

EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE

in Europa

Bilanz 2002



Europäische Vereinigung zur Förderung der
Experimentellen Archäologie e.V. Oldenburg
European Association for the advancement of
archaeology by experiment e.V. Oldenburg



Bilanz 2002

Experimentelle Archäologie in Europa

ISBN 3-89598-944-4

T
E
1, XV

Heft 1


14.80 €

EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE IN EUROPA
BILANZ 2002
Heft 1

Herausgegeben von der Europäischen Vereinigung zur Förderung der
Experimentellen Archäologie / European Association for the advancement of
archaeology by experiment Oldenburg e.V. in Zusammenarbeit mit dem
Landesmuseum für Natur und Mensch, Oldenburg
Damm 38-44, D - 26135 Oldenburg
www.exer.org



EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE
IN EUROPA
BILANZ 2002

 Pfahlbaumuseum
Unteruhldingen
Inv. Nr. 24.895

71E1120

ISENSEE VERLAG
OLDENBURG

Gefördert mit Mitteln des Landes Niedersachsen und der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie / European Association for the advancement of archaeology by experiment Oldenburg e.V.

Redaktion: Mamoun Fansa
Textverarbeitung und Satz: Ute Eckstein
Bildbearbeitung und Layout: Ute Eckstein, Uwe Winter

Umschlagbilder: Michael J. Kaiser
Jean-Loup Ringot
Ernst Giese, Kerstin Schwämmle, Frank Trommer
Dirk Vorlauf
Rosemarie Leineweber

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

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

ISBN 3-89598-944-4

© 2002 Europäische Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie / European Association for the advancement of archaeology by experiment Oldenburg e.V. – Alle Rechte vorbehalten
Gedruckt bei Isensee in Oldenburg

Inhalt

<i>Michael J. Kaiser</i> Die funktionale Deutung der spätneolithischen Sprossenhauen Europas	7
<i>Peter Kelterborn</i> Measurable Flintknapping	35
<i>Gisela Schulte-Dornberg</i> Benutzte Gerölle im Magdalénien von Andernach-Martinsberg – experimentelle Annäherung an eine wenig beachtete Fundkategorie	51
<i>Jean-Loup Ringot</i> Der Steinzeitmensch als Sprayer? Neue Hypothese zum Farbauftrag der Steinzeitmalerei	65
<i>Anne Reichert</i> Keine kalten Füße in der Steinzeit? Experimente zur „Rheumasohle“ von Zug	71
<i>Emanuela Jochum Zimmermann, Nina Künzler Wagner und Ursula Kunnert</i> Zurück zur Gussform! Zum Einfluss des Gussformmaterials auf die Mikrostruktur eines gegossenen Bronzeobjektes	79
<i>Ernst Giese, Kerstin Schwämmle, Frank Trommer</i> Bronzeguss – Eine Versuchsreihe zur Technik des prähistorischen Bronzegusses unter dem besonderen Aspekt des Formenmaterials	93
<i>Dirk Vorlauf</i> Archäologischer Befund und Experimentelle Archäologie am Beispiel spätbronzeitlicher Grabhügel auf den Lahnbergen bei Marburg	107
<i>Tiberius Bader</i> Wiederaufbau eines eisenzeitlichen Gehöftes im Keltenmuseum Hochdorf/Enz	127

Rosemarie Leineweber

Brandneu – Verbrennung auf dem Scheiterhaufen – oder –
Studie über branddeformierte Beigaben aus Brandgräbern der
römischen Kaiserzeit Innergermaniens 159

Anja Naschinski

Experiment und ethonographische Untersuchung –
ihr Potenzial für die funktionale Interpretation an Keramik 173

Richard Thér, Randomir Tichý

The structure of the Experimental Archaeology Centre of Věstary observed
through the experiment 181

Randomir Tichý

Monoxylon Expeditions 1995 and 1998. Facts about the oldest Sea Navigation 189

Randomir Tichý, Ondřej Tikovský

Experimental Archaeology in Czechia at the turn of the Millenium 199

Ute Drews

„Handwerk im Experiment“ in der musealen Vermittlung 207

Die funktionale Deutung der spätneolithischen Sprossen- hauen Europas

Michael J. Kaiser

Der vorliegende Aufsatz ist Teil einer unpublizierten Magisterarbeit, die vom Verfasser im WS 1999/2000 am Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Freiburg abgeschlossen wurde (KAISER 2000). Ziel der Arbeit war eine möglichst vollständige Zusammenstellung aller bisher publizierter Sprossenhauen, die Klärung ihrer räumlichen und zeitlich-kulturellen Ausbreitung sowie deren funktionale Deutung. Letzteres bildet den Schwerpunkt der folgenden Abhandlung, für die eine ausführlichere Darstellung dieser wenig bekannten Fundgruppe erforderlich ist.

1. Einführung

Aus dem zentralen und nördlichen Mitteleuropa stammt ein Artefakttyp, der verschiedentlich als Geweihwaffe, -hacke, Schlaghacke oder Sprossenhau bezeichnet wurde. Es handelt sich dabei um ein hackenartiges Gerät, das aus einem länglichen Holzschaft mit einer im Schaftkopf winklig eingesetzten Hirschgeweihspitze besteht. Besonders charakteristisch ist zudem eine seitliche Stiftfixierung der stets geglätteten Geweihspitze, die hierfür im Schäftungsbereich eine Querdurchlochung besitzt. Innerhalb dieser, hier als Sprossenhauen bezeichneten Geräte, lassen sich zwei Gruppen unterscheiden: Sprossenhauen mit durchsteckgeschäfteter Geweihspitze, die beidseitig aus dem Schaftkopf herausragt, und Sprossenhauen mit ein-

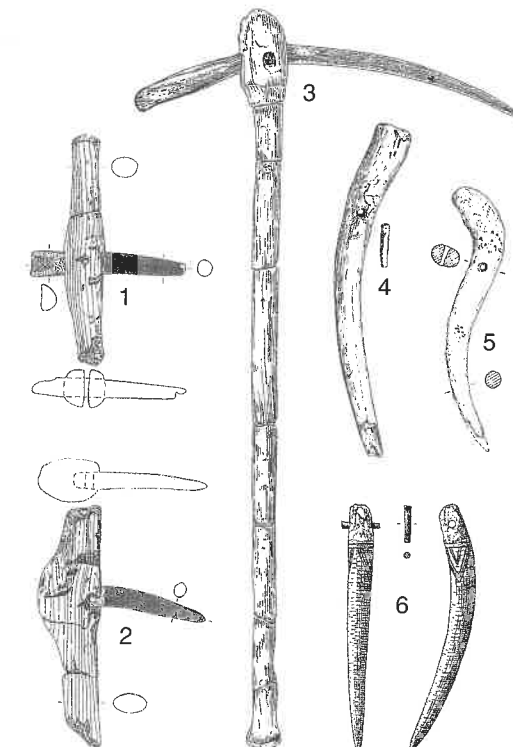


Abb. 1: Neolithische Sprossenhauen; 1 u. 2: Sutz, Kt. Bern (NIELSEN 1989, Taf. 73, 1 u. 2); 3: Lüscherz, Kt. Bern (MÜLLER-BECK 1965, Abb. 93); 4: Altheim, Kr. Landshut (DRIEHAUS 1960, Taf. 40, 13); 5: Sutz-Lattrigen, Kt. Bern (WINIGER 1989, Abb. 29,3); 6: Oster Bronderslev, Jütland (BECKER 1956, Fig. 2). M. ca. 1:8.

seitig einsteckgeschäfteter Geweihspitze. Bei beiden Schäftungsprinzipien handelt es sich um eine sogenannte Beillochschäftung mit seitlicher Stiftfixierung. Der Fixierstift kann aus Geweih, Knochen und möglicherweise auch aus Holz bestehen (Abb. 1). Die zeitlich/kulturelle Verbreitung der Sprossenhauenfunde ist sehr weitreichend. Aus dem nordischen Verbreitungsgebiet (Gotland, Südschweden und Dänemark) liegen Funde, allesamt Grabfunde, aus der Gräbenkeramischen Kultur und der Streitaxtkultur vor; sie datieren in das späte nordische Mittelneolithikum (Stufe IV-V nach MALMER 1962). Die südlichen Funde (Siedlungs-, Erdwerks- und Einzelfunde) gehö-

ren, soweit für das Jungneolithikum nachweisbar, der Altheimer, Cortailod und Pfynner Kultur an. Im Endneolithikum lassen sich Sprossenhauen für die Chamer Kultur und das ausgehende Horgen belegen, ein Vorkommen in der Lüscherzer Kultur wird vermutet. Für die Kultur mit Schnurkeramik sind sie bislang nicht belegbar (KAISER 2000, 49-61).

Sprossenhauen mit Durchsteckschäftung sind im zentraleuropäischen Jung- und Endneolithikum gleichermaßen vorhanden. Solche mit Einsteckschäftung lassen sich für das zentraleuropäische Endneolithikum und das etwa zeitgleiche nordische Mittelneolithikum der Stufen IV-V (nach MALMER 1962) belegen.

2. Forschungsgeschichte

Die Sprossenhauenfunde stammen, wahrscheinlich erhaltungsbedingt, aus zwei räumlich voneinander getrennten Gebieten. Aufgrund dieser Situation wurden die nordischen und südlichen Funde meist unabhängig voneinander betrachtet, für die Darstellung der Forschungsgeschichte wird diese Trennung beibehalten.

