht worden. Insgesamt wurden 7500 Scherben geborgen (GLYKOU 2011a, 65). Das Neustädter Keramikinventar wird von spitzbodiger Keramik dominiert, ein kleiner Anteil wurde den Lampen zugeordnet, während Trichterbecherkeramik mit 5,6% repräsentiert ist (GLYKOU 2011a, 65). Dank

der exzellenten Erhaltungsbedingungen konnten mehrere Gefäße zumindest teilweise zusammengesetzt werden. Dadurch konnten die verschiedenen Stadien bei der Herstellung der spitzbodigen Keramik nachvollzogen und rekonstruiert werden. Parallel erbrachte dieselbe Studie eine große Variabilität an Formen von spitzbodigen Gefäßen, so dass das Keramikinventar von Neustadt eines der bisher umfangreichsten in Südsandinavien ist.

Neben anderem war ein Ziel der Keramikstudien festzustellen, inwieweit die an der Keramik beobachtete technologische Auswahl das bewusste Wissen des Herstellers widerspiegelt und ob eine technologische Entwicklung bei der Herstellung festzustellen ist. Den Schwerpunkt der Untersuchung bildete allerdings die Frage, ob Trichterbecher- und spitzbodige Keramik auf dieselbe Keramiktradition zurückzuführen sind. Es konnte schließlich festgestellt werden, dass die technologische Variabilität dazu diente, eine stetige Verbesserung der Keramikqualität zu schaffen, wobei die Formen der frühesten Trichterbecherkeramik aus einer autochthonen Entwicklung resultieren (GLYKOU 2011a, 148).

### Eigenschaften des archäologischen Materials

Die spitzbodige Keramik ist primär aus Granit mit rotem Feldspat gemagert, während neben dem Granit auch Quarz und seltener Sand beobachtet wurden (GLYKOU 2010, 179; GLYKOU 2011a, 120). Schamotte wird am Bruch der Keramik selten beobachtet, welches als ein Hinweis auf ein entwickeltes technologisches Verständnis gilt. Daraus lässt sich eine längere Tradition der Keramikherstellung

erschließen, wie es auch von anderen Fundorten bekannt ist (HULTHÉN 1977, 16; 49). Organische Magerung ist nur extrem selten und in geringen Mengen vorhanden, es muss sich dabei um zufällige Beimischungen im Ton handeln (GLYKOU 2011a, 66; 74).

Die Herstellung eines spitzbodigen Gefäßes begann mit dem Aufbau des Spitzbodens mit einer der drei folgenden Techniken: der Treib- und Wulsttechnik, bei der die Spitze des Bodens aus einem Tonklumpen und darauf gelegten Tonwülsten geformt wird (GLYKOU 2011a, 77); der spiralförmigen Technik, bei der der Spitzboden aus einem oder mehreren spiralförmigen Tonwülsten hergestellt wurde (GLYKOU 2011a, 76); oder der Technik des aufgesetzten Bodens mit einer zweiteiligen Spitze: Auf einen spitzgeformten Tonklumpen wurde ein ovalförmiger Tonklumpen gesetzt, somit entstand ein sehr solider Spitzboden (GLYKOU 2011a, 77-78; GLYKOU 2011b, 280, Fig. 3).

Nach dem Spitzboden wurde der restliche Gefäßkörper einschließlich des Randes aus aufeinandergelegten Tonwülsten angefertigt. Die Art und Weise, wie die Tonwülste aufeinandergelegt wurden, stellt eine Regelmäßigkeit dar, die zu der schematischen Festlegung dreier Hauptaufbautechniken geführt hat, der sogenannten U-, H-, und N- Aufbautechnik (HULTHÉN 1977, 25-26; 35, Fig.15), die in einer großen Variationsbreite vorkommen können (KOCH NIELSEN 1987; GLYKOU 2011a, 78-80). Dem Gefäßaufbau folgt das Verstreichen der Keramik. Da dem Ton in der Regel gröbere Magerungspartikel, die manchmal 1,5 cm erreichen können, beigemischt wurden, wirkte die Gefäßoberfläche nach dem Aufbau aufgrund der nach außen vorspringenden Magerungskörner rau und uneben (GLYKOU 2011a,

72; 86). Diese Unregelmäßigkeiten der Oberfläche wurden in der Regel nachbearbeitet, so dass die Gefäßoberflächen homogen und glatt aussehen. Die Nachbearbeitung erfolgte entweder mit bloßen Händen oder wahrscheinlicher mithilfe von Werkzeugen (sogenannte „paddle-and-anvil“-Technik, RICE 1987, 137). Während bei vielen Gefäßen nur diese erste grobe Behandlung der Gefäßoberfläche festgestellt wurde, folgte bei vielen eine Glättung, wie horizontale Spuren an den Gefäßoberflächen zeigen (Abb. 5). Dies konnte mithilfe von Werkzeugen, evtl. kleinen Steinen, geschehen, wie bei den nachfolgenden Experimenten festgestellt wurde.

Die spitzbodige Keramik wurde eventuell nach ausreichendem Trocknen in offenem Feuer gebrannt. Anhand der Bruchatmosphäre der spitzbodigen Keramik konnte festgestellt werden, dass die Keramik entweder in einer von außen oxidierenden und von innen reduzierenden oder in einer oxidierenden Brennatmosphäre gebrannt worden war. Die Ergebnisse der Beobachtungen von der Brenn- und Bruchatmosphäre weisen darauf hin, dass die Gefäße im offenen Feuer gebrannt wurden (GLYKOU 2011a, 90-93). Gefäße, die beispielsweise eine von außen oxidierte und von innen reduzierte Bruchatmosphäre aufweisen, wurden zum Brennen vermutlich mit der Gefäßmündung nach unten aufgestellt und dann mit Brennmaterial bedeckt.

Die Funktion der Keramik aus Neustadt konnte anhand von Nutzungsspuren, wie z. B. Rußüberzug oder Schmauchspuren an der Keramikoberfläche, partiellen Abplatzungen der Gefäßoberfläche und verkohlten organischen Resten, sogenannten „Speisekrusten“, erläutert werden. Die ausgesprochen gute Erhaltung von ver-

kohlten organischen Resten und die starke Häufigkeit ihres Vorkommens an der Keramik aus Neustadt wurden als eine Besonderheit der Keramik betrachtet, die über die spezifische Funktion der jeweiligen Gefäßform und über den Inhalt der Gefäße Auskünfte geben können. Verkohlte organische Reste kommen sehr häufig (ca. 55 %) an der Innenseite spitzbodiger Gefäße vor (GLYKOU 2011a, 151-153).

Während die Schmauchspuren und die verkohlten organischen Reste als Hinweise auf Nutzung der Keramik als Kochgefäße gelten, wird das Vorkommen von partiellen Abplatzungen in Verbindung mit dem Kochvorgang gebracht (KOCH NIELSEN 1987, 116), als Resultat von plötzlichen Temperaturänderungen, wenn der Topf auf das Feuer gestellt wird. Die Experimente haben dazu beigetragen, die Gründe ihres Vorkommens zu verstehen.

## Die Experimente

### Keramikherstellung

Die Experimente dienten primär dazu, verkohlte Speisekrusten an der Gefäßoberfläche zu gewinnen und folgend diese Krusten zu analysieren. Für die Experimente wurden Gefäße hergestellt, die dem Aufbau und den Formen der Originale ähneln.

Bei jedem Herstellungsschritt wurde versucht, die in diesem Artikel beschriebenen herstellungstechnischen Merkmale der originalen Keramik bei den Nachbildungen umzusetzen. So wurde Granit als Magerung bevorzugt. Als Rohmaterial wurde eine natürlich erodierte Granitknolle von der Küste verwendet (Abb. 2). Die natürliche Erosion des Gesteines ist ein wichtiger Punkt, weil der Stein sich leicht



Abb. 2: Zerkleinern einer natürlich erodierten Granitknolle.

*A naturally eroded granite nodule is crashed.*

durch Schlagen mit einem anderen Stein zerkleinern lässt. Für archäologisches Material wird häufig vermutet, dass sich die Bestandteile des Granits – Feldspat, Glimmer, Quarz – durch Erhitzen im Feuer voneinander lösen, so dass das Gestein leicht zerschlagen werden konnte (KOCH 1998, 123). Verbrannte Granitstücke wurden tatsächlich in Neustadt gefunden (GLYKOU 2011a, 75, Abb. 41). Bei diesem Experiment konnte bewiesen werden, dass auch natürlich erodierter Granit, der den prähistorischen Menschen des Küstenfundplatzes von Neustadt durchaus zugänglich gewesen sein muss, leicht zu bearbeiten ist. Nach dem Zerkleinern der Granitknolle sind die Körner gesiebt und drei verschiedene Korngrößen von Granit – grob, mittelgrob und fein – gewonnen worden, die alle in archäologischem Fundgut beobachtet worden sind. Nach der Beimischung von groben und mittelgroben Granitkörnern begann die Herstellung des Gefäßes mit dem Aufbau des Spitzbodens in der oben beschriebenen Treib- und Wulsttechnik. Der Boden wurde aus einem Tonklumpen und darauf gesetzten Tonwülsten geformt

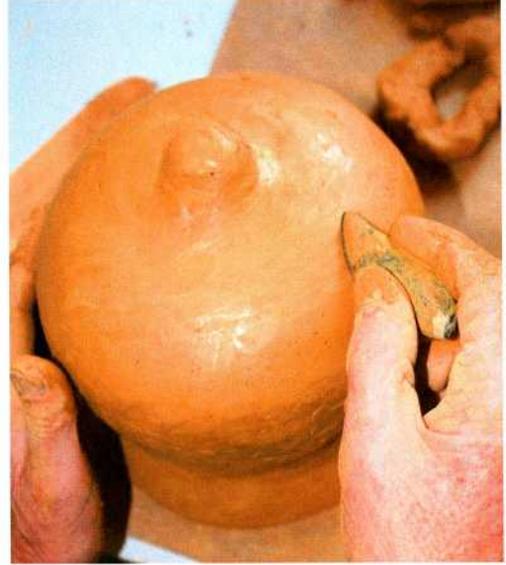


*Abb. 3: Aufbau eines spitzbodigen Gefäßes aus Tonwülsten.  
A pointed-based vessel is built up from coils of clay.*

(Abb. 3). Es folgte der Aufbau des restlichen Gefäßkörpers aus Tonwülsten in H-Technik, weil diese als typisch für die spitzbodige Keramik gilt (ANDERSEN 1975, 58; GLYKOU 2011b, 279), d. h. die einzelnen Tonwülste wurden durch Druck mit den Fingerspitzen gut verbunden.

Beide Gefäßoberflächen wurden nach dem Aufbau sorgfältig verstrichen. Dazu wurde die Oberfläche nach Bedarf befeuchtet und mithilfe eines Kieselsteines geglättet (Abb. 4). Die bei diesem Vorgang horizontal entstandenen Spuren sind auch häufig an der Oberfläche des archäologischen Materials erkennbar (Abb. 5). Die Gefäße trockneten etwa zwei Wochen lang.

Das Brennen der Gefäße fand im offenen Feuer statt. Der Erdboden wurde anfangs durch Glühen getrocknet und aufgewärmt. Die Gefäße wurden mit der Öffnung nach unten auf den 80-140°C warmen Boden



*Abb. 4: Die leicht befeuchtete Oberfläche des Gefäßes wird mithilfe eines Kieselsteines geglättet.  
The wet surface of the vessel is smoothed with a pebble.*



*Abb. 5: Bauchscherbe von einem spitzbodigen Gefäß aus Neustadt LA 156. Die Glättungsspuren sind an der Gefäßoberfläche gut erkennbar.*

*Belly sherd of a pointed-based vessel from Neustadt LA 156. Traces of smoothing are easily visible on the surface.*

gestellt und allmählich mit brennendem Holz bedeckt, so dass die Temperaturän-

derung nicht plötzlich war, sondern sich über 30 Minuten erstreckte. Beim Brennen wurden überwiegend Temperaturen um 600°C, für kurze Zeit bis 750°C, erreicht (GLYKOU 2011a, 91). Nach ca. 20 Minuten intensiven Brennens ließen wir das Feuer herunterbrennen; dies dauerte ca. 2 Stunden. Diese Bedingungen ähneln den von TITE (2004) beschriebenen für den offenen Feldbrand. Die fleckige rot-schwarze Färbung der Keramik lässt auf eine abwechselnd reduzierende und oxidierende Brennatmosfera schließen. Interessante Beobachtungen nach dem Brennen der Gefäße waren:

– In zwei Fällen sind die Spitzböden vom restlichen Gefäß abgeplatzt (GLYKOU 2011a, 156-157). Das kann mit der Mächtigkeit des Tones an der spezifischen Stelle und dem Temperaturwechsel zu tun haben. Ähnliche Beispiele wurden im Fundinventar von Neustadt beobachtet und als Resultat eines plötzlichen Temperaturwechsels während des Brennens erklärt (GLYKOU 2011a, 157, Abb. 144).

– Abplatzungen sind am gesamten Gefäßkörper beobachtet worden. Meistens handelte es sich dabei um oberflächliche Abplatzungen, die die spätere Funktion des Gefäßes als Kochtopf während der Experimente nicht beeinflusst haben. Somit konnte bewiesen werden, dass solche Abplatzungen eher „herstellungsbedingt“ sind und nicht Ergebnis des Kochvorgangs, bei dem sowieso sehr niedrige Temperaturen im Vergleich zum Brennvorgang erreicht werden (GLYKOU 2011a, 156-157, Abb. 144).

## Kochversuche

Zum Kochen wurden die Töpfe auf drei Steine gestellt. Glühende Kohlen und brennendes Holz von einer größeren Feu-

erstelle wurden darunter aufgeschichtet. Wegen des dicken spitzen Bodens stehen die Töpfe sehr stabil auf den Steinen. Es ist dabei wichtig, dass sich nur kleine Auflageflächen zwischen Stein und Topf bilden, damit nicht zu große Teile des Topfes von der Hitze abgeschirmt werden.

Die Funktion der spitzbodigen Keramik als Kochtöpfe ist uns schon von vorherigen Studien bekannt gewesen, die sowohl auf Experimenten als auch auf Nutzungsspuren basierten (KOCH NIELSEN 1987; GLYKOU 2011a). Zusätzlich konnten wir mit diesen Experimenten nachweisen, dass sich die Töpfe auch für das Kochen von reinem Wasser eignen. Es wurde nämlich angenommen, dass die Ertebøllektöpfe zum Kochen von Wasser ungeeignet seien (ANDERSEN, MALMROS 1984) und nur stärke- oder fetthaltige Speisen, die die Poren verstopften, gekocht werden konnten. Unsere Studien am archäologischen Material zeigten, dass die Ertebøllekeramik in der Regel nicht porös ist. Zum anderen testeten wir auch in den von uns nachgemachten Töpfen das Kochen von reinem Wasser. Dabei bemerkten wir, dass man ein starkes, gut belüftetes Feuer unter dem Topf braucht. Damit dauerte es eine Viertelstunde, einen Liter Wasser zum Kochen zu bringen. Mit Deckel ließe sich der Zeitaufwand erheblich verringern.

Es wurden verschiedene Zutaten und Kombinationen von Zutaten mit Wasser bedeckt gekocht (Tabelle 1). Für Topf 1 und 2 wurde Wasser aus der Alster verwendet; hier wurden Zutaten und Wasser nicht gewogen. Während des Garens der Zutaten bildete sich keine Kruste. Um eine Kruste zu erzeugen, musste so lange gekocht werden, bis das Wasser vollständig verdunstet war. Eine Kruste entstand ein bis zwei Stunden nach Beginn des

Topf	Zutaten	Masse [g]	Anteil [%]	Topf	Zutaten	Masse [g]	Anteil [%]
1	Plötze	—	100	5	Rucola	65	30.2
	Wasser				Mangold	60	27.9
2	Wildschweinfleisch	—	100		Plötze	90	41.9
	Wasser				Wasser	575	—
3	Stangensellerie	128	37.9	6	Rehfleisch	180	50
	Karotten	90	26.6		Rucola	90	25
	Rosenkohl	120	35.5		Mangold	90	25
	Wasser	119	—		Wasser	930	—
4	Dorsch	157	49.7	7	Scholle	111	50
	Stangensellerie	159	50.3		Rehfleisch	111	50
	Wasser	405	—		Wasser	850	—

Tab. 1: Zutaten für Kochexperimente. Anteil [%] bezeichnet den Anteil der jeweiligen Zutat am Gesamtgewicht der Nahrungsmittel (ohne Wasser).



Abb. 6: Eine Speisekruste aus dem Experiment.  
A food crust from the experiment.

Kochens (Abb. 6-7). Die verkohlten Krusten bildeten teilweise ein polygonales Rissmuster aus, das sehr gut mit den archäologischen Speisekrusten übereinstimmt.

#### Analysen

Kohlenstoff kommt in der Natur in drei Varianten vor: dem radioaktiven  $^{14}\text{C}$  und den zwei stabilen (nicht-radioaktiven) Isotopen  $^{12}\text{C}$  und  $^{13}\text{C}$ . Die  $^{13}\text{C}$ -Konzentration einer

Probe wird mit der  $^{13}\text{C}$ -Konzentration eines internationalen Standardmaterials verglichen und als Promille-Abweichung angegeben, bezeichnet als  $\delta^{13}\text{C}$ . Anhand der  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte kann man Proben aus dem Meer von terrestrischen Proben unterscheiden und zum Beispiel berechnen, wie viel Meeresfisch ein Mensch gegessen hat.

Das radioaktive Kohlenstoffisotop  $^{14}\text{C}$  wird in der Atmosphäre gebildet, von Pflanzen bei der Photosynthese aufgenommen und gelangt so in die Nahrungskette. Atmosphäre, Pflanzen und Tiere haben die gleiche  $^{14}\text{C}$ -Konzentration. Beim Tod des Lebewesens endet die  $^{14}\text{C}$ -Aufnahme, so dass die  $^{14}\text{C}$ -Konzentration durch den stetigen radioaktiven Zerfall sinkt. Je geringer also die  $^{14}\text{C}$ -Konzentration einer Probe ist, desto längere Zeit ist seit dem Tod vergangen.

Reservoireffekte treten auf, wenn die  $^{14}\text{C}$ -Konzentration von Anfang an geringer ist als angenommen. Wenn man nicht weiß, dass die ursprüngliche Konzentration kleiner ist als die in der Atmosphäre, misst man zu hohe  $^{14}\text{C}$ -Alter.

Ein Beispiel für einen Reservoireffekt ist

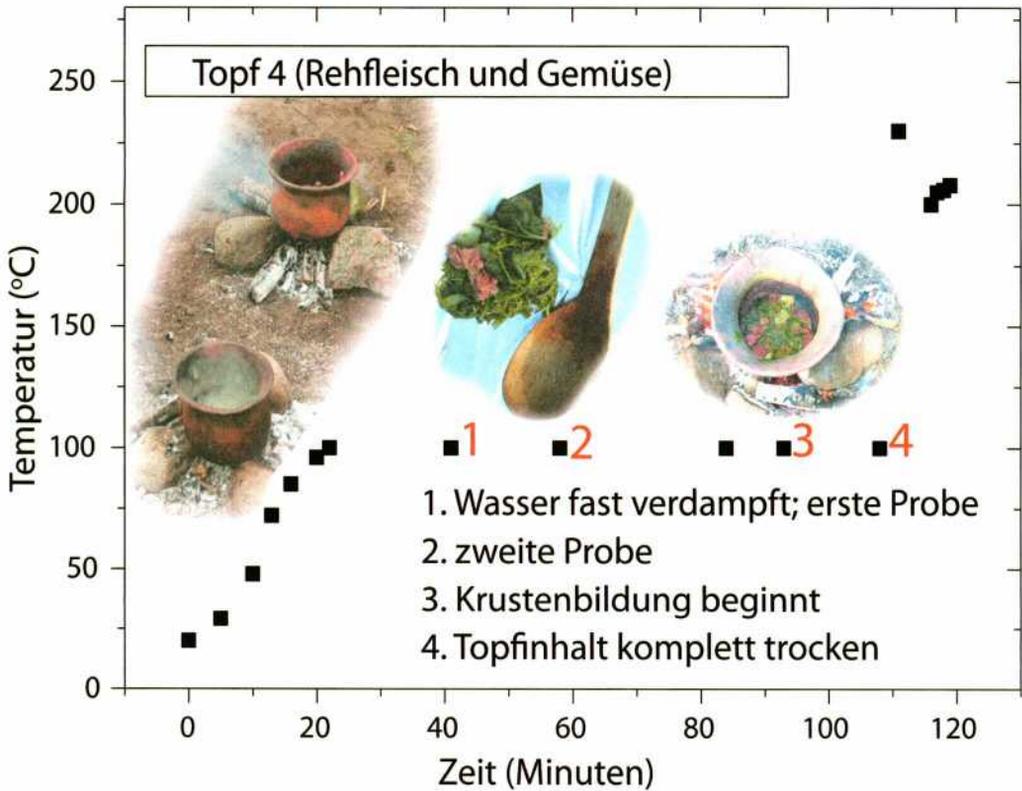


Abb. 7: Temperaturverlauf beim Kochen und Anbrennen von Reh und Gemüse. Die Zeitpunkte der Probennahme von gekochten Zutaten sind angegeben. Speisekrustenproben wurden erst später, nach Abkühlen des Gefäßes, entnommen.  
 Temperature profile during cooking and charring of roe deer meat with vegetables. Times of sampling are indicated. Food crust samples were removed later, after the pot had cooled down.

der Hartwassereffekt. Dieser tritt auf, wenn Karbonatgesteine im Untergrund gelöst werden. Diese Gesteine sind so alt, dass sie kein  $^{14}\text{C}$  mehr enthalten. Ein Gewässer mit kalkhaltigem („hartem“) Wasser hat deswegen eine geringere  $^{14}\text{C}$ -Konzentration als die Atmosphäre, Landpflanzen und -tiere. Dieser Kohlenstoff wird von Wasserpflanzen aufgenommen und gelangt so in die Nahrungskette. Pflanzen und Tiere aus so einem Gewässer enthalten also „alten“ Kohlenstoff. Deswegen erhält man fehlerhafte, zu alte, Datierungen. Die Differenz zwischen dem

berechneten Alter und dem wirklichen Alter der Probe wird „Reservoiralter“ genannt. Das Reservoiralter von Alster und Trave sowie von Pflanzen und Tieren aus den beiden Flüssen wurde gemessen (siehe unten). Speisekrusten von Töpfen, in denen Süßwasserfische zubereitet wurden, sind ebenfalls vom Hartwassereffekt betroffen. Um herauszufinden, ob eine Speisekruste Süßwasserfisch enthält, nutzen wir neben dem Kohlenstoffisotop  $^{13}\text{C}$  auch das stabile Stickstoffisotop  $^{15}\text{N}$ .

Die Konzentration von  $^{15}\text{N}$  wird ebenfalls

als Promille-Abweichung von einem Standardmaterial angegeben und mit  $\delta^{15}\text{N}$  bezeichnet. Die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte steigen mit jedem Niveau in der Nahrungskette. Im Wasser, sowohl im Meer als auch im Süßwasser, sind die Nahrungsketten viel länger als an Land. Die Fische, die von Menschen gefangen werden, haben im Allgemeinen deutlich höhere  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte als Landtiere.

Für eine genauere Beschreibung der Methoden und Hintergründe mit weiteren Literaturhinweisen siehe PHILIPPSEN (2010b).

## Ergebnisse

Um das Reservoiralter der beiden Flüsse zu bestimmen, wurden viermal Wasserproben entnommen und datiert: im August 2007, September 2008, Februar 2009 und Juli 2010. Ein einheitliches Reservoiralter konnte nicht gefunden werden. Die Alster hat  $^{14}\text{C}$ -Alter zwischen 1520 und 2620, die Trave zwischen 1170 und 2255  $^{14}\text{C}$ -Jahren.

Für die bessere Vergleichbarkeit mit Datierungen von archäologischem Material geben wir im Weiteren Reservoiralter anstelle von  $^{14}\text{C}$ -Alten an. Von einer gemessenen  $^{14}\text{C}$ -Konzentration  $N_t$  kann mit folgender Formel der Reservoir-Effekt  $\Delta t$  abgeschätzt werden:  $\Delta t = \tau \ln(N_t/N_r)$ , wobei  $N_t$  die  $^{14}\text{C}$ -Konzentration einer gleichzeitigen terrestrischen Probe ist, zum Beispiel von atmosphärischem  $\text{CO}_2$ .  $\tau$  ist hierbei die Lebensdauer von  $^{14}\text{C}$ , 8267 Jahre.

Frisch gesammelte/gefangene Pflanzen und Tiere aus Alster und Trave haben Reservoiralter von 350 bis 2770 Jahren. Ein erheblicher Reservoir-Effekt kann deswegen auch für archäologische Funde erwartet werden.

Auch die experimentellen Speisekrusten wurden datiert. Das Wildschweinfleisch mit einem gemessenen Alter von 0 Jahren wurde in Wasser aus der Alster gekocht. Das gemessene Alter der Kruste von ca. 0 Jahren zeigt, dass Wasser mit einem hohen  $^{14}\text{C}$ -Alter keinen Einfluss auf die Datierung einer Speisekruste hat. Die Gräten einer Plötze aus der Trave hatten ein geschätztes Reservoiralter von  $722 \pm 47$  Jahren, die aus diesem Fisch gekochte Kruste ergab  $756 \pm 41$  Jahre. Man kann deswegen davon ausgehen, dass Zutat und Kruste dasselbe Reservoiralter haben, unabhängig vom Reservoiralter des Kochwassers.

$\delta^{13}\text{C}$ - und  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte von experimentellen und archäologischen Speisekrusten werden in der Isotopengrafik (Abb. 8) gezeigt. Die drei Proben aus Schlamersdorf mit den niedrigsten  $\delta^{15}\text{N}$ -Werten wurden ohne chemische Vorbehandlung gemessen, weil das Probenmaterial sonst nicht ausgereicht hätte. Drei Beispiele aus Kayhude zeigen, dass die chemische Vorbehandlung wenig Einfluss auf die  $\delta^{13}\text{C}$ - und  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte hat.  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte steigen mit dem Niveau in der Nahrungskette.  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte über  $-25\text{‰}$  weisen auf zumindest teilweise marine Zutaten hin. Mittlere  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte werden von terrestrischer Nahrung verursacht, während stark negative Werte Süßwasserfisch indizieren.

Es ist ersichtlich, dass für denselben Topf völlig verschiedene Isotopenwerte gemessen werden können, wenn eine Mischung aus verschiedenen Zutaten gekocht wurde. Es ist auch leicht vorstellbar, dass an verschiedenen Stellen des Topfes, trotz ständigen Umrührens, Klümpchen von verschiedenen Zutaten anbrennen. Speisekrustenproben eines Topfes variieren um bis zu  $7\text{‰}$  in  $\delta^{13}\text{C}$ -Werten

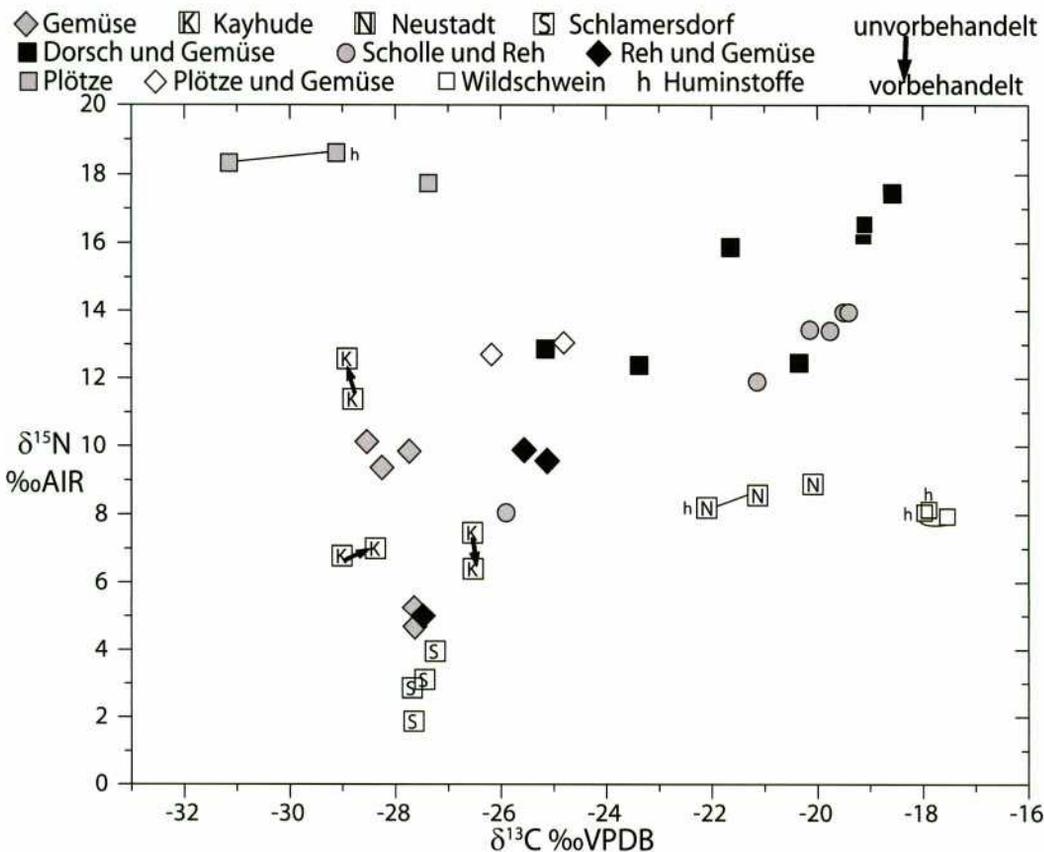


Abb. 8: Messungen der stabilen Isotope ( $\delta^{13}\text{C}$  und  $\delta^{15}\text{N}$ ) der archäologischen und experimentellen Speisekrusten (siehe Tabelle 1). Das „h“ bezeichnet Huminstoffe, die aus archäologischen Speisekrusten extrahiert wurden. Bei experimentellen Speisekrusten bezeichnet es die Substanzen, die mit derselben Methode extrahiert wurden, vermutlich Fettstoffe.

Measurements of the stable isotopes ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ ) of archaeological and experimental food crusts (see table 1).

und 9‰ in  $\delta^{15}\text{N}$ -Werten. Etwas Ähnliches ist auch für das archäologische Material zu erwarten. Eine Scherbe mit anhaftender Speisekruste ist also nicht unbedingt repräsentativ für den ganzen Topf. Erstaunlich ist in diesem Zusammenhang, dass die Speisekrustenisotopenwerte von bestimmten Fundplätzen oft sehr homogen sind. Zum Beispiel liegen  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte oft innerhalb eines 2-3.5‰ breiten Intervalls (CRAIG 2004; HALLGREN 2004; HALL-

GREN, POSSNERT 1997). Das könnte vielleicht daran liegen, dass sich die Krusten über längere Zeit aufbauten und somit einen Durchschnittswert aller gekochten Zutaten annahmen.

In der Isotopengraphik sind allerdings Tendenzen zu erkennen: Krusten, die Fisch enthalten, haben höhere  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte und Meeresfisch führt zu höheren  $\delta^{13}\text{C}$ -Werten.

Die ursprüngliche Fragestellung war, ob

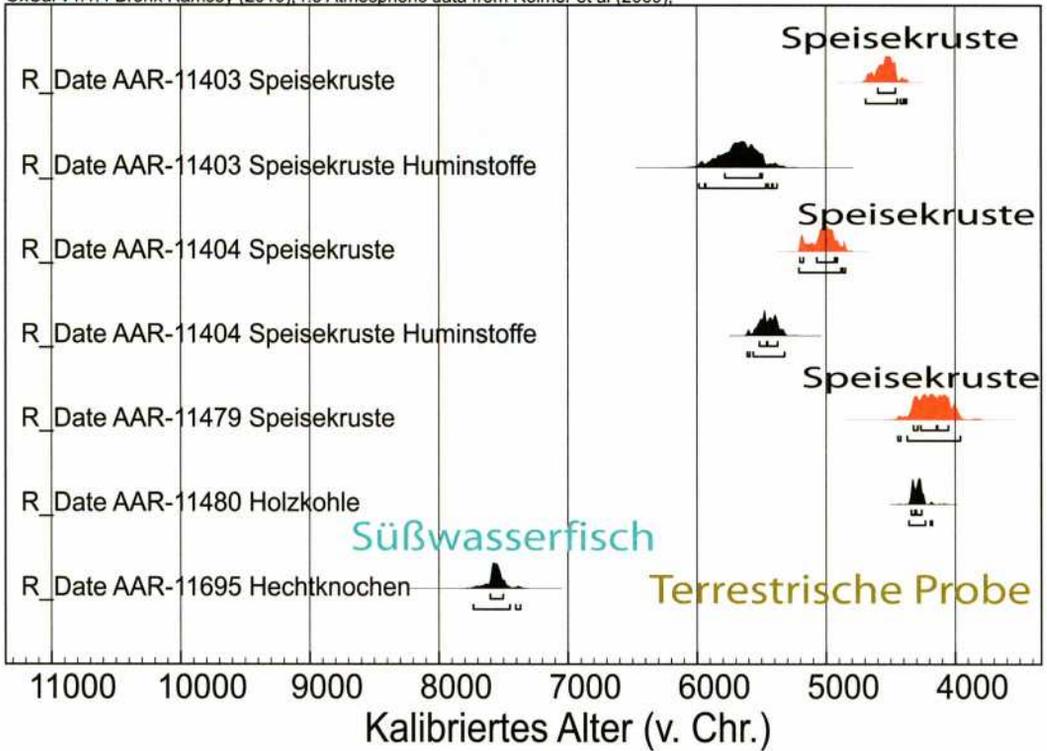


Abb. 9: Datierungen der Proben aus Kayhude (Alster). Mit dem Programm OxCal 4.1 (BRONK RAMSEY 2009) und der Kalibrierungskurve IntCal09 (REIMER ET AL. 2009) wurden Kalenderalter („kalibrierte“ Alter) aus den gemessenen  $^{14}\text{C}$ -Altern berechnet.

$^{14}\text{C}$  datings of samples from Kayhude (river Alster). Calendar ages („calibrated ages“) were calculated from the measured  $^{14}\text{C}$  ages with the programme OxCal 4.1 (BRONK RAMSEY 2009) using the calibration curve IntCal09 (REIMER ET AL. 2009).

die Krusten aus Schlamersdorf und Kayhude Süßwasserfisch enthalten, also vom Süßwasserreservoirereffekt beeinflusst sein können. In der Isotopengraphik kann man sehen, dass die Krusten aus Schlamersdorf und Kayhude keinen Meeresfisch enthalten, denn sie haben ziemlich niedrige  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte. Die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der Neustädter Krusten hingegen weisen auf Meeresfisch hin. Die  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte der Schlamersdorfer Krusten sind so niedrig, dass die Verwendung von Fisch hier sehr unwahrscheinlich ist. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass in Kayhude Fisch gekocht worden ist – hier sind die  $\delta^{15}\text{N}$ -Wer-

te teilweise deutlich höher. Wir vermuten also, dass zumindest die anfangs erwähnten hohen Alter der Keramik von Kayhude durch den Süßwasserreservoirereffekt bedingt sind.

Für diese Studie wurden viele weitere archäologische Proben aus Kayhude und Schlamersdorf datiert. Die Datierungen von Speisekrusten wurden dabei mit Datierungen von Süßwasserfischen und von terrestrischem Material verglichen. In Kayhude stammen alle hier datierten Proben aus einer Schicht, einem Steinpflaster, sind also höchstwahrscheinlich gleichzeitig deponiert (pers. Mitt. Ingo

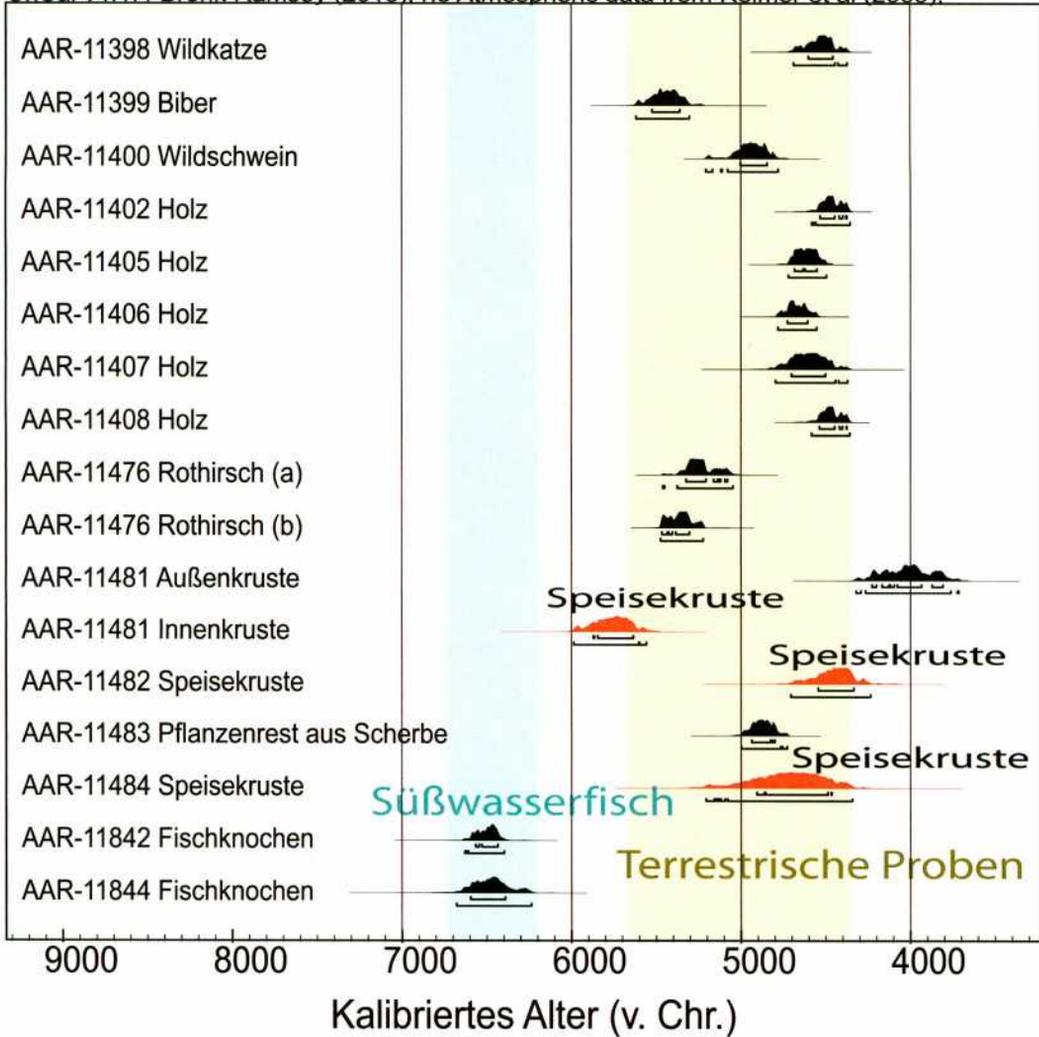


Abb. 10: Datierungen der Proben aus Schlamersdorf (Trave). Mit dem Programm OxCal 4.1 (BRONK RAMSEY 2009) und der Kalibrierungskurve IntCal09 (REIMER ET AL. 2009) wurden Kalenderalter („kalibrierte“ Alter) aus den gemessenen  $^{14}\text{C}$ -Altern berechnet.  $^{14}\text{C}$  datings of samples from Schlamersdorf (river Trave). Calendar ages („calibrated ages“) were calculated from the measured  $^{14}\text{C}$  ages with the programme OxCal 4.1 (BRONK RAMSEY 2009) using the calibration curve IntCal09 (REIMER ET AL. 2009).

Clausen 2007). Der Süßwasserfisch hat ein deutlich höheres gemessenes Alter als die Holzkohlenprobe. Die hier datierten Speisekrusten sind genauso alt wie die Holzkohle oder älter (Abb. 9). Schlamersdorf LA 5 hatte keine sichere

Stratigraphie; die Proben waren anscheinend durch Überschwemmungen an der Trave mehrfach umgelagert (pers. Mitt. Sönke Hartz 2007). Dies wird in der breiten Verteilung von Datierungen von terrestrischem Material reflektiert (Abb. 10).

Aber auch hier sind die Süßwasserfische um einiges älter als die anderen Fundstücke und die Speisekrusten genauso alt oder älter als die terrestrischen Proben. Einige Zusammenhänge sollen hier allerdings noch verdeutlicht werden. Bei einer Scherbe (AAR-11481) hatten wir das Glück, Krusten sowohl an der Innen- als auch an der Außenseite vorzufinden, vermutlich Speisekruste und Ruß vom Herdfeuer. Der große Unterschied zwischen Innen- und Außenkruste weist auf einen erheblichen Reservoireffekt hin (Abb. 10). Innerhalb einer anderen Scherbe (AAR-11483) fanden wir einen kleinen Pflanzenrest, den wir ebenfalls datierten. Die Datierung des Pflanzenrests auf 4900 v. Chr. gibt wahrscheinlich das wahre Alter der Keramik an.

Insgesamt zeigen die Experimente und Analysen von archäologischem Material, dass es unwahrscheinlich ist, dass die Keramik aus Schlamersdorf und Kayhude älter als 5000 v. Chr. ist.

#### Ausblick

Die Arbeitshypothese war, dass sich die Kruste bei einem „Kochunfall“ bildet, also beim einmaligen Anbrennen eines Gerichtes. Da wir in unseren Experimenten jedoch herausfanden, dass die Krustenbildung sehr lange dauert, ist es unwahrscheinlich, dass die große Anzahl von Speisekrusten auf der Neustädter Keramik auf diese Weise entstanden ist. Es soll deswegen überprüft werden, ob sich bei wiederholter Benutzung der Keramik, ohne Anbrennen, auch nach und nach eine Kruste bildet.

#### Danksagungen

Wir möchten uns bei Sönke Hartz (Stif-

tung Schleswig-Holsteinische Landesmuseum Schloss Gottorf) für sein Engagement bei der Durchführung der Experimente sowie für den wissenschaftlichen Austausch herzlich bedanken. Ingo Clausen (Archäologisches Landesamt Schleswig-Holstein) danken wir für den Zugang zur Keramik von mesolithischen Fundplätzen Schleswig-Holsteins.

#### Literatur

**ANDERSEN, S. H. 1975:** Ringkloster, en jysk inlandaboplads med Ertebøllekultur. *Kuml* 1973-74 (1975), 11-108.

**ANDERSEN, S. H., MALMROS, C. 1985:** Madskorpe på Ertebøllekar fra Tybrind Vig. *Aarbøger for Nordisk Oldkyndighed og Historie* 1984 (1985), 78-95.

**BRONK RAMSEY, C. 2009:** Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon* 51, 2009, 337-360.

**CLAUSEN, I. 2007:** Steinzeitliches Alstervergnügen. *Archäologie in Deutschland* 2007/2, 54.

**CRAIG, O. E. 2004:** Organic analysis of "food crusts" from sites in the Schelde valley, Belgium: a preliminary evaluation. *Noae Praehistoricae* 24, 2004, 209-217.

**FISCHER, A., HEINEMEIER, J. 2003:** Freshwater Reservoir Effect in 14C Dates of Food Residue on Pottery. *Radiocarbon* 45(3), 2003, 449-466.

**GLYKOU, A. 2010:** Technological and typological analysis of Ertebølle and early Funnel Beaker pottery from Neustadt LA 156 and contemporary sites in northern Germany. In: B. Vanmontfort u. a. (eds.), *Pots, Farmers and Foragers: Pottery traditions and social interaction in the earliest Neolithic of the lower Rhine Area*. *Archaeological Studies Leiden University* 20, 2010, 177-188.

**GLYKOU, A. 2011a:** Neustadt – ein sub-

mariner Fundplatz des späten Mesolithikums und frühesten Neolithikums in Schleswig-Holstein. Untersuchungen zur Subsistenzstrategie der letzten Jäger, Sammler und Fischer an der norddeutschen Ostseeküste. Dissertation Kiel 2011.

**GLYKOU, A. 2011b:** Neustadt LA 156: A submarine site from the Late Mesolithic-Ertebølle and earliest Neolithic-Funnel Beaker in Northern Germany – first results of the typological and technological analysis of the ceramics. Bericht der Römisch-Germanischen Kommission 89, 2008 (2011), 277-286.

**HALLGREN, F. 2004:** The introduction of ceramic technology around the Baltic Sea in the 6th millennium. In: H. Knutsson (Hrsg.), Coast to coast – arrival. Proceedings of the Final Coast to Coast Conference, 1-5 Oct. 2002 in Falköping, Sweden. Uppsala: Coast to Coast Project, 2004, 123-142.

**HALLGREN, F., POSSNERT, G. 1997:** Pottery design and time. The pottery from the TRB site Skogsmossen, in view of the AMS-datings of organic remains on potsherds. *Tor* 29, 1997, 113-136.

**HARTZ, S. 1996:** Zehnter Arbeitsbericht des Archäologischen Landesamtes Schleswig-Holstein. Grabungsberichte der Jahre 1988-1993: Travenbrück (Altgemeinde Schlamersdorf), Kr. Stormarn, Steinzeitliche Wohnplätze Travenbrück, LA5 und LA15. *Offa* 53, 1996, 374-378.

**HARTZ, S. 1997:** Ertebøllekultur im Travetal. Ausgrabungen auf dem Fundplatz Travenbrück LA 5 (Gemarkung Schlamersdorf), Kreis Stormarn. Ein Vorbericht. In: *Denkmalpflege im Kreis Stormarn III*. Stormarner Hefte 20, 1997, 171-186.

**HARTZ, S. 2011:** From pointed bottom to round and flat bottom – tracking early

pottery from Schleswig-Holstein. Bericht der Römisch-Germanischen Kommission 89, 2008 (2011), 241-276.

**HARTZ, S., GLYKOU, A. 2008:** Neues aus Neustadt: Ausgrabungen zur Ertebølle- und frühen Trichterbecher-Kultur in Schleswig-Holstein. *Archäologische Nachrichten aus Schleswig-Holstein* 2008, 17-19.

**HARTZ S. U. A. 2001:** Neustadt-Marienbad wiederentdeckt – Jäger und Fischer der Ertebøllekultur an der ostholsteinischen Ostseeküste. *Archäologische Nachrichten aus Schleswig-Holstein* 12, 2001, 7-26.

**HEDGES, R. E. M. U. A. 1995:** Radiocarbon Dates from the Oxford AMS System: *Archaeometry Datelist* 19. *Archaeometry* 37, 1995, 195-214.

**HULTHÉN, B. 1977:** On Ceramic Technology during the Scanian Neolithic and Bronze Age. *Theses and Papers in North-European Archaeology* 6. Stockholm 1977.

**KLINGE, M. 1934:** Stenalderens Affaldsdynger. Hvilke Forhold typer paa, at de store Lerkar er blevet anvendt til Saltkogning? *Naturens verden* 18(2), 1934, 60-70.

**KOCH, E. 1998:** Neolithic Bog Pots from Zeeland, Møn, Lolland and Falster. *Nordiske Fortidsminder Serie B Volume 16*. Kopenhagen 1998.

**KOCH NIELSEN E. 1987:** Ertebølle and Funnel Beaker Pots as tools. On traces of Production Techniques and Use. *Acta Archaeologica* 57, 1987, 107-120.

**PHILIPPSEN, B. 2010a:** Die älteste Keramik. *Archäologische Nachrichten aus Schleswig-Holstein* 15, 2009 (2010), 52-55.

**PHILIPPSEN, B. 2010b:** Terminal Mesolithic Diet and Radiocarbon Dating at Inland Sites in Schleswig-Holstein. *Landscapes and Human Development: The Contributi-*

on of European Archaeology. Proceedings of the International Workshop "Socio-Environmental Dynamics over the Last 12,000 Years: The Creation of Landscapes (1st - 4th April 2009)". Aus der Graduiertenschule "Human Development in Landscapes" der Universität Kiel. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie 191. Bonn 2010, 21-36.

**REIMER, P. J. ET AL. 2009:** IntCal09 and Marine09 Radiocarbon Age Calibration Curves, 0–50,000 Years cal BP. Radiocarbon 51(4), 2009, 1111-1150.

**RICE, P. M. 1987:** Pottery Analysis. A sourcebook. The University of Chicago Press. Chicago, London 1987.

**TITE, M. S. 2004:** Production Technology of Ancient Pottery. In: M. Martini, M. Milazzo, M. Piacentini (Hrsg.), Physics Methods in Archaeometry. Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi", Course CLIV. Amsterdam 2004, 357-367.

Autoren

Bente Philippsen  
Institut for Fysik og Astronomi  
Aarhus Universitet  
Ny Munkegade 1520  
DK-8000 Aarhus C  
bphilipp@phys.au.dk

Aikaterini Glykou  
Stiftung Schleswig-Holsteinische  
Landesmuseen  
Schloss Gottorf  
D-24837 Schleswig  
aikaterini.glykou@schloss-gottorf.de

Harm Paulsen  
Altfeld 23  
D-24837 Schleswig

Abbildungsnachweis

Abb. 1: B. Philippsen nach Karten der commons.wikimedia-Benutzer Ssolbergj und Begw und Daten von Sönke Hartz 2006

Abb. 2-5: Foto A. Glykou

Abb. 6: Foto B. Philippsen

Abb. 7: Fotos A. Glykou, B. Philippsen

Abb. 8-10: B. Philippsen

## Dechsel am Altenberg

Ein vorläufiger Bericht

Wulf Hein, Rengert Elburg, Peter Walter, Werner Scharff (†)

**Summary** – *In March 2011 we started a series of experiments concerning woodworking in the early neolithic Linear Pottery Culture. Given that there were no parallel hafted stone hatchets but only traverse hafted adzes in that time, we carried out the first field experiment in an oak forest near Würzburg (South Germany), trying to cut down an oak of more than 40 cm diameter and app. 20 m height with stone adzes. The attempt was successful, although we had a lot of problems with the tools, and the tree fell after about eight hours of hard work. The shavings and cut marks produced during the work correspond very well to the findings from the Bandkeramic wooden wells discovered in East Germany.*

Im Frühjahr 2011 fand in Mittelfranken der erste Versuch aus einer Reihe von Experimenten statt, die einen Beitrag zum Verständnis der Holzbearbeitung im Altneolithikum leisten sollen. Mit Nachbildungen von „Schuhleistenkeilen“ (schmal-hohen Dechseln) wurde eine Eiche von etwas über 40 cm Durchmesser gefällt und anschließend teilweise zerlegt. Dieser vorläufige Beitrag soll einen kurzen Einblick in unsere Fragestellung und Recherche geben und von den Erfahrungen berichten, die in dieser ersten Phase des Ausprobierens gewonnen werden konnten, welche sich problematischer gestaltete als erwartet.

Angefangen hatte alles ganz harmlos mit einer Frage auf der Internetplattform „Archäoforum“ ([www.archaeoforum.de](http://www.archaeoforum.de), user rolfpeter1 am 27.10.2010): „Wie haben die Linearbandkeramiker Bäume gefällt,

wenn ihnen offenbar keine parallel geschäfteten Beile zur Verfügung standen?“ Nachdem diverse Lösungsmöglichkeiten erörtert worden waren, entschlossen sich einige Mitglieder des Forums dazu, einen Versuch durchführen zu wollen, um diese Thesen zu überprüfen. Die logistischen Anforderungen konnten bald bewältigt werden: Werner Scharff organisierte dank seiner guten Kontakte zum Archäologischen Verein Ergersheim einen Veranstaltungsort und die zu fällenden Bäume, Peter Walter übernahm zusammen mit dem Vorsitzenden des Ergersheimer Vereins Manfred Keller die Vorbereitung und Planung des Projekts vor Ort, Rengert Elburg sorgte für das nötige technische Equipment zur Dokumentation und Wulf Hein erklärte sich zur Anfertigung der nötigen Werkzeuge bereit.

## Die Fragestellung

Dieser erste Feldversuch sollte primär drei Dinge klären:

- 1) Kann man mit den für die Linienbandkeramik (LBK) typischen Steindechseln Bäume fällen?
- 2) Lassen sich die erzeugten Hackspäne und Bearbeitungsspuren mit Originalfunden aus den altneolithischen Brunnen vergleichen?
- 3) Gibt es sichtbare Unterschiede zwischen parallel- und quergeschäfteten Beilen hinsichtlich der Bearbeitungsspuren und Späne?



Abb. 1: Original-Dechsel aus Papua-Neuguinea.

In der Vergangenheit sind schon diverse Baumfällexperimente durchgeführt und publiziert worden, allerdings handelte es sich bei den verwendeten Werkzeugen durchweg um parallel geschäftete Beile. (z. B. HOLSTEN, MARTENS 1991; JØRGENSEN 1985; POTRATZ 1941). Im Internet vorgestellte Versuche mit der Dechsel [<http://www.feuer-steinzeit.de/programm/faellen.php> (Stand 17.12.2011)] sind aufgrund der geringen Dicke der Bäume und der Holzart nicht wirklich zum Vergleich geeignet, denn in der LBK wurden hauptsächlich Eichen verwendet, und ausweislich der Funde von Brunnenbohlen sind

damals Bäume mit Durchmessern von 60-80 cm (in manchen Fällen wohl auch über 1 m) gefällt, gespalten, behauen und verbaut worden. Ein kurzer Blick in die Ethnologie – beispielsweise nach Papua-Neuguinea – zeigt, dass solche Bäume durchaus mit steinernen Dechseln (Abb. 1) zu Fall gebracht werden können (PÉTRÉQUIN, PÉTRÉQUIN 1993, Abb. 313). Spannend war für uns die Frage, ob dies auch mit den einheimischen Klingen möglich ist, die sich von den ozeanischen hinsichtlich der Form unterscheiden, und wie die Schäftung ausgesehen haben könnte, denn aufgestielte Exemplare haben sich in Europa nicht erhalten. Für die Gestaltung der Schäftungen orientierten wir uns an den Überlegungen von J. WEINER (1990).

## Der Feldversuch

Nach Abschluss der Vorbereitungen startete das Projekt am 18. März 2011. Die Gemeinde Egersheim hatte uns drei Eichen zur Verfügung gestellt, die Bäume standen in einem Waldstück am Altenberg, das nach jahrhundertealter Tradition als Mittelwald bewirtschaftet wird. Bei dieser Waldbauform werden etwa alle dreißig Jahre die meisten Bäume zur Brennholzgewinnung gefällt, einige der besten und gerade gewachsenen Stämme lässt man jedoch als Überhälter stehen, um sie zu einem späteren Zeitpunkt zu ernten. Wir suchten uns drei passende Bäume aus, markierten sie in der Reihenfolge, wie sie gefällt werden sollten, beschlossen, mit einem gut gewachsenen Stamm von gut 42 cm Durchmesser und einer Höhe von über 20 m zu beginnen, und legten Position der Fällkerbe und Fällrichtung fest. Darauf folgte das Einmessen des Arbeitsbereiches mit einem



Abb. 2: Einmessen der Eiche mit dem Tachymeter.

reflektorlosen Tachymeter (Abb. 2), das während des ganzen Fällvorgangs dauernd wiederholt wurde, um den Fortgang der Arbeiten später als digitale Punktwolke darstellen zu können.

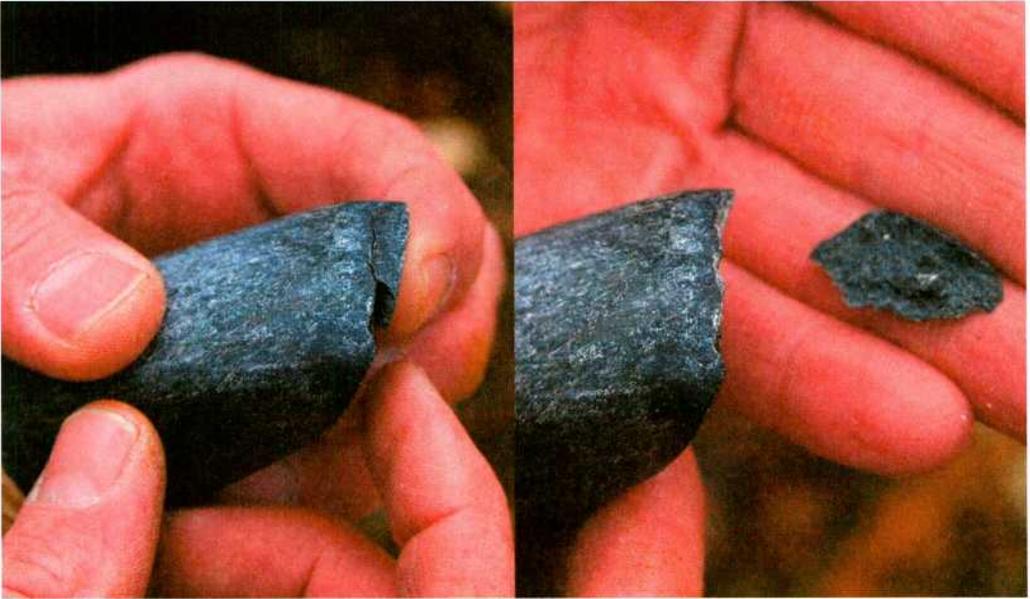
Gegen Mittag des ersten Tages konnten wir dann endlich die Dechsel an den Baum legen. Nach ein paar zaghaften Testschlägen hatten wir uns bald auf das Werkzeug eingestellt und solange wir im Splint arbeiteten, lief alles nach Plan. Doch bald stellte sich heraus, dass das wesentlich härtere Kernholz eine echte Herausforderung an Menschen und Material stellte. Das Arbeiten mit der Steindechsel war zumindest einer von uns (W. H.) gewöhnt, allerdings in horizontaler Richtung und in weicherem Holz – hier musste jedoch über Kopf und in Eiche geschlagen werden (Abb. 3). Schon nach kurzer Zeit ermüdeten die Arme, häufiges Pausieren und Abwechseln war die Folge, wodurch der Rhythmus schnell verloren ging und sich Fehler bei Schlagwinkel und -wucht einstellten, wodurch wiederum die Steinklingen über Gebühr beansprucht



Abb. 3: Das Arbeiten mit schwerem Gerät über Kopf strengt sehr an.

wurden und die erste bald im Schneidbereich ausplatzte. Als Ausgangsmaterial hatte ein Strandstein von der Ostseeküste gedient, wahrscheinlich ein Diabas, der bei der Herstellung des Schuhleistenkeils einen guten Eindruck hinsichtlich Härte und Homogenität gemacht hatte, jetzt aber die Erwartungen nicht erfüllte. Möglicherweise ging der Bruch auf eine Schwachstelle im Stein zurück, wahrscheinlicher ist jedoch eine Fehlbelastung beim Arbeiten, da kurze Zeit später bei einem anderen Beil eine fast identische Beschädigung auftrat (Abb. 4).

Auch die Schäfte erwiesen sich als problematischer als gedacht. Bearbeitet man mit der Dechsel einen liegenden Baum axial, beispielsweise um ihn auszuhöhlen, wird mit der Klinge jeweils ein dünner Span abgetrennt, das Werkzeug wird kaum gestoppt und kann ausschlagen. Bei der vertikalen Arbeit am stehenden Baum ist das nicht der Fall, die Klinge fährt ins Holz und bleibt dort stecken bzw. wird abrupt gebremst, was eine deutlich höhere Belastung für den Schaft darstellt. Dementsprechend offenbarten die (von W. H. angefertigten) Schäfte sehr bald auch die geringsten Fehler bei der Her-



*Abb. 4: Das Steinklingenmaterial hält nicht, was es verspricht.*

stellung. Bei diesem Buchenschaft wurde der Schäftungswinkel durch minimales Bearbeiten des Schnabels korrigiert, hierbei wurden Holzfasern an Stellen durchtrennt, wo sie besser ganz geblieben wären. Nach eineinhalb Tagen intensiver Nutzung der Dechsel brach der Schnabel an genau dieser Stelle (Abb. 5). Ein Eschenschaft stimmte vom Winkel her exakt, wies aber mitten im Stiel einen Astan-satz auf, über den Bläuepilze in das Holz eingezogen waren. Arbeiten ließ sich damit hervorragend, aber der Stiel brach schon nach wenigen Stunden Einsatz (Abb. 6).

Glücklicherweise hatten wir genug Werkzeug am Start, um die Arbeit fortsetzen zu können, und dank reger Beteiligung des ganzen Teams fiel der Baum am Sonntagnachmittag nach mehr als 8 Stunden Netto-Arbeitszeit. Dieser große Zeitaufwand ist zum einen der Tatsache geschuldet, dass die Vermessung der Fällkerben, die Reparaturen der Werkzeuge und das häufige Wechseln der Arbeiter die Arbeit



*Abb. 5: Bruch des Schäftungsschnabels an einem Buchenschaft.*

erheblich verzögerten, aber diese Ineffektivität hat ihre Ursachen auch in der suboptimalen Qualität der Dechseln und der Unerfahrenheit und Ungeübtheit der Holzfäller. Ungeachtet des Respekts für ihre Leistung dürften die bandkeramischen Arbeiter merklich schneller gearbeitet haben, wenn man bedenkt, dass für den Bau eines Langhauses von 50 m

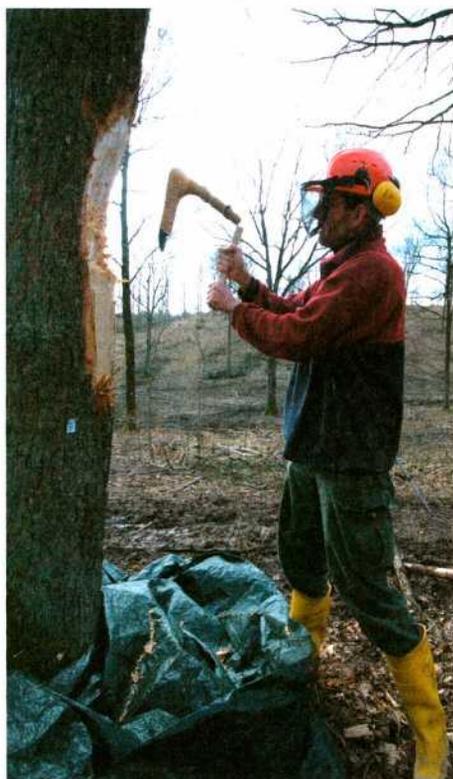


Abb. 6: Bruch des Schaftstieles durch Überlastung und Materialfehler.

Länge Dutzende von Eichen gefällt, abgelängt, gespalten, behauen und verbaut werden mussten!

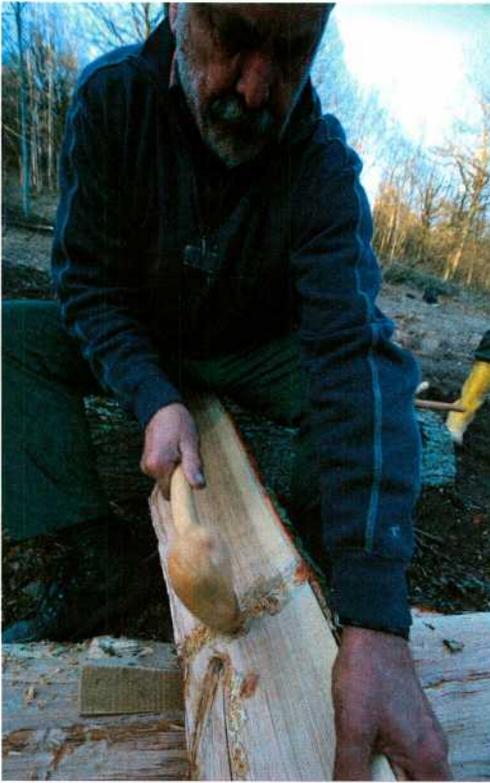
Problematisch war das Ausräumen der Fällkerben: Mit dem Parallelbeil oder auch mit modernem Stahlgerät wird zu diesem Zweck ab und an von schräg unten geschlagen, mit der Dechsel geht das nicht, so dass die stehenbleibenden Stümpfe, wie Beispiele aus der Ethnologie zeigen, regelhaft aussehen wie Rasierpinsel (Abb. 7). Für die tachymetrische Vermessung war das jedoch extrem von Nachteil. Wir nutzten einen – nicht wirklich nachgewiesenen – großen Knochenmeißel, um störende herabhängende Fladern zu durchtrennen.

Ungelöst bleibt nach dem Versuch vor al-



Abb. 7: Der Stumpf eines mit Steindechseln gefällten Baumes sieht aus wie ein Rasierpinsel.

lem die Frage nach einer effizienten und stabilen Verbindung von Schaft und Klinge. Wir hatten die meisten unserer Werkzeuge mittels nassen Lederriemen auf die Holme aufgebunden, die sich jedoch vielfach schnell wieder lockerten. Derzeit arbeiten wir an Alternativen in Form von Rohhaut und Lindenbastschnur, wie WEINER und PAWLIK 1995 vorgeschlagen haben, und wollen diese beim nächsten Versuch in 2012 erproben. Weil unsere Zeitplanung durch den unerwartet hohen Arbeitsaufwand beim Fällen völlig durcheinander geraten ist, werden dann auch Geräte zur Weiterverarbeitung der Stämme zum Einsatz kommen (WEINER, LEHMANN 1998), die wir bei diesem Versuch



*Abb. 8: Das Arbeiten mit dem „Mini-schuhleistenkeil“ erweist sich als sehr effizient.*

nur ansatzweise testen konnten. Besonders rätselhaft sind die nun schon mehrfach gefundenen Holzschäfte mit einem stumpfen Winkel von  $115^\circ$ , die wohl als Aufnahme für flach-breite Dechselklingen dienten (ELBURG 2008). Erste Versuche, damit zu arbeiten – Entrinden, Verwendung als „Hobel“, Ausarbeiten der Verblockung an einem Brunnenkastensegment – verliefen nicht sehr zufriedenstellend. Anders sah es bei den „Mini“dechseln aus: Ein sehr kleiner, nach Originalfunden hergestellter Schuhleistenkeil, den man normalerweise unter „Kinderspielzeug“ oder „Votivgabe“ abgelegt hätte, wurde mittels einer kombinierten Steck- und Bindschäftung, wie es die Gebrauchsspuren nahelegen, an einem Eschenholm befestigt

und leistete hervorragende Dienste beim Ablängen von Spaltbohlen. Die erzeugten Hiebsspuren stimmen bestens mit denen an den Fundstücken beobachteten überein. Eichenspaltlinge von bis zu 10 cm Dicke lassen sich damit sehr effizient und sauber ablängen (Abb. 8), so dass hier evtl. so etwas wie die „bandkeramische Schrotsäge“ vorliegt.

Nachdem dieser Feldversuch mehr neue Fragen aufgeworfen als beantwortet hat, erhoffen wir uns von der Fortsetzung in 2012 mit verbessertem Equipment deutlich mehr Antworten, die dann zusammen mit den Ergebnissen unserer Recherchen in einem ausführlichen Bericht publiziert werden sollen. Unser Dank geht an alle Beteiligten, die sich mit viel Energie und Muskelschmalz an die Arbeit gemacht haben, insbesondere an die Gemeinde und den Archäologischen Verein Ergersheim und Umgebung, vor allem Werner Scharff, ohne den das alles gar nicht hätte realisiert werden können und der leider im Herbst 2011 verstorben ist – seinem Andenken ist dieser Aufsatz gewidmet.

#### Literatur

**ELBURG R. 2008:** Eine Dechselklinge mit Schäftungsresten aus dem bandkeramischen Brunnen von Altscherbitz. Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege 50, 2008, 9-5.

**HOLSTEN, H., MARTENS, K. 1991:** Die Axt im Walde. Versuche zur Holzbearbeitung mit Flint-, Bronze- und Stahlwerkzeugen. In: M. Fansa (Hrsg.), Experimentelle Archäologie. Bilanz 1991. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 6. Oldenburg 1991, 231-243.

**JØRGENSEN, S. 1985:** Tree-felling with original neolithic flint axes in Draved Wood. Report on the Experiments in 1952-54.

Kopenhagen 1985.

**PÉTRÉQUIN, P., PÉTRÉQUIN, A.-M. 1993:** *Écologie d'un outil: la hache de pierre en Irian Jaya (Indonésie)*. Monographie du CRA 12, nouvelle édition. Paris 2002.

**POTRATZ, H. A. 1941:** Baumfällen mit dem Steinbeil. *Die Kunde* 9, 1941, 230-231.

**WEINER, J. 1990:** Noch ein Experiment – zur Schäftung altneolithischer Dechselklingen. In: M. Fansa (Hrsg.), *Experimentelle Archäologie in Deutschland*. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 4. Oldenburg 1990, 263-272.

**WEINER, J., LEHMANN, J. 1998:** Remarks concerning Early Neolithic Woodworking: The Example of the Bandkeramic Well of Erkelenz-Kückhoven, Northrhine-Westfalia, Germany. In: A. Pessina, L. Castelletti (Hrsg.): *Introduzione all'Archeologia degli Spazi Domestici*. Atti del seminario – Como, 4-5 novembre 1995. *Archeologia dell'Italia Settentrionale* 7. Como 1998, 35-55.

**WEINER, J., PAWLIK, A. 1995:** Neues zu einer alten Frage. Beobachtungen und Überlegungen zur Befestigung altneolithischer Dechselklingen und zur Rekonstruktion bandkeramischer Querbeilholme. In: M. Fansa (Hrsg.): *Experimentelle Archäologie in Deutschland*. Bilanz 1994. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 8. Oldenburg 1995, 111-144.

Autoren

Wulf Hein

Buchenstr. 7

D-61203 Dorn-Assenheim

info@archaeo-technik.de

Rengert Elburg

Buchenstr. 3

D-01097 Dresden

elburg@flintsource.net

Peter Walter

Peter-Thumb-Str. 28

D-78464 Konstanz

peter.f.walter@gmx.de

Abbildungsnachweis

Abb. 1-2, 5-8: Wulf Hein

Abb. 3-4: Andreas Franzkowiak

## Woodworking technology and functional experimentation in the Neolithic site of La Draga (Banyoles, Spain)

Oriol López, Raquel Piqué, Antoni Palomo

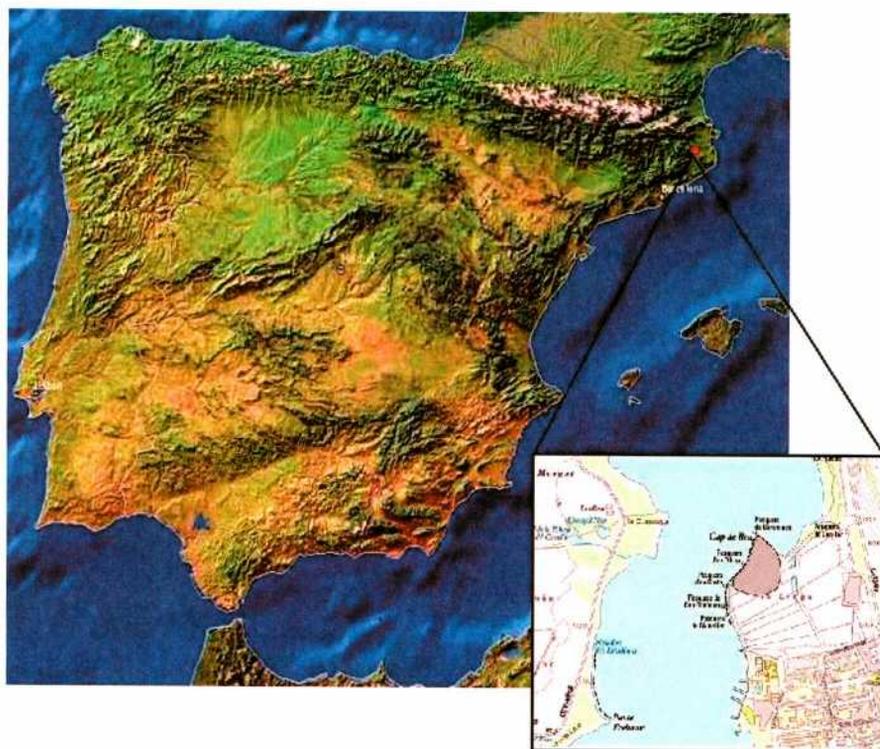
**Zusammenfassung** – „La Draga“ ist ein vom Wasser eingeschlossenes Gebiet in Banyoles (im Nordosten der iberischen Halbinsel). Die anaeroben Gegebenheiten bieten eine unglaubliche Art der Konservierung von organischen sowie hölzernen Überresten. Die ältesten Siedlungen in diesem Gebiet sind von 5.300-5.130 v. Chr. (frühes Neolithikum). Wir haben ein experimentelles Programm entwickelt, dass durch den Nachbau und die Konstruktion der hölzernen Artefakte sowie die Benutzung dieser Gegenstände Aufschluss über ihren genauen Gebrauch und Nutzen liefern soll. Wir benutzen dieses Programm ebenso um die unterschiedliche morphologische Beschaffenheit sowie die Gebrauchsspuren der Gegenstände besser zu erkennen und die Artefakte besser zuordnen zu können.

Mit diesem experimentellen Programm war es uns somit möglich, die verschiedenen Schritte des Arbeitsablaufes der Holzwerkzeuge zu verstehen und die verschiedenen Gebrauchsspuren im Abgleich mit den nachgebildeten Werkzeugen an den Gegenständen zu charakterisieren.

### Introduction (La Draga)

The site of La Draga is located in the north-east of Iberia, on the eastern shore of the “Estany de Banyoles” (Banyoles Lake), a small lake 50 km from the Mediterranean coast and 40 km south of the Pyrenees (Fig. 1). It was discovered in 1990 and has been excavated from 1990 to 2005, and again from 2010 to 2012, under the direction of the Museu Arqueològic Comarcal de Banyoles (MACB) and the Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya (CASC). Recently, the research team has been enlarged with the participation of the Consejo Superior de Investigaciones

Científicas (CSIC), the Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) and the Museu Arqueològic de Catalunya (MAC). The lake is a karst landform and is fed by underground waters. Originally it was drained on its eastern side by a small river. This river, as it exited the lake, must have created an area of marshes on the northern shore, which is the location of La Draga archaeological site. During the Neolithic occupation this shore would have been in the form of a peninsula which stretched out into the lake, with a gentle continuous slope, from east to west and from north to south. According to the surveys which have been carried out, it is believed that the settlement



*Fig. 1: Situation of La Draga and Banyoles in the Iberian Peninsula.*

occupied an area of about 8000 m<sup>2</sup>.

The archaeological excavations carried out to date have documented a habitation level situated immediately above the lacustrine chalk, which corresponds to an occupation by a Neolithic population linked to the Cardial Culture (BOSCH, CHINCHILLA, TORRUS 2006; BOSCH, CHINCHILLA, TORRUS 2011) (Fig. 2). Numerous radiocarbon dates have been obtained from samples of wood, bone and charcoal, whose results place the oldest occupation between 5.300 and 5.000 cal BC. Equally, based on the dendrochronological analysis of wooden posts, we may consider that the occupation perhaps went through different phases, during a period of approximately 80 or 100 years.

Above this habitation layer are the

remains of a more recent, and possibly less important, occupation, dating to the beginning of fifth millennium cal BC. At the moment this second occupation, in contrast with the first, seems to have been located further from the shore and higher above the lake. In areas closer to the lake this level appears to be very diffuse. In these areas, some of the structures dug in the ground affected the earlier archaeological level.

The location of the site does not seem to have been chosen at random and corresponds to a pattern that is repeated in early Neolithic occupations in the western Mediterranean. They are wetland locations, on the shores of lakes, lagoons or marshes, yet close to agricultural land. This pattern has been clearly documented in Italy (La Marmota) (FUGAZZOLA,



*Fig. 2: Capture of the last excavation season.*

D'EUGENIO, PESSINA 1993), southern France (Leucate) (GUILAINE, FREISES, MONTJARDIN 1984), by lakes in the Alps and the Jura, and inland in the Iberian Peninsula (ROJO ET AL. 2008).

The fact that the site is now partially covered by the waters of the lake has favoured the extraordinary state of conservation of organic remains made from plant matter, which range from the wooden posts in the buildings to the smallest objects made or gathered by the occupants. We can highlight dozens of wooden utensils, of types that are repeated in different modules and sizes (BOSCH, CHINCHILLA, TORRUS 2006). Of all these, the most important are agricultural tools (pointed sticks and sickles), building tools (adzes, wedges), hunting

instruments (bows, arrows, spears) and domestic utensils (wooden bowls, baskets made from aquatic plants, mixers, combs, spindles, spoons and spatulas).

In the area nearest the shore of the lake, in the Cardial level, the archaeological excavation has recovered hundreds of posts that supported large huts, sunk in the ground to depths of over 2 metres. Next to these, small posts or stakes correspond to complementary structures. The archaeological layer has accumulated all the wood from the collapse of the huts, including several boards, fragments of ropes made from plant matter and rolls of lianas used to hold together the different building elements (posts, beams and boards). Additionally, fragments of oak bark have been found and these may have been part of the roofs or the floors of the huts.

At the base of the stratigraphy, we believe that the large huts that surrounded the lakeshore stood a little above the original ground level (the lacustrine chalk). This building method would have avoided flooding if the level of the lake rose. It is not surprising, therefore, that no hearths are found in this area (any there might have been inside the huts would have disintegrated at the time of the collapse of the huts). However, we should note that accumulations of charcoal and cobbles affected by heat have been found, and these are the result of the hearths inside the huts being cleaned out while the huts were in use.

In contrast, in the area furthest from the lake, as it is at a higher altitude, the present-day phreatic level lies below the archaeological level. Therefore, the only plant remains that have been preserved are the posts located 40 cm below this archaeological level. Since it was a much

drier area it was possible to build dozens of hearths directly on the ground, in hollows that are full of charcoal and quartz and sandstone cobbles. Some structures built directly on the ground, like the two hut pavements made with travertine flagstones, were aimed at insulating the hut floor from the damp.

Due to the good preservation of organic material it has been possible to analyse thousands of samples of plant remains that, together with fauna remains, provide exceptional information about the subsistence of the first farming communities. The population of La Draga primarily practised agriculture and animal-husbandry, whilst hunting and the gathering of wild plants was a secondary activity. Cereals like wheat and barley would have made up the main agricultural base, always accompanied by pulses such as peas and broad beans (BUXO, ROVIRA, SAÜCH 2000; ANTOLIN, BUXO 2011). The excellent state of conservation of the organic matter allows us to study aspects of reaping techniques that cannot be inferred solely from the analysis of lithic artefacts, which are all that are normally preserved at most archaeological sites. Nevertheless wood material should be preserved in order to stop the degradation process once out of the archaeological level. In the case of La Draga the wooden implements were lyophilized (freeze-dried) and stored in a controlled ambient (AGUER 2006).

All this makes La Draga a privileged place to carry out subsistence, technological or even experimental studies in order to understand these first Neolithic populations in the western Mediterranean in greater depth. The excellent state of conservation of the organic matter allows the study of different aspects of

woodworking techniques that cannot be inferred solely from the analysis of lithic artefacts.

The aim of the experimental process is to understand the way those wooden tools were made, how and why were they used, and also difference between the different types of traces (tool-marks and use wear).

In order to reach those objectives an experimental program was developed based on replicating the technological process of production of those wooden artefacts, and contrasting its functional hypothesis. This paper focuses on the agricultural tools (pointed sticks and sickles), as well as the adzes, which are the most abundant type of tools at the site.

#### Study of the technological process of the agricultural tools of La Draga

#### Raw materials

The determination of the raw materials is the first step in the study of the wooden artefacts. The aim is to determine both the taxon and the anatomical part of the tree or bush used, in order to establish regularities and recurrences in which certain properties of the material were taken advantage of (flexibility, strength, resistance,...), as well as how much effort was invested in order to obtain the support. In the experimental program is very important to work with the same raw materials as the ones that are found at the archaeological site. In this way it is possible to more fully understand the elaboration process and to contrast the efficiency of those materials for certain uses. The observation of those features in the archaeological material have made it

possible to consider hypothesis about the process of obtaining these raw materials that have been used as a base for the development of the experimental program.

The raw material used in La Draga is diverse; at least 17 taxa were used to manufacture the wooden objects (BOSCH, CHINCHILLA, TORRUS 2006).

### The artefacts' fabrication

Once the raw materials have been studied, the next step in the analysis of the artefacts is to establish the fabrication hypothesis of those artefacts. The hypothesis can be formed from observing the different tool marks that can be seen on the artefacts' surface and that have been produced during the different steps of the elaboration process. Even though the tool marks can be hidden because of other tool marks or use-wear, enough information can be obtained about the different actions that have produced it.

During visual inspection of the archaeological tools from La Draga it was possible to identify different kinds of tool marks. Depending the size and shape of those marks, it was possible to distinguish between the ones produced during the splitting process, the use of the adze, or even the surface regularization process by polishing.

The aim of this experimentation was to verify the hypothesis about the different processes that produced those tool marks. In order to do these two different artefacts from La Draga site were reconstructed: a double pointed stick, and an adze. For this experimentation the kind of tools that can be found on the archaeological site were used, such as wooden wedges of boxwood (*Buxus*



*Fig. 3: Fabrication of an adze: snapping the trunk.*

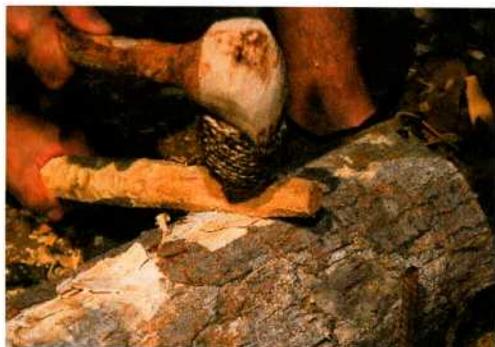
*sempervirens*), a wooden hammer and an adze with an oak handle and a hornfels blade. These tools were specifically made for the experimental work. Below are the details of the protocol followed during the construction of the adze handle and the pointed stick.

### Adze handle

First of all the pine branch must be split longitudinally (*Fig. 3*). This was done using silex chips, wooden wedges and a wooden hammer. Once the piece of wood was split to an adequate size, the excess wood was eliminated with the hornfels adze blade. The tool marks from this part of the process could not be observed in the archaeological adze handles due to the perfect polished finished that can be found on the surface of those tools. So, afterwards, this adze replica was polished with a piece of sandstone (PALOMO ET AL. 2011).

### Double pointed stick

The case of the pointed sticks is slightly different, because of the large variety of this tool that are found at the site:



*Fig. 4: Fabrication of a pointed stick: rough-hew.*

examples with one pointed end and the other with a bevelled edge, only one pointed end, two bevelled edges, and so on. Even a wide range of sizes and the raw materials can also be found. It was decided to replicate the elaboration process of one of the pointed sticks which had one pointed end and the other one bevelled. Moreover in these kinds of tools, a notch with unknown function can be found in the central part of the “body”.

For this reproduction boxwood (*Buxus sempervirens*) was used, because it is the only species that was used for the double-pointed sticks. The same tools that were used for the adze handle were also here: flint chips, boxwood wedges and hammer and an adze.

The branch was again split longitudinally. But in this case this process was repeated at least three more times in order to obtain the adequate size. Afterwards the surplus of wood was eliminated with an adze until the piece reached the desired size and shape (*Fig. 4*). Following the archaeological example, the ends were then polished (PALOMO ET AL. 2011).

The experimental work allowed the verification of the elaboration process hypothesis that was made from the

observation of the archaeological tools, and at the same time provided new data about the initial steps of the splitting of the wood (which are not so obvious in the tool mark). Likewise the amount of time invested in the creation of the tool could also be studied. Additionally the waste produced by this work could also be characterized, which could then be used to distinguish between tools and working waste.

#### The artefacts' function

Another of the factors that was to be studied was the function of the archaeological wooden tools. As stated, before their function was inferred from ethnographic and archaeological parallels. However, the wood suffers a certain kind of wear, due to the use, the so-called use-wear. That's why experimentation is fundamental in order to understand the different actions that have produced certain use-wear, and therefore the function of those wooden artefacts. The aim of using an experimental approach was to compare and contrast the most likely hypotheses.

The pointed sticks of La Draga are one of the artefact types that needed to be checked. At first glance, based on ethnographic parallels, it was thought that they were digging sticks, related with the agricultural task of removing the soil before sowing. Based on this hypothesis the reconstructed pointed sticks were used for this task: removing soil. This process not only had the aim to ascertain the efficiency of those tools in this specific activity, but also to obtain a good record of the use-wear that this “removing the soil” left on the active parts of the tool.



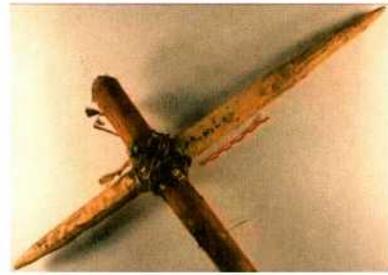
*Fig. 5: Use of a pointed stick to turn over the soil.*

#### Experimental work of removing the soil

This work was carried out on a 5x5 meter plot. The factors that were recorded include the time of use, and kind of work which was done. The main activity was driving the end of the stick into the soil and levering it up so it can be oxygenated (Fig. 5). One of the bi-pointed sticks was hafted as a pick as well, using the aforementioned central nick. Both the use of the pointed sticks as a digging stick as well as a pick (Fig. 6) turned out to be pretty effective. Although with the pick the work was faster, at the same time the impact at the end was also abrupt, meaning that this tool suffered much more abrasion than the other. This experimental process of using the pointed sticks has been also useful in order to obtain the required reference collection of use-wear, which can later be used in comparative studies of the archaeological tools.

#### The study of the tool marks and use-wear on the experimental tools

The technological, as well as the functional study of the archaeological wooden tools can't be performed without



*Fig. 6: Pointed stick as a pick.*

the use wear analysis. The objects of this analysis are the marks and traces that can be found on the tool's surface, which were produced during fabrication or use. This method has been considered as one of the most objective approaches to certain work processes so far. In this sense the use-wear and tool-marks analysis contribute very valid knowledge to the study of the production and reproduction social relations (CLEMENTE 1997).

On the surface of the tools two kinds of marks and scratches can be found: the technological ones made during the elaboration process (tool-marks), and the functional caused by the erosion use (use-wear). It is by the observation of the first type that we can infer what kind of tool was used to work the wood and in what way. And studying the second type of mark (use-wear) establishes what material these archaeological tools were used in and in which way.

In addition to these types of marks, ones produced by pre- and post depositional processes must also be taken into account (CLEMENTE 1997). If those are not well recognized, they will hide or even destroy the use-wear and tool marks. Furthermore, in order that this study can be developed, it is necessary to previously obtain an experimental reference collection of marks and



Fig. 7: Tool-mark: adze mark.



Fig. 8: Use-wear: use starches.

scratches. Experimentation in use wear studies is the only way in which the investigator can establish a comparative database so the hypothesis can be tested (GIBAJA 1993).