In Südkandinavien sind seit der Mitte des 19. Jhs. wiederholt lange geglättete Geweihspitzen mit basaler Querperforation als Grab- und Einzelfunde aufgefallen. Die frühe Annahme, dass es sich bei diesen Objekten um Geweihdolche handelt (BRUZELIUS 1860, 5. RYDBECK 1910, 10-12) findet FÜRST (1914, 29-31) sich durch den Grabfund von Tygelsjö in Schonen bestätigt. Dort fand sich in der Schädelkalotte des Toten die abgebrochene Spitze einer geglätteten Geweihspitze feststeckend. Die Fundlage vollständiger Geweihspitzen mit basaler Querdurchlochung in den Gräbern von Västernbjers und Visby veranlassen STENBERGER (1939, 93; 1943, 87-89) erstmals, von einem stabdolch- oder hackenartigen Gerät auszugehen. Belege dafür findet er in bei GROSS (1879, Taf. V,

11. 36) abgebildeten Objekten aus Lüscherz. OLDEBERG (1952, 132-139) und BECKER (1956, 148-153) sprechen sich für eine Funktion als Stich- bzw. Schlagwaffe aus, doch sind ihre Argumente, die sich im Wesentlichen auf den Vergleich zu anderen funktional ungeklärten Objekten beziehen, letztlich nicht beweiskräftig. Erst MALMER (1962, 314-317) versucht anhand der Fundobjekte selbst neue Argumente für deren funktionale Interpretation zu finden. Die von ihm für die Geweihspitzen rekonstruierte Schäftungsweise schließt seiner Meinung nach eine Erdhackenfunktion aus, was er als indirekten Beleg für die Deutung als Hiebaffen betrachtet.

Die guten Erhaltungsbedingungen für Geweih- und Holzartefakte in den Seeufer-siedlungen des Bielersees führten dort in der 2. Hälfte des 19. Jhs. die Entdeckung von Sprossenhauenspitzen. Zudem fanden sich Exemplare mit dazugehörigen Holzschafffragmenten, eine vollständige Sprossenhau wurde bei Lüscherz geborgen. Das pickelartige Aussehen der Objekte ließ anfänglich ihre Erdhackenfunktion als offensichtlich erscheinen (z.B. GROSS 1879, Taf. V, 11. 36; 1883, 18, Pl. III, 6. 10). Erst REINECKE (1941, 199-201), der die Funde aus Schweden zum Vergleich heranzieht, zweifelte an dieser Deutung, lässt aber die funktionale Interpretation dieser Artefakte offen. DRIEHAUS (1960, 31-32) argumentiert, mit der für die Geweihspitzen zu rekonstruierenden Schäftungsweise und Vergleichsfunden aus Vinelz (siehe GROSS 1883, Taf. 3, 6. 10), gegen die Hackenfunktion. Seine folgerichtige Deutung der Sprossenhauen als Schlagaffen setzt sich aber nicht allgemein durch. MÜLLER-BECK (1965, Abb. 93), WYSS (1970, Abb. 11, 7), BILLAMBOZ (1977, 107, 110 u. 155) und SUTER (1981, 54) bleiben bei der eher allgemeinen Bezeichnung Hacke, mal mit der Tendenz zur Deutung als Waffe (MÜLLER-BECK 1965), mal mit der Tendenz zur Deutung als Ackerbaugerät (BILLAMBOZ 1977). Eingehende Begründungen zu den

meist eher vorsichtig gehaltenen Bezeichnungen bleiben dabei aus. Der Fund eines vollständigen Sprossenhauenschaftes bei Niederwil führt schließlich zu einer eingehenderen Betrachtung dieser Artefaktgruppe durch MÜLLER-BECK (1991, 84 u. 86-87), wobei aber Fundstücke ohne Holzschafterhaltung unberücksichtigt blieben. Die offensichtlich nur geringe Stabilität der Schäftung und die auffallend sorgfältige Bearbeitung sowie die Länge der Holzschäfte sind für MÜLLER-BECK Argumente gegen die Deutung der Sprossenhauen als reguläre, stark beanspruchte Arbeitsgeräte, weshalb er sich diese eher als elegante Waffen vorstellen kann. WESSELKAMP (1992, 32-33 u. 68-69) schließt sich diesen Argumenten an und kommt zu dem Schluss, dass es sich bei den Sprossenhauen um eher repräsentative als wirkliche Kampfaffen handelt. MATUSCHIK (1996, 210-211; 1999, 77-78) findet schließlich wieder die Parallele zu den schwedischen Geweihspitzen und folgt mit seiner Beurteilung als Hiebaffen der Arbeit von MALMER (1962). Dem entgegen betrachtet SCHIBLER (1997, 204-205) eine Anwendung der Sprossenhauen als Ackerbaugerät für durchaus möglich, da er dies durch experimentelles Erproben bestätigte fand.

Es lassen sich somit zwei Grundrichtungen zur funktionalen Deutung der Sprossenhauen erkennen. Da ist zunächst die Funktion als Hiebaffe, die erstmals den schwedischen Fundobjekten zugeschrieben wird (STENBERGER 1939, 93) und sich dort insbesondere mit der Arbeit von MALMER (1962) etablierte. Eine Deutung die auch auf die Funde des südlichen Verbreitungsgebietes übertragen (DRIEHAUS 1960, 31-32), dort aber nie als endgültige Interpretation anerkannt wurde. Vielmehr hatte sich innerhalb der Schweizer Forschung deren funktionale Deutung als Feldhacke in dem Maße verbreitet, dass sie noch immer als denkbar angesehen wird (SCHIBLER 1997, 204. WINIGER 1999, 77).

Um die Argumente der einzelnen Autoren zur funktionalen Deutung der Sprossenhauen zu überprüfen und weiterführende Untersuchungen anstellen zu können, ist eine genaue Beschreibung dieser wenig bekannten Fundgruppe notwendig. Zudem können nur auf diesem Weg Unterschiede und Gemeinsamkeiten der verschiedenen Typenvarianten aufgezeigt werden, wie sie bei einer zusammenfassenden Betrachtung der nordisch/südkandinavischen und nordalpinen Funde erforderlich sind.

3. Die Typologie der Sprossenhauen

Das Prinzip der im Schaffkopf stiftfixierten Geweihspitze lässt sich in Südkandinavien, nördlich des Alpenbogens und von dort bis Bulgarien verfolgen. Insbesondere im südlichen Teil des Verbreitungsgebietes finden sich zudem von diesem Schäftungsprinzip abweichende Sprossenartefakte, die wahrscheinlich ebenfalls in einen Holzschaff eingelassenen waren. Einige dieser Objekte können als Teile von Sprossenhauenvarianten angesprochen werden, bei anderen ist dagegen eine Gleichartigkeit auszuschließen, obwohl sie gelegentlich als Sprossenhauen oder als funktional nahestehende Objekte betrachtet wurden (SCHIBLER 1997, 204-205. WINIGER 1999, 84).

Auf die Darstellung von Sonderformen und nicht zweifelsfrei zu identifizierenden Objekten wird hier verzichtet, da sie für eine funktionale Untersuchung ungeeignet sind.

3.1 Die Geweihartefakte

Für die Konstruktion der Sprossenhauen wurden Sprossen von Elch- und Rothirschgeweihen verwendet, von letzteren speziell Jungtiergeweihe von Spieß- und Gabelböcken. Vom Elch eignen sich die Geweihe von dreijährigen Hirschen besonders gut (vgl. SUTER 1981, 10-24).

Den beiden unterschiedlichen Konstruktionsprinzipien entsprechend kann zwischen Sprossenhauenspitzen für Durchsteckschäftungen und solchen für Einsteckschäftungen unterschieden werden.

Bei den Geweihspitzen für Durchsteckschäftungen (Abb. 1, 1 u. 3-4) befindet sich der Schäftungsbereich, von der Sprossenspitze ausgehend, nach etwa 2/3 der Gesamtlänge. Zudem ist dort die in Bohr- oder Meiseltechnik ausgeführte Querperforation für den Fixierungstift angebracht. Während die aus dem hölzernen Schaftkopf herausragenden Enden der Geweihspitze grundsätzlich eine sorgfältige Oberflächenglättung aufweisen, ist der im Schaftkopf eingelassene Bereich meist davon ausgespart. Dieser setzt sich in der Regel bandartig vom übrigen Sprossenkörper ab und bildet eine Art Schäftungszapfen. Meist zeigt er die natürliche Oberflächenperlung des Geweihes, gelegentlich ist er aber auch in Meiseltechnik oder durch grobes Schleifen überarbeitet. Bei der Glättung des Sprossenkörpers wurden offenbar auch gröbere Unebenheiten abgearbeitet. An einem Originalfund aus Sutz-Lattrigen, der bereits von WINIGER (1989, Abb. 29, 4) abgebildet wurde, jedoch ohne die entsprechenden Bearbeitungsspuren kenntlich zu machen, ist die Kompakta teilweise bis auf die Innenstruktur des Geweihs (Spongiosa) abgetragen.