In agreement with those approaches the marks and scratches produced during the experimental processes were recorded. These different features were characterized so that they can be used in the future to identify similar marks on archaeological remains. These include:

- Tool marks such as splitting, adze marks, scratches and sanding marks (Fig. 7).
- Use-wear such as fractures, flattened areas, use polish, abrasion and also scratches (Fig. 8-9).

#### Problems in wood traceology analysis

Wood has different qualities than other raw materials in which the use wear



Fig. 9: Use-wear: fracture.

approach has traditionally been applied. That's why this methodology had to be adjusted for the peculiarities of wood. The wooden elements from a waterlogged site like La Draga are as much valuable as they are weak, meaning that they must undergo a certain amount of restoration (AGUER 2006). However, during this restoration process of the archaeological material, some of the marks and scratches are distorted and became unrecognisable. So the traceology has to be executed before restoration. Manipulation of the fragile archaeological material before its restoration has to be carried out very carefully. In order to solve this issue, work with 3D scanner and digital reconstruction (Fig. 10) has begun, but before that silicone and resin clays were used.

#### Conclusions

- 1) The experimental process has been used to test hypotheses about the production process of La Draga tools. It has been possible to establish the



*Fig. 10: 3D model of a pointed stick.*

different steps of the wood working process, as well as register the waste created during this process.

2) It was also possible to characterize the tool marks and use-wear from the experimental tools, even when the marks left from the first activities were erased or masked by the superposition of later ones.

3) The experimental approach proves that the technology and use study of the archaeological wooden tools can be done by the examination of the morphological features, as well as the marks and scratches from the tools surface.

4) The problems that the archaeological wood presents for its study can be solved with 3D scanning, or even with clay impressions. Both methods provide a copy of the artefact with enough quality so use wear analysis can be applied.

5) Additionally it is worth emphasizing that all of these experimental processes can be supplemented with other new proposal to the pedagogical project of the Neolithic Park from La Draga.

#### Literature

**ANTOLIN, F., BUÑO, R. 2011:** L'explotació de les plantes: Contribució a la història de l'agricultura i de l'alimentació vegetal del neolític a Catalunya. In: A. Bosch, J. Chinchilla, J. Tarrus (Hrsg.), El poblat lacustre del neolític antic de La Draga. Excavacions 2000-2005. Girona 2011, 147-174.

**AGUER, C. 2006:** La restauración dels objectes de fusta de La Draga. In: A. Bosch, J. Chinchilla, J. Tarrus (Hrsg.), Els objectes de fusta del poblat neolític de La draga. Excavacions de 1995-2005. Girona 2006, 163-166.

**BOSCH, A., CHINCHILLA, J., TARRUS, J. (Hrsg.) 2000:** El poblat lacustre neolític de la Draga. Excavacions de 1990-1998. Girona 2000.

**BOSCH, A., CHINCHILLA, J., TARRUS, J. (Hrsg.) 2006:** Els objectes de fusta del poblat neolític de la Draga. Excavacions de 1995-2005. Girona 2006.

**BOSCH, A., CHINCHILLA, J., TARRUS, J. (Hrsg.) 2011:** El poblat lacustre del neolític antic de La Draga. Excavacions

2000-2005. Girona 2011.

**BUXO, R., ROVIRA, N., SAÜCH, C. 2000:** Les restes vegetals de llavors i fruits. In: A. Bosch, J. Chinchilla, J. Tarrus (Hrsg.), El poblament lacustre neolític de la Draga. Excavacions de 1990-1998. Girona 2000, 129-139.

**CLEMENTE, I. 1997:** Los instrumentos líticos de Túnel VII: una aproximación etnoarqueológica. Barcelona 1997.

**FUGAZZOLA, M., D'EUGENIO, G., PESSINA, A. 1993:** La Marmotta. Scavi 1989. Un abitato perilacustre di età neolitica. *Bulletino di Paleontologia Italiana* 84, 1993, 181-304.

**GIBAJA, F. 1993:** El como y el porque de la experimentación en análisis funcional. *Revista de Arqueología* 148, 1993, 10-15.

**GUILAINE, J., FREISES, A., MONTJARDIN, R. 1984:** Leucate-Corrège, un habitat noyé du Néolithique cardial. Toulouse 1984.

**PALOMO, A. ET AL. 2011:** Tecnologia i funcionalitat dels objectes de fusta neolítics de La Draga. Una aproximación experimental. In: A. Bosch, J. Chinchilla, J. Tarrus (Hrsg.): El poblament lacustre del neolític antic de La Draga. Excavacions 2000-2005. Girona 2011, 89-96.

**ROJO, A. ET AL. 2008:** Paisaje de la memoria: Asentamientos del neolítico antiguo en el Valle de Ambrona (Soria, España). *Arte y Arqueología* 23. Valladolid 2008.

#### Authors

Oriol López, Raquel Piqué,  
Antoni Palomo  
Prehistory Department  
Edifici B, Facultat de Filosofia i Lletres  
E-08193 Bellaterra (Barcelona)

#### Picture credits

Fig. 1, 6-10: Oriol Lopez

Fig. 2: Antoni Palomo

Fig. 3-4: Raquel Piqué

## Schwarze Räder

Beobachtungen zum Nachbau der geschmauchten Räder aus dem Olzreuter Ried bei Bad Schussenried vom Beginn des 3. Jahrtausends v. Chr.

Hans Lässig

**Summary – Black wheels.** *Observations on the reconstruction of wittingly carbonized wheels of Bad Schussenried, Olzreuter Ried in the early third millennium BC: For the exhibition “Mobility during the Neolithic” various objects concerning the subject “transport” were reconstructed in spring 2011. In parts authentic tools were used for the rebuilding of the big haul of Chalain/France, the wheels of the lake Federsee near Bad Buchau/Germany and of the Olzreuter Ried near Bad Schussenried/Germany.*

*A new proposition of a cart of the north alpine type with a rotating axis will be presented on the base of a combination of the Chalain haul, the axis of Zürich and the wheels of the lake Federsee. The basic issue of this presentation will be the intentional thermic treatment of the two-pieced disc wheels. Already in the past wooden wheels were interpreted as having been heated and smoked in order to make them more resistant. This theory was confirmed by the new and perfect preserved finds of Olzreute. We will talk about particular hygroscopic features of the wood and how the pieces of fresh maple, up to 40 cm wide, could have been joined usefully by groins of ash trees. We'll show especially which positive effects result from the intense thermic treatment when it is done in the right way (minimization of crack initiation and blistering of the wood). These effects reach far beyond the simple hardening and protection of the wood.*

### Einleitung

Der Nachbau prähistorischer Funde für Ausstellungszwecke oder für den Einsatz in der Museumspädagogik ist an sich keine experimentelle Archäologie. In der Praxis zeigt sich aber immer wieder, dass, abgesehen von der mangelnden optischen und sensitiven Qualität, der Gebrauchswert und die Funktionalität falsch hergestellter Repliken stark beeinträchtigt sein können. Ein mit der Kettensäge ge-

fällter Baum wird immer anders reißen als ein von Hand geschlagener, ein gesägtes Brett wird sich immer anders verhalten als eine Spaltbohle. Bei der Herstellung einer guten Replik müssen zumindest die grundlegenden Arbeitsmethoden, basierend auf den werkzeugtechnischen Möglichkeiten der jeweiligen Zeit, berücksichtigt werden. Man kommt einfach nicht umhin, für eine aussagekräftige Replik annähernd „experimentell“ zu arbeiten, also mit ähnlichem Werkzeug und glei-



*Abb. 1: Originales Radfragment aus dem Olzreuter Ried im Pfahlbaummuseum Unteruhldingen. Im Hintergrund erste Nachbauten der Räder.*

cher Materialbeschaffenheit. Nur dann kann über die Nachbauten auf den Gebrauchswert der Originale geschlossen werden. Durch diese Vorgehensweise eröffnen sich manchmal überraschende Einblicke in handwerkliche Arbeitsabläufe und technisches Wissen der Vorgeschichte. Was unserem heutigen Verständnis von Material- und, in diesem Fall, Holzverarbeitung, zunächst völlig fremd oder sogar unsinnig erscheinen mag, erweist sich im Nachhinein als verblüffend ausge-reifter Herstellungsprozess mit einem bis dahin ungeahnten Hintergrund an Wissen und Erfahrung.

Der Nachbau der geschmauchten Räder aus dem Olzreuter Ried war nicht als Experiment geplant. Das Pfahlbaummuseum Unteruhldingen benötigte vervollständigte Repliken der Neufunde, um dem Museumsbesucher im Rahmen der Sonderausstellung zur Mobilität in der Steinzeit das



*Abb. 2: Ausgrabung durch das Landesdenkmalamt Baden-Württemberg.*

ursprüngliche Aussehen und die Bedeutung der originalen Radfragmente zu verdeutlichen (Abb. 1). Über den Nachbau und die technischen Besonderheiten schnurkeramischer Räder dieses Typs wurde schon an anderer Stelle berichtet (LÄSSIG 2007), so das von meiner Seite eigentlich kein Bedarf an weiteren Ausführungen bestand. Dennoch erforderte die Herstellung der gleichmäßig ange-kohlten Oberflächen ein besonderes thermisches Verfahren, das die feinen Räder aus Olzreute aus der Reihe von ähnlichen Funden hervorhebt und in den Mittelpunkt dieser Abhandlung gestellt werden soll.

#### Die Funde

Die neolithischen Radscheiben aus dem Olzreuter Ried bei Bad Schussenried, Baden-Württemberg, D (Abb. 2), kamen

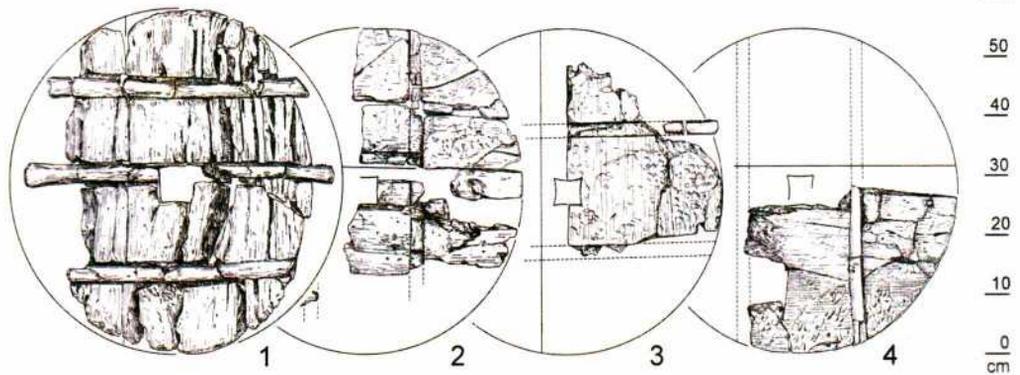


Abb. 3: Die Radfunde aus dem Olzreuter Ried und ihre rekonstruierten Durchmesser.

bei planmäßigen Ausgrabungen zu Tage (SCHLICHTERLE 2010) und sind mit ihren teilweise originalen Oberflächen außerordentlich gut erhalten. Sie werden ins Jahr 2898/97 v. Chr. datiert und nehmen damit eine frühe Stellung innerhalb der nordalpinen Räder ein. Sie gehören zur Gruppe der zweiteiligen Scheibenräder, die durch leicht konische, schwalbenschwanzförmige Einschubleisten (Gratleisten) zusammengehalten werden. Die Radteile sind dabei ungleich groß; das kleinere Segment, etwa 1/3 des Durchmessers, ist an das größere Bauteil mit der Achsaufnahme angesetzt. Die Räder haben eine vier-eckige Achsaufnahme und werden fest mit der Achse verkeilt. Die Radscheiben sind dabei immer aus Ahorn, die Leisten aus Eschenholz. Sie werden gemeinhin im Zusammenhang von zweirädrigen Karren mit rotierender Achse gesehen. Die Olzreuter Funde sind mit ihren rekonstruierten Durchmessern von rund 55 cm und einer nur 1 cm breiten Lauffläche (Abb. 3) etwas kleiner und wesentlich feiner als die vergleichbaren Funde aus Zürich (JACOMET, RUOFF 2002) und aus dem Federseemoor (SCHLICHTERLE 2002). Besonders hervorzuheben ist aber die beidseitig

gleichmäßig angekohlte Oberfläche der gut erhaltenen Radfragmente. Wurde schon bei früheren Radfunden eine intentionelle Schmauchung vermutet (SCHLICHTERLE 2002, 20-21), lässt sich dies für Olzreute als gesichert annehmen.

#### Das Material

Ahorn lässt sich im frischen Zustand sehr gut verarbeiten. Astfreie Stücke lassen sich glatt und sauber spalten. Das frische Holz ist weich und fasert auch bei der Bearbeitung mit Steinwerkzeugen kaum aus. Während des Trocknens wird Ahorn jedoch sehr hart und widerstandsfähig. Nach der Trocknung lässt es sich mit Steinwerkzeugen kaum noch bearbeiten. Diese Eigenschaft erklärt die neolithische Verwendung von Ahorn für feine, aber stark beanspruchte Holzgegenstände, zum Beispiel für hauchdünnes Holzgeschirr. Nachteilig ist die hohe Pilzanfälligkeit. Bläuepilze besiedeln schon nach wenigen Tagen die frische Holzoberfläche, trockenem Holz reicht auch bei guter Lagerung die Luftfeuchtigkeit, um befallen zu werden (Abb. 4). Holzbläue beeinträchtigt zunächst einmal nicht die Stabili-

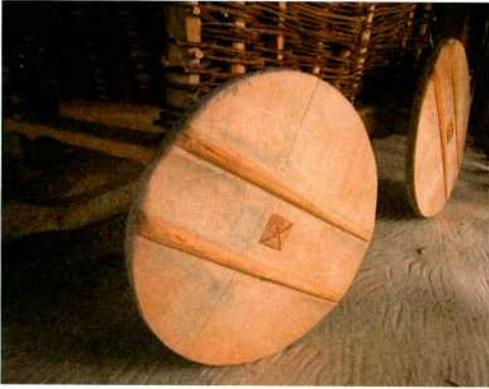


Abb. 4: Besiedlung durch Bläuepilze an den Rädern eines rekonstruierten Steinzeitwagens im Pfahlbaumuseum Unteruhldingen.

tät des Holzes, erhöht aber die Aufnahmebereitschaft von Wasser. Die erhöhte Holzfeuchte wiederum erleichtert die Besiedlung durch Rot- und Weißfäule, die die tragenden Bestandteile der Zellstruktur zerstören und damit das Objekt morsch und unbrauchbar machen.

Die Verwendung von Eschenholz als Gratleisten ist durch die hohe Flexibilität und Bruchfestigkeit auch feiner Spaltstücke zu erklären. Neben dem Gebrauch für Axt- und Dechselholme sind auch die gefundenen Achsen der frühen Wagen aus Esche.

#### Der Bau der Räder

Für verschiedene Ausstellungszwecke und Projekte wurden im Frühjahr 2011 insgesamt elf Räder nach den Funden aus Olzreute gebaut. Es wurde ein geeigneter Ahorn mit einem mittleren Durchmesser von 50 cm erworben und im Januar gefällt. Die abgelängten Stammstücke wurden zunächst radial durch die Stammmitte gespalten, um dann eine neben dem Kern liegende Spaltbohle für das

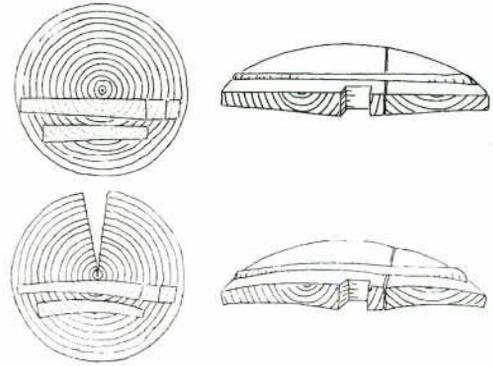


Abb. 5: Lage der frischen Bauteile im Stamm und hypothetische Lage nach der Trocknung.

größere der beiden Radsegmente herauszuarbeiten. Mit etwas Glück konnte in einigen Fällen der abgespaltene, außen liegende Stammteil noch für das kleinere Segment verwendet werden, ansonsten wurden Spaltbohlen aus dem oberen, schlankeren Stammteil gewonnen. Nach Ausgleich des leichten Drehwuchses wurden die Bauteile aneinander angepasst und grob in Form gebracht. Da die Räder aus Olzreute zu diesem Zeitpunkt noch nicht konserviert und deshalb nicht in allen Einzelheiten publiziert waren, wurde die Lage der Spaltstücke im Stamm und ihre Verwendung als Bauteil von früheren Funden aus dem Federseegebiet abgeleitet (SCHLICHTERLE 2002, 27 Abb. 24). Obwohl Ahorn im Verhältnis zu anderen Holzarten nur mäßig schwindet, müssen bei der Verwendung die hygroskopischen Eigenschaften des Holzes berücksichtigt werden (Abb. 5). Die frischen Spaltstücke werden so verbaut, dass sie sich beim Trocknen gegen die eingeschlagenen Gratleisten verspannen und so das Gefüge festigen (LÄSSIG 2007, 235-236, Abb.10). Die Gratnuten werden eingetieft und passende Gratleisten ein-

gepasst. Die quer verlaufenden Gratungen verjüngen sich leicht vom kleineren zum größeren Radsegment, so dass der lose Radteil beim Einschlagen der ebenfalls konischen Leisten fest mit dem größeren Bauteil samt Achsaufnahme verbunden wird. Die Gratleisten stehen dabei als Reserve zum Nachschlagen noch ein gutes Stück heraus. Die so gefügten Bauteile werden im Verbund auf die vorgegebene Materialstärke herunter gearbeitet und mit der Dechsel gerundet. Zuletzt wird das viereckige Achsloch ausgestemmt.

### Die Werkzeuge

Bei den experimentell hergestellten Rädern wurde mit verschiedenen Steinwerkzeugen gearbeitet. Das grobe Aufspalten der Stammstücke erfolgte mit Hilfe von Hartholzkeilen, für feinere, präzise Spaltungen wurde eine geschliffene, ungeschäftete Beilklinge aus feinkristallinem Granit verwendet. Das Abarbeiten der Flächen und das Runden der Radscheiben erfolgten mit Dechseln. Klingen mit halbrunden Schneiden eignen sich dabei für Arbeiten mit größerer Materialabnahme, geglättet wurde mit einer gerade geschliffenen Dechsel. Als sehr geeignet bei der Bearbeitung von frischem Ahorn erwiesen sich insgesamt Werkzeuge aus alpinem Serpentin, der in der näheren Umgebung auch in glazialen Ablagerungen und in Form von rezent transportierten Flusskieseln vorkommt. Serpentin ist verhältnismäßig weich, aber recht widerstandsfähig. Er lässt sich relativ leicht und vor allem sehr steil schleifen. Die scharfen Schneiden mit Schnittwinkeln bis zu 35° sind auch für Steinmeißel zum Eintiefen des senkrecht zur Holzfaser verlaufenden Achsloches und der Gratnut erforder-



*Abb. 6: Die Räder konnten mit authentischem Werkzeug aus Serpentin, Silex und Felsgestein hergestellt werden.*

derlich. Die Unterschneidung der Nut musste trotz der schlanken Meißelform mit einer trapezförmig zugerichteten Silexklinge ausgeschabt werden. Zum Glätten der Radoberflächen und zum Anpassen der Gratleisten erwies sich ein geschäfteter Abschlag aus Flint mit seiner empfindlichen, aber rasiermesserscharfen Schneide als geeigneter als ein geschliffener Stein. Insgesamt waren alle Arbeitsschritte zur Herstellung gebrauchsfertiger Räder mit authentischem Werkzeug, welches in vergleichbarer Form für diese Zeitstellung ausreichend belegt ist (Abb. 6), ohne Weiteres auszuführen.

### Das Schmauchen

Um die verkohlte Oberfläche herzustellen, wurde davon ausgegangen, dass das getrocknete Rad einer offenen Flamme ausgesetzt werden müsse. Diese Annahme erwies sich als komplett falsch. Fingen die Bauteile schon bei der Trocknung an, sich zu werfen und zu reißen, so gab ihnen die Behandlung mit einer zum Ankohlen genügend heißen Flamme den Rest. Das Ausmaß des Desasters reichte

von partieller Zerstörung bis zum Kompletterverlust einzelner Bauteile durch Abbrennen. Selbst einigermaßen vernünftig angekohlte Partien hatten, fleckig wie sie waren (Abb. 11,2), wenig mit der gleichmäßigen Oberfläche der Vorlage gemein (Abb. 7). Nach verschiedenen Versuchen blieb die nachfolgend beschriebene Vorgehensweise als bislang einzige Möglichkeit, die Räder zu schmauchen:



Abb. 7: Detailansicht der Oberfläche von Rad 3 aus dem Olzreuter Ried.

Die Räder müssen frisch sein, am besten derselbe oder der folgende Tag ihrer Fertigstellung. Die Bauteile sind komplett ausgearbeitet und zusammengefügt, die Radsegmente dürfen keine Risse aufweisen. Der große Gluthaufen eines heruntergebrannten Feuers wird geebnet und dünn mit frischen Holzspänen bedeckt. Darauf wird das Rad gebettet und nochmals, jetzt etwas dicker, mit Holzspänen abgedeckt (Abb. 8). Da sich das Rad trotz Isolierung auf der Unterseite schneller erhitzt, muss es gelegentlich gewendet und wieder frisch abgedeckt werden. Auch die Glut unter dem Rad muss hin und wieder gefüttert und neu belebt werden. Bei diesen Gelegenheiten werden die Gratleisten im dampfend heißen Rad nachgeschlagen. Nach etwa 1,5 Stunden ist das Rad soweit trocken gebacken, dass die Oberfläche langsam anzukohlen beginnt. Gelegentliches Aufflammen, vor allem an ex-



Abb. 8: Das Rad wird auf einer Glutfläche mit einer Abdeckung aus frischen Spänen langsam erhitzt.

ponierten Partien wie Rändern, Achsloch und Gratleisten, wird durch Abreiben mit Schnee oder nassen Tüchern unterbunden. Nach einer Gesamtdauer von etwa 2,5 Stunden laufen kleine blaue Flämmchen über die inzwischen gleichmäßig schwarz verkohlten Flächen. Diese austretenden Gase sind das Zeichen, die Schmauchung zu beenden, da das Rad sonst spröde zu werden droht. Es folgen ein weiteres Ablöschen und Anfeuchten der Oberflächen, dann die langsame Abkühlung (Abb. 9).

Nach der Abkühlung zeigt sich eine gleichmäßig, fein zerfurchte schwarze Fläche, die sich, rissig und spröde wie sie ist, leicht mit einem geschliffenen Stein abschaben lässt. Unter dieser Holzkohleschicht kommt dann eine schwarze, fast metallisch glänzende Oberfläche zum Vorschein, die der Vorlage sehr nahe zu kommen scheint (Abb. 10). Diese Oberfläche ist sehr hart. Aber die Veränderungen durch die Hitzeeinwirkung betreffen nicht nur die Oberflächen. Die ganze Radscheibe hat sich beim Schmauchen verändert. Sie ist durch und durch gehärtet, Quellen und Schwinden sind auf



*Abb. 9: Nach der Hochtemperaturphase erfolgt die Abkühlung des angefeuchteten Rades.*

einen Bruchteil der Arbeit unbehandelten Holzes reduziert. Auf der Suche nach einer Erklärung für die umfassenden Veränderungen des Holzes stößt man bald auf die Verfahren zur Herstellung moderner Thermohölzer.

#### Thermally modified Timber (TMT)

Das gemeinsame Grundprinzip zur Herstellung von Thermoholz ist die Einwirkung erhöhter Temperaturen zwischen 160°C und 250°C (meist 180...230°C) unter sauerstoffarmen Bedingungen und kann als milde Pyrolyse bezeichnet werden (SCHEIDING 2008). Die größte Bedeutung für die Herstellung von TMT haben dabei die finnischen Stellac- und Thermo-Wood Verfahren, bei denen Hölzer unter Atmosphärendruck in einem Milieu aus Wasserdampf und Holzgasen thermisch verändert werden.

Das Stellac-Verfahren läuft in fünf Stufen ab. Nach einer Ersterwärmung bei hoher



*Abb. 10: Unter der dünnen Holzkohleschicht befindet sich die harte, fast metallisch glänzende Oberfläche des geschmauchten Rades.*

Feuchtigkeit auf 100°C beginnt eine Vorconditionierung der Trockenphase mit kontrollierter Reduktion der Holzfeuchte. Darauf folgt die Hochtemperaturphase mit zellulären Umwandlungsprozessen. Anschließend folgen die Konditionierungsphase zur Wiederherstellung des optimalen Feuchtegehaltes und schließlich die Abkühlphase. Die Gesamtdauer zur Herstellung von TMT dauert dabei etwa drei Tage.

Das Verfahren führt zu einer Änderung der chemischen Zusammensetzung und des physikalischen Verhaltens des Holzes. Hitze und Feuchtigkeit verändern den Zellwandaufbau. Dabei werden alle Spannungen aus dem Holz genommen. Hemicellulosen (kurzkettige Zuckerbausteine) werden abgebaut und reduziert.

Durch die Abbauprodukte verändert sich der pH-Wert des Holzes. Die Dauerhaftigkeit des Holzes gegen Pilzbefall steigt dabei auf einer Skala von eins bis fünf um bis zu vier Punkte. Verbleibende Hemicellulosen schließen Hohlräume in den Zellwänden und vernetzen bei der Abkühlung (karamellisieren). Dabei wird das Holz gehärtet. Die Möglichkeit zur Wasseraufnahme wird erheblich verringert. Die Holzaustrittsfeuchte, also das Gleichgewicht zwischen Luftfeuchtigkeit und Wasseraufnahme der Holzellen (Quellen und Schwinden), wird um bis zu 70 % vermindert. TMT sind als eigene „Holzartengruppen“ bzw. bestimmte TMT als einzelne, technisch erzeugte „Holzarten“ zu betrachten (SCHEIDING 2009).

Obwohl unsere Räder in nur etwa drei Stunden geschmaucht wurden, sind alle Stufen des Hitze-Wasserdampf-Verfahrens in der richtigen Reihenfolge ausgeführt worden: Ersterwärmung, langsame Trocknung durch Backen in abgedecktem Zustand, Erhöhung der Temperatur, wiederholtes Anfeuchten und schließlich die langsame Abkühlung. Auch wenn die Zeit sehr kurz erscheint, kann angesichts des relativ kleinen Werkstücks bei der viel rabiaten Behandlung von einem prinzipiell ähnlichen Ergebnis ausgegangen werden wie nach der Behandlung in einer industriellen Trockenkammer. Die Beschaffenheit des Holzes und die stark verringerte Schwundrate sprechen auf jeden Fall für eine erfolgreiche thermische Modifikation.

## Ergebnis

Die schnurkeramischen Räder aus dem Olzreuter Ried wurden erfolgreich nachgebaut (Abb. 11-12). Beim Versuch, die geschmauchten Oberflächen der Radfunde experimentell nachzubilden, wurden im



Abb. 11: Rekonstruierte Räder nach Funden aus dem Olzreuter Ried. Von links nach rechts: 1. unbehandeltes Rad; 2. unzureichende Schmauchung eines vorgetrockneten Rades mit gerissenen Bauteilen; 3.-4. erfolgreiche thermische Behandlung im Hitze-Wasserdampf-Verfahren.



Abb. 12: Rekonstruierter Steinzeitwagen aus einer Zusammenstellung zeitnaher Bauteile: Schleife von Chalain, Achse aus Zürich-Pressehaus, Räder vom Federsee und aus dem Olzreuter Ried.

Hitze-Wasserdampf-Verfahren alle Voraussetzungen zur Herstellung von Thermoholz erfüllt. Die Beschaffenheit der fertigen Räder spricht für eine Entstehung von echtem TMT. Da die angewendete Vorgehensweise beim Schmauchen die bislang einzig mögliche ist, wird davon ausgegangen, dass auch die Originale thermisch modifiziert worden sind. Viel-

leicht geht man zu weit, in dem Endprodukt, neben Birkenteer, einen weiteren, biobasierenden Kunststoff zu sehen. Auf jeden Fall fassen wir aber eine technisch veränderte, eigene Holzart mit hoher Formstabilität und Resistenz gegen Pilzbefall, die für diesen Radtyp optimal geeignet ist.

## Literatur

**JACOMET, S. RUOFF, U. 2002:** Die Datierung des Rades von Zürich-Akad und die stratigraphische Beziehung zu den Rädern von Zürich-Pressehaus. In: J. Königer u. a. (Hrsg.), Schleife, Schlitten, Rad und Wagen. Zur Frage früher Transportmittel nördlich der Alpen. Rundgespräch Hemmenhofen, 10. Oktober 2001. Hemmenhofener Skripte 3. Freiburg 2002, 35-37.

**LÄSSIG, H. 2007:** Arbeitendes Holz – sich selbst festigende Verbindungen. Prähistorische Nutzung von Schwinden und Quellen eines lebendigen Werkstoffes. In: M. Fansa, D. Vorlauf, (Hrsg.), Holz-Kultur. Von der Urzeit bis in die Zukunft. Wissenschaftlicher Begleitband zur Sonderausstellung 2007. Schriftenreihe des Landesmuseums für Natur und Mensch Heft 47. Oldenburg 2007, 231-239.

**SCHEIDING, W. 2008:** IHD-Merkblatt Nr. 6 „Verfahren zur Herstellung von TMT“. In: Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH (Hrsg.), [www.ihd-dresden.de](http://www.ihd-dresden.de), Stand 2.2012.

**SCHEIDING, W. 2009:** Merkblatt „Begriffsdefinition TMT, Thermoholz“. In: Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH (Hrsg.), [www.ihd-dresden.de](http://www.ihd-dresden.de), Stand 2.2012.

**SCHLICHTERLE, H. 2002:** Die jungsteinzeitlichen Radfunde vom Federsee und ihre kulturgeschichtliche Bedeutung. In: J.

Königer u. a. (Hrsg.), Schleife, Schlitten, Rad und Wagen. Zur Frage früher Transportmittel nördlich der Alpen. Rundgespräch Hemmenhofen, 10. Oktober 2001. Hemmenhofener Skripte 3. Freiburg 2002, 9-34.

**SCHLICHTERLE, H. 2010:** Als die ersten Räder rollten... Räder der Jungsteinzeit aus dem Olzreuter Ried bei Bad Schussenried. Denkmalpflege in Baden-Württemberg, Nachrichtenblatt der Landesdenkmalpflege, 39. Jahrgang, 3/2010, 140-144.

## Abbildungsnachweis

Abb. 1: Pfahlbaumuseum Unteruhldingen

Abb. 2, 3, 7: SCHLICHTERLE 2010

Abb. 5: LÄSSIG 2007

Abb. 4-6, 8-12: Hans Lässig

## Autor

Hans Lässig

Bildhauer und Prähistoriker M.A.

Am Mühlkanal 4

D-88605 Meßkirch

[www.laessig-holzdesign.de](http://www.laessig-holzdesign.de)

## Reconstructing Bronze Age Copper Smelting in the Alps: an ongoing process

Erica Hanning

**Zusammenfassung** – Anhand von archäologischen Befunden, ethnographischen Beispielen und bisherigen theoretischen und experimentellen Untersuchungen wurde eine Reihe von experimentalarchäologischen Versuchen in drei nachgebauten Öfen zur Rekonstruktion ostalpiner bronzezeitlicher Kupfererzverhüttung durchgeführt. Das Ziel dieser Experimentreihe ist nicht nur die erfolgreiche Verhüttung von sulfidischem Kupfererz, sondern auch verschiedene Rekonstruktionsmöglichkeiten des bronzezeitlichen Befundes zu erarbeiten.

### Introduction

During the Bronze Age, both chalcopyrite as well as fahl ore mining districts and copper production centers were spread throughout the eastern Alpine region. Especially during the Middle to Late Bronze Age, the layout and construction of the smelting sites, as well as the external appearance of the slag show a surprising level of conformity, pointing to certain amount of standardization of the sulfide copper smelting process across the eastern Alpine region.

Although there is variation of the archaeological material from site to site, a "typical" middle to late Bronze Age eastern Alpine smelting site is usually located near a source of water and is comprised of three general elements: roasting beds, furnaces and slag heaps. The roasting beds (*Fig. 1a*) were carefully leveled with a clay coated floor and often delimited by stones. The furnaces (*Fig.*

*1b*) were usually located below the roasting beds, often in pairs, or sometimes as batteries of several furnaces in a row (ex. Acqua Fredda, Trentino: CIERNY 2008). They were typically dug into the slope, with stone-and-clay walls on at least three sides, between 35 and 65 cm in width and a preserved height of up to ca. 90 cm (ex. GOLDENBERG 2004 170-173; ZSCHOCKE, PREUSCHEN 1932, 73-95; NOTHDURFTER, HAUSER 1988, 179). A low clay threshold is usually all that has been preserved of the front wall, which was presumably destroyed in order to extract the smelting products. Remains of clay tuyeres (ex. EIBNER 1993, 34; TÖCHTERLE, SCHNEIDER, in press; CIERNY 2008, 230) point to the use of forced draft, most likely in the form of a simple animal skin bellows.

Slag heaps were situated below the furnaces, whose slag can be roughly divided into three types: slag cakes (Schlackenkuchen), platy slag (Plat-

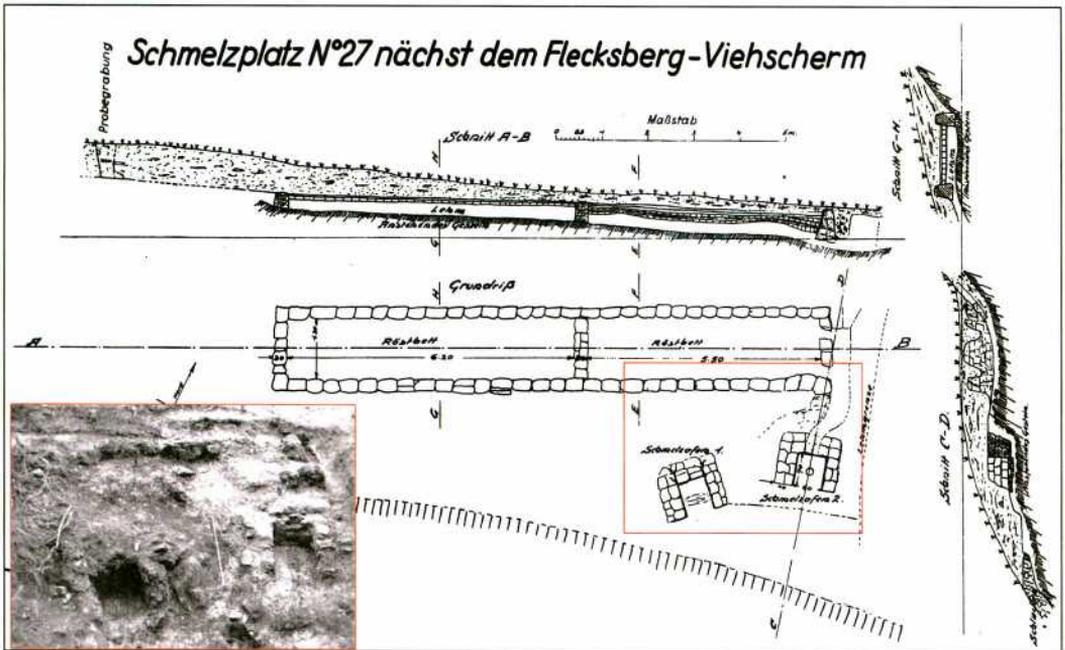


Fig. 1: Plan and photo of smelting site "27", Mitterberg, Mühlbach am Hochkönig, Austria. A: Roasting Beds. B: Furnaces.

tenschlacken), and crushed slag (Schlackensand). While the first two types of slag originate from the actual smelting process, the crushed slag is produced during the mechanical treatment of the slag in order to recuperate entrapped metal and matte (GOLDENBERG 2004, 174). Analyses of the slag make it quite clear that copper sulfides were being smelted and temperatures between 1100 and 1400°C were reached in the furnaces (METTEN 2003, 5; MOESTA, SCHNAU 1982, 542; VIERTLER 2011, 81-83). Additionally, the presence of both roasting beds and furnaces points to the use of an at least two-step smelting process involving a period of oxidation in an open fire (roasting) combined with smelting at higher temperatures in low furnaces. Due to contrasting interpretations of the archaeological remains and scientific investigations of the slag, several different

theoretical reconstructions have been put forward over the years. Several reconstructions are based on an operational sequence similar to those described by Agricola as the "Old German Process" (AGRICOLA 1556, Books 8-9; CZEDIK-EYSENBERG 1958; EIBNER 1982), while others have put forward another smelting operation based on the traditional Japanese Mabuki process (LEWIN, HAUPTMANN 1984; MOESTA, SCHNAU 1982; MOESTA, SCHNAU 1983; MOESTA, SCHLICK 1989). Another option could be similar to a copper smelting process practiced in Nepal, which was described by Blanford in the second half of the 19th century (in PERCY 1861, 388-391) and was carried out in an almost identical fashion up until quite recently (ANFINSET 2011, 42-61). One problem, however, is that the historical furnaces vary sometimes greatly from the Bronze Age



*Fig. 2: Reconstruction of clay tuyere attached to a goat skin "bag" bellows.*

archaeological remains, and thus the technology cannot be directly transferred to the prehistoric metallurgical process.

#### Experimental reconstructions

Several experimental reconstructions of the Bronze Age Alpine smelting technology have also been done over the years, and are too many to be gone into detail here. Again these practical experiments have also led to different and sometimes contrasting results (ex. BÖHNE 1968; GELHOIT 2003; HERDITS 1997; HAPP 2001; MODL 2011). This is in part due to varying reconstructions of the metallurgical installations and operational sequence, which were not preserved in the archaeological record. Moreover, the success or failure of a smelt can be the result of several interdependent variables including the composition of the furnace charge (ore, flux, fuel), temperature and the oxidation-reduction environment in the furnace; many of these variables are very hard or impossible to keep constant in non-laboratory conditions, especially in an outdoor furnace driven by hand-operated bellows.

In light of the archaeological evidence, ethnographic examples, as well as previous theoretical and practical

reconstructions of the Alpine smelting process, a new series of experimental reconstructions are being carried out as part of the author's PhD thesis. The goal of these experiments was not only the successful smelting of copper sulfide ore, but were also designed to test the viability of previous theories, as well as different variants of reconstructed variables that were not preserved in the archaeological record – such as the construction of the furnace frontal wall, position and number of tuyeres, ore:flux:fuel ratios – as well as the general operational sequence.

Over the course of two years, a series of smelting experiments were carried out in three reconstructed furnaces. The inner dimensions of the furnaces were calculated by taking an average of known archaeological examples. These remained roughly the same for all three furnaces with slight variations due to the use of natural stone for the walls: the width was fixed at ca. 45 cm, the full length of the side walls was ca. 60 cm which left an inner dimension of 45x45 cm when the front wall was in place. The front wall only abutted the side walls, allowing to it be easily torn down and rebuilt after each smelt, and an opening was left in the lower part of the front wall in which to insert the tuyeres. The height was set at 100 cm, though this remains theoretical since no prehistoric furnace has been preserved to its full height. In all three furnaces, the inner surface of the furnace walls were lined with clay and the bottom of the furnace was formed into a slight bowl-shaped depression, with the lowest point ranging from 10-15 cm below the level of the tuyeres, depending on the experiment. The tuyeres were reconstructed from archaeological finds (see above) and attached to simple goat



Fig. 3: First furnace, built near the mine "Arthurstöllen", Mitterberg Mining District, St. Johann in Pongau, Austria. Preheating the furnace with wood, without the use of bellows.



Fig. 5: Third furnace, built on the ground of the LWL-Industrie Museum Henrichshütte, Hattingen, Germany. Here two sets of tuyeres were used: one was attached to the bellows and was loosely set into a second tuyere that was entered into the furnace. This was done to keep the backdraft from the furnace from burning the inside of the bellows. The small clay pipe in the middle was used to measure the temperature. The area above the tuyeres was kept closed with clay and stone during the smelt.



Fig. 4: Second furnace, with two bellows attached, built on the banks of stream near the "Hochkeilhaus", Mitterberg, Mühlbach am Hochkönig, Austria.

skin bag bellows, reconstructed from ethnographic examples (Fig. 2). The first two furnaces were constructed in the Bronze Age mining district of Mitterberg (Fig. 3, 4), from stone and clay that would have also been available to the prehistoric smelters. In order to continue

the work, a third furnace (Fig. 5) was constructed on the grounds of a former iron foundry near Bochum, at the LWL-Industriemuseum Henrichshütte, Hattingen, Germany. Due to the flatness of the experimental area in Hattingen, roughly 6 m<sup>3</sup> of earth was then piled underneath and on three sides of the furnace to simulate the hill, which in turn stabilized and insulated the furnace walls. Although not as "authentic" as the first two furnaces, the third location had several advantages: the experiments were closer to the workplace of the author and could be spaced out over the course of the whole summer and not just during a

relatively short window during the campaigns at Mitterberg; the smelting remains could be taken directly to the laboratory for analysis; there was a larger pool of volunteers from the university and museum who took part on these very time intensive and physically demanding experiments.

## Ore

Due to the relatively small amount of copper sulfide ore available from Alpine deposits, which is usually in the form of low grade ore gleaned from old mining dumps, a mineralogically comparable copper ore from Mexico was used for the experiments, which consisted mainly of Chalcopyrite with smaller amounts of Pyrite ( $\text{FeS}_2$ ), Sphalerite ( $\text{ZnS}$ ) Galena ( $\text{PbS}$ ) and Bournonite ( $\text{CuPbSbS}_3$ ). In addition, the pieces of ore contained moderate amounts of gangue and host rock, in the form of Quartz ( $\text{SiO}_2$ ) and Calcite ( $\text{CaCO}_3$ ).

## Roasting of the ore

For most of the experiments, the ore was first preroasted. It was first broken into 3-5 cm pieces, layered with brush and wood and roasted in an open clay lined roasting bed. Wood was piled on at need. The wood burned down after 4-6 hours with temperatures ranging between 500-900° C. At the end of the roast, the ore showed varying degrees of oxidation (reddend outer surfaces, from the formation of iron oxides, etc.), although many pieces still retained some of the gold color in their core, pointing to an only partial oxidation of the ore. All attempts to completely desulfurize (dead roast) the ore failed, most likely owing to the relatively short

period of roasting and relatively large diameter of the pieces of ore.

## 1st series

The first series of 5 smelting and 2 roasting experiments (HANNING, PILS 2011; HANNING, in press) were carried out in June 2010, using charcoal as the main fuel. The furnace (*Fig. 3*) was preheated with wood, without the use of the bellows. The bellows was then placed in the lower opening and the rest of the opening filled with a damp earth and stone. Charcoal was added and the bellows continually worked for the rest of the smelt. The roasted ore was crushed to a size of no more than 2 centimeters and was charged in small portions into the top of the furnace and covered by a fresh layer of charcoal. The process was repeated until the complete charge, ranging from 4 to 6 kilos was put into the furnace. A single smelt lasted between ca. 7,5 and 8,5 hours and consumed between 24-33 kg of charcoal, plus an additional 15-25 kg of wood to preheat the furnace.

The first series (HANNING, PILS 2011; HANNING, in press) led to mixed results: the back and corners of the furnace tended to stay relatively cool, while the charcoal layer nearest the tuyeres at the front of the furnace burned away rapidly giving temperatures of up to 1450° C. As a result, the ore in the rear of the furnace remained unreacted, while the ore in front of the tuyeres tended to form a mass of matte (an intermediary product composed of copper iron sulfides, i.e. Kupferstein) and slag which blocked the tuyere tip and led to a premature end of the smelt and an imperfect separation of the slag and matte. Placing the tuyeres farther into the furnace in order to increase the heat at

the back only led to a quicker slagging and blockage of the openings. Part of the matte did separate from the slag, however, and copper hairs and cones could be seen growing in the cracks and pores of the matte. Preliminary chemical analysis show a large amount of iron in the matte, pointing to an insufficient oxidation and slagging of the iron. A longer roasting period, as well as additional quartz could lead to a better slagging of the iron content.

## 2nd series

The second furnace reconstruction (*Fig. 4*) and series of 6 smelting and 2 roasting experiments were carried during September and October 2010 (HANNING, in press). The main difference in this series was the choice of fuel: only wood was used throughout the smelting process instead of switching to charcoal after preheating the furnace. The fuel consisted mainly of softwoods such as larch and fir: such species were also predominantly found in the botanical remains of the prehistoric furnaces (NELLE, KLEMM 2010; SCHWARZ, OEGGL 2011). The ore was mixed with slag from previous experiments, with the addition of ground quartz to facilitate the slagging of the iron. The furnace was preheated without the use of a forced draft for about 2 hours, until a bed of coals ca. 30 cm thick had built up in the bottom of the furnace. The bellows were put in place and the lower furnace opening closed around the tuyeres with clay and stone. Alternating layers of ore and wood were charged into the furnace, being careful to always lay enough wood into the furnace to keep a 30-40 cm thick layer of glowing coals at the bottom of the furnace. The

bellows were then worked for 6 to 8 hours, using between 106 and 178 kilos of fresh wood (*Tab. 1*). With the use of two hand operated bellows, temperatures above 1300° C were reached. The charge was able to smelt evenly, settle to the bottom of the furnace and separate into layers of slag and matte. The tuyeres were also less prone to clogging and could be reused for several smelts. Additionally the furnace walls became slagged, with partial vitrification of the clay lining, which also reflects the archaeological remains. Metallic copper could be seen on the surface of the matte in the form of small hairs or cones, as well as small prills embedded in the slag.

A roasting and second smelting of the matte led again to another layer of sulfide underneath a mass of slag on the bottom of the furnace. Although the product from the second smelting was more enriched in copper and depleted in iron and sulfur, most of the copper remained in sulfide form and there was a larger amount of metal and sulfides prills entrapped in the slag. Possible reasons for this could be an insufficient desulfurization from too short of a roasting period and the addition of too much quartz, leading to a highly viscous slag. Moreover, a greater amount of small slag pieces with sulfide inclusions were found dispersed in the ash and coals of the furnace; most likely the amount of material to be smelted was too small for the volume of the furnace, spreading out the charge over too large of an area and inhibiting the formation of a well-consolidated mass at the bottom.

## 3rd series

In order to build on the experience gained from the first two series, a third furnace

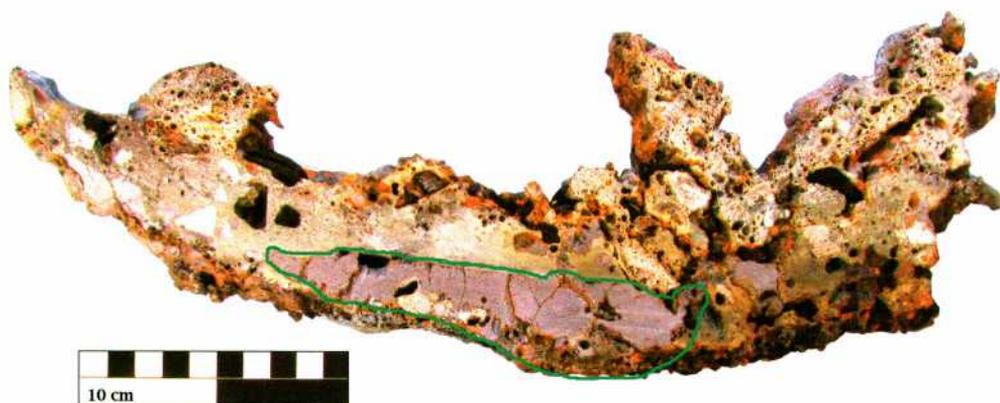
	Exp.	Duration (Hours)	Charcoal Kg (Wood Equivalent )	Wood Kg	Wood Total
1 <sup>st</sup> series	2	7:30	24.4 (122)	10.0	(132.0)
	3	9:00	26.2 (131)	25.5	(156.5)
	4	8:30	35.3 (176,5)	18.5	(195.0)
	5	7:30	33.9 (169,5)	8.9	(178.4)
2 <sup>nd</sup> series	1	9:00	0	163.7	163.7
	2	6:00	0	129.1	129.1
	3	5:40	0	106.2	106.2
	4	7:45	0	177.7	177.7
	5	6:00	0	133.0	133.0
	6	6:30	0	147.8	147.8
3 <sup>rd</sup> series	1	6:10	0	198.0	198.0
	2	5:30	0	210.2	210.2
	3	6:40	0	211.3	211.3
	4	6:40	0	292.3	292.3
	5	8:10	0	306.2	306.2
	6	5:10	0	219.6	219.6

Tab. 1: Duration and fuel use of the smelting experiments. The theoretical weight of the charcoal as wood is given in parentheses (), using a charcoal yield of 20% by weight.



Fig. 6: Consolidated mass of slag and matte at the bottom of the furnace.

was built (Fig. 5) and series of 6 smelting and 4 roasting experiments were carried during spring, summer and fall of 2011. The results of the third series are very promising: on average, 8 kg of pre-roasted ore were mixed with 4 kg of slag and 2 kg of ground quartz. Coniferous wood was again used as the fuel and two bellows with two tuyeres provided the blast. After two hours of preheating, the bellows were set into action and the furnace was kept constantly filled  $\frac{3}{4}$  full of wood. The layers of wood were packed more closely together in an effort to retain more of the heat around the hottest zone near the tuyere openings and to create a more reducing environment. This did lead,



*Fig. 7: Section through the mass of slag, where the matte can be seen at its bottom (outlined in green). The upper part of the slag is characterized by being very porous with inclusions of charcoal, and pieces of quartz, which is also typical of the prehistoric slag cakes.*

however, to a much higher amount of wood being used, ranging from 198-306 kg of wood for a 6-8 hour smelt (Tab. 1). In one experiment, the furnace was also packed too tightly, which blocked the furnace and detrimentally affected the smelt.

The result of the successful smelts was a consolidated mass of slag with a thick and well-separated layer of matte at the bottom (Fig. 6, 7), very little matte was distributed in the slag. Again metallic copper was present on the surface of the matte in the form of copper cones and hairs. It was possible to successfully replicate the process 4 times, which led to the collection of roughly 14 kg of concentrated matte from the smelting of 32 kg of ore. A second roasting and smelting of the matte with the addition of 2 kg of quartz and 2 kg of slag again led to a more concentrated copper sulfide, which this time settled to the bottom of the furnace in a distinct, well-consolidated layer, on the underside of the slag. Due to

the onset of winter, further refining of the matte was not possible, but further experiments are planned for 2012.

#### Wood vs. Charcoal

Although the temperatures were lower when using wood ( $\leq 1350^{\circ}\text{C}$  instead of  $\leq 1450^{\circ}\text{C}$  when using charcoal), they still proved sufficient to smelt the copper ore. Un-charred wood was also easily stackable in the rectangular shape of the furnace, and the channels created between the individual pieces of firewood facilitated the flow of air from the tuyeres to the back of the chamber, providing a more even heat throughout the furnace. It must be noted that an optimal diameter for the woods pieces proved to be ca. 10 cm – too large of pieces tended not to burn quickly enough and blocked the furnace, leading to a drop in temperature. When using wood, the fuel consumption seems to be much higher than when running the furnace with charcoal.

However, when the amount of charcoal used in the experiments is converted back to the weight of the original wood (the weight of the charcoal will theoretically be about 20% of the weight of the original wood, depending on the wood type, moisture content and charring process; PERCY 1861, 129-133), then the first experiments burned a very comparable amount of fuel (*Tab. 1*). The higher amount of fuel used in the third set of experiments was partly due to overcharging the furnace with wood, which did not always lead to a better smelt or hotter conditions within the furnace.

Wood, instead of charcoal, has been documented for traditional iron smelting in Norway (NØRBACH 1997, 59), and has even been used in early modern copper smelting operations (PETERS 1911, 379-405). Uncharred wood was also successfully used in copper smelting experiments carried out in a furnace reconstructed from finds from Agia Varvara – Almyras on Cypress (FASNACHT 2010, 124), as well as experimental iron smelting reconstructions (Nørbach 1997). The use of wood for both roasting and smelting would eliminate the need for such massive charcoal production, effectively cutting out a time and labor-intensive step from the metallurgical operational sequence; the only prerequisite is an abundant supply of wood. This could explain the lack of Bronze Age charcoal production sites in the alpine region; recent dating of large charcoal kilns located on or near prehistoric smelting sites have turned out to be a reuse of the podiums for Medieval or more recent charcoal production sites (KLEMM 2003, 18, 36-39, 191; KLEMM ET AL 2005). This is difficult to definitively prove,

however, since simple low-volume charcoal production pits, such as those used by the Nepalese smelters (ANFINSET 2011, 43-44) leave little trace in the landscape and would be difficult to differentiate from pits used for cooking or other fire-based activities.

The question remains, however, where is the copper?

The reconstructed Alpine furnaces turned out to be quite efficient in concentrating the ore into a copper-iron sulfide matte, with the creation of a mass of slag closely resembling prehistoric slag cakes (Schlackenkuchen). The matte could be easily separated from the bottom of the slag cake, while entrapped copper prills and sulfide droplets could be extracted from the slag by crushing it with stone hammers, creating crushed slag, which is also common in the archaeological finds. The furnaces, however, were not as efficient in converting the matte into copper metal, even when large amount of re-roasted matte from several smelts were charged into the furnace at once. The failure to obtain large amounts of metal could simply be a matter of not enough repetition – that the roast-reduction sequence must be repeated more times before copper is obtained. Another option is that the matte was transformed into copper metal in a separate pit furnace or hearth with air blown from above, with or without the use of a crucible: this option has also been used by most other experimental archaeologists working with these Alpine furnaces (BÖHNE 1968; GELHOIT 2003; HERDITS 1997; MODL 2011). A third option would be the reuse of the furnace as a refining hearth by leaving the front wall

open, or closing it only with a low sill create a small pit-like hearth. A similar setup was used by MODL (2011, 149) to melt and cast a plano-convex copper ingot. Since the concentrated matte has a much smaller volume as the original ore, there is also not the need of a high front wall to contain a large amount of material and fuel. The more open form of a pit-like hearth would also facilitate the desulfurization of the matte. At the moment, this last reconstruction is only a theory, which still needs to be tested.

The experiment series has also shown how an experimental archaeological reconstruction has evolved over time, and how many small factors play a role in the success or failure of such reconstructions attempts. The results of the current experiments make it clear that not only the choice of ore, flux and fuel play a large part to the success or failure of the smelt, but also the way the ore and fuel is charged, the rhythm of the bellows, and overall experience of the people running the furnace. It must be stressed that particularly for relatively complicated pyrometallurgical processes, a single experiment is not enough, and such experimental archaeological projects must be laid out with sufficient time and repetitions in order to gain experience and to systematically test as many factors as possible.

#### Acknowledgements

The experiments are a part of the authors PhD at the Deutsches Bergbau Museum Bochum and Ruhr Universität Bochum, in conjunction with the special research area HiMAT project part 07, „Mitterberg – Eastern Alpine Large Scale Ore Production in the Bronze Age“ which was

funded in part by Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF), the state of Salzburg and the Deutsches Bergbau-Museum Bochum. Additionally the author would like to thank the Montandenkmalverein Arthurstollen, the Radacher Family and the LWL-Industriemuseum Henrichshütte Hattingen for allowing the construction of the furnaces upon their property. Last but not least the author would like to thank the long list of volunteers who helped with the construction and execution of the experiments.

#### Literature

**AGRICOLA, G. 1556:** Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen. Vollständige Ausgabe nach dem lateinischen Original von 1556. Fünfte Auflage. Düsseldorf 1978.

**ANFINSET, N. 2011:** Social and Technological Aspects of Mining, Smelting and Casting Copper: An Ethnoarchaeological Study from Nepal. Bochum 2011.

**BÖHNE, C. 1968:** Über die Kupferverhüttung der Bronzezeit: Schmelzversuche mit Kupferkieserzen. *Archaeologia Austriaca* 44, 1968, 49-60.

**CIERNY, J. 2008:** Prähistorische Kupferproduktion in den südlichen Alpen. *Der Anschnitt, Beiheft 22*. Deutsches Bergbau-Museum. Bochum 2008.

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

**EIBNER, C. 1982:** Kupferverhüttung – das Vorstadium für Gießereihütten der Urzeit. *Archaeologia Polski* 27, 1982, 303-313.

**EIBNER, C. 1993:** Fund- und Forschungsbericht Mitterberg/Mühlbach am

Hochkönig. Archäologie Österreichs 4/2, 1993, 34-36.

**FASNACHT, W. 2010:** 20 Jahre Experimente in der Bronzetechnologie – eine Standortbestimmung. Experimentelle Archäologie in Europa 9. Bilanz 2010, 117-127.

**GELHOIT, H. P. 2003:** Zur Verfahrenstechnik bronzezeitlicher Kupfergewinnungsanlagen. Aachen 2003.

**GOLDENBERG, G. 2004:** Ein Verhüttungsplatz der mittleren Bronzezeit bei Jochberg (Nordtirol). In: G. Weisgerber, G. Goldenberg (Hrsg.), Alpenkupfer – Rame della Alpi. Der Anschnitt, Beiheft 17, 2004, 165-176.

**HANNING, E., in press:** Erste Ergebnisse experimentalarchäologischer Untersuchungen zur bronzezeitlichen Kupferverhüttung im ostalpinen Gebiet. Internationales ÖGUF-Symposium 2010, Experimentelle Archäologie: Theorie – Praxis – Wissenschaft – Vermittlung. 27.-30.10.2010. Archäologie Österreichs Spezial Bd. 6.

**HANNING, E., PILS, R. 2011:** Experimentelle Untersuchungen zur bronzezeitlichen Kupferverhüttung im ostalpinen Gebiet – Erste Ergebnisse. In: K. Oeggel et al. (Hrsg.), Die Geschichte des Bergbaus in Tirol und seinen angrenzenden Gebieten: Proceedings zum 5. Milestone-Meeting des SFB HiMAT vom 7.10.2010 in Mühlbach. Innsbruck 2011, 129-134.

**HAPP, J. 2001:** Research into metallurgy of Copper in Europe. In: S. Fröhlich (Hrsg.), Workshop Bronzemetallurgie in Halle (Saale), 02. bis 05. Mai 1996. Halle 2001, 19-36.

**HERDITS, H. 1997:** Ein bronzezeitlicher Kupferverhüttungsplatz in Mühlbach/Hochkönig (Salzburg). Diplomarbeit. Universität Wien 1997.

**KLEMM, S. 2003:** Montanarchäologie in den Eisenerzer Alpen, Steiermark. Mittei-

lungen der Prähistorischen Kommission 50. Wien 2003.

**KLEMM, S. ET AL. 2005:** Interdisziplinäre Untersuchungen von Kohlstätten aus Mittelalter und Neuzeit in der Eisenerzer Ramsau, Steiermark. Archaeologia Austriaca 89, 2005, 269-329.

**LEWIN, B., HAUPTMANN, A. 1984:** Kodo-Zuroku. Illustrierte Abhandlung über die Verhüttung des Kupfers, 1801: Zur Geschichte der Kupfergewinnung in Japan. Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum 29. Bochum 1984.

**METTEN, B. 2003:** Beitrag zur spät-bronzezeitlichen Kupfermetallurgie im Trentino (Südalpen) im Vergleich mit anderen prähistorischen Kupferschlacken aus dem Alpenraum. Metalla 10.1/2, 2003, 1-122.

**MODL, D. 2011:** Vom Kupfererz zur Bronzenadel – Experimentalarchäologische Untersuchungen zur urgeschichtlichen Kupfergewinnung und –verarbeitung im Bereich der heutigen Steiermark. Diplomarbeit. Karl-Franzens-Universität Graz 2011.

**MOESTA, H., SCHNAU G. 1982:** Bronzezeitliche Hüttenprozesse in den Ostalpen II. Anreicherungsverfahren und Prozeßtemperatur. Naturwissenschaften 69, 1982, 542-543.

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

**MOESTA, H., SCHLICK, G. 1989:** The furnace of Mitterberg: an oxidizing Bronze Age copper process. Bulletin of the Metals Museum 14, 1989, 5-16.

**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 of the 1st Mining in European History Conference of the SFB-Himat, 12.-15. November 2009. Innsbruck 2010, 177-182.

**NØRBACH, L. Chr. 1997:** An experiment Using wood as Fuel in a Slag-Pit Furnace. In: L. Chr. Nørbach (Hrsg.), Early Iron Production – Archaeology, Technology and Experiments. Technical Report Nr. 3. Lejre 1997, 59-62.

**NOTHDURFTER, H., HAUSER, L. 1988:** Bronzezeitliche Kupferschmelzöfen aus Fennhals. Denkmalpflege in Südtirol, Tutela die beni Culturali in Alto Adige 1986, 1988, 177-190.

**PERCY, J. 1861:** Metallurgy, the Art of Extracting Metals from their Ores. London 1861.

**PETERS, E. D. 1911:** The Practice of Copper Smelting. New York 1911.

**SCHWARZ, A. S., OEGGL, K. 2011:** Archäobotanische und anthrakologische Analysen zur Waldnutzung in bronzezeitlichen Bergbaugebieten. In: K. Oeggel, G. Goldenberg (Hrsg.), Die Geschichte des Bergbaus in Tirol und seinen angrenzenden Gebieten. Proceedings zum 5. Milestone-Meeting des SFB-Himat, 7.-10.10.2010 in Mühlbach. Innsbruck 2011, 41-51.

**TÖCHTERLE, U., SCHNEIDER P. in press:** Gebläsedüsen aus Nordtirol im archäologischen Befund und in der experimentellen Archäometallurgie. Internationales ÖGUF-Symposium 2010, Experimentelle Archäologie: Theorie – Praxis – Wissenschaft – Vermittlung. 27.-30.10.2010. Archäologie Österreichs Spezial Bd. 6.

**VIERTLER, H. P. 2011:** Mineralogie und Petrologie von prähistorischen Kupfer-

schlacken im Gebiet Mitterberg (Salzburg). Diplomarbeit. Universität Innsbruck 2011.

**ZSCHOCKE, K., PREUSCHEN, E. 1932:** Das urzeitliche Bergbaugebiet von Mühlbach-Bischofshofen. Materialien zur Urgeschichte Österreichs 6. Wien 1932.

Picture credits

Fig. 1: ZSCHOCKE, PREUSCHEN 1932, Taf. III, V

Fig. 2: Photo U. Töchterle

Fig. 3-7: E. Hanning

Author

Erica Hanning

Deutsches Bergbau-Museum Bochum

Erica.Hanning@bergbaumuseum.de

## Versuche zum Gießen von bronzzeitlichen Ochsenhautbarren aus Kupfer

Ralf Laschimke, Maria Burger

**Summary** – *The Late Bronze Age oxhide ingots of copper were traded from the eastern Mediterranean as far as Southern Germany. The question of the provenance and the trade routes of these copper ingots have been intensively studied during the last decades. However, there is almost no knowledge about the production technology of oxhide ingots. It is general opinion that the peculiar oxhide shape was created in order to facilitate the transport of the heavy ingots both by sea and over land routes. We oppose that explanation. In our opinion, the shape of the oxhide ingots is in consequence of a special casting process. There is general consensus that oxhide ingots have been produced in open moulds. However, we doubt that permanent moulds of limestone have been used. We have evidenced that moulds of limestone become rapidly cracked due to their thermal instability. Furthermore, oxhide ingots cast in limestone moulds do not exhibit the significant porosity of the Bronze Age oxhide ingots. Thus we don't consider the famous limestone block of Rasi Ibn Hani to be a real foundry tool. It is revealing that Bronze Age oxhide ingots exhibit both extremely high micro- and macro porosity, the porosity appears to be an intended feature. Namely, only porous copper ingots can be broken to fragments, as it is precondition for alloying the copper with tin in smaller furnaces. We evidence that the extraordinary porosity of oxhide ingots is caused by carbon monoxide and hydrogen. These gases develop when water vapour reacts at high temperature with solid carbon, such as charcoal. In our experiments we applied the technology of open sand casting. However, the normal moulding sand we substituted by a mixture of clay and pulverized charcoal containing 15% water. Then, oxygen rich copper has been poured into that kind of moulds. The moulds react intensively with the liquid copper, developing water vapour, carbon monoxide and hydrogen. The generated gases evoke severe macro porosity of the copper ingots. Further, the free hydrogen reacts with the copper oxide dissolved in the copper melt, generating water vapour, which leads to the formation of countless micro bubbles within the melt. These bubbles become frozen during the solidification of the copper melt which results extraordinary micro porosity of the oxhide ingots. All in all, the experimentally produced oxhide ingots exhibited a type of macro- and micro porosity identical to the porosity of the oxhide ingots excavated from the shipwreck of Uluburun.*

Die in der späten Bronzezeit im ganzen östlichen Mittelmeerraum verbreiteten Ochsenhautbarren sind der Archäologie seit 1858 bekannt (SPANO 1858). Es handelt sich um rechteckige, bis zu 35 kg schwere Gussplatten aus Kupfer, die an den Ecken zipfelförmige Ausbuchtungen haben und dadurch an eine aufgespannte Ochsenhaut erinnern. Es wird allgemein angenommen, dass die Ochsenhautform den Transport der schweren Kupferbarren erleichtern sollte (Abb. 1). Wir kommen durch unsere Experimente zu einer anderen Erklärung: die Ochsenhautform hatte gießtechnische Gründe.

Die Erforschung der unbekanntenen Herstellungstechnologie der Ochsenhautbarren erhielt neuen Auftrieb durch die Entdeckung des Schiffswracks von Uluburun im Jahre 1982. In Deutschland erfuhr die breite Öffentlichkeit von diesem sensationellen Fund durch eine Sonderausstellung im Deutschen Bergbau-Museum Bochum im Jahre 2005 (DEUTSCHES BERGBAU-MUSEUM BOCHUM 2005). Das um 1300 v. Chr. vor der Südküste der heutigen Türkei gesunkene, wahrscheinlich von Zypern kommende Handelsschiff transportierte 10 Tonnen Kupferbarren, davon 8 Tonnen in Form von Ochsenhautbarren und 2 Tonnen in Form von plankonvexen bun ingots. Hinzu kamen 2 Tonnen Zinnbarren. Dies ist der größte Fund von bronzezeitlichem Rohmetall, der jemals gemacht worden ist. Trotz eingehender Untersuchungen des Fundes von Uluburun konnte eine Aussage über die Gießtechnologie der Ochsenhautbarren nicht gemacht werden (HAUPTMANN, MADDIN, PRANGE 2002). Die Ochsenhautbarren von Uluburun weisen Merkmale auf, die durch keines der bekannten bronzezeitlichen Gießverfahren hervorgerufen werden. Dies gilt insbesondere für die über den

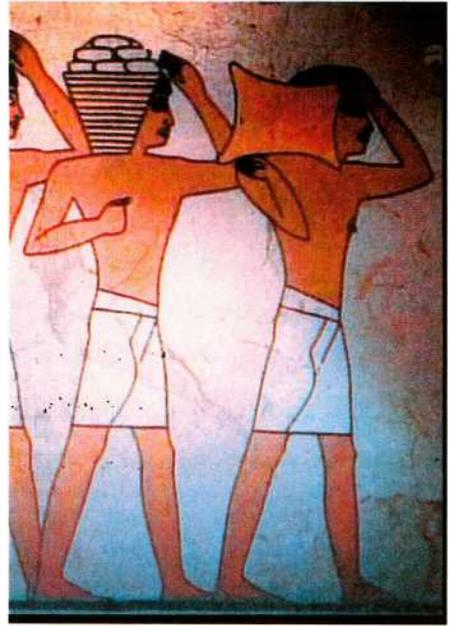
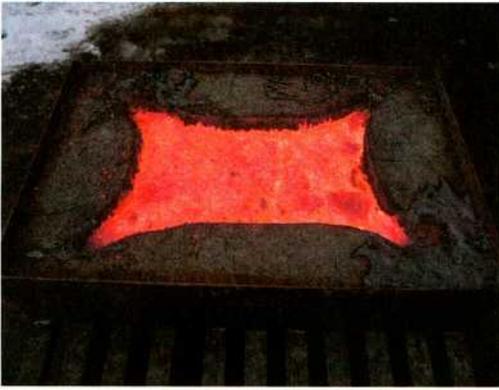


Abb. 1: Transport eines Ochsenhautbarrens. Nach einem Wandbild im Grab des ägyptischen Vesirs Rechmire in Theben. Um 1500 v. Chr.

ganzen Barrenquerschnitt verteilte extreme Mikro- und Makroporosität. Die hochgradige Porosität kann nur durch die Einwirkung von Gas auf die erstarrende Kupferschmelze verursacht worden sein. Auffällig ist auch, dass die Oberfläche der Barren an vielen Stellen blasenartig aufgewölbt ist, während sich auf der Unterseite der Barren zahlreiche Schlauchporen (pinholes) befinden. Ungewöhnlich sind ferner die hohe Reinheit des Kupfers und sein hoher Sauerstoffgehalt. U. Zwicker vermutet, dass der in der Kupferschmelze gelöste Sauerstoff bei der Abkühlung in Gasform ausgeschieden wird (ZWICKER, VIRIDIS, CERUTI 1980). Die Gleichgewichtsverhältnisse im binären System Cu-O (HANSEN, ANDERKO 1985, 604ff.) erlauben eine solche Annahme jedoch nicht.



*Abb. 2: Versuchseinrichtung zum Gießen von Ochsenhautbarren aus Kupfer, 10 Minuten nach dem Abguss. Die Kupferschmelze wurde von allen vier Ecken her in eine Form aus Lehm, der mit Holzkohlepulver gemagert worden war, gegossen. In unserem Experiment befindet sich die Gießform in einem neuzeitlichen Gießkasten. In der Bronzezeit waren die Formen vermutlich in den Erdboden eingetieft.*

Der Grundgedanke bei unseren Experimenten war, die Entwicklung von Gasen durch eine Formwandreaktion in der Gießform herbeizuführen. In der modernen Gießereitechnik sucht man Formwandreaktionen, die zu einer Vergasung der Schmelze führen, grundsätzlich zu vermeiden. In Umkehrung dieses Grundsatzes haben wir bei unseren Experimenten Herdgussformen aus einem reaktiven, gasabspaltenden Formstoff hergestellt. Dabei haben wir nur solche Materialien verwendet, die auch in der Bronzezeit zur Verfügung standen. Ein brauchbares Rezept fanden wir zu unserem Erstaunen bei Georgius Agricola in dessen 1556 erschienen Hauptwerk „De re metallica“. Danach werden 1 Raumteil Lehm und 2 Raumteile Holzkohlepulver trocken gemischt und mit Wasser zu einer formbaren Masse angemacht. Agricola, der

selbstverständlich keinerlei Bezug zur Metallurgie der Bronzezeit hatte, nannte diese Mischung „Gestübbe“ und empfahl sie zur Auskleidung von Schmelzöfen (AGRICOLA 1556).

Abb. 2 zeigt unsere Versuchsanordnung. Die aus „Gestübbe“ hergestellten Ochsenhaut-Herdgussformen wurden 6 Wochen lang an der Luft und in der Sonne getrocknet. Danach hatte der Formstoff noch einen Wassergehalt von ca. 15 %. Der hohe Wassergehalt war notwendig, um die angestrebten, gaserzeugenden Reaktionen mit sauerstoffhaltiger Kupferschmelze herbeizuführen. Den ebenfalls erforderlichen hohen Sauerstoffgehalt der Kupferschmelze erhielten wir, indem schwach voroxidiertes Kupfer in zylindrischen Ton-Graphit-Tiegeln in einem elektrischen Kammerofen unter Luftzutritt geschmolzen wurde. Das dem Formstoff beigemischte Holzkohlepulver erwies sich als guter Magerungsstoff, der die Volumenschwindung beim Trocknen der lehmhaltigen Masse erheblich verringerte. Da der luftgetrocknete Formstoff nur eine geringe Festigkeit besitzt, wird er beim Begießen mit einem senkrecht auftreffenden Gießstrahl stark erodiert. Um dies zu vermeiden, haben wir die Kupferschmelze in fast horizontaler Richtung über die zipfelförmigen Ausbuchtungen an den vier Ecken in die Herdgussformen einfließen lassen. Diese Gießmethode mit seitlichen Einlaufmulden ist bis in die neueste Zeit beim Herdguss für Ofenplatten aus Guss-eisen angewendet worden.

Kommt die Kupferschmelze mit der Formwand in Kontakt, so verdampft schlagartig das Wasser aus der obersten Schicht der Formwand. Da die wasserfrei gewordene Schicht wegen des hohen Anteils von poröser Holzkohle eine hohe Gasdurchlässigkeit besitzt, können Gase,

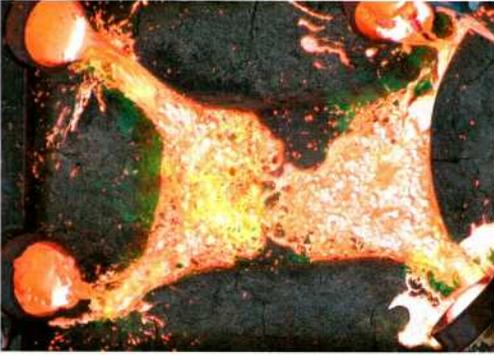


Abb. 3: Horizontales Eingießen von Kupferschmelze an den vier Ecken einer Ochsenhautgießform. Die Schmelzen vermischen sich nicht gleichmäßig. Die durch Formwandreaktion gebildeten Gase entzündeten sich an der Oberfläche der Schmelze mit gelbgrüner Flamme.



Abb. 4: Oberfläche eines Ochsenhautbarrens, 8 Minuten nach dem Abguss. Es hat sich eine gasundurchlässige Erstarrungshaut gebildet. Das darunter aufgestaute Gas wölbt die Erstarrungshaut an vielen Stellen auf.

die in tieferen Schichten der Formwand entstehen, leicht nach außen dringen, ohne in der Formwand einen Sprengdruck zu entwickeln. Gleichzeitig mit der Bildung von Wasserdampf kommt es zur Entwicklung von reaktiven Gasen, die an der Oberfläche des Schmelzbades entflammen (Abb. 3). Sobald sich auf der



Abb. 5: Experimentell gegossener Ochsenhautbarren im Querschnitt mit schlauchförmigen Poren auf der Barrenunterseite (im Bild oben). Auf der Barrenoberseite (im Bild unten) sind Makroporen zu sehen, über denen sich die Gusshaut aufgewölbt hat.



Abb. 6: Schlauchporen (pinholes) auf der Unterseite eines gewaltsam zerbrochenen Ochsenhautbarrens.

Schmelze eine Erstarrungshaut gebildet hat, können die bis zu 3 cm großen, aufsteigenden Gasblasen nicht mehr in die Atmosphäre entweichen und werden bei der Erstarrung eingefroren (Abb. 4). Hierdurch entsteht eine an zahlreichen Stellen blasenartig aufgebeulte Oberfläche mit darunter liegenden Makroporen (Abb. 5),

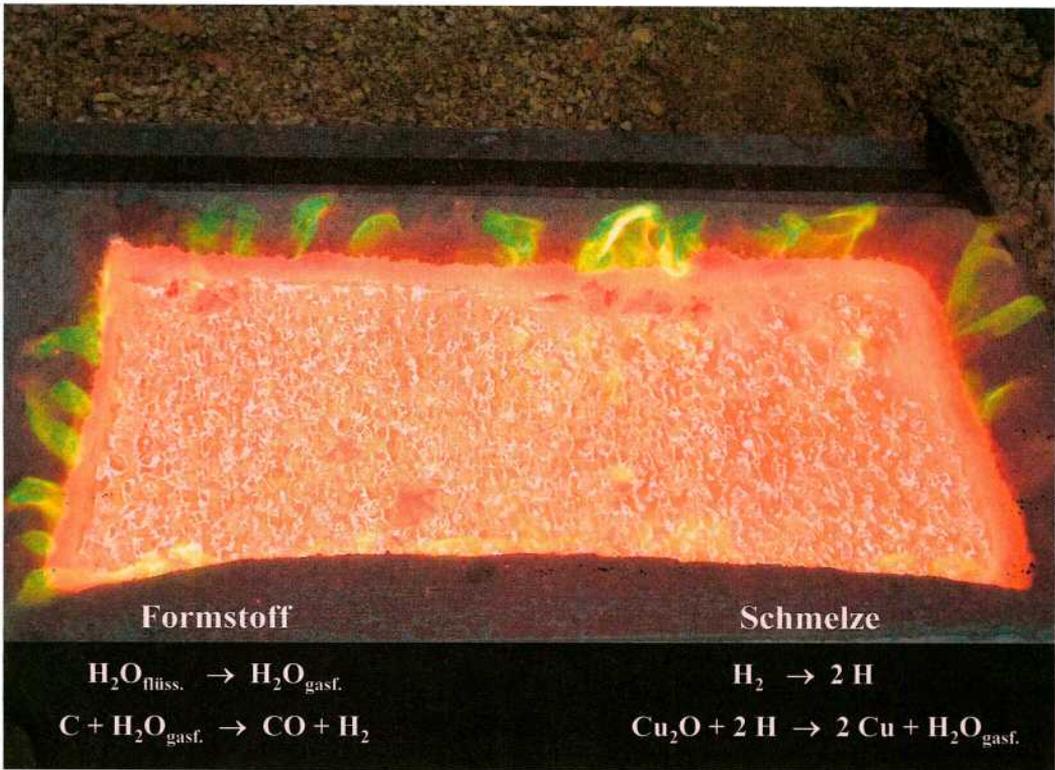


Abb. 7: Gaserzeugende Reaktionen beim Abguss einer sauerstoffhaltigen Kupferschmelze in eine Ochsenhautform aus Lehm und Holzkohlepulver. Die Flammenbildung zeigt an, dass es sich bei dem entweichenden Gas nicht nur um unbrennbaren Wasserdampf handelt, sondern auch um die brennbaren Gase CO und H<sub>2</sub>. Das primär innerhalb des Formstoffes entstehende Gas führt zu Makroporosität im Gussteil. Der durch eine sekundäre Reaktion innerhalb der Kupferschmelze gebildete Wasserdampf führt zu Mikroporosität im Gussteil.

wie man sie auch bei echten Ochsenhautbarren findet (HAUPTMANN, MADDIN, PRANGE 2002). Parallel zur Erstarrungshaut an der Oberfläche bildet sich mit einiger Verzögerung auch am Boden des Kupferausgusses eine Erstarrungshaut, sodass hier kein Gas mehr aus dem Formstoff in die Schmelze übergehen kann. Das aufgestaute Gas gerät unter Druck und durchbricht die untere Erstarrungshaut an zahlreichen Stellen. Die Durchbruchkanäle erscheinen nach der vollständigen Erstarrung als schlauchförmige Poren (Abb. 6),

die bei echten Ochsenhautbarren ebenfalls zu finden sind.

Rückschlüsse auf das bronzezeitliche Gießverfahren erlaubt auch die Mikroporosität des Gussgefüges. Wie in Abb. 7 dargestellt, kommt es bei dem Gießprozess zu chemischen Reaktionen, die teils im Formstoff, teils in der eingegossenen Kupferschmelze ablaufen. Zuerst verdampft das im Formstoff enthaltene Wasser. Ein Teil des Wasserdampfes reagiert mit dem Kohlenstoff der Formwand unter Bildung von Wassergas, bestehend aus

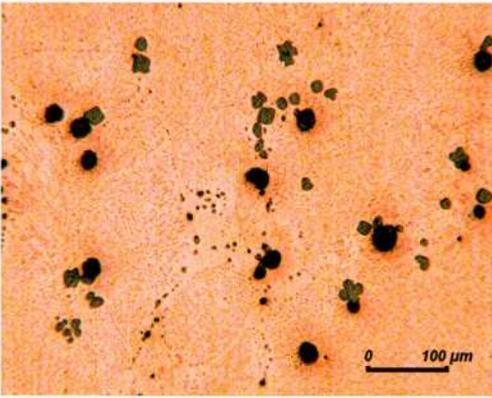


Abb. 8: Mikrogefüge eines experimentell hergestellten Ochsenhautbarrens. Der Sauerstoffgehalt der Kupferschmelze liegt bei ca. 0,45 %. In der eutektischen Grundmasse aus Cu + Cu<sub>2</sub>O liegen primär ausgeschiedene Cu<sub>2</sub>O-Kristallite (blau) mit anhaftenden Wasserdampfblasen (schwarz).

Kohlenmonoxid und Wasserstoff. Ähnlich wie bei der sogenannten Wasserstoffkrankheit von festem Kupfer (DIES 1967, 118ff.) diffundiert der Wasserstoff in die Schmelze und reduziert das darin gelöste Cu<sub>2</sub>O unter Bildung von Wasserdampf. Dieser sekundär entstandene Wasserdampf formiert sich zu kleinen Blasen, die an den bei der Abkühlung der Schmelze ausgeschiedenen Cu<sub>2</sub>O-Kristalliten anhaften. Bei der eutektischen Resterstarrung der Schmelze werden die winzigen Blasen als Mikroporen eingefroren (Abb. 8). Das massenhafte Auftreten von Mikroporen im Gussgefüge der echten wie auch der experimentell hergestellten Ochsenhautbarren spricht gegen die weitverbreitete Ansicht, dass die bronzezeitlichen Ochsenhautbarren in Dauerformen aus Kalkstein gegossen worden sind. Diese Hypothese beruht auf einem 1983 in Rasi Ibn Hani in Syrien gefundenen Kalksteinblock, in den das Negativ eines Ochsen-

hautbarrens eingemeißelt ist (LAGARCE 1986). Craddock und Mitarbeiter haben sich bemüht, einen experimentellen Beweis für die aus physikalisch-chemischer Sicht bedenkliche Hypothese zu erbringen. Die von ihnen an einem stark verkleinerten Ochsenhautbarren erhaltenen Versuchsergebnisse waren jedoch fragwürdig (CRADDOCK, FREESTONE, DAWE 1997).

Wir wollten uns ein eigenes Urteil bilden und haben sauerstoffhaltige Kupferschmelze in eine originalgroße Ochsenhautform aus Kalkstein gegossen (LASHIMKE, BURGER 2011). Die Form war 24 Stunden lang auf 300°C erwärmt worden, um Feuchtigkeit aus dem Stein auszutreiben. Beim Kontakt der vorgewärmten Form mit der 1140°C heißen Kupferschmelze kam es sofort zur thermischen Zersetzung des Kalksteins mit heftiger Entwicklung von Kohlendioxid. Im Gegensatz zu der lang anhaltenden Gasentwicklung in reaktiven Lehm/Holzkohle-Formen flaute die Gasentwicklung in der Kalksteinform schnell ab. Dieser wichtige Unterschied erklärt sich folgendermaßen. In der Lehm/Holzkohle-Form verdampft das Wasser auch in den tieferen Schichten, sobald dort eine Temperatur von 100°C erreicht ist. Der aufsteigende Wasserdampf reagiert mit dem hochoverhitzten Kohlenstoff der oberen Schichten unter Bildung von Wassergas. Dieser Prozess hält an, solange Wasser in der Tiefe der Formwand verdampft. Die thermische Zersetzung von Kalkstein beginnt hingegen erst, wenn eine Temperatur von ca. 650°C erreicht ist. Die 650°C-Isotherme dringt langsamer und weniger tief in die Formwand ein als die 100°C-Isotherme. Darum kommt die Gasbildung in der Kalksteinform früher zum Erliegen. Der zeitlich unterschiedliche Verlauf der Gas-



*Abb. 9: Unterseite eines experimentell hergestellten Ochsenhautbarrens mit pinholes. Im Querschnitt des Barrens sind die an der Barrenoberseite (im Bild unten) liegenden Makroporen zu erkennen. Der extrem poröse Ochsenhautbarren konnte mühelos zerbrochen werden.*

bildung erklärt die auffälligen Unterschiede der Makroporosität der Ochsenhautbarren, die in Lehm/Holzkohle-Formen bzw. Kalksteinformen gegossen worden sind. Für die Entstehung von Mikroporosität gelten andere Gesetzmäßigkeiten.

Der von uns in eine Kalksteinform gegossene Ochsenhautbarren war wie der von Craddock hergestellte Versuchsbarren frei von Mikroporen. Bei dem in Kalksteinformen entstehenden Gas handelt es sich ausschließlich um  $\text{CO}_2$ . Weil  $\text{CO}_2$  nicht mit  $\text{Cu}_2\text{O}$  reagiert, können sich keine Wasserdampfblasen bzw. Mikroporen bilden. Das Fehlen der für bronzezeitliche

Ochsenhautbarren charakteristischen Mikroporen betrachten wir als Beweis dafür, dass der Stein von Rasi Ibn Hani keine Dauerform zum Gießen von Ochsenhautbarren war. Ein weiteres Argument, das gegen Dauerformen aus Kalkstein spricht, sind die starken Spannungsrisse, die während des Eingießens der Kupferschmelze in der Form auftreten und diese für weitere Abgüsse unbrauchbar macht. Wahrscheinlich hatte der berühmte Stein von Rasi Ibn Hani nur eine kultische Bedeutung, wie von einigen Archäologen vermutet wird (KARAGEORGHIS, KASSIANIDOU 1999).

Die extreme Mikro- und Makroporosität der Ochsenhautbarren stellte in der Bronzezeit keinen Qualitätsmangel dar, sondern einen Vorteil. Um das Kupfer der Ochsenhautbarren auch in kleineren Öfen mit Zinn legieren zu können, mussten die auf dem Handelswege erworbenen, sperrigen Gussplatten in ofengerechte Stücke zerbrochen werden. Dicht erstarrte, 3 cm dicke Kupferplatten lassen sich jedoch nicht zerbrechen. Dies gelingt nur, wenn die Kupferplatten extrem porös sind (Abb. 9). Dass in der Bronzezeit das Zerbrechen von Ochsenhautbarren gängige Praxis war, wird durch die vielen, in Form von Bruchstücken aufgefundenen Ochsenhautbarren bezeugt. So fand man auf dem Schiffswrack von Uluburun 48 größere und kleinere Bruchstücke von Ochsenhautbarren (PULAK 2000). In dem 1950 ebenfalls vor der Küste der Türkei entdeckten Schiffswrack von Gelidonya befanden sich neben 34 voll erhaltenen Ochsenhautbarren auch fünf Hälften, 12 Ecken und 75 kg andere Bruchstücke (BASS 1967).