Die Basis der durchsteckgeschäfteten Geweihspitzen kann hammerartig stumpf oder beilförmig zugerichtet sein, letzteres mit der Schneide parallel oder quer zum anzunehmenden Holzschäft. Sehr selten finden sich Geweihspitzen, in deren Basis eine kleine Steinbeilklinge eingesetzt wurde, darunter ein vollständiges und ein fragmentarisch erhaltenes Exemplar (BILLAMBOZ 1977, Abb. 48, 1. SCHWAB 1971, Taf. 19, 11). Es ist nicht auszuschließen, dass es sich bei diesen um sekundär für Dechselschäftungen verwendete Sprossenhauenspitzen handelt. Zudem zeigt ein stiftfixiertes Steinbeilzwischenfutter aus Hirschgeweih von

Zürich „Mozartstraße“ (SCHIBLER 1987, Taf. 17, 1), dass derartige Fixierungen nicht auf Sprossenhauen beschränkt sein müssen. Eine eigene Variation sind s-förmig gebogene Geweihspitzen (Abb. 1, 5), die aus einem Stange-Sprosse-Übergang hergestellt sind. Sie sind meist vollständig überschleift, doch kommen auch Exemplare vor, deren nach oben abbiegender Basisbereich nur grob überarbeitet ist, zudem liegt hier zum Teil die Spongiosa frei. Die Längenmaße der durchsteckgeschäfteten Geweihspitzen schwankt zwischen 14,4 und 38,6 cm, bei einem statistischem Mittel von etwa 26,0 cm. Die Längenabmessungen der erhaltenen Fixierstifte betragen 4,3 und 4,8 cm.

Bei den Geweihspitzen für Einsteckschäftungen (Abb. 1, 2 u. 6) handelt es sich um geglättete Sprossen mit basalem, in der Mitte quer durchlochtem Schäftungszapfen. Dieser besitzt einen runden bis ovalen, seltener quadratischen Querschnitt und setzt sich in der Regel durch eine leichte Stufe vom Sprossenkörper ab. Von dort läuft der Schäftungszapfen konisch in eine meist gewölbte Basisfläche aus. Die meist schräg verlaufende Übergangsstufe/Absatzkante ist deshalb von besonderem Interesse, da sie, entsprechend der Exemplare mit Holzschafterhaltung, annähernd parallel zum Schaftkopf gelegen haben muss. Sie kann daher dazu verwendet werden, den ehemaligen Schäftungs- und Ausfallwinkel der Sprosse annäherungsweise zu ermitteln (Abb. 2).

Innerhalb der einsteckgeschäfteten Geweihspitzen lassen sich zwei Varianten unterscheiden:

- eine insgesamt kräftiger ausgebildete nordische Variante mit Längenmaßen von 24,4-42,0 cm (Abb. 1, 6) und
- eine kleinere südliche Variante mit Längenmaßen von 13,6-22,6 cm (Abb. 1, 2). Die Schäftungswinkel der nordischen Variante betragen, bei insgesamt fünf gemessenen Exemplaren, 103-117°, die dazugehörigen Ausfallwinkel 71-88°.

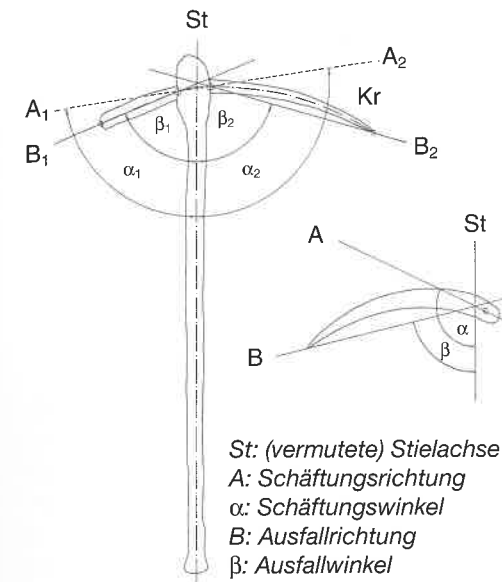


Abb. 2: Messung der Schäftungs- und Ausfallwinkel bei Sprossenhauen mit und ohne Holzschäft.

Die Schäftungswinkel der südlichen Variante betragen, bei ebenfalls fünf gemessenen Exemplaren, 90-124°, die dazugehörigen Ausfallwinkel 71-86°. Damit ergeben sich für beide Varianten, trotz zum Teil erheblicher Längenunterschiede, ähnliche Winkelabmessungen.

Die drei erhaltenen Fixierstifte nordischer Geweihspitzen sind 3,4, 3,5 und 3,7 cm lang.

3.2 Die Holzschäfte

Bislang sind insgesamt sechs Holzschäfte von Sprossenhauen bekannt geworden, davon vier für durchsteck- und zwei für einsteckgeschäftete Geweihspitzen. Sie stammen allesamt aus dem südlichen Verbreitungsgebiet der Sprossenhauen, aus dem nördlichen sind bislang keine Schäfte überliefert. Deren ehemalige Stiellängen lassen sich aber anhand gotländischer Grabbefunde annäherungsweise rekonstruieren (s. u.).

Die Holzschäfte des südlichen Verbreitungsgebietes bestehen wahlweise aus Kernobst- oder Eschen-Stammholz. Formal können zwei Varianten unterschieden werden: einfache Stangenholmschäfte mit verdicktem Schaftkopf und Stangenholmschäfte mit über den Schaftkopf hinausragendem Stielfortsatz.

Zu ersterem gehört die bisher einzig vollständig aufgefundene Sprossenhau (Abb. 1, 3) und ein verlorenes Fragment (GROSS 1879, Taf. V, 11) aus Lüscherz. Das vollständige Exemplar besteht aus einem sehr sorgfältig zugerichteten geraden Stangenholm (L. 72,2 cm) mit 7,3 cm langem, kreuzweise durchlochtem Schaftkopf. In diesem befindet sich die 38,6 cm lange Hirschgeweihspitze, die mit einem 4,8 cm langen und ca. 1 cm dicken Querstift fixiert ist. Der mit einer umlaufenden Handrast abschließende Stiel besitzt einen äußerst schlanken, ovalen Querschnitt (STOTZER 1977, Hirschgeweihgerät 9. WESSELKAMP 1992, Kat. Nr. 421).

Die Winkelmaße zwischen Geweihsprosse und Stiel können am Lüscherzer Exemplar für zwei Seiten ermittelt werden. Auf Seite der Sprossenspitze beträgt der Schäftungswinkel 104° und der Ausfallwinkel 75°; auf Seite der beilförmigen Basis beträgt der Schäftungswinkel 76° und der Ausfallwinkel 69° (vgl. Abb. 2).

Bei der zweiten Schaftvariante handelt es sich um gerade Stangenholme, die einen über den verdickten Schaftkopf hinaus verlängerten Stielfortsatz besitzen. Ein vollständiger Holm dieser Art, ohne die dazugehörige Geweihspitze, ist aus Niederwil bekannt (Abb. 3). Zwei Holmköpfe mit eingesetzter Sprosse stammen aus Sutz (Abb. 1, 1 u. 2), ein weiterer aus Vinelz ist inzwischen vergangen (vgl. GROSS 1883, Pl. III, 6. WINIGER 1999, Abb. 45, 3). Drei der Holme mit Stielfortsatz besitzen eine Durchsteckschäftung, in einem Fall liegt eine Einsteckschäftung vor.

Der 81,2 cm lange Stangenholm aus Niederwil (Abb. 3) ist aus einem astfreien Kernobst-Stammholz (Tangentialbrett) her-

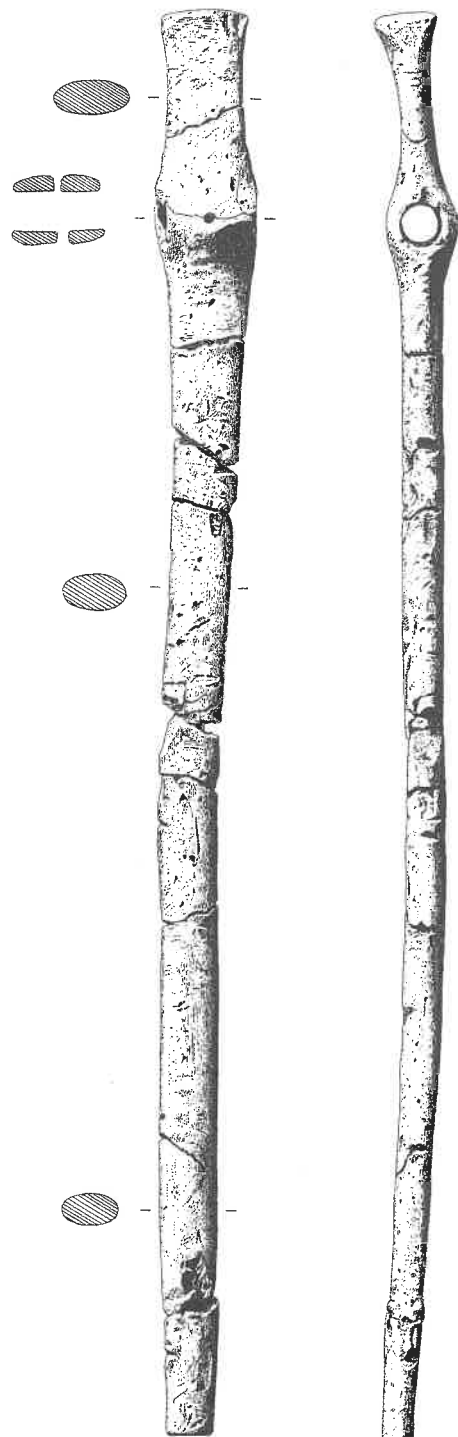


Abb. 3: Der Sprossenhauenschaft von Niederwil, Kt. Thurgau (MÜLLER-BECK 1991, Abb. 73). M. 1:4.

gestellt und fein überschliffen. Er gliedert sich in einen ca. 62 cm langen Stiel mit ovalem Querschnitt, der sich im oberen Bereich zu einem Schaftkopf verdickt (maximaler Querschnitt: 5,4 cm x 4,0 cm). Dieser ist zur Aufnahme einer Geweihspitze und ihres Fixierstiftes kreuzweise durchlocht. Über den Schaftkopf hinaus schließt eine ca. 9,5 cm lange haubenartige Erweiterung des Stieles (Stielfortsatz) an, die nach einer deutlichen Einkehlung zu einem Knaufabschluss mit abgerundet vierkantigem Querschnitt ausläuft (MÜLLER-BECK 1991, 84). Der untere Stielabschluss (Griffbereich) zeigt keine Knaufbildung. Durch die sorgfältige Überglättung des Niederwiler Fundes bilden Stiel, Schaftkopf und Stielfortsatz fließende Übergänge, weshalb keine exakt abgrenzbare Gliederung des Holmes in die einzelnen Teilbereiche möglich ist. Gleiches gilt beispielsweise auch für den mit einem maximalen Querschnitt von 4,0 cm x 3,9 cm deutlich schlanker gearbeiteten Schaftkopf von Sutz (Abb. 1, 1), in dem sich eine noch 15,5 cm lange einsteckgeschäftete Geweihspitze erhalten hat (STOTZER 1977, Hirschgeweihgerät 10).