Im Gegensatz zu den zahlreichen Einzel- und Sammelfunden von Ochsenhautbarren gibt es keinen einzigen Fund einer Ochsenhautgießform. Selbst auf der Insel Zypern, wo Ochsenhautbarren in sehr großen Stückzahlen gegossen worden sind, wurden keine Relikte von Gießformen gefunden. Wahrscheinlich haben die Ochsenhautgießformen trotz ihrer beachtlichen Größe keine archäologischen Spuren hinterlassen. Auch unsere Versuchsformen aus Lehm und Holzkohlepulver verwitterten schnell zu einer formlosen Masse und waren nach 3 Jahren Lagerung im Freien kaum mehr als Gießformen zu erkennen. Anzumerken ist, dass die beschriebenen Formwandreaktionen in ähnlicher Weise auch mit einem Form-



Abb. 10: Sechs experimentell hergestellte Ochsenhautbarren und zwei bun ingots. Gewicht der einzelnen Ochsenhautbarren: 28-30 kg. Barrenlänge über alles: 65 cm. Die bun ingots konnten ohne zerkleinert werden zu müssen in bronzezeitlichen Flachtiegeln (s. Abb. 11) umgeschmolzen werden.

stoff stattfinden würden, der einen anderen Kohlenstoffträger als Holzkohle enthält, z. B. Pferdemit oder Häcksel. Wir haben Holzkohlepulver verwendet, um definierte und reproduzierbare physikalisch-chemische Bedingungen für die Gaserzeugung in der Gießform zu schaffen. Versuche mit anderen Kohlenstoffträgern sind geplant.

Ein wesentlicher Punkt unserer Experimente ist das Eingießen der Kupferschmelze an den vier Ecken der Ochsenhautform. Dass die bronzezeitlichen Gießer auf diese Weise gegossen haben dürften, zeigt die von A. Hauptmann an den Ochsenhautbarren von Uluburun festgestellte, ungleichmäßige Verteilung der Verunreinigungen des Kupfers innerhalb der einzelnen Barren (HAUPTMANN, MADDIN, PRANGE 2002). Solche Differenzen können nur entstehen, wenn unterschiedliche Schmelzen in eine Gießform gegossen werden, ohne sich dabei vollständig zu vermischen. Letzteres ist be-



Abb. 11: Wandbild im Grabe des Ägypters Rechmire (ca. 1500 v. Chr.): Schmelzen von Kupfer und Zinnbronze im offenen Holzkohlefeuer. Der schalenförmige Schmelztiegel befindet sich zwischen zwei Steinen, die eine nach oben und nach den seitlichen Luftdüsen hin offene Kammer bilden. Vermutlich stand der Tiegel erhöht auf einem dritten, hier nicht zu sehenden Herdstein (s. Abb. 12). Im Hintergrund ein großer Haufen Holzkohlenasche und ein Behälter für frische Holzkohle; beides lässt auf eine lange Schmelzzeit schließen.

sonders dann der Fall, wenn mehrere Schmelzen an den Ecken einer Ochsenhautgießform in horizontaler Richtung eingegossen werden, wie aus Abb. 3 zu ersehen ist.

Die in Abb. 10 wiedergegebenen Ochsenhautbarren wurden mit der beschriebenen Technologie gegossen. Sämtliche Barren zeigen die für antike Ochsenhautbarren charakteristischen Merkmale, insbesondere deren extreme Makro- und Mikroporosität. Die wichtigste Voraussetzung für diesen Versuchserfolg war der hohe Sauerstoffgehalt der Kupferschmelze. Bei den Ochsenhautbarren von Uluburun lag der Sauerstoffgehalt bei 0,5 % (HAUPTMANN, MADDIN, PRANGE 2002). Die Forschung konnte bisher nicht klären, wie dieser hohe Sauerstoffgehalt zustande gekommen

ist. Einige Forscher nehmen an, dass nach der im Schachtofen erfolgten Verhüttung des Kupfers ein zusätzlicher Refinationsprozess in einem zweiten Ofen stattgefunden hat und erst das raffinierte Kupfer zum Gießen der Ochsenhautbarren eingeschmolzen wurde (JONES 2007). Andere Archäometallurgen vermuten, dass der Verhüttungs-ofen in der Endphase des Prozesses oxidierend gefahren wurde und die Ochsenhautbarren direkt aus dem Verhüttungs-ofen abgegossen worden sind (MERKEL 1986). Wir halten einen dritten Weg für möglich (Abb. 13).

Das Schmelzen von Kupfer in größeren Einsatzgewichten erfolgte im östlichen Mittelmeerraum in schalenförmigen Flachtiegeln. Flachtiegel mit einem Durchmesser bis zu 40 cm sind z. B. für die berühmte Gießwerkstatt des Phidias in Olympia belegt (ZWICKER 1984). Wie aus Abb. 11 hervorgeht, wurde das Metall in diesen Flachtiegeln unter einem freibrennenden Holzkohlehaufen mit seitlicher Luftzufuhr auf Schmelztemperatur gebracht. Trotz der umgebenden, glühenden Holzkohle herrschten an der Oberfläche des Schmelzbades oxidierende Bedingungen. Diese Aussage mag zunächst paradox erscheinen, findet aber eine konsistente physikalisch-chemische Erklärung: Unmittelbar über dem Tiegel (Abb. 12) ist die Holzkohle ausgebrannt und zu Asche und Schlacke geworden. Deshalb ist hier eine Reduktion von Kupferoxydul durch direkten Kontakt von Schmelze und Holzkohle nicht möglich. Dringt das in entfernteren Zonen des Holzkohlehaufens entstandene CO durch Diffusion und Konvektion durch das lockere Haufwerk der Holzkohle hindurch bis an die Badoberfläche vor, so kann es bei der hier herrschenden hohen Temperatur (Schmelzpunkt von Kupfer: 1083°C) auf

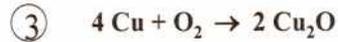
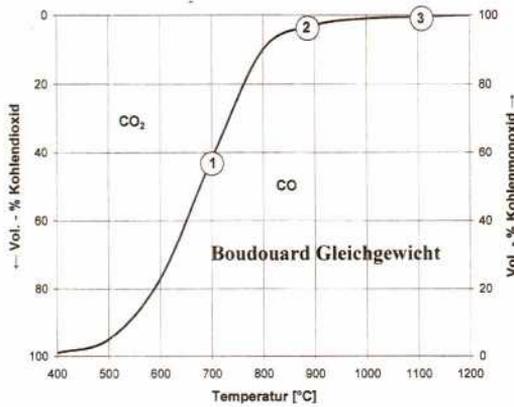


Abb. 12: Schematische Darstellung der physikalisch-chemischen Vorgänge beim Schmelzen von Kupfer im Flachtiegel im Holzkohlefeuer. Die in Abb. 11 zu sehenden Begrenzungssteine wurden nicht dargestellt. Der in Abb. 11 nicht zu sehende, von uns angenommene Herdstein unter dem Tiegel erleichtert den Wärmeübergang auf die Schmelze. Auf Grund des Boudouard-Gleichgewichtes hat Kohlenmonoxid wegen der an der Oberfläche des Schmelzbades auftretenden hohen Temperatur keine reduzierende Wirkung, sondern der von außen her zugeführte Luftsauerstoff oxidiert die Kupferschmelze.

Grund des Boudouard-Gleichgewichtes nicht zu  $\text{CO}_2$  oxidiert werden (HOLLEMAN, WIBERG 1995). Infolgedessen hat das  $\text{CO}$  auch keine reduzierende Wirkung auf das  $\text{Cu}_2\text{O}$  in der Schmelze. Andererseits gelangt ein Teil der unter Druck von außen zugeführten Luft bis an die Oberfläche der Schmelze vor. Da das Schmelzbad eine große Oberfläche aber nur eine geringe Tiefe hat, werden leicht oxidierbare Ver-

unreinigungen wie Eisen und Schwefel durch den Luftsauerstoff aus der Kupferschmelze weitgehend herausgebrannt. Gleichzeitig wird Kupfer zu  $\text{Cu}_2\text{O}$  oxidiert. Nach Untersuchungen von A. Hauptmann liegen der Eisen- und der Schwefelgehalt des Kupfers von Uluburun bei dem sehr niedrigen Wert von 0,1 Gew. %. Der Sauerstoffgehalt ist hingegen hoch und liegt bei 0,5 Gew. %. (HAUPTMANN, MADDIN,

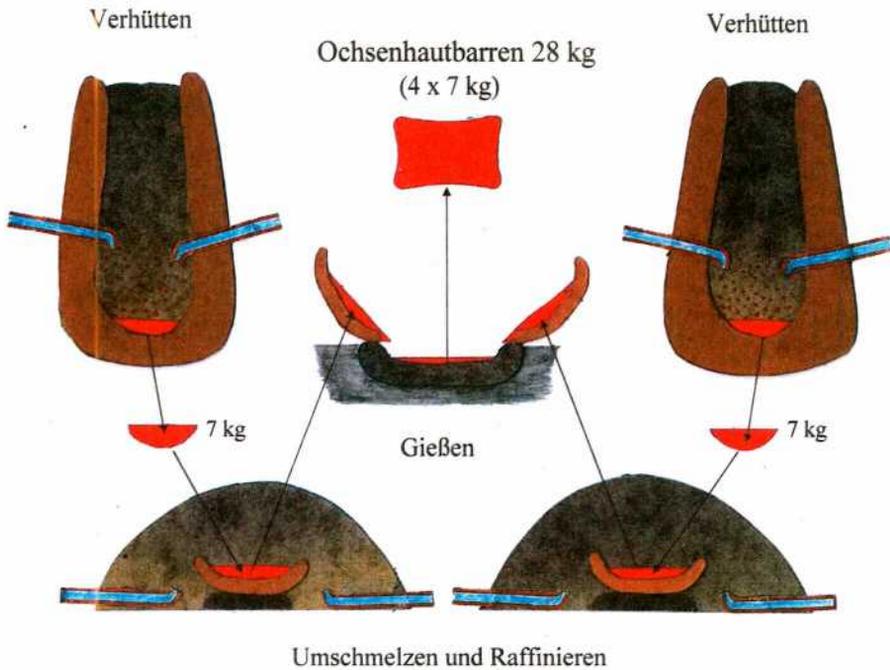


Abb. 13: Werdegang eines bronzzeitlichen Ochsenhautbarrens: Das durch Verhüttung im Schachtofen gewonnene Rohkupfer wurde in Flachtiegeln unter offen brennenden Holzkohlehaufen wiedereingeschmolzen und durch Oxidation (s. Abb. 12) raffiniert. Um möglichst schwere, jedoch poröse und somit brüchige Barren zu erhalten, wurden die Schmelzen aus mehreren Flachtiegeln in eine gasabgebende nach oben offene Herdgussform gegossen. In der Abbildung sind von den 4 beteiligten Öfen nur 2 wiedergegeben.

PRANGE 2002). Aus diesen Werten und den beim neuzeitlichen Flammraffinieren von Kupfer gemachten Erfahrungen kann man schließen, dass die Kupferschmelze in den bronzzeitlichen Flachtiegeln stundenlang unter oxidierenden Bedingungen flüssig gehalten worden ist. Aus der langen Haltezeit ergab sich für das Gießen der Ochsenhautbarren ein Vorteil: In einem freibrennenden Holzkohlehaufen konnte das Flüssigwerden des Kupfers mit Hilfe eines Sondierungsstabes leicht

kontrolliert werden (Abb. 11). Mit Hilfe dieses einfachen Kontrollverfahrens konnte die Temperatur von mehreren Öfen durch Änderung der Luftzufuhr und Nachsetzen von frischer Holzkohle so geregelt werden, dass alle Öfen gemeinsam auf Gießtemperatur (1140-1160°C) kamen und dann in eine einzelne Ochsenhautgießform an deren 4 Ecken eingegossen werden konnten. Für das Nachsetzen von Holzkohle waren die kegelförmigen Holzkohlehaufen gut geeignet. Die ausge-

brannte Holzkohle konnte in der unteren Hälfte des Haufens seitwärts abgezogen werden und frische Holzkohle an der Spitze des Haufens aufgeschüttet und gleichmäßig nach unten verteilt werden (*Abb. 11*).

Um Wärmeverluste gering zu halten, musste der Transport der Flachtiegel zum Gießplatz möglichst schnell erfolgen. Wie *Abb. 11* zeigt, konnte ein Flachtiegel mit schätzungsweise 7 bis 8 kg Schmelze mit Hilfe einer Rutenzange problemlos transportiert und abgegossen werden. Um Kupferbarren von ca. 30 kg Gewicht zu gießen, mussten 4 Schmelzöfen zusammengefasst werden (*Abb. 13*). Dass durch gleichzeitigen Abguss von mehreren Kupferschmelzen Ochsenhautbarren in reproduzierbarer Qualität hergestellt werden konnten, haben unsere Experimente gezeigt (siehe *Abb. 10*).

Offen geblieben ist bei unseren Experimenten die Frage, wie das Schmelzen von Kupfer nach dem Vorbild des Wandgemäldes im Grabe des Rechmire in der Praxis tatsächlich verläuft. Derartige Experimente sind auch deshalb wichtig, weil sich nur dadurch das in der vorliegenden Untersuchung nicht berührte Problem der Schlackenbildung klären ließe. Nach Untersuchungen von A. Hauptmann enthalten die Ochsenhautbarren von Uluburun außergewöhnlich viel Schlacke (HAUPTMANN, MADDIN, PRANGE 2002). Eine wichtige Rolle bei der Schlackenbildung dürfte die lange Haltezeit und damit auch lange Reaktionszeit beim Schmelzen im Flachtiegel spielen. Das keramische Material des Schmelzgefäßes ist bekanntlich in starkem Maße an der Schlackenbildung beteiligt. Es wird deshalb die Aufgabe einer nachfolgenden Untersuchung sein, mit möglichst materialgetreuen, an archäologischen Funden orientierten Flach-

tiegeln und der in *Abb. 11* gezeigten Schmelzweise Ochsenhautbarren mittels reaktiver Herdgussformen zu produzieren. Die Art, die Menge und die Verteilung der gebildeten Schlacke erlauben zweifellos weitere Rückschlüsse auf den bronzezeitlichen Gießprozess, der durch unsere bisherigen Untersuchungen nur teilweise geklärt werden konnte.

#### Danksagung

Unsere Experimente wurden mit Unterstützung der Zollern GmbH & Co. KG in D-72517 Laucherthal-Sigmaringendorf durchgeführt. Für ihre engagierte Mitarbeit danken wir Herrn Markus Alber und seinen Kollegen im Zentrallabor von Zollern. Für die freundliche Förderung unseres Projektes danken wir dem Geschäftsfeldleiter NE-Metalle Herrn Dipl.-Ing. (FH) Detlef Schmidt, dem Personalleiter von Zollern Herrn Roland Straub und dem Geschäftsführer von Zollern Herrn Dr. K. F. Erkes. Unser besonderer Dank gilt den Gesellschaftern der Firma, S.H. Karl Friedrich Fürst von Hohenzollern und Herrn Ludwig Merkle. Für förderliche Diskussion unserer Versuchsergebnisse danken wir Herrn Prof. Dr. Ernst Pernicka, Archäometriezentrum an der Universität Tübingen, und Herrn Prof. Dr. Martin Bartelheim, Institut für Ur- und Frühgeschichte an der Universität Tübingen.

#### Literatur

- AGRICOLA, G. 1556:** De re metallica libri XII " 1556. Deutsche Übersetzung. Berlin 1928.
- BASS, G. 1967:** Cape Gelidonya: A Bronze Age Shipwreck. Transactions of the American Philosophical Society 52, 1967, 8.
- CRADDOCK, P. T., FREESTONE, I. C., DAWE,**

**C. D. 1997:** Casting metals in limestone moulds. *Journal of the Historical Metallurgy Society* 31(1), 1997, 1-7.

**DEUTSCHES BERGBAU-MUSEUM BOCHUM 2005:** Das Schiff von Uluburun – Welt-handel vor 3000 Jahren. Ausstellungskatalog. Bochum 2005.

**DIES, K. 1967:** Kupfer und Kupferlegierungen in der Technik. Berlin 1967.

**HANSEN, M., ANDERKO, K. 1985:** Constitution of Binary Alloys. 2nd Edition. Schenectady NY 1985.

**HAUPTMANN, A., MADDIN, R., PRANGE, M. 2002:** On the Structure and Composition of Copper and Tin Ingots Excavated from the Shipwreck of Uluburun. Deutsches Bergbau-Museum, Forschungsstelle Archäologie und Materialwissenschaften. Bochum 2002.

**HOLLEMANN, A. F., WIBERG, E. 1995:** Lehrbuch der Anorganischen Chemie. Berlin 1995, 864-865.

**JONES, M. R. 2007:** Oxhide Ingots, Copper Production, and the Mediterranean Trade in Copper and Other Metals in the Bronze Age. A Thesis. Texas A & M University 2007.

**KARAGEORGHIS, V., KASSIANNIDOU, V. 1999:** Metalworking and Recycling in Late Bronze Age of Cyprus. *Oxford Journal of Archaeology* 8/1999, 171-188.

**LAGARCE, J. 1986:** Herstellung von Kupferrohbarren in Rasi Ibn Hani (Syrien). *Acta Praehistorica et Archaeologica* 18, 1986, 85-90.

**LASCHIMKE, R., BURGER, M. 2011:** Archäometallurgische Experimente zum Gießen von bronzezeitlichen Ochsenhautbarren aus Kupfer. *Metall* 3, 2011, 86-92.

**MERKEL, J. 1986:** Ancient smelting and casting of copper for „oxhide ingots“. *Studies in Sardinian Archeology* 2, 1986, 251-271.

**PULAK, C. 2000:** The Copper and Tin In-

gots from the Late Bronze Age Shipwreck at Uluburun. In: Ünsal Yalçın (Hrsg.), *Anatolian Metal I. Der Anschnitt/Beiheft* 13. Bochum 2000, 137-157.

**SPANO, G. 1858:** Stele Ortuarie die Bronza. *Bulletino Archeologico Sardo* 1858, 11-15.

**ZWICKER, U., VIRIDIS, P., CERUTI, M. L. 1980:** Investigation on copper ore, prehistoric copper slag and copper ingots from Sardinia. *Scientific studies in early mining and extractive metallurgy. British Museum Occasional Paper* 20, 1980, 135-163.

**ZWICKER, U. 1984:** Proben aus den Grabungen der Bronzegießerei in der Phidias-Werkstatt von Olympia und Versuche zum Schmelzen von Bronze in flachen Tiegeln. *Berliner Beiträge zur Archäometrie* 9/1984, 91-94.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: Das Bronzekartell, ZDF 2008

Abb. 2-11: Laschimke, Burger

Autoren

Dr.-Ing. Ralf Laschimke

Dipl.-Chem. Maria Burger

Zollern GmbH & Co. KG

D-72517 Sigmaringendorf

laschimke@t-online.de

maria.burger@zollern.de

## Messerscharf analysiert – Technologische Untersuchungen zur Herstellung spätbronzezeitlicher Messer

Katharina Schächli

**Summary** – *Up to now, analyses on Late Bronze Age knives have mostly been based on typochronology, and questions dealing with their manufacture have been treated very marginally. On closer inspection, a bronze knife bears a lot more than formal information: e. g. aspects of the craftsmen's working method, their skills and knowledge, as well as references to the user's preferences and demands. The technological perspective allows to accede further information on an object, which can be essential.*

*In my PhD-thesis I examine the preserved traces of production and use wear on bronze blades. Extensive experiment sequences allow to relate visible working traces on the knife's metal surfaces to distinctive production steps on the one hand, and to identify different tools involved in the production process on the other hand. Based on these observations a chaîne opératoire of the bronze knife production from the casting to the tool ready for use can be reconstructed.*

### Einleitung

Bronzemesser waren bisher ausschließlich Gegenstand typologischer, chronologischer und chorologischer Studien. Sie werden aufgrund ihres raschen Wandels in Form und Verzierung im Sinne von Modeströmungen gerne zur zeitlichen Einordnung archäologischer Fundkomplexe wie z. B. Gräbern mit Beigaben oder Kulturschichten von Siedlungen herangezogen. Üblicherweise enthalten derartige Arbeiten ein kurzes Kapitel oder zumindest einige Sätze zur Herstellung der Messer mit meist allgemeingültigen und eher vagen Informationen, die kaum überprüft worden sind.

In meiner Dissertation gehe ich deshalb

der Frage nach, wie genau die Bronzemesser hergestellt wurden, in welcher Abfolge die einzelnen Arbeitsschritte ausgeführt, welche Gerätschaften und Techniken dabei eingesetzt wurden und über welche Kenntnisse der Bronzehandwerker verfügte. Ziel ist, die „chaîne opératoire“ der Messerherstellung in der Spätbronzezeit vom Guss bis zum gebrauchsfertigen Alltagsgerät zu rekonstruieren.

Die Messer selbst können über Spuren auf der Oberfläche und die innere Struktur des Metalls Auskunft über ihre Entstehung geben. Diese Hinweise gilt es zu erkennen, zu erfassen und zu interpretieren. Hierzu müssen die Messer genau untersucht und mit verschiedenen Methoden analysiert werden. Verstanden und

ausgewertet werden können die so gewonnenen Daten aber nur durch Experimente, bei denen der Herstellungsprozess der Bronzemesser mit authentischen Materialien und Werkzeugen nachvollzogen wird. Diese Vorgehensweise wird es in Zukunft ermöglichen, die Messer unter einem neuen, technologisch orientierten Blickwinkel zu betrachten. Darüber hinaus können uns die Bronzemesser viel über Arbeitsweise, Fähigkeiten und Kenntnisse der Handwerker sowie Vorlieben und Ansprüche der Nutzer erzählen.

Im folgenden Artikel werden die konzeptuellen Ansätze zur Untersuchung von Herstellungsprozessen erläutert. Der Fertigungsprozess von Bronzemessern wird, anhand der bisherigen Ergebnisse auf Grundlage von Experimenten, dargelegt.

Der konzeptuelle Ansatz der „chaîne opératoire“

Das Konzept der chaîne opératoire wurde in den 1950-er Jahren vom französischen Technologen, Ethnologen und Prähistoriker André Leroi-Gourhan eingeführt (SCHLANGER 2005). In seinem viel beachteten Werk „Le geste et la parole“ von 1964 hat er den Begriff weiter ausgeführt und ihn als eine Abfolge von technischen Handlungen bezeichnet, die zum Erreichen eines bestimmten Resultates notwendig sind. Die einzelnen Arbeitsschritte oder Gesten reihen sich dabei wie Kettenglieder aneinander. Unter „Technik“ versteht Leroi-Gourhan eine bestimmte Geste in Verbindung mit einem Werkzeug, die Teil eines organisierten Ablaufes ist (LEROI-GOURHAN 1964, 164).

Der konzeptuelle Ansatz der „chaîne opératoire“ wird in der Archäologie heute für Studien in den Bereichen Metallurgie, Keramik, Textilien und weiteren speziali-

sierten Handwerkszweigen angewendet. Dabei werden nicht nur die Artefakte und Produktionsabfälle identifiziert, der Nachvollzug von Arbeitsprozessen schliesst auch die Untersuchung von Werkzeugen und deren Funktionalität mit ein, oder aber zeitliche und räumliche Aspekte wie die Organisation eines Arbeitsplatzes oder die Herkunft des Rohmaterials. Indem ein Fund in den Zusammenhang seiner Herstellung gestellt wird, können Einblicke über Wissen, Können und Geschick der prähistorischen Handwerker gewonnen werden. Damit eröffnen sich weitere Dimensionen hin zu ökologischen, kognitiven oder sozialen Fragestellungen.

Um „chaînes opératoires“ rekonstruieren zu können, werden die damit in Verbindung stehenden materiellen Hinterlassenschaften mit verschiedenen Methoden untersucht. Zum Einsatz kommen optische Analysen wie die Gebrauchsspurenanalyse, Radiografie, Elementanalysen, Härtemessungen und die Metallografie. Die damit gewonnenen Daten geben Aufschlüsse über die chemische Zusammensetzung der Werkstücke und deren physikalische Eigenschaften oder über mechanische und thermische Bearbeitungsvorgänge, denen sie unterworfen waren. Auf diese Weise können aber nur hypothetische Aussagen gemacht werden. Um die aufgestellten Thesen zu überprüfen, bedarf es der Experimentellen Archäologie.

Forschungsgeschichte

Schon früh war es ein Anliegen der Forscher herauszufinden, wie Bronzeobjekte hergestellt worden waren. Dabei wurden teils – aus heutiger Sicht – haarsträubende Versuche vorgenommen, wie der Guss von Sicheln in originale, spätbronzezeitli-

che Sandsteingussformen (COGLAN 1975, 136-139). Erste systematische Untersuchungen führte H. Drescher ab den 1950-er Jahren durch und legte mit seinem Werk zur Technik des Überfanggusses (DRESCHER 1958) eine Arbeit vor, in welcher die Bronzeartefakte unter einem rein technologischen Aspekt betrachtet werden. Ab den 1990-er Jahren wurden Experimente über Bronzeartefakte gezielt eingesetzt zur Überprüfung von Theorien oder zur Auswertung der Messergebnisse naturwissenschaftlicher Analysen (BUCHWALD, LEISNER 1990; PERNOT, MONTHEILLET 1994). Im neuen Jahrtausend wurde das Potenzial, welches die Experimentelle Archäologie in Kombination mit verschiedenen analytischen Methoden bietet, durch die Arbeiten von T. L. Kienlin (KIENLIN 2008) über die frühbronzezeitlichen Beile aufgezeigt. Im Fokus herstellungs- und gebrauchstechnischer Untersuchungen standen bei den Arbeiten von Faoláin und Northover (FAOLÁIN, NORTHOVER 1998) sowie Siedlaczek (SIEDLACZEK 2011) die Schwerter Irlands beziehungsweise Deutschlands. Sie sind quasi die großen Brüder der unscheinbaren Messer, denen in meiner Arbeit die ganze Aufmerksamkeit zukommt.

#### Die Materialbasis

Basis für die Untersuchungen sind 162 Bronzemesser aus der spätbronzezeitlichen Seeufersiedlung Zürich Wollishofen-Haumesser (HEIERLI 1886). Auf einer Untiefe, genannt Haumesser, am Ufer des unteren Zürichsees bestand von ca. 1050 bis 960 v. Chr. eine große Siedlung. In den 1880-er Jahren wurde diese Untiefe zwecks Materialentnahme abgebagert, um vor den Toren der Stadt Zürich die neue Seepromenade aufzuschütten. Bau-

arbeiter sortierten aus dem Schlamm Keramik, Knochen, Steinartefakte, Textilreste und über 2000 Bronzeobjekte. Diese verkauften sie an Sammler oder Private. Die Antiquarische Gesellschaft Zürich, welche den Wert dieser Funde durchaus erkannt hatte, erwarb einen großen Teil davon. Diese Sammlung ging später an das Schweizerische Nationalmuseum über und bildet heute das Inventar dieser Siedlung, von der wir aufgrund der Fundumstände nur äußerst spärliche Kenntnisse über Ausdehnung oder Organisation haben.

Da Schichtzugehörigkeiten und der genaue Auffindungsort sämtlicher Funde nicht mehr rekonstruiert werden können, bleibt für eine Auswertung nur, die Objekte aus sich selbst sprechen zu lassen.

Für die Messer konnte im Vergleich mit stratifizierten Bronzemessern anderer Fundstellen eine typochronologische Gliederung vorgenommen werden. Dabei zeigte sich, dass ein Großteil der Messer in die Blütezeit der Siedlung während der Stufen Ha B1 und B2 fällt. Dank einiger älterer und auch jüngerer, nachsiedlungszeitlicher Exemplare lässt sich beispielhaft die typologische Entwicklung der Objektgruppe Messer von der Stufe Bz D bis Ha B3 nachvollziehen.

Durch die Lagerung der Funde in nassen Sedimenten unter Ausschluss von Sauerstoff sind die Bronzemesser nur teilweise von Korrosion betroffen. Dieser Umstand war ausschlaggebend dafür, die Untersuchungen um die Dimension der Herstellungs- und Nutzungsgeschichte dieser Objekte zu erweitern.

#### Methodisches Vorgehen

Mit einer Ausnahme sind sämtliche Bronzemesser von Wollishofen-Haumesser

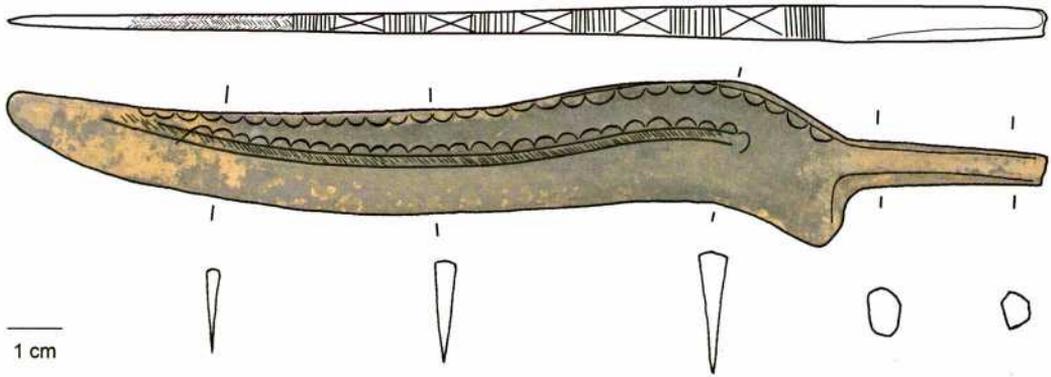


Abb. 1: Griffdornmesser von Wollishofen-Haumesser, welches als Vorlage für die experimentell nachgearbeiteten Messer diente (Inv.-Nr. 1277-6).

gebrauchsfertige Objekte. Lediglich ein Exemplar kann als Halbfabrikat bezeichnet werden, welches vermutlich während des Hämmerns zerbrochen und weggeworfen wurde. Daher muss die Entstehungsgeschichte dieser Objekte indirekt und rückwärts, vom Endprodukt ausgehend, aufgerollt werden.

Die Messer von Wollishofen-Haumesser wurden einer eingehenden optischen Untersuchung unterzogen. Von Auge und noch besser unter dem Binokular bei Schräglicht wurden Spuren auf den Metalloberflächen sichtbar, die fotografisch und zeichnerisch dokumentiert wurden. Diese Spuren können von der Herstellung, dem Gebrauch der Messer, ihrer langen Zeit im Boden oder dem Auffinden und der nachfolgenden Behandlung der Fundstücke herrühren.

Um die Geschichte der Herstellung dieser Messer zu rekonstruieren galt es daher, jene Spuren zu identifizieren, die vom Guss und der nachfolgenden Überarbeitung mit verschiedenen Werkzeugen stammten. Dies sollte über den praktischen Nachvollzug des gesamten Arbeitsprozesses unter Verwendung au-

thentischer Werkzeuge und mit Techniken, die in der Spätbronzezeit bekannt waren, erfolgen. Hierzu wurden von der Fundstelle Wollishofen-Haumesser sämtliche Gerätschaften wie Gussformen, ein Düsenfragment, Kupferbarren, fünf Tülnenhammer, zwei Bronzeambosse, Schleifsteine und diverse Kleinwerkzeuge, die mit dem Metallhandwerk in Zusammenhang gebracht werden können, detailliert aufgenommen und ebenso auf Spuren untersucht. Ergänzend wurden sämtliche in der Literatur greifbaren Bronzebearbeitungswerkzeuge und Gussformen aus schweizerischen Seeufersiedlungen zusammengetragen.

Für die Experimente wurde in mehrfacher Ausführung ein Messer von Wollishofen-Haumesser nachgearbeitet (Abb. 1). Es gehört zu einer Gruppe von zwanzig Griffdornmessern mit einer einheitlichen Form und Verzierung, wie sie in diesem Umfang nur von der Fundstelle Wollishofen-Haumesser vorliegt. Das Messer datiert in die Blütezeit der Siedlung, in die Stufe Ha B2.



Abb. 2: Die nachgearbeiteten Bronzemesser in den verschiedenen Arbeitsstadien; vom Rohguss bis zum fertigen Messer.

Die „chaîne opératoire“ der Herstellung von Bronzemessern

Im Folgenden soll anhand einiger ausgewählter Aspekte der Herstellungsprozess dieses Messers erläutert werden (Abb. 2). Die hier vorgestellte „chaîne opératoire“ gilt im Grunde für alle spätbronzezeitlichen Bronzemesser.

Guss

Am fertigen Messer zeugen Reste von Gussnähten im Bereich des Griffdornes

von der Verwendung zweischaliger Gussformen. Die hier teilweise noch erhaltene Gusshaut ist durch ihre sandpapierartige Oberfläche charakteristisch für Sandsteingussformen. Die Hälfte aller Negative in den fast ausschließlich aus Sandsteinen bestehenden Gussformen aus schweizerischen Seeufersiedlungen ist für den Guss von Messern bestimmt. Der Eingusstrichter liegt dabei entweder an der Spitze der Messerklinge oder am Griffdorn. Im Gussformnegativ verlaufen die Klingenrücken gerade oder sogar leicht abfallend. Der Bereich der Schnei-



Abb. 3: Ausbesserung mit Ton an einem Messernegativ in einer Sandsteingussform. Links Originalgussform von Zürich-Alpenquai (Inv.-Nr. AQ26073), rechts für die Herstellung der Replikat verwendete Gussform.



Abb. 4: Bruchstelle am Griffende zum Ansatz des Eingusstrichters. Links Griffdornmesser (Inv.-Nr. 1277-6), rechts Replikat.

de ist wenige Millimeter dick. Diese bewusste Formgestaltung im Negativ wird für den weiteren Bearbeitungsprozess von Bedeutung sein.

Der experimentelle Nachguss erfolgte ebenfalls in Sandsteingussformen. Die Bronze wurde in Tontiegeln in einer Grube mit Holzkohle bei künstlicher Luftzufuhr durch zwei Blasebälge geschmolzen. Nach einigen Güssen zeigten sich vor allem am Übergang von Griff zu Klinge Ab-splinterungen im Stein, welche mit Ton

ausgebessert wurden. Gleichartige Reparaturen lassen sich auch an einer Messergussform von Zürich-Alpenquai nachweisen (Abb. 3).

#### Abtrennen von Gusstrichter und Gussbrauen

Nach dem Guss müssen am Rohguss der Eingusstrichter und die Gussbrauen, die an der Nahtstelle der beiden Gussformhälften entstanden sind, abgetrennt wer-

den. Durch mehrfaches Umbiegen bis zum Ermüdungsbruch können die feinen Gussbrauen entfernt werden. Der Eingusstrichter jedoch erfordert eine kontrollierte Abtrennung. Im glühenden Zustand ist Bronze brüchig. Dann kann der Ansatz des Gusstrichters mit einem Meißel gekerbt und danach abgebrochen werden. Es entsteht eine raue Bruchstelle. Eine solche lässt sich am Griffende einiger der Messer von Wollishofen-Haumesser nachweisen. Dies ist indirekt der Nachweis dafür, dass diese Exemplare vom Griff her gegossen worden sind (Abb. 4). Andere Bronzemesser hingegen weisen hier eine umlaufende Gussnaht auf, was wiederum der Beleg für einen Guss von der Klingenspitze her ist.

#### Hämmern und Zwischenglühen

In der späten Mittelbronzezeit kommen bronzene Tüllenhämmer (JOCKENHÖVEL 1982) und Bronzeambosse (EHRENBERG 1981) auf, die oft mit der Toreutik in Zusammenhang gebracht werden. Die Nachgüsse dieser Werkzeuge nach der Vorlage der Funde von Wollishofen-Haumesser stellten sich jedoch als wenig geeignet für das Kalthämmern der Messer heraus. Schlag und Gegenschlag waren zu punktuell und wuchtig und führten zu Ermüdungsbrüchen trotz zwischenzeitlichem Rekristallisationsglühen. Für diesen Arbeitsschritt bewährt haben sich Steinhämmer, bestehend aus ungeschäfteten Geröllen, die gut in der Hand liegen und eine gut definierte Schlagfläche aufweisen (Abb. 5). Der direkte Schlag erlaubt eine präzise Kontrolle der Verformung des Metalls. Als Unterlage diente ebenfalls ein Stein.

Steinhämmer und Ambosse als Fundkategorie der Spätbronzezeit sind in der Lite-



*Abb. 5: Einer der zum Kalthämmern der Messerrohlinge verwendeten Geröllsteine mit dem Steinamboss im Hintergrund.*

ratur kein Thema. Bei Altgrabungen wurden meist nur offensichtliche Steinartefakte wie die Gussformen oder Schleifsteine mit deutlichen Spuren aufbewahrt. Von neueren Grabungen wurden die Steine nur selten systematisch untersucht und vorgelegt (LEUVREY 1999; RIBAUX 1986). Aus diesen Inventaren stammen auch faustgroße, längliche Geröllsteine mit deutlichen Schlagmarken. Sie werden meist mit dem Zubereiten von Lebensmitteln oder dem Zerstoßen von Steingrus für die Magerung von Ton zur Keramikherstellung in Zusammenhang gebracht. Eine weitere Einsatzmöglichkeit wird beim Picken der Mahlfläche von Getreidemöhlen gesehen. Derartige Steine dürfen sicherlich verschiedenen Verwendungszwecken gedient haben. Ein Einsatz bei der Bronzebearbeitung müsste aber ebenso in Betracht gezogen und durch weiterführende Untersuchungen geklärt werden.

Das Hämmern der Klinge hat zum Ziel, den Bereich der Schneiden auszudünnen. In der Gussform muss diese Partie etwas dicker ausgeformt werden, um gelungene Rohgüsse zu gewährleisten. Erst durch

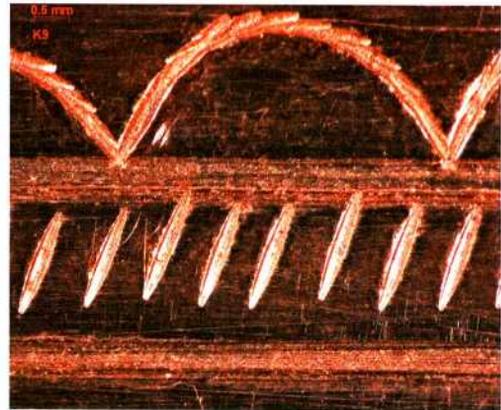


Abb. 6: Die ziselierten Halbkreisbögen mit den sich überlappenden Meißelhieben über der geritzten Rillenzier. Links Original und rechts Replikat.

das Hämmern wird eine scharf zulaufende Schneide geformt. Außerdem gewinnt dadurch die Bronze bedeutend an Härte. Durch das Hämmern verformt sich die ganze Klinge. Der im Rohguss noch gerade Rücken biegt sich vor allem im vorderen Bereich nach oben. Erst jetzt erhält das Messer seinen eleganten Schwung. Diese Form ist beabsichtigt und musste bereits beim Herstellen der Gussform berücksichtigt werden. Hier zeigt sich gut die vorausschauende Planung der einzelnen Arbeitsschritte und wie sie voneinander abhängen.

#### Schleifen

Vor dem Verzieren müssen die Metallberflächen der Klinge glatt geschliffen werden. Hierzu wurden ebenfalls unter anderem Steine verwendet. Als klassische Schleifsteine wurden bisher plattige Sandsteine mit eindeutigen Schleifrippen angesehen. Dies setzt ein flächiges Überarbeiten des Werkstückes voraus. Bei den Experimenten hat sich gezeigt, dass die Oberfläche viel gezielter überarbeitet werden kann, wenn Geröllsteine verwendet werden. Verschiedene Formen und

Körnungen ermöglichen den Grob- bis Feinschliff aller Partien des Messers. Dieser Arbeitsschritt hinterlässt an den Schleifsteinen selbst kaum Abnutzungsspuren, hingegen ist ein bronzefarbener Abrieb zu beobachten. Die Literaturrecherche erbrachte, dass ein gleichartiger Metallglanz auf genau solch unscheinbaren Geröllsteinen beobachtet werden konnte (EBERSCHWEILER, RIETHMANN, RUOFF 2007, 230-231, Abb. 330). Der Glanz war jedoch nur kurz nach der Bergung sichtbar. Schon wenige Zeit danach war er durch Oxidation verschwunden und der Stein damit als Werkzeug zur Metallbearbeitung nicht mehr erkennbar.

#### Verzieren

Bei einem Großteil der Messer von Wollishofen-Haumesser ist die Klinge verziert. Das als Vorlage für die Experimente dienende Messer hat ein Klingendekor bestehend aus zwei schneidparallelen Linien mit dazwischenliegendem Band aus schrägen Kerben, darüber liegt eine Bogenreihe. Eine weitere, hängende Bogenreihe, folgt dem Verlauf des Klingentrückens. Der Rücken ist abwechslungs-

weise mit Strichbündeln und Kreuzen verziert, gefolgt von einem Fischgrätmuster gegen die Klingenspitze hin.

Teils von bloßem Auge, teils erst in der Vergrößerung unter dem Binokular wird erkennbar, dass die Bögen nicht mit halbkreisförmigen Formpunzen geschlagen wurden, sondern durch unzählige, aneinandergereichte Meißelhiebe gebildet werden (Abb. 6). Die Technik des Ziselierens besteht darin, dass mit einem Ziseliermeißel durch Materialverdrängung Vertiefungen ins Metall geprägt werden. Verwendet wurde dabei ein meißelartiges Werkzeug mit leicht gerundeten Kanten von ca. 5 mm Schneidenbreite. Unter den Kleinwerkzeugen von Wollishofen-Haumesser finden sich nur wenige, die hierfür in Frage kommen. Es sind stabförmige Objekte mit einer Schneide auf der einen und einem geraden Abschluss auf der anderen Seite. Dass letzterer als Schlagfläche diente, zeigen deutliche Brauen an den Kanten.

Die schneidenparallelen Linien hingegen sind nicht ziseliert, sondern geritzt. Diese spanabhebende Verzierungstechnik muss mit einem Werkzeug durchgeführt worden sein, welches bedeutend härter als Bronze ist. Um die zueinander absolut parallelen Linien eingravieren zu können, musste eine Schablone zu Hilfe genommen oder ein spezielles Gerät verwendet worden sein. Die Untersuchungen hierzu laufen noch.

### Griff und Schärfe

Erst mit dem Griff wird das Messer zu einem gebrauchsfähigen Gegenstand. Die allermeisten Griffe dürften aus Holz bestanden haben, die sich nur in wenigen Ausnahmefällen erhalten haben. Einen Hinweis auf die Gestaltung des Heftes er-

halten wir von den Vollgriffmessern, deren Griffteil aus Bronze in einem Stück mit der Klinge oder nachträglich im Überfang gegossen wurde. Erhalten haben sich außerdem Griffe aus Hirschgeweih. Der Griffdorn, der bei vielen Messern mit gekerbten Widerhaken versehen ist, wird in den weichen Kern des Geweihs getrieben. Die gekrümmte Form der Geweihenden bildet ein formvollendetes Gegengewicht zur geschwungenen Klinge.

Vermutlich als letzter Schritt erfolgte das Schärfen der Klinge. Hierzu wurde die Schneide gedengelt, das heißt, die untersten 3-5 mm der Klinge wurden nochmals kalt gehämmert und dadurch rasiermesserscharf ausgetrieben und gehärtet.

### Gussgleiche Messer

Durch die Erkenntnisse, die sich über die intensive praktische Auseinandersetzung mit den Messern und ihrer Herstellung ergeben haben, müssen gewisse in der bisherigen Literatur vertretene Annahmen überdacht werden. Dies gilt beispielsweise für die Definition gussgleicher Messer. Als gussgleich gelten Bronzegegenstände, die ein und derselben Gussform entstammen. Damit impliziert wird eine zeitnahe Herstellung durch ein und dieselbe Werkstätte. Gussgleiche Gegenstände können somit ein Datierungsansatz wie auch ein Beleg für Handelsbeziehungen zwischen verschiedenen Fundorten sein. Oft wird davon ausgegangen, dass Bronzen dann gussgleich sind, wenn sie in ihrer äußeren Form übereinstimmen und einer Gussform entstammen, welche ein identisches Negativ aufweist.

Der experimentelle Nachvollzug der Messerherstellung hat jedoch augenfällig gezeigt, welche großen Formveränderungen die Messer während ihrer Herstellung un-



Abb. 7: Ein Gussformmerkmal an einem Originalmesser (Inv.-Nr. 1276-4), entstanden durch nicht exakt übereinstimmende Gussformnegative.

terworfen sind. Vor allem der Arbeitsschritt des Hämmerns verändert den Umriss der Klinge stark. Obschon stets eine bestimmte Endform angestrebt worden ist, sind Klingen aus ein und derselben Gussform nach ihrer Überarbeitung nicht identisch. Hinzu kommt die nachfolgende Veränderung durch den Gebrauch und das Nachschärfen.

Trotzdem gibt es am fertigen Messer einige Merkmale, die auf ihre gemeinsame Herkunft aus einer Gussform hinweisen: Der Übergang von Griffdorn und Klinge wird durch das Hämmern nur geringfügig verformt, auch weil diese Partie die größte Materialstärke aufweist. Einige der Originalmesser von Wollishofen-Haumesser weisen zudem an der Klingebasis eine Eigenheit auf, die als Gussformmerkmal bezeichnet wurde (Abb. 7). Sie rührt daher, dass die beiden Gussformhälften nicht identisch ausgeführt wurden, wodurch im Rohling ein kleiner Absatz entsteht. Dieser wurde nicht vollständig überarbeitet, so dass er auch am fertigen Objekt noch zu erkennen ist. An den experi-

mentell hergestellten Messern aus ein und derselben Gussform können entsprechende, charakteristische Gussformmerkmale beobachtet werden.

Die nochmalige Durchsicht aller Messer von Wollishofen-Haumesser ermöglichte die Identifikation einer Gruppe von fünf Messern, die anhand der neu definierten Kriterien als gussgleich bezeichnet werden dürfen. Darunter befindet sich auch das als Vorlage benutzte Messer. Alle Exemplare weisen ein übereinstimmendes Klingendekor auf. Die Ziselierungen sind sich in ihrer Ausführung sehr ähnlich; sie tragen sozusagen dieselbe Handschrift.

Zusätzlich konnte von der weniger als einen Kilometer entfernten Fundstelle Zürich-Alpenquai, welche teilweise gleichzeitig bestanden hat, ein Messer ausgemacht werden, welches ebenfalls dieser Gruppe zugeordnet werden kann (MÄDER 2001, Taf. 18,2).

Dies erlaubt die Schlussfolgerung, dass diese sechs Messer höchstwahrscheinlich in Wollishofen-Haumesser hergestellt worden sind, vermutlich sogar durch ein und denselben Handwerker.

#### Weiterführende Untersuchungen

Die bisherigen Ergebnisse basieren auf den im wahrsten Sinne des Wortes oberflächlichen Analysen der Herstellungsspuren an den Messern, Gussformen und Werkzeugen. Bei den weiterführenden Arbeiten sollen auch die „inneren Werte“ der Messer zum Zuge kommen. Die innere Struktur von Metallen gibt Aufschluss über die mechanische Verformung und thermische Behandlung der Objekte. Sie birgt damit wichtige Informationen über die Arbeitsschritte des Gießens, des Hämmerns und des Zwischenglüehens.

Für metallografische Analysen zur Unter-

suchung des kristallinen Gefüges müssen Bronzeobjekte angeschliffen oder geschnitten werden. Um diese Eingriffe in die Fundobjekte zu umgehen, konnte ein Projekt in Zusammenarbeit mit dem Paul Scherrer Institut Villigen, Schweiz, gestartet werden. Dabei soll mittels energiewahlender Neutronentomografie versucht werden, gleichwertige Aussagen zum Gefüge der Messer zu gewinnen. Die experimentell hergestellten Messer können zusätzlich konventionell metallografisch analysiert werden. Dies ermöglicht die indirekte Interpretation der neutronentomografischen Messbilder.

Zudem werden einzelne Aspekte des Herstellungsprozesses vertieft untersucht, so zum Beispiel die Frage nach den für die Verzierung verwendeten Werkzeugen. Die bisherigen Arbeiten ließen die Vermutung aufkommen, dass in der Spätbronzezeit beim Ziselieren zum Teil bereits Stahlwerkzeuge zum Einsatz kamen. Mit Hilfe einer eigenen Experimentierserie soll das Spurenbild, welches Ziseliermeißel aus verschiedenem Material auf dem Werkstück hinterlassen, mit den Originalen verglichen werden.

Durch die bisherige intensive theoretische und praktische Auseinandersetzung mit den Messern ergaben sich viele Einsichten in die Herstellung dieser Objektgattung und auch ins Bronzehandwerk im Allgemeinen. Gleichzeitig wurden auch viele neue Fragen aufgeworfen. Es liegt in der Natur der Untersuchungen zur „chaîne opératoire“ eines Gegenstandes und ganz im Sinne des Begründers dieses Begriffes, André Leroi-Gourhan, dass sich neben Erkenntnissen zu den technischen Abläufen, verwendeten Materialien und Werkzeugen auch Fragen auf tun zu Funktion, Aussehen und Wertschätzung von Objekten und nicht zuletzt auch zum

Denken und Handeln des Handwerkers, der hinter jedem dieser Produkte steht.

## Zusammenfassung

Spätbronzezeitliche Bronzemesser wurden bisher fast ausschliesslich typochronologisch untersucht, während ihre Herstellung meist nur am Rande abgehandelt wurde. Bei genauem Hinschauen kann uns ein Bronzemesser neben formalen Aspekten viel über Arbeitsweise, Fähigkeiten und Kenntnisse der Handwerker sowie Vorlieben und Ansprüche der Nutzer erzählen. Der technologische Blickwinkel erweitert die Aussagemöglichkeiten eines Fundobjektes wesentlich.

Die auf den Messerklingen konservierten Herstellungs- und Nutzungsspuren werden im Rahmen meiner laufenden Dissertation untersucht. Umfangreiche Experimentserien ermöglichen die Zuordnung der Arbeitsspuren zu den einzelnen Herstellungsschritten sowie die Identifikation der dabei eingesetzten Werkzeuge. Das Ergebnis soll die Rekonstruktion der „chaîne opératoire“ der Messer vom Guss bis zum gebrauchsfertigen Alltagsgerät sein.

## Literatur

**BUCHWALD, V. F., LEISNER, P. 1990:** A metallurgical study of 12 prehistoric bronze objects from Denmark. *Journal of Danish Archaeology* 9, 1990, 64-102.

**COGLAN, H. H. 1975:** Notes on the Prehistoric Metallurgy of Copper and Bronze in the Old World. Pitt Rivers Museum, Occasional Papers on Technology 4. Oxford 1975.

**DRESCHER, H. 1958:** Der Überfangguss. Ein Beitrag zur vorgeschichtlichen Metalltechnik. Mainz 1958.

**EBERSCHWEILER, B., RIETHMANN, P., RUOFF, U. 2007:** Das spätbronzezeitliche Dorf von Greifensee-Bösch. Dorfgeschichte, Hausstrukturen und Fundmaterial. Zürich und Egg 2007.

**EHRENBERG, M. R. 1981:** The Anvils of Bronze Age Europe. *The Antiquaries Journal* 61, 1, 1981, 14-29.

**FAOLÁIN, S. Ó., NORTHOVER, J. P. 1998:** The Technology of Late Bronze Age Sword Production in Ireland. *The Journal of Irish Archaeology* 9, 1998, 69-88.

**HEIERLI, J. 1886:** Der Pfahlbau Wollishofen. *Mitteilungen der Antiquarischen Gesellschaft Zürich* 22, 1886, 1-30.

**JOCKENHÖVEL, A. 1982:** Zu den ältesten Tüllenhämmern aus Bronze. *Germania* 60, 2, 1982, 459-467.

**KIENLIN, T. L. 2008:** Frühes Metall im nordalpinen Raum. Eine Untersuchung zu technologischen und kognitiven Aspekten früher Metallurgie anhand der Gefüge frühbronzezeitlicher Beile. *Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie*, Bd. 162. Bonn 2008.

**LEROI-GOURHAN, A. 1964:** *Le geste et la parole. Technique et langage.* Paris 1964.

**LEUVREY, J.-M. 1999:** *L'industrie lithique du Bronze final: étude typo-technologique.* Hauterive-Champréveyres 12. Neuchâtel 1999.

**MÄDER, A. 2001:** Die spätbronzezeitliche Seeufersiedlung Zürich-Alpenquai. Die Metallfunde. Baggerungen von 1916 und 1919. *Zürcher Archäologie* 3. Zürich und Egg 2001.

**PERNOT, M., MONTHEILLET, F. 1994:** Archaeometallurgy of metal working: hammering of copper base alloys during the protohistoric period. First results. *Revue de métallurgie. Cahiers d'Informations Technique* 91,5, 1994, 850-861.

**RIBAU, Ph. 1986:** Cortaillod-Est, un village du Bronze final. *L'homme et la pierre.*

*Archéologie neuchâteloise* 3. Saint-Blaise 1986.

**SCHLANGER, N. 2005:** Chaîne opératoire. In: C. Renfrew, P. G. Bahn (Hrsg.), *Archaeology: The Key Concepts.* London 2005, 25-29.

**SIEDLACZEK, M. 2011:** Der experimentelle Nachguss von bronzezeitlichen Schwertern. *Experimentelle Archäologie in Europa, Bilanz 2011.* Oldenburg 2011, 109-119.

Abbildungsnachweis

Alle Abbildungen: Katharina Schäppi

Autorin

Katharina Schäppi

Im Winkel 9

CH-8450 Andelfingen

## Die Herstellung von Bronzelanzenspitzen

Ein wissenschaftliches Experiment im Keltenmuseum Hochdorf/Enz

Tiberius Bader, Patrick Geiger, Frank Trommer

**Summary** – *The great number of Bronze Age lances and corresponding moulds aroused interest in how these weapons of the past could have been manufactured. At a special weekend the visitors of the Keltenmuseum Hochdorf could attend a performance of experimental archaeology which showed the casting of lances in three different ways: in permanent (steatite) casting moulds, using lost wax technique and in moulding sand.*

Die Lanze hatte im Laufe ihrer Geschichte stets eine wichtige Bedeutung als Waffe wie auch als Macht- und Statussymbol (Abb. 1). Durch die zahlreichen archäologischen Lanzenfunde und auch deren Gussformen entstand die Frage, welche Technik in der Bronzezeit angewendet wurde, um sie herzustellen. Die Besucher des Keltenmuseums Hochdorf/Enz hatten am 17. und 18. Juli 2010 die Gelegenheit, drei verschiedene Gusstechniken im Rahmen eines wissenschaftlichen Experiments der Arbeitsgruppe APMT zu beobachten.

Hinweise zur Technologie der Lanzenspitzenherstellung ergeben sich aus der Analyse von Halbfertigprodukten, Gussnähten, Metallabfällen, Schlackeresten, Arbeitswerkzeugen und anderen Arbeitsmitteln und schließlich von Gussformen und Legierungen selbst. Anhand der Gussformen aus Stein, Metall oder Lehm ist es möglich, verschiedene Gussverfahren zu rekonstruieren. Leider sind Funde von Gussformen jedoch nicht häufig. Noch

seltener sind Gusskerne erhalten, die ebenfalls Hinweise auf die Herstellungstechnik geben könnten.

Bei der Herstellung von Lanzenspitzen und anderen Waffen und Geräten können verschiedene Gusstechniken zum Einsatz kommen. Die Funde von Gussformen, wie zum Beispiel der Gussformenfund von Heilbronn-Neckargartach, zeigen uns, dass Lanzenspitzen mit Hilfe des Kokillengussverfahrens (Zweischalenguss) hergestellt wurden. Die frühen Gussformenfunde für Lanzenspitzen in Niederösterreich, Südbayern und dem Fürstentum Liechtenstein deuten darauf hin, dass mit Übernahme der Waffenform auch die Herstellung vor Ort aufkam. Dies passierte noch vor der mittelbronzezeitlichen Stufe Lochham. Die Gussformenfunde aus Sandstein in mehreren Siedlungen deuten auf einen dezentralisierten Herstellungsprozess, der zu verschiedenen Varianten und Verzerrungen führte.

Die Gussformen für die Lanzenspitzen im Nordischen Kreis hat Jantzen zusam-



Abb. 1: Rekonstruierte Bronzelanzenspitzen.

mengestellt (JANTZEN 2008). Erstaunlicherweise sind sie ausschließlich aus keramischem Material hergestellt. Insgesamt kennt er 19 Stücke, die meist nur fragmentarisch erhalten sind. Jantzen versuchte, einige Gussformen aus keramischem Material im Nordischen Kreis mit bekannten Lanzenspitzentypen zu vergleichen. Es ist jedoch schwierig zu bestimmen, welcher Lanzenspitzentyp aus einer bestimmten Gussform entsteht, denn die Unterscheidungsmerkmale mehrerer Typen sind zum Teil erst nach dem Guss angebracht worden.

Eine andere Möglichkeit, Lanzenspitzen zu gießen, ist der Guss in verlorener Form, „form à cire perdue“ bzw. das Wachsausschmelzverfahren. Leider ist es schwierig, dieses Verfahren archäologisch nachzuweisen. Hundt beschreibt vier bronzene Lanzenspitzen der früheren

bzw. mittleren Bronzezeit aus Ostmitteleuropa, die seiner Meinung nach mit Hilfe des Wachsausschmelzverfahrens hergestellt wurden (HUNDT 1986, 142).

Er geht davon aus, dass die Nagellöcher auf den Breitseiten nicht nur der Befestigung der Spitze am Schaft dienten, sondern auch zur Fixierung des Kernes beim Guss genutzt wurden. Da der Befestigungsstift des Kernes hierbei im rechten Winkel zur Schneide eingelegt sei, wäre das ein Hinweis auf einen Guss in verlorener Form, da sonst ein Aufklappen der beiden Formen bei einem Kokillenguss nicht möglich gewesen wäre.

Neben der frontalen Durchbohrung der Tülle könnte das Fehlen von Gussnähten (z. B. wie bei der Lanzenspitze aus Hernádkak, Grab 122) darauf hinweisen, dass dieses Stück mit Hilfe des Wachsausschmelzverfahrens hergestellt worden ist (SCHALK 1992, 143).

Eine weitere Möglichkeit wäre das heute noch in Werkstätten verwendete Verfahren des Gusses in Formsand. Dieser Vorgang ist archäologisch jedoch fast nicht nachweisbar und soll eigentlich zur Herstellung von zweiseitig profilierten Werkstücken wie Lanzenspitzen nicht geeignet sein. Goldmann vertritt die Meinung, dass mit dieser Methode kein Kernguss (s. u.) möglich sei (GOLDMANN 1981, 109ff.). Diese Anforderung könne nur mit Hilfe von Gussformen aus festem Material wie Lehm, Stein oder Metall erfüllt werden, die es ermöglichen, eine Gussform aus zwei Hälften für den Gießvorgang zusammenzusetzen.

Das Verfahren mit Kernguss, das bei allen drei vorgestellten Gusstechniken benutzt werden kann und bei dem ein Kern in die jeweilige Gussform eingelegt wird, war eine der wichtigsten Entdeckungen der frühen bzw. mittleren Bronzezeit; es

war die ganze Bronzezeit über in Gebrauch und wurde technisch weiterentwickelt. Mit dieser Technik konnte man Hohlräume und Aussparungen herstellen. Anfangs wurden die Kerne aus Ton hergestellt, sie mussten also bei jedem Gussvorgang neu angefertigt werden. Später fertigte man sie aus Metall, z. B. aus Bronze und konnte sie somit wiederverwenden. Eine Gussform aus dem Gussformenhortfund von Neckargartach, Baden-Württemberg (PARET 1954, 7ff.), wurde von Urbon als Form zum Giessen von Metallkernen zum Lanzenspitzen-guss interpretiert (URBON 1959, Abb. 1).

#### Kurze Geschichte der Experimente

Versuche, Bronze nach alter Methode zu gießen, haben eine lange Tradition. Eine ausführliche Erörterung dieses Themas finden wir zum ersten Mal in der Arbeit von Carl Neergaard. Er analysierte Gussformen, Gusskerne, Tiegel und Gusskuchen und ließ im Nationalmuseum Kopenhagen einen Gussversuch durchführen (NEERGAARD 1908).

Sehr intensiv hat sich Drescher mit der Bronzegießerei beschäftigt, zuerst mit dem Bronzeguss in Formen aus Bronze, dem Überfangguss, dann mit der bronzezeitlichen Gießerei (DRESCHER 1957; DRESCHER 1958). In der Schweiz hat sich Wyss in den sechziger Jahren des 20. Jh. mit der bronzezeitlichen Gusstechnik allgemein befasst (WYSS 1967).

Im Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen fanden im Rahmen der „Tage der experimentellen Archäologie 1992“ u. a. Versuche zur vorgeschichtlichen Technik des Bronzegusses statt. In den folgenden Jahren sind weitere Versuche durchgeführt worden. Im Vordergrund der Experimente standen hier nicht die einzel-

nen archäologischen Funde, sondern die Werkstoffe und ihre Eigenschaften (GIESE, SCHWÄMMLE, TROMMER 2003).

Anlässlich der Sonderausstellung „Pfahlbauland“ an den Ufern des Zürichsees im Sommer 1990 kam es zur Gründung einer „Bronzegießergemeinschaft“ in der Abteilung für Ur- und Frühgeschichte der Universität Zürich. Zu dieser Gruppe gehörten Mitarbeiter des Schweizerischen Landesmuseums, der Universität und der Denkmalpflege des Kantons Zürich. Im Jahr 1993 wurde auch eine Arbeitsgemeinschaft für Experimentelle Archäologie der Schweiz gegründet, um einen Informationsaustausch über die Gießergemeinschaft hinaus zu gewährleisten. Es wurden mehrere Experimente für die Kupfer-, Bronze- und Eisenzeit durchgeführt (FASNACHT 1991; FASNACHT 1995).

Am Workshop „Bronzemetallurgie“ in Halle/Saale vom 2. bis 5. Mai 1996 wurden außer den Vorträgen im Bereich der Bronzegießerei auch von sieben Mannschaften praktische Vorführungen zum Bronzegießen durchgeführt (FRÖHLICH 2001; HIRSCH, GRAF 1999).

Die Arbeitsgruppe APMT um Frank Trommer, die die Experimente im Keltenmuseum Hochdorf durch- und vorgeführt hat, beschäftigt sich seit mehr als 25 Jahren mit prähistorischem Bronzeguss (HOLDERMANN, TROMMER 2006; HOLDERMANN, TROMMER 2010; HOLDERMANN, TROMMER 2011). Bei diesen Experimenten sollten drei unterschiedliche Verfahren des Metallgusses für die Herstellung von Lanzenspitzen ausprobiert werden: Das Wachsausschmelzverfahren, der Zweischalenguss und auch der Guss in Formsand, der allerdings nicht archäologisch belegt ist.

(T. Bader)

## Bronzezeitlicher Lanzenspitzenguss – ein Experiment im Keltenmuseum Hochdorf/Enz

Die Idee zum Hochdorfer Experiment entstand zu Beginn des Jahres 2009, als sich der Autor auf der Suche nach Literatur zu einem Werkstattfund mit Gussformen und Blasebalgdüsen aus Kroatien (Sv. Petar Ludbreški) an T. Bader wandte, um danach Lanzenspitzen zu gießen. Nach einem Briefwechsel und einer Besprechung am 25. Februar 2010 in Hemmingen und Hochdorf im Keltenmuseum mit Frau Dr. Simone Stork, der Leiterin des Museums, waren wir uns einig, ein Experiment zum bronzezeitlichen Lanzenspitzenguss im Keltenmuseum durchzuführen. Neben dem wissenschaftlichen Experiment wurde in der Vorbereitung hier auch der besondere Aspekt auf die Vermittlung unserer Arbeit im Museum gelegt. Die Bronzegussvorführung fand auf dem Freigelände des Keltenmuseums im Bereich des nachgebauten keltischen Gehöfts statt. Die praktische Durchführung lag bei Frank Trommer, Patrick Geiger und weiteren Mitarbeitern (Blaubeuren), die wissenschaftliche Koordination und Begleitung bei Tiberius Bader, die Organisation bei Dr. Simone Stork. Für die Finanzierung der Aktion möchten wir der Gemeinde Eberdingen danken.

### Vorbereitungen

Das Experiment basiert auf bisherigen Arbeiten zur prähistorischen Bronzetechnologie (HOLDERMANN, TROMMER 2006; HOLDERMANN, TROMMER 2010; HOLDERMANN, TROMMER 2011) und dem zusätzlichen intensiven Studium der vorhandenen Literatur zur Lanzenspitzenherstellung. Die verschiedenen Verfahren wurden sorgfältig

im Vorfeld geplant und theoretisch vorbereitet. Hierüber wurde eine ausführliche Dokumentation erstellt. In der Werkstatt der Arbeitsgruppe APMT wurden die einzelnen Experimente praktisch in ihren Einzelheiten vorbereitet und in kleinen Serien getestet. Dazu zählten die Vorbereitung des Arbeitsplatzes, Aufbau des Ofens, Herstellung der Gussformen für den Kokillenguss, Herstellung von Formen für das Wachsausschmelzverfahren, die Einarbeitung in die Technik des Sandgusses und vor allem die Durchführung von Versuchen zum Guss von Tüllenwerkzeugen und Lanzen aus der Bronzezeit.

Die folgenden Installationen fanden Verwendung:

### Ofen

Der verwendete Schmelzofen ist eine aus Lehm aufgebaute, oval-schüsselförmige Herdstelle mit niedrigen Seitenwänden. Dafür wird ein Gemisch aus Lehm, Schamott und Pferdemist benutzt. Die Länge/Tiefe beträgt etwa 45-50 cm und die Breite misst etwa 30 cm. Die Wandung im Bereich der Düse ist ca. 25 cm hoch, während die restliche Wandhöhe 15 cm beträgt. Dieser Ofen ist das Resultat langjähriger Erfahrung im Bereich des prähistorischen Bronzegusses und entspricht einem prähistorischen Ofenfragment eines Bronzeschmelzofens aus dem Naturhistorischen Museum in Wien. Die Verbindung des Ofens mit den Blasebälgen erfolgt durch einen aus Lehm geformten Kanal, so dass die Balgspitzen nicht direkt mit dem Feuer in Berührung kommen und gleichzeitig ein Ansaugen der Flammen beim Öffnen des Blasebalges verhindert wird. Zusätzlich wird hier



Abb. 2: Der Schmelzofen mit Verbindungskanal zu Blasebälgen und Tiegel.

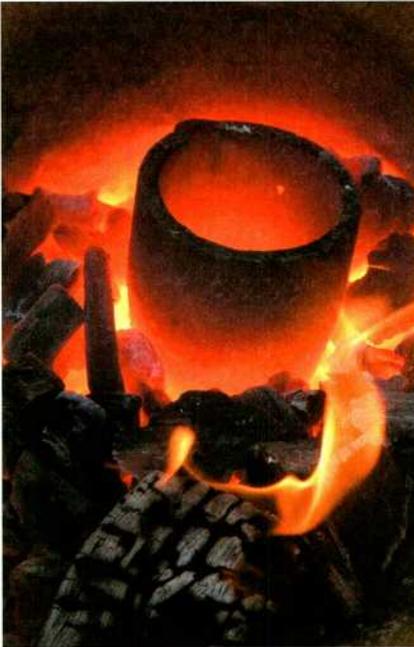


Abb. 3: Die Bronze schmilzt im Tiegel.

beim Einpressen der Luft in das Düsenloch durch die Saugwirkung noch mehr Luft in den Ofen geführt, wodurch ein rascheres Ansteigen der Schmelztemperatur erreicht wird (Abb. 2).

#### Blasebalg

Die verwendeten Blasebälge orientieren sich an antiken griechischen Vorbildern. Es handelt sich um zwei Spitzblasebälge mit einem Luftfassungsvermögen von etwa 22,5 Litern pro Balg. Mit diesem Belüftungssystem lässt sich mit nur einer Bedienungsperson die erforderliche Temperatur im Ofen erreichen. Auf den Einsatz von frühbronzezeitlichen Schlauchgebläsen mit einer Knickdüse wurde verzichtet, da bei unserem Experiment der Guss selbst im Vordergrund stand.



Abb. 4: Die vorbereiteten Specksteinformen mit Kern.



Abb. 5: Die Formhälften werden mit Hilfe von Haselruten zusammengehalten, der Kern wird an einer Bronzeschiene in der Form fixiert.

#### Tiegel

Auch bei den Tiegeln wurde aus den gleichen Überlegungen heraus auf einen bronzezeitlichen Typ verzichtet. Zur An-

wendung kamen moderne Graphittontiegel, die sich zwar an prähistorischen Formen orientieren, aber eine deutlich längere Lebensdauer haben. Außerdem ist aus Gründen der Sicherheit dem Graphittiegel bei Vorführungen der Vorzug zu geben, da ein einfacher Tiegel, der nach prähistorischen Gesichtspunkten hergestellt ist, beim Guss reißen kann. Der Tiegel kann etwa 600 Gramm Bronze fassen (Abb. 3).

#### Brennstoff

Als Brennmaterial wurde eine gute Buchenholzkohle mit einer Stückgröße von 4 bis 6 cm genutzt.

#### Rohmaterial

Für die einzelnen Experimente haben wir unterschiedliche Legierungen verwendet. Bei den meisten Gussversuchen wurde



Abb. 6: Die Bronze wird am Kern vorbei in die Form gegossen.

eine handelsübliche Bronze mit einer Legierung von 92 % Kupfer und 8 % Zinn aufgeschmolzen. Wir nutzen diese Bronze, weil sie im Mittel einer prähistorischen Bronze entspricht. Bei einigen Güssen haben wir eine von uns legierte Bronze mit etwa 10 % Zinn verarbeitet. Es ließ sich nach Durchsicht von tausenden metallurgischen Untersuchungen an den verschiedensten Bronzestücken kein werkstoffgebundener Grund für eine spezielle Legierungszusammensetzung nachvollziehen, wobei anzunehmen ist, dass für einige Stücke durchaus die optimale Zusammensetzung der Bronze ausgewählt worden ist. Eine Zinnbronze mit 8 % Zinnanteil hat den Vorteil, dass sich das Zinn beim Guss noch relativ gleichmäßig im Rohling bei der Bildung der Mischkristalle verteilt. Bei höheren Zinngehalten ist dies nicht mehr gewährleistet. Mit einer optimalen Kaltverdichtung nach dem Guss wird eine für den Gebrauch von Werkzeugen gute Härte und damit Schneidhaltigkeit erreicht.

#### Messgerät

Für die Temperaturmessungen während

des Experiments wurde ein digitales Messgerät mit einem Temperaturbereich von -500-1600° C der Herstellungsfirma Griesinger genutzt.

#### Guss in zweischaligen Formen (Kokillenguss)

Für den Guss in zweischaliger Form (Kokillenguss) wurden im Vorfeld bereits zwei Formen aus Speckstein hergestellt (Abb. 4). Die Vorlagen für diese Formen lieferten zum einen eine Lanzenspitze aus der befestigten Siedlung „Wasserburg Buchau“ (Baden-Württemberg) und eine Gussform aus der bekannten Werkstatt von Krasnomajak, Ukraine, nach dem der Lanzenspitzenotyp benannt ist.

Die ausgewählten Gussformen hatten folgende Maße:

- Bad Buchau, Negativ: Länge 215 mm, Breite 55 mm, Tüllendurchmesser 25 mm; Gussform: Länge 245 mm, Breite 110 mm, Dicke 2 Stücke mit je 30 mm. Fixierung des Kernes durch eine oben liegende Bronzeschiene, Einguss seitlich am Kern vorbei (Abb. 5-6).

- Krasnomajak, Negative: Länge 210 mm; Gussform: Länge 235 mm, Breite 50 mm, Materialstärke der beiden Formhälften je 30 mm. Fixierung des Kernes durch einen quer liegenden Bronzestift durch die Tülle. Einguss durch den Kern.

#### Der Gussvorgang

Nachdem der Werkstattbereich für den Guss aufgebaut worden war, wurde der Schmelzofen mit einer Ladung Holzkohle auf eine Betriebstemperatur von etwa 400-500° C vorgeheizt. Der mit den Bronzestücken gefüllte Tiegel (600 Gramm Zinnbronze) wurde nun in die Glut eingesetzt. Wichtig ist, dass der Tiegel an der



Abb. 7: Die Formen für die Lanzenspitze aus Bad Buchau mit Kern und die fertige Lanzenspitze.

Stelle mit der größten Hitze im Ofen steht, also im Bereich der Düsenöffnung zu den Blasebälgen. Der Gießer sorgt für den richtigen Stand des Tiegels im Feuer und für den ständigen Holzkohlenachschub. Gegen Ende des Schmelzvorganges wurde ein Holzbrett zur Abdeckung auf den Tiegel gelegt. Das Holzbrett verhindert das Hineinfallen von Holzkohlestücken während des Aufheizens, es erhält die Hitze im Tiegel und erzeugt durch die Verbrennung des Holzes eine reduzierende Atmosphäre im Tiegel. Dies erleichtert das Schmelzen der Oxidhaut des Metalls. Für das Aufschmelzen von ca. 600 g Bronze benötigten wir etwa 30 bis 35 Minuten. In der Zwischenzeit wurde die Form auf eine Temperatur von etwa 80° C angewärmt, damit diese möglichst trocken gegossen werden konnte. Kurz vor dem Guss wurden die beiden Formhälften mit einer Zwinde aus zwei Haselruten fest miteinander verklemt, so dass sie passgenau aufeinander saßen. Bei der Lanzenspitze aus Bad Buchau wurde der Kern, der ebenfalls aus Speckstein hergestellt wurde, mittels einer Bronzehalterung in der Form fixiert, damit dieser mittig mit



Abb. 8: Die Gussform für die Lanzenspitze aus Krasnomajak und die gegossenen Lanzenspitzen.

gleichstarkem Querschnitt in der Tülle der Form saß. Die Befestigung des Kerns in der Gussform ist nur bei wenigen Formen im archäologisch bekannten Fundmaterial klar ersichtlich (Abb. 7).

Bei der Form aus Krasnomajak wurde der Kern mit Hilfe eines quer durch die Tülle verlaufenden Bronzedrahtes gehalten (Abb. 8). Wichtig ist in jedem Fall, dass sich der Kern während des Gusses nicht verschieben kann, da dies zu ungleichen Dicken der Tüllenwandung führen kann, ja sogar bis zum Fehlguss mit nicht ausgeflossenen Teilen der Tülle. Zum sicheren Stand der Form wird diese beim Gussvorgang in ein Sandbett eingesetzt. Hat die Bronze im Tiegel die richtige Gießtemperatur erreicht, muss alles schnell gehen. Mit einer Zange wird der Tiegel aus dem Feuer geholt und die nun flüssige Bronze wird rasch in die Form gegossen. Dieser Vorgang darf nur wenige Sekunden dauern, weil sonst die Bronze nicht mehr heiß genug ist und somit die Form nicht richtig ausfließt. Das Ergebnis hängt von vielen Faktoren ab, zum Beispiel der Schnelligkeit beim Gießen, der Temperatur der flüssigen Bron-

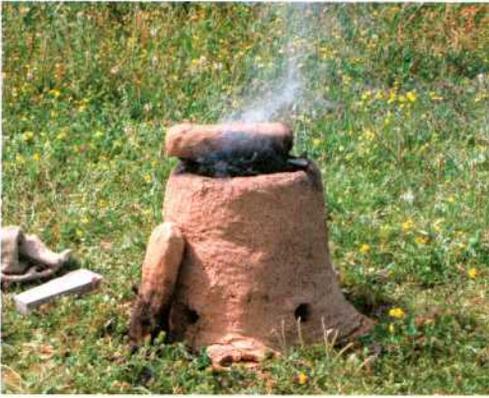


Abb. 9: Die in der Werkstatt vorbereitete Form wird gebrannt.

ze, der Lufttemperatur, der Trockenheit der Form, dem richtigen Fixieren des Kernes bis hin zum aktuell herrschenden Luftdruck.

Die Ergebnisse am Samstag waren nicht zufriedenstellend, da hier an manchen Stellen die Tülle nicht ganz ausgeflossen war. Am Sonntag dagegen wurden einige vollständige Stücke gegossen.

#### Guss in verlorener Form

Für den Guss in verlorener Form wurden bereits im Vorfeld Positivmodelle aus Wachs hergestellt. Diese wurden mit einem Eingusskanal versehen und dann in einem Mehrschichtverfahren in unterschiedlichen Lehm-mischungen eingepackt (GIESE, SCHWÄMMLE, TROMMER 2003). Im Verlauf von 2 Wochen wurden diese langsam getrocknet. Danach wurde das Wachs ausgebrannt.

Die angefertigten Formen hatten folgende Maße: Länge etwa 300 mm, Durchmesser ca. 100 mm.

Vor Ort wurden diese Formen in einem Ausbrennofen, welcher mit einer Ladung Holzkohle gefüllt war, langsam gebrannt (Abb. 9). Die Formen wurden 2 bis 3

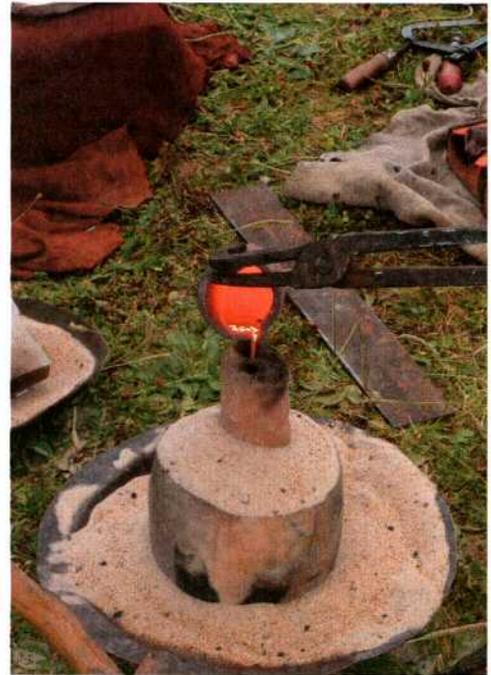


Abb. 10: Die flüssige Bronze wird in die Form gegossen, die sicher in einem Sandbett steht.

Stunden gebrannt, damit das im Lehm gebundene Wasser verdampft. Kurz vor dem Guss wurde die Form nun fast glühend aus dem Ausbrennofen genommen und tief in ein Sandbett eingegraben, damit die sehr fragile Form beim Guss nicht zerriss. Anschließend wurde die Form mit der flüssigen Bronze gegossen (Abb. 10). Da diese Formen „Einmalformen“ sind, wurde der Lehm-mantel nach dem Erkalten zerschlagen und das fertige Stück entnommen. Auch hier waren die Ergebnisse unterschiedlich. Es gelangen neben zwei Fehlgüssen auch zwei gute Lanzen-spitzen (Abb. 11).

#### Guss in Formsand

Auf Wunsch von Herrn Bader haben wir auch die Technik des Sandgusses in un-



Abb. 11: Die gegossene Lanzenspitze.

sere Experimente mit einbezogen. Es gibt zwar nach wie vor noch keine gesicherten Daten für die Verwendung dieser Gießereitechnik in der Bronzezeit, doch gibt es durchaus Argumente für ein zumindest ähnliches Verfahren in der Frühzeit der Metalltechnologie. Wir haben in Anlehnung an die von Goldmann konzipierten Gusskästen diese für unsere Zwecke nachgebaut (GOLDMANN 1981). Ein in der Mitte aufgespalteter Stamm einer etwa 20 cm starken Fichte wurde von uns von innen heraus beidseitig ausgehöhlt. Diese Formkästen wurden mit Formsand gefüllt, ein Holzmodell fest darin eingestampft und anschließend wieder entnommen. Die Frage war hier, wie in dieser Form der Tüllen Kern sauber fixiert werden kann. Wir entschieden uns daher für einen Guss über die Lanzenspitze. So konnte der Kern in der unteren Hälfte des Formkastens im Holz und zusätzlich auch noch im Formsand ausreichend befestigt werden. Der nun entstandene Hohlraum wurde mit einer Eingussöffnung versehen und zusammengespannt. Als Modell wurde hier die Lanzenspitze der Wasserburg Buchau verwendet. Als Formsand wurde ein industriell gefertigter Formsand für den Bronzeguss genutzt (Abb. 12).



Abb. 12: Die Formkästen und die darin gegossene Lanzenspitze.

Bei den beiden durchgeführten Güssen mit Formsand verrutschte während des ersten Gusses der Kern, so dass hier eine Fehlstelle am Übergang von Spitze zu Tülle entstand, der zweite Guss gelang aber.

#### Fazit unserer Versuche

Durch unsere Versuche konnten wir einige neue Erkenntnisse und Erfahrungen im Bereich des prähistorischen Bronzegusses sammeln. Alle drei Gussverfahren zeigten sowohl Vor- als auch Nachteile in der Anwendung, sie sind aber alle drei grundsätzlich für die Herstellung von Bronzelanzenspitzen geeignet. Grundlegend für alle drei Gießverfahren ist die sichere Fixierung des Kerns, um ein Verrutschen und somit Fehlgüsse während des Gussvorgangs zu vermeiden.

Beim Kokillenguss stellten wir fest, dass anders als beim Guss ohne Kern, die sehr gut vorgeheizte Form senkrecht stehen muss, um ein Verrutschen des Kerns zu vermeiden. Normalerweise wird auf eine leichte Schrägstellung der Form geachtet, damit eine bessere Entlüftung beim Einfließen des heißen Metalls in die Form gewährleistet werden kann.

Die Eingussöffnung wird durch den Kern ungünstig verkleinert. Durch aufwändige Hilfskonstruktionen muss der Kern sauber in der Form befestigt sein.

Bei der Herstellung für die Form beim Wachsausschmelzverfahren ist auf jeden Fall auf die richtige Zusammensetzung der Formmasse zu achten (siehe GIESE, SCHWÄMMLE, TROMMER 2003) sowie auf ausreichende Trocken- und Brennzeiten. Bei der Vorführung hatten wir mit einer nicht ganz trockenen Form gearbeitet, wodurch beim Guss Teile von der inneren Formoberfläche aussplitterten. Bei diesem Verfahren war das Fixieren des Kerns problemlos, da er sehr gut in der Form verankert werden konnte.

Interessant war der Versuch, eine Lanzenspitze in Formsand zu gießen, eine Technik, die archäologisch nicht nachgewiesen ist. Entgegen der Ansicht von Goldmann (GOLDMANN 1981) konnten wir eine Lanzenspitze mit Kern auch in einer Sandform herstellen. Wir benutzten einen Kern aus Speckstein, den wir nach Umbau der von Goldmann vorgeschlagenen Formkästen einigermaßen sicher darin befestigen konnten. Allerdings war auch bei diesem Verfahren das Verrutschen des Kerns während des Gussvorgangs ein Grund für Fehlgüsse.

(Fr. Trommer)

## Zusammenfassung

Durch die zahlreichen Funde von Lanzenspitzen und deren Gussformen entstand die Frage nach der Herstellungstechnik dieser Waffe in der Bronzezeit. An einem Wochenende wurde im Keltenmuseum Hochdorf dem interessierten Publikum das Gießen von Bronzelanzenspitzen vorgeführt. Die Arbeitsgruppe APMT zeigte drei verschiedene Gussverfahren: den

Kokillenguss, das Wachsausschmelzverfahren und den Guss in Formsand.

## Literatur

**DRESCHER, H. 1957:** Der Bronzeguß in Formen aus Bronze: Versuche mit originalgetreuen Nachbildungen bronzzeitlicher Gußformen aus Niedersachsen. Die Kunde N.F. 8, 1957, 234-239.

**DRESCHER, H. 1958:** Der Überfangguß: ein Beitrag zur vorgeschichtlichen Metalltechnik. Römisch-Germanisches Zentralmuseum. Mainz 1958.

**FASNACHT, W. 1991:** Der prähistorische Bronzeguss im Experiment. Erfahrungen anlässlich der Ausstellung Pfahlbauland. Minaria Helvetica 1991, 3-12.

**FASNACHT, W. 1995:** 4000 Jahre Kupfer- und Bronzeguss im Experiment. Experimentelle Archäologie. Bilanz 1994. Oldenburg 1995, 237-246.

**FRÖHLICH, S. 2001:** Workshop „Bronzemetallurgie“ in Halle (Saale) 02. bis 05. Mai 1996. Halle (Saale) 2001.

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

**GIESE, E., SCHWÄMMLE, K., TROMMER, F. 2003:** Bronzeguss. Eine Versuchsreihe zur Technik des prähistorischen Bronzegusses unter dem besonderen Aspekt des Formenmaterials. Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz 2002. Oldenburg 2003, 93-106.

**HIRSCH, K., GRAF, B. 1999:** Erfahrungen beim Nachguß von Ötzi's Beil. Experimentelle Archäologie in Deutschland. Bilanz 1997. Oldenburg 1999, 77-86.

**HOLDERMANN, C.-St., TROMMER, F. 2006:** Zur Himmelscheibe von Nebra – Metalltechnologie der frühen Bronzezeit im Nachvollzug. Experimentelle Archäologie

in Europa. Bilanz 2005. Oldenburg 2006, 123-135.

**HOLDERMANN, C.-St., TROMMER, F. 2010:** Verfahrenstechniken und Arbeitsaufwand im frühbronzezeitlichen Metallhandwerk – Technologische Aspekte der Himmelscheibe von Nebra – Ein Erfahrungsbericht. In: F. Bertemes, H. Meller (Hrsg.), Der Griff nach den Sternen. Internationales Symposium in Halle (Saale), 16.-21. Februar 2005 (= Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle (Saale) 5/III/2010), Halle (Saale) 2010, 791-806.

**HOLDERMANN, C.-St., TROMMER, F. 2011:** Organisation, Verfahrenstechniken und Arbeitsaufwand im spätbronzezeitlichen Metallhandwerk. In: A. Jockenhövel, U. Dietz (Hrsg.), Bronzen im Spannungsfeld zwischen praktischer Nutzung und symbolischer Bedeutung. Beiträge zum internationalen Kolloquium Münster 2008. Prähistorische Bronzefunde XX,13. Stuttgart 2011, 117-129.

**HUNDT, H.-J. 1986:** Zu einigen vorderasiatischen Schaftlochäxten und ihrem Einfluss auf den donauländischen Guß von Bronzeäxten. Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz 33, 1986, 131-157.

**JANTZEN, D. 2008:** Quellen zur Metallverarbeitung im Nordischen Kreis der Bronzezeit. Prähistorische Bronzefunde XIX, 2. Stuttgart 2008.

**NEERGAARD, C. 1908:** Haag-Fundet. Aarbøger for nordisk Oldkyndighed og Historie 1908, 273-352.

**PARET, O. 1954:** Ein Sammelfund von steinernen Bronzegussformen aus der späten Bronzezeit. Germania 32, 1954, 7-10.

**SCHALK, E. 1992:** Das Gräberfeld von Hernádkak. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie 9. Bonn 1992.

**URBON, B. 1959:** Drei spätbronzezeitliche Gussformen aus Württemberg. Fundberichte aus Schwaben, N.F. 15, 1959, 116-119.