Das Sprossenhauenfragment mit Einsteckschäftung von Sutz (Abb. 1, 2) besitzt einen von den übrigen Schäften abweichenden Stielfortsatz. Hier bildet der Holm auf der Front- bzw. Sprossenseite eine durchgehende Linie zwischen oberem und unterem Stielabschluss. Der Schaftkopf besitzt dadurch einen annähernd D-förmigen Querschnitt von 4,2 cm Breite und 6,4 cm Höhe. Die Schäftungswinkel der Geweihspitzen aus Sutz und des Niederwiler Holmes betragen ca. 90°, die Ausfallwinkel der beiden erstgenannten 79° und 91°.

Eine, wenn auch in ihrer Aussage sehr begrenzte Möglichkeit, die Schaftlängen der Sprossenhauen des nordischen Verbreitungsgebietes zu rekonstruieren, bieten zwei Grabfunde von Västerbjers auf Gotland. Es handelt sich dabei um gut dokumentierte Gräber der Grübchenkeramischen Kultur.

In Grab 36 (Abb. 4, links) lag die Geweihspitze einer Sprossenhau quer über den unteren Extremitäten des Toten (STENBERGER 1943, 48), so dass der zu rekonstruierende Stiel in Richtung der Hüften gelegen haben muss. Dort konnte theoretisch das Griffende der Sprossenhau in den zur Hüfte ausgerichteten Händen gehalten werden. In Grab 65 (Abb. 4, rechts) lag die Geweihspitze ebenfalls quer über den unteren Extremitäten des Toten (STENBERGER 1943, 58), jedoch etwas höher als in Grab 36. Auch in diesem Fall muss der zu rekonstruierende Stiel zu den Hüften hin ausgerichtet gelegen haben. Die Arme des Bestatteten finden sich im Bauchbereich angewinkelt. Die in Richtung Becken vorgeückte rechte Hand könnte möglicherweise den Griff der Hau gehalten haben. Anhand beider Grabbefunde lassen sich für die Sprossenhauen der Grübchenkeramischen Kultur Stangenholmschäfte von ca. 65 cm Länge annehmen. Eine darüber hinausgehende Rekonstruktion des Erscheinungsbildes dieser Holme bleibt jedoch reine Spekulation.

3.3 Zusammenfassung

Zusammenfassend lassen sich für die Sprossenhauen des zentralen Mitteleuropas vier verschiedene Kombinationsarten unterscheiden. Es handelt sich dabei um durchsteck- und einsteckgeschäftete Geweihspitzen, die entweder in einem einfachen Stangenholm oder in einem Stangenholm mit über den Schaftkopf hinausragendem Stielfortsatz eingelassen und jeweils zusätzlich mit einem Querstift fixiert sind. Das Erscheinungsbild der nordischen Sprossenhauen mit ausschließlich einsteckgeschäfteten stiftfixierten Geweihspitzen lässt sich nicht vollständig rekonstruieren, dürfte aber nicht wesentlich von der Gestalt der südlichen Funde abgewichen haben. Die einsteckgeschäfteten Geweihspitzen des nordischen Verbreitungsgebietes be-

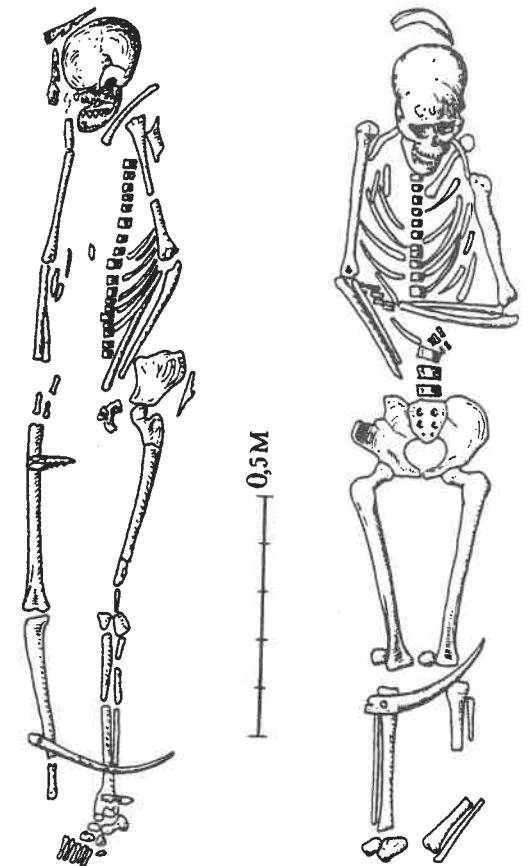


Abb. 4: Grab 36 (links) und 65 (rechts) von Västerbjers, Gotland (STENBERGER 1943, Abb. 24 u. 33).

sitzen Längen von über 24,0 cm. Vergleichbar lange Geweihspitzen finden sich im südlichen Verbreitungsgebiet ausnahmslos durchsteckgeschäftet, während für Einsteckschäftungen in der Regel deutlich kürzere verwendet wurden. Insgesamt zeigt sich aber hier, dass zwischen einsteck- und durchsteckgeschäfteten Geweihspitzen ein breites Überschneidungsfeld der Längenmaße vorliegt.

Die Schäftungs- und Ausfallwinkel belaufen sich bei allen Schäftungsarten und deren Ausführungsvariationen innerhalb desselben Spektrums. Die konstruktionsabhängigen Schäftungswinkel betragen ca. 90-120° und die funktionsabhängigen Aus-

fallwinkel betragen zwischen ca. 75°-90°. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Ausfallwinkel bei jedem Gerätetyp innerhalb eines bestimmten Rahmens bleiben muss, um seine Funktion gewährleisten zu können (WESSELKAMP 1992, 17).

Die Fixierstifte der nordischen Einsteckschäftungen sind mit durchschnittlich 3,5 cm Länge etwa 1 cm kürzer als diejenigen der südlichen Durchsteckschäftungen. Die Querschnittsdurchmesser betragen im Allgemeinen ca. 1 cm, bei einem Schwankungsbereich von 0,7 bis 1,3 cm. Die zahlreichen Übereinstimmungen aller vorgestellten Geweihspitzen- und Holzschäfttypen zeigen deutlich, dass wir es trotz der Variationsspektren mit ein und demselben Gerätetyp zu tun haben. Die eigentliche Funktion der Sprossenhauen muss folglich bei allen Varianten gleich gewesen sein. Damit muss auch die funktionale Anwendung der Sprossenhauen bei allen möglichen Schäftungsvarianten gleichermaßen durchführbar sein. Für die Beweisführung der funktionalen Deutung der Sprossenhauen müssen folglich alle Varianten berücksichtigt werden.

4. Methodik

Grundlage meiner Funktionsanalyse bildet die vorausgegangene Beschreibung des archäologischen Fundmaterials und die Bestimmung der allgemeinen Funktionsmerkmale. Anschließend werden die beiden bestehenden Hypothesen, ob Erdhacke oder Hiebwaaffe, nacheinander diskutiert. Dies erfolgt jeweils unter Zuhilfenahme von Analogien aus der Archäologie, Ethnographie und Historie und unter Einbeziehung von archäologischen Experimenten. Die Versuche der Experimentellen Archäologie werden, ebenso wie die Darstellung der Analogien, in den jeweiligen Kapiteln zur Erdhacken- bzw. Hiebwaaffenhypothese erläutert. Die daraus gewonnenen Ergebnisse werden abschließend, unter Einbeziehung ergänzender Argumente, ausgewertet.

Die theoretischen Grundlagen zur Bestimmung der allgemeinen Funktionsmerkmale und zur Durchführung der archäologischen Experimente werden im Folgenden kurz erläutert.

4.1 Funktionsmerkmale

Die allgemeinen Funktionsmerkmale entsprechen den theoretischen Anwendungsmöglichkeiten eines funktional unbestimmten Gerätes. Der Hersteller eines Werkzeuges oder einer Waaffe ist sich dessen späteren Gebrauchszweck bewusst. Dem entsprechend wird er die gewünschte Funktionstauglichkeit durch eine daraufhin zielende Konstruktion gewährleisten. Daraus ergibt sich, dass anhand der Konstruktion eines Gerätes Merkmale erkennbar sein müssen, welche eine praktische Eignung überhaupt erst ermöglichen. Form und Konstruktion erlauben folglich theoretische Rückschlüsse auf die Verwendungsmöglichkeiten eines funktional unbestimmten Gerätes. Es handelt sich dabei um die Erfassung von Anwendungsmöglichkeiten, die eine anschließende funktionale Deutung in ihrem Spielraum einengt und damit als deren Grundlage dienen kann. Die Form der Geweihspitzen und Holzschäfte sowie die unterschiedlichen Schäftungsprinzipien der Sprossenhauen sind dem entsprechend eingehend auf ihre funktionale Eignung bzw. ihre Belastungsmöglichkeit hin zu untersuchen (vgl. FEEST u. JANATA 1999, 10-11). Im Falle der Sprossenhauen ist es dabei besonders wichtig zu erkennen, ob die verschiedenen Schäftungsarten bei den unterschiedlichen Belastungsmöglichkeiten gleich oder verschieden reagieren.

Da an dem neolithischen Fundmaterial keine Belastungsversuche durchgeführt werden können, handelt es sich zunächst um theoretische Überlegungen. Damit sind als Ergebnisse dieser Untersuchung primär qualitative Aussagen möglich.

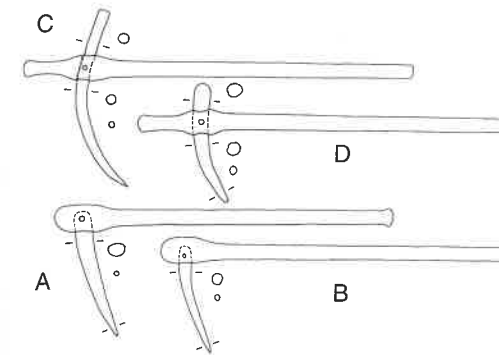


Abb. 5: Die für Experimente hergestellten-Sprossenhauenrepliken A-D.

4.2 Experimentelle Archäologie

Allein durch theoretische Betrachtungen begründete Aussagen zur Stabilität und Funktionstauglichkeit von Sprossenhauen besitzen keinen zweifelsfreien Beweischarakter. Um die einzelnen Argumente in ihrer Aussagekraft zusätzlich durch praktische Versuche zu überprüfen, ist es notwendig, experimentalarchäologische Untersuchungen durchzuführen. Zu diesem Zweck sollen verschiedene, theoretisch erschlossene Anwendungsmöglichkeiten mit Hilfe von Repliken empirisch nachvollzogen werden (vgl. RICHTER 1991, 19-21). Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass auch die Experimentelle Archäologie keinen eigentlichen Beweischarakter besitzt. Aussagen, die über die Verneinung einer Anwendungsmöglichkeit oder ein „es ist möglich“ hinausgehen, sind nicht möglich. Es kann jedoch der Interpretationsspielraum, ob Ackerbaugerät oder Hiebwaaffe, eingeengt werden (vgl. FANSA 1990, 11. RICHTER 1991, 41). Für die späteren Experimente wurden insgesamt vier Sprossenhauen hergestellt. Als Arbeitsgeräte dienten hierfür hauptsächlich moderne Stahlwerkzeuge, lediglich die Überarbeitung der Geweihspitzen erfolgte mit Silexklingen. Eine mit den Originalfunden identische Oberflächenglättung (Politur) ließ sich mit nass auf Leder aufgetragenem sandfreiem Löß erzielen.

Als Ausgangsmaterial für die Sprossenhauenschäfte wurde Eschenstammholz verwendet. Zwei der Holme wurden mit und zwei ohne einen über den Schaftkopf hinausragenden Stielfortsatz gestaltet. Für die Herstellung der Geweihspitzen standen vom Rothirsch zwei Gablergeweihe (Replik B und C), eine Kronen- (Replik A) und eine Mittelsprosse (Replik D) zur Verfügung. Die im Querschnitt 0,8-0,85 cm messenden Fixierstifte wurden aus dem unteren (basalen) Stangenbereich von Rothirschgeweihen hergestellt. Fixierstifte aus Knochen oder Holz wurden nicht erprobt. Die aufgeführten Grundformen ließen sich zu den in Abb. 5 dargestellten vier Sprossenhauen zusammensetzen:

- Replik A: Einfacher Stangenholm mit Einsteckschäftung
Längenmaße: Holm: 71,0 cm,
Geweihspitze: 26,5 cm,
Fixierstift: 4,7 cm;
Schäftungswinkel: 90°;
Ausfallwinkel: 76°.
- Replik B: Einfacher Stangenholm mit Einsteckschäftung
Längenmaße: Holm: 73,0 cm;
Geweihspitze: 23,0 cm,
Fixierstift: 3,8 cm;
Schäftungswinkel: 90°;
Ausfallwinkel: 78°.
- Replik C: Stangenholm mit Stielfortsatz und Durchsteckschäftung
Längenmaße: Holms: 81,0 cm,
Geweihspitze: 37,0 cm,
Fixierstift: 4,5 cm;
Schäftungswinkel: Spitze: 100°,
(hammerförmige) Basis: 80°;
Ausfallwinkel: Spitze: 68°,
Basis: 80°.
- Replik D: Stangenholm mit Stielfortsatz und Durchsteckschäftung
Längenmaße: Holm: 80,0 cm,
Geweihspitze: 24,0 cm,
Fixierstift: 4,5 cm;
Schäftungswinkel: Spitze: 89°,
(beilschneidige) Basis: 91°;
Ausfallwinkel: Spitze: 72°.

Basis: 87°.

Die Oberfläche dieser Geweihspitze wurde als einzige nicht überarbeitet.

Probleme bei der Replikenherstellung ergaben sich insbesondere beim Schäften der unregelmäßig gewachsenen Geweihspitze von Sprossenhaut C, die erst nach mehrfacher kräftiger Überarbeitung eingesetzt werden konnte. Darüber hinaus wurde das Schaftloch übermäßig ausgeweitet, was nach der Stiffixierung der Geweihspitze durch eine zusätzliche Holzverkeilung auszugleichen war.

Mit den Sprossenhautrepliken A und B wurden anschließend Versuche zur Waffenfunktion durchgeführt, mit den Repliken B, C und D Versuche zur Erdhackenfunktion.

5. Die allgemeinen Funktionsmerkmale der Sprossenhauten

5.1 Die Form der Sprossenspitzen

Bei annähernd rechtwinklig in einen Holzschaft eingelassenen Geweihsprossen zeigt deren distale Krümmung an, ob sie für eine stechende und/oder ziehende Funktion geeignet sind.

Entsprechend Abb. 6 können Sprossen

- a) gerade bzw. nur geringfügig gekrümmt oder
- b) insgesamt bzw. im Bereich der Spitze (distal) stark gekrümmt sein.

Im Fall a) sind die Sprossenspitzen sowohl für eine stechende als auch ziehende Funktion geeignet. Im Fall b) sind die Sprossenspitzen nur für eine ziehende Funktion geeignet, da bei einer stechenden Anwendung (Hackfunktion) die gebogene Sprossenaußenseite getroffen würde.

Für Sprossenhauten wurden nur Geweihspitzen verwendet, deren maximale Krümmung, bzw. größte Bogenhöhe, sich zwischen der Sprossenmitte und dem hinteren (basalen) Drittel befindet. Derartige Krümmungen wurden durch eine Variation (Vergrößerung) des Schäftungswinkels ausge-

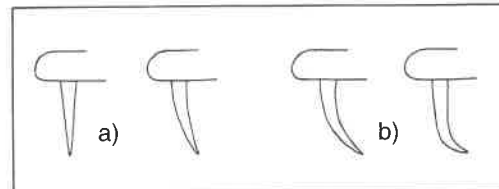


Abb. 6: Theoretisch mögliche Geweihspitzenformen bei Sprossenhauten.

glichen, so dass der Ausfallwinkel der Sprossenspitze innerhalb eines bestimmten Rahmens blieb. Dies entspricht dem Fall Abb. 6 a), weshalb für die Sprossenhauten sowohl eine stechende als auch eine ziehende Anwendung denkbar ist.

5.2 Die Holzschäfte

Die Langstieligkeit der Holzschäfte ermöglicht für die Sprossenhauten in Verbindung mit deren abgewinkelt eingesetzter Geweihspitze eine Hackfunktion. Diese beinhaltet sowohl den kreisförmigen Bewegungsablauf des Schlagens bzw. Hauen als auch den hauptsächlich linearen Bewegungsablauf des Ziehens. Die Länge des Stiels von ca. 70 cm ermöglicht für beide Bewegungsabläufe eine zweihändige Ausführung und damit einen maximalen Kraftaufwand. Zudem wird der Benutzer durch die im Vergleich zu kurzstieligen Geräten größere Entfernung zwischen ihm und dem Arbeitsteil (Geweihspitze) vor möglichen Verletzungen geschützt (vgl. WESSELKAMP 1992, 16-18).

Die Eignung der Sprossenhauten für eine Hackfunktion wird durch die Holzauswahl, astfreie Kernobst- und Eschenstammhölzer, und den meist schrägen Verlauf der Maserung (Jahrringe) gewährleistet (vgl. MÜLLER-BECK 1991, 30 u. WESSELKAMP 1992, 12-13, 114-115).