**WYSS, R. 1967:** Bronzezeitliche Gusstechnik. Bern 1967.

Abbildungsnachweis

Abb. 1-12: APMT

Autoren

APMT

Frank Trommer, Patrick Geiger

Ulmer Str. 43

D-89143 Blaubeuren

Tiberius Bader

Max-Eyth-Str. 12

D-71282 Hemmingen

## Zweischalennadeln – Versuche zur Herstellung getriebener Bronzeblechformen in der späten Hallstattzeit

Frank Trommer, Patrick Geiger, Angela Holdermann, Sabine Hagmann

**Summary** – *The so-called „Zweischalennadeln“ of the late Hallstatt period are known from settlements and burials. Grave finds reveal them as a part of the female headdress. The needleheads are composed of two very thin half shelves and do not have big differences in form and manufacturing processes. In very rare occasions the organical filling inside the needlehead was preserved. The great number of „Zweischalennadeln“ in a few graves aroused interest about how these needles have been manufactured, a kind of serial production is to be assumed. Here the experimental archaeology starts working. Experimental Archaeology tries to reproduce the technical procedures of the past by experiments and to prove in the process itself their functionality. Even though, the science based approach must be observed, which means the experiments have to be transparently documented concerning the used material, the expenditure of time and work as well as separate steps of the technological process. In the following text the manufacturing of the so-called „Zweischalennadeln“ of the late Hallstatt period will be described. You will get an overview of the procedure of forging the shaft and the two half-shelves as well as the assembly of all parts to the complete needle. A synoptical table is added to show the expenditure of time required.*

In Siedlungen und Gräbern der späten Hallstattzeit sind Zweischalennadeln oder Hohlkopfnadeln ein bekannter Nadeltypus, der in der gesamten Stufe Hallstatt D vertreten ist und dessen Entstehungsgebiet im Umfeld der Heuneburg bei Hundersingen vermutet wird (DÄMMER 1974, 284; 286; 291). Verglichen mit den Kugelpkopfnadeln sind die Zweischalennadeln damals wie auch heute noch ein selten auftretender Nadeltyp. Zweischalennadeln weisen einen Kopf aus zwei getriebenen Halbschalen auf, die aufeinander gesetzt werden; unterhalb des Kopfes dient ein „verdickter Bereich“ des Nadel-

schaftes dazu, ein „Verrutschen“ des Nadelkopfes nach unten zu verhindern (Abb. 1,1-2). Das Innere des Nadelkopfes besteht aus organischem Material.

Zweischalennadeln sind hauptsächlich aus Bronze hergestellt worden. Einige wenige Exemplare wurden aus anderen Metallen gefertigt, wie die sechs Zweischalennadeln aus Gold aus Ditzingen-Schöckingen, Kr. Ludwigsburg (ZÜRN 1987, 95, Taf. 136,7-12). Eiserne Zweischalennadeln sind mit einem Exemplar aus Böblingen, Kreis Böblingen (HALD 1996, 64, Taf. 15,1) und mit zwei Exemplaren aus Tauberbischofsheim-Dittig-

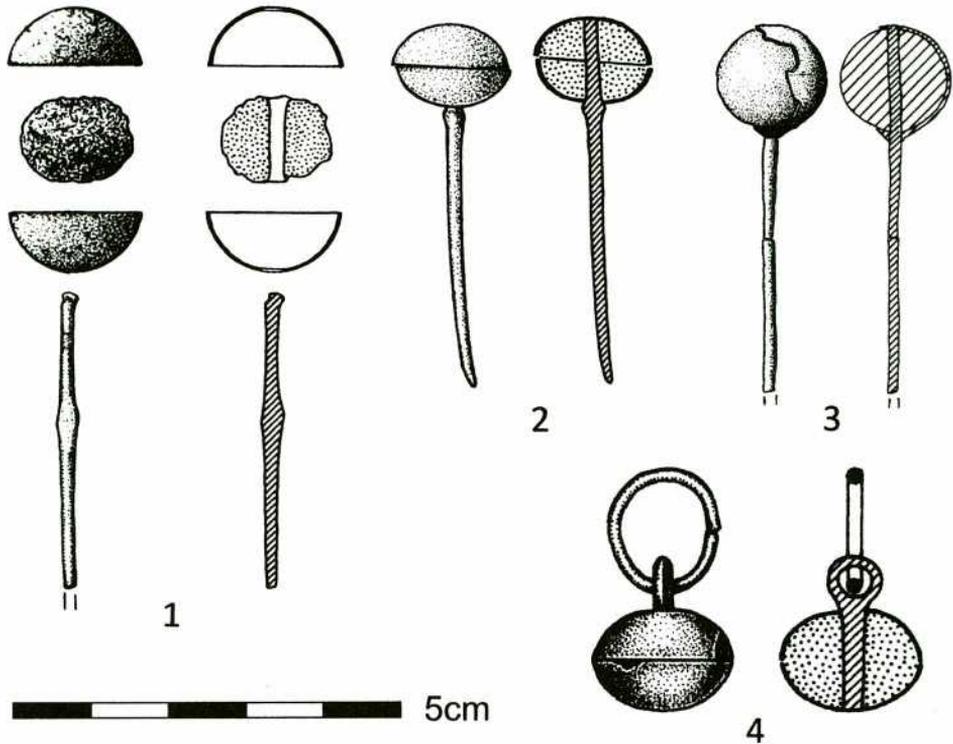


Abb. 1: 1-2 Zweischalennadeln mit linsenförmigem Kopf aus der Heuneburg-Außensiedlung: 1 mit organischem Kern aus Bienenwachs?; 2 mit organischem Kern aus Ton; 3 Zweischalennadel mit kugeligem Kopf und organischem Kern von der Heuneburg; 4 Bommelhänger mit organischem Kern aus dem Frauengrab auf der Heuneburg.

heim, Main-Tauber-Kreis (BAITINGER 1999, 31; 283, Taf. 72,3.4) bekannt. In Baden-Württemberg sind Zweischalennadeln aus Bronze mit 39 Exemplaren aus Gräbern oder eindeutigem Grabzusammenhang und mit 12 Exemplaren aus Siedlungszusammenhang bekannt geworden.

#### Der Fundbestand

Die Siedlungsfunde stammen von der Heuneburg (SIEVERS 1984, 32, Taf. 56; 57) und aus der Heuneburg-Außensiedlung

(KURZ 2000, 91, Taf. 19). Einzelne Halbschalen können ebenso von Bommelhängern (Abb. 1,4) stammen, da diese sich in Größe und Aufbau kaum von Zweischalennadeln unterscheiden lassen (SIEVERS 1984, 32). Aus Gräbern und Grabzusammenhang sind 39 Zweischalennadeln aus Bronze zu verzeichnen. Hier ist vor allem der Magdalenenberg bei Villingen-Schwenningen, Schwarzwald-Baar-Kreis, mit allein schon 14 Exemplaren aus sechs Gräbern (SPINDLER 1971; SPINDLER 1972; SPINDLER 1973; SPINDLER



Abb. 2: Altheim-Heiligkreuztal, Hohmichele-Gruppe im „Speckhau“, Hügel 18, Grab 6 Röntgenaufnahme des Kopfbereiches: deutlich zu sehen sind 12 Zweischalennadeln sowie weitere Nadeln und Ringschmuck.

1976) zu nennen. Aus einem Hügel bei Erbach-Ringingen, Alb-Donau-Kreis (ZÜRN 1987, 42, Taf. 28,7-11) und aus Hügel H bei Immendingen-Mauenheim, Kreis Tuttlingen (AUFDERMAUER 1963, 26, Taf. 10,2-4.6-7), stammen jeweils fünf Nadeln aus Einzelgräbern. Die sieben Nadeln aus einem Grab bei Ostrach-Habstal, Kreis Sigmaringen (ZÜRN 1987, 183, Taf. 372 B 2) sind heute verschollen. Zweischalennadeln sind regelhaft in Frauengräbern belegt. Sie befinden sich im Kopfbereich und scheinen eine Funktion im Zusammenhang mit einer Kopfbedeckung oder der Haartracht/Frisur gehabt zu haben (Abb. 2).

#### Nadelschäfte und Nadelköpfe

Beobachtungen an vollständig erhaltenen Stücken aus der Heuneburg-Außensied-



Abb. 3: Zweischalennadel aus der Hohmichele-Gruppe „Speckhau“ Hügel 18, Grab 9.

lung zeigen, dass die hauchdünnen getriebenen Halbschalen sehr präzise gearbeitet waren; der Nadelschaft weist häufig unterhalb des Kopfes einen runden, im Kopfbereich einen rechteckigen Querschnitt auf. Hierdurch werden Nadelschäfte auch ohne erhaltenen Kopf der Gruppe der Zweischalennadeln zugewiesen (KURZ 2000, 91, Taf. 19,282.288), wodurch sich die Anzahl der Nadeln aus Siedlungszusammenhang erhöht. Nicht auszuschließen sind jedoch auch rein organische Köpfe für solche Nadelschäfte (SIEVERS 1984, 33).

Die Durchmesser der Nadelköpfe liegen in der Regel zwischen 1,35-1,9 cm. Größere Durchmesser mit 2,0 cm liegen aus Malterdingen, Kreis Emmendingen (WAGNER 1908, 202; 203, Fig. 135b) und mit 2,3 cm aus Allensbach-Kaltbrunn, Kreis Konstanz (WAGNER 1908, 23, Fig. 17d), vor. Die Form der Köpfe ist kugelig (Abb. 1,3) bis linsenförmig (Abb. 1,1-2), wobei die linsenförmigen Nadelköpfe überwiegen. Von besonderem Interesse sind die Füllmaterialien der Nadelköpfe. In den meisten Fällen wird von organischem Material in den Nadelköpfen berichtet. Sichere Bestimmungen stehen nur selten

zur Verfügung. In drei Fällen wird Holz (SIEVERS 1984, Kat.-Nr. 694.703; KURZ, SCHIEK 2002, Taf. 1,2) als Füllmaterial genannt (Abb. 3), zweimal ist es Wachs bzw. Bienenwachs (SIEVERS 1984, Kat.-Nr. 700; KURZ 2000, Kat.-Nr. 274) und zweimal wird Ton (SIEVERS 1984, Kat.-Nr. 704; KURZ 2000, Kat.-Nr. 276) angegeben. Lindenschmit berichtet, dass die Köpfe der Zweischalennadeln aus Ostrach-Habstal mit einem „Kern wohl erhaltenen Lindenholzes gefüttert waren“ (LINDENSCHMIT 1860, 135).

Bei den Nadeln aus dem Magdalenenberg in Villingen-Schwenningen ist die Bronzehalbschale häufig vergangen, nur die Füllung aus einem bisher nicht bestimmten organischen Material ist erhalten geblieben. Dies hängt möglicherweise mit den außerordentlich geringen Blechstärken der getriebenen Halbschalen zusammen. Der Fund einer gut erhaltenen Zweischalennadel in Hügel 18, Grab 9 der Hohmichele-Gruppe (ARNOLD U. A. 2002, 81) zeigte eine schwarze Masse etwa in der Mitte des organischen Kerns auf. Könnten dies Hinweise auf eine Befestigung des organischen Kerns mittels Klebung sein? (Prof. Dr. B. Arnold, University of Wisconsin, und Frau Dipl.-Rest. T. Kress, RP Tübingen, Ref. 26 Archäologische Denkmalpflege, danke ich für die Mitteilung und die Möglichkeit, den unpublizierten Fund sehen zu dürfen).

Für die vorliegende Studie galt unser Interesse der Herstellungstechnik der bronzenen Zweischalennadeln. Drei Möglichkeiten zur Fertigung wurden von Dämmer erwogen (DÄMMER 1974, 284):

- Die beiden mit einem Loch versehenen Halbschalen werden bis zur Schaftverdickung aufgeschoben und beide Halbkugeln mit einer leichten Plättung des Schaftendes aneinander „genietet“.

- Ausarbeitung eines Falzes am Rand der Halbkugeln, die beiden Hälften werden durch einfaches Andrücken zusammengefügt.

- Anlöten des Schaftes in die obere Halbkugel, wobei die untere Halbkugel dann über den Nadelschaft aufgeschoben werden muss.

Wie funktionierte die Herstellung der Zweischalennadeln, die sich nicht selten in mehr als einem Exemplar in den Gräbern finden? Wie wurden die dünnen Bleche der Halbschalen über den Kernen aus organischem Material stabilisiert? Und wie verhält es sich mit dem Zeitaufwand zur Herstellung?

Die Herstellung von Zweischalennadeln im wissenschaftlichen Experiment

Die Arbeitsgruppe APMT beschäftigt sich schon seit einigen Jahren mit prähistorischen Metalltechnologien, insbesondere mit dem Bronzeguss und der Herstellung von prähistorischen Metallobjekten und Repliken (HOLDERMANN, TROMMER 2006, 123-135; HOLDERMANN, TROMMER 2010, 791-806; HOLDERMANN, TROMMER 2011, 117-129). Die experimentelle Archäologie ist bestrebt, mit Hilfe von wissenschaftlich nachvollziehbaren Versuchen Produktionsabläufe der Vergangenheit näher zu ergründen und somit tiefere Erkenntnisse hinsichtlich des Zeit- und Arbeitsaufwandes sowie der einzelnen Arbeitsschritte bei der Herstellung der gefundenen Objekte zu erhalten.

Bei unseren Experimenten, die sich auf lange handwerkliche Erfahrungen im Metallbereich stützen, sind wir vor allem um einen wissenschaftlichen Ansatz bestrebt. Dies ist nicht immer leicht, da jeder Bronzeguss, heute, aber auch bei den früheren Handwerkern, von vielen Faktoren

bestimmt wird, auf die nicht unbedingt Einfluss genommen werden kann. Neben den messbaren Parametern wie Qualität der Legierung oder Temperatur sind andere Dinge, wie Tagesform des Gießers oder aber Qualität der Luftzufuhr durch den Pumper am Blasebalg, nicht in Zahlen zu erfassen. Ebenso spielen bisher eher vernachlässigte Faktoren wie Luftfeuchtigkeit oder gar Luftdruck unserer subjektiven Erfahrung nach auch eine Rolle im Herstellungsprozess.

Erst langjährige stetige Erfahrung lehrt die Gesamtheit aller Faktoren, die einen Einfluss auf die Metallverarbeitung haben können, zu nutzen bzw. zu kompensieren. In den Produkten zeigt sich dann, wie nahe wir der Technik der Handwerker von früher gekommen sind. Wenn unsere Fehler oder aber die Bearbeitungsspuren auf den Werkstücken denen der archäologischen Exponate gleichen, können wir davon ausgehen, zumindest modellhaft Arbeitsweise und Technik früherer Handwerker nachvollzogen zu haben. Im folgenden Bericht werden die Arbeitsschritte bei der Herstellung von späthallstattzeitlichen Zweischalennadeln, einem typischen Stilelement der Frauentracht, beschrieben und erläutert. Die Zweischalennadeln kommen relativ häufig in den Gräbern dieser Kulturphase vor.

Interessanterweise ist bei einigen Stücken eine organische Füllung im Kugelkopf erhalten geblieben. Es drängte sich die Frage nach dem Sinn und Zweck dieser Füllung auf sowie das Interesse am Herstellungsprozess der Nadeln selbst.

Folgende Fragen wollen wir durch unsere Experimente beantworten:

- Wie sind diese Zweischalennadeln hergestellt worden?
- Welchen Zweck hat der Kern?
- Können die Kugeln auch vernietet werden, wenn kein Kern vorhanden ist?



Abb. 4: Vorversuche aus Bronzeblech CuSn4, 0,4 mm.

den, wenn kein Kern vorhanden ist?

Daneben ging es uns darum, den immensen Arbeitsaufwand auch von relativ kleinen Dingen wie Nadeln aufzuzeigen. Schließlich sollten durch die selbst hergestellten Funktionsrepliken Aussagen zu allgemein früheisenzeitlichen Metallhandwerksprozessen gemacht werden.

#### Vorversuche

Die ersten Versuche zur Herstellung von späthallstattzeitlichen Zweischalennadeln wurden zunächst mit modernen Goldschmiedewerkzeugen unternommen. Da bislang keinerlei Materialanalysen von Zweischalennadeln aus archäologischen Kontexten vorliegen, musste erst durch Experimente mit unterschiedlichen Materialien die richtige Legierung der Bronze herausgefunden werden. Die dafür verwendeten industriell hergestellten Bronzebleche hatten versuchsweise Zinnanteile von 4, 8 und 12 %. Wie bereits erwartet, war eine Legierung aus 96 % Kupfer und 4 % Zinn (CuSn4) für die notwendigen Treiarbeiten am geeignetsten. Für die experimentelle Herstellung der



Abb. 5: Ausschmieden des Barrens zu einem ca. 0,4 mm dünnen Blech.

Zweischalennadeln legierten wir selbst eine ca. 4 % Zinnbronze.

Da bislang keinerlei Untersuchungen zur Blechdicke der originalen Zweischalennadeln gemacht wurden, haben wir auch damit experimentiert. Eine Blechstärke von ca. 0,4 mm erbrachte die besten Ergebnisse (Abb. 4).

Bei den Vorversuchen probierten wir unterschiedliche Kugelkopf­füllungen aus. Archäologisch belegt sind Füllungen aus unterschiedlichsten Materialien, u. a. auch aus Ton, Wachs oder Holz. Wir haben uns bei unseren Versuchen für eine möglichst passgenau angefertigte Holzkugel entschieden, die wir zusätzlich mit einem Harz-Wachsgemisch in den Halbschalen fixierten.

#### Die Herstellung der Halbkugeln

Um die Halbkugeln herstellen zu können, benötigt man zunächst ein barrenförmiges Ausgangsstück aus Bronze. Hierfür wird das bei ca. 1150° C geschmolzene Metall, eine 4 % Zinnbronze, in eine offene Gussform aus Speckstein gegossen (offener Herdguss) (HOLDERMANN, TROMMER 2006, 127f.). Da am Ende zwei Halbkü-

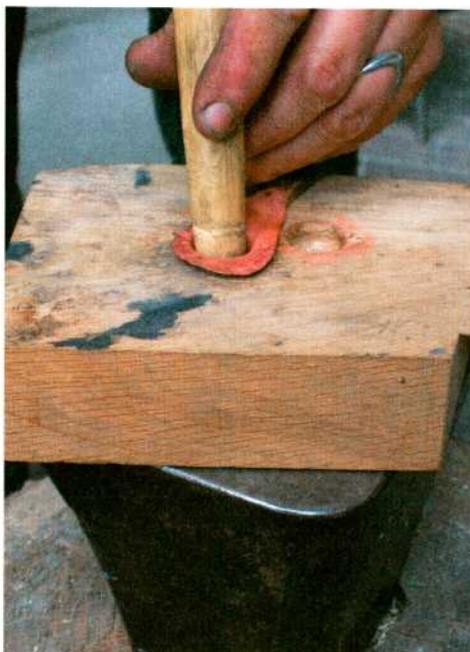


Abb. 6: Ausformen der Halbkugel mit einer Holzpunze.

geln hergestellt werden sollten, wurden dieser und die folgenden Arbeitsschritte wiederholt. Nach dem Abkühlen wird der so entstandene Rohling durch längeres Erhitzen auf ca. 600-700° C im Feuer homogenisiert. Dieser Vorgang ist sehr wichtig, um dem Metall etwaige Spannungen durch Materialunregelmäßigkeiten zu nehmen. Der Bronzebarren wird in mehreren Arbeitsschritten zunächst mit der schmalen Seite des Hammers (Hammerfinne), dann mit der breiten Seite (Hammerbahn) zu einem flachen, rechteckigen Bronzeband warm ausgeschmiedet. Dazwischen wird das Metallstück immer wieder erhitzt. Hierbei ist es wichtig auf die richtige Temperatur zu achten, da die Temperaturspanne zum Schmiedens sehr gering ist. Am Ende des Ausschmiedens entsteht ein flaches, ca. 0,4-0,5 mm dickes Bronzeblech, das ca. 25-30 mm breit ist (Abb. 5). Danach wird das Blech



Abb. 7: Herausmeißeln der Halbkugel aus dem Blech.

auf einem flachen Schleifstein geschliffen, um alle Schmiedespuren zu beseitigen. Um nun das Blech zur Halbkugel zu formen, wird es auf einem Holzblock, der eine zylinderförmige Vertiefung hat, mit Hilfe einer Holzkugelpunze und eines Hammers ausgewölbt (Abb. 6). Am Ende des ca. 20 Minuten dauernden Vorganges kann die so entstandene Halbkugel mit einer Punze aus dem Blech gemeißelt werden (Abb. 7; Näheres zu den Werkzeugen des prähistorischen Metallhandwerkers findet man bei HOLDERMANN, TROMMER 2011, 122-123). Die durch das Meißeln unregelmäßigen Ränder werden auf einem Schleifstein geglättet. Am Ende dieses Arbeitsschrittes sind nun zwei gleich große Bronzeschalen entstanden. Die beiden Schalen werden mit einer spitzen Metallpunze auf einer Holzunterlage von innen mittig gelocht. Dabei entstehen auf



Zweischalennadeln der Heuneburg mit Kern

Abb. 8: Verschiedene Kernfüllungen von Zweischalennadeln der Heuneburg.

der Außenseite der Lochung scharfe Metallränder, die wiederum auf einem Sandstein entfernt werden müssen. Die gesamte Außenfläche der Halbkugeln wird abschließend überschleifen und vorpoliert.

Herstellung des Nadelschaftes und Fertigstellung der gesamten Nadel

Für den Nadelschaft muss ein ca. 4 mm dünner Stabbarren gegossen werden. Der Eingusskanal wird abgeschlagen und das Metallstück auf die gewünschte Nadellänge in ähnlicher Weise wie bei den Kugelblechen ausgeschmiedet. Um zu vermeiden, dass die Kugel nach unten rutscht, wird am oberen Ende, etwa 2,5 cm unterhalb der Spitze, ein kleiner Absatz angeschmiedet.

Nach dem Ausschmieden wird die Nadel auf einem Schleifstein geschliffen, um die



Abb. 9: Nietversuche ohne und mit Holzkern.

Schmiedespuren zu entfernen. Die Dicke der Nadel muss nun an die Lochungen der Halbschalen angepasst werden. Das obere Ende des Nadelschaftes reicht ca. 2 mm über die einzupassende Kugel hinaus, damit es abschließend vernietet werden kann.

Aus einigen wenigen archäologischen Quellen ist – wie oben erwähnt – bekannt, dass sich häufig im Inneren des Nadelkopfes ein organisches Material befindet (Abb. 8). Dies erscheint uns zwingend notwendig, denn sonst würden die dünnen Kugeln beim abschließenden Vernieten zusammengedrückt und verschoben werden (Abb. 9). Für unsere Experimente haben wir eine Holzkugel angefertigt, die möglichst genau in die beiden Halbschalen passt und ebenfalls mittig gelocht wurde.

Der Nadelschaft wird für den nächsten Arbeitsschritt geschliffen und vorpoliert. Das obere Ende der Nadel wird für das spätere Vernieten weichgeglüht (Temperatur 750° C). Es folgt nun das Zusammensetzen der Nadel (Abb. 10). Die untere Halbschale wird über den Schaft bis zum Absatz geschoben, darauf folgt der Holzkern, abschließend wird die zweite Halbschale darauf gesetzt, so dass die beiden



Abb. 10: Einzelteile der Zweischalennadeln.

Schalenränder aufeinander stehen. Dieser Nadelkopf wird nun in ein erhitztes und somit flüssiges Harz-Wachsgemisch getaucht, das so auch in das Innere der Kugel eindringt und alle noch vorhandenen Hohlräume auffüllt. Auf diese Weise werden die beiden Halbschalen miteinander verklebt (Abb. 11). Nach dem Festwerden wird die Kugeloberfläche gesäubert und alle Kleberreste entfernt. Das untere dünne Ende der Nadel wird in ein passendes Lochgesenk gesteckt, bis es an der Verdickung unterhalb der Kugel aufsteht. Nun wird mit leichten, vorsichtigen Hammerschlägen das überstehende



Abb. 11: Fixieren der beiden Halbschalen durch das Eintauchen in ein Harz-Wachsgemisch.



Abb. 12: Vorbereitung zum Vernieten des Kugelkopfes.

Nadelende oberhalb der Kugel angestaucht. Durch dieses Vernieten sind die beiden Halbschalen fest mit dem Nadelenschaft verbunden (Abb. 12).

Zur endgültigen Fertigstellung der Nadel wird der Passrand der beiden Kugeln abgeschliffen und poliert. Die gesamte Nadel wird nun abschließend fein geschliffen und fertig poliert (Abb. 13). Insgesamt kann für die Herstellung der Nadel ein Zeitansatz von ca. 6 Stunden angesetzt werden, wobei über die Hälfte der Zeit,



Abb. 13: Die fertig gestellte Zweischalennadel.

nämlich ca. 190 Minuten, allein für das Schleifen und Polieren verwendet wird (Abb. 14).

Unsere Versuche haben eindeutig ergeben, dass ein Kern, gleich welcher Beschaffenheit, zur Vernietung und zum Fixieren der beiden Halbschalen zwingend nötig ist, um ein Verrutschen der beiden Halbschalen zu vermeiden.

#### Zusammenfassung

Zweischalennadeln sind in der späten Hallstattzeit aus Siedlungen und Gräbern bekannt. Grabfunde zeigen, dass dieser Nadeltypus zum Kopfschmuck der Frauen gehörte. Die aus zwei sehr dünnwandigen Halbschalen bestehenden Nadelköpfe weisen keine großen formalen und herstellungstechnischen Unterschiede auf. In seltenen Fällen sind die organischen Füllungen in den Nadelköpfen überliefert. Die große Zahl der Zweischalennadeln in einzelnen Gräbern weckte die Neugier, den möglichen Herstellungsprozess solcher Nadeln, die man ja offenbar in einer Art Serienproduktion hergestellt hat, nachzuvollziehen. Mit dieser Frage war die experimentelle Archäologie gefordert.

<b>Herstellung der Zweischalennadeln</b>	
Warmmachen und Gießen der beiden Rohlinge für die Halbkugeln und für den Schaft (hierbei wird ein dauerhafter Gussbetrieb angenommen)	25 min
Warm ausschmieden zu einem flachen Bronzeband	20 min
Schleifen	10 min
Auswölben zu Halbkugeln auf einer Kugelanke	20 min
Mehrmaliges Weichglühen der Halbschalen	10 min
Ausmeißeln der Halbkugeln aus dem Blech	10 min
Abschleifen der Meißelspuren	30 min
Lochen	5 min
Schleifen und Vorpolieren der Oberflächen	20 min
<b>Gesamtzeit der Herstellung der Halbkugeln</b>	<b>150 min</b>

Abschlagen des Eingusskanals	5 min
Ausschmieden zur Nadelform	20 min
Absetzen (für die Befestigung der Halbkugeln)	5 min
Schleifen des Nadelschaftes und Einpassen der Kugeln	30 min
Herstellung der Holzkugel	20 min
Ausglühen des Nietendes	5 min
Schleifen und Vorpolieren des Nadelschaftes	30 min
<b>Gesamtzeit Herstellung des Nadelschaftes</b>	<b>115 min</b>

Zusammenstecken von Schaft, Halbschalen und Holzkugel, Eintauchen in Harz-Wachsgemisch und anschließendes Säubern	10 min
Vernieten	10 min
Abschleifen des Grates	10 min
Endpolitur	60 min
<b>Gesamtzeit Fertigstellung</b>	<b>90 min</b>

<b>Insgesamt benötigte Zeit für die Herstellung:</b>	<b>355 min = ca. 6 h</b>
<b>Über die Hälfte der Gesamtarbeitszeit: Schleifen und Polieren</b>	<b>190 min</b>

Abb. 14: Übersichtstabelle über den Zeitaufwand zur Herstellung von Zweischalennadeln im wissenschaftlichen Experiment.

Die experimentelle Archäologie versucht, Überlegungen zu technischen Abläufen in der Vergangenheit mit Hilfe von Experimenten nachzuvollziehen und auf ihre Funktionalität hin zu überprüfen. Dabei darf der wissenschaftliche Charakter der Experimente nicht vernachlässigt werden, d. h. die Versuche müssen genau dokumentiert werden hinsichtlich des verwen-

deten Materials und des Zeit- und Arbeitsaufwandes sowie der einzelnen Arbeitsschritte, um jederzeit nachvollziehbar zu sein. Im Aufsatz wird die Herstellung von sogenannten Zweischalennadeln, einem typischen Stilelement der weiblichen Frauentracht der Späthallstattzeit, beschrieben. Es wird der Prozess des Schmiedens des Nadelschaftes sowie der

beiden Halbkugeln beschrieben, ebenso die einzelnen Arbeitsschritte des Zusammenfügens zur fertigen Nadel. Beigefügt ist eine Übersichtstabelle über den benötigten Zeitaufwand.

#### Literatur

**ARNOLD, B. U.A. 2002:** Untersuchungen an einem zweiten hallstattzeitlichen Grabhügel der Hohmichele-Gruppe im „Speckhau“, Markung Heiligkreuztal, Gde. Altheim, Kreis Biberach. Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg 2002, 80-83.

**AUFDERMAUER, J. 1963:** Ein Grabhügelfeld der Hallstattzeit bei Mauenheim, Ldkr. Donaueschingen. Badische Fundberichte, Sonderheft 3. Freiburg 1963.

**BAITINGER, H. 1999:** Die Hallstattzeit im Nordosten Baden-Württembergs. Materialhefte zur Archäologie in Baden-Württemberg 46. Stuttgart 1999.

**DÄMMER, H.-W. 1974:** Zu späthallstattzeitlichen Zweischalennadeln und zur Datierung des Frauengrabes auf der Heuneburg. Fundberichte aus Baden-Württemberg 1, 1974, 284-292.

**HALD, J. 1996:** Das Gräberfeld im Böblinger Stadtwald „Brand“. Ein Beitrag zur Späthallstatt-Chronologie in Nordwürttemberg. Materialhefte zur Archäologie in Baden-Württemberg 35. Stuttgart 1996.

**HOLDERMANN, C.-S., TROMMER, F. 2006:** Zur Himmelsscheibe von Nebra – Metalltechnologie der frühen Bronzezeit im Nachvollzug. In: Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz 2005. Oldenburg 2006, 123-135.

**HOLDERMANN, C.-S., TROMMER, F. 2010:** Verfahrenstechniken und Arbeitsaufwand im frühbronzezeitlichen Metallhandwerk – Technologische Aspekte der Himmelscheibe von Nebra – Ein Erfahrungsbe-

richt. In: H. Meller, F. Bertemes, (Hrsg.), Der Griff nach den Sternen. Internationales Symposium in Halle (Saale) 16.-21. Februar 2005 (= Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle (Saale) 5/II / 2010). Halle (Saale) 2010, 791-806.

**HOLDERMANN, C.-S., TROMMER, F. 2011:** Organisation, Verfahrenstechniken und Arbeitsaufwand im spätbronzezeitlichen Metallhandwerk. In: U. Dietz, A. Jockenhövel (Hrsg.), Bronzen im Spannungsfeld zwischen praktischer Nutzung und symbolischer Bedeutung. Prähistorische Bronzefunde XX,13. Stuttgart 2011, 117-129.

**KURZ, S. 2000:** Die Heuneburg-Außen-siedlung. Befunde und Funde. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 72. Stuttgart 2000.

**KURZ, S., SCHIEK, S. 2002:** Bestattungsplätze im Umfeld der Heuneburg. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 87. Stuttgart 2002.

**LINDENSCHMIT, L. 1860:** Die vaterländischen Alterthümer der Fürstlich Hohenzoller'schen Sammlung zu Sigmaringen. Mainz 1860.

**SIEVERS, S. 1984:** Die Kleinfunde der Heuneburg. Die Funde aus den Grabungen von 1950-1979. Heuneburgstudien V = Römisch-Germanische Forschungen 42. Mainz 1984.

**SPINDLER, K. 1971:** Magdalenenberg I. Der hallstattzeitliche Fürstengrabhügel bei Villingen im Schwarzwald. Villingen 1971.

**SPINDLER, K. 1972:** Magdalenenberg II. Der hallstattzeitliche Fürstengrabhügel bei Villingen im Schwarzwald. Villingen 1972.

**SPINDLER, K. 1973:** Magdalenenberg III. Der hallstattzeitliche Fürstengrabhügel

bei Villingen im Schwarzwald. Villingen 1973.

**SPINDLER, K. 1976:** Magdalenenberg IV. Der hallstattzeitliche Fürstengrabhügel bei Villingen im Schwarzwald. Villingen 1976.

**WAGNER, E. 1908:** Fundstätten und Funde aus vorgeschichtlicher, römischer und alamannisch-fränkischer Zeit im Grossherzogtum Baden I. Das badische Oberland. Tübingen 1908.

**ZÜRN, H. 1987:** Hallstattzeitliche Grabfunde in Württemberg und Hohenzollern. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 25. Stuttgart 1987.

Autoren

APMT (Arbeitsgruppe Prähistorische Metalltechnologie)

Frank Trommer, Patrick Geiger,

Angela Holdermann

Ulmer Str.43

D-89143 Blaubeuren

Sabine Hagmann M.A.

Dollhof 1

D-88499 Altheim

#### Abbildungsnachweis

Abb. 1,1: nach KURZ 2000, 336, Kat.-Nr. 274, Taf. 19,274

Abb. 1,2: nach KURZ 2000, 336, Kat.-Nr. 276, Taf. 19,276

Abb. 1,3: nach SIEVERS 1984, 164, Kat.-Nr. 698, Taf. 56,698

Abb. 1,4: nach KURZ, SCHIEK 2002, 131, Kat.-Nr. 461, Taf. 43,461

Abb. 2: Aufnahme B. Arnold, University of Wisconsin

Abb. 3: Foto RP Tübingen, Ref. 26 Denkmalpflege/Ch. Schwarzer

Abb. 4-7, 9-14: APMT (Arbeitsgruppe Prähistorische Metalltechnologie)

Abb. 8: SIEVERS 1984, Katalog, Taf. 56 und 58

## Reisegeschwindigkeit in der Wikingerzeit – Ergebnisse von Versuchsreisen mit Schiffsnachbauten

Anton Englert

**Summary** – *There are only a few written sources on the speed and general conditions of sea voyages in the Viking Age. Therefore, reconstructed ship-finds can be used to investigate how swift and efficient this form of communication was. The empirical data lead to a better understanding of archaeological and written sources. For more than a century, trial voyages have been carried out with reconstructed Viking ships, beginning with the transatlantic voyage of Magnus Andersen's Gokstad reconstruction Viking in 1893. Between 1982 and 2004, the Viking Ship Museum in Roskilde has built and launched several seaworthy full-scale reconstructions of the five 11th-century ship finds of Skuldelev.*

*This paper analyses the speed and general conditions of representative trial voyages and compares the results with the few detailed travel data known from Viking-Age texts. The new trials have made it possible to identify realistic passage durations between several destinations. In addition to that, the experimental results show distinctive differences between various forms of transport under sail, such as the operation of cargo vessels and warships respectively.*

*Based on the comparison of single passages of over 18 hours duration, the average travel speed results of the three reconstructed Viking-Age ship-finds Gokstad, Skuldelev 1 and Skuldelev 2 confirm the travel speed mentioned in historic accounts. In a wider perspective of transport history, it is worth noting that the observed average passage speed of these Viking-Age reconstructions is very similar to the average 24-hour distances of square-rigged Mediterranean vessels of the Roman Period and of lateen and settee-rigged Mediterranean vessels of the 11th and 12th centuries.*

*The average passage speed results of the reconstructed ship-finds can now be applied in order to reconstruct the speed of civil and military transport between the regions of Northern Europe.*

Die Entwicklung von seegehenden, segelführenden Schiffen in Skandinavien war eine wichtige Voraussetzung für die Epoche, die als „Wikingerzeit“ bezeichnet wird (ca. 793-1066 n. Chr.). Die vergleichsweise späte und dennoch erfolgreiche Ein-

führung des Segels als Antriebsmittel vergrößerte den Aktionsradius der skandinavischen Völker beträchtlich und ermöglichte ihre Expansion über Ostsee, Nordsee und Nordatlantik wie auch ihre Einfälle ins Mittelmeer.

Es liegen nur wenige Schriftquellen zur Geschwindigkeit und den allgemeinen Bedingungen von Seereisen in der Wikingerzeit vor. Der Nachbau und der vorbildnahe Einsatz von Schiffsfunden bieten daher eine willkommene Möglichkeit, den archäologischen und schriftlichen Quellen empirische Daten aus der experimentellen Archäologie gegenüberzustellen.

Seit über hundert Jahren sind archäologische Versuchsreisen mit nachgebauten Wikingerschiffen durchgeführt worden, beginnend mit der legendären Atlantiküberquerung von Magnus Andersen mit dem Gokstad-Nachbau *Viking* im Jahre 1893 (ANDERSEN 1895; CHRISTENSEN 1986). Von 1982 bis 2004 hat das Wikingerschiffsmuseum in Roskilde eine Reihe von seegehenden Nachbauten der fünf Skuldelev-Schiffe aus dem 11. Jahrhundert hergestellt und zu Wasser gelassen. Diese Nachbauten werden von freiwilligen Besatzungen gesegelt, die Versuchsreisen in den ursprünglichen Gewässern unter vorbildnahen Bedingungen durchführen.

Dieser Beitrag stellt die Geschwindigkeitsergebnisse von repräsentativen Versuchsreisen vor und vergleicht sie mit den wenigen detaillierten Reisedaten, die von wikingerzeitlichen Texten bekannt sind. Die jüngsten Versuche ermöglichen es, realistische Reisezeiten auf bestimmten Routen zu ermitteln. Darüber hinaus zeigen die Versuchsergebnisse deutliche Unterschiede zwischen verschiedenen Transportformen unter Segeln auf, nämlich zwischen dem Einsatz von Lastschiffen und Kriegsschiffen.

### Reisegeschwindigkeit

Bei der Auswertung von Versuchsreisen und historischen Reisedaten ist es not-

wendig, zwischen Bootsgeschwindigkeit und Reisegeschwindigkeit zu unterscheiden. Die Bootsgeschwindigkeit beschreibt die Fahrt durchs Wasser (geloggt) oder über Grund (z. B. entlang der GPS-Spur), die ein bestimmtes Fahrzeug unter bestimmten Umständen machen kann. Die Fahrt wird üblicherweise in Knoten ausgedrückt (Seemeilen pro Stunde, 1 Seemeile oder nautische Meile (nm) = 1852 m). Die Reisegeschwindigkeit bezeichnet die Geschwindigkeit, welche die Besatzung oder Ladung dieses Fahrzeugs zwischen zwei Häfen erzielen kann (ENGLERT 2006, 38-39).

Reisegeschwindigkeit ist eine Form von resultierender Fahrt, abgekürzt VMG (velocity made good). Für die Auswertung von Einzelstrecken oder gesamter Reisen ist es wichtig zu ermitteln, wie viel Zeit entlang der kürzesten segelbaren Route, abgekürzt DMG (distance made good) verbracht wurde. Der Bezug auf die kürzeste segelbare Route DMG ist notwendig, um die Geschwindigkeit verschiedener Reisen auf der gleichen Route miteinander vergleichen zu können. Die Tatsache, dass das eine oder andere Schiff auf der gleichen Route wegen Gegenwind oder anderer Behinderungen eine viel längere Distanz über Grund DOG (distance over ground) zurücklegen musste, wird hier bewusst außer Acht gelassen. Diese widrigen Umstände manifestieren sich in der unterschiedlichen Reisezeit. Die Reisegeschwindigkeit lässt sich am besten in der Distanz ausdrücken, die in 24 Stunden zurückgelegt werden kann (Seemeilen pro Tag), dem traditionellen Etmal. Es gibt mindestens zwei Definitionen von Reisegeschwindigkeit:

Reisegeschwindigkeit (VMG) auf See = DMG zwischen Häfen/Zeit auf See (inkl.

Pausen vor Anker)

Reisegeschwindigkeit (VMG) gesamt = DMG zwischen Häfen/Reisedauer (inkl. Hafenzzeit)

Reisegeschwindigkeit auf See ist vor allem ein Ausdruck der Segelleistungen von Schiff und Besatzung unter den gegebenen Umweltbedingungen einer bestimmten Strecke, während die Gesamtreisegeschwindigkeit notwendige Verzögerungen der Reisedauer – wie zum Beispiel Hafenzzeit – einschließt. Hier ist es eine Frage des Ermessens, welche Verzögerungen als relevant anzusehen sind. Die Hafenzzeit, die in Zwischenhäfen verbracht wurde, um auf guten Wind oder günstige Gezeiten zu warten, sollte immer dazugerechnet werden.

Die Reisegeschwindigkeit auf See auf der kürzest segelbaren Route zwischen zwei Häfen ist immer langsamer als die durchschnittliche Bootsgeschwindigkeit auf der individuellen Spur über Grund, da jedes Fahrzeug unweigerlich von der Idealroute abweicht oder sogar gegen den Wind ankreuzen muss. Die Gesamtgeschwindigkeit einer Reise ist langsamer als die Reisegeschwindigkeit auf See auf den Einzelstrecken, sobald die Reisenden und ihr Schiff Zeit in Zwischenhäfen verbringen.

Reisedaten aus Schriftquellen des 9. bis 11. Jahrhunderts

Eine kleine Anzahl von Schriftquellen der Wikingerzeit enthalten detaillierte Angaben zur Reisegeschwindigkeit auf bestimmten Routen. Nach quantitativen Angaben zur Bootsgeschwindigkeit wird man vergeblich suchen. Die Fahrt wurde nur relativ wahrgenommen, mit einem Blick ins Wasser, zum Ufer oder – besonders spannend – im Vergleich zu anderen Boo-

ten, Freund oder Feind, auf gleichem Kurs.

Zu den besonders relevanten Quellen zählen die Reiseberichte von Ottar und Wulfstan aus der Zeit um das späte 9. Jahrhundert (LUND ET AL. 1984; CRUMLIN-PEDERSEN 1984; BATELY 2007; BATELY 2009; ENGLERT 2007; ENGLERT, OSSOWSKI 2009; MC GRAIL 2009) und die von Adam von Bremen um 1075 verfasste Hamburgische Kirchengeschichte (ADAM; ELLMERS 1972, 248-250).

Historische Reiseberichte nennen für gewöhnlich die Anzahl der Tage, die für eine bestimmte Seereise zwischen zwei Häfen benötigt wurde. Allerdings gibt es beträchtliche Unterschiede im Bezug auf die Quellenart, die Wetterbedingungen, den Schiffstyp, die Antriebsform und die Reiseform. Um derart verschiedenartige Reisedaten vergleichen und auswerten zu können, bietet es sich an, ein System von Interpretationskriterien zu erstellen:

1. Quellenart. Die zu untersuchenden Reisedaten können unterschieden werden in individuelle Berichte von tatsächlichen Seereisen, generellen Routenbeschreibungen oder Segelanweisungen. Die letzteren zwei Kategorien gehen ihrer Natur nach von günstigen Wetterverhältnissen aus.

2. Wetterbedingungen. Falls möglich, sollten sie in günstige und ungünstige unterschieden werden.

3. Schiffstyp. Es kann sich um ein Lastschiff mit reinem Segelantrieb, ein schnelles, auch gegen den Wind zu rudernes Kriegsschiff oder andere Typen gehandelt haben.

4. Antriebsform. Falls möglich, sollten die Segelführung und der Gebrauch von Riemern außerhalb von Häfen erfasst werden. In Nordeuropa herrschte das Rigg mit einem einzelnen Rahsegel bis zum

späten Mittelalter vor.

5. Reiseform. Die Reise kann eine Küstenfahrt über mehrere Strecken und mit Aufhalten in Zwischenhäfen oder eine ununterbrochene Hochseefahrt gewesen sein.

6. Zeit- und Abstandseinheiten. Eine Route kann in Tagen, Tagen und Nächten sowie anderen Zeiteinheiten oder in mehr oder weniger definierten Abstandseinheiten angegeben werden.

*Tabelle 1* gibt ein Beispiel für die Anwendung dieser Kriterien und für den unterschiedlichen Charakter von Reisedaten – auch innerhalb der gleichen Quelle. Die vier Quellenproben sind teils generelle Routenbeschreibungen und tatsächliche Reiseberichte. Sie beziehen sich auf nicht näher bezeichnete Fahrzeuge unter Segeln, die höchstwahrscheinlich mit einem einzigen Rahsegel versehen waren.

In Ottars (altenglisch *Ohthere*) genereller Routenbeschreibung von seiner Heimat in Nordnorwegen zu einem südnorwegischen Handelsplatz namens Sciringes healh (vermutlich identisch mit Kaupang) gebraucht er eine Formel, die die Mindestdauer der Reiseroute bei günstigem Wind in Tagesfahrten angibt, die sich im Durchschnitt über etwas weniger als 37 Seemeilen erstrecken (ENGLERT 2007, 122-125).

Im gleichen Text schildert Ottar eine Seereise, die er von Sciringes healh nach Hedeby in fünf Tagen durchführte. Dieser Bericht nennt weder Wetterbedingungen noch Angaben über etwaige besuchte Zwischenhäfen und Ankerplätze. Im Licht von Versuchsreisen mit dem Skuldelev 1-Lastschiffsnachbau *Ottar af Roskilde* legt Ottars historische Reisegeschwindigkeit von etwa 80 Seemeilen am Tag den Schluss nahe, dass er unter günstigen Wetterverhältnissen fuhr und dass er sich

	<i>Altengl. Orosius Ottar Langs Norwegen Spätes 9. Jh.</i>	<i>Altengl. Orosius Ottar Kaupang-Hedeby Spätes 9. Jh.</i>	<i>Altengl. Orosius Wulfstan Hedeby-Truso Spätes 9. Jh. oder später</i>	<i>Adam von Bremen Verschiedene Routen in und um Dänemark Ca. 1075</i>
<i>Textproben</i>	„Zu diesem, sagte er, war es nicht möglich zu segeln in einem Monat, wenn man zur Nacht lagerte und jeden Tag günstigen Wind hatte“ (Bately 2007, 47)	„von Sciringes healh segelte er in fünf Tagen zu dem Handelsplatz, der „an den Heiden“ genannt wird“ (Bately 2009, 14)	„Wulfstan sagte, dass er von „den Heiden“ fuhr, dass er in Truso nach sieben Tagen und Nächten war, dass das Schiff den ganzen Weg unter Segel lief“ (Bately 2009, 15)	„der Britische Ozean, über den man Seeleuten zufolge von Dänemark bis England in südöstlichen Winden in drei Tagen segeln kann“ (Adam II.52)
<i>Quellenart</i>	Generelle Routenbeschreibung	Individueller Reisebericht	Individueller Reisebericht	Generelle Routenbeschreibung
<i>Wetterbedingungen</i>	Günstig per Definit.	Günstig?	Günstig?	Günstig per Definit.
<i>Schiffstyp</i>	Nicht angegeben	Handelsschiff?	Handelsschiff?	Nicht angegeben
<i>Antriebsform</i>	Unter Segel	Unter Segel	Unter Segel	Unter Segel
<i>Reiseform</i>	Tägliche Nachtlager	Ununterbrochen?	Ununterbrochen	Unterschiedlich
<i>Zeit- u. Abstandseinh.</i>	Tagesfahrten	Tage	Tage und Nächte	Tage

*Tab. 1: Anwendung von Interpretationskriterien auf wikingerzeitliche Reisedaten. Das Zitat von Adam steht als Beispiel für eine seiner Routenangaben.*

während der Reise aus Zeitgründen kaum an Land aufgehalten haben kann (ENGLERT 2007, 119-122).

Wulfstan berichtet ebenfalls von einer Seereise von Hedeby nach einem Handelsplatz namens Truso im östlichen Weichselmündungsgebiet. Er definiert seine Reise als eine ununterbrochene Reise von sieben Tagen und Nächten unter Segel, nennt aber keine Windrichtungen. Deswegen verbleibt es unklar, ob Wulfstans relativ langsame Reisegeschwindigkeit von etwa 55 Seemeilen am Tag auf der kürzest segelbaren Route von schwachen oder ungünstigen Windverhältnissen herrührte, durch eine andere Fahrzeuggröße bedingt war oder ob er – zum Beispiel aus Sicherheitsgründen – eine längere Route wählte (ENGLERT, OSSOWSKI 2009, 268-269; MC GRAIL 2009, 273).

Adam von Bremen schildert keine individuellen Reisen, sondern beschreibt verschiedene Seerouten, jedoch ohne nähere Angaben als den Start- und Zielhafen und die Anzahl der Reisetage bei günstigem Wind (z. B. ADAM II.22 und ADAM IV, Kapitel 11, 29, 33, 36 und 37). In einem Fall, die Route von Dänemark nach England betreffend, nennt er die günstigste Windrichtung, aber keine Häfen (ADAM II.52; siehe *Tabelle 1*).

#### Der Segeltag als nautische Einheit

In seinem umfangreichen Werk über die frühmittelalterliche Handelsschifffahrt hat Detlev Ellmers Reisedaten analysiert, die er den erhaltenen wikingerzeitlichen Quellen entnahm. In Anerkennung der Tatsache, dass die Quellen die Dauer bestimmter Routen in Tagen oder in Tagen und Nächten angeben, schließt Ellmers, dass die Geschwindigkeit von Seereisen

nicht in Knoten, sondern in Seemeilen pro Tag ausgedrückt gemessen werden sollte, analog zum Gebrauch von Etmalen in der traditionellen Hochseeravigation. Auf diese Weise können Reisegeschwindigkeitswerte direkt verglichen werden, „ganz gleich, ob das Schiff ununterbrochen Tag und Nacht segelte oder nur einige Stunden“ (ELLMERS 1972, 248). Nach Ellmers' Definition beziehen sich die Ausdrücke „Tag“ und „Tag und Nacht“ auf die Distanz, die ein bestimmtes Fahrzeug unter günstigen Bedingungen in 24 Stunden zurücklegte, in ununterbrochener Fahrt oder mit nächtlichen Pausen. Anhand einer geografischen Auswertung von Reisen und Reisebeschreibungen der Wikingerzeit (ELLMERS 1972, 248-249; siehe auch MC GRAIL 1998, 262-264; 282), identifizierte Ellmers drei Gruppen von Reisegeschwindigkeiten:

1 Segeltag mit Halt bei Nacht: 29-37 Seemeilen

1 Segeltag in ununterbrochener Fahrt: 55-74 Seemeilen

1 Segeltag ununterbrochen mit einem Kriegsschiff: 90-165 Seemeilen

Der norwegische Seefahrtshistoriker Roald Morcken hat einen ganz anderen Ansatz verfolgt. Morcken versteht die skandinavischen Quellenangaben zu Seereisen nicht als Zeitangaben, sondern als standardisierte altnordische Abstandseinheiten (MORCKEN 1965, 22; MORCKEN 1978, 8-10):

1 Tag Rudern: ½ tylft (Zwölfstel) = 6 vikur (Ruderschichten) = 36 Seemeilen

1 (halber) døgr (Tag Segeln): 1 tylft (Zwölfstel) = 12 vikur (Ruderschichten) = 72 Seemeilen

1 døgr (Tag Segeln): 2 tylfter (Zwölfstel) = 24 vikur (Ruderschichten) = 144 Seemeilen

Morcken nimmt an, dass die Angaben von „Tagen“ oder „Tagen und Nächten“ lateinische Übersetzungen der mittelalterlichen nordischen Ausdrücke *døgr* (Norw.) oder *dægr* (Isl.) sind, die ihm zufolge 144 modernen Seemeilen entsprechen. Uwe Schnall dagegen hält daran fest, dass der *dægr* zuallererst eine Zeiteinheit von gewöhnlich 12 Stunden Dauer ist. Als eine Zeiteinheit mag er die Distanz angegeben haben, die man bei günstigem Wind in 12 Stunden zurücklegen konnte (SCHNALL 1975, 130-134). Denkt man an die begrenzten Möglichkeiten für genaue geografische und astronomische Beobachtungen und Messungen im wikingerzeitlichen und hochmittelalterlichen Skandinavien, so erscheint Morckens Definition als zu eng und zu exakt für eine Zeit, die nicht von wissenschaftlichem Denken, sondern von der gekonnten Anwendung eigener samt überlieferter Erfahrung und Naturbeobachtung geprägt war.

Auf der Suche nach durchschnittlichen Geschwindigkeiten von Seerouten unter Segeln hat Seán McGrail altertümliche und mittelalterliche Reiseangaben sowie Versuchsreisen von Nachbauten verglichen und kommt zu dem vorläufigen Ergebnis, „dass historische Fahrzeuge im Mittelmeer des klassischen Altertums und im frühmittelalterlichen Nordwesteuropa auf Hochseereisen unter günstigen Wetterbedingungen im allgemeinen durchschnittlich etwa 5 Knoten Fahrt machen konnten [120 Seemeilen am Tag]. Unter ungünstigen Bedingungen, bei schlechtem Wind oder behindert bei der Fahrt durch Inselgruppen, konnten die durchschnittlichen Geschwindigkeiten 2 bis 2½ Knoten betragen [48-60 Seemeilen am Tag]“ (MC GRAIL 1998, 264). Vor wenigen Jahren hat Julian Whitewright die Reisegeschwindigkeit von ununterbrochenen

Strecken im Mittelmeer neu untersucht, um den Übergang vom Rahsegel zum dreieckigen Lateinersegel zu beleuchten. Whitewright unterscheidet die Streckenangaben nach günstigen und ungünstigen Bedingungen. Die folgende Zusammenstellung ununterbrochener Strecken basiert auf WHITEWRIGHT 2008, 315-332:

Mediterrane Schiffe mit Rahsegelrigg vom 1. Jh. v. Chr. bis zum 5. Jh. n. Chr.

13 Strecken unter günstigen Bedingungen:  
Etmale zwischen 70 und 149 nm DMG.  
Insgesamt: 7927 nm DMG in 75½ Tagen:  
105,0 nm/d (4,4 Knoten) VMG

7 Strecken unter ungünstigen Bedingungen:  
Etmale zwischen 36 und 50 nm DMG.  
Insgesamt: 3535 nm DMG in 77½ Tagen:  
45,6 nm/d (1,9 Knoten) VMG

Alle 20 untersuchten Strecken:  
Etmale zwischen 36 und 149 nm DMG.  
Insgesamt: 11462 nm DMG in 153 Tagen:  
74,9 nm/d (3,1 Knoten) VMG

Mediterrane Schiffe mit Lateinerrigg und verwandten Riggformen vom 11. bis 12. Jh.

4 Strecken unter günstigen Bedingungen:  
Etmale zwischen 77 und 150 nm DMG.  
Insgesamt: 2790 nm DMG in 27 Tagen:  
103,3 nm/d (4,3 Knoten) VMG

4 Strecken unter ungünstigen Bedingungen:  
Etmale zwischen 18 und 45 nm DMG.  
Insgesamt: 1397 nm DMG in 37 Tagen:  
37,8 nm/d (1,6 Knoten) VMG

Alle 8 untersuchten Strecken:  
Etmale zwischen 18 und 150 nm DMG.  
Insgesamt: 4187 nm DMG in 64 Tagen:  
65,4 nm/d (2,7 Knoten) VMG

## Reisegeschwindigkeit von Nachbauten

Unter den fünf bei Skuldelev im Roskilde Fjord als Fahrwassersperre versenkten Schiffen, die 1962 vom dänischen Nationalmuseum ausgegraben wurden, befanden sich zwei hochseetüchtige Fahrzeuge: ein mittelgroßes westnorwegisches Lastschiff, Skuldelev 1, von um 1030 und ein 1042 in Irland gebautes Langschiff, Skuldelev 2 (CRUMLIN-PEDERSEN, OLSEN 2002).

Der Schiffsfund Skuldelev 1 ist von 1998 bis 2000 unter dem Namen *Ottar af Roskilde* mit einer Länge von 16 m, einer

drängt das Lastschiff ca. 23 Tonnen. Durchgehende Tag- und Nachtfahrten können von einer in zwei Wachen eingeteilten Besatzung von acht Personen bewältigt werden. Ein geräumiges Zelt achter dem Mast bietet unter normalen Bedingungen ausreichend Schutz für ungestörten Schlaf in der Freiwache. Der Lastraum kann nahezu unbegrenzte Mengen von Wasser und Proviant aufnehmen.

Der Nachbau des Schiffsfundes Skuldelev 2, *Havingsten fra Glendalough*, wurde von 2000 bis 2004 hergestellt mit einer Länge von 29,4 m, einer Breite von 3,8 m,



Abb. 1: *Ottar*, Nachbau des westnorwegischen Lastschiffs Skuldelev 1, von ca. 1030.

Breite von 4,8 m, 1,2 m Tiefgang und 90 m<sup>2</sup> Segelfläche nachgebaut worden (Abb. 1). Mit ca. 17 Tonnen Steinballast ver-

einem Tiefgang von ca. 1.0 m und einer Segelfläche von 112 m<sup>2</sup> (Abb. 2). Mit 8 Tonnen Steinballast und einem Besat-



Abb. 2: Havhingsten fra Glendalough, Nachbau des in Irland gebauten Langschiffs Skuldelev 2 von 1042.

zungsgewicht von 5 Tonnen verdrängt das Langschiff 25 Tonnen. Eine Besatzung von 60 Personen kann für längere Strecken zwei Wachen stellen. Aufgrund ihrer großen Anzahl und dem begrenzten Platz an Deck kann die Freiwache zwar ruhen, aber kaum erholsamen Schlaf finden. Die Ladekapazität für den Transport von Wasser und Proviant ist begrenzt und reicht nicht für mehrere Wochen.

Vorwiegend mit Freiwilligen bemannt, haben Ottar af Roskilde und Havhingsten fra Glendalough aus verschiedenen Seegebieten – darunter dem Kattegatt und Skagerrak, der südlichen Ostsee, der Nordsee und den Gewässern um die britischen Inseln – realistische Reisedaten heimgebracht.

Um diese Seereisen mit historischen Angaben zur Reisegeschwindigkeit auf verschiedenen Strecken zu vergleichen, ist

es am sinnvollsten, sich auf Einzelstrecken von einem Hafen zum nächsten zu konzentrieren. Um auf eine repräsentative Anzahl von Einzelstrecken zurückgreifen zu können, werden alle Einzelstrecken unter Segel von mehr als 18 Stunden Dauer miteinbezogen. (Tabellen 2-3; Abb. 3-4). Man könnte nun argumentieren, dass Reisegeschwindigkeiten von modernen freiwilligen Besatzungen nicht mit den historischen, seegewohnten Besatzungen verglichen werden können. Das ist sicher richtig im Bezug auf die Hafenzzeit, die mit Landaktivitäten wie Krieg, Handel und Fouragieren verbracht wurde. Jedoch würde keine Segelschiffsbesatzung, heute oder in der Vergangenheit, bezahlt oder unbezahlt, länger auf See bleiben als dringend notwendig, es sei denn, sie wäre mit Fischfang, Seeräuberei oder Patrouillendienst beschäftigt.

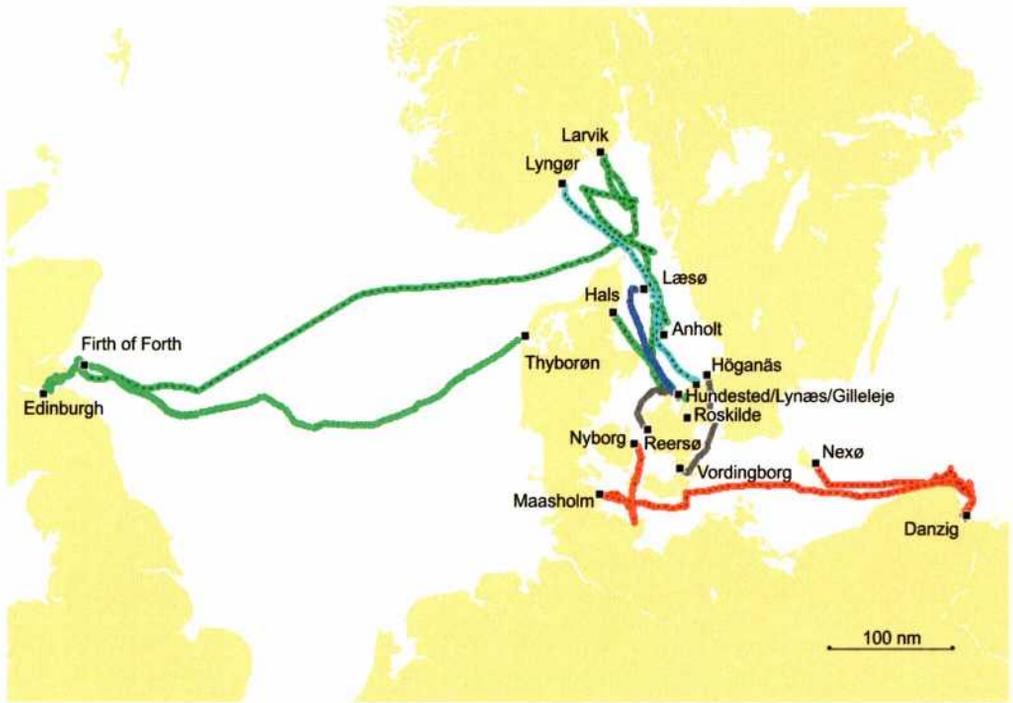


Abb. 3: Einzelstrecken von über 18 Stunden Dauer, gesegelt vom Lastschiffnachbau Ottar zwischen 2002 und 2009 (Garmin GPS-Spur).

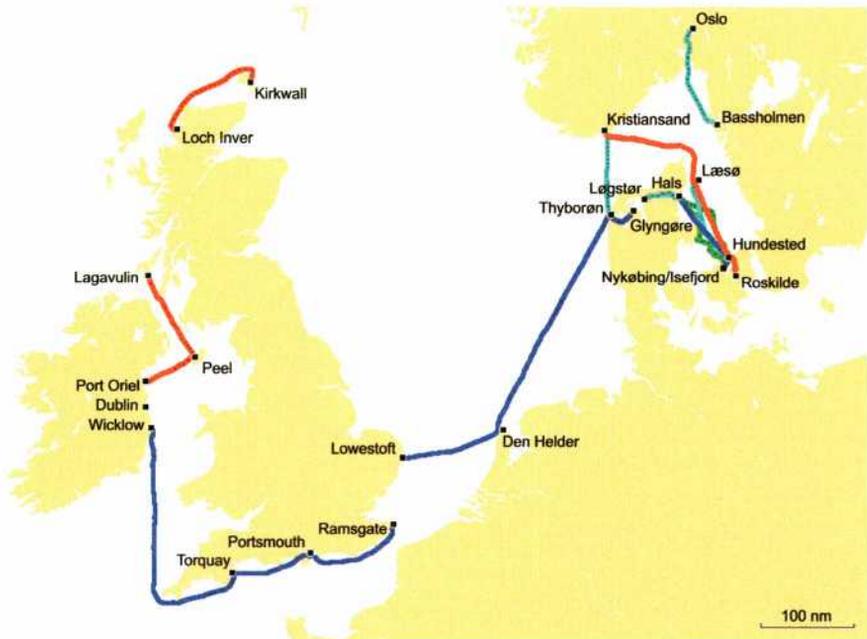


Abb. 4: Einzelstrecken von über 18 Stunden Dauer, gesegelt vom Langschiffnachbau Havhingsten fra Glendalough zwischen 2005 und 2008 (Garmin GPS-Spur).

Seegebiet und Datum	Route	Reisedauer	DMG (nm)	Mittleres Etmal (nm/d)	Bemerkungen
<b>Rund Seeland</b>					
Juli 2002	Lynæs-Reersø	1d 6h 15'	64	51	Leichter, unsteter Wind aus N
Juli 2002	Vordingborg-Höganäs	1d 8h 40'	91	67	Leichter Wind aus W-SO
<b>Kattegatt/Skagerrak</b>					
Juni 2003	Anholt-Lyngør	1d 8h 45'	143	105	Mäßiger Wind aus SO
Juli 2003	Læsø-Gilleleje	1d 14h 25'	86	53	Umlaufender Wind
<b>Südliche Ostsee</b>					
Juni/Juli 2004	Nyborg-Maasholm	1d 21h 05'	66	35	Anf. stürm. W-Wind, sp. Windstille
Juli 2004	Maasholm-Danzig	3d 6h	329	101	Mäßiger Wind aus W
Juli 2004	Danzig-Nexø	4d 0h 47'	142	35	3 Tage Gegenwind aus W
<b>Kattegatt/Nordsee</b>					
Juni 2005	Hundested-Hals	22h 45'	79	(84)	Leichter Wind aus S-SO
Juni/Juli 2005	Thyborøn-Firth of Forth	5d 0h 40'	341	68	Mäßiger Wind aus SO-SW
Juli 2005	Edinburgh-Larvik	6d 2h 45'	483	79	Frischer Wind aus N & SW
August 2005	Larvik-Roskilde Fjord	4d 3h 25'	206	50	Leichter, unsteter Wind
Juli 2009	Hundested-Læsø	20h 25'	94	(110)	Mäßiger Wind aus SW
2002-2009	Insgesamt	31d 19h 57'	2124	66,7	Zumeist mäßiger Wind aus günstigen Richtungen

Tab. 2: Die Reisegeschwindigkeit des Nachbaus eines mittelgroßen Lastschiffs aus der späten Wikingerzeit (Skuldelev 1, Ottar) auf Einzelstrecken von über 18 Stunden Dauer. DMG: distance made good, kürzeste segelbare Distanz. Zahlen in Klammern: theoretische Etmale für Strecken, die in weniger als 24 Stunden zurückgelegt wurden. Strecken mit ungünstigen Windbedingungen sind besonders markiert.

Seegebiet und Datum	Route	Reisedauer	DMG (nm)	Mittleres Etmal (nm/d)	Bemerkungen
<b>Kattegatt/Skagerrak</b>					
Juli 2005	Nykøbing Sj.-Hals	2d 4h 44'	87	40	Leichter Wind aus N-SW
Juli 2005	Hals-Skanse- hagen/Isefjord	18h 45'	81	(104)	Mäßiger Wind aus SW-W
Juli 2006	Hundested-Læsø	18h 15'	93	(122)	Mäßiger Wind aus W
Juli 2006	Bassholmen-Oslo	1d 9h 30'	113	81	Leichter Wind aus SW-S Einschl. 1h 40' Rudern
Juli 2006	Kristiansand- Thyborøn	19h 50'	88	(106)	Leichter Wind aus NW
Juli/August 2006	Løgstør-Hundested	22h	121	(132)	Frischer Wind aus W
Juli 2007	Roskilde- Kristiansand	1d 11h	232	159	Frischer Wind aus SSO
<b>Rund Großbritannien</b>					
Juli 2007	Kirkwall-Loch Inver	1d 6h 56'	123	95	Mäßiger Wind aus NNO Einschl. 5h 40' Rudern
August 2007	Lagavulin-Peel (Man)	18h 38'	98	(127)	Stürmischer Wind aus NW
August 2007	Peel (Man)-Port Oriol	18h 29'	60	(78)	Gereift aufgrund rauer See
Juli 2008	Wicklow-Torquay	2d 7h 36'	282	122	Frischer Wind aus W
Juli 2008	Torquay-Portsmouth	21h 14'	99	(111)	Frischer Wind aus SW
Juli 2008	Portsmouth- Ramsgate	21h 2'	119	(136)	Mäßiger Wind aus SW
<b>Nordsee/Kattegatt</b>					
Juli 2008	Lowestoft-Den Helder	1d 6h 2'	117	94	Starker Wind aus SW
August 2008	Den Helder- Glyngøre	2d 4h 46'	291	132	Starker Wind aus SSO-W
August 2008	Hals- Kongsøre/Isefjord	21h 31'	89	(99)	Leichter Wind aus NNW- SO
2005-2008	Insgesamt	19d 14h 18'	2093	106,8	Zumeist frischer Wind aus günstigen Richtungen

Tab. 3: Die Reisegeschwindigkeit des Nachbaus eines großen Langschiffs aus der späten Wikingerzeit (Skuldelev 2, Havhingsten fra Glendalough) auf Einzelstrecken von über 18 Stunden Dauer. DMG: distance made good, kürzeste segelbare Distanz. Zahlen in Klammern: theoretische Etmale für Strecken, die in weniger als 24 Stunden zurückgelegt wurden. Strecken mit ungünstigen Windbedingungen sind besonders markiert.

Abschließend soll auch die Mutter aller Versuchsreisen zum Vergleich herangezogen werden: Magnus Andersens Überquerung des Nordatlantik mit dem Gokstad-Nachbau *Viking* im Jahr 1893 setzt immer noch einen Maßstab für eine lange Hochseestrecke unter schwierigen Wetterbedingungen. *Viking* legte die 2140 Seemeilen auf dem Großkreis (der kürzest segelbaren Strecke) von Bergen nach Neufundland in 28 Tagen zurück, mit einem mittleren Etmal von 76,4 Seemeilen (ANDERSEN 1895; KORHAMMER 1985, 162).

An dieser Stelle stellt sich die Frage, ob kurze Strecken und Überfahrten von mehreren Tagen Dauer direkt miteinander verglichen werden können. Beim Auslaufen sind die Bedingungen ähnlich: Segelschiffe ohne Maschinenkraft stechen bei günstigen Wind- und Gezeitenverhältnissen in See, unbesehen der Länge der beabsichtigten Strecke. Während der Fahrt ergeben sich Unterschiede. Einerseits wird bei kurzen Strecken proportional mehr Zeit mit Hafenmanövern und der Passage von engen Fahrwassern verbracht. Andererseits ist bei längeren Strecken die Wahrscheinlichkeit größer, dass sich das anfangs günstige Wetter zum Nachteil verändert. Jeder positive Effekt der Gezeitenströme wird bei längeren Strecken ebenfalls ausgeglichen. Aus diesen Gründen mag es angemessen sein, die Dauer und kürzeste segelbare Distanz von kurzen sowohl auch längeren Strecken in die Analyse eingehen zu lassen.

Alle drei Nachbauten segelten in der vergleichsweise milden Saison von Mai bis August. Da die drei angesprochenen Nachbauten drei Fahrzeuge von unterschiedlicher Form und Funktion repräsentieren, werden die Reisegeschwindigkeitsergebnisse für Einzelstrecken unter

Segel am besten in folgenden drei Gruppen dargestellt:

*Gokstad, großes Segel- und Ruderschiff des 9. Jahrhunderts (Viking 1893)*

Insgesamt: 2140 nm DMG in 28 Tagen: 76,4 nm/d (3,2 Knoten) VMG

*Skuldelev 1, mittelgroßes Lastschiff des 11. Jahrhunderts (Ottar af Roskilde 2002-2009)*

7 Strecken unter günstigen Bedingungen:

Etmale zwischen 67 und 110 nm DMG.

Insgesamt: 1560 nm DMG in 18 Tagen, 22 Stunden: 82,5 nm/d (3,4 Knoten) VMG

5 Strecken unter ungünstigen Bedingungen:

Etmale zwischen 35 und 53 nm DMG.

Insgesamt: 564 nm DMG in 12 Tagen, 22 Stunden: 43,7 nm/d (1,8 Knoten) VMG

Alle 12 untersuchten Strecken:

Etmale zwischen 35 und 110 nm DMG.

Insgesamt: 2124 nm DMG in 31 Tagen, 20 Stunden: 66,7 nm/d (2,8 Knoten) VMG

*Skuldelev 2, großes Langschiff des 11. Jahrhunderts (Havhingsten fra Glendalough 2005-2008)*

12 Strecken unter günstigen Bedingungen:

Etmale zwischen 94 und 159 nm DMG.

Insgesamt: 1710 nm DMG in 13 Tagen, 22¼ Stunden: 122,6 nm/d (5,1 Knoten) VMG

4 Strecken unter ungünstigen Bedingungen:

Etmale zwischen 40 und 95 nm DMG.

Insgesamt: 383 nm DMG in 5 Tagen, 15¼ Stunden: 67,9 nm/d (2,8 Knoten) VMG

Alle 16 untersuchten Strecken:

Etmale zwischen 40 und 159 nm DMG.

Insgesamt: 2093 nm DMG in 19 Tagen, 14¼ Stunden; 106,8 nm/d (4,5 Knoten) VMG

Diese Ergebnisse unterliegen folgenden

Vorbehalten:

*Viking* segelte eine durchgehende Ozeanstrecke mit zeitweise widrigen Winden und Stürmen. Wenn der Wind es zuließ, setzte die Besatzung zahlreiche Segel zusätzlich zu dem einfachen Rahsegelrigg, darunter auch ein dreieckiges Vorsegel (CHRISTENSEN 1986, 71-73, Abb. 6-7). Insgesamt wurde die nominelle Reisegeschwindigkeit durch das Abwettern von Stürmen fern von schützenden Häfen verringert.

*Ottar af Roskilde* segelte 12 Strecken von mehr als 18 Stunden Dauer meist bei leichtem und mäßigem Wind, zum Teil bei unstemem und widrigem Wind. Deshalb ist das Reisegeschwindigkeitspotential des Lastschiffes in den vorliegenden Daten nicht völlig ausgeschöpft.

*Havhingsten fra Glendalough* segelte 16 Strecken von mehr als 18 Stunden Dauer zumeist bei frischem Wind aus günstigen Richtungen. Strecken mit abflauendem Wind konnten durch Rudern zum nächsten geeigneten Hafen abgekürzt werden.

Schluss

Auf der Vergleichsgrundlage von Einzelstrecken über 18 Stunden Dauer bestätigen die durchschnittlichen Reisegeschwindigkeitsergebnisse der drei nachgebauten wikingerzeitlichen Schiffsfunde Gokstad, Skuldelev 1 und Skuldelev 2 die Reisegeschwindigkeiten, die in historischen Berichten genannt werden: Die Nachbauten des Skuldelev 1- und des Gokstadschiffes haben mittlere Etmale von 66,7 and 76,4 Seemeilen ergeben, verglichen mit der Spanne von 55 bis 74 Seemeilen, die Detlev ELLMERS (1972) aus zeitgenössischen Quellen für einen Segeltag in ununterbrochener Fahrt erschloss. Das größere Etmal des

Gokstad-Nachbaus *Viking* stimmt gut mit dessen größerer Rumpflänge von ca. 23 m überein. In Bezug auf die oft ungünstigen Wetterverhältnisse bei den untersuchten Fahrten können beide Schiffstypen auf zukünftigen Versuchsreisestrecken durchaus noch höhere durchschnittliche Reisegeschwindigkeiten auf See erbringen.

In einem größeren verkehrsgeschichtlichen Zusammenhang ist es bemerkenswert, dass die beobachteten Reisegeschwindigkeiten dieser Nachbauten von Schiffen aus der Wikingerzeit im Bereich der mittleren Etmale von 74,9 Seemeilen und 65,4 Seemeilen liegen, die von römzeitlichen Rahsegelschiffen und mediterranen Schiffen des 11. und 12. Jahrhunderts mit Lateinerrigg und verwandten Riggformen bekannt sind (Daten basieren auf WHITEWRIGHT 2008).

Der Nachbau des großen Langschiffs Skuldelev 2 hat unter zumeist günstigen Wetterbedingungen ein mittleres Etmal von 106,8 Seemeilen erzielt. Dieses Ergebnis liegt innerhalb der Spanne der 90 bis 165 Seemeilen, die ELLMERS (1972) auf der Grundlage zeitgenössischer Quellen für einen ununterbrochenen Segeltag mit einem Kriegsschiff angab. Dieselbe Spanne wird eindrucksvoll bestätigt von den Streckenetmalen von 94 bis 159 Seemeilen, die der Skuldelev 2-Nachbau unter günstigen Wetterbedingungen erreichte.

Die auf Versuchsreisen mit nachgebauten Schiffsfunden ermittelte Reisegeschwindigkeit auf See kann jetzt angewendet werden, um die Geschwindigkeit zivilen und militärischen Verkehrs zwischen den Regionen Nordeuropas zu rekonstruieren. Jedoch darf man nicht aus den Augen verlieren, dass jede Seereise aus mehreren Einzelstrecken Hafenzeiten mitein-

schluss, in denen günstige Verhältnisse von Wind, Gezeiten, Licht und Sichtbarkeit abgewartet wurden. Dazu kommt, dass vollbemannte Kriegsschiffe immer wieder Land aufsuchen mussten, um genügend Wasser, Proviant und Erholung für die Besatzung zu gewährleisten.

## Danksagung

Der Erfolg der Segelversuche des Wikingerschiffsmuseums in Roskilde wäre nicht möglich ohne den enthusiastischen Einsatz einer großen Zahl von Freiwilligen. Ihnen sei an dieser Stelle besonders gedankt. Ich möchte ebenfalls meiner Kollegin Vibeke Bischoff danken für die gemeinsame Diskussion der Versuchsdaten der Seereise mit *Havhingsten fra Glendalough*.

## Literatur

**ADAM:** Magistri Adam Bremensis gesta Hammaburgensis ecclesiae pontificum. Monumenta Germaniae Historica Scriptores rerum Germanicarum in usum scholarum separatim editi (MGH SSrG) 2. Ed. by Bernhard Schmeidler. 3rd edn. Hannover, Leipzig 1917.

**ANDERSEN, M. 1895:** Vikingefærden. En illustreret Beskrivelse af "Vikings" Reise i 1893. Kristiania 1895.

**BATELY, J. 2007:** Text and translation: the three parts of the known world and the geography of Europe north of the Danube according to Orosius' *Historiae* and its Old English version. In: J. Bately, A. Englert (eds.), *Ohthere's Voyages. A late 9th-century account of voyages along the coasts of Norway and Denmark and its cultural context*. Maritime Culture of the North 1. Roskilde 2007, 40-50.

**BATELY, J. 2009:** Wulfstan's Voyage and

his description of Estland: the text and the language of the text. In: A. Englert, A. Trakadas (eds.), *Wulfstan's Voyage. The Baltic Sea region in the early Viking Age as seen from shipboard*. Maritime Culture of the North 2. Roskilde 2009, 10-28.

**CHRISTENSEN, A. E. 1986:** "Viking", a Gokstad Ship Replica from 1893. In: O. Crumlin-Pedersen, M. Vinner (eds.), *Sailing into the Past. The International Ship Replica seminar*. Roskilde 1984. Roskilde 1986, 68-77.

**CRUMLIN-PEDERSEN, O. 1984:** Ships, navigation and routes in the reports of Ohthere and Wulfstan. In: N. Lund et al. (ed.), *Two Voyagers at the Court of King Alfred. The ventures of Ohthere and Wulfstan together with the Description of Northern Europe from the Old English Orosius*. York 1984, 30-42.

**CRUMLIN-PEDERSEN, O., Olsen O. (eds.) 2002:** *The Skuldelev Ships I. Topography, Archaeology, History, Conservation and Display. Ships and Boats of the North 4.1*. Roskilde.

**ELLMERS, D. 1972:** Frühmittelalterliche Handelsschiffahrt in Mittel- und Nordeuropa. *Offa-Bücher* 28. Neumünster 2002.

**ENGLERT, A. 2006:** Trial voyages as a method of experimental archaeology: The aspect of speed. In: L. Blue et al. (eds.), *Connected by the Sea. Proceedings of the Tenth International Symposium on Boat and Ship Archaeology* Roskilde 2003. Oxford 2006, 35-42.

**ENGLERT, A. 2007:** Ohthere's voyages seen from a nautical angle. In: J. Bately, A. Englert (eds.), *Ohthere's Voyages. A late 9th-century account of voyages along the coasts of Norway and Denmark and its cultural context*. Maritime Culture of the North 1. Roskilde 2007, 117-129.

**ENGLERT, A., Ossowski, W. 2009:** Sailing

in Wulfstan's wake: the 2004 trial voyage Hedeby-Gdansk with the Skuldelev 1 reconstruction, Ottar. In: A. Englert, A. Trakadas (eds.), Wulfstan's Voyage. The Baltic Sea region in the early Viking Age as seen from shipboard. Maritime Culture of the North 2. Roskilde 2009, 257-270.

**KORHAMMER, M. 1985:** Viking Seafaring and the Meaning of Ohthere's ambyrne wind. In: A. Bammesberger (ed.), Problems of Old English Lexicography. Studies in Memory of Angus Cameron. Eichstätter Beiträge 15. Regensburg 1985, 151-173.

**LUND, N. ET AL. 1984:** Two Voyagers at the Court of King Alfred. The ventures of Ohthere and Wulfstan together with the Description of Northern Europe from the Old English Orosius. York 1984.

**McGRAIL, S. 1998:** Ancient Boats in North-West Europe. The archaeology of water transport to AD 1500. Longman Archaeology Series, 2nd edn. London, New York 1998.

**McGRAIL, S. 2009:** Seafaring then and now. In: A. Englert, A. Trakadas (eds.), Wulfstan's Voyage. The Baltic Sea region in the early Viking Age as seen from shipboard. Maritime Culture of the North 2. Roskilde 2009, 271-274.

**MORCKEN, R. 1965:** Den nautiske mil gjennom tusen år. Sagatidens distance-tabeller fra vestkysten av Grønland til Hvitehavet. Bergens Sjøfartsmuseums årshäfte 1964 (1965), 29-66.

**MORCKEN, R. 1978:** Vikingtidens distansetabell langs den norske kyst fra svenskegrensen til Hvitehavet. Sjøfartshistorisk Årbok 1977 (1978), 7-82.

**SCHNALL, U. 1975:** Navigation der Wikinger. Nautische Probleme der Wikingerzeit im Spiegel der schriftlichen Quellen. Schriften des Deutschen Schiffahrts-museums. Oldenburg, Hamburg 1975.

**WHITEWRIGHT, R. J. 2008:** Maritime Technological Change in the Ancient Mediterranean: The invention of the lateen sail. Doctoral thesis, University of Southampton 2008.

Abbildungsnachweis

Abb. 1-2: Fotos von Werner Karrasch, Vikingskibmuseet i Roskilde.

Abb. 3-4: Garmin GPS-Spur

Autor

Dr. Anton Englert

Vikingskibsmuseet i Roskilde

Vindeboder 12

DK-4000 Roskilde

ae@vikingshipmuseum.dk

P.S. Dieser Artikel wird 2012 in englischer Sprache unter dem Titel „Travel speed in the Viking Age. Results of trial voyages with reconstructed ship-finds“ in folgendem Band herauskommen: Günsenin, Nergis (ed.), Between Continents. Proceedings of the Twelfth International Symposium on Boat and Ship Archaeology Istanbul 2009. Istanbul 2012.

## Experimenteller Guss von wikingerzeitlichen Barockspangen

Eine Vorstudie

Michael Neiß, Jakob Sitell

**Summary** – *Experimental casting of baroque shaped brooches from the Viking Age. A pre-study: In the history of Scandinavian art, three-dimensional ornaments on casted metal objects is a phenomenon rarely seen before the Viking Age. A wide range of theories has been introduced in order to explain the genesis of this new pictorial language. During this discourse, scholars tended to stress the importance of organic materials (mostly lost) as a source of inspiration for metal casters. A popular example for carvings still preserved, would be the woodwork from Oseberg. However, one often neglects that casting and carving are different production techniques. This very fact might have posed an obstacle for any motif transfer. Therefore, it seems well-advised to investigate the technical conditions of three-dimensional casting before hypothesizing on the mechanisms of motif transfer between different materials. One typical example of the Viking Age penchant for the third dimension is the "baroque shaped" brooch. In the beginning, these brooches are dominated by a two-dimensional relief. Then, three-dimensional ornaments gradually take over. Considering these circumstances, baroque shaped brooches represent an ideal candidate for a case study concerning the implementation of three-dimensional casting. Instead of creating another unprovable hypothesis of motif transfer, we have the unique chance to see, how a narrow circle of Viking Age casters gradually advanced into the third dimension. Probably as a result of cire-perdue, archaeology has not yet been able to identify any molds for baroque shaped brooches to provide us with further information about the manufacturing process. Hence, one must settle on remaining production traces in order to hypothesize about the original casting technique. 2010-2011, these hypotheses came to the test. Thus, the bottom plate of a baroque shaped brooch was recreated in the context of an experimental pre-study. As a result of our dynamic experiments, we have found that the Viking Age casters in question might have used a peculiar casting technique that – as a kind of by-product – promoted the development of three-dimensional Animal Art. However, due to the limited scope of this pre-study, our results need to be scrutinized within future experiments.*

In seiner besten Form bildet der Metallschmuck der Wikingerzeit einen technischen und handwerklichen Höhepunkt im

nordischen Gießerhandwerk. Jedoch ist es heute vor allem das wikingerzeitliche Dekor, welches das Publikum in seinen

Bann geschlagen hat. Infolgedessen erscheint der Absatzmarkt für Replikat der Wikingerzeit größer denn je. Leider reichen aber davon nicht alle an ihre Vorbilder heran. Mitunter haben sie mehr mit den Massenprodukten des Industriezeitalters gemeinsam als mit genuinem Handwerk. Zudem weist die Tierornamentik der Replikat oft fantasievolle Stilmischungen auf, die in der Wikingerzeit so nicht vorkamen. Dies ist insofern problematisch, als dass mangelhafte Replikat negativ auf das populärkulturelle Bild der Wikingerzeit abfärben können. Die Verantwortung hierfür liegt freilich nicht allein bei den Kräften des freien Marktes. Vielmehr handelt es sich immer auch um ein Missglücken von Seiten der Ornamentforschung, der es offensichtlich nicht gelungen ist, ihre Ergebnisse an eine interessierte Öffentlichkeit zu vermitteln. Daher ist es wünschenswert, dass die Vertreter der akademischen Forschung und des lebenden Handwerks fortwährend nach neuen Kanälen suchen, um den notwendigen Kenntnisaustausch aufrechtzuerhalten. Aus diesem Grunde haben wir die Initiative zu einem gemeinsamen Projekt ergriffen, und zwar unter dem schwedischen Titel „Experimentell gjutning av vikingatida spänner“ (zu deutsch: Experimenteller Guss von wikingerzeitlichen Spangen). Unser Ziel besteht darin, die synergetischen Effekte zu nutzen, welche bei einer engen Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Berufszweigen entstehen können. Somit erhält der Handwerker die Möglichkeit zu einer berufsvorbereitenden Ausbildung. Für einen künftigen Hersteller von Replikaten sind dabei folgende Arbeitsmomente besonders nützlich:

- Einführung in die archäologische Arbeitsweise und Terminologie
- Forschungsstand zur wikingerzeitlichen

#### Gießkunst

- Starthilfe bei der eigenständigen Literaturrecherche und bei der Untersuchung von Originalgegenständen

Umgekehrt von Nutzen für den Archäologen sind:

- Einführung in die Arbeitsweise und Terminologie des modernen Goldschmiedehandwerks
- Perspektivengewinn durch aktive Teilnahme im Handwerksgeschehen (vgl. die methodischen Forderungen bei LARSSON 2007, 37ff.)
- Möglichkeit zur Erhellung von archäologischen Fragestellungen durch das Experiment

Letzteres war im Rahmen des Replikat-Projekts bereits im begrenzten Umfang möglich. Im Folgenden seien daher die vorläufigen Ergebnisse dieser Versuche vorgestellt. Das handfeste Ziel des Projektes besteht darin, eine wikingerzeitliche „Barockspange“ zu replizieren. Hierunter versteht man einen wikingerzeitlichen Gebrauchsgegenstand aus dem 10. Jahrhundert. Barockspangen haben aufgenieteten oder mitgegossenen Zierrat, welcher der Spange eine betont dreidimensionale Gestalt verleiht. Sie treten in zwei hauptsächlich Varianten auf – Rundspangen und gleicharmige Spangen. Diese lassen sich wiederum in verschiedene Qualitätsklassen einteilen, wobei der Materialwert nur einen von mehreren Qualitätsaspekten bildet. Die Spangen bestehen entweder aus Kupferlegierung oder aus Silber und erscheinen teils als Massenware, teils als exklusive Auftragswerke (NEIß 2007, 96f.; NEIß 2009; NEIß 2010b mit Literaturangaben). Im Rahmen der ersten Projektmonate wurde eine originale Barockspange von Hand kopiert und, wo nötig, auch rekonstruiert (Abb. 1,a-b). Das fertige Wachsmo-  
 dell



*Abb. 1: Deformiertes Original und handgefertigte Wachskopie im Vergleich. Gleicharmige Spange, Kupferlegierung. Asa in Asa (Småland/Schweden; SHM InvNr. 9041-24a).*

wurde schließlich mit Silikon abgeformt, um eine Ausgangsform für eine unbegrenzte Zahl Wachsmodelle zu erhalten. Anschließend wurden Gussversuche durchgeführt. Im Rahmen des Projektes strebte die AG eine fünfzigprozentige Arbeitsteilung innerhalb aller Arbeitsmomente an.