Die beiden vollständig erhaltenen Sprossenhautenschäfte mit Durchsteckschäftung aus Niederwil und Lüscherz besitzen keinen bzw. einen umlaufenden Griffknauf. Damit ist bei diesen beillochgeschäfteten Lochäx-

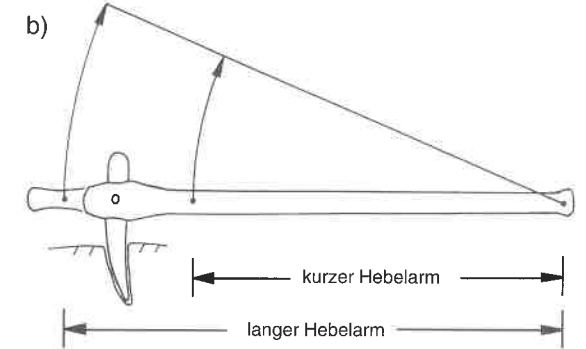
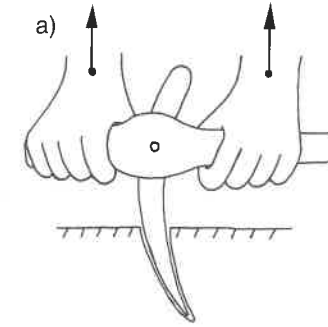


Abb. 7: Das Herauslösen einer eingeschlagenen Geweihspitze durch Zug- und Hebelbewegung bei Sprossenhauten mit und ohne Stielfortsatz.

ten entsprechend eine beidseitige Verwendung möglich. Für Sprossenhauten mit Einsteckschäftung, die nur eine Arbeitsspitze besitzen, dürfte hingegen ein einseitig ausgebildeter Griffknauf optimal gewesen sein. Die Holzschäfte vom Niederwiler Typus besitzen einen über den Schaftkopf hinaus verlängerten Stielfortsatz von rund 10 cm Länge, der mit einem umlaufenden Knauf abschließt (Abb. 1, 1 u. 3). Dieser Stielfortsatz ist funktional als sekundärer Griff verständlich, der das Herausziehen einer eingeschlagenen Geweihspitze erleichtert. Notwendig wird dies, falls sich eine eingeschlagene Geweihspitze nicht durch Umbrechen (Drehbewegung) freibekommen lässt. Entsprechend der in Abb. 7 b) dargestellten Situation ergibt sich für Sprossenhauten mit Stielfortsatz ein längerer Hebelarm als bei solchen, die keine Stielerweiterung aufweisen. Drehpunkt der Hebelbewegung ist das untere Stielende. Im Vergleich besitzt der Holm von Lüscherz (Abb. 1, 3) mit einem maximal möglichen Hebelarm von ca. 60 cm Länge einen um ca. 15 cm kürzeren Hebelarm als der Holm von Niederwil (Abb. 3). Damit ist bei Schäften mit Stielfortsatz ein lochgenaues Herausziehen der Geweihspitze entsprechend dem Gesetz für mechanische Arbeit (Hebelgesetz bzw. Drehmoment) unter geringerem Kraftaufwand möglich (vgl. TABELLENBUCH METALL 1984,

41-42). Bei Sprossenhauten mit Stielfortsatz besteht zudem die Möglichkeit, den Schaft beiderseits des Schaftkopfes zu greifen (Abb. 7 a); dabei kann eine eingeschlagene Geweihspitze gleichfalls mit größtmöglichem Kraftaufwand herausgezogen werden. Die Sprossenhautenschäfte, insbesondere solche mit Stielfortsatz, eignen sich folglich optimal für eine Hackfunktion und für eine diese rückwirkend ausführende (gegenläufige) Hebelfunktion.

5.3 Druck- und Zugbelastung

Die beiden unterschiedlichen für Sprossenhauten genutzten Schäftungsprinzipien weisen deutliche Unterschiede in ihrer Belastbarkeit auf. Dies zeigt sich sowohl für die auf eine Geweihspitze einwirkende Zug- als auch für die Druckbelastung. Im Fall einer Druckbelastung wird bei einer Einsteckschäftung die kegel- oder pyramidenstumpartige Basis in ein passgenaues Stielloch eingepresst. Die sich dabei berührenden Flächen erhalten dadurch Druckkräfte (Haltekräfte), die das Festsitzen der Sprosse im Schaftkopfes verstärken (Abb. 8 a). Bei einer derartig beanspruchten Stielloch-Presspassung ist eine zusätzliche Stiffixierung nicht erforderlich. Diese verhindert aber im Falle einer Zugbelastung ein Herausziehen und zudem ein mögliches Verdrehen der Geweihspitze (Abb. 8 c).

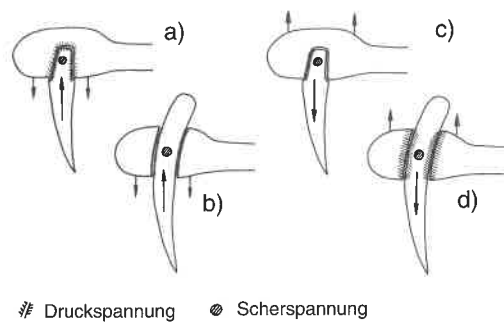


Abb. 8: Das Spannungsverhalten von Sprossenhauenschäftungen bei auf Druck- (a, b) und Zug (c, d) belasteten Geweihspitzen.

Eine gleichermaßen auf die Sprossenspitze gerichtete Druckbelastung führt bei einer Durchsteckschäftung zum Herausdrücken der Geweihspitze (Abb. 8 b). Diese wird nunmehr durch Reibungskräfte, hauptsächlich aber durch den quer durchlaufenden Fixierstift im Schaftkopf festgehalten. Wird dagegen eine durchsteckgeschäftete Geweihspitze auf Zug bzw. deren Basis auf vertikal gerichteten Druck belastet, so wird die Schäftung verstärkt. Gleich der auf Druck belasteten einsteckgeschäfteten Variante wird nun die Geweihsprosse in den Schaftkopf hineingedrückt und somit das Prinzip der Presspassung verstärkt (Abb. 8 d). Der Fixierstift wird dabei nur gering belastet.

Die maximale Belastbarkeit des Fixierstiftes ist material- und querschnittsabhängig. Bei einer zugbelasteten Einsteck- bzw. einer druckbelasteten Durchsteckschäftung ist er Scherkräften ausgesetzt. Diese entstehen an der Kontaktzone zwischen Schaftkopf bzw. den Wänden des Schaftloches und der Geweihsprosse. Die daraus resultierenden Scherspannungen verteilen sich auf den Ein- und Austritt des Fixierstiftes und somit auf zwei seiner Querschnittsflächen (s. TABELLENBUCH METALL 1984, 54. ROTTHOWE ET AL. 1983, 164-165.

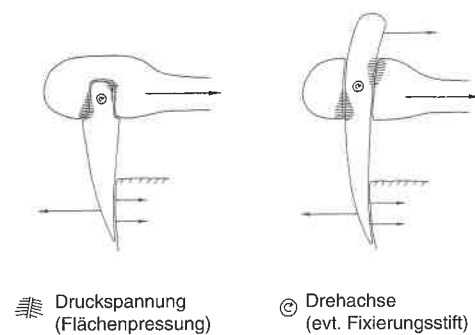


Abb. 9: Die Spannungsverteilung bei durch Hebelkräfte belasteten Stiellochschaftungen.

5.4 Belastung durch Hebelkräfte

Wird die Arbeitsspitze einer Sprossenhau entsprechend der in Abb. 9 dargestellten Situation beispielsweise durch Erdreich gezogen, dann wird sie Druckkräften ausgesetzt (Bodenwiderstand), die der Zugbewegung entgegenwirken. Dies führt zu einer Hebelwirkung zwischen Stiel und Geweihspitze mit einer daraus resultierenden Drehbewegung. Die Drehachse dieser Bewegung befindet sich im Bereich des Fixierstiftes. Die Drehung wird jedoch durch die Enge des Schaftloches blockiert und darum als Flächenpressung an die Schäftung weitergegeben. Es entstehen Druckspannungen, die dem Hebelgesetz entsprechend an jenen Bereichen am stärksten sind, die von dem als Dreh- bzw. Hebelachse wirkenden Fixierstift am weitesten entfernt sind. Der Bereich der Sprossen-Querdurchlochung wird folglich kaum belastet. Damit ist die von verschiedenen Autoren (MALMER 1962, 316-317. MÜLLER-BECK 1991, 86-87. WESSELKAMP 1992, 69) befürchtete Bruchgefahr in diesem Bereich bei einer Hebelbeanspruchung als minimal einzustufen. Entsprechend der in Abb. 9 dargestellten Spannungsverteilung ist die Bruchgefahr der Sprosse dort am größten, wo sie aus dem Schaftkopf austritt.

5.5 Ergebnisse

Aus den theoretischen Untersuchungen ergeben sich für die einzelnen Sprossenhauvarianten z.T. unterschiedlich starke Belastungs- bzw. Nutzungsmöglichkeiten. Die Form der Sprossenspitze erlaubt zusammen mit dem für eine Hackfunktion sehr gut geeigneten Holzstiel sowohl ein Einschlagen als auch ein lochgenaues Heraushebeln und Ziehen bzw. Hebeln der Arbeitsspitze. Für eine Druckbelastung sind die einsteckgeschäfteten Geweihspitzen wesentlich besser geeignet als durchsteckgeschäftete. Bei einer Zugbelastung der Geweihspitze, wie sie z.B. beim lochgenauen Herausziehen auftritt, verhält es sich hingegen umgekehrt. Entstehen zwischen Arbeitsspitze und Sprossenhauentiel Hebelkräfte, so besitzt eine Durchsteckschäftung größere Stabilität als eine Einsteckschäftung. Daraus ergeben sich für die maximal auftretenden Belastungen einer Sprossenhau folgende Anforderungen:

- 1) Für eine Druck- bzw. Schlagbeanspruchung der Geweihsprosse muss die bei einer stiftfixierten Durchsteckschäftung gegebene Belastbarkeit ausreichen.
- 2) Für eine Zugbelastung der Arbeitsspitze muss die bei einer stiftfixierten Einsteckschäftung gegebene Belastbarkeit ausreichen.
- 3) Für eine Hebelwirkung muss die bei einer stiftfixierten Einsteckschäftung gegebene Belastbarkeit ausreichen.

Für die Durchführung der Experimente ist demzufolge äußerst wichtig zu beachten, dass die mit Hilfe einer Sprossenhauvariante erzielten Ergebnisse nicht automatisch auf alle übrigen Varianten übertragen werden dürfen. Die unterschiedlich belastbaren Konstruktionen müssen für die Anwendung ein und derselben, bzw. der tatsächlichen Funktion geeignet sein. Auf Grundlage der Untersuchung der allgemeinen Funktionsmerkmale scheint die Anwendung der Sprossenhauen nur bei ei-

ner Funktion möglich, bei der keine extremen Kräftebelastungen entstehen.

7. Die Funktion als Erdhacke

Die Hypothese, dass es sich bei den Sprossenhauen um für den Ackerbau geeignete Erdhacken handelt (z. B. ISCHER 1928, 45), beruht hauptsächlich auf einer Interpretation ihrer äußeren Gestalt; GONZENBACH (1949, 52) sieht sogar an Straßenpickel erinnert. Die wichtigsten Argumente gegen eine Ackerbaufunktion beziehen sich auf die Ausfall- und Schäftungswinkel sowie auf die anscheinend sehr geringe Stabilität einer Sprossenhauenschäftung (z. B. MALMER 1962, 315-317); BECKER (1956, 152) weist zudem auf das fast vollständige Fehlen von Abnutzungsspuren hin.

Definition und Analogien

Für die vergleichende Untersuchung der Erdhackenhypothese sollen zwei verschiedene Bodenbearbeitungsgeräte herangezogen werden, Erd- und Furchenhacken. Erdhacken sind winklig geformte Geräte, deren Arbeitsspitze in den Boden eingeschlagen wird und durch anschließendes Hebeln und Ziehen den Boden lockert (vgl. WESSELKAMP 1992, 22). Sie sind für kräftiges und tiefes Arbeiten geeignet, dabei handelt es sich primär um eine Anwendung mit räumlich begrenzter Wirkung. Neolithische Erdhacken (Abb. 10 a-c) sind aus einem winkligen Stamm-Ast-Übergang hergestellt, wobei der Stiel durch den Astteil gebildet wird. Das wirkende Arbeitsteil der Hacke kann als Spitze oder wahlweise als parallel- oder querständige Schneide ausgebildet sein. Zweiteilige Erdhacken, wie etwa die altägyptischen Hacken (Abb. 10 d), bestehen aus einer hölzernen Arbeitsspitze, die spitzwinklig in den Stielschaft eingesetzt wird. Diese Konstruktion wird zusätzlich durch eine

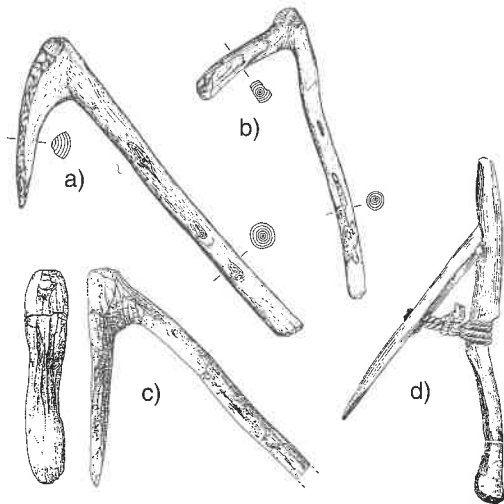


Abb. 10: Verschiedene Erdhacken; a) Spitzhacke, b) parallelschneidige Hacke, a) und b) Feldmeilen-Vorderfeld, Horgener Kultur (WINIGER 1981, Taf. 78, 1 u. 2); c) querschneidige Hacke, Kückhofen, Bandkeramische Kultur (WINIGER 1999, Abb. 9,1); d) zweiteilige Hacke, Alt-Ägypten (MÜLLER-BECK 1965, Abb. 97). M. ca. 1:11.

Bindung fixiert, die ungefähr zwischen der Mitte des Stieles und der Mitte der Arbeitsspitze angebracht ist. An dieser Stelle stabilisiert sie die Schäftung gegenüber den beim Hacken entstehenden Zugkräften (Zugseileffekt). Eine ähnliche Konstruktion weisen beispielsweise auch historische Erdhacken der Tschuktschen auf. Diese besitzen als Arbeitsspitze ein langes Junghirschgeweih, dessen Basis seitlich an den Schaftkopf festgebunden ist (FEUSTEL 1973, 146 u. Abb. 100).

Furchenhacken (Abb. 11) besitzen im Vergleich zu den Erdhacken einen längeren Stiel und ein kürzeres Arbeitsteil (WINIGER 1999, 20 u. 24). Sie dienen hauptsächlich als Zughacken, für eine kraftvolle Arbeitsweise, wie z.B. eine Schlagbeanspruchung, sind sie ungeeignet. Ihre Einsatzmöglichkeit besteht in der oberflächennahen Bearbeitung von lockerem Boden (MÜLLER-BECK 1965, 38-39; 1991, 68). Dabei wird ein flächiges Arbeiten angestrebt, was durch eine große Stiellänge begünstigt ist.

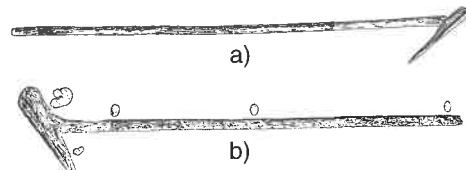


Abb. 11: Furchenhacken; a) China, Neuzeit (MÜLLER-BECK 1991, Fig. 45) M. 1:15; b) Seeberg, Burgäschisee-Süd, Cortaillod Kultur (ebd. Fig. 44). M. 1:22.

Die Sprossenhauen erinnern sowohl an Erd-, als auch Furchenhacken (vgl. MÜLLER-BECK 1991, 86); dabei entspricht die Geweihsprosse deren spitz zulaufendem Arbeitsteil (Abb. 10 a; 11). Hauen mit durchsteckgeschäfteten Geweihsitzen können theoretisch als Kombinationshacken aufgefasst werden. Deutliche Unterschiede lassen sich beim Vergleich der Ausfallwinkel von Erdhacken und Furchenhacken mit denen der Sprossenhauen erkennen. Letztere weisen einen Ausfallwinkel von 75° bis 90° auf. Der Ausfallwinkel der neolithischen Erdhacken liegt dagegen meist deutlich unterhalb 70° , Werte um 55° sind der Regelfall. Die altägyptische Erdhacke besitzt einen Ausfallwinkel von nur 42° . Ähnliche Werte weisen die Furchenhacken auf, sie liegen bei 43° für die chinesische Hacke (Abb. 11 a) und bei 64° für jene vom Burgäschisee (Abb. 11 b). Weitere Unterschiede lassen die Stiellängen erkennen. Bei den neolithischen Erdhacken betragen sie 55 cm (Abb. 10 a) und 43 cm (Abb. 10 b). Die der Furchenhacken betragen 100 cm (Abb. 11 a) und 122 cm (Abb. 11 b). Damit liegen die Sprossenhauen mit einer Stiellänge von ca. 70 cm etwa in der Mitte zwischen Erd- und Furchenhacke.

Trotz der deutlichen Abweichungen bei den Stiellängen und Winkelabmessungen bleibt für die Sprossenhauen insgesamt betrachtet eine Funktion als Ackerbaugerät theoretisch vorstellbar. Ihre praktische Eignung als Bodenbearbeitungsgeräte ist daher experimentell zu überprüfen.

Experimente

Entsprechend der oben angegebenen Definition für Erdhacken wurde mit drei der Sprossenhauen-Repliken (B, C und D) Versuche zum Stechen, Ziehen und Umbrechen durchgeführt.

Als Versuchsort wurde ein feuchter, gepflügter Ackerboden aufgesucht. Es handelte sich dabei um einen leicht sandigen Lössboden mit geringem Steinanteil (Dm.: ca. 3-8 cm).

Experiment 1:

Mit Sprossenhauen-Replik B ließen sich 2 m^2 Ackerboden problemlos hackend überarbeiten; es wurden dafür ca. 5 Minuten benötigt. Die dünne Arbeitsspitze erwies sich für das Einschlagen ins Erdreich als vorteilhaft. Das Ziehen und Umbrechen der eingeschlagenen Sprossenspitzen war im lockeren Ackerboden gut möglich. Bei ausschließlich mit Gras bewachsene Böden gelang dies ebenfalls, aber weniger einfach; stärker durchwurzelte Böden erlaubten kein Umbrechen des Erdreichs. Die auf die Arbeitsspitze wirkenden Kräfte wurden so groß, dass ein Abbrechen der Sprosse zu befürchten war.