Das Studienobjekt bildete eine gleicharmige Barockspange aus einem wikingerzeitlichen Brandgrab (*Abb. 1,a*). Der Originalgegenstand ist dementsprechend bruchstückhaft überliefert. Folglich bestand die erste Arbeitsaufgabe in einer Rekonstruktion, unter anderem über den Vergleich mit ähnlichen Barockspangen. Bei der Beschreibung der einzelnen Spangenteile bedienen wir uns der in der Archäosteologie etablierten Distanzeinteilung in medial (= mittig), proximal (= nahe) und distal (= fern; *Abb. 2*). Die Asa-Spange bestand aus einer gleicharmigen

Bodenplatte, die im Medial- und Proximalbereich von zwei mitgegossenen Zapfen flankiert wurde. Anstelle von Zapfen hatte man im Distalbereich allerdings zwei Tierköpfe gegossen. In der Spangenmitte findet sich noch heute ein Medialknopf, welchen man mit zwei umgebogenen Stiften befestigt hat. Ursprünglich hatte man in den Proximalbereich der Bodenplatte noch zwei weitere Knöpfe genietet, und zwar auf jeden Spangenarm einen. Jedoch sind diese Proximalknöpfe der Nachwelt verloren gegangen. Gleichwohl lässt sich die Gestalt der Knöpfe über den Nietlochabstand in der Bodenplatte ermitteln. Demnach dürfte es sich um einen Tiertorso gehandelt haben. Bei der Rekonstruktion fiel die Wahl auf die Proximalknöpfe der Spange aus Hov in Frösö (Hälsningland/Schweden; SHM InvNr. 13804-2+30124-4). Auf der Rückseite zeigt die Bodenplatte einen doppel-

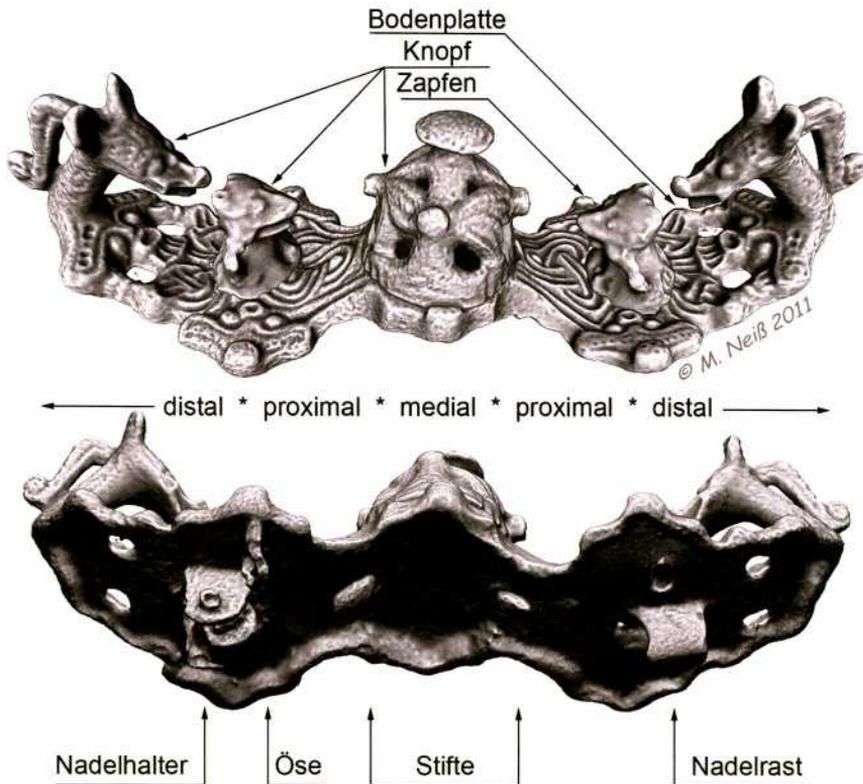


Abb. 2: Orientierungshilfe für eine gleicharmige Barockspange. 3D-Modell: M. Neiß.

ten Nadelhalter, eine umgebogene Nadelrast und eine Öse.

Gusstechnische Befunde?

Zwar entstammen die Barockspangen einem Zeithorizont, in dem das rundplastische Stilideal in der Bildkunst bereits etabliert ist. Gleichwohl ergab eine typologische Untersuchung, dass unter den Barockspangen anfänglich die zweidimensionale Formsprache dominiert (z. B. Abb. 3; Neiß in Vorbereitung). Mit anderen Worten können wir hier also schrittweise nachvollziehen, wie ein enger Kreis von wikingerzeitlichen Gießern allmählich die dritte Dimension eroberte. Ein gemeinsa-

mer Nenner für die gleicharmigen Barockspangen sind die flankierenden Zapfen, die anfänglich in allen drei Abschnitten der Bodenplatte vorkommen. Erst in einer späteren Entwicklungsphase werden die Distalzapfen gelegentlich gegen tierförmige Distalknöpfe ausgetauscht. Eine 3D-Analyse mithilfe des Laserscanners erbrachte, dass mehrere Bodenplatten identische Abmessungen aufweisen (was die Vermutung auf ein gemeinsames Modell nahe legt). Eine wichtige Abweichung bilden indes die auf den Bodenplatten mitgegossenen Zapfen und Knöpfe, denn sie variieren sowohl in der Höhe als auch im Durchmesser. Bezeichnenderweise findet man diese Zapfenvaria-

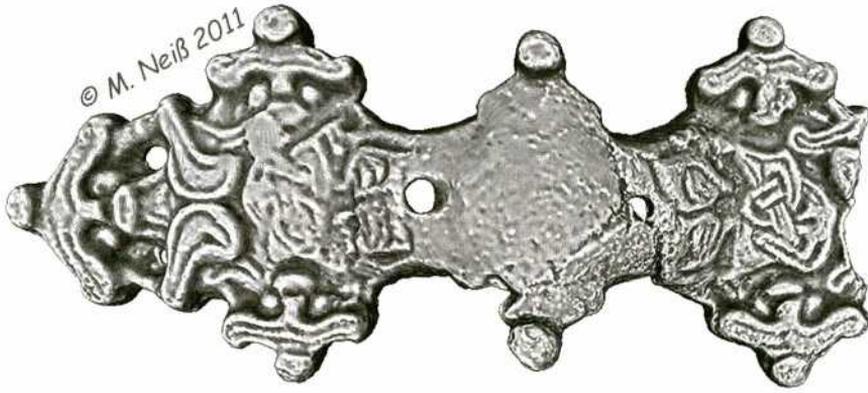


Abb. 3: Frühe gleicharmige Spange ohne Rundfiguren, aber mit Zapfen. Kupferlegierung. Hamnartorp in Hamneda (Småland/Schweden; SHM InvNr. 20522-II-6). 3D-Modell: M. Neiß.



Abb. 4: Gleicharmige Spange, der Distalknopf mit Resten eines Gußkanals an der Nase?, Kupferlegierung. Gamla Uppsala (Uppland/Schweden. SAU). 3D-Modell: M. Neiß.

tionen auch bei modelgleichen Bodenplatten ohne signifikante Zeichen von Verschleiß und Korrosion. Übrigens erscheinen die massenproduzierten Barockspangen weitgehend frei von Ziselierung. Ausnahmestellen bilden wiederum die Zapfen und Distalknöpfe. So finden sich bei den Tiernäulern gelegentlich Anzeichen dafür, dass die gussfrischen Tiernasen weiter ins Spangenninnere gereicht haben und dass man sie erst im Nachhinein gekürzt hat (z. B. Abb. 4). Auch die Zapfen der

Spangenvorderseite zeigen mitunter deutliche Feilspuren, ein mögliches Indiz darauf, dass man sie nach dem Guss verkürzt und ausgedünnt hat. Die offensichtliche Sorgfalt, die der Gießer den Zapfen angedeihen ließ, ist besonders auffällig, wenn man bedenkt, wie wenig Arbeit gleichzeitig für das übrige Dekor aufgewendet wurde. Quellenkritisch sei angemerkt, dass die Voraussetzungen zur Identifizierung von Ziselierung auf der Spangenvorderseite besser sind als auf



Abb. 5: Späte gleicharmige Spange ohne Medialzapfen, dafür aber mit mitgegossenem Medialknopf. Kupferlegierung. Änge in Lena (Uppland/Schweden; UMF InvNr. 4470). 3D-Modell: M. Neiß.

der Spangentrückseite: Erstens riskieren die Funktionsteile einen stärkeren Abrieb, weil sie dicht an der Kleidung liegen. Zweitens lagert die Eisennadel häufig genau hier Rostschichten ab. Die Anzahl der flankierenden Zapfen und Knöpfe blieb bei den gleicharmigen Barockspangen konstant, zumindest bis eine entscheidende herstellungstechnische Veränderung eintrat. Demnach entschied man sich in einer späten Produktionsphase, den Medialknopf nicht länger separat aufzunieten, sondern gleich in einem Stück mit der Bodenplatte zu gießen (Abb. 5). Gleichzeitig verschwanden auch die Medialzapfen von der Bodenplatte. Dies gibt Anlass zur Annahme, dass die Medialzapfen eine gusstechnische Funktion erfüllt haben könnten, die bei dem neuen Spangentyp auf den Mittelknopf überging. Zusammenfassend werfen die oben genannten Befunde folgende Frage auf: Ist es möglich, dass die Bodenplatte der Asa-Spange von der Vorderseite her gegossen wurde (d. h. mit dem Einguss im Me-

dialbereich), und ist unter dieser Voraussetzung denkbar, dass die Zapfen und Distalknöpfe als Kanäle gedient haben? Diesen Fragen ist die AG im Rahmen eines Gussexperiments nachgegangen.

#### Theoretische und methodische Vorüberlegungen

Bekanntlich liegt der Zweck archäologischen Experimentierens weniger darin, vorgeschichtliches Leben zu imitieren. Experimente und Simulationen dienen dazu, die Analogien zu ermitteln, die den vorgeschichtlichen Befund am besten erklären (KNUTSSON 1991, 100; 103; MATHIEU 2002, 1f.). Dabei sei eingeräumt, dass man denselben Befund auf verschiedenen Wegen erreichen kann. Darum ist jede moderne Analogie letztlich nur eine Hypothese. Die wissenschaftliche Herausforderung an die Forschenden besteht darin, die denkbaren Analogien dem Validitätsgrad nach zu staffeln. Dabei gilt die Regel, dass die Validität einer Hypo-

these im proportionalen Verhältnis zur Anzahl Experimente steht, in der die Hypothese nicht falsifiziert werden konnte (RICHTER 1992, 32; 41; MATHIEU 2002, 8). Gemäß einer Idealeinteilung müssen wir zudem zwischen hypothesenbildenden und -testenden Experimenten unterscheiden. Hypothesenbildende Experimente dienen primär dazu, alle wesentlichen Faktoren zu identifizieren, die zu einem bestimmten Befund beitragen. Man kann also von einer Vorstudie sprechen. Demgegenüber zielen hypothesentestende Experimente auf eine streng wissenschaftliche Prüfung ab. Im Rahmen der jüngeren Methodendiskussion wurde problematisiert, dass die Wissenschaftlichkeit archäologischer Experimente in ständiger Bedrängnis steht. Demnach verschlingt die Replizierung eines archäologischen Befundes leicht auch diejenigen Ressourcen, die für eine wissenschaftliche Durchführung und Auswertung vonnöten sind. Außerdem sollen es die Forschenden mitunter versäumen, ihre Analogie mit dem Originalbefund zu vergleichen. Deshalb verharren viele Experimente im hypothesenbildenden Stadium, ohne jemals das hypothesentestende Niveau zu erreichen (LAMMERS-KEIJSERS 2004, 4). Diese Feststellung ist hier von besonderer Relevanz, denn der AG war es durchaus nicht gegeben, den experimentellen Fragestellungen ohne Rücksicht auf die anderen Projektziele nachzugehen. Eine Herausforderung bestand also darin, die Ressourcen dermaßen zu verteilen, dass der Experimentteil einen (wiewohl begrenzten) wissenschaftlichen Aussagewert erhält. Unsere Wahl fiel dabei auf ein dynamisches Experiment, bei dem gewisse Originalanordnungen mit modernen Substituten zu ersetzen waren. Zum Verständnis: Im Gegensatz zu statischen Experimenten ver-

folgen dynamische Experimente ein konkretes Resultat. Dieses erreicht man durch einen flexiblen Versuchsaufbau, bei dem nur erfolgversprechende Strategien weiterverfolgt werden (RICHTER 1992, 33-35). Zudem gilt die Versuchsreihe als (vorerst) abgeschlossen, sobald es gelungen ist, eine Analogie zum archäologischen Befund zu etablieren - in unserem Fall der Guss einer Bodenplatte mit vergleichbaren Befunden wie bei der Asa-Spange. Verbleibende oder neu aufgekommene Fragen sind demnach auf ein Anschlussexperiment zu vertagen (vgl. KNUTSSON 1991, 103). Begünstigt wurde die Wahl der dynamischen Experimentform von zwei Umständen. Erstens erboten Barockspangen bereits Ausgangspunkte für qualifizierte Herstellungshypothesen (vgl. RICHTER 1992, 37). Zweitens beinhalten gewisse Gusstechniken für den Neueinsteiger mitunter erhebliche Verletzungsgefahr, weshalb jene aus Sicherheitsgründen aufgeschoben werden mussten. Diese Feststellung bildet die Überleitung zum zweiten Kommentar, der die Verwendung von modernen Substituten betrifft. Allgemein bildet archäologisches Experimentieren stets einen Balanceakt zwischen dem Anspruch auf Authentizität und der Forderung nach Effizienz. Dabei sei in Erinnerung gerufen, dass man die vorgeschichtliche Situation, die zum archäologischen Befund führte, niemals vollends replizieren können wird (vgl. MATHIEU 2002, 2; LAMMERS-KEIJSERS 2004, 3; im Kontrast HANSEN 2004, 10). Um einen wissenschaftlichen Aussagewert zu erlangen, reicht es daher bereits aus, dass die moderne Analogie in wohldefinierten Teilen an die Zielsituation anknüpft (KNUTSSON 1991, 105; LAMMERS-KEIJSERS 2004, 3; PESCHKE 2007, 32-35). Das Ziel der AG bestand also darin, beim

Spangenguss die Teile zu replizieren, von denen anzunehmen war, dass sie wesentlich zu den oben problematisierten Originalbefunden beigetragen haben.

### Auf dem Weg zum Experiment

In ihrem „Fahrplan zum archäologischen Experiment“ unterscheidet LAMMERS-KEIJ-SERS (2004, 4) drei (idealisierte) Arbeitsphasen, die gleichzeitig verschiedene Validitätsgrade des Analogieschlusses repräsentieren: eine Konsultationsphase (wo man sowohl die eigene Intuition als auch Fachexperten befragt), eine hypothesenbildende Experimentphase (die zur Identifizierung aller wesentlichen Faktoren beiträgt und semi-experimentelle Aussagen erbringt) und eine hypothesentestende Experimentphase (die zu streng wissenschaftlichen Aussagen führt).

### Konsultationsphase

Bei der Befragung der archäologischen Befunde sei zunächst festgestellt, dass bislang keine Gussformen für Barockspangen bekannt sind. Indes kennen wir z. B. aus Ribe Fragmente von zweiteiligen Gussformen, die der Spange von Asa insofern nahe stehen, als dass es sich um gleicharmige Bodenplatten handelt. Ganz offensichtlich goss man die Spange hier einseitig (d. h. ausgehend vom Distalbereich), wobei der Einguss in einer Linie mit der Bodenplatte lag (FEVEILE 1991, Abb. 10). Allerdings ermangelt es diesen Spangen an Distalknöpfen, weshalb die Analogie nicht deckungsgleich ist. An dieser Stelle sei erwähnt, dass Ribe auch als einer der Fundorte für gespaltene Eingüsse gelten darf. Hier diente die euterähnliche Aufspaltung des Eingusses in zwei Kanäle dazu, zwei gleicharmige Spangen

gleichzeitig zu gießen. Anderenorts lassen die Funde indes mehr Raum für Interpretationen, was den gusstechnischen Zweck der Kanalteilung anbelangt (vgl. PEDERSEN 2010, 248, Fig. 4.4.4b). Angesichts vieler Überschneidungen ist für Barockspangen übrigens ein Guss in verlorener Form anzunehmen (vgl. OLDEBERG 1966, 80). Als Grundstoff für die verlorenen Formen der Wikingerzeit ist Formlehm mit Sandmagerung und/oder organischer Magerung belegt. Ein möglicher Vorteil organischer Magerung besteht darin, dass nach dem Brennen mikroskopische Hohlräume zurückbleiben, durch die beim Guss überschüssige Gase abgehen können. So hat sich bei vielen Experimenten gezeigt, dass starke Einmischungen von organischem Material eine hohe Porosität bewirken (z. B. HEDEGAARD 1995). Gleichzeitig schätzen Keramikexperten die Frage, ob die Porosität genuin wikingerzeitlicher Formen zur Abfuhr von großen Luftmengen ausreichte, von Fall zu Fall unterschiedlich ein (freundlicher Hinweis von Prof. Ole Stilborg, SKEA Keramikanalyt., Linköping). Z. B. konstatiert BRINCH MADSEN (wohl primär in Bezug auf die Ribe-Grabungen von 1970-76), dass das Material nicht ausreichend luftdurchlässig sei. Zur alternativen Luftabfuhr werden in der Literatur mehrere Lösungswege angeboten. Bekanntlich sind die überlieferten Gussformen zumeist zweiteilig, weshalb der allgemeine Fokus auf der Übergangsstelle zwischen den beiden Formhälften landet (1984, 33f.). Indes wurden für die seltener belegten einteiligen Formen andere Lösungen erwogen, z. B. Windpfeifen, wofür aber bislang noch keine direkten Belege existieren (1984, 33. Jedoch eine kurze Erwähnung bei Theophilus, LØNBORG 1998, 90). Dabei hat man freilich zu bedenken, dass ge-

schlossene Formen beim Öffnen stärker in Mitleidenschaft geraten, was wiederum die Überlieferungsbedingungen beeinflussen kann (PEDERSEN 2010, 143f.).

Von modernen Goldschmieden bekam die AG abwechselnd den Rat, mit Vakuum-, Druck- oder Schleuderguss zu arbeiten. Diese Techniken setzen jedoch entweder moderne Hilfsmittel voraus oder längere Lernphasen und beinhalten damit schwer kalkulierbare Sicherheitsrisiken (vgl. UNTRACHT 1982). Deshalb vertagte die AG die Prüfung dieser Analogien. Stattdessen wurde zunächst der Guss mittels Schwerkraft getestet.

### Methode

Wie oben hervorging, dürfen nachgewiesene authentische Anordnungen insofern von modernen Analogien ersetzt werden, als dass jene in wesentlichen Punkten gleichwertige Effekte geben. Demnach wurde die wikingerzeitliche Esse vorerst gegen Keramikofen und Gasbrenner eingetauscht und die gemagerte Lehmform gegen eine Mischung aus Gips, Schamotte und Feuersteinpulver. Dieses Gemisch er bietet den Vorteil einer erheblichen Flexibilität, so dass die AG das Experiment in schneller Folge modifizieren konnte. Ein eventueller Nachteil ist die mangelnde Porosität des Materials. Aus Sicherheitsgründen (Kupferlegierung führt bei unsachgemäßer Handhabung zu Explosionen) wurde beim Gießen Silber verwendet, also ein alternatives authentisches Material. Bei der Arbeit wurde – soweit möglich – Gleichförmigkeit angestrebt, um die Fehlvariation beim Guss auf ein Minimum zu begrenzen (vgl. KNUTSSON 1991, 104). Der Arbeitsverlauf wurde mittels Foto, Logbuch und Video dokumentiert, die Wachsmodelle und Gussergebnisse z. T.

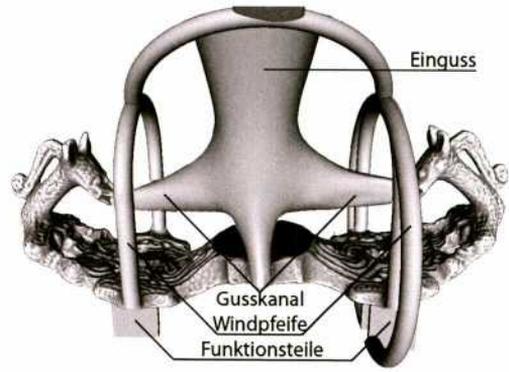


Abb. 6: Orientierungshilfe für die Rekonstruktion. 3D-Modell: M. Neiß.

auch mit einem 3D-Laserscanner (siehe Neiß Manuskript).

### Experimentierphase

Ein gelungener Guss hängt von vielen Variablen ab, von denen zu Beginn nur einige absehbar waren. Den Rest galt es im Rahmen der hypothesenbildenden Experimentphase zu ermitteln. Während der Versuche gelang es der AG leider nicht, die (idealisierende) Trennlinie zwischen hypothesenbildenden und -testenden Experimenten aufrechtzuerhalten. Anstelle darf man von einem fließenden Übergang sprechen, wobei sich der Schwerpunkt im Laufe der Arbeit immer mehr auf die testende Seite verlagerte. Im Rahmen der Experimentreihe wurden 10 Hypothesen im Laufe von 26 Versuchen auf ihre Validität überprüft. Dabei waren die ersten 21 Experimente überwiegend hypothesenbildend. Dabei ließen sich folgende gussrelevante Faktoren ermitteln:

- Menge, Viskosität und Temperatur des Metalls
- Porosität, Neigung und Temperatur der Gussform sowie die Wärmeverteilung darin



Abb. 7: Beispiel für euterförmigen Einguss und vernetzte Windpfeifen.



Abb. 8: Beispiel für Rohling nach dem Guss. Foto: J. Sitell.

- Position und Form des Eingusses
- Position, Länge und Diameter von eventuellen Gusskanälen und Windpfeifen
- Form und Dicke der Bodenplatte sowie der Funktionsanordnungen auf der Spangerrückseite.

Als Ergebnis der Untersuchungen kann gelten, dass eine mit der Asa-Spange vergleichbare Bodenplatte unter gewissen Bedingungen von der Vorderseite her gegossen werden kann. Das vorläufige Rezept für einen erfolgreichen Guss ergab sich vor allem innerhalb der letzten fünf Versuche (vgl. Abb. 6-9; für Protokolle

und Bilddokumentation siehe Neiß Manuskript). Demnach fertigt man zunächst eine Bodenplatte an und versieht diese mit zwei tierförmigen Distalknöpfen sowie mit Lappen für die Funktionsanordnungen auf der Rückseite. Im nächsten Schritt befestigt man einen vierfach geteilten Einguss. Von den vier Gusskanälen münden zwei in die Medialzapfen und zwei in die Mäuler der tierförmigen Distalknöpfe (ungefähr wie bei einem Säugetiereuter). Wichtig ist dabei, dass sich die Gusskanäle trichterförmig verjüngen. Auf diese Weise verleiht man dem Silber den rechten Druck. Bei unserer modernen Analogie haben wir uns für eine geschlossene Form mit geringer Porosität entschieden. Daher sind Windpfeifen unerlässlich. Sie werden teils an die Proximalkanäle angeschlossen, teils an die Funktionsanordnungen der Rückseite. Beim Gussformaufbau hat sich zudem gezeigt, dass die Windpfeifen dem Gewicht der feuchten Masse am besten standhalten, wenn man sie zu einem Gerüst verbindet. (Ob und inwiefern die Kopplung der proximalen Windpfeifen das Gussresultat beeinflusst, verbleibt bislang eine offene Frage.) Bei



Abb. 9: Die Silberspange beim Ziselieren.

der Ummantelung wird die Form vorsichtig und in mehreren Lagen mit der Gipsmischung eingekleidet. Nach einem halben Tag Trocknung kann die Form im Ofen ausgebrannt und das Wachs abgegossen werden. Beim Guss hat die Form eine gleichmäßige Temperatur von 650-700 Grad Celcius. Aufgrund einer Fehleinschätzung wurde das zum Druckaufbau benötigte Silbervolumen von uns ein paar Mal zu hoch angesetzt. Eine Überprüfung der Protokolle erweist, dass das 2,5-fache des für die Bodenplatte benötigten Silbers bereits zum erfolgreichen Guss ausreichte (weshalb es interessant gewesen wäre, die Menge weiter herunterzufahren). Die Höhe und der obere Durchmesser des Einguss-Kegels erklären sich vor allem aus dem Wunsch, den Einguss nicht zu verfehlen.

Schlussfolgerung: eine Vorstudie

Bei der Bewertung der obigen Ergebnisse sei daran erinnert, dass hypothesenbildende und -testende Experimente nicht getrennt werden konnten, weshalb die testende Reihe relativ kurz ausfiel. Zudem waren Teile der Anordnung mit modernen

Substituten zu ersetzen. Folgeexperimente sind daher unbedingt geboten (vgl. KNUTSSON 1991, 103). Aus diesen drei Gründen heraus sei die vorliegende Arbeit allein als Vorstudie verstanden.

Bei einer Bewertung des vorläufigen Ergebnisses kann unsere moderne Analogie (Abb. 6) in Teilhypothesen von unterschiedlicher Validität aufgegliedert werden. Die generelle Position des Eingusses erscheint dabei angesichts der Originalbefunde am besten abgesichert. Weniger sicher erscheinen das Volumen des Eingusses, die exakte Gusskanalzah und deren Mündungsstellen. Im Laufe der Versuche nahm der vierfach geteilte Einguss allmählich eine „Euterform“ an. Dieser Teil der Analogie findet eine Entsprechung im zweiteiligen Einguss der Wikingerzeit, wobei dieser in Ribe sogar in Verbindung mit gleicharmigen Spangen auftritt (s. o.; diese Parallele war der AG in der Experimentierphase übrigens noch nicht bekannt). Indes ist zu erwarten, dass das Volumen des Eingusses und damit die des Silbers bei den Folgeversuchen noch weiter zu reduzieren ist. Die unsicherste Teilhypothese betrifft schließlich Windpfeifen – denn ihr Vorkommen

ist hochgradig an die aktuellen Gussformeigenschaften gekoppelt. Zudem sind bislang keine wikingerzeitlichen Windpfeifen bekannt. Sollten Folgeversuche dennoch zeigen, dass auch Gussformen aus potentiell authentischem Material Windpfeifen benötigen, stellt sich die Folgefrage, inwiefern sich eine Vernetzung der Windpfeifen auf das Gussgeschehen auswirkt.

### Perspektivengewinn

Bereits zuvor angesprochen wurde, dass ein experimenteller Ansatz neue Perspektiven öffnen kann. Mitunter veranlassen diese auch Theorien, die sich nicht unbedingt auf experimenteller Ebene weiterverfolgen lassen. In diesem Sinne motivieren unsere vorläufigen Ergebnisse zu folgenden Überlegungen:

Bekanntlich zeichnet sich die vendelzeitliche Bildkunst durch eine zweidimensionale Formsprache aus (z. B. NEIß 2010a, Fig. 1). In der Wikingerzeit strebt man dann das umgekehrte Ideal an (vgl. CAPELLE 1994, 166ff.). Wie aber kam es zum Umschwung in der Gießkunst? Führt das dreidimensionale Ideal zur gusstechnischen Revolution oder war die Entwicklung umgekehrt? In der Literatur florieren verschiedene Theorien. Als mögliche Inspirationsquelle werden u. a. gerne rundplastische Holzschnitzereien genannt (z. B. Oseberg; CAPELLE 1994, 166ff. mit weiteren Literaturangaben). Solche Hypothesen erscheinen jedoch unbefriedigend, solange nicht dargelegt wird, wie die Motivübertragung zwischen verschiedenen Handwerkstraditionen vonstatten ging. Die Tatsache allein, dass die Kundschaft plötzlich an Rundfiguren Gefallen fand, bedeutet nicht zwangsläufig, dass der Gießer auch die erforderliche Gusstech-

nik parat hatte. Generell erscheint es wahrscheinlicher, dass die Gusstechnik die Stilentwicklung steuert, als umgekehrt (HEDEGAART 1995, 320). Das Potential für Barockspangen liegt in der Möglichkeit zur konkreten Fallstudie über die Produktionsbedingungen der Tierornamentik. Anstatt verallgemeinernde Thesen zur Motivübertragung zu formulieren, kann man hier schrittweise nachvollziehen, wie ein begrenzter Kreis von wikingerzeitlichen Gießern während des 10. Jh. allmählich die dritte Dimension eroberte. So zeigte sich bei der Neubearbeitung, dass hier die ältesten gleicharmigen Spangen Distalzapfen aufweisen, aber noch keine Rundfiguren (Abb. 3). Die Distalknöpfe gehören einer späteren Produktionsphase an (NEIß in Vorbereitung). Wenn wir aber davon ausgehen, dass ein Distalzapfen bereits einen Gusskanal indiziert (im Sinne der oben erarbeiteten Analogie), so bedeutet dies, dass man bereits in der Frühphase der Werkstatttradition diejenige Gusstechnik verwendete, die später die Rundfiguren ermöglichte. Wäre es daher also denkbar, dass das dreidimensionale Stilideal – welches anderenorts bereits wohl-etabliert war – den Spangenhersteller eines Tages dazu inspirierte, die Gusskanalreste stehen zu lassen und in Figuren umzuarbeiten? Sofern man diesen Gedankengang zu Ende verfolgt, so dürfte die dreidimensionale Entwicklung der Barockspangen also das „Beiprodukt“ einer bereits vorhandenen Gusstechnik sein.

Man könnte aber noch viel weiter gehen und den tierförmigen Distalknöpfen einen tieferen Sinngehalt zuschreiben. Diese Deutungsrichtung leitet sich aus der oben erarbeiteten Herstellungsanalogie ab. Eine Erklärungsmöglichkeit für die Bildzusätze in der Tierornamentik liegt dabei auf

der Ebene der Gedächtnisstütze. Bekanntlich entstammen die Barockspangen einer mündlichen Gedächtniskultur, in der man traditionelles Wissen in einprägsamen Sprachbildern festhielt (vgl. z. B. ONG 1982). Vielleicht war es in der wikingerzeitlichen Gießterminologie üblich, den Einguss als ein „Euter“ zu beschreiben, das die Gussformkavität „fütterte“. Unter diesen Voraussetzungen läge es nahe, das geläufige Sprachbild in die Bildsprache der Wachsspange zu übertragen. Wir können den Bogen aber noch weiter spannen und spekulieren, dass sich wikingerzeitliche Gießler dazu genötigt fühlten, höhere Mächte zu beschwören (zu vergleichen mit den Gebeten beim modernen Glockenguss). Demnach könnten die saugenden Tiere eine Bildmagie darstellen, in der Hoffnung, die Gussform möge hierdurch das gesamte Metall aufsaugen. Diese beiden denkbaren Sichtweisen sind insofern innovativ, als dass sich die Forschung primär auf die Bildsprache des fertigen Objekts konzentriert. Demgegenüber hat man bislang nicht ausreichend berücksichtigt, dass der vorzeitliche Mensch bereits den halbfertigen oder vorübergehenden Bildern eine Wirkmächtigkeit zugeschrieben haben kann. Somit hat unsere Vorstudie – egal nun, ob sie dem Ergebnis nach falsch oder richtig sein sollte – eine Perspektive eröffnet, die man in der konventionellen Forschung über die Tierornamentik bislang noch nicht überprüft hat. Was die notwendigen Folgeexperimente anbelangt, so nehmen wir Anregungen und konstruktive Kritik dankbar entgegen.

#### Literatur

**BRINCH MADSEN, H. 1984:** Metal casting. In: M. Bencard (Hrsg.), Ribe Excavations

1970–76, Volume 2. Esbjerg 1984, 17-189.

**CAPELLE, T. 1994:** Vollplastische Tierstile. In: H. Keller et al. (Hrsg.), *Iconologia sacra: Mythos, Bildkunst und Dichtung in der Religions- und Sozialgeschichte Alt-europas: Festschrift für Karl Hauck zum 75. Geburtstag*. Berlin 1994, 166-190.

**FEVEILE, C., JENSEN, S. 1991:** Metalstøberne i vikingetidens Ribe. *Mark og montre: fra sydvestjyske museer* 1991. Esbjerg 1991, 65-70.

**HANSEN, C. 2004:** Experiment and Experience – Practice in a Collaborative Environment. In: R. Paardekooper et al. (Hrsg.), *Experiencing Archaeology by Experiment: Proceedings of the Experimental Archaeology Conference, Exeter 2007*. Oxford 2008, 69-80.

**HEDEGAARD, K.-R. 1995:** Die Herstellung von wikingerzeitlichen tierkopfförmigen und dosenförmigen Fibeln aus Gotland. *Experimentelle Archäologie, Bilanz 1994, Archäologische Mitteilungen aus Nord-westdeutschland. Beiheft 8*. Oldenburg 1995, 311-346.

**KNUTSSON, K. 1991:** Erfarenhetsarkeologi – Experimentell arkeologi: om att bygga experimentella analogier med exempel från studiet av slitspår på stenredskap. In: E. Backman et al. (Hrsg.), *Experimentell arkeologi: rapport från Kontaktseminariet i Hällnäs, Västerbotten 8-14 oktober 1989*. Umeå 1991, 99-108.

**LAMMERS-KEIJERS, Y. M. J. 2004:** Wetenschappelijke Experimenten: een mogelijkheid? Voorstel voor een algemeen cyclisch draaiboek voor archeologische experimenten. *Bulletin voor Archeologische Experimenten en Educatie* 9:1, 2004, 2-5.

**LARSSON, A. 2007:** Klädd krigare: skifte i skandinaviskt dräktskick kring år 1000. *Occasional papers in archaeology* 39. Uppsala 2007.

**LØNBORG, B. 1998:** Vikingetidens metalbearbejdning. Odense 1998.

**MATHIEU, J. R. 2002:** Introduction. In: J. R. Mathieu (Hrsg.), *Experimental Archaeology, replicating past objects, behaviors and processes*. BAR International Series 1035. Oxford 2002, 1-11.

**NEIß, M. 2007:** Några vikingatida praktismyckens motivkanon: kontinuitetsfrågor i germansk djuornamentik III, *Viking* 2006, *Tidsskrift for norrøn arkeologi, Norsk arkeologisk selskap* 2007, 131-168.

**NEIß, M. 2009:** Fixeringsbilder inom en vikingatida praktspänneserie. *Aarbøger for nordisk oldkyndighed og historie* 2006, 2009, 91-132.

**NEIß, M. 2010a:** Uppslagsrikt beslag från helig plats: om djuornamentiken från Lilla Ullevi i Bro. *Fornvännen* 105:1, 2010, 1-8.

**NEIß, M. 2010b:** A matter of standards: iconography as a quality indicator for Viking Age. *Lund archaeological review* 15/16, 2009/2010, 2010, 127-148.

**NEIß, M. Manuskript:** Experimentell gjutning av vikingatida spännen: en förstudie.

**NEIß, M. in Vorbereitung:** Transformationer i vikingatidens djuornamentik. Dissertation

**ONG, W. J. 1982:** Orality and literacy: the technologizing of the word. London 1982.

**OLDEBERG, A. 1966:** Metallteknik under vikingatid och medeltid. Stockholm 1966.

**PEDERSEN, U. 2010:** I smeltedigelen: Finsmedene i vikingtidsbyen Kaupang. Avhandling for ph.d.-graden. Universitetet i Oslo 2010.

**PESCHKE, K. 2007:** Der Vergleich originalen und experimentell hergestellter Rennöfen im Grabungsbefund aus Zethlingen, Sachsen-Anhalt. Magisterarbeit im Fach Ur- und Frühgeschichte zur Erlangung des akademischen Grades einer Magistra Artium. Institut für Geschichtswissenschaften. Philosophische Fakultät 1.

Humboldt-Universität zu Berlin 2007.

**RICHTER, P. B. 1992:** Experimentelle Archäologie: Ziele, Methoden und Aussagemöglichkeiten. *Experimentelle Archäologie in Deutschland*. Bilanz 1991. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland. Beiheft 6. Oldenburg 1992, 19-49.

**UNTRACHT, O. 1982:** *Jewelry: concepts and technology*. London 1982.

#### Abkürzungen

SAU - Societas Archaeologica Upsalien-sis, Uppsala

SHM - Statens historiska museum, Stockholm

UFM - Uppsala universitet, Museum Gustavianum, Fornsaksamling

#### Abbildungsnachweis

Abb. 1-6: M. Neiß

Abb. 7-9: J. Sitell

#### Autoren

Michael Neiß

Institutionen för arkeologi och antikens historia, Uppsala universitet

Hovslagargatan 52

S-19431 Upplands Väsby

michaelneiss@hotmail.com

Jakob Sitell

Københavns Tekniske Skole

Skebokvarnsvägen 322

S-12450 Bandhagen

## Bau eines Röhrenbrunnens im Experiment

Ausbrennen eines Eichenstammes

Jean-Loup Ringot, Geert Vrielmann

**Summary** – *Constructing a well in experiment. Burning an oak trunk: Wells made of hollowed oak trunks are known from the Neolithic. We planned to build such a well in the "Bronzezeitof" (Bronze Age farm) in Uelsen, near the Dutch border, where a long house had already been built.*

*But how can an oak trunk be hollowed out by fire in a reasonable period of time? The first idea was to burn it from the top surface. This was not practical; after 15 hours of burning, 3 wheelbarrows full of wood and 10 kg of charcoal there was a hole of only 12 cm.*

*In a second attempt we used the fact that the trunk had a crack inside and used it as a chimney making the fire under the trunk. That worked a lot better. Still, how do you know before cutting it that a tree has such a useful crack?*

*In the museum of Düppel in Berlin we found an oak tree which was seriously attacked by fungi. So the trunk core was crumbly and full of fungi which burn easily. After a few hours and without any other burning material we obtained a beautiful and regular tube for making a perfect well. As a fungus-attacked tree can easily be detected, we wonder whether the people in the past deliberately looked for such trees to make their wells.*

### Die Vorgeschichte

Im Juni 2003 wurde im Rahmen der Erschließungsmaßnahmen für das Neubaugebiet Uelsen-Ost nah der Grenze zu den Niederlanden der Mutterboden innerhalb der Straßenführungen ausgebagert. Im Bereich des westlichen Wendehammers lagen – zunächst unbemerkt – einige Kreisgräben, ein Langbett und etliche Urnenreste und Leichenbrandlager, die vom Bagger stark beschädigt waren, frei auf der Oberfläche. Nach einer kurzen Besichtigung war klar, dass hier ein Gräberfeld der Bronzezeit vorlag. Bei den Gra-

bungen konnten über 250 Gräber dokumentiert werden, die meist von grabenförmigen Einhegungen umgeben waren, in denen sich ehemals Hügel befanden. Die Formen umfassten ein Spektrum, das eine Nutzungszeit von etwa 1200 bis 600 v. Chr., also von rund 600 Jahren, belegt.

Der Ort: Der „Bronzezeitof“ in Uelsen

Das Museum (Abb. 1) besteht aus einem Langhaus, einem Speicher, einem Backofen, einem Räucherofen, zwei Unterständen für Werkstätten sowie einer Wiese für Emma und Isabell, zwei Dexter-Kü-



*Abb. 1: Das Museumsdorf.*

he, und einige Bentheimer Landschaft. In den meisten ausgegrabenen prähistorischen Siedlungen finden wir Brunnen nahe bei den Häusern, so müssen wir auch einen Brunnen haben!

#### Das Experiment

Erster Teil im Bronzezeithof Uelsen:

Die Wahl fiel auf einen Brunnen, der aus einem mächtigen Eichenstamm bestehen sollte, ein sogenannter „Röhrenbrunnen“. Das Experiment bestand darin, aus einem Eichenstamm durch Ausbrennen des Kernbereiches ein Rohr zu bekommen. Zur Verfügung standen außerdem bronzezeitliche Werkzeuge wie Beile und Meißel.

#### Das Röhrenbrunnen-Experiment

Dafür bekamen wir einen an die 200 Jahre alten, fast 1,40 m dicken und ca. 2,20

m langen, mächtigen Eichenstamm aus der Gegend von Wildeshausen. Mindestens 6 Männer waren notwendig, um ihn auf dem Hofgelände zum Rollen zu bringen. Aufrichten ließ er sich mit unseren Mitteln erst einmal nicht.

Die Frage war, wie das Ausbrennen zu bewerkstelligen war. Da ein kontrolliertes Ausbrennen von oben nach unten auf der ganzen Länge von 2,20 m uns nicht möglich erschien, wurde mit einer Spezial-Kettensäge das prächtige Stück, sehr zu unserem Leidwesen, in zwei Teile zerlegt. Der Baum zeigte eine ca. 2 cm breite Spalte, die durch die ganze Länge des Stammes im Kernbereich verlief. Dieser Spalt, wahrscheinlich ein Frostschaden, machte den Stamm für uns erschwinglich. Sonst wäre er nicht bezahlbar gewesen und hätte z. B. in der Möbelindustrie verwendet werden können.

Die erste Idee war, ein Feuer auf der Oberseite des kürzeren Stückes zu ma-



*Abb. 2: Das Ergebnis nach 15 Stunden.*



*Abb. 3: Das Feuer unter dem Baum.*

chen, um so den Kern kontrolliert nach unten wegzubrennen. Nach 15-stündigem Feuer mit 3 Schiebkarren Brennholz und 10 kg Holzkohle entstand eine ca. 12 cm tiefe Kuhle (Abb. 2). Der materielle und zeitliche Aufwand erschien uns unangemessen hoch; so musste die Strategie verändert werden.

Nun kehrten wir die Sache um: Statt den



*Abb. 4: Rauch steigt aus dem Spalt – es funktioniert!*

Stamm von oben nach unten herunterzubrennen, wollten wir den Spalt als „Kamin“ benutzen und umgekehrt von unten nach oben arbeiten. Mit einer durchgesteckten Weidenrute wurde dieser Luftkanal, der von oben bis unten verlief, freigelegt. Mit einer Schaufel unterhöhlten wir den Stamm und stellten ihn auf eine kreisförmige Mauer aus Lehm und Steinen. Dann entfachten wir unter ihm ein zunächst noch kleineres Holzfeuer (Abb. 3).

Der bündige Abschluss war wichtig, damit das Feuer nicht den Rand des zylinderförmigen Stammes angreifen konnte. In der Mitte des Kreises, genau unter der Mitte des Baumstammes, wo der Spalt sich befand, wurde ein größeres Feuer angezündet und der „Spalt-Schornstein“ kam zu seiner Geltung: Das Holzfeuer drang durch den Spalt nach oben. Kleine Rauch-Kräuseln waren die hoffnungsvollen Vorboten. Schließlich züngelten Flammen oben heraus (Abb. 4). Es klappte!

Nach einer Stunde war der Spalt soweit ausgebrannt, dass die Asche mit einer



Abb. 5: Kontrolliertes Feuer im Baumstamm.



Abb. 6: Das Loch wird größer, die Ränder sind mit Lehm geschützt.

Haselrute weggekratzt werden konnte. Der Spalt war später so breit, dass wir das unten brennende Feuer von oben mit Brennholz bestücken konnten. Nach zwei weiteren Stunden mit intensivem Brand war eine offene unregelmäßig geformte und mehr als armdicke Röhre entstanden, die mit der Zeit immer breiter wurde. Der Baumstamm wurde dann auf die Seite gelegt. In der Öffnung konnte jetzt ein von beiden Seiten kontrolliertes Feuer entzündet werden. Stück für Stück wurde so Holz abgebrannt bis zum Erreichen eines Rohres mit einer ca. 15 cm dicken



Abb. 7: Unser Brunnen ist fertig.

Wand (Abb. 5-6). Die Arbeit ist zwar zeit-aufwändig gewesen, aber gut durchführbar und um vieles effektiver als mit der ersten Strategie (Abb. 7).

Aber... Die archäologische Frage besteht! - Wie haben die Menschen damals so einen großen Stamm fällen können?

Einen Baum mit Steinzeitmitteln zu fällen, ist problemlos bis 50 cm Durchmesser machbar. Mit zunehmender Dicke steigt die Schwierigkeit rapide. Ein Baum von 1,5 m Durchmesser zu fällen, verlangt fast 30-mal mehr Arbeit als ein Baum von 50 cm!

Und auch nicht zu vergessen: Man muss diese Arbeit zweimal machen, um ein ast-freies Stück zu bekommen!

- Wie haben sie es ausbrennen können? Es ist nicht von Außen zu sehen, ob ein so günstiger Spalt im Kernholz besteht. Haben die Menschen der Bronzezeit erkennen können, ob so ein günstiger Spalt die Arbeit erst möglich macht?

Wohl nicht!

Nun steht die Frage: Was wäre passiert, wenn der Stamm heil gewesen wäre? Wäre es möglich gewesen, aus einem solchen großen Stamm ein Rohr zu bekommen?

Wahrscheinlich nicht!

Eine Antwort auf diese Frage lieferte uns der zweite Teil des Experiments im Muse-



Abb. 8: *Polyporus sulfureus*, der Schwefelporling und ein Schnitt durch einen befallenen Baum.



Abb. 9: Der Baum mit dem Pilzbefall in Museumsdorf Düppel wird angezündet.



Abb. 10: Der Baum nach zwei Stunden Brand.

umsdorf Düppel in Berlin. Auf dem Gelände des Museumsdorfs Düppel befanden sich 4 Stücke einer Eiche von ca. 70 cm bis 100 cm Durchmesser und jedes ca. 80 cm hoch, die eine ausgeprägte Kernfäule aufwiesen. Diese Art von Kernfäule wird von einigen Pilzarten hervorgerufen wie zum Beispiel dem Schwefelporling (*Polyporus sulfureus*). Das Kernholz wird zum Teil zersetzt, nimmt eine rötliche Farbe an und ein großer Materialverlust findet statt (Abb. 8); das Holz wird leichter, sehr porös, lässt sich würfelförmig brechen und ist von sehr brennbarem Pilzmaterial durchzogen. Das Splintholz und unter Umständen die äußere Schicht des Kernholzes dagegen wird nicht angegriffen und behält eine deutliche Standfestigkeit. Vielleicht haben wir hier die Lösung des Problems.

Das Experiment begann, indem wir ein wenig glühende Holzkohle und einige kleine Äste auf die Schnittfläche legten. Das Holz des Stammes fing rasch an zu glimmen, das Ausbrennen fand ohne Flamme und ausschließlich im vom Pilzbefall betroffenen Kernholzbereich statt (Abb. 9). Nach zwei Stunden war das ganze Kernholz verbrannt und wir hatten ein Rohr von 50 cm Innendurchmesser



Abb. 11: Der zweite Baum nach dem Brand.

mit einer Wand von ca. 15 cm Breite (Abb. 10). Wir hatten ca. 0,16 m<sup>3</sup> in zwei Stunden verbrannt. Mit der ersten Methode in Uelsen hatten wir 0,094 m<sup>3</sup> in 15 Stunden mit Hinzufügen von viel Holzkohle und Holz verbrannt.

Wir begannen die gleiche Prozedur mit einem zweiten Stück, das eine etwas breitere, gesunde äußere Holzschicht aufwies. Die Kernfäule war nicht so weit vorangeschritten, so dass das Brennen des Kernes etwas länger dauerte. Nach 4 Stunden war es aber soweit: Der ganze Kernbereich war weg. Wir löschten das Feuer, um die Außenwände zu schonen. Das verkohlte Holz wurde behutsam entfernt, ohne die angesengte Materie anzugreifen (Abb. 11).

#### Schlussfolgerung

Wie haben die Menschen in der Vergangenheit solche mächtigen Rohre hergestellt?

Haben sie sich die Mühe gemacht, gesunde Eichen zu fällen und zu bearbeiten, was Tage und Unmengen Arbeit gekostet hätte oder haben sie nach besser geeigneten Bäumen gesucht, wie die, die von Pilzen schon angegriffen waren?

Von außen ist es nicht zu sehen, ob ein Baum im Inneren gespalten ist, im Ge-  
genzug ist es sehr einfach, vom Pilz be-  
fallene Bäume in der Natur ausfindig zu  
machen. Die sichtbaren Fruchtkörper sind  
deutlich zu sehen und die Menschen  
kannten sich genug aus, um die Eigen-  
schaften solcher Hölzer einschätzen zu  
können.

Darüber hinaus: Wenn der Kern durch  
Pilzfäule zersetzt ist, ist das Fällen viel  
leichter. Man braucht lediglich die dünne  
Schicht Splint- und Kernholz zu trennen,  
um den Baum zu fällen.

Eine Feinanalyse, z. B. eine Genanalyse,  
der vorhandenen prähistorischen Brun-  
nenhölzer könnte uns vielleicht die Ant-  
wort geben. Falls sich im Holz Reste von  
der Gen-Substanz dieser Pilzarten fän-  
den, würde sich unsere Vermutung bestä-  
tigen.

#### Danksagung

Wir danken der Mannschaft des Bronze-  
zeithofs in Uelsen sowie den Kollegen  
vom Museumsdorf Düppel – insbesonde-  
re Herrn D. Todtenhaupt – für die Unter-  
stützung bei der Durchführung des Expe-  
riments sowie Herr Daniel Pillonel für die  
Informationen über die Brunnen von St.  
Moritz (SEIFERT 2000) und Saint Père-  
sous-Vezelay (BERNARD, PETREQUIN, WEL-  
LER 2008).

#### Literatur

**BERNARD, V., PETREQUIN, P., WEL-  
LER, O. 2008:** Captages en bois à la fin du Néoli-  
thique: Les fontaines salées à Saint Père-  
sous-Vezelay (Yonne, France). In: O.  
Weller u.a. (Hrsg.), Sel, eau et forêt: hier  
et aujourd'hui. Actes du colloque interna-  
tional, Saline Royale d'Arc-et-Senans, 3-5

octobre 2006. Presses universitaires de  
Franche-Comté, Cahiers de la MSH Le-  
doux 12 (coll. Homme et environnement  
1), 2008, 299-335.

**SEIFERT, M. 2000:** Vor 3466 Jahren er-  
baut! Die Quellfassung von St. Moritz. Ar-  
chäologie der Schweiz 23, 2000, 63-75.

#### Abbildungsnachweis

Abb. 1: Museumsdorf Uelsen

Abb. 2-11: J.-L. Ringot

#### Autoren

Dr. Jean-Loup Ringot

Alte Schulstr. 15

D-27729 Hambergen

[www.steinzeiterlebnis.de](http://www.steinzeiterlebnis.de)

Geert Vrielmann

Bronzezeithof Uelsen

Am Feriengebiet 7

D-49843 Uelsen

[www.bronzezeithof.de](http://www.bronzezeithof.de)



Rekonstruierende Archäologie

## „Schalkenburg“ – Nachbau eines stichbandkeramischen Palisadensystems [1]

Rosemarie C. E. Leineweber

**Summary** – *A reproduction of a stroked pottery woodhenge: Between 1976 and 1986 a five-element palisade ring system of the late Stroked pottery was being researched. The circus, the so-called “Schalkenburg” is situated on the top of a projecting hill near Quenstedt at the south east border of the Harz Mountains (Saxony-Anhalt). The construction has a diameter of 95 metres and consists of five concentric wooden palisade rings with three analogue oriented apertures that astronomers interpreted to be an axis of view for the summer solstice.*

*This circus was to be reconstructed as a model in a scale of 1:1 at the “Zentrum für Experimentelle Archäologie und Museumspädagogik”, called ZEAM, of the Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Saxony-Anhalt in Mansfeld), ca. 15 kilometres air-line distance from the original location. The aim of this procedure was not the technically accurate reconstruction, but the three-dimensional presentation and the examination of the interpreted excavation results. From the point of view of experimental archaeologists the questions focused on the chronology of procedures, the duration of utilisation, renovation works and the dilapidation as a long-term study.*

*After viewing the data base (excavation documentation) the organising of wood requirements and workmanship, the planning of the woodhenge in the circus's elements that are situated above the surface from October 2001 the one year practical realisation of the project followed with six ZEAM workers. 2700 palisade lumbers had to be manufactured and positioned.*

*The experiences with this reconstruction showed that the providing and preparing of the wood posed a much greater challenge than the actual construction. This lets one anticipate the immense manpower that this project demanded of the stroked pottery peoples and also the necessity for a tight working organisation.*

Zwischen 1976 und 1986 wurde durch das damalige Landesmuseum für Vorgeschichte Halle (Saale), dem Vorgänger des jetzigen Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt (LDA), ein fünfgliedriges Palisadenring-system der späten Stichbandkeramik un-

tersucht. Das Rondell, die sog. „Schalkenburg“ liegt auf einem Diabashöcker in Spornlage bei Quenstedt, Ldkr. Mansfeld-Südharz, am Südostrand des Harzes (Sachsen-Anhalt). Die Anlage hat einen Durchmesser von 95 m und besteht aus 5 konzentrischen Holzpalisadenringen mit 3

übereinstimmend orientierten Durchlässen, die von Astronomen als Sichtachse für die Sommersonnenwende gedeutet wurden (BEHREND, SCHRÖTER 1980; KAUFMANN 2004). D. Kaufmann gibt als Alter ca. 6.800 Jahre an.

Diese Rondellanlage sollte ca. 15 km Luftlinie vom Originalstandort entfernt als Modell im Maßstab 1:1 im damaligen „Zentrum für Experimentelle Archäologie und Museumspädagogik“ des Landesamtes in Mansfeld (ZEAM) errichtet werden.

In einem etwa 8 ha großen, landschaftlich reizvoll gelegenen Gelände war neben experimentalarchäologischen Projekten auch die Errichtung von Nachbauten verschiedener, in Sachsen-Anhalt ergrabener archäologischer Befunde geplant, darunter auch das neolithische Palisadenringssystem von Quenstedt (LEINWEBER 2002, 279f.). Die Realisierung erfolgte in den Jahren 2001-2002.

Mittlerweile besteht in experimentalarchäologischen Fachkreisen weitgehend Einigkeit darüber, dass es weder „Re“-Konstruktionen urgeschichtlicher Bauten gibt, noch dass diese Unternehmungen als archäologische Experimente zu bezeichnen sind. Die „Wieder“-Errichtung einer Anlage, deren einstige Gestalt wie auch in diesem Falle unbekannt ist, ermöglicht nur den Aufbau eines Modells aus dem Kenntnisstand des 21. Jh. heraus und das unter Zuhilfenahme aller verfügbaren Daten, aktuellen Erkenntnisse und Erfahrungen aus der Forschung. Lediglich die Bodenverfärbungen der Pfostenrinnen, -standspuren oder Gräbchen dienen als Beleg des ehemaligen Grundrisses. Bereits die Durchmesser der Holzpfosten sind in der Regel unbekannt. Oft fehlen das Laufniveau als alte Oberfläche und Angaben über Höhen und sonstige Aufbauten.

Daher war das Ziel dieser Maßnahme nicht der technikgetreue Nachbau, sondern das Vermitteln einer dreidimensionalen Vorstellung und die Überprüfung der interpretierten Grabungsergebnisse. Experimentalarchäologisch fokussierten sich die Fragestellungen auf die Abfolge von Arbeitsabläufen, die Zeitdauer der Nutzung bis zu Erneuerungsarbeiten und den Verfall als Langzeitstudie. Die Nutzungsweise oder Intention der Erbauer sowie der rituelle Hintergrund blieben ausgeklammert. Sollte die Anlage rituell genutzt worden sein, ist auch nicht von ungeschälten oder rohen Stämmen auszugehen. W. LOBISSER und W. NEUBAUER (2006, 92, Abb. 13-14) bieten eine Gestaltungsvariante bei einem ähnlichen Objekt an.

Erkenntnisse zum realen Zeitaufwand der Errichtung, zu Gleichzeitigkeit der Palisadenverläufe, zu verbauten Holzarten, zur Behandlung der Stämme (geschält, bearbeitet etc.), zur Höhe der Palisade, zur Gestalt der Bastionen oder zur Konstruktion der Tordurchgänge im Aufgehenden waren entsprechend der Fragestellung nicht zu erwarten. Hierzu wird auf die Ergebnisse von W. Lobisser und W. Neubauer bei der Rekonstruktion einer Kreisgrabenanlage von Schletz in Niederösterreich (LOBISSER, NEUBAUER 2006) verwiesen.

Heutige Personenstunden müssen keinesfalls repräsentativ für das Neolithikum sein, da z. B. allein Motivation, Arbeitsintensität, Arbeitsteilung, Erfahrung oder zusätzlich zum Tagewerk investierte Bauzeit etc. unbekannt sind [2].

#### Befundinterpretation

Folgende für den Nachbau relevanten Daten waren dem Befund und dessen In-

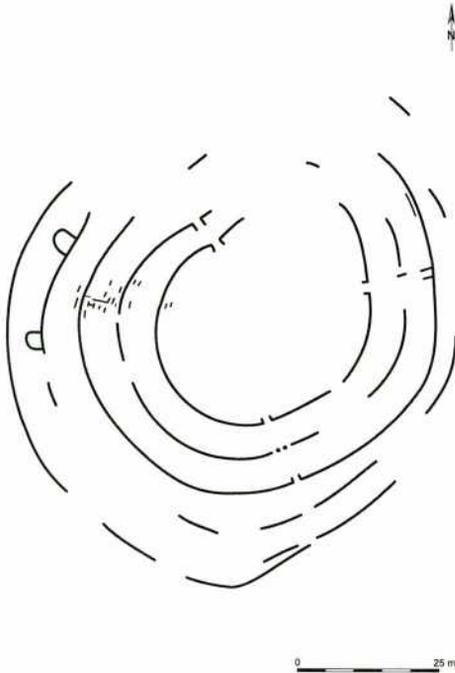


Abb. 1: Schalkenburg: archäologischer Befund der Graben- und Palisadenverläufe (vereinfacht dargestellt).

terpretation zu entnehmen [3] (Abb. 1). Die Gräben aller fünf Palisadenringe haben eine gerundete Sohle. Sie zeigen Breiten von 0,20-0,40 m und eine Tiefe bis zu 1,00 m. Belegt waren bis zu 5 Pfostenstandspuren auf 1,00 m Gräbchenlänge (SCHRÖTER 1990, 268). Allerdings variieren Eingrabetiefen (0,10-0,50 m) und Stammdurchmesser (<0,20 bis >0,35 m). Die Stammenden waren gerade, rund oder angespitzt. Mehrfach standen fünf Stämme etwa gleicher Stärke in einer Linie, in Flucht, aber leicht versetzt zur nächsten Stammgruppe. Zumindest für diesen Bereich lässt sich der Einbau vorgefertigter Palisadengruppen vermuten, wenngleich damit – allein schon wegen des zu handhabenden Gewichts – nicht an ein komplettes 5-Pfostenelement

zu denken ist. Hiermit würden, geht man von unterschiedlichen Bauteams aus, auch die sich sprunghaft ändernden Eingrabetiefen und Zurichtung der Stammenden korrespondieren. Angaben zur Ausrichtung der Stämme (senkrecht oder schräg) und Nachweise einer Verkeilung gab es nicht. Hinweise auf Reparaturen oder Versteifungen lassen eine längere Nutzungsdauer der Anlage vermuten.

Die Tore mit einer lichten Breite zwischen 0,60 m und 1,50 m in den Ringen zeigen Richtung Zentrum abgewinkelte Seitenwangen, flankiert von einem stärkeren Pfosten. Der südöstliche Zugang im Ring 2 besitzt durch zwei mittlere Pfosten drei Durchgänge mit lichten Weiten von 0,70-0,80 m, der nordöstliche Zugang im Ring 3 eine durchgehende schwellenartige Verfärbung.

Zwei apsidenähnliche, äußere Anbauten des Rings 4 – als „Bastionen“ bezeichnet – werden als Bauzeit gleich mit Ring 4 gedeutet. Sie liegen etwa 15 m voneinander entfernt, hatten Abmessungen von 3,00 x 3,00 m und zeigen durch relativ schmale, flache Pfostengrübchen (Breite 0,20 m; Eingrabetiefe < 0,25 m) wohl eine geringere Bauhöhe an.

Die Mehrzahl der Detailbeobachtungen wurde aufgrund der relativ geringen Datenbasis für den Nachbau weitgehend generalisiert.

#### Das Bauholz und seine Verarbeitung

Die Bandkeramiker fanden bei Anlage ihrer Siedlungen ausgedehnte Waldbestände vor, die jedoch im Laufe der Zeit durch Bewirtschaftung und Rodung im Umkreis der Ansiedlungen verändert und reduziert wurden. In den auch aus Linden, Ulmen, Eschen und Buchen bestehenden Wäldern war die Eiche häufig vertreten (Küs-

TER 1998, 60; 66; 68f.). Dichte Eichenwälder lieferten dort als Baumaterial, wo die Bäume eng beieinander standen, lange geradschäftige Stämme mit wenigen Seitenästen (KÜSTER 1998, 80).

Allein die Entnahme des Bauholzes für die von den Ausgräbern veranschlagten 5.000 Pfosten von ca. 3,50 m Länge und Durchmessern bis zu 0,35 m für das Palisadensystem hätte mathematisch das Fällen von ca. 900 Stämmen einer Höhe von 25 m bedeutet [4], ein gewaltiger Eingriff in den Waldbestand und ein immenser Arbeitsaufwand.

Zu Projektierungsbeginn im Jahr 2000 waren vergleichbare Belege für neolithische, insbesondere bandkeramische Baubefunde kultischer Anlagen der Region nicht bekannt. Die Kreisgrabenanlage von Goseck, Ldkr. Saalekreis (BERTEMES u. A. 2004) wurde erst in den Jahren ab 2002 untersucht und im Anschluss daran rekonstruiert (BERTEMES, NORTHE 2006, Abb. 1). Ähnliche, weiter entfernt gelegene Rondellanlagen wichen hinsichtlich der Struktur ab. Somit standen keine ergänzenden Daten zur Verfügung.

Kenntnisse und Fertigkeiten der von den Bandkeramikern beherrschten Holzverbindungen belegt beispielsweise der Brunnen von Erkelenz-Kückhoven (WEINER 1995). Hinzu treten die darüber hinaus archäologisch nachgewiesenen Holzverbindungen wie Gabelpfosten und Verzapfungen (ZIPPELIUS 1954, 10f.; 14f.; 50). Diese dürften in diesem Zusammenhang jedoch zweitrangig sein, da der Befund nur in den Torbereichen SO Ring 2 (dreigeteilter Durchgang) und NO Ring 3 (Schwelle) konstruktive Elemente vermuten lässt.

Die Errichtung des Rondells erscheint vor dem Hintergrund zeitparallel bekannter Holzbautechnik als handwerklich wenig

anspruchsvoll. Fraglich bleibt, welche Voraussetzungen die „Erbauer“ der Anlage mitbrachten. Zu erwarten wäre eine Gemeinschaftsleistung durch mit der siedlungstypischen Holzgewinnung und der -verarbeitung vertrauten Personen.

Als wichtigste Werkzeuge fanden das Beil mit Parallelschäftung (Geradbeil) bei grober Holzbearbeitung (Fällen, Entasten, Ablängen, Zuspitzen), das quergeschäftete Beil (Dechsel) in seinen vielen Varianten bei feineren oder speziellen Arbeiten (Zurichten, Ausarbeiten von Zapfenlöchern) Verwendung. Beispiele für Schäftungen zeigen J. WEINER und A. PAWLIK (1995) auf.

Botanische Untersuchungen belegen ein gezieltes Vorgehen bei der Holzauswahl für die Holzbearbeitung und Geräteherstellung (SCHWEINGRUBER 1975, 6f.; KÜSTER 1998, 78f.). Eiche ist gut als Bauholz geeignet, insbesondere schlank gewachsene Stämme aus dichten Waldbeständen. Das harte Holz gilt wegen seines hohen Gerbstoffanteils als überaus dauerhaft und witterungsbeständig. Im Wechselmilieu nass-trocken wird bis zu 200 Jahren Haltbarkeit genannt. Bei eingeschlagenen Pfählen beginnt Eiche etwa nach 10 Jahren von außen zu faulen (LULEY 1992, 29). Nach T. KRAUTH und F. SALES MEYER (1885, 14) besitzt Eichenholz unter den verwendeten Bauhölzern die größte Haltbarkeit. Diese wird im Wechsel zwischen Feucht- und Trockenmilieu mit etwa 50 Jahren angegeben [5].

Für das Anlegen der Palisadengräben dürften wohl Holzspaten und -schaufeln aus Esche besonders geeignet gewesen sein. Esche hat hartes, sehr elastisches Holz mit vorzüglichen technischen Eigenschaften wie große Zähigkeit und Festigkeit (splitterfrei und schlagfest) sowie Resistenz gegen Druck und Zug (LULEY



Abb. 2: Mit dem Steinbeil gefällter Stamm (AÖZA Albersdorf 2001).

1992, 31). Neolithische Grabegeräte sind als Spaten- und Schaufelblätter aus Feuchtbodensiedlungen der Schweiz und aus dem Satruper Moor (Schleswig-Holstein) belegt (LULEY 1992, 45 u. Abb. 27).

#### Archäotechnik und Erfahrung

Wenngleich es zwischen obertägiger Höhe und Mindesteingrabetiefe der Pfosten keine festgelegten Proportionen gibt (LULEY 1992, 19), hat sich bei tragenden Pfosten im Hausbau ein Verhältnis von 1:2,5 bis 1:3 als statisch gesichert erwiesen, was auch für die „Schalkenburg“ übernommen werden sollte.

Versuche zeigten, dass das Fällen offenbar in etwa 1 m Stammhöhe und in stehender Arbeitshaltung geschah (HOLSTEN,

MARTENS 1991, Abb. 1), wobei das Beil beidhändig geführt wird (LULEY 1992, Abb. 4). Bearbeitungsspuren des parallel geschäfteten Steinbeils erscheinen als flache, zum Stamm hin verlaufende Hiebsspuren. Die Stämme enden spitz zulaufend mit den zersplitterten Resten des Kernholzes an der Spitze (Abb. 2). Hiebsspuren von quer geschäfteten Beilen sind hingegen stumpf und unscharf begrenzt (LULEY 1992, 45). Der Einsatz einer Geveihaxt hinterlässt beim Fällen einer Esche feinere Spuren wie G. JENSEN (1991, Titelblatt und Abb. 8), wenn auch in mesolithischem Kontext, zeigt. Erfahrungen beim Fällen und Bearbeiten von Stammholz haben H. Holsten und K. Martens wie auch W. Lobisser zu Fällversuchen und zum Brunnennachbau ausführlich dargelegt (HOLSTEN, MARTENS 1991; LOBISSER 1999, LOBISSER, NEUBAUER 2006).

#### Vom Plan zur Ausführung [6]

Für den Nachbau bot sich ein Geländevorsprung im Südosten des ZEAM an. Doch hatte dieser weder die Größe noch die morphologische Gestalt der „Schalkenburg“ bei Quenstedt. Um den Geländesporn der „Schalkenburg“ im Maßstab 1:1 wieder entstehen zu lassen, wäre eine größere Fläche notwendig gewesen und hätten mit Einsatz entsprechender Technik gewaltige Erdmassen aufgehäuft werden müssen. Da ausreichende Finanzmittel nicht zur Verfügung standen, sollte der mit seinen Steilhängen entfernt an die Gestalt der „Schalkenburg“ erinnernde Sporn wenigstens annähernd an die Geländesituation des Originalstandortes angeglichen werden. Dies konnte mit vergleichsweise geringem Aufwand erreicht werden. Dazu wurden 800 t Erde



Abb. 3: Luftbild des nachgebauten Palisadenringsystems (ZEAM 2002). Blick nach SO.

angefahren und damit die originale Plateausituation nachgestellt. Außerdem entstand am ursprünglich flach auslaufenden Südostteil des Geländesporns mit Hilfe einer Planierdrape nach Auffüllen von Erde und Anböschern ein andeuteter Steilhang, auf den das später zu errichtende Südosttor zulaufen würde. Der Technikeinsatz schuf einen Geländeabfall von 2,50 m nach Westen hin zugunsten einer Aufhöhung im Osten. Eine weitere Schwierigkeit ergab sich von vorn herein in der Begrenzung der zur Verfügung stehenden Fläche nach Osten bzw. Nordosten, wodurch nicht die gesamte Anlage gebaut werden konnte. Dies betraf v. a. den Nordostteil. Zudem hätten, um die Anlage im Maßstab 1:1 umzusetzen, die am westlichen und nordwestlichen Steilhang stehenden Bäume gefällt und der

Hang verkippt werden müssen. Darauf wurde aus den verschiedensten Erwägungen verzichtet. Bei der nachfolgenden Vermessung und Übertragung der Palisadenringe auf die im ZEAM angeglichene Geländesituation konnte die Ringanlage nunmehr in einem Größenverhältnis von 90 zu 100 realisiert werden. Es sei jedoch vorweg genommen, dass die zehnpromtente Reduzierung nur dem Insider auffallen dürfte. Die entstandene Anlage ist für den Betrachter auch so hinreichend beeindruckend und vermittelt eine annähernde Vorstellung vom Material- und Arbeitsaufwand, der für den Bau des Ringsystems vor über 6.800 Jahren erforderlich war (Abb. 3).

Da es an Fläche fehlte (s. o.) – ein ursprünglich anvisierter Ankauf kam nicht mehr zustande – war im Norden nur der



*Abb. 4: Ergrabene Palisadenverläufe durch angespitzte, erschlossene durch gerade abgesägte Zopfenden gekennzeichnet; wuchsbedingt entstandene Zwischenräume der Stämme beim Setzen in Palisadenflucht.*



*Abb. 5: Ein Teil der 2.700 vorbereiteten Stämme mit abgesägten bzw. angespitzten Zopfenden; stärkere und geschälte Stämme wurden für die Tore verwendet.*

innere Palisadenring komplett zu errichten. Die anderen Palisadenringe brechen ungeschlossen an der Geländeeinzäu-

nung ab. Im Westen, Süden und Osten passte das Ringsystem weitgehend in die vorhandene Fläche, so dass die äußerste Palisade tatsächlich am Steilhang liegt.

Bei der reduzierten Ausführung (90 %) summierte sich die Gesamtlänge der zu bauenden Palisaden auf 622 m ohne Torwangen und ohne Bastionen. Die unterschiedliche Kennzeichnung ergrabener und erschlossener Palisadenverläufe geschah bei archäologischem Nachweis mit zugespitzt beibeilten Zopfenden und mit abgesägten Zopfenden bei ergänzten Partien (Abb. 4). Dabei stehen 436 m ergrabener, d. h. angespitzter Palisade 186 m erschlossener, also gesägter Holzpalisade gegenüber.

Schräg gewachsene Stämme wurden in Richtung Grabenverlauf gesetzt, so dass zwar Zwischenräume zwischen den einzelnen Stämmen, jedoch in der Palisadenflucht eine durchlaufende Linie ent-



*Abb. 6: Bastionen: zwei an der Außenseite von Ring 4 ansetzende apsidenartige Anbauten mit geringerer Eingrabetiefe.*

stand. Auf verbindende, stabilisierende Elemente zwischen den Hölzern (Riegel, Bolzen, Seile) wurde gänzlich verzichtet. Wenngleich es keinen Nachweis für die verwendete Holzart oder für Sortenreinheit gibt, fiel die Auswahl des Baumaterials in Anlehnung an neolithische Holzbestände (s. o.) auf Eiche Sorte B: gerade gewachsen, wenig Äste und minimale Krümmung. Eiche besitzt m. E. gerade ohne Vorbehandlung die längste Haltbarkeit bei stehenden, teilweise eingegrabenen Hölzern. Ein Teeranstrich erschien angesichts der Menge der verwendeten Hölzer [7] für das Neolithikum unrealistisch. Auf eine Feuerhärtung der Holzoberfläche wurde ebenfalls verzichtet, da dies m. E. die Bildung von radialen Trockenrissen bei Eiche nur begünstigt und durch die so vergrößerte Oberfläche dem Eindringen von Feuchtigkeit und damit am kritischen Übergang zum Erdreich der Pilzbildung, folglich auch der Verrottung Vorschub geleistet wird [8]. Selbst für die verkürzte Anlage ergab die Berechnung ca. 2.700 Stämme von 3,50

m Länge bei einem Durchmesser am Stammende von ca. 0,20-0,35 m [9], die im Wesentlichen ungeschält verbaut werden sollten (Abb. 5).

Mit neolithischen Beilen gefällte Stämme zeigen werkzeugbedingt eine charakteristische „ausgefranste“ Kegelform (s. o.). Diese durch Bebeilen der Zopfenden mit Steingeräten darzustellen – wenn auch exemplarisch nur an einigen der ca. 2.000 benötigten Stämme – hätte für die Palisadenhölzer nicht nur einiger Steinwerkzeuge, sondern auch einer längeren Einarbeitung in deren Handhabung bedurft. Durch den zeitlich befristeten Einsatz zugewiesener Arbeitnehmer in ABM war dies jedoch nicht möglich. Ersatzweise kamen hierfür handelsübliche Stahläxte zum Einsatz.

Die Palisade war aus freistehenden, nebeneinander gesetzten Pfosten in bodenverdichteter Baugrube (LULEY 1992, Abb. 3a) geplant. Bei einer Breite von 0,40 m sollten die Palisadengrübchen zuzüglich des ca. 0,20 m abgepflügten, erodierten Bodens 1,00 m tief ausgeführt werden.

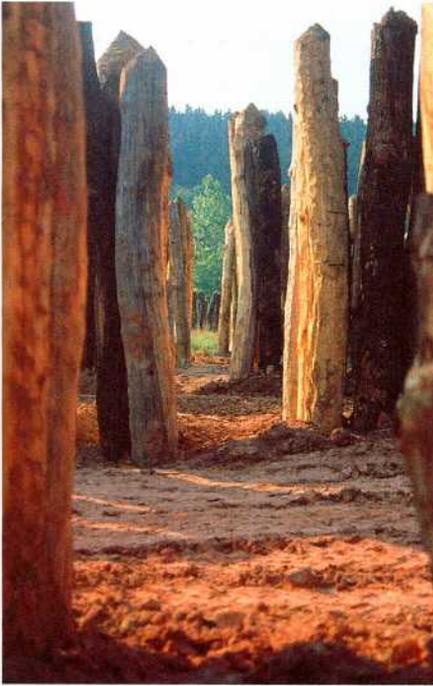


Abb. 7: Blick von Nordwesten durch die Torflucht der Palisadenringe (Tor 3 nach Befund) auf den gegenüberliegenden Abschnitt des Innenrings.

Nach E. Schröter war „... bei ca. 1,00 m Eingrabtiefe der Holzpfosten eine mindestens 2,00 bis 3,00 m freistehende Plankenwand der einzelnen Ringe (zu) erschließen.“ (SCHRÖTER 1990, 268), die beim Nachbau 2,50 m hoch ausfallen sollte.

Die bastionsartigen Anlagen wurden in den Nachbau integriert, wenngleich ihre Funktion ungeklärt blieb. Wegen der geringen Eingrabtiefe im Befund geschah dies im Aufgehenden lediglich mit einer Höhe von 0,70 m (Abb. 6). Die archäologische Interpretation gibt den Toren als astronomische Sichtachse eine herausragende Bedeutung. Es war deshalb von vorn herein geplant, die Tore wie auch die Bastionen nicht im Rahmen der Arbeitsbeschaffungsmaßnahme erstellen zu las-

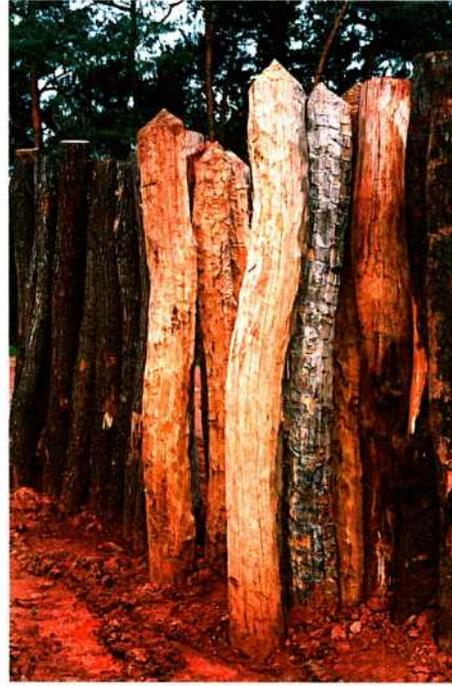


Abb. 8: Tor 3 mit trapezförmig nach innen gerichteten Torwangen.

sen, sondern gemeinsam mit Studierenden im Zuge eines praktischen Workshops. Dem Erarbeiten unterschiedlicher Modellvarianten sollte nach Fachdiskussionen die Entscheidung und im Anschluss daran auch die praktische Ausführung folgen, mit dem Ziel, mehrere Lösungen vorzustellen [10].

Die besondere Hervorhebung der Tore wurde optisch durch Einsetzen stärkerer und geschälter Stämme erreicht, auch hier – je nach Nachweis – mit gesägtem oder beileitem Zopfende (Abb. 7-8). Das Südost-Tor erhielt im zweiten Ring außer den zwei Seitenpfosten zusätzlich zwei mittlere Pfosten. Den oberen Abschluss bildete ein vierfach, d. h. in alle Pfosten eingezapfter Querbalken als Sturz [11]. Alle unbekanntes Torbreiten wurden mit einer Lichte von 1,60 m bezogen auf M 1:1 angelegt und auf sonstige archäolo-



*Abb. 9: Setzen der Stämme mit Hilfe eines Minibaggers in den Palisadengraben.*



*Abb. 10: Situationsaufnahme von Südwesten während des Aufbaus 2001.*

gisch nicht belegte und erschließbare Aufbauten verzichtet.  
Den Nachbau des Palisadenringsystems

führte eine ABM [12] von Oktober 2001 bis September 2002 mit durchschnittlich sechs Arbeitskräften, davon vier Frauen,

aus. Die Winterarbeit bestand über mehr als vier Monate neben dem Ablängen mit der Motorsäge im Bebeilen von ca. 2.100 Zopfenden in zugespitzte Form und dem Entrinden von weiteren 50 Stämmen für die Tore. Nach Abtrocknen der aufgeweichten Fläche im Frühjahr 2002 erfolgte mit Technikeinsatz die o. g. Profilierung des Geländes. Danach war Ende April das Einmessen und Markieren der Palisadenringe, Tore und Bastionen möglich [13]. Witterungsbedingt konnte dann ab Mitte Mai mit dem eigentlichen Aufbau begonnen werden. Der Transport des Holzes vom Zurichtplatz zum Standort geschah mit einem Frontlader. Ein Minibagger übernahm das Ausheben der Palisadengräben in durchschnittlicher Breite von 0,40 m. Beim Setzen der Einzelstämme erwies sich dieser Bagger ebenfalls als recht hilfreich (Abb. 9). Das Befestigen erfolgte durch mechanisches Verdichten des Erdreichs und Anböschens des Gräbchenaushubs. Zum Abschluss wurde auf der gesamten Fläche Kräuterrasen eingesät.

## Fazit

Das reale Ausmaß der vor 6.800 Jahren geleisteten Arbeit wird angesichts des Nachbaus mit nur etwa der Hälfte der Stämme, mit Technikeinsatz und ohne Fällen, Transport und im Wesentlichen auch ohne Zurichten der Stämme deutlich. Resultierend aus dem ermittelten Zeitaufwand – gestützt durch die Erhebungen W. LOBISSERS (2006, 89f.) – ist ein längerfristiger Einsatz einer größeren Anzahl von Stichbandkeramikern einer Region vorauszusetzen. Dies war offenbar nur in den Jahreszeiten möglich, die dies hinsichtlich der saisonalen Arbeiten zuließen. Fällen, Entasten und Transport konnten

im Winter geschehen. Die Errichtung der eigentlichen Anlage war dann in der trockenen Sommerzeit, wann immer die Feldarbeit dies zuließ, vorzunehmen.

Zwar erscheint es als möglich, das gesamte Plateau der „Schalkenburg“ zu roden, jedoch kann der Zurichtplatz nicht zugleich Bauplatz sein. Die Transportwege werden immer länger, auch für die anderenorts zu verwertenden Kronen und Äste. Hinzu käme das Roden hunderter Stubben. Die Überlegungen machen eher die Holzentnahme in Wäldern geringer Entfernung wahrscheinlich.

Die Erfahrungen aus dem Nachbau (Abb. 10) bezeugen, dass das Fällen, das Entasten, Ablängen und der Transport einen wesentlich größeren Aufwand darstellt als das Anlegen der Palisadengräben, das Setzen der Palisadenhölzer und Verdichten des Erdreichs. D. h. die Bereitstellung der zugerichteten Pfosten ist um ein Vielfaches aufwändiger als der eigentliche Bau der Rondellanlage. Zu erahnen sind die immense Arbeitsleistung, die das Projekt den Stichbandkeramikern abverlangte, und damit auch die Notwendigkeit einer straffen Arbeitsorganisation.

## Anmerkungen

[1] Aktualisierte Version eines im Jahre 2006 auf der EXAR-Tagung in Albersdorf gehaltenen Referates.

[2] Besonders kritisch äußert sich dazu REYNOLDS 1999, 10, zu Unterschieden in der individuellen Arbeitsleistung; s. a. HOLSTEN, MARTENS 1991, 233.

[3] Zum Zeitpunkt von Planung und Ausführung galten zwei Drittel der Grabungsunterlagen als verschollen. Daher konnten verschiedene in den zwischenzeitlich wieder zugänglichen Unterlagen doku-

mentierte bauliche Details beim Nachbau keine Berücksichtigung finden.

[4] 5,5 Pfosten pro Stamm, abzüglich 1 m Arbeitshöhe, Krone und Stammverlust beim Ablängen.

[5] Es versteht sich von selbst, dass jene Richtwerte des rezenten Baugewerks nur bedingt auf die historischen Zeiträume übertragbar sind, wenngleich sich die grundlegenden Holzeigenschaften nicht wesentlich geändert haben dürften.

[6] Die Konzeption des Nachbaus erfolgte in enger Abstimmung mit D. Kaufmann (LDA).

[7] Ca. 5.000 Pfosten veranschlagt E. Schröter beim Original.

[8] Allerdings wird selbst unter Fachleuten das Für und Wider der Feuerbehandlung von Eiche kontrovers diskutiert.

[9] Bei der Holzbereitstellung ist Frau Mané, Leiterin des Forstamtes Wippra, und ihrer Mitarbeiterin Frau Freisinger, Forstamtsfrau, für vielfältige Unterstützung herzlich zu danken.

[10] Da die Autorin mit anderen Aufgaben innerhalb des LDA betraut wurde, kam es nicht mehr zur Realisierung. Die Fertigstellung erfolgte nunmehr im Rahmen der ABM unter fachlicher Aufsicht von D. Kaufmann (LDA).

[11] ZIPPLIUS 1954 erwähnt auf S. 50 einen eingezapften Spannbalken.

[12] Der GSG Helbra; besonderer Dank gilt dem Geschäftsführer, Herrn Ob.-Ing. G. Wicklein, Herrn Hesse, der die Maßnahme betreute und Engpässe überbrückte, dem stets engagierten Vorarbeiter Herrn Trautmann sowie Herrn S. Ladewig, der die Arbeiten vor Ort nach Umsetzung der Autorin koordinierte.

[13] Für die Ausführung selbst bei widrigen Witterungsumständen ist den Herren T. Koiki und O. Schröder (LDA) Dank zu sagen.

## Literatur

**BEHRENS, H., SCHRÖTER E. 1980:** Siedlungen und Gräber der Trichterbecherkultur und Schnurkeramik bei Halle (Saale). Berlin 1980.

**BERTEMES, F., NORTHE, A. 2006:** Neolithisches Heiligtum in prähistorischer Kulturlandschaft – die Abschlussuntersuchungen in der Kreisgrabenanlage von Goseck und weitere Grabungen in der Umgebung. Archäologie in Sachsen-Anhalt 4/2006, 269-281.

**BERTEMES, F. u. A. 2004:** Die neolithische Kreisgrabenanlage von Goseck, Ldkr. Weißenfels. Archäologie in Sachsen-Anhalt 2/2004, 137-145.

**HOLSTEN, H., MARTENS, K. 1991:** Die Axt im Walde. Versuche zur Holzbearbeitung mit Flint-, Bronze- und Stahlwerkzeugen. Experimentelle Archäologie. Bilanz 1991. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland. Beiheft 6. Oldenburg 1991, 231-243.

**JENSEN, G. 1991:** Forsøg med Kongmose- og Ertebøllekulturens økser af hjortetak. Eksperimentel Arkæologie. Studier i teknologi og kultur, nr. 1. Lejre 1991, 10-21.

**KAUFMANN, D. 2004:** Die Ausgrabungen auf der „Schalkenburg“ bei Quenstedt, Ldkr. Mansfelder Land (Sachsen-Anhalt), und die Palisadenringanlage. In: B. Hänsel, E. Studeníková (Hrsg.), Zwischen Karpaten und Ägäis. Neolithikum und ältere Bronzezeit. Gedenkschrift für Vera Němejcová-Pavúková. Internationale Archäologie. Studia honoraria 21. Rhaden/Westf. 2004, 395-410.

**KRAUTH, T., SALES MEYER, F. 1895:** Die Bau- und Kunstzimmerei mit besonderer Berücksichtigung der äusseren Form. Reprint Hannover 1991.

**KÜSTER, H. 1998:** Geschichte des Waldes. Von der Vorzeit bis zur Gegenwart.

München 1998.

**LEINWEBER, R. 2002:** Das „Zentrum für Experimentelle Archäologie und Museumspädagogik“ des Landesamtes für Archäologie Sachsen-Anhalt in Mansfeld, Ldkr. Mansfelder Land (Südharz). Archäologisches Nachrichtenblatt 7/4, 2002, 295-300.

**LOBISSER, W. F. A. 1999:** Zum Nachbau eines linearbandkeramischen Kastenbrunnens mit Werkzeugen aus Holz, Stein und Knochen. Experimentelle Archäologie. Bilanz 1998. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland. Beiheft 24. Oldenburg 1999, 27-41.

**LOBISSER, W. F. A., NEUBAUER, W. 2006:** Mit Stein und Bein und Menschenkraft. Über die Rekonstruktion eines Kreisgrabens der Lengyelkultur mit experimentalarhaisologischen Techniken. Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz 2006, 83-94.

**LULEY, H. 1992:** Urgeschichtlicher Hausbau in Mitteleuropa. Bonn 1992.

**REYNOLDS, P. J. 1999:** Vom Wesen archaisologischer Experimente. Experimentelle Archaisologie. Bilanz 1998. Archaisologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland. Beiheft 24. Oldenburg 1999, 7-20.

**SCHRÖTER, E. 1990:** Ein neolithischer Kultplatz auf der Schalkenburg bei Quenstedt. Jahresschrift für mitteleutsche Vorgeschichte 73, 1990, 267-270.

**SCHWEINGRUBER, F. H. 1975:** Das Holz als Rohstoff in der Urgeschichte. Helvetia Archaeologica 6, 1990, 2-15.

**WEINER, J., 1995:** Eine zimmermannstechnische Glanzleistung: Der 7000 Jahre alte Eichenholzbrunnen aus Erkelenz-Kückhoven. In: H. G. Horn u. a. (Hrsg.), Ein Land macht Geschichte. Schriften zur Bodendenkmalpflege in Nordrhein-Westfalen 3, 1995, 179-187.

**WEINER, J., PAWLIK, A. 1995:** Neues zu einer alten Frage – Beobachtungen und Überlegungen zur Befestigung altneolithischer Dechselklingen und zur Rekonstruktion bandkeramischer Querbeilholme. Experimentelle Archaisologie. Bilanz 1994. Archaisologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland. Beiheft 8. Oldenburg 1995, 111-144.

**ZIPPELIUS, A. 1954:** Vormittelalterliche Zimmerungstechnik in Mitteleuropa. Rheinisches Jahrbuch für Volkskunde 5, 1954, 7-53.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: M. Wiegmann, LDA

Abb. 2, 4-10: R. C. E. Leineweber

Abb. 3: R. Schwarz, LDA

Autorin

Dr. R. C. E. Leineweber

Am Schafstall 2

D-29410 Salzwedel

roleine@web.de

## Rekonstruktion einer neolithischen Sandale

Anne Reichert

**Summary** – In 2008 on the bottom of Lake Constance near Sipplingen, Germany, fragments of a rep-woven Neolithic shoe made from lime-bast were found. Experiments to reconstruct the sandal are described.

Im Jahr 2008 wurden bei archäologischen Untersuchungen im Bodensee bei Sipplingen u. a. drei Fragmente einer neolithischen Sandale geborgen. Sie lagen in Sediment eingebettet, auf einer Brandschicht der Horgener Kultur (2.900-2.860 v. Chr.), sind stellenweise leicht verkohlt und relativ gut erhalten (MATUSCHIK, MÜLLER, SCHLICHTERLE 2008, 47f.). Die Sohle ist insgesamt 25 cm lang und 10 cm breit.

Seitlich ist sie etwas hochgebogen, aber ein Abschluss ist nicht zu erkennen. Ein kurzes Stück einer sZ-gezwirnten Schnur liegt lose auf dem Geflecht (Abb. 1).

Die Sandale ist aus Lindenbast leinwandbindig geflochten. Die Längsstreifen sind 7-10 mm breit, aber fast nirgends zu sehen, da sie von quer liegenden Baststreifen von 4-6 mm Breite, die eng zusammengeschoben, aber nicht gedreht wur-



Abb. 1: Sandalenfund von Sipplingen, Bodensee.



Abb. 2: Leinwandbindiges Flechten mit Lindenbaststreifen.



Abb. 3: Die heraushängenden Kettstreifenenden müssen noch zurückgeflochten werden.

den, fast vollständig verdeckt sind (WIESNER, BEIROWSKI 2010). Aus der Webtechnik wurde hierfür der Begriff Rips übernommen.

Diese bei Sipplingen geborgene Sandale gehört zu den ältesten Schuhen, die in Europa bekannt sind. Ähnliche Sandalen aus Lindenbast wurden bei Ausgrabungen im Bodensee 1984 und 1986 bei Allensbach (FELDTKELLER, SCHLICHTERLE 1987,

80f.) und 1987 bei Sipplingen (KÖRBERGROHNE, FELDTKELLER 1998, 133; 147f.; Tafel 24f.) gefunden.

#### Versuch einer Rekonstruktion

Bei meinem Versuch einer Rekonstruktion habe ich im Wesentlichen nach der Zeichnung der Restauratorin gearbeitet (WIESNER, BEIROWSKI 2010, Fig. 2). Da der Rand der Sipplingen-Sandale hochgewölbt ist, kann kein fester Webrahmen mit gespannten Kettfäden benutzt werden. Ich habe vier Lindenbaststreifen U-förmig umgebogen zu acht Kettstreifen und dann leinwandbindig mit Querstreifen verbunden, d. h., ein Querstreifen verläuft abwechselnd unter bzw. über, in der nächsten Reihe über bzw. unter den Kettstreifen. Nach jeder Querreihe habe ich versucht, die Baststreifen mit einem stumpfen Knochenstäbchen dicht aneinander zu schieben, aber sie dehnten sich immer wieder aus (Abb. 2). Erst sieben oder acht Reihen vor der letzten Reihe erscheint das Bild einer Ripsbindung. Um



*Abb. 4: Verschnürung der Sandale.*



*Abb. 5: Abnutzungsspuren.*

den Rand etwas hochzuwölben, habe ich die äußersten Kettstreifen immer wieder angezogen. Wenn die erforderliche Länge erreicht ist, werden die Enden der Kettstreifen (Abb. 3) einzeln zurückgeflochten, was eine leichte Verstärkung der Fersenpartie ergibt.

Mit der Verschnürung habe ich experimentiert. Da am Original eine Randkante nicht erhalten ist, könnte sie durch den Zug der Verschnürung beim Gehen abgerissen sein. Wie Abb. 4 zeigt, habe ich eine sZ-gezwirnte Lindenbastschnur kreuzweise von einer Seite zur anderen geführt. Die Sandale sitzt damit perfekt am Fuß. Die Enden der Schnur habe ich zusätzlich um den Knöchel gewickelt.

Etwas mehr als zwei Stunden bin ich damit herumgelaufen, vorwiegend im Haus – keine starke Beanspruchung also und keine lange Zeit. Und doch zeigten sich bereits deutliche Abnutzungsspuren, vor allem im Fersenbereich (Abb. 5).

Vor Jahren habe ich eine Rekonstruktion der Allensbach-1-Sandale versucht, die ebenfalls sehr dicht geflochten ist, weshalb ich Zwirnbinding vermutete (REICHERT 2006, 10f., Abb. 9-11). Auch bei längeren Gehversuchen zeigten sie nicht so starke Abnutzungsspuren, was dadurch erklärbar ist, dass beim Zwirnbinding die Baststreifen leicht gedreht und so etwas haltbarer werden. Aber auch die Allensbach-1-Sandale ist nach neueren Untersuchungen in Ripsbinding gearbeitet.

#### Literatur

**FELDTKELLER, A., SCHLICHOTHERLE, H. 1987:** Jungsteinzeitliche Kleidungsstücke aus Ufersiedlungen des Bodensees. Archäologische Nachrichten aus Baden 38/39, 1987, 74-84.

**KÖRBER-GROHNE, U., FELDTKELLER, A.**

**1998:** Pflanzliche Rohmaterialien und Herstellungstechniken der Gewebe, Netze, Geflechte sowie anderer Produkte aus den neolithischen Siedlungen Hornstaad, Wangen, Allensbach und Sipplingen am Bodensee. Siedlungsarchäologie im Alpenvorland V. Stuttgart 1998, 131-242.

**MATUSCHIK, I., MÜLLER, A., SCHLICHOTHERLE, H. 2008:** Besiedlungsgeschichte und -dynamik der jungsteinzeitlichen Pfahlbausiedlungen von Sipplingen „Osthafen“, Bodenseekreis. Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg 2008, 45-49.

**REICHERT, A. 2006:** Von Kopf bis Fuß – gut behütet und beschuht in der Steinzeit. Rekonstruktion von neolithischer Kopf- und Fußbekleidung und Trageversuche. Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz 2006. Oldenburg 2006, 7-23.

**WIESNER, I., BEIROWSKI, J. 2010:** A Neolithic shoe from Sipplingen. Technological examination and conservation. Proceedings of 11th ICOM-CC WOAM WG Conference in Greenville (NC) 2010.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: Mühleis, LAD

Abb. 2-5: Reichert

Autorin

Anne Reichert

Experimentelle Archäologie/

Archäotechnik

Storchenweg 1

D-76275 Ettlingen-Bruchhausen

## Farbige Bänder aus dem prähistorischen Bergwerk von Hallstatt

Experimente zur Herstellung von Repliken, Schwerpunkt Faseraufbereitung und Spinnen

Helga Rösel-Mautendorfer, Karina Grömer, Katrin Kania

**Summary** – *In August 2008 an international team of archaeologists, natural scientists and artists started a project to research the dyeing techniques used on the prehistoric textile finds from Hallstatt. Due to the results of the analysis and additional experiments three ribbons from Hallstatt were reconstructed. Katrin Kania, Karina Grömer und Helga Rösel-Mautendorfer did the preparation of the fleece, the spinning of the thread and the weaving of the ribbons. Of importance for the dyeing process was the washing of the wool to free it from grease. The treatment of the fibres was also of importance, they had to be processed in a way, that the fibres were nearly all parallel in the thread to get a result as the original ribbon.*

### Kontext der Experimente

Das 2008-2011 vom Österreichischen Wissenschaftsfonds geförderte Projekt „HallTex FWF“ („Dyeing techniques of the prehistoric textiles from the salt mine of Hallstatt – analysis, experiments and inspiration for contemporary application“, FWF Translational-Research-Programm L 431-G02) beschäftigt sich mit den Färbetechniken der prähistorischen Textilien aus dem Salzbergwerk in Hallstatt (HOFMANN-DE KEIJZER, HARTL 2009). Eingebunden in das Projekt sind folgende Institutionen: die Universität für angewandte Kunst mit den Instituten für Kunst und Technologie/Archäometrie und für Kunstwissenschaft, Kunstpädagogik und Kunstvermittlung/Textil, die Universität für Bodenkultur mit dem Institut für ökologischen Landbau, die Prähistorische Abteilung des

Naturhistorischen Museums Wien und die Cultural Heritage Agency of the Netherlands.

Das Projekt gliederte sich in drei Bereiche. Ein wesentliches Teilgebiet des Projekts ist die naturwissenschaftliche Analyse der prähistorischen Textilfunde von Hallstatt (zusammenfassend zum Fundort: KERN u. A. 2008; RESCHREITER 2005). Im Salzbergwerk blieben mehr als 600 Textilfragmente erhalten, von denen der Großteil in die Ältere Eisenzeit (800-400 v. Chr.) datiert. Einige Gewebereste, darunter auch gefärbte, stammen aus der Bronzezeit, die entsprechenden Fundpunkte wurden dendrodatiert zwischen grob 1.500 und 1.200 v. Chr. Insgesamt wurden im Projekt 76 Proben aus 55 prähistorischen Textilfragmenten farbstoffanalytisch untersucht. An der Cultural Heritage Agency of the Netherlands und der

Abteilung Archäometrie der Universität für angewandte Kunst Wien wurden die Farbstoff- und Faseranalysen durchgeführt. Maarten R. van Bommel analysierte die Farbstoffe mit Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC) und Photodioden-Array-Dedektion (PDA). Regina Hofmann-de Keijzer untersuchte die Fasern im Lichtmikroskop; Ineke Joosten benutzte zur Faser- und Elementanalyse die Rasterelektronenmikroskopie mit energie-dispersiver Röntgenanalyse.

Ein großer Bereich des Projektes beschäftigte sich mit konkreten Experimenten zum Färben mit den aus den Analysen bekannten Farbstoffen, wobei ein Hauptaugenmerk auf historischen Waidfärbemethoden lag. Die Färbeversuche wurden von Anna Hartl an der Universität für Bodenkultur, Department für ökologischen Landbau in Wien durchgeführt. Zusätzlich erfolgten Experimente zur Verarbeitung von Wolle von Katrin Kania aus Erlangen sowie Karina Grömer und Helga Rösel-Mautendorfer am Naturhistorischen Museum in Wien. Diese Experimente befassten sich vor allem mit der Faseraufbereitung und dem Spinnen, sie stellen den Fokus des vorliegenden Beitrages dar. Aus den gesponnenen und teilweise auch verzwirnten Fäden wurden schließlich Repliken der ausgewählten Bänder in 2 m Länge angefertigt.

Der dritte Teil des Projekts hatte die moderne Umsetzung von hallstattzeitlichen Motiven sowie der eisenzeitlichen Färbemethodik und Textilkunst zum Ziel. Studentinnen der Universität für Angewandte Kunst, Institut für Kunstwissenschaft, Kunstpädagogik und Kunstvermittlung gestalteten Textilobjekte, für die sie durch die Hallstatttextilien und Motive der Hallstattzeit inspiriert wurden. Für diesen Kreativitätsprozess wurden Workshops

und Exkursionen gemeinsam mit der Universität für Bodenkultur und der prähistorischen Abteilung des Naturhistorischen Museums durchgeführt. Den Endpunkt des Projektes bildete eine Ausstellung von Februar bis Dezember 2012 im Naturhistorischen Museum Wien, (hallstattfarben | Textile Verbindungen zwischen Forschung und Kunst) zu deren Begleitprogramm ebenso experimentalarchäologische Workshops gehörten.

### Die Bänder aus Hallstatt

Eines der Ziele des Projektes ist die Rekonstruktion verschiedener polychrom gemusterter Bänder aus der Hallstattzeit nach den Funden aus dem Hallstätter Salzberg. Von den ausgewählten Ripsbändern HallTex 100 (Inv.Nr. 79.442b; HUNDT 1987, Taf. 58-59) und HallTex 179 (Inv.Nr. 90.180b; GRÖMER 2005, Taf. 7/2) konnten Fadenproben für Farbstoffanalysen entnommen werden, was beim Brettchengewebe HallTex 123 (Inv.Nr. 89.832; GRÖMER 2004, Abb. 8) aus konservatorischen Gründen nicht möglich war. Für die Rekonstruktion dieses mit Mäandern und Dreiecksmotiven verzierten Bandes wurden die Farben durch Vergleiche mit farbstoffanalytisierten Hallstatt-Textilien gleicher Farbe ausgewählt.

Alle drei Bänder sind aus sehr feinen Garnen bzw. Zwirnen hergestellt. Die Zwirne des Brettchengewebes haben eine Fadenstärke von nur 0,2-0,3 mm. Die Garne der Ripsbänder bewegen sich zwischen 0,3-0,5 mm Fadenstärke. Die Fasern liegen auffallend parallel, weiters findet man bei den Faserbildern keine groben Haare. Diese Beobachtungen sprechen für eine gezielte Vorbereitung des textilen Materials vor dem Spinnen (vgl. GRÖMER 2010, 71-77).

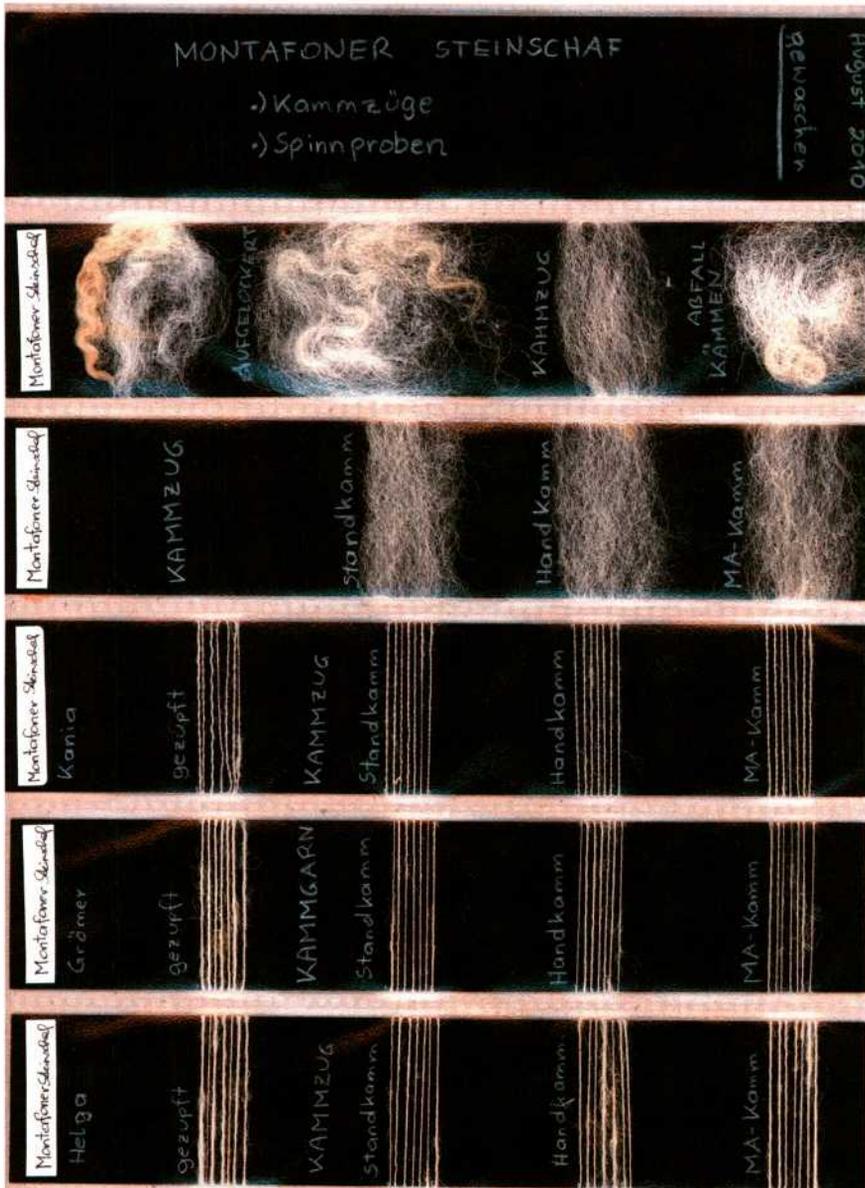


Abb. 1: Dokumentation der verschiedenen Versuche unterschiedlicher Probandinnen mit dem Vlies des Montafoner Steinschafes.

Die Farbstoffanalysen (HOFMANN-DE KEIJZER, VAN BOMMEL, JOOSTEN 2005, HOFMANN-DE KEIJZER 2010) zeigen, dass in den Textilien aus Hallstatt oft sehr viele Farbstoffe vorkommen. Blaue, gelbe und rote Farbstoffe wurden bestimmt. Interessanterweise war auch der Großteil der

braunen und schwarzen Gewebe gefärbt und nicht aus ungefärbter dunkler Schafwolle gefertigt. In vielen Textilien wurden gleich mehrere Farbstoffe entdeckt, was für ein Nuancieren des Grundfarbtons spricht. Neben den bestimmbareren Farbstoffen wurden 250 unbekannte rote und

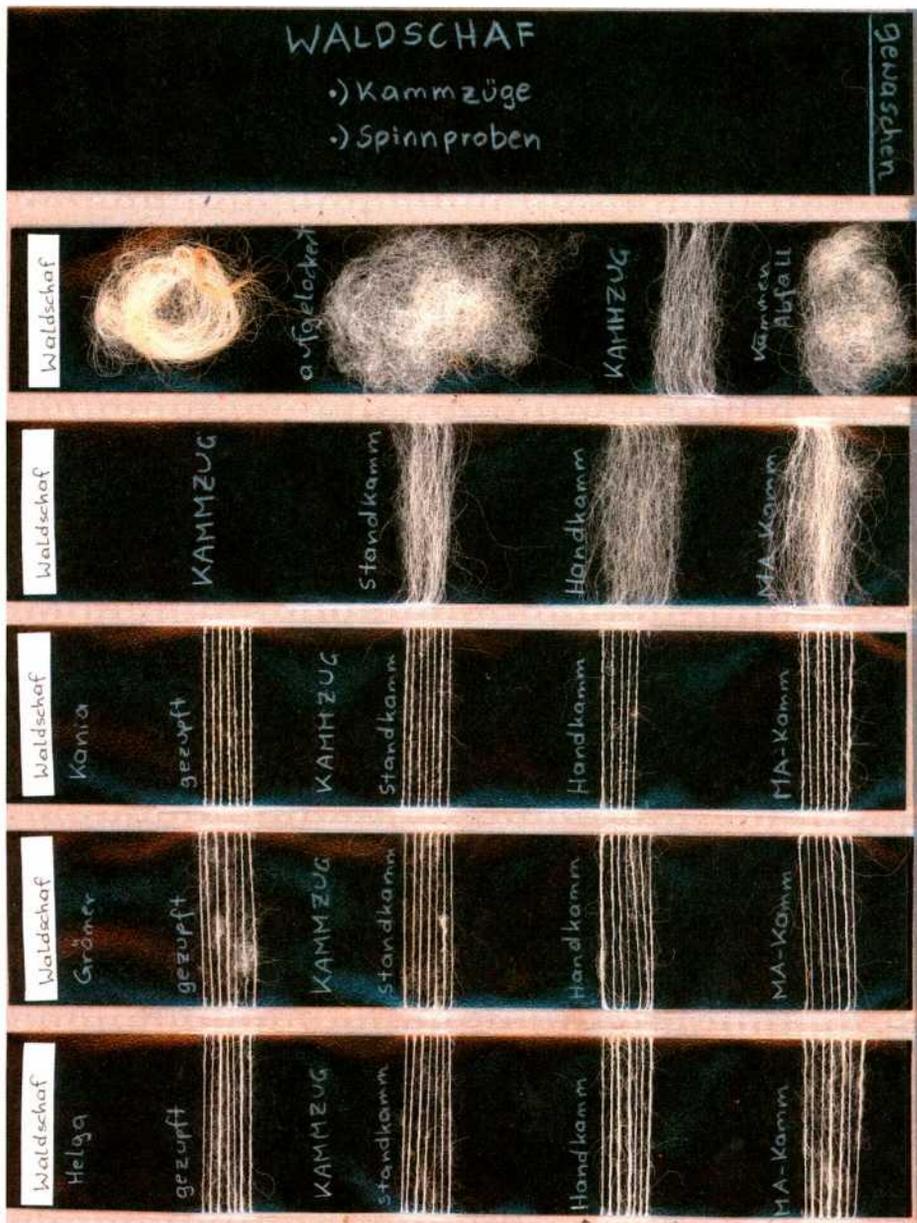


Abb. 2: Dokumentation der verschiedenen Versuche unterschiedlicher Probandinnen mit dem Vlies des Waldschafes.

gelbe Farbstoffe analysiert.

Die Rekonstruktionen der Bänder

Die Rekonstruktionen sollten vom Vlies

aus bis zu den fertigen Bändern alle Arbeitsschritte durchlaufen. Vor allem bei der Faseraufbereitung und beim Spinnen wurden verschiedene Versuchs- und Messreihen gemacht, wobei mehrfach

wiederholte, standardisierte Arbeitsfolgen von den drei in diesen Techniken erfahrenen Probandinnen (Grömer, Kania, Rösel-Mautendorfer) ausgeführt und entsprechend dokumentiert wurden (siehe *Abb. 1 und 2*). Damit folgte man den am Centre for Textile Research Kopenhagen und Forschungszentrum Lejre ausgearbeiteten Standards (siehe MARTENSSON 2007, *Abb. 2*).

Die rekonstruierten Bänder sollten schließlich Möglichkeiten der originalen Farbgebung aufzeichnen und auf Grundlage der Analyseergebnisse gefärbt werden. Die dazu erforderlichen Analysen, Recherchen und Färbeexperimente werden von Anna Hartl an anderer Stelle ausführlich publiziert. Auf Anregung der Färbeexpertin Anna Hartl wurde nicht mit moderner Merinowolle, sondern mit den unbehandelten Wollvliesen urtümlicher Schafrassen gearbeitet, wobei Vlies des Krainer Steinschafs, des Alpenen Steinschafs, des Montafoner Steinschafs sowie des Waldschafs zur Verfügung stand (<http://www.arche-austria.at/index.php?id=20>, am 29.12.2011). Diese Schafarten zählen zu den gemischtwolligen Rassen und besitzen außer der feinen Wolle auch dickere Haare (vgl. zu derartigen Wolltypen allgemein RYDER 1982 und 1987). Die Vliese der ausgewählten Schafrassen entsprechen nicht exakt dem Haartypus der hallstattzeitlichen Schafe (freundliche Mitteilung Antoinette Rast-Eicher, Diskussion zu eisenzeitlichen Vliesen in RAST-EICHER 2008, 121ff.), sind aber in ihrer Wollfeinheit näher an den prähistorischen Schafvliesen als moderne Merinoschafe. Vergleichbare Experimente mit historischen Schafrassen wurden etwa auch von Anneliese GOLDMANN (1999) durchgeführt, um auch in Verbindung mit Wollfeinheitsmessungen (MAIK 1997) mit Skud-

denwolle mittelalterliche Gewebe zu rekonstruieren.

Bei den HallTexFWF-Experimenten mit Stein- und Waldschaf war die erste Frage, welche Wolle der ursprünglichen Schafrassen sich für die Herstellung der Bänder eignet, denn die mit 0,2-0,4 mm sehr dünnen Fäden benötigen eine gewisse Reißfestigkeit, um dem Webvorgang standzuhalten. Die Wolle der gemischtwolligen Schafrassen weist einen relativ hohen Anteil an groben Fasern und Grannenhaaren auf. Diese groben Fasern sind bei den Originalfunden nicht in dem Ausmaß zu finden. Zudem waren die Fasern bei den Originaltextilien auffallend parallel. Dadurch kristallisierten sich zwei Arbeitsschritte in der Bearbeitung der Fasern heraus: Die stark parallel liegenden Fasern der prähistorischen Gewebe weisen auf eine Vorbereitungsweise hin, die die Einzelfasern gleichrichtet, wie etwa das Kämmen der Wolle. Die andere Vorbereitung der Wolle ergibt sich durch das Färben. Um die Fäden oder das Vlies färben zu können, muss die Wolle entfettet sein. Für die bunten Bänder muss der Färbvorgang der Wolle spätestens im Faden-Stadium geschehen. Möglich wären dadurch eine Vliesfärbung oder eine Garnfärbung, wie es an den Originaltextilien von Hallstatt nachgewiesen ist (HOFMANN-DE KEIJZER 2010, *Abb. 79*). Nach mehreren Vorversuchsreihen einigte sich das Team auf eine Arbeitsabfolge, die uns für die Herstellung der Bandrekonstruktionen am sinnvollsten erschien. Die nun folgenden Arbeitsschritte entsprechen den Arbeitsabläufen, die für die Herstellung der Bänder getätigt wurden:

#### Das Auflockern

Zuerst wurde mit verschiedenen Techni-



*Abb. 3: Kämmen mit den einfachen Handkämmen.*

ken die Schweißwolle aufgelockert. Dies geschah einerseits durch Zupfen der Wolle und durch Schlagen oder Peitschen. Wolle peitschen mittels Stäben auf einem Gitter zeigen historische Stiche (<http://imagecache5.art.com/p/LRG/17/1748/L1U3D00Z/early-processes-in-the-manufacture-of-combing.jpg>, am 29.12.2011) im Zusammenhang mit der Wollbearbeitung. Das Schlagen der Wolle mit einem Bogen ist beispielsweise in der Türkei immer noch eine gängige Methode des Auflockerns (vgl. BOHNSACK 1985, 171ff.; GRÖMER 2010, Abb. 22). Die Vorteile des Schlagens der Wolle auf dem Rahmen sind: Zum einen wird die Wolle sehr gut aufgelockert, zum anderen fallen zu kurze Faserstücke und Verschmutzungen durch das Gitter. Somit dient das Schlagen auch der Säuberung der Wolle von Verunreinigungen. Ein anderer Aspekt ist die Arbeitsdauer. Bei den in Abständen durch-

geführten Zeitnahmen stellte sich heraus, dass der Zeitbedarf für das Schlagen von 75 g gewaschener Wolle vom Alpinen Steinschaf auf dem großen Rahmengitter 5 Minuten beansprucht. Der Zupfprozess derselben Menge gewaschenen Vlieses desselben Schafes dauerte bei zwei Personen jeweils 23 Minuten (also gesamt ca. 45 min.). Da das Peitschen der Wolle auf einem Rahmen sehr viele Vorteile brachte, entschieden wir uns für diese Methode, um die Wolle aufzulockern.

#### Das Kämmen und Kardieren

Für das Parallelisieren der Fasern wurden Kämmversuche mit verschiedenen Kammarten durchgeführt. Zuerst kämmten wir das aufgelockerte Wollvlies mit zwei einfachen Handkämmen, die im Bereich der Wollverarbeitung vor allem aus der Volks- und Völkerkunde sowie im Mit-



*Abb. 4: Abziehen des Kammzuges von den Rekonstruktionen mittelalterlicher Kämmen.*

telalter bekannt sind. Beispiele für Kämmen aus der Jungsteinzeit stammen aus Zürich (AUSSTELLUNGSKATALOG DIE PFAHLBAUER 2004, Objekt 56, Objekt 41). Römische Kammfunde sind zum Beispiel der eiserne Kamm vom East Anglian Type von der römischen Siedlung Caistor by Norfolk (WILD 1988, 18, fig. 10). Langzinkige Wollkämmen stammen aus Wicken Bonhunt, Essex, und datieren ins 7. Jahrhundert n. Chr. (WALTON ROGERS 2007, 15, fig. 2.5). Für eine Serie verwendeten wir eine Replik eines Knochenkamms mit einer Gesamtlänge von 14 cm und einer Breite vom 3-4 cm mit einer Zinkenlänge von 9 cm. Für eine zweite Arbeitsserie mit Handkämmen bedienten wir uns Rekonstruktionen von mittelalterlichen Kämmen. Vorlagen für die Kammform sind auf mit-

telalterlichen Abbildungen zu finden: eine Frau, die Wolle kämmt, von der The Holkham Bible (British Library MS Add. 47680, fol. 6), c. 1327-1335, die Darstellungen der Minerva (fol. 13) und der Tanaquil (fol. 70v) in der Handschrift „De mulieribus claris“ (BNF Fr. 598), Beginn 15. Jahrhundert, Wollkämmen im Mendel Hausbuch: Cunrad Kemmer (1425), Kuncz Kemmer (1442) und Heinrich Pfeningspeck (1500) (<http://www.larsdatter.com/carding.htm> aufgerufen am 8.8.2010). Die Handhabung der Handkämmen (siehe Abb. 3) war folgendermaßen: Zuerst wurde das Vlies auf einen Handkamm aufgestrichen, dann mit dem zweiten Kamm quer zur Zinkenrichtung des ersten Kamms gekämmt. Dadurch wurden die Fasern auf den anderen Kamm übertragen.



*Abb. 5: Kardieren mit Rekonstruktionen nach dem eisenzeitlichen Fund von Hallstatt/Dammwiese.*

Der im Kamm zurückbleibende Rest, hauptsächlich aus kurzen Fasern und Filzknötchen bestehend, wurde entfernt. Der Vorgang wurde so oft wiederholt, bis die Wolle auf der Rückseite des Kammes eng anlag. Danach wurde die Wolle mit der Hand vorsichtig von dem Kamm gezogen. Dieser Kammzug wurde nachher zweimal geteilt, umgelegt und gleichmäßig durch eine Perle zu einem dünnen Faserband verzogen, um die Faserlänge innerhalb des Bandes möglichst gleichmäßig zu halten (Abb. 4).

Ein weiterer Versuch wurde mit Handkarden durchgeführt, da vom Fundort Hallstatt selbst ein Fund eines gelochten, mit Dornen besteckten Holzbrettchens vorliegt. Das Objekt aus der latènezeitlichen Feuchtbodensiedlung Hallstatt-Dammwiese (GRÖMER 2010, Abb. 27) kann eventuell als Handkarde gedeutet werden. Wir

verwendeten zwei nachgebaute Karden, die uns freundlicherweise Wolfgang Lobisser (VIAS Wien) angefertigt hatte. Die Handhabung unterschied sich etwas durch den bürstenähnlichen Charakter der Karden von jener mit den Kämmen. Das Ergebnis war aber auch mit diesem Gerät ein ebenermäßiger Kammzug und das Trennen der langen von den zu kurzen Fasern, die in der Karde hängen blieben (Abb. 5).

#### Das Spinnen

Der nächste Arbeitsschritt war das Verspinnen der Kammzüge und das anschließende Zwirnen der Garne (grundlegend zu diesen Techniken: BOHNSACK 1985, CLAßEN-BÜTTNER 2009, MARTENSSON 2007). Es wurden nach den Originalfunden 0,2-0,5 mm feine Fäden mit einem

starken Drehwinkel von 40-50° hergestellt. Ein Hauptaugenmerk lag darauf, wie gut die Wolle der verschiedenen Schafrassen und Aufbereitungsmethoden verspinnbar waren. Wenig überraschend konnten aus den gut vorbereiteten Kammzügen am effizientesten gleichmäßige Fäden gesponnen werden, die in ihrer Fadenstärke und Qualität den hallstattzeitlichen Objekten entsprachen. Es konnten jedoch Unterschiede bei den vier verwendeten Schafrassen entdeckt werden (siehe Ergebnisse). Zum Vergleich für die Arbeitstechnik wurden auch repräsentative Proben der von den vier jeder Schafrassen stammenden Vliese in verschiedenen Stadien der Aufbereitung (Schweißwolle - gewaschen - gelockert - kardiert - gekämmt) versponnen. Es kristallisierte sich bei Letzterem auch heraus, dass die Verspinnbarkeit je nach Art des Kammzuges stark individuell variierte und anscheinend mit der Technik des Fasern herausziehen in Zusammenhang steht. Die sehr schmalen, einem Vorgarn annähernd entsprechenden Kammzüge waren für Karina Grömer wesentlich leichter zu verspinnen als für Katrin Kania und Helga Rösler-Mautendorfer, denen die breiteren Kammzüge mehr lagen. Dieser Unterschied scheint in dem individuell unterschiedlichen Umgang mit dem Material und Werkzeug zu liegen. Zudem konnte beobachtet werden, dass beim Feinspinnen von 0,2 mm Garnen oft dickere und steifere Grannenhaare aus dem Faden fielen, sodass sich auch hier eine gewisse Selektion zu feiner Unterwolle ergab.

#### Das Waschen

Anschließend wurden die Zwirne mit Seifenkraut gewaschen. Experimente sowie archäologische Nachweise zu Seifenkraut

publizierte bereits Saskia THIJSE (1999). Aufgrund der im Rahmen des HallTex Projektes durchgeführten Vorversuche einigten wir uns für die Waschexperimente auf die Verwendung von Seifenkrautsud als Waschmittel. Zur Verfügung stand getrocknetes Seifenkraut, das ausgekocht und anschließend abgefüllt wurde. Nachdem das Waschmittel über längere Zeit aufbewahrt wurde, gährte es. Bei den Versuchen zeigte sich, dass diese Gärung einen positiven Einfluss auf das Waschergebnis hatte. Da das Waschen der bereits gesponnenen Fäden sehr viel unkomplizierter verlief als erwartet, wurde auch bei der Bänderherstellung das Waschen von Fäden beibehalten.

#### Das Färben

Die gewaschenen und somit entfetteten Fäden wurden nun von Anna Hartl im Labor gefärbt (vorbereitende Experimente bereits in HARTL, HOFMANN-DE KEIJZER 2005, Publikationen zu den Experimenten im Projekt HalltexFWF sind in Arbeit) Gefärbt wurden die blauen Fäden mit verschiedenen Waidfärbemethoden. Ein blauer Farbstoff wurde mit einem roten Farbstoff nuanciert. Für die gelben Fäden wurde jeweils eine ungefärbte und gelb gefärbte Variante verwendet. Die braunen Fäden wurden aus naturbrauner Wolle gefertigt, ein brauner Faden wurde zusätzlich mit einem gelben Beizenfarbstoff nuanciert.

#### Das Weben

Die gefärbten und ungefärbten Fäden wurden abschließend in Gitterwebtechnik (GRÖMER 2010, 99-101) und in Brettchenwebtechnik verwoben. Vor allem das Weben der Brettchenbänder, die Rekon-

struktion der Bänder aus Hallstatt, wurde bereits hinlänglich mit Webbrief vorge stellt (GRÖMER 2004), sodass hier auf diesen Arbeitsschritt nicht gesondert eingegan gen wird. Als Randbemerkung zum vorliegenden Experiment sei nur erwähnt, dass sich die sehr feinen, vom Vlies einer urtümlichen Schafrasse handgesponne nen Zwirne problemlos verweben ließen. Ein spannender Nebeneffekt war, dass noch verbliebene abstehende Grannen haare beim Weben abbrechen und so das fertige Gewebe dieselbe glatte Oberfläche wie die Originalbänder aufweist.

## Zusammenfassung

Beim Konzeptentwurf für die Experimente wurden einige Forschungsfragen formuliert, die vor allem die hier beschriebenen Herstellungsprozesse umfassten. Sie seien hier mit den Ergebnissen kurz als Fazit zu den Aufbereitungs- und Spinnexperimenten wiedergegeben:

Welche Schafwolle ist aufgrund der Faserbeschaffenheit für die Herstellung sehr feiner Fäden geeignet?

Die wolligeren Schafvliese des Montafoner Steinschafs und des Alpenen Steinschafs ließen sich aufgrund weniger Grannenhaare gleichmäßiger färben und leichter zu sehr feinen Fäden spinnen. Bei den haarigeren Schafvliesen des Krainer Steinschafs und des Waldschafs hingegen war es aufgrund der Faserstärke der Haare schwierig, sehr feine Fäden herzustellen. Durch ein genaues Sortieren der Wollqualitäten am Vlies wäre es vielleicht trotzdem möglich, sehr feine Fäden auch mit den haarigeren Schafarten zu erzielen, da beide Schafarten sehr feines wolliges Unterhaar besitzen. Gerade für so feine und aufwendige Gewebe wie Brettchenborten wäre/ist eine gezielte Auswahl

der Wollqualität sinnvoll.

Welche Waschart eignet sich am besten für eine Weiterverarbeitung?

Für uns hat sich als beste Waschmethode das Waschen des Fadens mit vergorenem Seifenkrautsud bei 50° C herausgestellt. Das Waschen des Zwirns und des Garns war wesentlich einfacher als das Waschen des Vlieses, da es leicht zu Verfilzungen neigt. Die Fadenqualität wurde nicht durch den Waschgang beeinträchtigt.

Wieweit variiert das Ergebnis der verschiedenen Kämmtechniken?

Grundsätzlich ließ sich feststellen, dass die Spinnarbeiten und die Aufbereitungsarbeiten sehr individuell waren. Die Art der Gerätehandhabung und das Herstellen des Kammzuges sowie das Verspinnen des jeweiligen Kammzuges waren von Person zu Person verschieden. Optisch unterschieden sich die Kammzüge in Breite und Länge. Je nach Kammart blieben unterschiedlich viele längere und mittellange Fasern im Kammzug. Kurze Fasern wurden bei allen drei Kämmarten ausgesondert.

Ist die Vorbereitungstechnik ausschlaggebend für die erzielbare Fadenstärke und die Regelmäßigkeit des Fadens?

Grundsätzlich kann man mit fast jedem Material, wenn es die Faserfeinheiten des Wollvlieses erlauben, auch einen sehr feinen Faden herstellen. Mit einer gut vorbereiteten Wolle ist der Spinnvorgang doch erheblich erleichtert, die Fadenproduktion geht schneller und der Faden wird gleichmäßiger. Die Herstellung feiner Fäden aus einem gut vorbereiteten Faser material ist somit wesentlich leichter und kann auch von weniger geübten Personen durchgeführt werden. Zur Herstellung feinsten Fäden braucht auch eine sehr geübte Spinnerin oder Spinner über-

durchschnittlich lange.

Wie gut war die Reißfestigkeit der sehr dünnen Fäden beim Webvorgang?

Die Fäden aus dem gemischtwolligen Vlies erwiesen sich als sehr reißfest. Beim Weben fallen zum Teil die dicken Grannenhaare aus, was zu einem glatten Erscheinungsbild der Fadenoberfläche führt.

## Danksagung

Die Beteiligten an den Aufbereitungs- und Spinnexperimenten danken dem Team des Projektes HallTexFWF, allen voran Regina Hofmann-de Keijzer, Anna Hartl und Hans Reschreiter.

## Literatur

**AUSSTELLUNGSKATALOG DIE PFAHLBAUER 2004:** Die Pfahlbauer. 150 Objekte erzählen 150 Geschichten. Begleitband zur Ausstellung im Schweizer Landesmuseum Zürich. Zürich 2004.

**BOHNSACK, A. 1985:** Spinnen und Weben. Entwicklung von Technik und Arbeit im Textilgewerbe. Hamburg 1985.

**CLASSEN-BÜTTNER, U. 2009:** Spinnst Du? Na klar! Geschichte, Technik und Bedeutung des Spinnens von der Handspindel über das Spinnrad bis zu den Spinnmaschinen der Industriellen Revolution. Isenbrunn 2009.

**GOLDMANN, A. 1999:** Experimente mit Skuddenwolle. In: Experimentelle Archäologie. Bilanz 1998. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland. Beiheft 24. Oldenburg 1999, 115-124.

**GRÖMER, K. 2004:** Experimentalarchäologische Rekonstruktion der Brettchenwebereien aus dem Salzbergwerk in Hallstatt. In: Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz 2004, 145-158.

**GRÖMER, K. 2005:** The Textiles from the prehistoric Salt-mines at Hallstatt. In: P. Bichler u. a. (Hrsg.), Hallstatt Textiles. Technical Analysis, Scientific Investigation and Experiment on Iron Age Textiles. British Archaeological Reports International Series 1351. Oxford 2005, 17-40.

**GRÖMER, K. 2010:** Prähistorische Textilkunst in Mitteleuropa – Geschichte des Handwerks und der Kleidung vor den Römern. Mit Beiträgen von R. Hofmann-de Keijzer und H. Röseler-Mautendorfer. Veröffentlichungen der Prähistorischen Abteilung des Naturhistorischen Museums 4. Wien 2010.

**HARTL, A., HOFMANN-DE KEIJZER, R. 2005:** Imitating ancient dyeing methods from the Hallstatt period – dyeing experiments with weld, indigo and oak bark. In: P. Bichler u. a. (Hrsg.), Hallstatt Textiles. Technical Analysis, Scientific Investigation and Experiment on Iron Age Textiles. British Archaeological Reports International Series 1351. Oxford 2005, 91-96.

**HOFMANN-DE KEIJZER, R., VAN BOMMEL, M. R., JOOSTEN, I. 2005:** Dyestuff and element analysis on textiles from the prehistoric salt mine of Hallstatt. In: P. Bichler u. a. (Hrsg.), Hallstatt Textiles. Technical Analysis, Scientific Investigation and Experiment on Iron Age Textiles. British Archaeological Reports International Series 1351. Oxford 2005, 55-72.

**HOFMANN-DE KEIJZER, R. 2010:** Färben. In: K. Grömer, Prähistorische Textilkunst in Mitteleuropa – Geschichte des Handwerks und der Kleidung vor den Römern. Veröffentlichungen der Prähistorischen Abteilung des Naturhistorischen Museums 4. Wien 2010, 143-161.

**HOFMANN-DE KEIJZER, R. U. A. (in Druck):** Coloured Hallstatt Textiles – 3500 Years old Textile and Dyeing Techniques and

their Contemporary Application; in NESAT XI, accepted for publication.

**HOFMANN-DE KEIJZER, R., HARTL, A. 2009:** Färbetechniken der prähistorischen Hallstatt-Textilien. *Archäologie Österreichs* 20/1, 2009, 24-26.

**HUNDT, H.-J. 1987:** Vorgeschichtliche Gewebe aus dem Hallstätter Salzberg. *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz* 34/1, 1987, 261-286.

**KERN, A. u. A. (Hrsg.) 2008:** Salz-Reich. 7000 Jahre Hallstatt. *Veröffentlichungen der Prähistorischen Abteilung* 2. Wien 2008.

**MAIK, J. 1997:** Skuddenwolle in den archäologischen Textilien aus Elblag (Elbing). In: *Experimentelle Archäologie. Bilanz 1996. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland. Beiheft 18.* Oldenburg 1997, 131-140.

**MÄRTENSSON, L. 2007:** Investigating the Function of mediterranean Bronze Age. Textile Tools using Wool and Flax Fibres. *Experimentelle Archäologie in Europa* 6. Bilanz 2007, 97-106.

**RAST-EICHLER, A. 2008:** Textilien, Wolle, Schafe der Eisenzeit in der Schweiz. *Antiqua* 44. Basel 2008.

**RESCHREITER, H. 2005:** Die prähistorischen Salzbergbaue in Hallstatt und ihre Textilreste. In: P. Bichler u. a. (Hrsg.), *Hallstatt Textiles, Technical Analysis, Scientific Investigation and Experiment on Iron Age Textiles.* British Archaeological Reports International Series 1351. Oxford 2005, 11-16.

**RYDER, M. L. 1982:** European Wool Types from the Iron Age to the Middle Ages. In: L. Bender Jørgensen, K. Tidow (Hrsg.), *Bericht über das Textilsymposium in Neumünster 1981.* Neumünster 1982, 224-238.

**RYDER, M. L. 1987:** The evolution of the fleece. *Scientific American* 255/1, 1987,

112-119.

**THIJSE, S. 1999:** Waschen mit Seifenkraut. *Experimentelle Archäologie. Bilanz 1998. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland. Beiheft 24.* Oldenburg 1999, 109-114.

**WALTON ROGERS, P. 2007:** Cloth and Clothing in Early Anglo-Saxon England, AD 450-700. York 2007.

**WILD, P. 1988:** Textiles in Archaeology. Buckinghamshire 1988.

Abbildungsnachweis

Abb.1-5: Fotos von K. Grömer

Autorinnen  
Helga Rösel-Mautendorfer  
Naturhistorisches Museum Wien  
Prähistorische Abteilung  
Burgring 7  
A-1010 Wien

Karina Grömer  
Naturhistorisches Museum Wien  
Prähistorische Abteilung  
Burgring 7  
A-1010 Wien

Katrin Kania  
An der Lauseiche 8  
D-91058 Erlangen

## Birkenrinde und Leder: Zur Rekonstruktion einer frühawarischen Köchergarnitur

Franz Georg Rösel

**Summary** – For an exhibition in Lower Austria, the „Niederösterreichische Landesausstellung 2011 Erobern – Entdecken – Erleben im Römerland Carnuntum“ in the Kulturfabrik Hainburg, the exhibition team requested a reconstruction of an Avar warrior. My wife did a reconstruction of Avar garments and to complete this clothing I made a quiver with appropriate belt. The starting points for the reconstruction were the features of grave 12 Värpalota-Unio Sandgrube and grave 74 in Linz-Zizlau. Both graves date in the early Avar period and feature silver rosettes in connection with the quiver fastening. In grave 12 in Värpalota a longish bone piece, which is perforated on both ends was found below the belt; the bone is designated as a bag-fastener. Given that no other organic materials have remained or could be determined, I have resolved to do the reconstruction based upon graphical representations; the hour-glass formed quiver was built of birch bark and encased with leather, in regard that the chosen materials allow a functional reconstruction of the quiver. Matters of importance were the ability to refill the quiver with triple-edged arrows from the bottom up, the stability of the birch bark - leather corpus and a solid balance while wearing the quiver. One more aspect was to match the find situation of the silver-rosettes with an actual functional mounting on the belt.

### Einleitung

Bei der niederösterreichischen Landesausstellung 2011 „Erobern – Entdecken – Erleben im Römerland Carnuntum“ sollte in der Kulturfabrik Hainburg die Tracht eines awarischen Kriegers gezeigt werden. Die Interpretation der Kleidungsstücke wurde von Helga Rösel-Mautendorfer angefertigt. Zur Komplementierung wurde von mir eine frühawarische Gürtelgarnitur mit Tasche und Köcher rekonstruiert. Obwohl das südliche Wiener Becken seit 568 zum awarischen Herrschaftsbereich gehörte, welches die frühawarisch datie-

renden Gräberfelder von Zillingtal und Leobersdorf belegen, wurde es nicht dicht besiedelt (STADLER 2011, 210). Aufgrund der Bodenbeschaffenheit haben sich in diesem Raum organische Materialien nahezu vollständig zersetzt.

### Quellenlage

Folgende Funde dienten als Ausgangsmaterial für die Form des Köchers und dessen Befestigung. Der frühe mittelawarische Fund aus Kunbábony (TÓTH, HORVÁTH 1992, 46-48) gibt Aufschluss über die doppelt gebogene Öffnung des Kö-

chermundes und den trapezförmigen Oberteil des Köchers, aber nicht über die Geometrie des Unterteils des Köchers. Der ungefähr zeitgleiche alamannische Köcherfund aus Altdorf (MARTI 1995, 96-99) ist dadurch interessant, dass sich die organischen Materialien des Köchers, Lindenholz überzogen mit Rindsleder, erhalten haben. Er unterscheidet sich allerdings in der Geometrie vom Köcher aus Kunbábony, da er sich nach oben hin verjüngt und die Öffnung des Köchermundes gerade ist.

Die Befunde aus Grab 12 in Värpalota-Unio Sandgrube (BONA 2000, 129-130) und Grab 74 in Linz-Zizlau (LADENBAUER-OREL 1960, 43-44) datieren beide aus der frühawarischen Zeit. Der Köcher in Värpalota-Unio, Grab 12, wurde neben dem linken Bein von der Hüfte abwärts deponiert. Der Köcher beinhaltete insgesamt vier dreiflügelige Pfeilspitzen, die mit der Pfeilspitze nach oben gelagert worden waren. Der Köchergürtel hatte eine bronzene schildförmige Gürtelschnalle mit einer bronzenen Riemenzunge. Der Köcher war mit zwei kleineren bronzenen Schnallen an den Aufhängerriemen des Köchergürtels befestigt. Zwischen diesen beiden Schnallen und der anzunehmenden Lage des Köchergürtels lagen sechzehn Silberblechrosetten in zwei Reihen, wobei nicht genau zuzuordnen ist, wie viele jeweils zu einem Riemen gehören, da sich diese überkreuzen.

Die Köchergarnitur aus Linz-Zizlau, Grab 74, hat eine große Übereinstimmung mit der Garnitur aus Värpalota-Unio. Der Köcher wurde neben dem rechten Bein unterhalb der Hüfte abgelegt. Die Befunde des Köchergürtels sind eine kleinere Bronzeschnalle und elf Silberblechrosetten, wobei aufgrund der Lage nicht genau bestimmt werden kann, wo die Silberro-

setten im Bezug zum Köchergürtel montiert waren. Der Köcher beinhaltete elf dreiflügelige und auch drei zweiflügelige Pfeilspitzen, was dadurch erklärbar ist, dass das Gräberfeld aus Linz-Zizlau baierisch ist. Die Pfeile waren ebenfalls mit der Spitze nach oben gelagert.

#### Bildliche Darstellungen zu Köchern

Auf der Gürtelschnalle aus Klárafalva (ERDÉLYI 1966, Taf. 28) ist die trapezförmige Gestalt des Köcherunterteils gut erkennbar. Auch wenn die Reste von Wandbildern aus der manichäischen Ruinen-Gruppe „K“ in Chotscho (LE COQ 1913, Taf. 2c) nicht in das awarische Herrschaftsgebiet gehören, zeigt uns dieses eine sehr ähnliche Köcherform wie auf der Gürtelschnalle aus Klárafalva. Ebenso übereinstimmend mit den Funden aus den awarischen Gräbern ist die Trageweise der Pfeile mit den Pfeilspitzen nach oben zur Köcheröffnung. Die runden Verzierungen auf dem Gehänge und dem Köchergürtel weisen eine Ähnlichkeit mit den unter anderen in Linz-Zizlau und Värpalota-Unio Sandgrube gefundenen Silberrosetten auf. Das Rigafahrgestühl aus der Kirche St. Nikolai zu Stralsund (RYBINA 2007, Fig. 8.6), welches um 1420 angefertigt wurde und Männer aus Nowgorod auf der Jagd zeigt, belegt, dass diese Köcherform mit nach oben getragenen Pfeilspitzen noch länger in Gebrauch war.

#### Zur Birkenrinde

Nach der letzten Eiszeit gehörten die Birkengewächse (*Betula*), vor allem die Zwergbirke (*Betula nana*), zu den ersten Bäumen, die sich wieder in Europa ansiedelten (JOHNSON 2011, 47). Birken sind



Abb. 1: Die Rinde der Hängebirke (*Betula pendula*).



Abb. 2: Die Rinde der Moorbirke (*Betula pubescens*).

heute auf der ganzen nördlichen Erdhalbkugel zu finden, es sind ca. 35 Arten bekannt (JOHNSON 2011, 276). In Österreich sind heute vier Arten heimisch, die Hänge- oder Sandbirke (*Betula pendula*) (siehe Abb. 1), die Moorbirke (*Betula pubescens*) (siehe Abb. 2), die Strauchbirke (*Betula humilis*) und die Zwergbirke (*Betula nana*).

Das Holz, die Zweige, die Rinde und die Wurzeln der Birke wurden und werden für unterschiedliche handwerkliche Produkte verwendet. Die ersten Nachweise für die Nutzung der Rinde gehen 10.000 Jahre zurück (YARISH, HOPPE, WIDESS 2009, 1). Zu der Ausrüstung der Mumie vom Tisenjoch gehörten ebenfalls zwei Transportbehälter aus Birkenrinde (EGG, SPINDLER 2009, 155-159). Aus Nowgorod sind Pfeilköcher aus Birkenrinde bekannt (YARISH,

HOPPE, WIDESS 2009, 21).

Für die Anfertigung von Objekten aus Birkenrinde sind nicht alle Rinden gleichermaßen geeignet. Vorzugsweise ist die zu verarbeitende Rinde glatt und frei von Wülsten und Rissen. Diese Eigenschaft ist vor allem bei der Moorbirke anzutreffen, bei der nur ältere Stämme eine Narbenbildung aufweisen (SPOHN 2007, 88). Das Vorhandensein dieses Rohstoffes und der leichte Erwerb bildeten den Ausschlag für die Wahl der Birkenrinde für die Rekonstruktion des Köchers. Heute ist in Österreich hauptsächlich die Hängebirke anzutreffen, bei der die Borke aber zu einer starken Wulstbildung neigt und sich für die Verarbeitung nicht eignet. Geeignete Birken sind in Österreich heute sehr selten anzutreffen (Persönliche Mitteilung von Wolfgang Lobisser). Die von mir ver-



Abb. 3: Das Säubern der Rinde: deutlich erkennbar die Schichten der Rinde und die streifenförmigen dunkleren Lenticellen.

wendete Birkenrinde stammt aus Russland. Bezugsquelle war für mich Wladimir Stoljarov, dessen Online Shop [www.Birkenleder.de](http://www.Birkenleder.de) Birkenrindengefäße, aber auch ganze Platten anbietet.

Die Herstellung der Köchergarnitur

Wichtige Punkte für die Rekonstruktion waren die Möglichkeit, den Köcher von unten befüllen zu können und eine stabile Schwerpunktage des Köchers beim Tragen am Gürtel. Als Material für den Köcherkorpus wählte ich Birkenrinde aus. Der Korpus wurde dann mit vegetabil gegerbtem Kalbsleder überzogen, einerseits um dem Korpus zusätzliche Stabilität zu verleihen, andererseits um die Aufhängerriemen am Köcher zu befestigen.

Die Vorbereitung des Rohmaterials und der Zuschnitt

Die Birkenrindenplatten mussten zunächst gesäubert werden, das heißt, die obersten Schichten der Rinde wurden abgezogen, wobei kleine Vernarbungen entfernt werden konnten (Abb. 3). Die mir zur Verfügung stehenden Platten waren 60

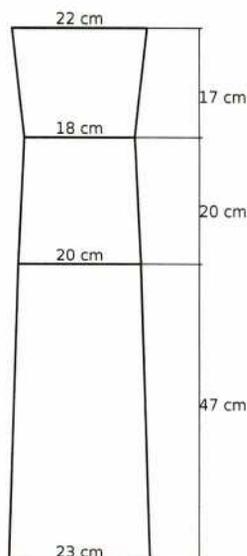


Abb. 4: Die Abmessung der Köcherteile.

mal 50 cm groß. Aufgrund der Höhe und der sanduhrförmigen Geometrie des Köchers war es nicht möglich, die Vorder- und die Rückseite jeweils aus einem Stück zuzuschneiden. Die Seiten wurden jeweils aus drei Teilen zusammengesetzt. Aufgrund der sanduhrartigen Form des Köchers war es auch notwendig, die Vorderseite und die Rückseite getrennt zuzuschneiden. Insgesamt brauchte ich für die sechs Teile drei Birkenrindenplatten. Die Maße der zugeschnittenen Köcherteile sind der Abbildung zu entnehmen (Abb. 4).

Das Nähen

Die Löcher für die Verbindungsnaht wurden mit einer normalen Lederahle vorgestoßen und anschließend zunächst jeweils die drei Teile der Vorderseite und die drei Teile der Rückseite zusammengeätzt. Für diese waagrechten Nähte



Abb. 5: Der zusammengenähte Köcher im Rohzustand.

wurden die Teile Stoß an Stoß mit schrägen Stichen zusammengehalten. Die Naht wurde zweimal, das heißt von beiden Seiten gefertigt, sodass das fertige Stichbild Kreuze ergibt. Anschließend wurde die Vorder- mit der Rückseite vernäht, sodass die Rindenaußenseite nach Innen zeigte. Im Gegensatz zu den waagerechten Nähten wurde der Vorder- teil etwa 8 mm über die Schnittkante des Rückenteils gelegt und im Abstand von 4 mm zur Schnittkante mit Vorstichen zusammengenäht. Nach Vernähen der einen Seitenkante wurde der Köcher über Wasserdampf in Form gebracht. Als Fadenmaterial wurde Kunstsehne verwendet. Aufgrund der Materialeigenschaft der Birkenrinde wurden die Nahtstellen vorsichtshalber mit Knochenleim eingestri-

chen, um ein Ausreißen der Sehne an den Atemöffnungen (Lenticellen) zu verhindern (Abb. 5).

### Überziehen mit Leder

Der fertige Köcher wurde mit vegetabilem Kalbsleder von ca. 1,5 mm Stärke überzogen, am Köcherrücken mit einer offenen Abschlussnaht zusammengenäht und an der oberen und unteren Öffnung an den Korpus angenäht. Statt einem festen Boden wurde in die untere Öffnung Ziegenleder eingesetzt, das mit einem Lederband mittig wie ein Beutel zugezogen werden kann. Der Köchermund wurde mit einem Ziegenlederstreifen eingefasst. Um den Köcherunterteil wurden vier etwa 7 cm breite, geschwungen zugeschnittene Lederbänder in einem Abstand von 12 cm zueinander angebracht. Die einzelnen Verzierungselemente wurden in der rückwärtigen Mitte mit Kunstsehne zusammengenäht. Am ersten und dritten Zierstreifen (von oben) wurden Laschen zur Befestigung der Aufhängerriemen angebracht.

### Die Aufhängung

Aufgrund der Befunde kann die Aufteilung der Silberrosetten auf die Aufhängerriemen nicht eindeutig zugeordnet werden. Die Rekonstruktion, die Silberrosetten am Köchergürtel anzubringen (RIESCH 2009, 88), erscheint mir aufgrund der Gürtelschnallen im Bezug zu den Silberrosetten in Varpalota-Unio unwahrscheinlich. Um eine stabile Köcheraufhängung zu erzielen, mussten die Aufhängerriemen am Köcher an der engsten Stelle der „Sanduhr“ und am unteren Drittel des Korpus montiert werden. Dadurch ergaben sich zwei ungleich lange Riemen, sodass bei einer



Abb. 6: Das fertige Ensemble.



Abb. 7: Die Trageweise der Köchergarnitur.

Trageweise des Gürtels an der Taille an dem vorderen Riemen sechs und am hinteren Riemen zehn Silberrosetten Platz fanden (Abb. 6-7).

#### Ergebnisse

Die Birkenrinde ist von den Materialeigenschaften für den Köcherbau gut geeignet. Sie ist flexibel genug, um einen ovalen Köcherquerschnitt zuzulassen, und auch stabil genug, sich ohne festen Boden durch die Belastung der Pfeile nicht zu verformen. Der Lederüberzug ist für die Stabilität und Bruchfestigkeit des Köchers nicht notwendig, allerdings für die Aufhängung an den Riemen vorteilhaft. Durch den straffenden Überzug hat sich der Köchermund weiter auseinandergezogen als vorgesehen war, was für die Bedeutung einer Köchermundversteifung spricht.

## Literatur

**BONA, I. 2000:** Ein frühawarisches Gräberfeld in der Unio-Sandgrube von Várpalota. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* 2000, 123-160.

**EGG, M., SPINDLER, K. 2009:** Kleidung und Ausrüstung der kupferzeitlichen Gletschermumie aus den Ötztaler Alpen. *Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums* 77. Darmstadt 2009.

**ERDÉLYI, I. 1966:** Die Kunst der Awaren. Budapest 1966.

**JOHNSON, H. 2011:** Bäume. Die Wald- und Gartenbäume der Welt. Bern, Stuttgart, Wien 2011.

**LADENBURGER-OREL, H. 1960:** Linz-Zizlau. Das bayerische Gräberfeld an der Traunmündung. Wien, München 1960.

**LE COQ, A. 1913:** Cotscho. Facsimile-Wiedergaben der wichtigeren Funde der ersten königlich preussischen Expedition nach Turfan in Ost-Turkistan. Berlin 1913.

**MARTI, R. 1995:** Das Grab eines wohlhabenden Alamannen in Altdorf UR, Pfarrkirche St. Martin. *Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte* 78, 1995, 83-130.

**RIESCH, H. 2009:** Reflexbogen, Reiterköcher und Steppenpfeile. In: V. Alles (Hrsg.), *Reflexbogen. Geschichte und Herstellung*. Ludwigshafen 2009, 71-113.

**RYBINA, E. A. 2007:** Fishing and Hunting. In: M. Brisbane, J. Hather (Hrsg.), *Wood Use in Medieval Novgorod. The Archaeology of Medieval Novgorod Vol. 2*. Oxford 2007, 124-135.

**SPOHN, M. 2007:** Welcher Baum ist das? Die neuen Kosmos Naturführer. Stuttgart 2007.

**STADLER, P. 2011:** Das Volk der Awaren. In: Schallaburg Kulturbetriebsges.m.b.H., E. Bruckmüller, F. Humer (Hrsg.), *Er-obern, Entdecken, Erleben im Römerland*

*Carnuntum. Katalog zur Niederösterreichischen Landesausstellung*. Schallaburg 2011, 209-213.

**TÓTH, E. H., HORVÁTH A. 1992:** Kunbábony. Das Grab eines Awarenkhagans. Kecskemét 1992.

**YARISH, V., HOPPE, F., WIDESS, J. 2009:** *Plaited Basketry with Birch Bark*. New York, London 2009.

## Danksagung

Meinen Dank möchte ich aussprechen an Herrn Wladimir Stoljarov für die ersten Informationen bezüglich der Verarbeitung der Birkenrinde und bei der Wahl der Birkenrindenplatten und an Wolfgang Lobisser über die Information bezüglich der Birkenarten in Österreich. Des Weiteren danke ich Herrn David Schütze ([www.wollschmiede.de](http://www.wollschmiede.de)) für die Anfertigung der dreiflügeligen Pfeilspitzen nach meinen Angaben, außerdem Helga Rösel-Mautendorfer, ohne deren awarische Tracht diese Köchergarnitur nicht entstanden wäre.

## Abbildungsnachweis

Abb. 1, 2, 5, 6, 7: Franz Georg Rösel

Abb. 3: Helga Rösel-Mautendorfer

Abb. 4: Grafik von Franz Georg Rösel

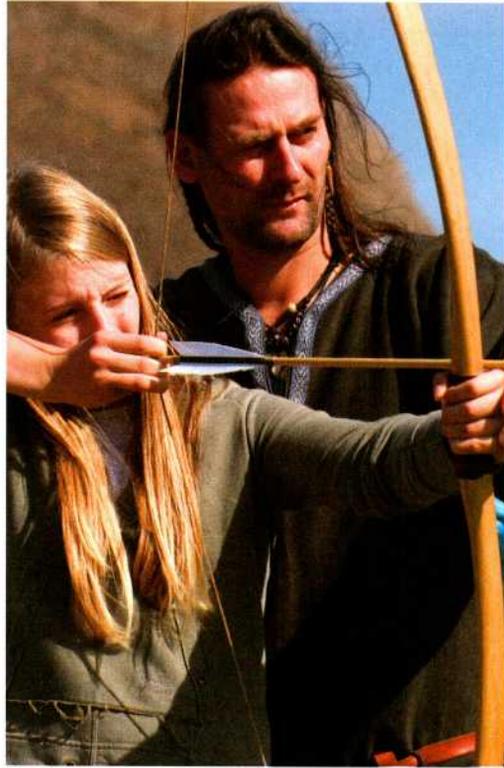
## Autor

Mag. Franz Georg Rösel

Hauptstraße 73

A-3033 Altlengbach

[georg@roesel.at](mailto:georg@roesel.at)



Vermittlung und Theorie

## Gut angezogen? Wesentliche Punkte zur Rekonstruktion jungpaläolithischer Kleidung

Claudia Merthen

**Summary** – *The article deals with the problem of how to reconstruct clothing for a small exhibition concerning upper palaeolithic children and the aspects of their lives. Many museums and exhibitions are showing garments of hunter-gatherers, but mostly nothing is told about the very reconstruction itself. So we decided not only to make reconstructions but also to show our way of thoughts leading us to the final result. The archaeological record on palaeolithic clothing is quite poor because textiles are normally not preserved. Sungir, Russia, is one of the few cases where in situ position of thousands of ivory pearls interpreted as decoration for clothing allow a tentative reconstruction of the garments. Palaeolithic drawings, carvings and figurines also rarely offer some hints of how clothing may have looked like at this time, for instance some “Venus” figurines and one of the carved stones from Gönnersdorf, Rhineland. Another source to detect palaeolithic clothing indirectly are special tools made of bone and flint thought to be connected with hide working and producing clothes: awls, needles, scrapers and other stone tools. There is a wide range of raw materials which may have been used for upper palaeolithic clothing. This does imply not only hides and furs but also several plant materials. We focused on the first ones. Two different ways are available to work with hides and furs: conservation and tanning. Conservation will stop the decomposition and can be reached by drying, braining and smoking. Tanning, however, causes a chemical transformation into leather. Leather offers a combination of features which makes it very suitable for clothing: it keeps warm and dry, it may stay soft whether wet or dry, it covers and protects, and it is long lasting. So it is necessary to distinguish between these two methods.*

*For the reconstruction of the children’s clothing we tried to use up the material completely and to cut as seldom as possible. During the working process it appeared that the wearability of the garments required at least some tailorship in a modern sense. Depending on these aspects a combination of working methods was used. We made clothing for two life-size figures for summer and winter respectively, based on materials and technologies presumably available for the Upper Palaeolithic. The clothes could not be worn by a living model because their constructions were influenced by the proportions and characteristics of the figures. For educational purposes these models will work very well because the visitors of the exhibition can see and feel all the materials.*

Viele Museen und Ausstellungen zeigen Rekonstruktionen von Bekleidung jungpaläolithischer Jäger und Sammler, denn sie illustrieren das Leben dieser Menschen auf besonders anschauliche Art und Weise. Auch in der Vermittlungsarbeit werden Bekleidungsrekonstruktionen gern genutzt, da mit ihrer Hilfe ein weitaus lebendigeres Lebensbild entsteht als mit Abbildungen. Zudem bieten dreidimensionale Modelle die Möglichkeit, die Überlegungen zur Umsetzung auf ihre Praxisfähigkeit zu prüfen. Bisher ist wenig darüber bekannt, wie die Museen ihre Rekonstruktionen herstellten, welchen Prämissen sie folgten, welche Intentionen dahinterstehen (SCHEER 1984; SCHEER 1995). Zum Zeitpunkt des Vortrages entstand an der Universität Erlangen eine Ausstellung zu Kindern im Jungpaläolithikum. Zusammengetragen wurden Aspekte zum kindlichen Leben mit dem Schwerpunkt Magdalénien. Für die Vermittlung wurde hypothetische Kinderbekleidung angefertigt, um sie an zwei 1,35 m großen Figuren zu präsentieren. So konnten die Besucher sogar haptisch erfahren, welche Sommer- und Winterkleidung für jungpaläolithische Kinder plausibel erscheint. Im vorliegenden Beitrag sollen der Weg und die Überlegungen, die zu diesen Bekleidungsrekonstruktionen geführt haben, aufgezeigt werden. Die Hinweise zu Herstellungstechniken sollen sowohl als Ergebnisprotokoll der eigenen Arbeit als auch als Anregung für folgende Rekonstruktionsversuche paläolithischer Kleidung dienen.

### Quellen zur Bekleidung

Organische Materialien erhalten sich nur unter besonderen Bedingungen. Daher sind die verschiedenen Aspekte, die auf die Herstellung und den Gebrauch von

Kleidung Einfluss haben, hauptsächlich anderweitig zu erschließen. Hinweise auf jungpaläolithische Bekleidung geben vor allem Materialien, die bei Ausgrabungen gefunden werden: Gegenstände aus Knochen, Geweih, Elfenbein und Stein. Wir können in diesen Objekten jedoch nur einen Teil der tatsächlich verwendeten Materialien fassen, der Rohstoff Holz sowie pflanzliche Faserstoffe wurden mit Sicherheit sehr vielfältig genutzt. Die jungpaläolithischen Menschen müssen bei der Herstellung ihrer Bekleidung äußerst spezialisiert gewesen sein. Davon geben die wenigen, anhand von Abdrücken nachweisbaren textilen Techniken für Körbe, Netze, Gewebe und Nähte einen Eindruck (Pavlov und Dolní Věstonice: SOFFER, ADOVASIO, HYLAND 2000, 511 mit Literatur). In diesen gravettienzeitlichen Textilien wurden sehr wahrscheinlich pflanzliche Materialien verarbeitet.

Jungpaläolithische Schmuckelemente lassen durch ihre Lage im Befund, vor allem in Gräbern, auf Bekleidung und ihre Verzierung schließen. Zu den bekanntesten Belegen dieser Art zählen die Bestattungen von Sungir in Russland (BAHDER 1967, 192-193; BADER 1970, 31-32; BAHDER 1970, 104). Tausende Elfenbeinperlen lagen hier teilweise noch in Reihen nebeneinander. Sie werden als Besatz der Kleidung der Toten rekonstruiert. Ihre Lage ermöglicht es, einen Schnitt der Bekleidung zu erarbeiten (SCHEER 1984; SCHEER 1995, 62-65). Man geht von Hosen oder Leggings, Fußbekleidung, gerade geschnittener Oberbekleidung und Kopfbedeckung bzw. Kopfschmuck aus. Zudem trugen die Bestatteten Armschmuck aus Elfenbein (vgl. zu anderen jungpaläolithischen Schmuckfunden und ihrer Interpretation als Kleidungsbesatz KÖLBL 2003; MUSSI 2004).

Auch geben bildliche Darstellungen des Jungpaläolithikums Hinweise auf Bekleidung, vor allem Figuren, die als Frauen gedeutet werden. An den gravettienzeitlichen sogenannten Venusfiguren lassen sich verschiedene Arten der Kopfbedeckung, Körperwicklungen und Röcke erkennen, gelegentlich tragen sie auch Schmuck (SOFFER, ADOVASIO, HYLAND 2000). Ebenso können Schraffurmuster auf Schieferplatten aus der magdalénienzeitlichen Fundstelle Gönnersdorf im Rheinland als Bekleidung gedeutet werden (BOSINSKI, D'ERRICO, SCHILLER 2001, Taf. 99, Abb. 87b).

Neben diesen archäologischen Funden und Befunden sind es Kleidungsstücke rezenter und subrezenter Menschengruppen, die unter ähnlichen klimatischen Bedingungen leben und lebten, die Anhaltspunkte für das Aussehen jungpaläolithischer Bekleidung geben können. Um Form und Schnitt der zu fertigenden Bekleidungsstücke festzulegen, wurde vor allem bei den nordamerikanischen Indianern (PATEREK 1996) und den Inuit in Alaska nach Vorlagen recherchiert (KOBAYASHI ISSENMAN 1997; OAKES, RIEWE 1996; HART HANSEN, MELDGAARD, NORDQUIST 1991). Zudem wurden die Kleidungsreste der Gletschermumie aus den Ötztaler Alpen für die Konstruktion zu Rate gezogen (EGG, GOEDECKER-CIOLEK 2009). Dieser Fund vom Hauslabjoch zeigt, dass – analog zur klassischen Beinbekleidung nordamerikanischer Indianer – auch im prähistorischen Europa separate Beinlinge mit einem Lendenschurz bekannt waren. Da eindeutige Belege für jungpaläolithische Bekleidung fehlen, musste ein plausibles Gestaltungskonzept gefunden werden. Daher folgte die Herstellung der Kleidung vor allem der effizienten Ausnutzung der Rohmaterialien Leder und Fell. Dies be-

ruht auf dem anzunehmenden hohen Aufwand der handwerklichen Aufbereitung der Häute und Felle. Der in jungpaläolithischen Gräbern anzutreffende Knochenschmuck lieferte die Grundlage zur Verzierung der Kleidungsstücke mit Applikationen aus Bein. Der Fundus für Verzierungen bestand aus Knochenperlen verschiedener Form und Größe mit Durchlochung und Eckzähnen eines Carnivoren (Fuchs). Als Kopfbedeckung der Winterkleidung wurde eine Mütze gewählt, auch wenn Kapuzen durchaus für das Jungpaläolithikum eine Alternative darstellen.

#### Werkzeuge zur Bekleidungsherstellung

Einige Werkzeuge des Jungpaläolithikums werden mit der Bearbeitung von Häuten und der Herstellung von Bekleidung verbunden. Dies sind vor allem Gegenstände aus Knochen: Pfrieme, auch als Ahlen bezeichnet, Nähadeln und sogenannte Glätter (HAHN 1993, 353-356 mit Abb. 105; 360-365). Die Pfrieme laufen an einem Ende spitz zu, das andere ist aufgrund der Herstellung aus einem Knochen meist breit; gelegentlich wurden auch längliche Knochensplitter als Pfrieme benutzt. Die Nähadeln besitzen eine Spitze und ein Ohr wie unsere heutigen Nadeln. Man fertigte sie aus Spänen, die mit Steinartefakten (wohl Stichel) aus den Knochen herausgeschnitten wurden. Das Ohr entstand meistens durch eine beidseitige Abflachung des Knochenspans mit anschließendem Einschneiden des Loches. Magdalénienzeitliche Nähadeln sind zwischen 30 und 100 mm lang, ihr Durchmesser beträgt mindestens 0,8 mm, der des Ohrs mindestens 0,5 mm. Die Kanten entlang des Nadelschaftes, die bei der Herstellung entstehen, waren

beim Nähvorgang vermutlich sogar nützlich und beabsichtigt (BERKE 1987, 87; BERKE 1995, 71). Pfrieme und Nähadeln besitzen an ihren spitzen Enden oft einen intensiven Glanz. Das ist ein Hinweis auf eine durchstoßende Benutzung, vgl. die Pfrieme, in Folge derer er verhältnismäßig schnell entsteht (vgl. SCHEER 1995, 64). Die Werkzeuge selbst wertet man daher als Belege für genähte Kleidung und sonstige Lederarbeiten: zum Einbringen von Löchern sowie zum Durchdrücken und Durchziehen von Nähmaterial (zur Nutzung von Nähadel und Pfriem siehe Beitrag KLEK in diesem Band). Dieses könnte aus Sehnen, Pflanzenfasern oder auch schmalen Hautstreifen bestanden haben, denkbar wären ebenso Tierhaare. Archäotechnisch haben sich zudem Darmfäden bewährt (WALTER 2009, 177). Die sogenannten Glätter sind längliche Objekte mit parallelen Kanten und einem konvexen Ende. Sie bestehen aus Knochen, hauptsächlich aus längs gespaltenen Rippen großer Tiere, selten aus Geweih. Die Kanten und Enden sind sorgfältig, Ober- und Unterseite dagegen weniger bearbeitet, teilweise sind die Glätter mit Kerben verziert. Benutzt wurde vermutlich hauptsächlich die Schmalseite. Sie werden als Werkzeuge zum Lösen des Fells oder als Grabgeräte interpretiert (SEMENOV 1964, 175-181) und besitzen an den Enden und häufig auch an den Kanten und Flächen eine glänzende Oberfläche (HAHN 1993, 364-365). Nach der Art der Fragmentierung dieser Werkzeuge waren sie einem großen Druck ausgesetzt. In der archäotechnischen Praxis sind schmale Kanten und Steine zum Weichmachen der Haut (RICHARDS 2004, 174-178) und die Längskanten von Rippen und langen Knochen zum Entfernen der Fettschichten und der Haare effektiv

verwendbar (RICHARDS 2004, 167-170; KLEK 2011 mit Interpretation archäologischer Funde).

Auch Steinwerkzeuge sind zur Bearbeitung von Haut geeignet. Die sogenannten Kratzer besitzen an einem Ende eine bogenförmige Retusche (HAHN 1993, 223-226). Nach den Gebrauchsspuren zu urteilen, wurden sie häufig zum Fellschaben verwendet (VAUGHAN 1985, 321; vgl. SCHEER 1995, 49; STEGUWEIT 1994, 74). Versuche belegen nach dem Gebrauch eine verrundete Oberfläche an der Arbeitskante (KOCHER, LAUBHEIMER 1995, 14). Mit sogenannten Schabern, Abschlägen und Klingen mit einer retuschierten Längskante oder einem breiten retuschierten Ende, die im Mittelpaläolithikum am häufigsten sind (HAHN 1993, 214-219), wurde vermutlich ebenfalls Haut bearbeitet, auch mit den unretuschierten Kanten. Ebenso wird für sogenannte Rückenmesser (HAHN 1993, 240-243) aufgrund ihrer Lage nahe bei Feuerstellen eine Verwendung zum Fellschneiden angenommen (MOSS 1983, 115-116). Striae, die von Schleifpartikeln stammen, wurden ebenso an Kanten von „Spitzklingen“, „ausgesplitterten Stücken“ und Stacheln festgestellt und als Spuren des Haut- bzw. Fellschneidens gedeutet (SCHEER 1995, 49). In Bezug auf Werkzeuge, Gebrauchsspuren und auch auf den Prozess der Bearbeitung von Häuten können Analogien und ethno-archäologische Untersuchungen weiterreichende Erkenntnisse erbringen (BEYRIES u. A. 2001; BEYRIES, ROTS 2008).

Bei der Herstellung der Bekleidung kamen analog zum archäologischen Befund Ahlen verschiedener Länge zum Vorstechen der Löcher zum Einsatz (Abb. 1). Da auf bereits gegerbtes Rohmaterial zurückgegriffen wurde, konnte auf die Her-



Abb. 1: Arbeitsmaterialien zur Bekleidungsrekonstruktion: Hirschleder und Hirschfell, Kunstsehne, Knochenperlen, Silexabschläge, Kunstsehne gespalten, Nähnadeln, Ahlen, Maßstab 10 cm.

stellung und Nutzung archäologisch belegter Gerbewerkzeuge verzichtet werden. Genäht wurde mit Knochennadeln mit den durchschnittlichen Maßen von 5,5 cm Länge und 1,75 mm Durchmesser. Das Nähmaterial Kunstsehne wurde in verschiedener Stärke verwendet (2- bis 4-fache Teilung). Sie besitzt ähnliche Eigenschaften wie echte Sehne. Der Vorteil von Tiersehnen besteht darin, dass sie im feuchten Zustand stark aufquellen und so beim Trocknen die Nähte z. B. der Schuhe stark abdichten können (vgl. zur Verarbeitung von Tiersehnern auch SCHEER 1995, 58-60); eine Fettung der Nähte kann dies noch ergänzen. Nachgebildete Feuersteinartefakte dienen zum Markieren von Schnittlinien auf den Fellen bzw. dem Leder. Die so eingeritzten Formen ließen sich dann mit den scharfen, unretuschierten Kanten gut ausschneiden.

#### Materialien für jungpaläolithische Kleidung

Tierhäute fallen bei der Jagd an. Sie sind

in ihrer Qualität jedoch nach Tierart, Körperbereich, Alter, Geschlecht und Saison unterschiedlich und lassen sich auch verschieden gut bearbeiten (vgl. auch MAUCH 2004, 15-16). Vermutlich wird man nicht nur die Häute der großen und kleinen Säugetiere, sondern auch die von Vögeln und Fischen und möglicherweise auch Eingeweide verarbeitet haben. Spuren an Knochen geben Anhaltspunkte, an welchen Stellen die Schnitte zur Häutung der erlegten Tiere angesetzt wurden, sie können experimentell nachempfunden werden (DAHLMANN 1995, 7; 9). Dies könnte auch darauf hinweisen, dass auf die Unversehrtheit von Haut und Fell geachtet wurde. Mit dem Tod des erlegten Tieres beginnt der Zersetzungsprozess der Haut, der unterbunden werden muss. Eine leichte Fäulnis lockert allerdings die Haare des Fells, so dass sie sich besser entfernen lassen. Dieselbe Wirkung hat aufgeschlämmte Holzasche (Äscher). Um die Haut bzw. das Fell zu nutzen, ist zum einen dieser Zersetzungsprozess zu stoppen bzw. zu verlangsamen, zum an-

deren sind natürliche Eigenschaften der Haut, wie eine gewisse Widerstandsfähigkeit, Dehnbarkeit und Weichheit, je nach Verwendungszweck zu erhalten. Die Haut von Tieren besteht aus drei Schichten: aus der Oberhaut mit den Haaren, der Lederhaut und der Unterhaut (OTTIGER, REEB 2004, 8-10; MOOG 2005, 25-34). Die Unterhaut, an der oft noch Fettreste anhängen, ist bei der Bearbeitung in jedem Fall zu entfernen. Die Oberhaut bleibt erhalten, wenn man die Fläche als Fell nutzen will. Ansonsten bleibt nur die Lederhaut übrig, die konserviert oder gegerbt wird.

Für die Rekonstruktionen fanden aufgrund ihres unterschiedlichen Isolationsverhaltens sowohl Felle als auch Leder Verwendung. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, die Unterschiede des tierischen Rohmaterials im Rahmen museumspädagogischer Veranstaltungen zu thematisieren. Die Nutzung von Fellen und Leder einer glazialen Fauna wurde didaktisch nicht als notwendig erachtet. Daher sind jeweils zwei Felle von Hirsch, Reh, Fuchs und Biber sowie drei sämisch gegerbte Hirschleder mit aufgerauter Oberfläche (Wildleder) verarbeitet worden.

#### Exkurs: Konservierung vs. Gerbung

Im Folgenden sind die Begriffe „Haut“ und „Fell“ mit der Erscheinungsform verbunden; ersteres meint den Zustand ohne Haare, letzteres denjenigen mit Haaren. Die modernen gerbertechnischen Begriffe sind mit anderen Bedeutungen hinterlegt (MOOG 2005).

Grundsätzlich und ganz besonders für das Jungpaläolithikum muss man zwischen dem Konservieren und dem Gerben von Häuten und Fellen unterscheiden, sowohl methodisch als auch begriff-

lich. Konservieren hält den Abbau der organischen Substanz auf oder verlangsamt ihn sehr stark, so dass Häute und Felle genutzt werden können. Die echte Gerbung ist hingegen die Umwandlung von Haut zu Leder. Durch sie wird erreicht, dass sich Haut und Fell nicht mehr weiter zersetzen. Dieser chemische Umwandlungsprozess wird mit verschiedenen Methoden und Zusatzstoffen vollzogen.

Im Jungpaläolithikum sind mehrere Methoden zur Konservierung denkbar. Die einfachste ist das Trocknen. Dafür breitet man die von den Fettresten befreiten Häute bzw. Felle flächig aus, hängt oder spannt sie auf. Durch den Wasserverlust wird das Material steifer und härter. Um es weiter verarbeiten und nutzen zu können, muss es durch gezielte mechanische Bearbeitung wieder weich gemacht werden. Hierfür eignen sich vor allem das Schaben und Strecken vor und während der Trocknung. Eine Konservierung der Haut lässt sich auch durch das Einarbeiten von Fett erzielen, mit der Hand oder mittels eines Steines (vgl. MAUCH 2004, 41-43; OTTIGER, REEB 2004, 69-70; RICHARDS 2004; KLEK 2007; vgl. bei den Inuit BRAVO, TRUPKE 1970, 200, vorhergehendes Kauen; vgl. bei den nordamerikanischen Indianern ebd. 211). Hierdurch wird sie weich und geschmeidig. Diese „Fettgerbung“ ist jedoch keine echte Gerbung. Die Fette ersetzen vor allem das Wasser, das sich zwischen den Kollagenfasern in der Lederhaut befindet, das sogenannte Kapillarwasser. Erfolgen kann diese Konservierung beispielsweise durch das Einreiben des noch an der Unterseite haftenden Fettes, von Knochenmark oder Gehirn des erlegten Tieres („Hirngerbung“). Wird eine solche Haut nass, muss sie neu konserviert werden. Häute und Felle las-

sen sich auch durch die Behandlung mit Rauch haltbar machen (vgl. MAUCH 2004, 44-45; RICHARDS 2004, 127-135; KLEK 2007, 38-41). Man nennt diese Methode auch „Aldehydgerbung“. Der Rauch darf dabei aber nicht zu heiß sein, sonst verbrennt die Oberfläche. Zudem muss er die gesamte Hautfläche erreichen. Die Aldehyde aus dem Rauch werden in die Molekularstruktur des Kollagen eingebaut, so dass es an der Oberfläche der Haut zu einem tatsächlichen Umwandlungsprozess, also zu einer echten Gerbung kommt; sie geht jedoch nicht in die Tiefe. Auf diese Weise entsteht eine geschlossene, wasserfeste Oberfläche. Besonders gute Eigenschaften erhält die Haut, wenn man diese beiden Methoden miteinander kombiniert (vgl. OTTIGER, REEB 2004, 11; 73-78). Diese Technik wurde auch im Neolithikum angewandt, wie die Analysen der Kleidung der Gletschermumie „Ötzi“ zeigen (EGG, GOEDECKER-CIOLEK 2009, 59; vgl. dazu auch LANGE 2009).

Um den Zersetzungsprozess von Häuten und Fellen dauerhaft zu unterbinden, müssen Gerbstoffe mit den Kollagenfasern der Lederhaut chemische Verbindungen eingehen und so bleibend angelagert werden. Zu dieser chemischen Umwandlung gehört auch eine mechanische Bearbeitung, da die natürliche Faserstruktur erhalten bleiben soll: die endlosen Kollagenfasern, die miteinander vernetzt sind, sollen gegeneinander beweglich bleiben. Durch die Gerbung können gezielt bestimmte Eigenschaften der Haut erhalten werden. So kann Leder fest und gleichzeitig dehnbar sein. Zudem besitzt es stabile Schnittkanten, Stiche reißen kaum aus. Besonders wichtig sind die temperatur- und feuchtigkeitsregulierenden Eigenschaften. Auch kann Leder so gegerbt werden, dass es Wasser aufnehmen

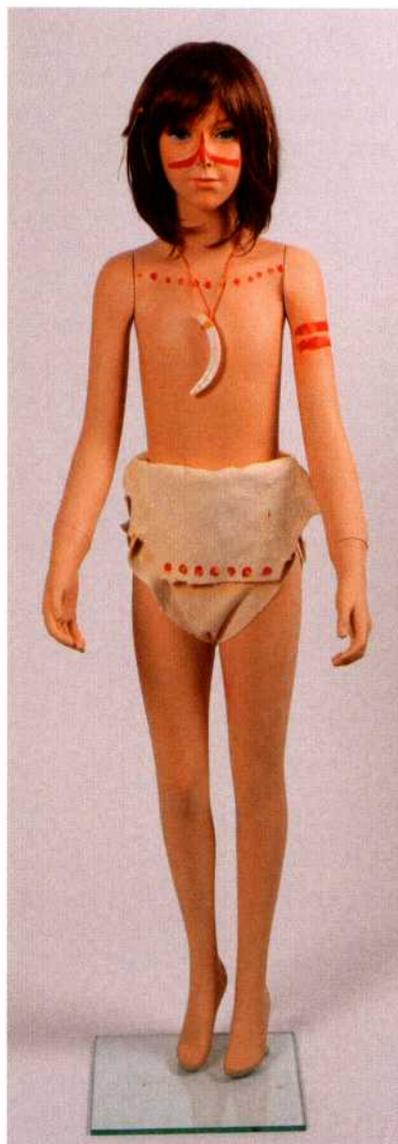


Abb. 2: Sommerfigur.

kann, nach dem Trocknen aber wieder weich wird (MOOG 2005, 12-14).

Zwei Gerbverfahren sind für das Jungpaläolithikum von Interesse. Eines ist die Sä-mischgerbung (vgl. MAUCH 2004, 41-43; OTTIGER, REEB 2004, 70-72). Hier wird ebenfalls mechanisch Fett in die Haut oder das Fell eingearbeitet. Dafür eignet sich z. B. das Fett von Fischen und was-

serbewohnenden Säugetieren (Tran). Mit dem Fett der Landsäugetiere kann hier nicht gearbeitet werden, da keine ungesättigten Fettsäuren vorhanden sind, die als Gerbstoffe fungieren. Dieses Fett lagert sich an freien Bindungsstellen in den Kollagenfasern an und geht hier feste chemische Verbindungen ein. Für die eigentliche Gerbung muss die Haut dann noch erwärmt werden. Während dieser „Brut“ oxidieren die ungesättigten Fettsäuren und wandeln die Haut zu Leder um. Dieser Prozess kann innerhalb weniger Tage vollzogen werden.

Das zweite Verfahren ist die pflanzliche oder vegetabile Gerbung mit Tanninen. Sie befinden sich vor allem in Baumrinden und müssen in eine wässrige Lösung gebracht werden, in die dann die Haut bzw. das Fell eingelegt wird. Die Gerbstoffe gelangen durch Diffusion in die Lederhaut. Allerdings ist das ein zeit- und materialaufwendiger Prozess, da sich Einlegen, Trocknen und mechanische Bearbeitung mehrfach abwechseln müssen. Zudem müssen die Häute vorher durch eine langwierige Vorbereitungsphase, das Äschern, aufgeschlossen werden, damit Bindungsstellen frei werden. Dies geschieht am besten durch eine Behandlung mit Pottasche oder in einer Kalklösung. Auch durch Enzyme kann die Haut aufgeschlossen werden (Beize). Daher muss offen bleiben, ob und in welchem Maß diese Gerbung im Jungpaläolithikum überhaupt möglich war; vorstellbar wäre die Gerbung an einem Ort, der von den Menschen bei ihren Wanderungen in regelmäßigen Abständen aufgesucht wurde. In diesem Zusammenhang ist ein Fund aus Neumark-Nord im südöstlichen Harzvorland interessant. Dort entdeckte man 1996 zwischen den Knochen eines Elefanten ein Steingerät mit Spuren von Ei-

chsäure in einer schwärzlichen Masse aus der Zeit vor 200.000 Jahren (HALLE, Homepage Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie in Sachsen-Anhalt, Landesmuseum für Vorgeschichte – Altsteinzeit). Da die hohe Konzentration dieser Säure nicht natürlich ist, wird sie mit der Kenntnis der Gerbung von Leder in Verbindung gebracht.

#### Zur praktischen Umsetzung

Für die Ausstellung sollte ein dreidimensionales Bild einer plausiblen Kinderbekleidung des Jungpaläolithikums hergestellt werden. In Anbetracht der Eigenschaften des Rohmaterials sowie der Anforderungen an ein Leben in der Eiszeit besteht die Kleidung gleichermaßen aus vollständigen Ledern und Fellen und aus zugeschnittenen Teilen. Ebenso sollte der jahreszeitliche Wandel in einer Eiszeit in die Präsentation einfließen. Daher wurden sowohl eine „typische“ Sommer- als auch eine Winterbekleidung entworfen.

#### Lendenschurz

Die Sommerfigur trägt lediglich einen Lendenschurz aus Hirschleder (*Abb. 2*). Dieser wird von einem etwa 5 cm breiten Gürtel mit einer Schließe aus einer röhrenförmigen Knochenperle gehalten. Da das „Model“ im Bereich zwischen den Beinen sehr schmal ist, wurde die Mitte des Hirschleders sanduhrförmig ausgeschnitten. Dadurch entstanden vorn und hinten sehr lange Überfälle, ihre Kürzung erfolgte aus optischen und vermuteten praktischen Gründen. Die Überfälle wurden an den Seiten übereinander geschoben, so dass der Schurz gut an die Körperformen der Figur angepasst ist. Das Kind trägt an einer Schnur aus Kunstseh-



Abb. 3: Winterfigur: Bekleidung der Beine und Lendenschurz.



Abb. 4: Winterfigur: Hemd.

ne einen Tierzahn um den Hals und Bemalung mit Röteln sowohl auf dem Körper als auch auf dem vorderen Überfall des Lendenschurzes.

Der Lendenschurz der Winterfigur besteht aus zwei Biberfellen, deren Enden mit Nähten aus Vorstich auf der einen und Überwindlingsstich auf der anderen verbunden sind (Abb. 3). Der Gürtel ist wie beim Sommerlendenschurz konstruiert.

#### Leggings

Die Röhren für die Beine sind mittig aus den beiden Rehellen herausgeschnitten, damit die Felldichte an allen Stellen möglichst gleichmäßig ist (Abb. 3). Die Fellseite sollte ursprünglich nach innen und mit der Strichrichtung der Haare nach unten weisen. Da sich auf der Hautseite jedoch moderne Nähte zum Schließen von Löchern befinden, wurde die Fellseite



Abb. 5: Winterfigur: Gürtel über dem Lederhemd.

nach außen genommen, so dass der Strich nun nach oben verläuft. Die Naht befindet sich an der Beininnenseite, sie liegt flach an und ist mit Vorstich ausgeführt (links auf rechts). Diese Beinkleider oder Leggings sind mit 10 cm langen Schlaufen aus Hirschleder in den Gürtel des Lendenschurzes eingehängt, wie es auch bei der Gletschermumie der Fall war (EGG, GOEDECKER-CIOLEK 2009, 73-75). Die Schlaufen sind mit Vorstich an die Leggings angenäht.

#### Hemd

Das Mittelteil des Lederhemdes besteht aus einem ganzen Hirschleder (Abb. 4). Der Halsausschnitt entsteht durch einen langen, mittigen Schnitt und einen rechtwinkligen kurzen, der ebenfalls mittig zur Vorderseite hin eingeschnitten ist. Der festere Teil des Leders befindet sich hinten, um als Sitzunterlage zu dienen. Die Ärmel wurden aus einem weiteren Hirschleder herausgeschnitten und auf der Un-

terseite mit einem Vorstich, bei dem jeder sechste Stich wie ein Rückstich gearbeitet ist, geschlossen (links auf rechts). Dabei blieben am Handgelenk ca. 12 cm offen, um diesen Bereich verzieren und umschlagen zu können. Die Ärmel wurden überlappend mit Rückstich eingesetzt (links auf rechts). In dieser Weise sind auch die Seitennähte des Hemdes geschlossen. Über der Brust (vor dem Schließen der Seitennähte) und an den Ärmelbündchen wurden kugelige Knochenperlen mit einem Durchmesser von 6 mm einzeln aufgenäht und die Sehne auf der Rückseite verknötet. Über diesem Hemd trägt das Kind einen Gürtel, der ebenfalls mit einzeln angenähten kugeligen und doppelkonischen Knochenperlen (Länge 12 mm) sowie mit durchlochten Fuchszähnen verziert ist (Abb. 5). Auch dieser Gürtel hält mit einer langen, röhrenförmigen Perle, die durch eine Schlaufe aus Kunstsehne gesteckt ist (Abb. 6).



Abb. 6: Winterfigur: Rückseite des Gürtels.

### Überwurf

Die dritte Bekleidungsschicht besteht aus einem Überwurf aus Hirschfell (Abb. 7). Dieses wurde im Ganzen verwendet. Der Halsausschnitt besteht wieder aus einem langen waagerechten und einem kurzen senkrechten Schnitt. Überstehendes Haar wurde mit Steinwerkzeugen abgeschnitten. Der Ausschnitt ist hier versetzt angebracht, so dass der Bereich am Rücken wesentlich länger ist als der über dem Bauch. Die Ärmel entstanden durch die Nutzung der breitesten Stelle des Fells im Bereich der Vorderläufe, auf der Rückseite des Überwurfs wurde dafür ein kleiner Bereich des Fells ausgeschnitten. Unterhalb des Armes wurden die Ärmel mit Vorstich verbunden (links auf links). Die Haare des Überwurfs weisen nach innen. Die Seiten sind mit geflochtenen Schnüren aus Kunstsehne geschlossen, auf einer Seite mit einer, auf der anderen mit zwei Schnüren; so liegt der Überwurf nicht eng an.

### Schuhe

Die Stiefel des „Winterkindes“ bestehen ebenfalls aus Hirschleder (Abb. 8). Ihre



Abb. 7: Winterfigur: Vollständige Bekleidung.

Konstruktion orientiert sich an der Fußbekleidung rezenter Inuit in Alaska (OAKES, RIEWE 1996, bes. 50-74). Sie bestehen aus drei Teilen: einem halbhohen Schaft (Länge 36 cm, Höhe 14 cm) mit einer dreieckigen Aussparung, einem abgerundeten Einsatz für den Spann, der in diese Aussparung eingesetzt wird (Länge 8 cm, Breite an der Basis 12 cm), und einer ovalen Sohle, die wesentlich größer ist als die Fußsohle (26,5 cm x 15 cm zu 18 cm x 7 cm am Ballen, Abb. 9). So wird erreicht, dass die Naht oberhalb des Fußrandes sitzt. Das Nähen erfolgte mit zwei verschiedenen Stichen: einem doppelten



Abb. 8: Winterfigur: Schuhe.

Kreuzstich (rechts) und einem abgewandelten Überwindlingsstich, bei dem zwischen einer waagerechten und einer schrägen Fadenführung gewechselt wird (links). Der rechte Stiefel ist mit einer Lage aus getrocknetem Moos und darauf mit trockenem Gras ausgepolstert, der linke enthält eine Schicht aus Rehfell zur besseren Isolierung. Vorstellbar wären allerdings auch mehrere „Schuhschichten“ übereinander, um der Kälte zu trotzen. Zur Fixierung der Schuhe am Fuß wurden zwei etwa 2 m lange Schnüre aus Kunstsehne geflochten, an den Enden mit Fransen und Knochenperlen verziert und dann mehrere Male um die Knöchel der Figur geschlungen.

#### Handschuhe

Die Handschuhe sind aus den Resten der Rehelle gefertigt, die für die Leggings Verwendung fanden (Abb. 10). Es sind Fäustlinge mit breiten Manschetten, die den Handschuh ein gutes Stück verlängern. Sie sind 21-22 cm lang und am Ende der Manschetten 11 cm breit (Umfang 22 cm). Gleichzeitig ließ sich der schwar-

ze Rückenstreifen des Tieres noch als Verzierungselement einsetzen. Werden die Handschuhe mit der Fellseite nach innen getragen, ist er beim Umschlagen der Manschetten sichtbar. Die Nähte im Handbereich entstanden mit Vorstich und Überwindlingsstich (Hautseite auf Hautseite), die Manschetten wurden mit dem abgewandelten Überwindlingsstich zusammen- und angenäht, der beim linken Schuh Verwendung fand. Der Haarstrich verläuft im Bereich der Hand nach innen bzw. quer, bei den Manschetten nach außen bzw. nach vorn.

#### Mütze

Die Kopfbedeckung besteht aus zwei Fuchsfellen. Sie wurden an den Längsseiten mit Rückstich verbunden. Diese Röhre wurde einmal mittig umgeschlagen, so dass sich die Haare nun außen und innen befinden, und der Figur mit der Umbruchkante nach vorn aufgesetzt; das Gesicht bleibt damit teilweise frei. Diese eng anliegende röhrenförmige Mütze wird von den Fuchsschwänzen gehalten, die mit Rückstich zusammengenäht und als Schal um den Hals gebunden sind. Die Enden der Felle fallen noch ein Stück über die Schultern der Figur, von der Seite entsteht der Eindruck einer Kapuze.

#### Frisur

Die Gestaltung der Haare sollte – aus heutiger Sicht – einen natürlichen, lebendigen und praktischen Eindruck vermitteln (Abb. 2). Das „Sommerkind“ trägt eine Perücke aus halblangem Kunsthaar, die in ihrer Form auf diese Mannequin-Figuren angepasst ist. Das Haar fällt natürlich und ist auch ähnlich wie natürliches Haar zu handhaben. Rechts besitzt das Kind

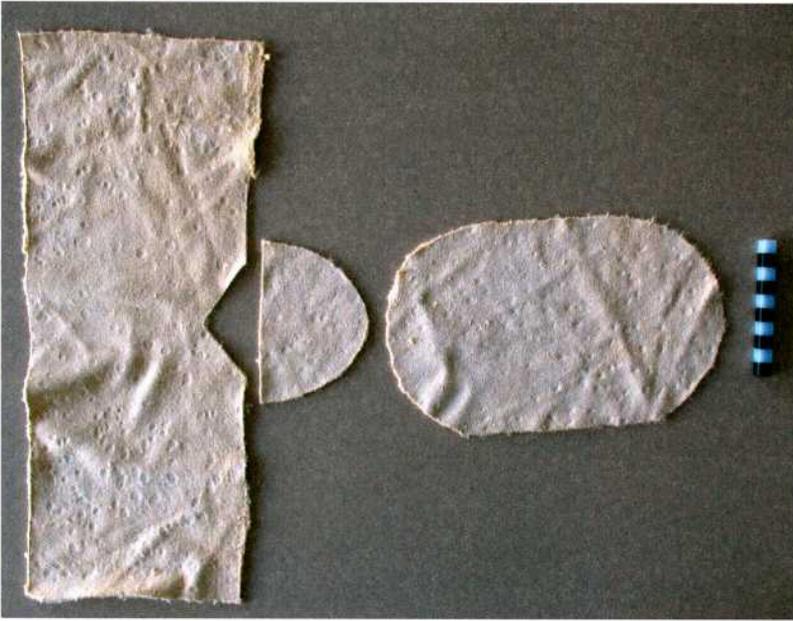


Abb. 9: Winterfigur: Einzelteile der Schuhe, Maßstab 10 cm.



Abb. 10: Winterfigur: Handschuhe.

einen breiteren Zopf, geflochten in der Art französischer Zöpfe. Links trägt es zwei schmale geflochtene und am Hinterkopf

ein gedrehtes Zöpfchen. Alle sind mit einem Stück Kunstsehnne abgebunden.

## Zusammenfassung

Rekonstruktionen werden als Ausdruck wissenschaftlicher Erkenntnisse wahrgenommen und vermitteln dem Publikum einen Eindruck von Korrektheit. Bezüglich jungpaläolithischer Bekleidung sind wir jedoch hauptsächlich auf indirekte Spuren und Analogien angewiesen. Für die weitere, vor allem die archäotechnische und experimentelle Arbeit würden Beschreibungen und Dokumentationen der erstellten Bekleidungsrekonstruktionen zur besseren Erfassung von Möglichkeiten und Grenzen beitragen. Die vorgestellte Bekleidungsrekonstruktion ist dazu nur ein kleiner Anfang. Zudem wären Trageversuche wünschenswert, um Sinn und Effektivität der rekonstruierten Kleidungsstücke zu prüfen, da die Gestaltungsmöglichkeiten sehr vielfältig sind. In jedem Fall muss aber auch über die rein praktische Seite der Bekleidung hinausgedacht werden, denn hinter ihr steckt vermutlich nicht nur die Verhüllung des Körpers, sondern auch ein Aussagewert für den Träger.

## Dank

Mein Dank geht an das Auditorium der EXAR-Tagung 2011 in Schleswig für das große Interesse an diesem Thema und die zahlreichen sehr hilfreichen Rückmeldungen. Besonders bedanken möchte ich mich bei Thomas Lessig-Weller, Marcus Beck, Katrin Kehrer, Stephan Planitz, Anne Reichert, Jean-Loup Ringot, Tobias Schubert und Peter Walter für ihre Hinweise auf Literatur, für die aufschlussreichen Diskussionen zu Haut und Haar, zu Konservierung und Leder, zu Rekonstruktionen und den praktischen Umgang mit denselben, die wesentlich dazu beigetragen haben, das Thema „jungpaläolithi-

sche Kleidung“ zu erfassen und zu verstehen. Ebenso danke ich ihnen für die wertvollen Hinweise zum Manuskript. An der Rekonstruktion der Bekleidung waren Julia Blumenröther, Christoph Hertel, Monika Kuschel, Kristina Seufert und Sarah Wolff beteiligt. Georg Pöhlein, Erlangen, hat die Kinderfiguren professionell in Szene gesetzt und die Photos für diese Publikation zur Verfügung gestellt. Ihnen allen danke ich herzlich.

## Literatur

- BADER, O. N. 1970:** Russische Ausgrabungen in Sungir. *Antike Welt* 1/4, 1970, 30-32.
- BAHDER, O. N. 1967:** Eine ungewöhnliche paläolithische Bestattung in Mittelrussland. *Quartär* 18, 1967, 191-193.
- BAHDER, O. N. 1970:** Das zweite Grab in der paläolithischen Siedlung Sungir im mittleren Russland. *Quartär* 21, 1970, 103-104.
- BERKE, H. 1987:** Archäozoologische Detailuntersuchungen an Knochen aus südwestdeutschen Magdalénien-Inventaren. *Urgeschichtliche Materialhefte* 8. Tübingen 1987.
- BERKE, H. 1995:** Anleitung zur Herstellung von jungpaläolithischen Nähnadeln. In: A. Scheer (Hrsg.), *Eiszeitwerkstatt Experimentelle Archäologie. Urgeschichtliches Museum Blaubeuren, Museumsheft* 2. Blaubeuren 1995, 68-72.
- BEYRIES, S. u. A. 2001:** Uil, a Palaeolithic Site in Siberia. An Ethno-Archaeological Approach. In: S. Beyries, P. Pétrequin (Hrsg.), *Ethno-Archaeology and its Transfers. Tagung Bournemouth 1999. Oxford* 2001, 9-21.
- BEYRIES, S., ROTS, V. 2008:** The Contribution of Ethno-Archaeological Macro- und Microscopic Wear Traces to the Under-

- standing of Archaeological Hide-Working Processes. In: L. Longo, N. Skakum (Hrsg.), 'Prehistoric Technology' 40 Years later. Functional Studies and the Russian Legacy. Tagung Verona, 20.-23.4.2005. Oxford 2008, 21-28.
- BOSINSKI, G., D'ERRICO, F., SCHILLER, P. 2001:** Die gravierten Frauendarstellungen von Gönnersdorf. Stuttgart 2001.
- BRAVO, G. A., TRUPKE, J. 1970:** 100000 Jahre Leder. Eine Monographie. Basel, Stuttgart 1970.
- DAHLMANN, S. 1995:** Bis auf die Knochen – Spuren von Tierzerlegungen mit Steinwerkzeugen. In: A. Scheer (Hrsg.), Eiszeitwerkstatt Experimentelle Archäologie. Urgeschichtliches Museum Blaubeuren, Museumsheft 2. Blaubeuren 1995, 7-11.
- EGG, M., GOEDECKER-CIOLEK, R. 2009:** Ausrüstung und Kleidung. In: M. Egg, K. Spindler (Hrsg.), Kleidung und Ausrüstung der kupferzeitlichen Gletschermumie aus den Ötztaler Alpen. Mainz 2009, 57-163.
- HAHN, J. 1993:** Erkennen und Bestimmen von Stein- und Knochenartefakten. Einführung in die Artefaktmorphologie<sup>2</sup>. Tübingen 1993.
- HALLE,** Homepage Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie in Sachsen-Anhalt, Landesmuseum für Vorgeschichte – Altsteinzeit, [http://www.lida-lsa.de/landesmuseum\\_fuer\\_vorgeschichte/dauer-ausstellung/altsteinzeit/](http://www.lida-lsa.de/landesmuseum_fuer_vorgeschichte/dauer-ausstellung/altsteinzeit/), letzter Zugriff 24.08.12.
- HART HANSEN, J. P., MELDGAARD, J., NORDQUIST, J. (Hrsg.) 1991:** The Greenland Mummies. London 1991.
- LANGE, J. 2009:** Naturwissenschaftlicher Beitrag: Weitere Untersuchungen zu den Felllederproben des Mannes im Eis. In: M. Egg, K. Spindler (Hrsg.), Kleidung und Ausrüstung der kupferzeitlichen Gletschermumie aus den Ötztaler Alpen. Mainz 2009, 211-245.
- KLEK, M. 2007:** Leder, Felle und Pelze. Eine praktische Anleitung zur uralten Kunst der Hirngerbung. Norderstedt 2007.
- KLEK, M. 2011:** „Auf der Suche nach dem Nass-Schaber“. Archäologie und funktionale Analyse von Gerbewerkzeug aus Knochen mit längsstehender Arbeitskante. Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz 2011, 178-187.
- KOBAYASHI ISSENMAN, B. 1997:** Sinews of Survival. The Living Legacy of Inuit Clothing. Vancouver 1997.
- KOCHER, H.-P., LAUBHEIMER, A. 1995:** Unter der Lupe – Die Gebrauchsspurenanalyse. In: A. Scheer (Hrsg.), Eiszeitwerkstatt Experimentelle Archäologie. Urgeschichtliches Museum Blaubeuren, Museumsheft 2. Blaubeuren 1995, 12-15.
- KÖLBL, S. 2003:** Im Tode festgehalten – Jungpaläolithische Bestattungen mit Schmuckbeigaben. In: S. Kölbl, N. J. Conard (Hrsg.), Eiszeitschmuck. Status und Schönheit. Urgeschichtliches Museum Blaubeuren, Museumsheft 6. Blaubeuren 2003, 79-92.
- MAUCH, H. 2004:** Studien zur Lederherstellung am Beispiel des nördlichen Alpenraums. Von den Anfängen bis zur Neuzeit. Überlingen 2004.
- MOOG, G. E. 2005:** Der Gerber. Handbuch der Lederherstellung. Stuttgart 2005.
- MOSS, E. 1983:** The Functional Analysis of Flint Implements. Pincevent and Pont d'Ambon: Two Case Studies from the French Final Palaeolithic. Oxford 1983.
- MUSSI, M. 2004:** East and South of the Alps: The MUP Funerary and Artistic Record of Italy and Moravia compared. In: J. A. Svoboda, L. Sedláčková (Hrsg.), The Gravettian Along the Danube. Tagung Mikulov, 20.-21.11.2002. The Dolní Věstonice Studies 11. Brno 2004, 252-269.
- OAKES, J., RIEWE, R. 1996:** Die Kunst der Inuit-Frauen. Stolz Stiefel, Schätze aus

Fell. München 1996.

**OTTIGER, H., REEB, U. 2004:** Gerben. Leder und Felle<sup>2</sup>. Stuttgart 2004.

**PATEREK, J. 1996:** Encyclopedia of American Indian Costume. New York, London 1996.

**RICHARDS, M. 2004:** Deerskins into Buckskins. How to Tan with Brains, Soap or Eggs<sup>2</sup>. Cave Junction 2004.

**SCHEER, A. 1984:** Versuch einer Rekonstruktion gravettienzeitlicher Kleidung. Ein Beitrag zur Experimentellen Archäologie. Archäologisches Korrespondenzblatt 14, 1984, 239-245.

**SCHEER, A. 1995:** Von der Rohhaut bis zur Kleidung. In: A. Scheer (Hrsg.), Eiszeitwerkstatt Experimentelle Archäologie. Urgeschichtliches Museum Blaubeuren, Museumsheft 2. Blaubeuren 1995, 47-67.

**SEMENOV, S. A. 1964:** Prehistoric Technology. An Experimental Study of the Oldest Tools and Artefacts from Traces of Manufacture and Wear. London 1964.

**SOFFER, O., ADOVASIO, J. M., HYLAND, D. C. 2000:** The „Venus“ Figurines: Textiles, Basketry, Gender, and Status in the Upper Palaeolithic. Current Anthropology 41/4, 2000, 511-537.

**STEGUWEIT, L. 1994:** Das Tübinger Wochenende – Experiment einer steinzeitgemäßen Rehzerlegung und Versuche zur Ledergerbung. Archäologische Berichte aus Sachsen-Anhalt 1993, 1994, 69-78.

**VAUGHAN, P. 1985:** Funktionsbestimmung von Steingeräten anhand mikroskopischer Gebrauchsspuren. Germania 63, 1985, 309-329.

**WALTER, R. 2009:** Mit Nadel und Faden. Eiszeitliche Kleidung rekonstruiert. Eiszeit. Kunst und Kultur. Ausstellung Stuttgart, Kunstgebäude 18.9.2009-10.1.2010. Osterfildern 2009, 176-178.

Abbildungsnachweis

Abb. 1-8, 10: © Georg Pöhlein, Erlangen

Abb. 9: © Claudia Merthen, Nürnberg

Autorin

Dr. Claudia Merthen

Germanisches Nationalmuseum

Abteilung Vor- und Frühgeschichte

Kartäusergasse 1

D-90402 Nürnberg

## Mehr Steinzeit! Neues aus dem Steinzeitpark Dithmarschen in Albersdorf

Rüdiger Kelm

**Summary** – *News from the Stone Age Park Dithmarschen in Albersdorf: The infrastructure (f. e. new models of stone age-houses) and the marketing-concept of the Stone Age Park Dithmarschen in Albersdorf have been extensively developed between 2009 and 2012. At the same time the scientific cooperations have been continued and intensified with archaeological and palaeoecological investigations and new experimental activities. As part of the new EU-project "OpenArch – Archaeological Open Air Museums in Europe" the Stone Age Park get the possibility to strengthen the mediation work and the educational activities in an international perspective.*

Seit 1997 ist der als Bildungseinrichtung für Nachhaltigkeit zertifizierte „Steinzeitpark Dithmarschen“ in Albersdorf an der ökologischen, kulturellen und wirtschaftlichen Entwicklung der Region beteiligt (KELM 2006; KELM 2011). Bis 2008 wurde mit Hilfe eines wissenschaftlichen Beirats ein erlebnisorientiertes Bildungskonzept zur Erweiterung der Infrastruktur und des pädagogischen Angebots erarbeitet. Außerdem wurde Ende 2009 ein neues Marketingkonzept für den Steinzeitpark vorgestellt und von den verschiedenen Gremien angenommen, das u. a. eine Umbenennung der Einrichtung in seiner Öffentlichkeitsarbeit als „Steinzeitpark Dithmarschen“ (vormals „Archäologisch-Ökologisches Zentrum Albersdorf - AÖZA“) und ein professionalisiertes Zielgruppenmarketing beinhaltet. Seit Ende 2009 können nun große Teile dieser neuen Konzepte mit Unterstützung der Landesregierung Schleswig-Holstein (Förder-

mittel aus dem „Zukunftsprogramm Wirtschaft“), der Metropolregion Hamburg (Förderfonds Nord), der Bingo-Umweltlotterie und des Fördervereins AÖZA e. V. schrittweise umgesetzt werden. Besondere Themen sind dabei die Mensch-Umwelt-Beziehungen in urgeschichtlicher Zeit, die regionale und überregionale Umweltgeschichte unter Einbeziehung neuer regionaler Forschungsergebnisse des Instituts für Ökosystemforschung der Christian-Albrechts-Universität Kiel, die Sensibilisierung für kulturelle und ökologische Zusammenhänge sowie Fragen der Nachhaltigkeit im Sinne des „Lernens aus der Vergangenheit für die Zukunft“ anhand konkreter Beispiele.

Die Erweiterung des Außengeländes des Steinzeitparks

In Kooperation mit dem Archäologischen Landesamt Schleswig-Holstein sind bis



*Abb. 1: Das neu erbaute Steinzeithaus „Rastorf“ aus dem Frühneolithikum.*



*Abb. 2: Aus der Übergangsphase vom Spätneolithikum zur frühen Bronzezeit stammt das Haus „Flintbek“.*

Ende 2011 im Steinzeitpark in Albersdorf zwei weitere Steinzeithausmodelle in Originalgröße (Abb. 1-2) auf Grundlage von

Ausgrabungsbefunden errichtet worden. Dazu gehören der frühneolithische Befund von Rastorf (STEFFENS 2009), das



Abb. 3: Der trichterbecherzeitliche „Opferplatz“ dient einer Vielzahl pädagogischer Aktivitäten.

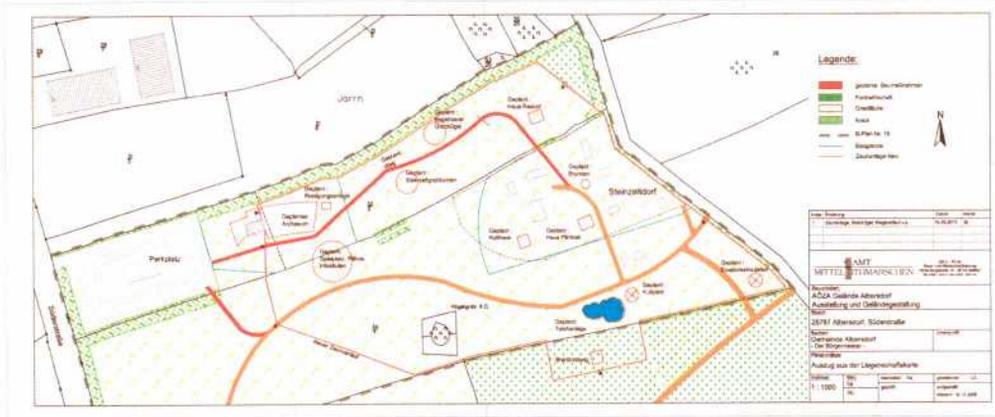


Abb. 4: Die Karte gibt eine Übersicht zu einem Teil der im Steinzeitpark Albersdorf seit 2010 durchgeführten Erweiterungsmaßnahmen.

spätneolithische Haus aus Flintbek (ZICH 1993/94), ein „Kulthaus“ vom Typ Tustrup (NIELSEN 1981), eine „steinzeitliche“ Opferstelle (Abb. 3) nach den Befunden vom südschwedischen Hunneberget (ANDERSSON 2007) mit Bohlenweg und Holzplattform am Rande einer ebenfalls neu er-

stellten größeren Teichanlage zum Befahren mit Einbäumen sowie eine Erosionssimulation. Mit Hilfe letztgenannter sollen die bodenkundlich nachweisbaren Abtragungsphänomene des Neolithikums und des Mittelalters im Bereich der Dithmarscher Geest anschaulich dargestellt wer-



*Abb. 5: Seit dem Frühjahr 2008 werden die Gäste des Steinzeitparks Albersdorf im neuen Servicegebäude begrüßt und auf ihre „Reise in die Steinzeit“ eingestimmt.*

den. Weiterhin sind Anfang 2012 drei Info-Pavillons im Wald, ein Audioguide-System für das gesamte Parkgelände (mit speziellen Hörtexten für Erwachsene und Kinder), die Rekonstruktion von zwei ungewöhnlichen Grabformen aus der Jungsteinzeit – eine frühneolithische „Totenhütte“ vom Typ Flintbek (MISCHKA 2010) und eine begehbare „Großsteingrabbaustelle“ in der Form einer mittelnolithischen Grabkammer aus Holz – sowie ein originalmaßstäbig nachgebauter, begehbare Grabhügel in Anlehnung an bronzezeitliche Vorbilder (mit der Darstellung verschiedener bronze- und eisenzeitlicher Bestattungsformen) er- bzw. eingerichtet worden (Abb. 4). Aus Versicherungs- und Sicherheitsgründen wurde das Gelände des erweiterten Steinzeitdorfs bereits Anfang 2010 großräumig umzäunt. Zwischen dem im Frühjahr 2008 neu eröffneten Servicegebäude am Parkplatz des Steinzeitparks (Abb. 5) und dem Steinzeitdorf wurde ein verkürzter Wanderweg angelegt. Dieser führt seit Anfang 2011 in seiner Funktion als Rundweg die Besu-

cher in chronologischer Abfolge an den rekonstruierten Hausbefunden vom Frühneolithikum bis in die frühe Bronzezeit vorbei. Die Erweiterungsarbeiten im Außengelände des Steinzeitparks konnten Mitte 2012 abgeschlossen werden.

#### Neue Forschungen und Wissenschaftsprojekte

Neben diesen im Rahmen der inhaltlichen Erweiterung und touristischen Attraktivierung des Steinzeitparks Albersdorf durchgeführten Baumaßnahmen finden nach Möglichkeit landschaftsgeschichtliche und archäologische Forschungen statt (KELM 2008). Dazu gehören derzeit die Grabungen an den innerhalb der Region gelegenen Großsteingräbern (Abb. 6) sowie die am trichterbecherzeitlichen Erdwerk vom Dieksknöll bei Albersdorf in Zusammenarbeit mit dem Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Kiel durchgeführten Untersuchungen (HAGE, DIBBERN 2010; MÜLLER 2009). Weiterhin steht das große Parkgelände für experimentalarchäologische Fragestellungen regelmäßig zur Verfügung, beispielsweise für die seit 2004 stattfindenden Wohnversuche in Zusammenarbeit mit dem Archäologischen Institut der Universität Hamburg (FRIEDRICH, MELLER, KELM 2008) oder die seit 2007 im Waldbereich durchgeführten Brandrodungsversuche (KOBBE, KELM 2009).

#### Die Vergangenheit besser vermitteln: Das EU-Projekt „OpenArch“

Im Rahmen des Programmes „Kultur“ der Europäischen Union konnte das neue Projekt „OpenArch – Archäologische Freilichtmuseen in Europa“ ab Anfang 2011 starten (Abb. 7-8). Als einziger deutscher



Abb. 6: Grabung eines megalithischen Langbetts im Bereich des Albersdorfer Steinzeitparks durch das Kieler Institut für Ur- und Frühgeschichte im Sommer 2011.

Partner nimmt der Steinzeitpark Dithmarschen in Albersdorf an dem Projekt teil, das sich vor allem der Verbesserung der öffentlichen Vermittlung wissenschaftlich basierter Erkenntnisse im Bereich der archäologischen Freilichtmuseen widmet. Zusammen mit neun weiteren Projektpartnern aus Finnland, Großbritannien, den Niederlanden, Italien, Schweden, Serbien und Spanien arbeitet der Albersdorfer Steinzeitpark auch an der Aufstellung von Qualitätskriterien, an neuen Marketingstrategien und an einer erweiterten Besucherforschung an den jeweiligen Einrichtungen in europäischer Perspektive. Der internationale Austausch von Experimentalarchäologen und Pädagogen ist neben den regelmäßigen Arbeitstreffen ein weiterer wichtiger Aspekt des Projek-



GD Bildung und Kultur

## Programm „Kultur“

Abb. 7: Logo EU-Programm „Kultur“



Abb. 8: Logo „OpenArch“.

tes, das bis Ende 2015 laufen wird. Konkret geplant sind in Albersdorf Austauschbesuche der europäischen Kollegen, Aktionstage und archäologische Experimente mit internationaler Beteiligung, diverse Befragungen und die Erstellung eines Kinderbuchs mit einer Zeitreise durch die europäische Archäologie. Außerdem wird im September 2013 eine große internationale Konferenz zu unserem Projekt in Albersdorf stattfinden. Der Steinzeitpark Dithmarschen ist zusammen mit dem Museum in Modena (Italien) für den Projektbereich 4 „Der Dialog mit handwerklichen Fertigkeiten“ (The dialogue with skills) zuständig. Welche Einrichtungen sind nun konkret beim Projekt „OpenArch“, das sich aus einem europäischen Vorläuferprojekt „liveArch“ (2007-2009) zur Erfassung und Grundlagenforschung zu archäologischen



*Abb. 9: Im Rahmen des EU-Projektes „OpenArch“ werden auch neue Wege der Vermittlung archäologischer Themen besprochen – hier die Übertragung einer Radio-Sendung durch den Offenen Kanal Calafell in Spanien.*

Freilichteinrichtungen in Europa entwickelt hat (PELILLO 2009), beteiligt:

1. Die Iberische Zitadelle in Calafell (Katalonien, Spanien), eine eisenzeitliche Siedlung der Keltiberer aus den letzten Jahrhunderten vor Christi Geburt, als Projektleitung ([www.ciudadellaiberica.com](http://www.ciudadellaiberica.com)),
2. Fotevikens Museum in Höllviken (Schonen, Schweden), die Rekonstruktion einer Wikingersiedlung aus dem 10. Jh. n. Chr. ([www.foteviken.se](http://www.foteviken.se)),
3. das Hunebedzentrum in Borger (Drenthe, Niederlande), ein Informationszentrum zur jungsteinzeitlichen Großsteingrabkultur in den Niederlanden ([www.hunebedcentrum.nl](http://www.hunebedcentrum.nl)),

4. das Steinzeitzentrum von Kierikki (bei Oulu, Finnland), eine jungsteinzeitliche Siedlung aus der Zeit um 5.000 vor Christi Geburt ([www.kierikki.fi](http://www.kierikki.fi)),
5. der Archäologische Park „Terramare di Montale“ in Montale Rangone (Modena, Italien), eine Pfahlbausiedlung aus der Mitte des 2. Jahrtausends v. Chr. ([www.parcomontale.it](http://www.parcomontale.it)),
6. das „Archeon“ in Alphen a/d Rijn (bei Leiden, Niederlande), ein archäologischer Themenpark zur Ur- und Frühgeschichte der Niederlande von der Altsteinzeit bis in das Mittelalter ([www.archeon.nl](http://www.archeon.nl)),
7. das National Museum von Wales in St. Fagans (Cardiff, Großbritannien), ein

Freilichtmuseum zur walisischen Geschichte ([www.museumwales.ac.uk](http://www.museumwales.ac.uk)),

8. der archäologische Park Viminacium im Bereich einer römischen Siedlungsstelle am Donauufer im östlichen Serbien ([www.viminacium.org.rs](http://www.viminacium.org.rs)),

9. die Universität Exeter im Süden Englands mit dem Institut für Experimentelle Archäologie ([www.exeter.ac.uk/archaeology](http://www.exeter.ac.uk/archaeology)),

10. EXARC – die Vereinigung der archäologischen Freilichtmuseen in Europa, als Koordinatorin ([www.exarc.net](http://www.exarc.net)) und

11. der Steinzeitpark Dithmarschen in Albersdorf, eine auf über 40 Hektar rekonstruierte Kulturlandschaft der Jungsteinzeit um 3.000 v. Chr. mit Siedlung ([www.steinzeitpark-dithmarschen.de](http://www.steinzeitpark-dithmarschen.de)).

Diese Einrichtungen werden gemeinsam bis Ende 2015 an den Projektbereichen „Verbesserung des Museums-Managements der Partner-Museen“, „Der Dialog mit dem Besucher“, „Der Dialog mit handwerklichen Fertigkeiten“, „Der Dialog mit der Wissenschaft (Experimentelle Archäologie)“, „Der Dialog mit anderen Museen und Museumsorganisationen“ und „Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit“ arbeiten und am Ende des Projektes entsprechende Ergebnisse zusammentragen und publizieren können, die dann auch anderen Einrichtungen europaweit zur Verfügung stehen sollen (Abb. 9). Weitere Informationen zum „OpenArch-Projekt“ sind auf der Internetseite [www.openarch.eu](http://www.openarch.eu) zu finden. Hier sind auch die aktuellen Veranstaltungen und Arbeitstreffen aufgeführt.

#### Ausblick

Bereits in den ersten beiden Jahren der umfassenden Erweiterung der Infrastruktur des Steinzeitparks Dithmarschen so-

wie der praktischen Einführung des neuen Marketingkonzeptes konnten die Besucherzahlen wesentlich gesteigert werden. Die Ergebnisse der regelmäßig in Form von Befragungen, Gästebüchern und Besucherbeobachtung durchgeführten Besucherforschung zeigen außerdem an, dass die Zufriedenheit der Besucher mit dem Angebot zugenommen hat.

Zugleich wurden die wissenschaftlichen Kooperationen und Projekte im Bereich der historischen Umweltforschung, der archäologischen Untersuchung der neolithischen Denkmäler der Region Albersdorf und der Experimentellen Archäologie ausgebaut bzw. intensiviert.

Durch seine Teilnahme am neuen, von 2011 bis 2015 dauernden großen EU-Projekt „OpenArch – Archäologische Freilichtmuseen in Europa“ wird der Steinzeitpark Dithmarschen seine Arbeit im Bereich der anschaulichen und wissenschaftsbasierten Vermittlung archäologischer Erkenntnisse verbessern und ausbauen können – was letztendlich auch zur Stärkung der Positionierung des Steinzeitparks Dithmarschen als wissenschaftlich fundierte, überregional tätige und touristisch attraktive Einrichtung beitragen wird.

#### Literatur

**ANDERSSON, M. (Hrsg.) 2007:** Kustslättens mötesplatser. Stockholm 2007.

**FRIEDRICH, T., MELLER, B., KELM, R. 2008:** Schöner Wohnen in der Steinzeit – Experiment, Ausbildung und Vermittlung im Steinzeitpark Albersdorf. Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz 2008, 23-31.

**HAGE, F., DIBBERN, H. 2010:** Erdwerk und Megalithgräber in der Region Albersdorf. Vorbericht zu den Grabungskampagnen

am Dieksnöll und am Brutkamp. Archäologische Nachrichten aus Schleswig-Holstein 2010, 34-37.

**KELM, R. 2006:** Die frühe Kulturlandschaft der Region Albersdorf – Grundlagen, Erfassung und Vermittlung der urgeschichtlichen Mensch-Umwelt-Beziehungen in einer Geestlandschaft. EcoSys – Beiträge zur Ökosystemforschung, Supplement 45a. Kiel 2006.

**KELM, R. 2008:** Waldweide, Hangerosion und Oberflächenkonstanz – Neue Erkenntnisse zur Landschaftsgeschichte der Dithmarscher Geest. Archäologie in Schleswig/Arkaeologi i Slesvig 12, 2008, 19-29.

**KELM, R. 2011:** Der Steinzeitpark Albersdorf – Von der Inspiration durch fremde Kulturen zur Bildung für nachhaltige Entwicklung. Archäologisches Nachrichtenblatt 16, 3/2011, 276-288.

**KOBBE, F., KELM, R. 2009:** Ein Brandrodungsexperiment im Steinzeitpark Albersdorf – Beobachtungen und Ergebnisse. Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz 2009, 7-18.

**MISCHKA, D. 2010:** Flintbek LA 3, biography of a monument. www.jungsteinSITE.de, vom 20. 12. 2010.

**MÜLLER, J. 2009:** Monumente und Gesellschaft. Ein neues Schwerpunktprogramm zu neolithischen Großsteingrabanlagen. Archäologische Nachrichten aus Schleswig-Holstein 2009, 30-33.

**NIELSEN, P. O. 1981:** Danmarkshistorien – Stenalderen 2. Kopenhagen 1981.

**PELILLO, A. 2009:** Führer der Archäologischen Freilichtmuseen in Europa – live-ARCH. Modena 2009.

**STEFFENS, J. 2009:** Die neolithischen Fundplätze von Rastorf, Kreis Plön. Eine Fallstudie zur Trichterbecherkultur im nördlichen Mitteleuropa am Beispiel eines Siedlungsraumes. Universitätsforschun-

gen zur Prähistorischen Archäologie 170. Bonn 2009.

**ZICH, B. 1993/94:** „In Flintbek stand ein Steinzeithaus ...“ – Ein Hausfund von der Wende des Neolithikums zur Bronzezeit aus Flintbek, Kreis Rendsburg-Eckernförde. Archäologische Nachrichten aus Schleswig-Holstein 4/5, 1993/94, 18-46.

Abbildungsnachweis

Alle Fotos: Steinzeitpark Dithmarschen, Albersdorf

Autor

Dr. Rüdiger Kelm

Steinzeitpark Dithmarschen

Bahnhofstr. 23

D – 25767 Albersdorf

info@aoeza.de

www.steinzeitpark-dithmarschen.de

## „Prunkwagen und Hirsebrei – Ein Leben wie vor 2700 Jahren“

Experimente zum Alltagsleben und die Vermittlung von Urgeschichte durch das öffentliche Fernsehen

Jutta Leskovar, Helga Rösel-Mautendorfer

**Summary** – „Prunkwagen und Hirsebrei“ – *A Live as in 700 BC. Experiments in Daily Live and Mediating Prehistory through Public Television: The Upper Austrian State Museum carried out a cooperation project with ORF (Austrian Broadcasting Corporation) in August 2011. The experiment, lasting two weeks, focused on daily life and craftsmanship of the Hallstatt period – 4 adults, 2 youths and 3 children lived in the open air museum of Mitterkirchen in Upper Austria. The experiment was documented by ORF, short contributions were shown in the regional programme regularly, to be followed by a documentation of half an hour, which was broadcasted throughout Austria after the end of the experiment. Besides achieving experimental results we aimed at fascinating the public for prehistory, and hoped to mediate a picture of daily life in the past which is based on scientific work.*

Im August 2011 wurde im Freilichtmuseum von Mitterkirchen (Bezirk Perg, Oberösterreich) das Projekt „Prunkwagen und Hirsebrei. Ein Leben wie vor 2700 Jahren“ durchgeführt. Im Folgenden sollen der Anspruch an das Projekt sowie die konkrete Durchführung vorgestellt werden.

Die Idee, ein experimentelles Wohnprojekt im Freilichtmuseum durchzuführen, ist bereits mehrere Jahre alt, scheiterte bisher jedoch an der Finanzierung. Der Direktor des Landesmuseums, Peter Assmann, brachte den Stein ins Rollen: In einem direkten Gespräch mit der Leitung des ORF Oberösterreich wurde die Frage diskutiert, ob das „Steinzeit“-Projekt des Südwestdeutschen Rundfunks (2006; siehe SCHÖBEL 2008) in ähnlicher Form auch in Oberösterreich durchgeführt werden

könne. Es ging somit um die Idee, einige Menschen für einen festgesetzten Zeitraum von zwei Wochen im Freilichtmuseum von Mitterkirchen wie in der frühen Hallstattzeit wohnen zu lassen, und diesen Versuch unter anderem filmisch zu dokumentieren, um daraus (vorerst) eine halbstündige Sendung zu machen. Der ORF stimmte im Jänner 2011 zu, ein derartiges Projekt zu unterstützen.

### Archäologischer Hintergrund

Vorab kurz zum archäologischen Ausgangspunkt: In Mitterkirchen wurde in den 80-er Jahren ein Gräberfeld der Stufe HaC gegraben, das um die 80 reich ausgestattete Kammergräber erbrachte. 1990 wurde in unmittelbarer Nähe, aber nicht

exakt am Fundort nach den Plänen des Ausgräbers Manfred Pertlwieser ein Freilichtmuseum mit einigen Gebäude-Rekonstruktionen und einem nachgebauten Grabhügel errichtet. Das Museum, das (auch) aufgrund seiner Lage am Donauradwanderweg kein defizitärer Betrieb ist, wird seither von der Gemeinde betrieben, aber vom Landesmuseum wissenschaftlich betreut. Die Gebäude-Rekonstruktionen entsprechen nicht den heutigen (experimentalarchäologischen) Vorstellungen von Nachbauten, was aber aufgrund des Alters von 20 Jahren auch nicht überrascht. Grundsätzlich waren sich alle Beteiligten einig, dass sich das Museumsdorf für die Durchführung eines Wohnexperiments eignet.

#### Mitwirkende

Die erste intensive Diskussion am Beginn der Projektplanungen betraf die Mitwirkenden. Seitens des Landesmuseums gab es den Wunsch, Menschen zu beteiligen, die aufgrund ihrer beruflichen Ausrichtung und ihrer Interessen so viel wie möglich über Urgeschichte wissen und auch schon vieles ausprobiert haben. Die Kontaktaufnahme mit Helga Rösel, Keltologin, Textilspezialistin und geübt in der Durchführung archäologischer Experimente und außerdem eine jener Personen, mit der seit Jahren über ein solches Projekt diskutiert worden war, war dementsprechend eine logische erste Handlung. Sie stimmte auch sofort zu, sich mit ihrer Familie zu beteiligen.

Das Fernsehen bestand jedoch in der ersten Projektphase noch darauf, die Mitwirkenden durch ein Casting über das regionale Radio aus der oberösterreichischen Bevölkerung auszuwählen. Letzten Endes war die Überzeugungsarbeit er-

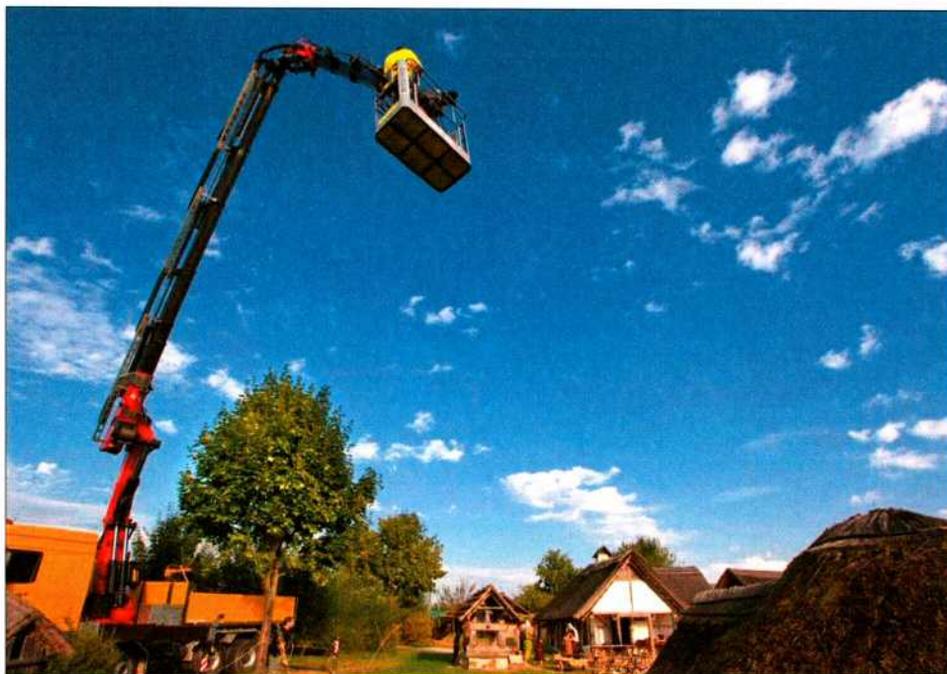
folgreich und es durfte mit Personen unserer Wahl gearbeitet werden.

Helga Rösel war mehr als die übrigen Mitwirkenden in die Vorbereitungen eingebunden, weswegen auch beschlossen wurde, ihr innerhalb der Gruppe die Rolle der Entscheidungsbefugten bei Konflikten zu geben. Im Verlauf der beiden Wochen stellte sich jedoch glücklicherweise heraus, dass diese Überlegung gar nicht notwendig war, weil keinerlei Konflikte in der Gruppe auftraten.

Georg Rösel verfügte wie auch seine Gattin über langjährige Kenntnisse der Verhältnisse im Freilichtmuseum Mitterkirchen sowie über einen reichen Schatz an Erfahrungen im praktischen Umgang mit Materialien aller Art, auch im Sinne der Durchführung archäologischer Experimente. Nachdem sie bisher immer und überall dabei gewesen sind, waren auch die Kinder Moriz (8), Anna (5) und Lysander (1,7) gut vorbereitet.

Christian „Fisti“ Fostel und seine Lebensgefährtin Livia Fuchs waren nicht nur aufgrund der langjährigen Freundschaft mit der Familie Rösel eine gute Wahl für das Projekt, sondern auch aufgrund ihrer Erfahrungen in der Wildnispädagogik sowie als Absolventen der Universität für Bodenkultur.

Nicht zuletzt um die demographischen Verhältnisse besser an die urgeschichtlichen Tatsachen anpassen zu können, war die Bereitschaft von Katharina (17) und Benedikt (14) Prokisch zur Projektmitwirkung höchst willkommen. Großes Interesse an der Urgeschichte stand jahrelangen Erfahrungen bei der Erhaltung der im Familienbesitz befindlichen Burg(ruine) gegenüber und machte die beiden trotz ihrer Jugend absolut urgeschichtetauglich. Leider war es nicht möglich, eine etwas ältere Person zur Mitwirkung zu gewinnen.



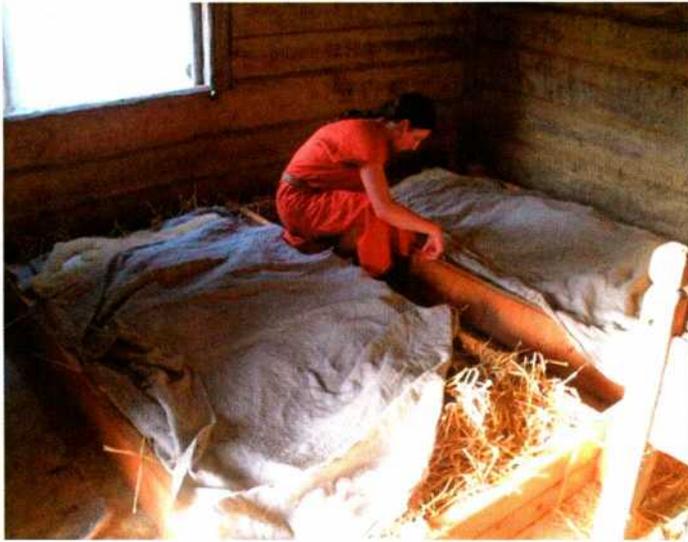
*Abb. 1: Die Kamera war ein fast ständiger Begleiter des Projektes.*

## Fernsehen und Finanzierung

Am Beginn der Projektplanungen schienen sich die Vorstellungen des Fernsehens noch stärker an Survival-Camp-Formaten zu orientieren als an der Dokumentation eines Versuches mit dem Anspruch, prähistorisches Leben zu vermitteln. Je deutlicher wurde, welche Personen konkret für Redaktion und Kamera zuständig sein würden, desto stärker lösten sich diese anfänglichen Probleme aufgrund unterschiedlicher Meinungen zwischen Fernsehen und Landesmuseum bzw. Freilichtmuseum auf. Manfred Hoschek, erfahrener Redakteur und ehemaliger Geschichtestudent, zeigte bereits beim ersten kurzen Beitrag für die nur regional (in Oberösterreich) ausgestrahlte Abendsendung sein Verständnis für die Materie. Gemeinsam mit Kameramann Claus Muhr wurden im Vorfeld des Projekts in Abständen von mehreren Wochen

solche kleineren Beiträge gestaltet und gesendet. Beide verfügten über die Fähigkeit, zuzuhören und das Gehörte soweit umzusetzen, bis nicht nur in den Köpfen aller Beteiligten die gleichen Bilder verankert waren, sondern letztendlich auch auf dem Bildschirm.

Als problematisch stellte sich die Finanzierung heraus. Die anfängliche Hoffnung des Landesmuseums, der ORF würde sich intensiv beteiligen, stellte sich erst im Verlauf der Projektvorbereitungen als falsch heraus. Das Fernsehen übernahm die Kosten für den Film an sich – Kameramann, Redakteur, Schnittplatz usw. – stellte ansonsten aber keinerlei finanzielle Mittel für die Ausstattung zur Verfügung. Dies alles ging vor allem zu Lasten des Landesmuseums und, in geringerem Maße auch des Freilichtmuseums, was sich auch auf die Menge und Qualität der verwendeten Ausrüstung auswirkte. Beispielsweise ließen wir zwar verhältnismä-



*Abb. 2: Als Betten dienten aus Brettern zusammengesteckte Bettkästen mit einer Füllung aus Stroh, Heu, Fellen, Leinenbahnen und Wolldecken.*

ßig große Mengen an Trink- und Essschalen sowie Kochgeschirr herstellen, hatten aber aus Sparsamkeitsgründen keine bzw. zu wenig Gefäße mit kleinerem Randdurchmesser, die man auch gut hätte verschließen können (beispielsweise für Honig, Öle usw.), zur Verfügung.

Im Laufe der Vorbereitungen stellte sich außerdem immer stärker heraus, dass eigentlich zwei voneinander getrennt zu betrachtende Ziele verfolgt wurden: Einerseits sollte ein Versuch durchgeführt werden und andererseits ein Film daraus entstehen. Die Bedürfnisse des einen überschritten sich nicht immer mit den Bedürfnissen des anderen, was vor allem im konkreten Projektverlauf deutlich wurde (Abb. 1).

#### Vorbereitungen – Ausstattung und Ausrüstung

An den grundsätzlich für Wohnzwecke geeigneten Gebäuden (dichte Dächer,

verschießbar, ausreichend groß) wurden nur kleinere Adaptierungsmaßnahmen vorgenommen. Hauptsächlich betraf dies die Herstellung von Schlafgelegenheiten. Ohne konkrete Bettbefunde richteten wir uns nur nach den Gegebenheiten, dem möglichen Material und dem Anspruch, es den Umständen entsprechend möglichst bequem zu gestalten. Es wurden bettkastenartige Strukturen aus vier losen, an den Ecken nur zusammengesteckten Brettern auf den Boden gelegt, mit einer Lage Stroh und einer Lage Heu gefüllt, über welche zusammengenähte Leinenbahnen gebreitet und zwischen Stroh und Holzbrettern festgesteckt wurden, in der selben Weise, wie auch heute noch ein normales Leintuch rund um die Matratze festgesteckt wird (Abb. 2). Zum Zudecken standen Wolldecken aus unbehandelter Schafwolle zur Verfügung, die aufgrund ihrer Herstellung in einem Familienbetrieb in Rumänien den Anspruch an Qualität und Authentizität erfüllten. Für die Mitwir-



*Abb. 3: Huzulenhengst Attila vor dem rekonstruierten Wagen – für eine authentische Pferdegeschirr-Replik fehlte das Geld.*

kenden, die den direkten Hautkontakt mit Woldecken scheuten, standen weitere Leinenbahnen als Zwischenschicht zur Verfügung. Im Vorfeld des Projekts wurden im Juni und Juli Testwochenenden durchgeführt, wobei jeweils das Wetter ziemlich schlecht war, was uns die Gelegenheit gab, festzustellen, wie viele Decken wir noch zusätzlich benötigen würden.

Obwohl die Gebäude alle über einen als Feuerstelle definierten Ort verfügen, der jedoch bisher so gut wie nie verwendet worden war, herrschte aus Sicherheitsgründen Einigkeit, kein Feuer in Gebäuden machen zu wollen, in denen geschlafen wurde. Nachdem alle drei bewohnbaren Gebäude auch tatsächlich zum Schlafen genutzt wurden, wurde beschlossen, eine Freiluftküche einzurichten und auf entsprechendes Wetter zu hoffen.

Um das Thema Ernährung so intensiv wie

möglich darstellen zu können, wurde ein Acker angelegt. Das Konzept dafür stammte von Nicole Boenke, die auch Kontakte zu Saatgut-Anbietern herstellte und bezüglich Ernte und Weiterverarbeitung dem Projekt mit Rat und Tat zur Seite stand. Ende April wurden Gerste, Hirse, Einkorn, Linse, Erbse und Bohne ausgesät. Bei dieser Aktion war die Familie Rösel bereits anwesend. Das Säen wurde gefilmt und als Start des Projekts im schon angesprochenen ersten Beitrag im Regionalfernsehen gezeigt.

Der Zeitpunkt, um Dinkel (als gut belegtes Wintergetreide) auszusäen, war natürlich aufgrund der relativ späten Entscheidung, ob das Projekt tatsächlich durchgeführt werden sollte, versäumt worden. Nachdem aber keine Rede davon war, dass sich die Mitwirkenden nur von dem ernähren mussten, was auf dem Acker wuchs, sondern auch ein Vorratslager zur

Verfügung stehen würde, musste im Projektverlauf nicht auf Dinkel verzichtet werden.

Die Aussaat im April wurde vergleichsweise spät durchgeführt, um die Reifung möglichst nahe Ende August zu gewährleisten. Dementsprechend musste mit Bedingungen gekämpft werden, wie großer Trockenheit, die bei einer Aussaat zu einem (biologisch gesehen sinnvollerem) Zeitpunkt im März nicht aufgetreten wären. Es wurde also (künstlich) bewässert. Der Zustand des Feldes, vor allem des Unkrauts, wurde zwar regelmäßig kontrolliert, aufgrund des großen Zeitaufwands konnte das Jäten aber nicht ausreichend vom Museumspersonal bewältigt werden. Das Fazit: Das Einkorn ging bis auf wenige einzelne Pflanzen überhaupt nicht auf, die Gerste entwickelte sich sehr gut, wurde aber ungefähr drei Wochen vor Projektbeginn reif, ebenso die Erbsen und die wenigen Linsen, die Bohnen litten unter der Nässe im Juli und verdarben, dafür gedieh die Hirse prächtig und wurde noch dazu zum richtigen Zeitpunkt reif. Die Probewochenenden wurden also auch zur frühzeitigen Ernte und zum Trocknen der Feldfrüchte genutzt.

Ein wichtiges Thema, sowohl für den Versuch als auch für den Film, waren die Haustiere. Manfred Schmitzberger vom Naturhistorischen Museum Wien war hier ein wichtiger Partner, mit dessen Hilfe die Suche nach (Böhmer-)Waldschafen, Gemsfärbigen Gebirgsziegen und einem Huzulen-Hengst erfolgreich war. Sogar eine passende Kuh, eine Ennstaler Bergschecke, wäre theoretisch zur Verfügung gestanden, jedoch nur für einen einzelnen Tag, um sie in die Dreharbeiten einzubinden. Nachdem exakt dieser Aufwand schon für das Pferd getrieben wurde – der Huzule „Attila“ sollte den rekonstruierten



*Abb. 4: Gemsfärbige Gebirgsziegen und (Böhmer-)Waldschafe als Mitbewohner.*

Prunkwagen ziehen (Abb. 3), der auch im Titel des Projektes vorkommt – entschieden wir uns, auf die Kuh zu verzichten. Nachdem einigermaßen authentisch aussehende Schweine ohne extremen finanziellen Aufwand nicht zu bekommen waren, mussten wir auch auf dieses Tier verzichten. Letztendlich wurden die Mitwirkenden von zwei Schafen und zwei Ziegen (Abb. 4), die uns von einem Biobauernhof im Bezirk Freistadt dankenswerterweise zur Verfügung gestellt wurden, und von zwei Hunden begleitet.

Wesentlich für die Authentizität nicht nur im Film, sondern auch für die Mitwirkenden selbst, war natürlich die Kleidung. Organisatorisch war es eine enorme Erleichterung, mit Helga Rösel eine Textilspezialistin im Projekt zu haben. Gemeinsam wurden die Ressourcen der direkten Umgebung genutzt – das nördliche Oberösterreich, das sog. Mühlviertel, ist eine traditionsreiche Region der Leinenherstellung. Außerdem hat sich in den letzten Jahren auch die Produktion von qualitativ hochwertigen Wollstoffen, auch speziell vom Böhmerwaldschaf, entwickelt. Neben Leinen unterschiedlicher Farben und Qualitäten standen also auch Wollstoffe



Abb. 5: Keramikrepliken als Essgeschirr, Holzschalen für die Kinder.

zur Verfügung, die den passenden Garnen und auch den Tieren selbst gegenübergestellt werden konnten.

Es versteht sich aufgrund der finanziellen Lage fast von selbst, dass keine Rede davon sein konnte, sämtliche Kleidungsstücke von der Wollgewinnung durch sämtliche Schritte der Verarbeitung tatsächlich auf authentische Weise herzustellen. Der Kompromiss waren stimmige Farben und Stoffqualitäten sowie ebensolche Schnitte und, wo es zeitlich möglich war, die Herstellung von Hand, wie natürlich vor allem am Sektor der brettingewebten Borten.

In den Monaten vor dem konkreten Wohnversuch wurden zahlreiche Repliken in Auftrag gegeben. Aus dem Gräberfeld von Mitterkirchen sind 700 Gefäße und 300 Metallgegenstände erhalten, wovon ein Bruchteil nachgemacht wurde. Die Auswahl bei den Metallen (Hersteller Daniel Kumpa) war eine Mischung aus Sinnvollem, also Messern und Bratspießen, und ein bisschen Schönem, nämlich Schmuck in Form von Armreifen und Brillenfibeln. Bei der Keramik (Vera und Ludwig Albustin) ging es, wie schon erwähnt, um Kochgeschirr, Wasserbehälter, Trink- und Essgeschirr sowie außerdem um ein



Abb. 6: Im Vorfeld hergestellte Metallrepliken der Funde aus dem Gräberfeld.

Gefäß für das Färben von Wolle. So gesehen hat das Projekt natürlich die Möglichkeit geboten, qualitativ hochwertige Repliken anfertigen zu lassen, die auch für andere Projekte danach noch nutzbar sind, und die wir sonst mit Blick auf unser übliches Budget nie hätten erwerben können.

Große Hilfe wurde durch Wolfgang Lobisser geboten, indem er uns seine Nachbauten authentischer Werkzeuge lieh. Außerdem konnte aus seiner Werkstatt die Sammlung an Hausrat durch Holzschalen (für den kleinen Lysander), Schöpflöffel, Körbe usw., und vor allem durch die Anfertigung von zwei Kämmen aufgestockt werden (Abb. 5-6).

#### Choreographie

In den Monaten vor dem Projekt wurde gemeinsam mit Helga Rösel eine Art Choreographie für den Ablauf der beiden Wochen erarbeitet, auch um dem Fernseherteam die Gelegenheit zur Zeitplanung (auch hinsichtlich der Ausstrahlungstermine der kleineren Beiträge) zu geben. Vor allem bezüglich des Films als Instrument der Vermittlung war uns daran gele-

gen, nicht nur den Alltag zu zeigen, den die neun Mitwirkenden bewältigen konnten. Wir wollten die Vielfalt hallstattzeitlichen Lebens zeigen, was vor allem hieß, mehr Handwerk zu zeigen als nur jenes, das die Mitwirkenden selbst beherrschten. Dementsprechend haben wir uns dazu entschlossen, einige Besuche von sogenannten Wanderhandwerkern zu inszenieren. Es ging auch darum, zu zeigen, dass prähistorische Gemeinschaften nicht in sich abgeschlossene Einheiten waren, sondern dass es intensive Kontakte in alle möglichen (geographischen) Richtungen gab. Deshalb wurde der Besuch eines Glasperlenmachers, Klaus Löcker, eines Schmieds, Daniel Kumpa, eines Holzspezialisten, Wolfgang Lobisser, und der Besuch einer Delegation aus Hallstatt, Hans Reschreiter und Kerstin Kowarik, um das Thema Salztransport und -handel anzusprechen, organisiert.

Darüber hinaus wurde versucht, auf Initiative der Mitwirkenden kleinere Schwerpunkte, wie das Färben in der Grube oder die Herstellung einer Fischreuse, terminlich vorab ungefähr zu fixieren.

## Das 21. Jahrhundert im Hallstatt-Experiment

Die Journalistenfrage schlechthin lautete: „Was ist euch denn aus unserer Zeit erlaubt?“.

Zahnbürsten waren vor allem den Kindern erlaubt, vor allem aufgrund der Erfahrungen im Steinzeit-Projekt – welche Auswirkungen klebriger Getreidebrei samt Honig auf ungeputzten Kinderzähnen hat, ist also bereits bekannt. Die Frage der Zahnbürsten durften die erwachsenen Mitwirkenden jeweils für sich selbst entscheiden. Nachdem das Freilichtmuseum in bewohntem Gebiet liegt und auch nach

dem Projekt wieder als solches genutzt werden sollte, konnten und sollten die Mitwirkenden die vorhandenen Toiletten nutzen. Je nach Witterung und Stimmung sollten die Eltern außerdem entscheiden dürfen, ob die Nutzung eines modernen Bades für die Kinder notwendig wurde. Brillen und Medikamente waren natürlich ebenfalls in Verwendung, ebenso wie Unterwäsche für jene, die das wollten. Somit war es teilweise auch Sache der Mitwirkenden selbst, wie weit sie sich in diesen Detailfragen authentisch verhalten wollten oder nicht. Nur die Verwendung von technischen Geräten und das Verlassen des Dorfes waren, in vorheriger Absprache mit den Mitwirkenden, nicht erwünscht. Nachdem es sich nicht um ein „Camp“ handelte, in das TeilnehmerInnen eingesperrt werden, um Aufgaben zu erfüllen, sondern um ein Experiment, das von Leuten getragen wurde, die sich teilweise schon seit Jahren auf eine solche Möglichkeit gefreut hatten, war es vor allem oft ein persönliches Anliegen, möglichst authentisch zu leben.

## Die praktische Durchführung

### Der Tagesablauf

Grundsätzlich gab es 2 Fixpunkte am Tag: das morgendliche und abendliche Ziegenmelken um etwa 7 Uhr. Zum Glück wusste die Ziege ganz gut selbst, wann diese Zeit war und ließ uns das durch intensives Meckern auch wissen. Das Ziegenmelken benötigte etwa 2 bis 3 Personen, eine gewisse Ruhe und viel frisches Blattwerk als Futter zum Ablenken der Ziege während des Melkvorgangs. Die übrige Zeit konnten wir quasi selbst einteilen. Es kristallisierte sich heraus, dass wir nach dem morgendlichen Melken ein

etwas aufwändigeres, warmes Frühstück anfertigten und dann gegen späten Nachmittag, Abend ein zweites warmes Essen zu uns nahmen. Zwischendurch gab es nach Bedarf Obst oder Brot. Einmal am Tag wurde Mehl gemahlen und frisches Brot gebacken. Zwischendurch wurden Gegenstände wie Rindengefäße, Reusen, Holzpflocke angefertigt, gekocht, abgewaschen, an längeren Projekten wie dem Kettescheren für den Webstuhl oder an der Brettchenweberei weitergearbeitet.

### Die Dreharbeiten

Von den 14 Tagen Projekt wurde nur an 4 Tagen (2 mal 2 Tage hintereinander) nicht gefilmt. Diese recht intensiven Filmaufnahmen hatten natürlich Einfluss auf das Experiment. Zum einen mussten Personen für die Filmaufnahmen zur Verfügung stehen, die sich dann während des Filmens nicht um alltägliche Dinge wie Feuer machen, kochen oder Mehl mahlen kümmern konnten. Durch den Standort des Keltendorfs Mitterkirchen an einer stärker befahrenen Straße kam es aufgrund des Verkehrslärms immer wieder zu Tonstörungen. Das führte dazu, dass manche Szenen öfters wiederholt werden mussten und somit zu Zeitverzögerungen in unserem Tagesablauf, aber auch bei den von uns geplanten Vorhaben. „Film braucht Licht“ – Diese Tatsache brachte es mit sich, dass viele Szenen in der Sonne gedreht wurden, wobei wir von uns aus den Arbeitsplatz im Schatten oder zumindest im Halbschatten gewählt hätten.

### Häuser und Hausrat

Zu den von der Familie Albustin hergestellten Keramikrepliken brachten wir noch eine Menge Körbe, 3 Truhen, einige

Birkenrindengefäße und Stoffbeutel mit, außerdem noch Werkzeuge für das Textilhandwerk, Stoffe, Rohwolle, Färbepflanzen, Holzrohlinge, Schnüre, Holzwerkzeug, Bast, Feuersteine und Zundermaterial. Kinderspielzeug wie Filzbälle, Stoffpuppen und ein Nachziehpferd mit Wagen sowie Knochen- und Holzperlen zum Auffädeln brachten die Kinder mit. Trotz dieser Menge an Gegenständen hätten wir noch mehrere verschließbare Gefäße zum Lagern von flüssigen Gebinden wie Essig, Honig, Öl und Met benötigt. Ebenso fehlten geeignete Gefäße für Schmalz, Butter und Salben. Durch Improvisieren war es möglich, diese Substanzen zu lagern, es war nur keine optimale und schöne Lösung. Ein weiteres Problem war der fehlende Erdkeller. Im Museumsdorf gibt es zwar eine mit einem Holzdeckel verschließbare Erdgrube, die sich aber aufgrund ihrer geringen Tiefe nicht für die Lagerung von leicht verderblichen Milchprodukten eignet. Die Hitze welle in der ersten Woche des Projekts mit bis zu 37 Grad Celsius im Schatten führte dazu, dass wir sämtliche Milchprodukte wie die täglich frische Ziegenmilch sofort weiterverwenden mussten.

Die Vorratskammer bestand aus einer flachen verschließbaren Holztruhe. In ihr lagerten wir verschiedene Getreidesorten, Nüsse, Leinsamen und Hülsenfrüchte. Außerdem hatten wir Öl, Essig und Honig zu Verfügung sowie täglich frisches Obst, hauptsächlich die gerade reifen Sommeräpfel, Trauben und Beeren und Gemüse wie Karotten und Kohl. Obst und Gemüse bekamen wir alle paar Tage frisch, meist aus den Gärten der Mitterkirchner. Unsere Idee auch Wildgemüse und Wildkräuter in der Küche zu verwenden, war leider aufgrund der Umgebung des Museumsdorfes nicht umsetzbar, da



Abb. 7: Das Zentrum des Dorfes – die Kochstelle.

das Keltendorf größtenteils von bewirtschafteten Feldern umgeben ist und in diesem Punkt keiner eisenzeitlichen Siedlung entspricht, die, selbst wenn diese von Feldern umgeben wäre, durch die fehlende Unkrautbekämpfung wesentlich mehr Wildkräuter aufweisen würde.

#### Die Feuerstelle

Der Platz mit der Feuerstelle wurde zu einem wichtigen Treffpunkt für die Gruppe (Abb. 7); genutzt wurde der Platz nicht nur für das Kochen, sondern auch für alle Besprechungen und das gemütliche Beisammensitzen am Abend. Wenn es das Wetter zuließ, siedelten sich auch andere Arbeitsplätze im Umkreis dieses zentralen Treffpunktes an, wie etwa der Arbeitsplatz für die Herstellung des Rindengefäßes oder für das Bauen einer Reuse. Ein Vor-

teil von dieser Arbeitsplatzkonzentrierung war sicher, dass sich dadurch mehrere Personen während ihrer Arbeiten auch um das Feuer kümmern konnten.

#### Das Essen

Einen wesentlichen Teil des Projektes verbrachten wir mit kochen, backen und braten. Hier hatten wir zwei Hauptaugenmerkmale: Zum einen wollten wir Lebensmittel haltbar machen, wie bei dem Versuch Trockenfleisch herzustellen, zum anderen ausprobieren, welche Vielfalt an Speisen mit den vorhandenen Lebensmitteln möglich ist. Ein Großteil dieser Speisen war sicher etwas für Festessen, da der Aufwand wesentlich höher ist, als das Aufstellen eines Eintopfs, der quasi von selbst vor sich hin köchelt und keine übermäßige Betreuung außer gelegentli-

ches Umrühren und das Betreuen der Feuerstelle braucht.

## Stoffe und Kleidung

Eine interessante Beobachtung war der relativ hohe Textilverbrauch für alltägliche Tätigkeiten, vom Hände abtrocknen, über Geschirr waschen bis zum Sieben von Milch. Das war für mich insofern spannend, als dieser für das tägliche Leben sehr wichtige Bereich der Textilien in der Forschung weniger Beachtung findet als etwa die Kleidung.

## Die Besucher

Eine für mich sehr spannende Erfahrung war das große Interesse der Museumsbesucher zu dem Projekt und was wir gerade machten. Obwohl der größte Teil des Museums für die Besucher gesperrt war und sie uns nur von außen zuschauen konnten, hatte ich den Eindruck, dass diese Belebung des Dorfes für sie etwas Besonderes darstellte. Viele von den Besuchern fragten uns und einige ältere Leute erzählten uns von eigenen alltäglichen Erfahrungen, die sie noch bei ihren Großeltern beobachtet haben. Manche Mitterkirchner kamen jeden Tag, um zu sehen, wie es uns ging und ob wir etwas brauchten. Ein Anziehungspunkt für die Kinder waren sicher die zwei Ziegen Agathe und Gwendolin und die Schafe Daisy und Molly.

## Spuren

Weiters waren die Spuren unserer Tätigkeiten ein sicherlich spannendes Resultat, das zum Teil noch ausgewertet werden muss. Für mich besonders interessant waren die auch noch nach dem Waschen

bestehenden Schmutzspuren am rechten Ärmel von Lysanders Kittel, die daher rührten, dass er mit sehr viel Hingabe im Wasser mit und ohne Erde darin gepantscht hatte. Mir war bisher noch nie aufgefallen, welche Spuren eine ausgeprägte Rechtshändigkeit an einem hellen Textil hinterlassen können. Aber auch die Brandlöcher am Saum der Röcke und die nach zwei Wochen Tragezeit zerschlissenen Schuhe geben uns Hinweise zum Verschleiß und der Haltbarkeit von Materialien. Die Abriebspuren vom Abwasch mit Sand bei der Keramik und die Spuren vom Nüsse hacken mit Messern in Holzgefäßen werden noch mit Spuren auf Originalgefäßen verglichen.

## Fazit

Die praktische Durchführung war eine Gratwanderung zwischen archäologischem Experiment, authentischem Leben und der filmischen Dokumentation. Klarerweise werden heutige Menschen nicht so denken und handeln wie prähistorische Menschen. Dennoch verhelfen diese Alltagsexperimente, neben der Belebung eines Museums, was für dessen Besucher sehr interessant ist, zu Erkenntnissen und Erfahrungen im Kleinen. Benutzungsspuren wie bei der Keramik können mit den Originalfunden verglichen und im besten Fall Tätigkeiten zugeordnet werden. Haltbarkeiten von Kleidung oder Schuhwerk kann ausgetestet werden. Erfahrungen bei bestimmten Handwerks-techniken können gesammelt und dokumentiert werden. Theorien zu Herstellungstechniken können getestet werden. Aber auch eine Museumsanlage kann auf ihre Funktionalität geprüft werden.

## Literatur

**SCHÖBEL, G. 2008:** Erfahrungen und Erkenntnisse eines Filmprojektes. Die ARD/SWR Filmdoku „Steinzeit - Das Experiment. Leben wie vor 5000 Jahren“ aus der Sicht des Pfahlbaumuseums Unteruhldingen. In: Experimentelle Archäologie in Europa 7, Bilanz 2008, 111-130.

[www.prunkwagenundhirsebrennerei.blogspot.com](http://www.prunkwagenundhirsebrennerei.blogspot.com)

## Abbildungsnachweis

Abb. 1-2, 4, 6: Jutta Leskovar

Abb. 3, 5, 7: Josef Gusenbauer

## Autorinnen

Helga Rösel-Mautendorfer  
Prähistorische Abteilung  
Naturhistorisches Museum  
Burgring 7  
A-1010 Wien

Jutta Leskovar  
Abteilung Ur- und Frühgeschichte  
Oberösterreichische Landesmuseen  
Welserstraße 20  
A-4060 Leonding

## Zwischen Experiment und Museumsbau

Verschiedene Stufen der Authentizität bei der Rekonstruktion der *Wikinger Häuser Haithabu*

Joachim Schultze

**Summary** – *An entirely authentic reconstruction of an archaeological structure is impossible. It is in the nature of every archaeological feature that it is preserved in a fragmentary way and that in the course of reconstruction – even in the ideal case – different alternatives of reconstruction are possible. Assumptions have to be made at some point in the line of argument. If houses are reconstructed, not as a pure experiment, but as a part of a museum, aspects of their future use also have to be taken into consideration in the course of reconstruction, which limit the authenticity of the rebuilt houses. Therefore reconstructions can only be a pursuit of authenticity, but it will never reach it absolutely. For this reason, it is highly important to explain to ones colleagues as well as to the public the archaeological basis, the decisions which were made and the line of argument which was followed for the reconstruction.*

In den Jahren 2005 bis 2008 wurde im historischen Gelände von Haithabu ein Freilichtmuseum bestehend aus Nachbauten von insgesamt sieben Gebäuden, der zugehörigen hölzernen Infrastruktur (Zäune, Wege, Brunnen, Bachuferbefestigungen) sowie einer Landebrücke aufgebaut. Ziel dieser Rekonstruktionen, der *Wikinger Häuser Haithabu*, ist es, dem interessierten Besucher die wikingerzeitliche Welt dieses frühstädtischen Handelsplatzes begreifbar und im Idealfall sogar erlebbar zu machen. Die *Wikinger Häuser Haithabu* ergänzen dabei das unweit gelegene *Wikinger Museum Haithabu*, das anhand von Originalfunden und Modellen über die Entwicklung und die Bedeutung dieses frühmittelalterlichen Fernhandels-

zentrums informiert.

Die Rekonstruktionen wurden an zentraler Stelle innerhalb des vom Halbkreiswall umschlossenen historischen Siedlungsgeländes im Bereich der alten Grabungsflächen Herbert Jankuhns (1935-39; *Abb. 1*) und Kurt Schietzels (1963/64; 1966-69 in der Siedlung und 1979/80 im Hafen) errichtet. Die Wahl dieser bereits untersuchten Flächen bot mehrere Vorteile. Erstens ist durch die Ausgrabungen die Siedlungsstruktur in diesen Bereichen bekannt und die hervorragende Erhaltung von Bauholz in den feuchten Siedlungsarealen (*Abb. 1*) lässt weitgehende Aussagen zur ehemaligen Bebauung an dieser Stelle zu. Zweitens konnte durch die Wahl dieser Flächen eine Überbauung



Abb. 1: Die Ausgrabungen im zentralen Siedlungsbereich von Haithabu im Jahr 1937. Blick Richtung Osten.

archäologisch noch nicht untersuchter Areale weitgehend vermieden werden, und es kam zu keiner Zerstörung der archäologisch noch intakten Befundschichten. Dieses wurde zusätzlich dadurch erreicht, dass die Nachbauten auf einem 60 cm hoch aufgeschütteten Podest errichtet wurden, das symbolisch die Begrenzung und den Übergang von der Moderne in die Wikingerzeit markiert.

Vorgabe und Ziel bei der Errichtung der *Wikinger Häuser Haithabu* war es, das Siedlungsareal weitestmöglich originalgetreu zu rekonstruieren. Es zeigte sich jedoch bereits im frühen Stadium der Planung, dass diesem Wunsch nach größtmöglicher Authentizität Grenzen gesetzt sind. Diese werden nicht nur durch die Grenzen archäologischer Erkenntnis – selbst bei so vorteilhaften Erhaltungsbe-

dingungen wie in Haithabu – bestimmt, sondern auch durch die abweichende Nutzung der Rekonstruktionen nicht im originalen wikingerzeitlichen Sinne, sondern als Freilichtmuseum. So zielte die Entscheidung, die Rekonstruktionen auf einem 60 cm hohen Podest zu errichten, auch auf eine Verlängerung der Lebensdauer der Nachbauten durch eine bessere Drainage des Untergrundes. Gleichzeitig ließ sich zwar aus dem archäologischen Befund die Siedlungsstruktur im ausgewählten Areal aufgrund der guten Holzerhaltung der unteren Schichten ablesen und damit rekonstruieren, doch liegen die besten Hinweise auf das Aussehen und die Konstruktion von Gebäuden aus den näher am Ufer des Haddebyer Noors gelegenen Grabungsflächen vor. Aus diesem Grunde wurde entschieden,

zwar einerseits das Siedlungsmuster des überbauten Siedlungsareals nachzubauen, dort jedoch das Spektrum der unterschiedlichen Holzkonstruktionen (Gebäude, Zäune, Wege, Brunnen, Bachuferbefestigungen ...) abzubilden, das aus den hafennahen Siedlungsarealen bekannt ist. Entsprechend dieser Festlegung, zeigen die *Wikinger Häuser Haithabu* ein Siedlungsmuster des 9. Jahrhunderts (aus den jüngeren Siedlungsphasen des 10./11. Jahrhunderts ist kaum Bauholz erhalten), das einerseits durch den in West-Ost-Richtung das Siedlungsareal durchfließenden Bach, andererseits durch einen uferparallelen Nord-Süd-Weg bestimmt wird, dessen weiterer Verlauf sich im geomagnetischen Messbild zeigt (zuletzt HILBERG 2009, 89-90, SCHULTZE 2008, 235-243). Die Bebauung ist auf diesen Hauptweg orientiert, wobei von diesem kleinere Nebenwege nach Westen oder zum Hafen nach Osten führen. Um das Spektrum der in diesen niedrig gelegenen, hafennahen Siedlungsarealen Haithabus errichteten Gebäudetypen zu zeigen, wurden für die Rekonstruktionen ein Palisadenbau, ein Blockbau, eine späte Form eines Innengerüstbaus, ein Wandgerüstbau, ein Wandgerüstbau mit schrägen Außenstützen und ein Pfosten-Schwellriegel-Gebäude ausgewählt. Um die Grenzen der archäologischen Erkenntnis aufzuzeigen und alternative Möglichkeiten der Rekonstruktion eines archäologischen Befundes darzustellen, wurde zudem entschieden, das am besten erhaltene Gebäude zweifach zu rekonstruieren (Haus 1 und Haus 7). Zudem wurde bei dem erneuten Nachbau des Hauses von dem Grundsatz der Authentizität dahingehend abgewichen, dass die Eingänge so gebaut wurden, dass auch Besucher im Rollstuhl in das Gebäude

gelangen können (Haus 7). So symbolisiert allein dieses Beispiel das Spannungsfeld der Authentizität bei der Rekonstruktion der *Wikinger Häuser Haithabu* zwischen nutzungsbedingten Rücksichtnahmen beim Museumsbau einerseits und den Grenzen archäologischer Erkenntnis andererseits.

#### Grenzen archäologischer Erkenntnis

Kein archäologischer Baubefund, sei er noch so gut, wird sich in allen Details zweifelsfrei authentisch rekonstruieren lassen. Bei jedem Nachbau wird früher oder später der Zeitpunkt erreicht, bei dem zwischen verschiedenen Rekonstruktionsvorschlägen aufgrund von Wahrscheinlichkeiten gewählt werden muss. Zeichnen sich bei Siedlungen ohne organische Erhaltung die Pfosten eines Hauses bzw. die Gruben, in die die Pfosten hineingestellt wurden, ausschließlich aufgrund von Verfärbungen im Boden ab, so lassen sich meist nur grobe Aussagen zu Gerüst und Wandaufbau eines Hauses treffen. Sind hingegen die in den Boden eingegrabenen unteren Abschnitte der hölzernen Pfosten erhalten, so lassen sich Aussagen zu den Abmessungen, Querschnittsformen und Holzarten der verwendeten Bauhölzer treffen und die Aussagen zu Gerüstkonstruktion und Wandaufbau verhärtet sich. Aussagen zur Wandhöhe oder gar zu Fenstern sind hingegen nur in dem seltenen Fall verstürzter bzw. niedergelegter Wandabschnitte oder wiederverwendeter Hölzer möglich. Zweitverwendete Bauhölzer wiederum ermöglichen einen Einblick in konstruktive Verbindungen zwischen verschiedenen Bauhölzern, lassen sich jedoch meist keinem konkreten Baubefund zuweisen. Sie geben damit nur einen all-

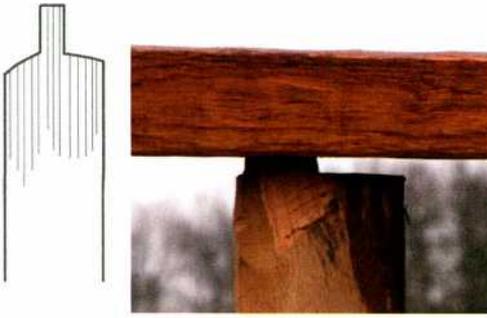


Abb. 2: Zapfenverbindung, links: zeichnerische Dokumentation eines Holzes mit Zapfen. Maßstab 1:20. Rechts: Nachbau.

gemeinen Einblick in das Spektrum der bekannten Gefügeverbindungen.

Vor diesem Hintergrund wurde in Bezug auf die Rekonstruktionen der *Wikinger Häuser Haithabu* eine dreistufige Priorisierung der Aussagekraft des zur Verfügung stehenden Quellenmaterials vorgenommen. Das größte Gewicht kam immer dem Baubefund zu, der rekonstruiert werden sollte. Der Grundriss und dessen Untergliederung in tragende Gerüstpfosten und nicht tragende Hölzer ermöglichten Angaben zu Gerüst, Wandaufbau und Innengliederung des Hauses. Teilweise erhaltene Baudetails z. B. zur Konstruktion der Eingänge gaben weitere Hinweise auf die Bauweise und das Aussehen des einzelnen Gebäudes. Reichte die Aussagekraft des Baubefundes selbst nicht zur Rekonstruktion aus, wurden zunächst das Vergleichsmaterial aus Haithabu selber und erst danach die Vergleiche aus zeitgleichen oder zeitnahen Siedlungen zur Rekonstruktion herangezogen und die Rekonstruktionen in die allgemeine Hausentwicklung des Früh- und Hochmittelalters im norddeutsch-dänischen Raum eingepasst. Wurden auf diese Art und Weise Vorschläge zur Rekonstruktion von Gerüst-, Wand- und idealerweise auch

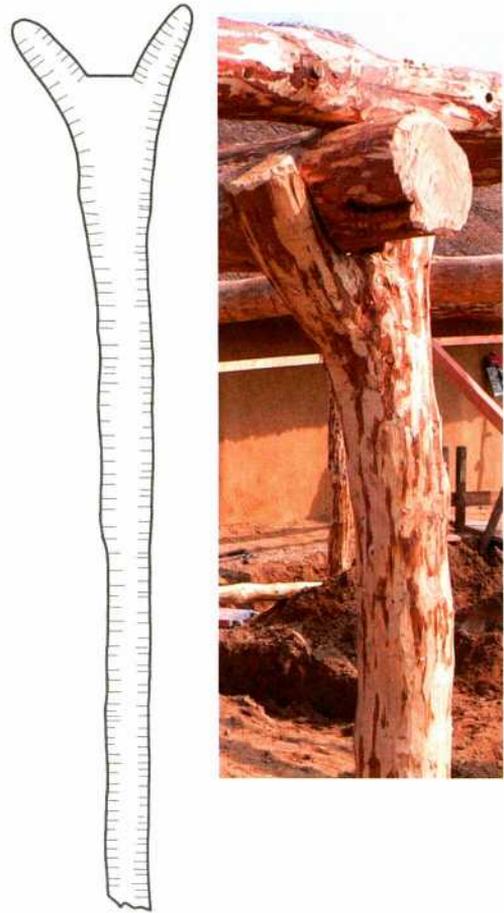


Abb. 3: Gabelpfosten. links: zeichnerische Dokumentation. Maßstab 1:20. Rechts: Nachbau.

Dachkonstruktion erarbeitet, so bedarf es der Kenntnis erhaltener konstruktiver Bauhölzer, um Vorschläge zur Ausformung von Gefügeknoten und -details zu erarbeiten. Auch hierfür wurde den aus Haithabu vorliegenden Stücken jeweils zunächst höhere Priorität gegenüber denen von anderen zeitgleichen und zeitnahen Siedlungsplätzen eingeräumt.

In Bezug auf die Holzverbindungen passt sich das in Haithabu gefundene Spektrum an Konstruktionshölzern gut in das von anderen Fundplätzen bekannte Reper-

toire an Gefügeverbindungen ein, auch wenn einzelne, von anderen Plätzen bekannte Verbindungsformen für Haithabu bislang nicht nachgewiesen wurden (vgl. SCHULTZE 2008, 140-159 mit Einzelnachweisen auch zu anderen Fundplätzen). So lässt sich in Haithabu nicht nur zeigen, dass Wandrähme auf Pfosten aufgezapft (Abb. 2), sondern dass Balken auch in Gabelhölzer und Schlitzpfosten eingelegt werden konnten (Abb. 3). Für ein seitliches Einzapfen von Rähmen in Pfosten, wie es beispielsweise für den frühen Kirchenbau in Jütland belegt ist, liegen aus Haithabu hingegen bislang keine Nachweise vor, auch wenn das Auftreten von Pfosten-Schwellriegel-Gebäuden in Haithabu diese Verbindungsform ebenfalls möglich erscheinen lässt. Auch für ein Aufklauen von Sparren auf die Wandrähme, einer von der Stellerburg und dem Husterknupp belegten Verbindungsform, gibt es keinen sicheren Nachweis aus Haithabu, auch wenn mittels Klauen auf die Wandrähme gestellte Sparren oder auf Rähme aufgelegte Rofen grundsätzlich möglich scheinen. Hingegen sind in Haithabu gefundene Kanthölzer, die in schrägen Blättern enden, vermutlich als Köpfe von im First miteinander verblatteten Sparren zu deuten. Darüber hinaus zeugen einzelne Hölzer mit Blattsitzen an den Längsenden von Verlängerungen von Balken durch Anblattungen, genauso wie die in Haithabu nachgewiesenen Blockbauten belegen, dass Überkämmungen grundsätzlich bekannt waren. Ein komplett erhaltenes und ein im oberen Bereich abgebranntes Türblatt sowie ein Türrahmen zeugen zudem von Größe, Konstruktion und Verriegelung von Türen (SCHULTZE 2010). Die zwei erhaltenen, nur sehr kleinen Fenster belegen, dass die Gebäude in Haithabu im Inneren offen-

sichtlich sehr dunkel waren und dass auf Fenster weitgehend verzichtet wurde, um einen Wärmeverlust zu minimieren.

Um die Vorgehensweise bei der Rekonstruktion zu veranschaulichen und die jeweiligen Grenzen der Erkenntnis aufzuzeigen, werden im Folgenden die archäologischen Quellen und Argumentationsfolgen beim Nachbau zunächst für ein in Haithabu „normal“ erhaltenes Gebäude, Haus 3, vorgestellt und im Anschluss für den am besten erhaltenen, zweifach rekonstruierten Baubefund, Haus 1 und 7, dargestellt. Die Darstellung beschränkt sich dabei weitgehend auf die Holzkonstruktion.

Von dem Ost-West ausgerichteten, ursprünglich nahe am Ufer des Haddebyer Noores errichteten Haus 3 sind fast ausschließlich die hölzernen Überreste der westlichen Haushälfte erhalten, wobei die Bauhölzer des westlichen Abschnittes der südlichen Längswand und des südlichen Abschnittes der Westwand am vollständigsten überliefert sind (Abb. 4; zur Beschreibung und Bewertung des archäologischen Befundes vgl. SCHULTZE 2008, 336-343). Neben der Tatsache, dass die östliche Hälfte des Hauses archäologisch größtenteils nicht erfasst wurde, da sie außerhalb der Grabungsflächen lag, ist die Zerstörung der Befunde durch spätere Baumaßnahmen ein entscheidender Grund für die nur geringe Erhaltung der nördlichen und östlichen Wandabschnitte. Durch die dem Gebäude zuzuordnenden Bauhölzer, lässt sich die Breite des Hauses auf etwa 6,5 m und durch einen in der östlich angrenzenden Grabungsfläche erhaltenen Rundpfosten die Hauslänge auf mindestens 11,70 m bestimmen.

Soll der Grundriss des Gebäudes rekonstruiert werden, so sind die erhaltenen Bauhölzer zunächst in ihrer Funktion zu

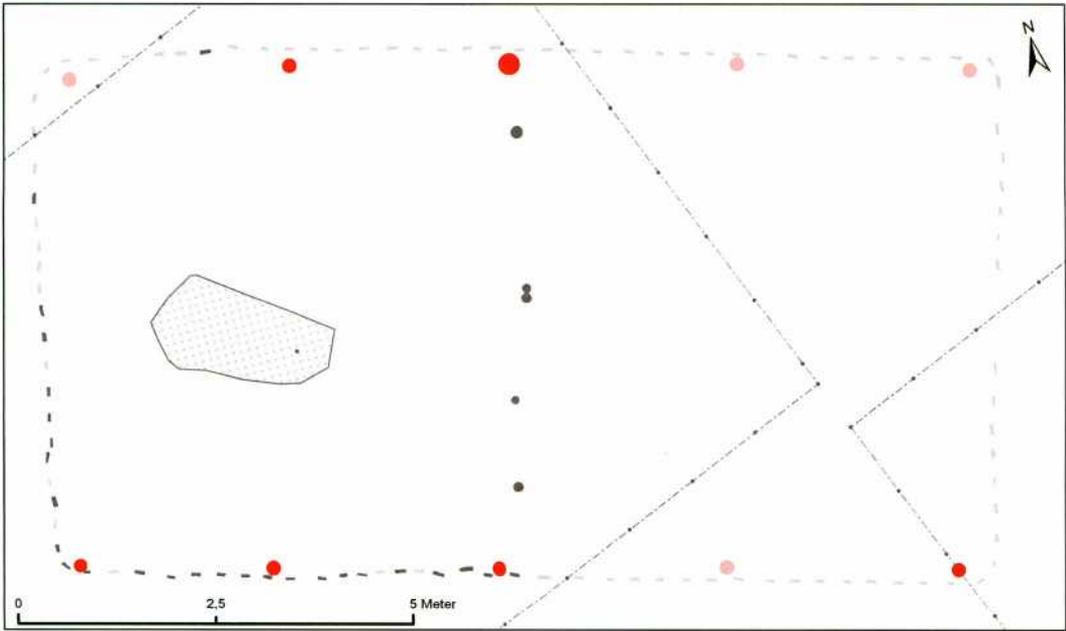


Abb. 4: Ergänzter Grundriss von Haus 3. Die Gerüstpfosten sind rot markiert, die nicht tragenden Bauhölzer in Grautönen dargestellt. Die kräftigen Farben zeigen die erhaltenen Bauhölzer, die ergänzten Hölzer hingegen sind in schwachen Farben abgebildet.

differenzieren. Zu unterscheiden ist zwischen Gerüstpfosten und Hölzern ohne tragende Funktion, die zur Außen- und Innenwand gehören. Das Gerüst des Hauses besteht aus Rundhölzern, die im Inneren des Hauses unmittelbar vor der Außenwand aus Flechtwerk, das um Spaltbohlen gewunden ist, platziert sind. Wie im westlichen Abschnitt des Hauses deutlich zu erkennen, sind die 15-25 cm starken Gerüstpfosten jeweils paarig angeordnet, wobei alle 2,45 m bzw. 2,85 m ein Pfostenpaar gestellt wurde. Lässt sich mittels dieser Beobachtung auch die Position des vermutlich außerhalb der Grabungsfläche errichteten nordwestlichen Eckpfostens bestimmen, so fällt die Bestimmung der Ostausdehnung des Hauses deutlich schwerer. Ein im Westprofil der östlich angrenzenden Fläche 6 beobachtetes sehr tief in den torfigen Unter-

grund eingeschlagenes Rundholz ähnlicher Dimension und Höhenlage steht in direkter Flucht der südlichen Gerüstpfosten. Seine Entfernung (5,8 m) von dem östlichsten in Fläche 5 erfassten Gerüstpfosten entspricht der doppelten Distanz der beobachteten Abstände zwischen den Gerüstpfosten, so dass ein weiterer Gerüstpfosten mittig zwischen beiden Pfosten in dem nicht ausgegrabenen Bereich zu ergänzen ist. Da in östlicher Flucht kein weiteres Rundholz ähnlichen Maßes und entsprechender Höhenlage aufgedeckt wurde, kann vermutet werden, dass das im Westprofil der Fläche 6 erfasste Rundholz der östlichste Gerüstpfosten ist. Wird die Position der südöstlichen Gerüstpfostenreihe gespiegelt, ergibt sich für dieses Gebäude ein Gerüst aus fünf Rundpfostenpaaren.

Deutlich zeigen die insbesondere im Südwesten des Hauses erhaltenen Spaltbohlenreihen, dass die nicht tragenden Außenwände ursprünglich als – vermutlich lehmverkleidete – Flechtwände ausgeführt waren, von denen ausschließlich die unteren Enden der in den Boden eingeschlagenen Spaltbohlen erhalten sind. Während die Spaltbohlenreihe der Südwand unmittelbar außen vor der Gerüstpfostenreihe entlang führt und die einzige erhaltene Spaltbohle der nördlichen Längswand dort eine ähnliche Situation vermuten lässt, so verläuft die Flucht der Westwand etwa 0,3-0,4 m westlich vor der Flucht, die durch das westlichste Gerüstpfostenpaar beschrieben wird. Da von der Ostwand des Hauses keine Bauhölzer erhalten sind, mag dort eine ähnliche Situation angenommen werden.

Trifft diese Annahme zu, so wurde das Haus mittig durch eine Innenwand, die sich durch eine Reihung von Rundhölzern zwischen den zentralen Gerüstpfosten zu erkennen gibt, in zwei gleich große Räume geteilt. Eine im westlichen Raum an zentraler Stelle aufgedeckte Platte aus teilweise gebranntem Ton mit Holzkohle scheint aufgrund ihrer Lage ebenfalls dem Gebäude zuzuordnen sein und spricht für eine Deutung des westlichen Raumes als Wohnraum.

Eindeutige Hinweise auf einen oder mehrere Hauseingänge finden sich nicht, sind jedoch aufgrund der starken späteren Zerstörung und der teilweise außerhalb der Grabungsflächen liegenden Hausabschnitte auch nicht notwendigerweise zu erwarten. Da östlich des Hauses ein Weg vorbeiführte, kann davon ausgegangen werden, dass das Gebäude zumindest zu diesem Weg hin einen Eingang besaß. Da die genaue Position und Konstruktion des Eingangs aufgrund des Grabungsbe-

fundes also nicht festgestellt werden konnte, wurde entschieden, die Eingangssituation des Gebäudes nachzubauen, das ursprünglich an der Stelle stand, an dem Haus 3 nachgebaut werden sollte. Auch dieses Gebäude war mit seiner Giebelseite auf den östlich vorbeiführenden Hauptweg ausgerichtet, wobei es durch einen mittig in der Ostwand angelegten Türeinang erschlossen wurde (SCHIETZEL 1969, 29; 32 mit Abb. 16).

Typologisch ist der auf diese Weise erschlossene Grundriss als eine späte Form eines Innengerüstbaus zu bezeichnen, da die Gerüstpfosten paarig im Innenraum des Hauses stehen. Im Gegensatz zu den typischen, dreischiffigen Innengerüstbauten stehen die Gerüstpfosten bei diesem Gebäude jedoch im Gebäudeinneren unmittelbar vor den Außenwänden. Dreischiffige Innengerüstbauten sind im ländlichen Raum Dänemarks bis in die ältere Wikingerzeit die dominierende Bauform (ETHELBERG 2003, 346-356; SKOV 1994, 141; 2002). Für diese wird meist eine Oberrähmkonstruktion (zunächst Verbindung der Pfostenpaare mittels Jochbalken vor einer Zusammenbindung der Joche in Längsrichtung des Hauses mittels aufgelegten Pfetten) mit Pfettendach angenommen (z. B. SCHMIDT 1999, 99-100). Entsprechend diesen Überlegungen wurden bei Haus 3 die Pfostenpaare ebenfalls zunächst durch einen Jochbalken verbunden, bevor auf deren äußere Enden die Fußpfetten (Wandrähme) aufgelegt wurden (Abb. 5). Die Firstpfette wurde auf abgestützte Firstständer gelegt, die ihrerseits auf die Jochbalken aufgestellt wurden. Auf First- und Fußpfetten wurden schließlich die Rofen aufgelegt. Die Beobachtung, dass die südliche und vermutlich auch die nördliche Flechtwand unmittelbar außer-



Abb. 5: Rekonstruktion des Gerüsts von Haus 3.

halb der Gerüstpfostenreihe und damit entlang der Fußpfetten verlief, führte zusammen mit der ebenfalls in Haithabu gemachten Beobachtung, dass Spaltbohlen von Flechtwänden in Arealen mit schwachem Baugrund an Gerüstpfosten und vermutlich auch an Rähme angenagelt wurden, um ein Einsinken der schweren Flechtwände in den weichen Boden zu verhindern (SCHULTZE 2008, 345), dazu, dass auch bei Haus 3 die Spaltbohlen der südlichen und nördlichen Außenwand an die Fußpfetten angenagelt wurden. Ist diese Interpretation des Verhältnisses von Flechtwänden und Fußpfetten der Längswände des ursprünglich ebenfalls auf schwachem Baugrund errichteten Hauses 3 korrekt, so bleibt der Verlauf der westlichen Flechtwand 0,3-0,4 m westlich vor dem Jochbalken des westlichsten Gerüstpfostenpaares zu erklären. Sollte die westliche und vermutlich auch östliche Flechtwand auf die gleiche Art am Hausgerüst befestigt werden, so musste ein weiterer Balken auf den äußeren Enden der Fußpfetten platziert werden. Ein solch zusätzlich auf die Fußpfettenenden aufgelegter Balken wiederum sprach für die Konstruktion eines Walmdaches und ge-

gen den Bau von Steilgiebeln.

Ergab sich durch eine Kette von Schlussfolgerungen eine in sich logische Hauskonstruktion, so mussten bei der praktischen Rekonstruktion zahlreiche Details entschieden werden, die das Aufgehende des Hauses betrafen. So wurde entschieden, dem Querschnitt der Gerüstpfosten entsprechend alle Gerüsthölzer (Jochbalken, abgestützte Firstständer, Pfetten, zusätzliche Balken, Rofen) als Rundhölzer auszuführen. Entsprechend den Analysen der in Haithabu als Bauholz verwendeten Holzarten, die einen fast ausschließlichen Gebrauch von Eiche zeigen (BEHRE 1969, 10 mit Abb. 2 und Tab. 1; 1983, 107 mit Tab. 41; ECKSTEIN 1977, Abb. 2), wurden für das Kerngerüst Eichen verwendet. Um jedoch anzudeuten, dass gelegentlich auch andere Holzarten verwendet wurden, sind einige der Rofen in Birke, Buche, Erle und Esche ausgeführt.

Die exakte Bestimmung der Wandhöhe ist in Haithabu bislang nur für Haus 1 möglich, wobei für dessen Wand eine Höhe von 2 - 2,1 m errechnet werden konnte (SCHULTZE 2008, 173). Auf ähnliche Wandhöhen deuten ein vollständig erhal-

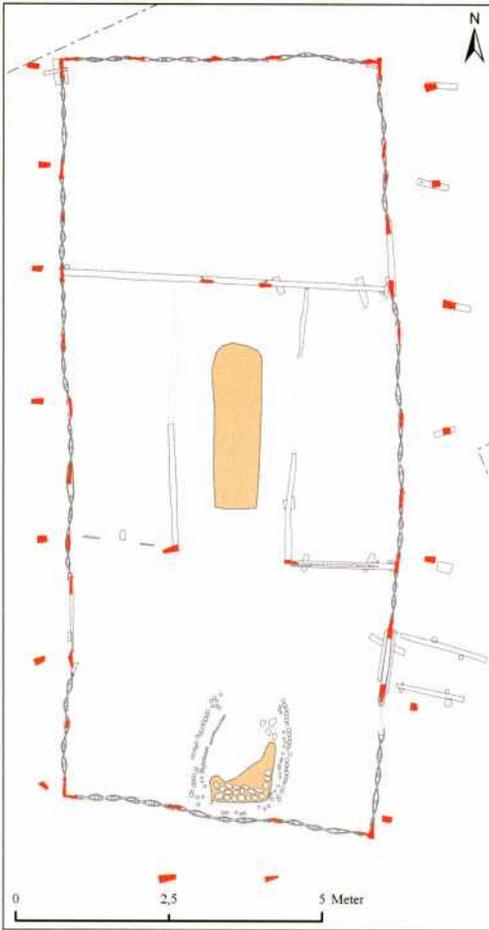


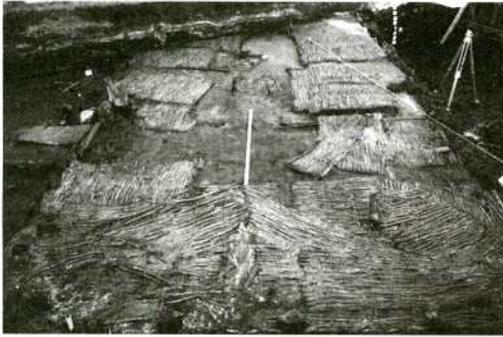
Abb. 6: Ergänzter Grundriss von Haus 1. Die Gerüstpfosten sind rot markiert, die nicht tragenden Bauhölzer in Grautönen dargestellt. Die kräftigen Farben zeigen die erhaltenen Bauhölzer, die ergänzten Hölzer hingegen sind in schwachen Farben abgebildet.

tenes Türblatt mit einer Höhe von 1,8 m (SCHULTZE 2010, 88) und der 1938 gefundene Türrahmen, der eine Mindesthöhe der Wand von 1,85 m anzeigt, wenn der Türpfosten oberhalb der Schwelle abgeschlagen wurde (RUDOLPH 1939; dazu auch SCHULTZE 2008, 126, Anm. 118). Vor diesem Hintergrund wurde entschieden, die Wandhöhen der zu rekonstruierenden

Häuser um den Wert von 2 m zu variieren und Haus 3 eine im Vergleich geringe Höhe zu geben. Für Haus 3 ist jedoch nicht die Wandhöhe, sondern die Höhe der Jochbalken ausschlaggebend, da der obere Wandabschluss durch die Oberrahmkonstruktion oberhalb des Jochbalkens lag. Da für die Bewohner des Hauses Kopffreiheit angenommen werden darf und aufgrund des in Haithabu gefundenen Skelettmaterials eine durchschnittliche Körperhöhe für Männer von 169,1 cm (nach BREITINGER; siehe SCHAEFER 1963, 192; HELMUTH 1977, 48) errechnet wurde, wurde die Unterkantenhöhe des Jochbalkens auf 1,85 m oberhalb des Fußbodenniveaus im Innenraum festgesetzt.

Auch in Bezug auf die Gefügeverbindungen wurde beschlossen, bei den Rekonstruktionsarbeiten die diversen nachgewiesenen Verbindungsformen nachzubauen (s. o.). Während bei den meisten Gebäuden in Haithabu für die Pfosten typischerweise Spaltbohlen verwendet wurden, stellt Haus 3 mit den Rundpfosten eine Ausnahme dar. Aus diesem Grunde bot es sich bei der Rekonstruktion von Haus 3 an, die Jochbalken in Gabelpfosten zu legen. Da dieses jedoch nicht notwendigerweise vorausgesetzt werden kann, wurden einzelne Balken auch bei diesem Hausgerüst aufgezapft.

Von der Innenwand zeugen ausschließlich die in größerem Abstand in einer Flucht zwischen den mittleren Gerüstpfosten stehenden kleinformatigen Rundpfosten, die an ihrem oberen Ende vermutlich mit dem Jochbalken verbunden waren. Da sich keine Spuren der eigentlichen Wandverkleidung fanden, muss angenommen werden, dass diese aus einer waagerechten Verbohlung bestand, die in diesem Fall vermutlich seitlich an die



*Abb. 7: Flechttafeln der Hauswände und des nördlichen Giebeldreiecks von Haus 1 bei der Ausgrabung 1968.*

Pfosten angenagelt war.

Im Gegensatz zu dem archäologisch nur partiell erhaltenen Haus 3 stellt Haus 1 (ein zweites Mal als Haus 7 rekonstruiert) eine Besonderheit dar, weil von diesem Gebäude nicht nur der Grundriss annähernd vollständig erhalten ist (Abb. 6), sondern auch die Flechtwandtafeln bewahrt sind, da diese beim Abriss des Hauses in das Gebäudeinnere gekippt wurden, um einen besseren Baugrund für das Nachfolgegebäude zu schaffen (Abb. 7; zur ausführlichen Beschreibung, Diskussion der Interpretationsmöglichkeiten des archäologischen Befundes und zu Zitaten siehe SCHULTZE 2008, 160-201. Hier erfolgt eine zusammenfassende Darstellung.). Es handelt sich um ein 874 oder kurz danach errichtetes, Nord-Süd ausgerichtetes, 12 m langes und an den Giebeln 5,2 m breites Gebäude mit leicht ausbauchender Ostwand. Das Gebäude ist in drei etwa gleich große Räume unterteilt, wobei es von dem östlich vorbeiführenden Weg durch Eingänge in den Nordraum und in den Südraum betreten werden konnte. Aufgrund der Reste eines Bohlenzuweges ist der Eingang zum Südraum wohl als Haupteingang zu interpretieren. Diesem gegenüber lag eine

weitere, allerdings deutlich kleinere Tür, die in den schmalen Bereich zwischen Westwand und dem die Parzellengrenze bildenden Plankenzaun führte. Der nördliche, separat von außen zu betretende Raum des Hauses besaß im Vergleich zu den südlich angrenzenden Räumen ein etwas niedrigeres Bodenniveau und war vom Mittelraum durch eine Innenwand mit Tür abgeteilt. Wie die mittig angelegte Herdplatte und die entlang der Längswände befindlichen, mindestens 0,23 m hohen Podeste anzeigen, diente der mittlere Raum als zentraler Wohnraum. Zu dem Südraum mit dem Haupteingang und seinem Kuppelofen vor der Südwand war der Mittelraum offen und nur durch seitliche, in der Breite der Podeste errichtete Innenwände abgegrenzt.

Konstruktiv ist das Gebäude als Wandgerüstbau mit schrägen Außenstützen vor den Längswänden und der südlichen Schmalwand zu beschreiben, wobei die tragenden Gerüstpfosten aus Spaltbohlen bestehen, die in das Flechtwerk der Außenwände einbezogen sind. Vor jedem zweiten Gerüstpfosten der Längswände und vor den beiden Spaltbohlen der Südwand finden sich schräge Außenstützen, die in Wandrichtung geneigt sind. Je nach dem auf der Parzelle verfügbaren Raum, stehen diese Außenstützen näher oder weiter von der Hauswand entfernt. Auch wenn nicht mit letzter Sicherheit auszuschließen ist, dass es sich bei den schrägen Außenstützen um eine spätere Maßnahme zur Sicherung des Hauses gegen ein Absinken des auf schwachem Baugrund errichteten Gebäudes handelt, so ist es doch wahrscheinlicher, dass die schrägen Außenstützen zur ursprünglichen Konstruktion zu rechnen sind. Wandgerüstkonstruktionen mit schrägen Außenstützen sind aus dem friesisch-

westfälischen Raum seit dem 7. Jahrhundert bekannt, setzen sich im dänischen Raum hingegen erst ab der zweiten Hälfte des 10. Jahrhunderts durch (zuletzt auch SPECKMANN 2010, 108-110). Das Aufkommen von Wandgerüstgebäuden mit schrägen Außenstützen wird häufig als Hinweis auf die Entwicklung eines einfachen Sparrendaches gedeutet, bei dem die Sparrenpaare zwar im Firstbereich verbunden werden, die Sparrenfüße jedoch auf den Wänden stehen ohne durch Deckenbalken miteinander als Sparrendreieck verbunden zu sein. Der bei dieser Konstruktion entstehende nach Außen gerichtete Dachschub, der durch die Sparren auf die Wände übertragen wird, wird durch die schrägen Außenstützen aufgefangen. Werden also die schrägen Außenstützen bei Haus 1 zur ursprünglichen Gerüstkonstruktion gerechnet, ist auch für dieses Gebäude ein frühes Sparrendach wahrscheinlich. Die beiden außen vor der Südwand aufgedeckten Schrägstützen sprechen zudem dafür, dass auch auf die Südwand Dachschub ausgeübt wurde. Dieses lässt vermuten, dass das Gebäude einen Walm im Süden besaß, wohingegen die Nordseite als Steilgiebel ausgeführt war, wie die dort vollständig erhaltene Flechttafel des Giebeldreiecks zeigt. Werden die schrägen Außenstützen als Hinweis auf ein frühes Sparrendach gedeutet, bei dem die Sparrenpaare ausschließlich im First miteinander verbunden wurden, so werden bei diesem Gebäude ausschließlich vier Deckenbalken als obere Wandabschlüsse im Bereich der beiden Innen- und Außenwände benötigt. Diese Annahme und die Überlegung, dass im Falle einer Oberrähmkonstruktion zunächst die Innenwände samt Wandfüllung aus senkrechten Spaltbohlen vollständig errichtet werden mussten, bevor

die Außenwände in Längsrichtung durch ein Rähm verbunden werden konnten, deuten darauf hin, dass bei diesem Haus zunächst die Längswände durch Rähme verbunden wurden, auf die anschließend die vier Deckenbalken aufgelegt wurden. Für eine Unterrähmkonstruktion spricht auch die Ausrichtung der Gerüstpfosten der Längswände, da eine Verbindung der Spaltbohlen in Längsrichtung durch aufgezapfte Rähme einfacher scheint. Deutlich aufwendiger wäre vermutlich eine Oberrähmkonstruktion, bei der die Rähme vermutlich abwechselnd auf Pfosten gezapft und über Deckenbalken überkämmt werden müssten. Entsprechend der Vorgehensweise bei Haus 3 wurden auch bei Haus 1/7 die Querschnittsformen der Hölzer des Dachgerüsts (Rähme, Sparren, Deckenbalken) von den Gerüstpfosten abgeleitet und für dieses Haus Spalthölzer verwendet.

Die außergewöhnliche Bewahrung des Gebäudes mit den Flechttafeln der Wände und des Giebeldreiecks im Norden ermöglicht die Bestimmung der Wandhöhe des Gebäudes auf 2 m - 2,1 m und der Dachneigung auf 40° (Abb. 8). Auch ein nur 0,3 m mal 0,45 m großes, in das Flechtwerk der Nordwand integriertes Fenster hat sich erhalten. Lässt die Erhaltung der Wandtafeln derart außergewöhnliche Erkenntnisse zu, so zeigt sie gleichzeitig die Grenze der Erkenntnis bei der Rekonstruktion von „normal“ erhaltenen Häusern und führt zu neuen Fragestellungen. So konnte beobachtet werden, dass die beiden seitlichen Flechtwandtafeln der Nordwand 0,3 m niedriger sind als die mittleren Flechtwandtafeln. Eine überzeugende Erklärung für diese Beobachtung fehlt bislang und so wurden die geringeren Wandhöhen mangels besserer Alternativen als Hinweise auf durch

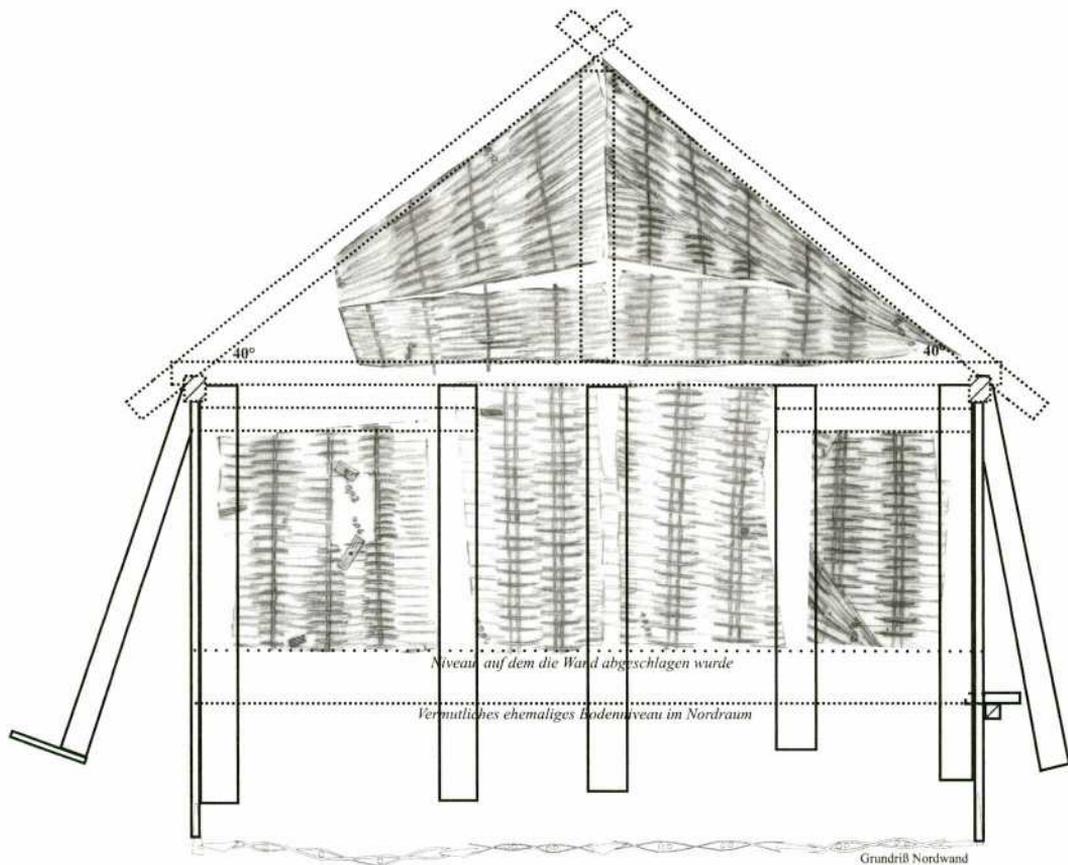


Abb. 8: Zeichnerische Rekonstruktion der Nordwand von Haus 1. Maßstab 1:50.

Bohlen verschließbare Luftschlitze gedeutet und rekonstruiert, die möglicherweise zur besseren Durchlüftung des durch eine Innenwand abgetrennten Nordraumes dienen sollten.

Auch die Innenwand, die den Nordraum vom zentralen Wohnraum abgrenzte, ließ sich aufgrund der Erhaltung der hochkant gestellten Schwellen mit Nut als Wand aus senkrechten Bohlen deuten. Mittig in diese Innenwand integriert war eine Tür, die sich in den Nordraum öffnete, wie die Ausnahme für den Drehzapfen in der Türschwelle anzeigt. Die Beobachtung, dass der zentrale Wohnraum durch In-

nenwand und Tür möglichst gut zu dem – möglicherweise durch die Luftschlitze besonders stark durchlüfteten – Nordraum geschlossen werden sollte, spricht für eine Zwischenwand auch im Giebfeld. Im Gegensatz zur Abgrenzung zum Nordraum war der zentrale Wohnraum zum Südraum offen und nur durch seitliche Raumteiler in der Breite der Podeste abgegrenzt. Die erhaltenen Hölzer des östlichen Raumteilers zeigen eine der nördlichen Innenwand vergleichbare Konstruktion, wobei sich in der Nut der Schwelle sogar noch die Reste der senkrechten Bohlen fanden. Wie die Spalt-



Abb. 9: Zweifache Rekonstruktion desselben Baubefundes. oben: Gerüst Haus 1. unten: Gerüst Haus 7.

holzpfosten des westlichen Raumteilers zeigen, besaß diese Innenwand eine abweichende Konstruktion, vermutlich aus waagerechten Bohlen, die an die senkrechten Hölzer angenagelt wurden.

Lässt die außergewöhnliche Erhaltung von Haus 1 also weitestgehende Erkenntnisse zur Rekonstruktion des Gebäudes zu, so bleiben doch selbst bei diesem Gebäude unterschiedliche Möglichkeiten zur Gerüstkonstruktion, wobei einige durch die zweifache Rekonstruktion gezeigt werden (Abb. 9). Die Unsicherheiten betreffen insbesondere die Dachkonstruktion. Selbst wenn das Dach als einfaches

Sparrendach ohne Deckenbalken mit Walm auf der einen und Steilgiebel auf der anderen Schmalseite rekonstruiert wird, bleiben zum Beispiel Fragen zur Position und Zahl der Sparrenpaare. Auch wenn die Position der Sparren grundsätzlich nicht an die Gerüstpfosten gebunden ist, so wurden bei Haus 1 Sparrenpaare auf Höhe jedes zweiten Gerüstpfostens d. h. jedes Pfostens mit zugehöriger Außenstütze aufgestellt, bei Haus 7 hingegen wurde die Zahl der Sparrenpaare annähernd verdoppelt und über jedem Gerüstpfosten ein Sparren platziert. Auch die Verbindung der Sparren im Firstbereich

muss unsicher bleiben. Wurden sie bei Haus 1 miteinander verblattet, so zeigt Haus 7 die Verbindung beider Hölzer mittels Sparrenschloss. Eine ähnliche Unsicherheit besteht in Bezug auf die Verbindung der Sparren mit dem Rähm. Wurden die Sparren bei Haus 1 nur auf das Rähm aufgelegt und mittels Holznagel mit diesem fixiert, so wurden die Sparren bei Haus 7 auf das Rähm aufgeklaut. Um bei diesem Haus einen Dachüberstand zu erhalten, mussten jedoch Aufschieblinge auf die Sparren genagelt werden. Wird angenommen, dass das Dach weich gedeckt war, unterscheiden sich je nach gewähltem Material – Reet oder Roggenstroh – zudem der Abstand der Dachlatten und der jeweilige Dachüberstand.

#### Nutzungsbedingte Rücksichtnahmen

Neben den Grenzen der Erkenntnis haben bei der Errichtung eines Freilichtmuseums immer auch nutzungsbedingte Rücksichtnahmen Einfluss auf die Authentizität der Rekonstruktion. Neben wirtschaftlichen Aspekten sind insbesondere Gesichtspunkte der Sicherheit der Besucher und der Vermittlungsarbeit zu nennen.

In Bezug auf die wirtschaftlichen Aspekte muss zwischen Baukosten und Belastungen unterschieden werden, die später bei der Pflege und Erhaltung der Rekonstruktionen anfallen. Ein kostenintensiver Aspekt war die Zurichtung der Bauhölzer. Um ein authentisches Aussehen der Bauhölzer zu gewährleisten, wurde am Aufspalten der Baumstämme festgehalten, wofür jedoch eine Maschine zum Einsatz kam. Auch für die weitere Zurichtung wurden moderne Werkzeuge unter der Voraussetzung eingesetzt, dass an den Hölzern keine modernen Werkzeugspu-

ren (z. B. von Sägen) sichtbar sein durften. Ein weiterer sehr kosten- und zeitintensiver Aspekt wäre die Herstellung der in Haithabu nachgewiesenen Eichen-(Ulmen-?) und Lindenbastseile (zuletzt zusammenfassend KALMRING 2010, 374) gewesen, so dass entschieden wurde, Hanfseile zu verwenden und nur an einer Stelle mit Seilen aus authentischem Material zu binden.

Um eine längere Lebensdauer der Gebäude zu erzielen und damit die Kosten der Pflege und der Erhaltung der Nachbauten zu reduzieren, wurden für den Besucher nicht auf den ersten Blick erkennbare Maßnahmen getroffen. Unter anderem um einen trockeneren Baugrund zu erhalten, wurden die Rekonstruktionen so auf einem 0,6 m hohen Podest aus Sand-Kies-Gemisch errichtet. Zur besseren Haltbarkeit der Gerüstpfosten wurden bei den ersten beiden Nachbauten zudem die unteren, später im Boden eingegrabenen Pfostenfüße vorab über längere Zeit in vorbeugendes Holzschutzmittel getränkt. Diese Maßnahme wurde später jedoch als wenig effektiv erachtet und nicht mehr durchgeführt. Ebenfalls für die Besucher nicht sichtbar, wurden abweichend vom archäologischen Originalbefund die Pfosten mit ihren Füßen auf durchlaufende Bretter gestellt, um auf diese Weise ein späteres Einsinken der Pfosten und Wände zu verhindern bzw. zu verringern.

Verständlicherweise mussten auch Aspekte der Sicherheit der Museumsbesucher beim Nachbau der Häuser beachtet werden. So wurden sicherlich im Vergleich zu den ursprünglichen Verhältnissen mehr Holznägel zur Fixierung von Bauhölzern verwendet. Lässt sich dieses für die ursprünglich größtenteils lose auf den Unterzügen liegenden Bohlen der Bohlenwege belegen, ist es für die Dach-



*Abb. 10: Haus 7 ist auch für Rollstuhlfahrer zugänglich.*

konstruktion nur zu vermuten. Ähnliche Einschränkungen gelten auch für die Verwendung von Seil und die Stärke der Dachdeckung. Wird der Herstellungsaufwand von Seil bedacht und die für die Dächer in Haithabu benötigten Schilfmengen einberechnet, so mag es fraglich scheinen, ob die Dächer der Wikingerzeit von ebenso hoher Qualität waren wie die nachgebauten. Wurde bei der Rekonstruktion hinsichtlich der Aussteifung der Gebäude zwischen Architekten und Statiker für fast alle Gebäude ein für Archäologen akzeptabler Weg gefunden, so soll nicht verschwiegen werden, dass in einem Gebäude Querstreben eingezogen wurden, deren archäologischer Nachweis fraglich erscheinen muss. Schließlich muss betont werden, dass aus Sicher-

heitsaspekten in den Gebäuden kein offenes Feuer in dem Maße erzeugt werden darf, wie dieses ursprünglich der Fall war. Als Konsequenz fehlt nicht nur das ursprüngliche Bild verrußter Dächer, sondern auch die durch Qualm und Ruß verursachte natürliche Schädlingsbekämpfung. Zur Verbesserung der Haltbarkeit des Daches wurde aus diesem Grunde ein Gebäude probeweise mit Borsalz imprägniert.

Der Wunsch zumindest ein Gebäude (Haus 7) auch für Rollstuhlfahrer ohne Hilfe erfahrbar zu machen, ist ein gutes Beispiel für Aspekte der Vermittlungsarbeit, die ein partielles Abrücken von der originalgetreuen Rekonstruktion notwendig machten, führte es doch zu einer Verbreiterung der Türeingänge und einer Angleichung des ursprünglich unterschiedlichen Bodenniveaus innerhalb und außerhalb des Gebäudes (Abb. 10). Einbauten für die museale Nutzung (z. B. ein Hühnerstall) oder das Einbringen eines besonders abriebresistenten Bodens aus Dernoton sind weitere derartige Beispiele für Abweichungen vom authentischen archäologischen Befund. Die Verlegung von Stromkabeln hingegen vermittelt zwar im Falle der für einzelne Veranstaltungen genutzten Elektrizität einen – klar zu erkennenden – falschen Einblick in die Lebenswelt der Wikinger, greift allerdings nicht störend in die Bausubstanz ein und ist gut versteckt angebracht und somit für den Besucher nicht sichtbar.

Eine absolut authentische Rekonstruktion eines archäologischen Baubefundes wird es nicht geben. Dieses scheitert allein an dem archäologischen Befund, dessen Überlieferung – und sei sie noch so gut – jeweils nur fragmentarisch ist und – wenn im Idealfall auch nur in Details – ab einem bestimmten Punkt immer unterschiedliche

Möglichkeiten der Rekonstruktion zulässt. Werden Häuser nicht als reines Experiment rekonstruiert, sondern für museale Präsentationszwecke nachgebaut, so müssen bei den Arbeiten immer auch nutzungsbedingte Rücksichtnahmen erfolgen, die zu Lasten der Authentizität der Rekonstruktionen gehen. Man sollte sich deswegen bewusst sein, dass es bei Rekonstruktionen immer nur ein Streben nach maximaler Originalgetreue, jedoch nie ein Erreichen der absoluten Authentizität geben kann. Es besteht daher die Notwendigkeit, sich selbst, den Kollegen und den Besuchern – eventuell in unterschiedlicher Form – Rechenschaft über Gründe und Argumentationswege bei der Rekonstruktion abzulegen.

#### Literatur

**BEHRE, K.-E. 1969:** Untersuchungen des botanischen Materials der frühmittelalterlichen Siedlung Haithabu (Ausgrabung 1963-1964). In: K. Schietzel (Hrsg.), Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu. Bericht 2. Neumünster 1969, 7-55.

**BEHRE, K.-F. 1983:** Ernährung und Umwelt der wikingerzeitlichen Siedlung Haithabu. Die Ergebnisse der Untersuchungen der Pflanzenreste. Die Ausgrabungen in Haithabu 8. Neumünster 1983.

**ECKSTEIN, D. 1977:** Holzanatomische Untersuchungen an Befunden der frühmittelalterlichen Siedlung Haithabu (Ausgrabung 1966-1969). In: K. Schietzel (Hrsg.), Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu. Bericht 11. Neumünster 1977, 112-119.

**ETHELBERG, P. 2003:** Gården og landsbyen i jernalder og vikingetid (500 f.Kr. - 1000 e.Kr.). In: P. Ethelberg, N. Hardt, B. Poulsen, A.B. Sørensen, Det sønderjyske landbrugs historie. Jernalder, vikingetid og

middelalder. Haderslev 2003, 123-373.

**HELMUTH, H. 1977:** Anthropologische Untersuchungen an menschlichen Skelettresten der frühmittelalterlichen Siedlung Haithabu (Ausgrabung 1966-1969). In: K. Schietzel (Hrsg.), Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu. Bericht 11. Neumünster 1977, 9-56.

**HILBERG, V. 2009:** Hedeby in Wulfstan's days: a Danish emporium of the Viking Age between East and West. In: A. Engler, A. Trakadas (Hrsg.), Wulfstan's voyage. The Baltic Sea region in the early Viking Age as seen from shipboard. Maritime culture of the north 2. Roskilde 2009, 79-113.

**KALMRING, S. 2010:** Der Hafen von Haithabu. Die Ausgrabungen in Haithabu 14. Neumünster 2010.

**RUDOLPH, M. V. 1939:** Der erste Fund einer wikingerzeitlichen Tür in Haithabu. Nachrichtenblatt für deutsche Vorzeit 15, 1939, H. 1., 31-34.

**SCHAEFER, U. 1963:** Anthropologische Untersuchung der Skelette von Haithabu. Die Ausgrabungen in Haithabu. Neumünster 1963.

**SCHIETZEL, K. 1969:** Die archäologischen Befunde der Ausgrabung Haithabu 1963-1964. In: K. Schietzel (Hrsg.), Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu. Berichte 1. Neumünster 1969, 9-59.

**SCHMIDT, H. 1999:** Vikingetidens Byggeskik i Danmark. Højbjerg 1999.

**SCHULTZE, J. 2008:** Haithabu – Die Siedlungsgrabungen. I. Methoden und Möglichkeiten der Auswertung. Ausgrabungen in Haithabu 13. Neumünster 2008.

**SCHULTZE, J. 2010:** Zwischen Tür und Angel. Archäologische Nachrichten aus Schleswig-Holstein 2010, 88-91.

**SKOV, H. 1994:** Hustyper i vikingetid og tidlig middelalder. Udviklingen af hustyperne i det gammeldanske område fra

Ca. 800-1200 e.Kr. Hikuin 21, 1994, 139-162.

**SKOV, H. 2002:** The development of rural house types in the old Danish region 800-1500 A.D. In: J. Klápště (Hrsg.), The rural house from the migration period to the oldest still standing buildings. Rurality IV. 8.-13. September 2001 Bad Bederkesa, Lower Saxony, Germany. Památky archeologické – Supplementum 15, Rurality 4. Prague 2002, 30-33.

**SPECKMANN, A. 2010:** Ländlicher Hausbau in Westfalen vom 6./7. Jahrhundert bis zum 12./13. Jahrhundert. Bodenaltertümer Westfalens 49. Mainz 2010.

#### Abbildungsnachweis

Alle Abb.: Archäologisches Landesmuseum der Stiftung Schleswig-Holsteinische Landesmuseen Schloss Gottorf

#### Autor

Dr. Joachim Schultze  
Archäologisches Landesmuseum der  
Stiftung Schleswig-Holsteinische  
Landesmuseen Schloss Gottorf  
Schlossinsel  
D-24837 Schleswig

## Zwischen Experiment und Vermittlung

Verschiedene Ebenen im didaktisch-methodischen Konzept für die *Wikinger Häuser Haithabu*

Ute Drews

**Summary** – *In the years 2005 to 2008, based on archaeological results seven houses and a large wooden jetty were reconstructed on the historical site of Hedeby, this well-known Viking-time trading place in Northern Germany. For this place, they developed a differentiated didactical and methodical concept. On the base of this concept more than fifty different programs are offered to the visitors, ranging from the classical guided tour to experimental activities. All these are closely connected to scientific results.*

Seit über hundert Jahren beschäftigt sich die Forschung mit der wikingerzeitlichen Siedlung Haithabu. Diese frühe Stadt war vor mehr als tausend Jahren als zentraler Handelsplatz auf der jütischen Halbinsel entstanden. Auf der Transitstrecke zwischen Nord- und Ostsee am Heerweg gelegen, spielte er als Drehscheibe im frühmittelalterlichen Handelsgeschehen knapp dreihundert Jahre eine herausragende Rolle.

1985 wurde vis à vis der historischen Stätte vor den Toren der Stadt Schleswig das *Wikinger Museum Haithabu* errichtet, in dem die Ergebnisse der Forschung für ein breites Publikum anhand von Funden, erklärenden Texten und Graphiken, Modellen und differenziertem Medieneinsatz visualisiert werden.

In den Jahren 2005 bis 2008 wurden im historischen Gelände auf ausgegrabenem Areal sieben Häuser und eine Landebrücke auf der Grundlage der archäologischen Funde und Befunde rekonstruiert

(Abb. 1). Gleichzeitig wurde das didaktisch-methodische Konzept entwickelt, das die Inhalte und Formen der Vermittlungsarbeit in dieser Freilichtanlage bestimmt.

Grundsätzlich sind die rekonstruierten Häuser nie losgelöst vom *Wikinger Museum Haithabu* zu betrachten, sondern gelten als integraler Bestandteil des Gesamtkonzeptes – ein Modell im Maßstab 1:1, in das man mit allen Sinnen eintauchen kann. Hier hat die experimentelle Archäologie ihren Platz, und ihre Erkenntnisse über die Lebensverhältnisse in einer frühen Stadt werden auf unterschiedlichen Ebenen an die Besucher herangetragen.

Auf der Grundlage der archäologischen Forschungen in Haithabu machen wir Vorschläge, wie das tägliche Leben in den Häusern ausgesehen haben könnte. Jedem der sieben Häuser ist ein Thema zugeordnet worden, drei Bereiche auf dem Gelände wurden als Flächen für un-



Abb. 1: Rekonstruierte Häuser im historischen Gelände von Haithabu.

terschiedliche Aktivitäten hergerichtet. Die Besucher erhalten beim Eintritt einen Plan – ähnlich der Immobilienseite einer Zeitung, dem sie alle notwendigen Informationen entnehmen können. Eine Beschilderung gibt es nicht. Zusätzlich wird ein Audioguide angeboten, der zu verschiedenen Stationen bei den Häusern führt. Der Fokus ist auf unterschiedliche Nutzungsaspekte der Häuser gerichtet. Dabei geht es um das Wohnen schlechthin mit den für Haithabu zu rekonstruierenden Einrichtungen, aber auch um Einrichtungen für Haus- und Handwerk. So trifft man auf die Werkstatt des Geweihschnitzers in Haus 1 und des Holzhandwerkers in Haus 4, auf den Platz für die Textilherstellung in Haus 2, auf die Behausung des Fischers in Haus 6 und das Haus der Fernhändler mit ihrem Warenlager in Haus 3. Dieses Haus soll ein Ge-

dankenstoß dafür sein, sich von herkömmlichen Vorstellungen nach dem Muster des Einfamilienhauses zu lösen. In einer frühmittelalterlichen Hafenstadt ist es denkbar, dass Fernhändler sich während der Messezeit Behausungen teilen und dort mit ihren Waren und Schiffsmannschaften unterkommen. Das Warenlager rheinischer Keramik weist hier auf einen Händler hin, der seine Waren über die Nordsee nach Haithabu brachte. Fester Bestandteil im Vermittlungskonzept sind alte Haustierrassen (Abb. 2), die den Besucher „en passant“ an die Kleinwüchsigkeit der Haustiere von Haithabu erinnern sollen und Erkenntnisse archäozoologischer Forschung transportieren. Ein Bereich von Haus 7, der Herberge, wurde für das „Dänische Landhuhn“ umgebaut – eine von mehreren Interpretationsmöglichkeiten für ein kleines Fenster



*Abb. 2: Alte Haustierrassen als lebendiger Aspekt der Vermittlungsarbeit.*



*Abb. 3: Verarbeitung von Lindenbast.*

mit von außen verschließbarer Luke: Über eine Leiter gelangen die Hühner in den aus Flechtwänden eingebauten Stall. Am Abend kann man die Luke verschließen, um Marder und Füchse fernzuhalten. Das Miteinander von Mensch und Tier in den einfachen Lehmhäusern von Haithabu wird so in Szene gesetzt. Allein die halbstarke Junghähne fügen sich diesen Plä-



*Abb. 4: Sonntagsführungen von Wissenschaftlern.*

nen nicht mehr und lungern bis in den späten Abend auf den Zäunen von Haitabu herum. Wie alle anderen Tiere auf der Liegenschaft sind sie für die emotionale Einstimmung der Besucher von unschätzbarem Wert.

Die Anlage ist bei Reinhard Erichsen in festen Händen. Ihm und seinen Kollegen,



Abb. 5: Geschichte „erwerben“ – Handel in Haithabu wie vor tausend Jahren.

die als freie Mitarbeiter tätig sind, kann man über die Schulter schauen, wenn sie wie vor tausend Jahren alltägliche Arbeiten verrichten, beispielsweise das Fertigen von Tauen aus Lindenbast (Abb. 3). An anderen Tagen sind es andere Arbeiten; da werden Lehmwände neu verputzt, Bohlenwege ausgebessert oder Einrichtungsgegenstände für die Häuser gebaut. Will man immer wieder Scharen von Besuchern anziehen, dann muss man weitere attraktive Angebote entwickeln. Aus diesem Grunde wird für jede Saison ein umfangreiches Veranstaltungsprogramm zusammengestellt, das den Besuchern die Möglichkeit einer langfristigen Planung bietet. Das jeweilige Programm enthält eine Vielzahl von Veranstaltungen, die Aspekte des Lebens in einer frühmittelalterlichen Stadt visualisieren und unterschiedlichste Besucherinteressen bedienen. Im Jahr 2011 waren es mehr als 50 verschiedene Veranstaltungen, die vornehmlich an den Wochenenden stattfanden, zuweilen über mehrere Tage und ab und zu sogar eine ganze Woche dauerten.

Sehr beliebt sind die Sonntagsführungen (Abb. 4), die in der Regel von den verant-



Abb. 6: Vorführung „Handwerk im Experiment“ – Fertigung eines Langbogens.

wortlichen Wissenschaftlern angeboten werden. Sie liefern Informationen aus erster Hand. Frühlings- und Sommermarkt gehören zu den aufwendigsten Veranstaltungen. Sie bieten Einblick in historische Handwerkstechniken und ziehen alle diejenigen an, die Geschichte in mehrfacher Hinsicht „erwerben“ wollen (Abb. 5). Das kann bei dem Bernsteinschleifer geschehen, der während des Marktes die Werkstatt des Kammachers bezieht. Der Fischer bietet frisch geräucherte Schleifische an, die Färberin verkauft ihre vor Ort nach frühmittelalterlichem Verfahren eingefärbten Tuche und Wolle. Eine Vielzahl verschiedener Händler findet sich zu den Märkten in Haithabu ein, und die Reihe der angebotenen Waren ließe sich deutlich erweitern.

Ein besonderer Fokus liegt regelmäßig auf frühmittelalterlichen Handwerkstechniken (Abb. 6). Es geht vor allem darum, Dinge im Entstehen zu zeigen, die in Haithabu ausgegraben und in der Ausstellung des Museums präsentiert werden. Im Jahr 2011 konnten die Besucher beispielsweise mehrfach dem Spannschachtelmacher über die Schulter schauen und auf viele Fragen Antworten



Abb. 7: Experimentelle Archäologie unter Ausschluss der Öffentlichkeit.



Abb. 8: Urd Waldemarsdattir erzählt Geschichten aus der Götterwelt.

erhalten: „Wie wird der Span gebogen? Wie wird er vernäht? Wie wird der Boden mit dem Span verbunden?“ Die besondere Qualität dieser Veranstaltungen liegt in

der persönlichen Vermittlung, also im Dialog von Handwerker und Besucher. Speziell für blinde Besucher ist diese Form der musealen Vermittlung besonders gut geeignet. Dabei verhält es sich mit der Vermittlungsarbeit in Haithabu wie in vielen anderen Bereichen auch: Qualität und der damit verbundene Erfolg hängen ganz und gar von qualifizierten Mitstreitern ab, die sich kontinuierlich weiterentwickeln und mit Leidenschaft und Überzeugung einbringen.

In den rekonstruierten Häusern ist Platz für die unterschiedlichsten wissenschaftlich fundierten Experimente mit festgelegtem Versuchsaufbau und anschließender Auswertung (Abb. 7). Sie müssen fast alle unter Ausschluss der Öffentlichkeit stattfinden wie beispielsweise die Temperatur-



*Abb. 9: Schiffe im Hafen von Haithabu – eine Attraktion zum Mitsegeln.*

messungen, die durch ständiges Öffnen und Schließen der Türen zunichte gemacht werden können. Ebenfalls ohne Besucherbeteiligung finden aufwendige Experimente wie der Bronzeguss statt. Sie werden filmisch dokumentiert und in der Vermittlung im Museum eingesetzt. Das Wissen um dieses Handwerk wird so für alle Besucher in stets gleichbleibender Qualität zur Verfügung gestellt.

Zu den Highlights zählt das jährliche Jagdwochenende, das federführend von Sven Hopp, einem engagierten freien Mitarbeiter organisiert wird. Er lädt Langbogenschützen aus der Region und aus Dänemark zum turniermäßigen Schießen nach Haithabu ein. Hier wird auch die Jagd mit Falken präsentiert. In der Siedlung wird Wildbret aus der Decke geschlagen und vor den Augen der Besucher zubereitet.

Eine Inszenierung wikingerzeitlichen Lebens im wahrsten Sinne des Wortes bieten Theatervorstellungen. Kurze, etwa 15 Minuten lange Stücke vermitteln den Besuchern Begebenheiten, die in isländischen Sagas überliefert sind und sich so oder ähnlich auch in Haithabu hätten zutragen können. In diese Kategorie der darstellenden Vermittlung sind auch die Erzählungen über die Götterwelt einzuordnen, zu denen Urd Valdemarsdattir regelmäßig mit einem Hornsignal ruft (*Abb. 8*).

Den seeseitigen Aspekt der Siedlung gilt es auf der Landebrücke zu vermitteln (*Abb. 9*). Hier gibt es bisher vor allem etwas zu schauen: das kleine Schiff „Nökvi“, eine Rekonstruktion des zweiten Beibootes aus dem Gokstadfund. Regelmäßig machen auch andere Schiffsrekonstruktionen fest. Mit der „Sigyn“ aus

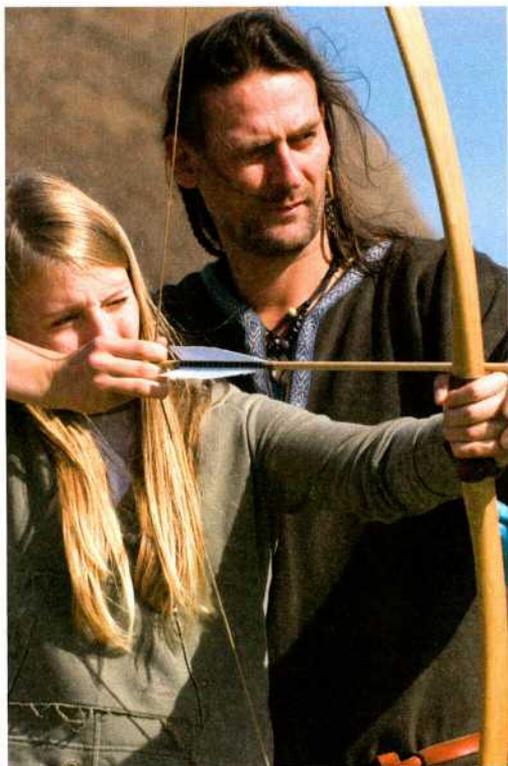


Abb. 10: Mit Pfeil und Bogen – ein Angebot für Schulklassen.

Schleswig dürfen die Besucher zu bestimmten Zeiten einen Schlag auf dem Haddebyer Noor segeln. Im Jahr 2012 wird es auf der Seeseite für ein paar Tage sehr turbulent, wenn hier ein großes Rahsegelertreffen unter dem Titel „Kurs Haithabu!“ etwa 30 Schiffe und 200 Seeleute nach Haithabu führen wird. „Havhingsten fra Glendalough“ wird das Aushängeschild dieser Veranstaltung sein. Dann wird sich auch auf dem Markt und in den Häusern alles um Maritimes im weitesten Sinne drehen, und es wird vieles zu schauen, zu erfragen und zu beobachten geben.

Neben den Programmen, die sich an alle Besucher richten, steht eine breite Palette von Angeboten, die speziell gebucht werden können. Insbesondere Schülergrup-

pen und Gruppenreisende, die im Jahr 2011 rund 30.000 Besucher ausmachten, sind daran interessiert, ein Programm oder eine Führung zu buchen. Mehr als 35 freiberuflich tätige Moderatoren werden zu diesem Zweck regelmäßig aus- und fortgebildet. In fünf Sprachen machen sie klassische Führungen, moderieren themenorientierte Programme oder führen handlungs- und erlebnisorientierte Programme durch. Dabei wird dem praktischen Teil immer ein theoretischer vorgeschaltet, in dem die Moderatorin eine Einführung in die wikingerzeitlichen Verhältnisse gibt. Erst danach wird Brot geknetet, gebacken und gebuttert. Für den Belag werden Kräuter gesammelt, die entweder in der naturräumlichen Umgebung wachsen oder im Garten hinter den Häusern angepflanzt wurden. Die Gruppen sind meistens so groß, dass sie geteilt werden müssen, so dass ein zweites Programm wie Thorshammergießen oder Bogenschießen gebucht wird (Abb. 10). Letzteres ist wohl das attraktivste Angebot, für das vier versierte Langbogenschützen zur Verfügung stehen, die alle bereits mehrfach bei Turnieren ausgezeichnet wurden. In den Bereich der launigen Unterhaltung fällt das Angebot für Betriebsausflüge und andere Lustfahrten: Wikinger-Wettspiele. Wir versuchen auf der Grundlage schriftlicher Überlieferungen aus Island Spiele wie „Knattleikr“, ein Ballspiel mit Stöcken, zu rekonstruieren, um einerseits den Bedürfnissen dieser Zielgruppe und andererseits unseren eigenen Ansprüchen gerecht zu werden. Hierin wird das Selbstverständnis deutlich, das der gesamten Vermittlungsarbeit zugrunde liegt:

Das *Wikinger Museum Haithabu* bietet die Begegnung mit der historischen Stätte und mit den archäologischen Funden,

macht damit bei den rekonstruierten Häusern Gesehenes und Erlebtes überprüfbar und verankert Experimentelles und Dargestelltes in einem wissenschaftlich solide erarbeiteten Kontext. Das macht das ganz eigene Profil im Wettbewerb mit vielen anderen Wikingeraktivitäten aus.

### Zusammenfassung

Zwischen 2005 und 2008 wurde das *Wikinger Museum Haithabu* um eine Freilichtanlage aus sieben auf der Grundlage von archäologischen Funden und Befunden rekonstruierten Häusern und einer Landebrücke ergänzt. Zu dieser Anlage, in der auch wissenschaftliche Experimente durchgeführt werden, wurde ein didaktisch-methodisches Konzept entwickelt, das unterschiedlichste Besucherinteressen bedient. Die Häuser fungieren als ein erlebbares 1:1-Modell der frühmittelalterlichen Stadt Haithabu; zum Ensemble gehören auch Vertreter alter Haustierrassen. Die betreuenden Mitarbeiter führen Arbeiten aus dem Alltag von vor tausend Jahren vor, zum Beispiel das Fertigen von Tauen aus Lindenbast.

Hinzu kommt ein umfangreiches, jährlich aufs Neue entwickeltes Veranstaltungsprogramm. Die Palette reicht von den Sonntagsführungen verantwortlicher Wissenschaftler über Vorführungen frühmittelalterlicher Handwerkstechniken und kleinen Theatervorstellungen bis hin zu Großveranstaltungen wie dem Frühlings- und Sommermarkt oder dem in diesem Jahr stattfindenden Rahseglertreffen „Kurs Haithabu!“. Daneben werden für Gruppen buchbare Aktivitäten angeboten wie das beliebte Langbogenschießen. Leitlinie aller Vermittlungsarbeit bei den *Wikinger Häusern Haithabu* ist die wissenschaftliche Fundierung der angebote-

nen Programme, die Überprüfbarkeit von Gesehenem und Erlebtem.

### Literatur

**DREWS, U. 2002:** „Handwerk im Experiment“ in der musealen Vermittlung. In: M. Fansa (Hrsg.), Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz 2002, 207-214.

**DREWS, U. 2008:** Wikinger Häuser Haithabu – Das didaktische Konzept. Archäologische Nachrichten aus Schleswig-Holstein 14, 2008, 102-105.

**JANKUHN, H., SCHIETZEL, K., REICHSTEIN, H. (Hrsg.) 1984:** Archäologische und naturwissenschaftliche Untersuchungen an ländlichen und frühstädtischen Siedlungen im deutschen Küstengebiet vom 5. Jahrhundert v. Chr. bis zum 11. Jahrhundert n. Chr. 2. Handelsplätze des frühen und hohen Mittelalters. Weinheim 1984.

**KALMRING, S. 2010:** Der Hafen von Haithabu. Die Ausgrabungen in Haithabu 14. Neumünster 2010.

**SCHIETZEL, K. (Hrsg.) 1969-2007:** Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu 1-36. Neumünster 1969-2007.

**SCHULTZE, J. 2008:** Haithabu – Die Siedlungsgrabungen. I. Methoden und Möglichkeiten der Auswertung. Ausgrabungen in Haithabu 13. Neumünster 2008.

### Abbildungsnachweis

Abb. 1, 9-10: Wikinger Museum Haithabu  
Alle übrigen Abbildungen: Ute Drews

Autorin  
Ute Drews  
Wikinger Museum Haithabu  
Schloß Gottorf  
D-24837 Schleswig

Kurzberichte  
und  
Jahresbericht

## Biegen von Horn

Thomas Lessig-Weller

Auch wenn Artefakte aus Horn aufgrund ihrer Erhaltungsfähigkeit zu den seltenen Bodenfunden zählen, zeigt die Volks- und Völkerkunde, dass Horn ein sehr beliebter Werkstoff ist bzw. war. Ein Grund hierfür ist neben seiner Elastizität sicherlich auch seine thermoplastische Eigenschaft. Durch Zuführung von Wärme verformbar, kann ein Zuviel an Hitze jedoch zur Zerstörung des Materials führen. Die Elastizität geht verloren und das Horn wird brüchig. Zu geringe Temperatur lässt hingegen das Material nicht biegsam genug werden, so dass die Gefahr des Bruchs beim Biegevorgang besteht. In einem Versuch wurde getestet, inwieweit das Kochen in siedendem Öl die Biegefähigkeit von Horn beeinflusst (inspiriert durch den korsischen Messermacher Jean François Deak; [http://www.cultellidicaccia.com/forge\\_couteau.htm](http://www.cultellidicaccia.com/forge_couteau.htm)). Das verwendete Sonnenblumenöl besitzt im Vergleich zu Wasser einen um ca. 70° C höheren Siedepunkt und kann daher das Horn stärker erhitzen. Zudem besitzt ein Ölbad den Vorteil, das zu biegende Objekt gleichmäßig zu erwärmen.

### Beobachtungen

Im Falle eines Ziegenhornes zeigte sich, dass der zu lange Aufenthalt (ca. 15 Minuten) in einem Ölbad zu einer Zerstörung der Hornstruktur führt. Das ur-



*Abb. 1: Gebogene Hornstreifen nach einem dreiminütigen Bad in siedendem Öl. Bis auf das ursprünglich runde Ziegenhorn (links unten) waren alle Proben vor dem Biegevorgang gestreckt.*

sprünglich graubeige Horn weist nun eine rotbraune Verfärbung auf und hat sämtliche Vorteile von Horn verloren: Es ist sehr spröde und zerbricht bröselig. Der wenige Minuten andauernde Aufheizvorgang in einem Ölbad wirkt sich hingegen sehr positiv auf die Biegsamkeit des Horns aus. Selbst 4 bis 5 mm dicke Partien lassen sich nun problemlos unter Druck verformen. Als erste Indizien für ein Überhitzen können rötliche Verfärbungen auf dem Horn ausgemacht werden. Be-

ginnen sie partiell aufzutreten, muss das Horn umgehend aus dem Ölbad genommen und in die gewünschte Form gebogen werden.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: Thomas Lessig-Weller

Autor

Thomas Lessig-Weller M.A.

Annenkirchplatz 4

D-31188 Holle

## Vereinsbericht der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie e.V. (EXAR) für das Jahr 2011

Ulrike Weller

### Vorstandsarbeit

Die Jahrestagung 2011 sollte laut Mitgliederbeschluss im Archäologischen Landesmuseum Schloss Gottorf in Schleswig stattfinden. Ein erstes Treffen mit den Organisatoren vor Ort nahmen der Vorsitzende PD Dr. Gunter Schöbel und die Schatzmeisterin Dr. Ulrike Weller wahr. Da hier schon alle grundlegenden Fragen geklärt werden konnten, konnte die weitere Organisation der Tagung telefonisch und per Email bewältigt werden. Hervorzuheben ist die gute Zusammenarbeit mit den Schleswiger Kollegen.

Am 23. Mai 2011 fand eine Vorstandssitzung in Frankfurt/Main statt. Hier wurden der Stand der Veröffentlichung der „Experimentellen Archäologie in Europa. Bilanz 2011“ sowie der Tagungsvorbereitung besprochen. Um die Kosten für die Tagung und die damit verbundene „Bilanz 2012“ im Rahmen zu halten, wurde ein Antrag auf Förderung bei der Gerda-Henkel-Stiftung gestellt, dem aber nach zunächst günstiger Prognose, dann doch nicht stattgegeben wurde.

Für die Neugestaltung der Webseite waren Angebote eingeholt worden, die von den Vorstandsmitgliedern geprüft wurden. Den Zuschlag erhielt ein Unternehmen aus den Niederlanden, das bis zur Tagung in Schleswig einen ersten Entwurf

fertigen sollte, der den Mitgliedern vorgestellt werden konnte. Hierzu erstellten die Vorstandsmitglieder Texte und sammelten Fotos.

Der Schriftführer Friedrich Egberink hatte bei der Berufsmesse archaeoworks2 einen Stand der EXAR betreut und dort Bücher verkauft, Referenten für die Tagung und Mitglieder für den Verein geworben.

Eine weitere Vorstandssitzung fand am 13. Oktober 2011 am Rande der 9. Internationalen Jahrestagung der EXAR statt, wobei vor allem über den Ablauf der Tagung mit den anstehenden Vorstandswahlen und die Organisation der Erstellung der neuen Bilanz gesprochen wurde.

### Veröffentlichungen

Im Oktober 2011, pünktlich zur 9. internationalen Jahrestagung in Schleswig, kam das 10. Heft Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz 2011 heraus. Der 270-seitige Band enthält hauptsächlich Artikel zu den Vorträgen der 8. internationalen Jahrestagung in Berlin, aber auch einige interessante Beiträge, die nicht dort vorgestellt worden waren. Aufgrund der deutlich höheren Seitenzahl musste der Verkaufspreis noch einmal etwas angehoben werden. Um hier in den nächsten Jahren nicht noch teuer werden zu müs-

sen, beschloss der Vorstand, die Zahl der Seiten und Abbildungen pro eingereichtem Artikel etwas zu reduzieren. Layout und Bildbearbeitung wurden ein letztes Mal am Landesmuseum für Natur und Mensch in Oldenburg erstellt, da Prof. Mamoun Fansa in den Ruhestand verabschiedet wurde. Die Bilanz 2011 ist denn auch ihm als Initiator von EXAR sowie Harm Paulsen als einem der führenden Archäotechniker gewidmet.

#### Jahrestagung 2011

Die 9. internationale Jahrestagung der EXAR fand vom 13. bis 16. Oktober 2011 im Archäologischen Landesmuseum Schloss Gottorf in Schleswig statt. Am Donnerstagabend stand das schon traditionelle informelle Treffen der Tagungsteilnehmer in einer Gaststätte in Schleswig auf dem Programm.

Die nächsten beiden Tage waren angefüllt mit Vorträgen, Exkursionen und Möglichkeiten zur Diskussion.

Tagungsprogramm am Freitag, 14. Oktober 2011:

*Begrüßung/Welcome* PD Dr. Gunter Schöbel (Pfahlbaumuseum Unteruhldingen, D), Dr. Ralf Bleile (Schleswig-Holsteinische Landesmuseen, Schleswig, D); *Wie alles begann ... Das Steinzeitdorf Hjerl Hede in Dänemark/As all began... The Stone Age village of Hjerl Hede in Denmark* Harm Paulsen (Schleswig, D); *Löwenmensch 2.0/The Lion man 2.0* Wulf Hein (Dorn-Assenheim, D); *Gut angezogen? Wesentliche Punkte zur Rekonstruktion jungpaläolithischer Kleidung/Well dressed? Crucial points concerning the reconstruction of upper palaeolithic clothing* Dr. Claudia Merthen (Germanisches Nationalmuseum Nürnberg, D);

*Kontrollierte Brennversuche an unterschiedlichen Feuersteinvarianten aus dem baltischen Raum/Controlled experiments on the heating of various varieties of Baltic flint* Frank Moseler M.A., Römisch-Germanisches Zentralmuseum, Neuwied, D); *Experimente zur Röstung von Haselnüssen während des Mesolithikums im Duvenseer Moor/Experiments on the roasting of hazelnuts during the Mesolithic in the Duvensee Moor* Wolfgang Lage (Schleswig-Holsteinische Landesmuseen, Schleswig, D); *Mehr Steinzeit!/More Stone Age!* Dr. Rüdiger Kelm (Archäologisch-Ökologisches Zentrum Albersdorf, D); *Dechsel am „Altenberg“ – ein vorläufiger Bericht/Adzes at the „Altenberg“ hill – a preliminary report* Wulf Hein (Dorn-Assenheim, D); *Kochversuche mit Spitzbodengefäßen der Trichterbecherkultur und der Hartwasser-effekt/Cooking experiments with pointed bottom pottery of the funnel beaker culture and the effect of hard water* Dipl. Phys. Bente Philippsen (Universität Aarhus, DK), Dr. Katerina Glykou (Universität Kiel, D), Harm Paulsen (Schleswig, D); *Schwarze Räder – Beobachtungen zum Nachbau der geschmauchten Räder von Bad Schussenried, Olzreuter Ried vom Beginn des 3. Jahrtausends v. Chr./Black wheels – Observations on the reconstruction wittingly carbonized wheels of Bad Schussenried, Olzreuter Ried in the early third millennium B.C.* Hans-Christian Lässig M.A. (Meßkirch, D); *Reisegeschwindigkeit in der Wikingerzeit. Ergebnisse von Versuchsreisen mit nachgebauten Schiffsfunden/Travel speed in the Viking Age. Results of experimental travels with reconstructed Viking ships* Ph. D. Anton Englert (Viking Ship Museum Roskilde, DK); *The Sea Stallion. Reconstruction and trial of a Viking Age*



Abb. 1: Exkursion nach Sottrupskov, DK, wo der Nachbau des Nydambootes entsteht.

*ship/Die Sea Stallion. Rekonstruktion und Versuche mit einem Wikingerschiff Søren Nielsen (Viking Ship Museum Roskilde, DK); Zwischen Experiment und Vermittlung. Verschiedene Ebenen im didaktisch-methodischen Konzept für die Wikinger Häuser Haithabu/Between experiment and mediation. Different levels in the didactic-methodological concept for the Viking houses in Haithabu Ute Drews (Viking Museum Haithabu, D); Zwischen Experiment und Museumsbau. Verschiedene Stufen der Authentizität bei der Rekonstruktion der Wikinger Häuser Haithabu/Between experiment and the building of a new museum. Different levels of authenticity of the reconstruction of the Viking houses in Haithabu Dr. Joachim Schultze (Schleswig-Holsteinische Landesmuseen, Schleswig, D).*  
 Im Anschluss an die Vorträge führen die

Tagungsteilnehmer nach Sottrupskov (DK) in der Nähe des Nydammoores, wo in einer Halle das Nydamschiff von der Nydamgilde, einer Arbeitsgruppe der Gesellschaft für Nydamforschung, nachgebaut wird. Ziel ist es, das Schiff am 17. August 2013 zum 150. Jahrestag der Ausgrabungen von Conrad Engelhardt zu Wasser zu lassen. Die Mitglieder der Arbeitsgruppe, die ehrenamtlich am Schiffsbau beteiligt sind, erläuterten einzelne Arbeiten am Boot und gaben gerne Auskunft auf die vielen Fragen der Exkursionsteilnehmer.

Tagungsprogramm am Samstag, 15. Oktober 2011:

*Der Vergleich originaler und experimentell hergestellter Rennöfen im Grabungsbefund aus Zethlingen, Sachsen-Anhalt/Comparison of original and*



Abb. 2: Jede freie Minute wurde zum Erfahrungsaustausch genutzt.

*experimental built bloomery furnaces excavated in Zethlingen, Sachsen-Anhalt, Germany* Katrin Peschke M.A. (Berlin, D); *Experimente zum Gießen von bronzezeitlichen Ochsenhautbarren aus Kupfer/Experiments on the casting of Bronze Age copper oxhide ingots* Dr. Ralf Laschimke, Maria Burger (Sigmaringendorf, D); *Experimental Archaeology as a reconstruction method for prehistoric pyrotechnology: a case study of Bronze Age alpine copper smelting/Experimentelle Archäologie als Rekonstruktionsmethode für prähistorische Brenntechnologie: eine Fallstudie zum alpinen bronzezeitlichen Kupferschmelzen* Erica Hanning M.A. (Deutsches Bergbaumuseum Bochum, D); *Spätawarische Buntmetallgussgegenstände (8. Jh.): Experimentelle Evaluierung des Herstellungsprozesses/Late Avaric casted non-ferrous heavy metal objects (8th century A.D): Experimental evaluation of the casting process* Csaba Bíró, Mag. Gergely Szenthe (Ungarisches Nationalmuseum Budapest, H); *Steingeräte zur Metallbearbeitung – Analysen und Experimente zum spätneolithischen Bronzebeil von Ahneby, Kreis Schleswig-Flensburg/Stone tools for*

*metal working – analysis and experiments on the Late Neolithic bronze adze of Ahneby, Schleswig-Flensburg county* Dr. Mechtild Freudenberg (Schleswig-Holsteinische Landesmuseen, D); *Experimenteller Guss von wikingerzeitlichen Barockspangen/Experimental casting of Viking Age „baroque shaped“ brooches* Michael Neiß M.A. (Universität Kiel, D); *Messerscharf analysiert – Technologische Untersuchungen zu spätbronzezeitlichen Bronzemessern/Analyzed razor-sharp – technological studies of Late Bronze Age knives* Lic. phil. Kathrin Schäppi (Andelfingen, CH); *Zweischalennadeln: Ein spät-hallstattzeitlicher Nadeltypus im Experiment/So called „Zweischalennadeln“: a late Hallstatt needle type for experiments* Frank Trommer, Patrick Geiger (Blaubeuren, D), Sabine Hagmann M.A. (Altheim, D); *Farbige Bänder aus den prähistorischen Minen von Hallstatt. Experimente zur Herstellung von Repliken/Colloured bands of the prehistoric mines of Hallstatt. Experiments on the production of replica* Mag. Helga Rösel-Mautendorfer (Naturhistorisches Museum, Wien, A); *Kleider machen Leute – Leute machen Kleider/Clothes may make the man, but people make clothes* Hildegard Igel (Borns, D), Rosemarie Stadler (Ebersbach-Musbach, D), Sabine Hagmann M.A. (Altheim, D); *Prunkwagen und Hirsebrei – Ein Leben wie vor 2700 Jahren. Experimente zum Alltagsleben und die Vermittlung von Urgeschichte durch das öffentliche Fernsehen/Splendore coache and millet gruel – a life as it was 2700 years ago. Experiments on the everyday life and the mediation of prehistory by public broadcast* Dr. Jutta Leskovar (Oberösterreichisches Landesmuseum Francisco-Carolinum, Linz, A), Ph. D. Helga Rösel-Mautendorfer (Universität



Abb. 3: Führung auf dem Außengelände von Haithabu.

Wien, A); *Vom Fund zum Fang. Archäotechnik in der Fischerei der Römischen Kaiserzeit/From the find to the lucky gain. Archaeotechnique and the fishing techniques of the Imperial Roman Era* Jörg Nadler (Schleswig, D); *Bau eines Röhrenbrunnens im Experiment/ Experimental building of a wooden tube well* Dr. Jean-Loup Ringot (Hambergen, D).

Den Abschluss des Tagungsprogramms bildete ein Ausblick auf die nächste Tagung in Brugg (CH).

Im Anschluss an das Vortragsprogramm folgte die Mitgliederversammlung. Danach lud das Archäologische Landesmuseum Schloss Gottorf die Tagungsteilnehmer zu

einem Empfang in das Volkskundemuseum ein.

Während dieser zwei Tage wurden zudem folgende Poster präsentiert:

*Birkenrinde und Leder: Zur Rekonstruktion einer frühawarischen Köchergarnitur* Mag. Franz Georg Rösel (Altlengbach, A); *Woodworking technology and functional experimentation in the neolithic site of La Draga (Banyoles, Spain)* Oriol López, Antoni Palomo, Raquel Piqué (Universitat Autònoma de Barcelona, E); *Funktionsmodelle historischer Maschinen* Andreas Becker (Perl, D)

Exkursion am Sonntag, 16. Oktober 2011: Die Exkursion führte nach Haithabu, wo die Tagungsteilnehmer in zwei Gruppen

von der Leiterin Frau Drews und dem stellvertretenden Direktor des Archäologischen Landesmuseums Schloss Gottorf Dr. Bleile zunächst durch das Museum und dann von Dr. Schultze über das Außengelände geführt wurden.

#### Mitgliederversammlung 2011

Die 9. Mitgliederversammlung der EXAR erfolgte am 15. Oktober 2011 am Rande der 9. internationalen EXAR-Jahrestagung in Schleswig. 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 die Schatzmeisterin ihren Bericht vor. Die Finanzen des Vereins haben sich durch die Buchverkäufe sehr positiv entwickelt, die Mitgliederzahl hat sich auf 143 erhöht. Die Kassenprüfung ergab keine Beanstandungen. Der Vorstand wurde auf Antrag entlastet.

Turnusgemäß musste der Vorstand neu gewählt werden. Der zweite Vorsitzende Wolfgang Lobisser schied auf eigenen Wunsch aus dem Vorstand aus. Seinen Platz nimmt nun Ulrike Weller, die vorherige Schatzmeisterin, ein. Neu in den Vorstand aufgenommen wurde Thomas Lessig-Weller als Schatzmeister. Alle Vorstandsmitglieder wurden jeweils einstimmig mit einer Enthaltung gewählt. Ebenfalls im Amt bestätigt wurden die Kassenprüfer Frank Both und Matthias Lindemann. Als Beirat werden Claudia Pingel (Soziale Netzwerke) und Stefanie Osimitz (Tagungsvorbereitung 2012) den Vorstand unterstützen.

Angeregt durch die Tagung beschlossen die Mitglieder, dass es wünschenswert

sei, wenn die Folien zu den Vorträgen künftig bei den deutschen Vorträgen auf Englisch und bei den englischen auf Deutsch sind. Ferner einigte sich die Mitgliederversammlung auf gestaffelte Tagungsgebühren. Bei Anmeldung und Überweisung der Gebühren innerhalb der Anmeldefrist bleibt der Betrag von 12,50 Euro für Mitglieder, Studenten und Personen aus Osteuropa, ebenso wie der von 25 Euro für Gäste. Bei verspäteter Anmeldung und Zahlung bzw. bei Teilnahme ohne vorherige Anmeldung und Zahlung im Tagungsbüro erhöht sich der Betrag jeweils um 5 Euro.

Unerwarteterweise wurde die Teilnehmerzahl der Berliner Tagung (100) in Schleswig mit 130 Personen aus 11 europäischen Ländern nochmals deutlich gesteigert. Dies zeigt die Attraktivität der Experimentellen Archäologie und auch namentlich der EXAR, wo eine der wenigen Möglichkeiten besteht, dass sich auf Tagungen Akademiker und Nichtakademiker auf Augenhöhe begegnen und voneinander lernen können.

#### Abbildungsnachweis

Abb. 1: Wulf Hein

Abb. 2-3: PD Dr. Gunter Schöbel

#### Autorin

Dr. Ulrike Weller

Niedersächsisches Landesmuseum  
Hannover

Fachbereich Archäologie  
Willy-Brandt-Allee 5  
D-30169 Hannover



ISBN 978-3-9813625-7-2