In Folge der Bodenbearbeitung entstanden an der Arbeitsspitze deutlich sichtbare Arbeits- bzw. Gebrauchsspuren. Durch Steinaufschläge war sie zwei mal leicht gesplittert, blieb aber gebrauchsfähig. Zudem wurde die Arbeitsspitze in Folge der reibenden Wirkung des Lössbodens überschleift. Dabei entstand eine Gebrauchspolitur, die durchaus mit der bei Sprossenhauen-Replik A absichtlich erzielten Lösspolitur zu vergleichen ist. Diese Gebrauchspolitur reicht aber, im Gegensatz zu den originalen Geweihsitzen, nicht hinauf bis zum Holzschafft. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass eine gleichmäßige Gebrauchspolitur nur in steinfreien Lössböden entstehen kann.

Experiment 2:

Bei dem Sprossenhauen-Replik C zeigten sich bei der Bodenbearbeitung gleich

zu Beginn Nachteile. Auf die lange dünne Arbeitsspitze wirkten beim Einschlagen in den relativ lockeren Ackerboden Biegespannungen, die ein Zurückfedern bzw. Schwingen der Sprosse zur Folge hatten. Bei einem anschließenden Belastungstest, bei dem die Arbeitsspitze C mit voller Wucht in den Boden eingeschlagen wurde, brach diese ab (Abb. 12). Dies erfolgte, wie es bereits theoretisch erschlossen wurde, im Bereich des Schaftaustritts der Sprosse und nicht etwa im Bereich der Querdurchlochung (s. o.).

Experiment 3:

Das Sprossenhauen-Replik D wurde ebenfalls zur Bodenbearbeitung eingesetzt. Dabei zeigte sich, dass selbst die stumpfe und zudem etwas dickere Arbeitsspitze hervorragend für eine Ackerbaufunktion geeignet ist. Sie stand jenen Repliken, deren Arbeitsspitze sorgfältig überglättet und zugespitzt war, um nichts nach. Große Probleme gab es allerdings durch den über den Schaftkopf hinausragenden Stielfortsatz. Dieser wurde bei jedem Schlag mit in den Boden eingehauen, was das Arbeiten im Erdreich praktisch unmöglich machte (Abb. 13). Außerdem zeigte der Stielfortsatz aufgrund der reibenden Wirkung des Bodens bald Abnutzungsspuren, die an den Originalfunden nicht zu beobachten sind.

Experiment 4:

Um die Stabilität einer Stiffixierung zu überprüfen, wurde das bereits beschädigte durchsteckgeschäftete Sprossenhauenreplik C einem Belastungstest unterzogen, dessen ungenau eingepasste Geweihsitze sich im Holzschafft, ohne den Fixierstift, sowohl vor- als auch zurückschieben ließ. Die hammerartig stumpfe Basis der Geweihsprosse wurde gegen ein auf dem Boden liegendes Stück Holz geschlagen. Schon nach dem ersten kräftigen Schlag brach der Fixierstift in der Mitte durch, wobei die Sprosse selbst leicht nach vorne

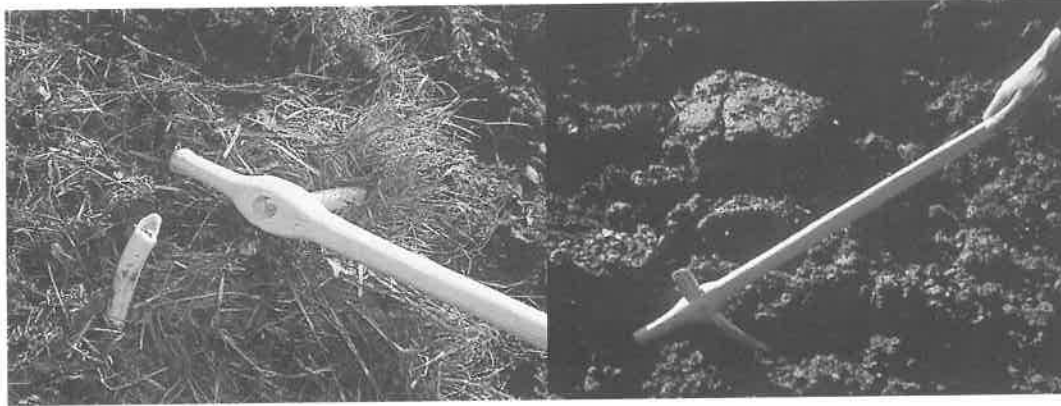


Abb. 12 und 13: Die Sprossenhauenrepliken C (links) und D (rechts) im Experiment.

geschoben wurde. Ein zweiter Schlag schob die Sprosse noch etwas weiter in den Schaft und führte zum Auseinanderkeilen des distal zur Querdurchlochung befindlichen Bereichs der Sprosse (Bruchseite). Damit zeigte sich, dass stiftfixierte Durchsteckschäftungen nur bedingt für harte und kräftige Schläge geeignet sind. Wird die Bewegungsenergie jedoch nicht ruckartig abgebremst, sondern in Reibungsenergie umgesetzt, so wird auch der Fixierstift weitaus geringer belastet. Derartig langsam abgebremste Schläge sind für das Arbeiten in lockerem Erdreich möglich, können aber beim Aufschlag auf im Boden liegende Steine unkontrolliert entstehen.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der zu Bodenbearbeitungsgeräten durchgeführten Experimente sprechen zum Teil für, in ihrer Mehrheit aber gegen die Erdhacken-Hypothese. Wie gezeigt werden konnte sind Sprossenhauen dann für eine Ackerbautätigkeit geeignet, wenn sie eine bis ca. 20 cm lange Arbeitsspitze besitzen. Lockere Ackerböden können damit problemlos bearbeitet werden (vgl. SCHIBLER 1997, 204), dagegen ist ein Arbeiten in stark durchwurzelten oder steinreichen Böden auszuschließen. Mit Hilfe einer unbearbeiteten und relativ

dicken Arbeitsspitze aus Hirschgeweih konnte bei der Bodenbearbeitung ein vergleichbares Ergebnis erzielt werden wie mit einer sorgfältig geglätteten und zuge-spitzten Arbeitsspitze. Die aufwendige Zurichtung der Arbeitsspitze ist somit für eine Ackerbaufunktion nicht notwendig und erhöht zudem die Bruchgefahr.

Weit größere Probleme bereitet ein bei Sprossenhauenschäften vorhandener Stielfortsatz. Die Bodenbearbeitung wird durch diesen derart behindert, dass eine Anwendung der Sprossenhau als Erdhacke nicht als wahrscheinlich betrachtet werden kann. Für den Stielfortsatz gibt es zudem bei einer Ackerbaufunktion der Sprossenhauen keine sichtbare Notwendigkeit.

Die an den Arbeitsspitzen der Originalfunde fehlenden Gebrauchs- bzw. Abnutzungsspuren zeigen an, dass die Sprossenhauen nie einer Arbeit ausgesetzt waren, die zu einem erhöhten Verschleiß führt (vgl. BECKER 1956, 152 u. MALMER 1962, 314). Bei einer Ackerbaufunktion wäre dies, wenn überhaupt, nur für ein Arbeiten in lockerem, sand- und steinfreien Lößboden vorstellbar.

Folglich zeigt sich, dass die Sprossenhauen nur zum Teil und zudem nur bedingt für eine Ackerbaufunktion geeignet sind. Da wir es aber bei allen Sprossenhauenvarianten mit ein und demselben Gerät zu tun haben,

müssen diese auch alle für die gleiche Funktion geeignet sein, unabhängig davon, welche Geweihspitzen- und Holzschaft-Kombination vorliegt. Für eine Anwendung der Sprossenhauen als Ackerbaugerät trifft dies nicht zu. Damit kann eine Funktion der Sprossenhauen im Sinne einer Erd- oder Furchenhacke ausgeschlossen werden.

Weitere Argumente

Neben diesen Fakten, die sich auf die praktische, experimentell überprüfte Anwendungsmöglichkeit der Sprossenhauen beziehen, liegt außerdem eine Reihe von Indizien vor, die aus theoretischen Überlegungen heraus gegen eine Funktion als Ackerbaugerät sprechen.

Allein der große Herstellungsaufwand erscheint bereits als Indiz gegen eine Anwendung bei der Bodenbearbeitung (MÜLLER-BECK 1991, 69). Der hohe Verschleiß, dem ein Ackerbaugerät ausgesetzt ist, steht hier eindeutig im Missverhältnis zur feinen Gestalt der Sprossenhauen (WINIGER 1999, 62 u. 72).

Gegen die Funktion als Ackerbaugerät spricht außerdem, dass die Sprossenhauen in Gräbern der Grübchenkeramischen Kultur vertreten sind, so z.B. in Grab 36, 65 und 78 von Västerbjers (STENBERGER 1943, 48, 58, 66-67) und einem der Gräber von Visby (LUNDBERG 1942, 171). Für die Grübchenkeramische Kultur ist bekannt, dass es sich um eine ausgesprochene Jäger- und Viehzückerkultur handelt, die Ackerbau vermutlich nur in geringem Maße betrieben hat (STENBERGER 1939, 104). Für eine derart wirtschaftenden Kultur erscheint die Bestattungssitte, dem Verstorbenen ein ausgesprochenes Ackerbaugerät mit ins Grab zu geben, als äußerst unwahrscheinlich.

8. Die Funktion als Hiebwaaffe

Die Hypothese, dass es sich bei den Sprossenhauen um Waffen handelt, basiert primär auf dem Fund des Tygelsjö-

Schädels, in dessen Kalotte die abgebrochene Spitze eines geglätteten Sprossenartefaktes steckte (FÜRST 1914, 29-31. BECKER 1956, 151-152).

Das Fehlen von Abnutzungsspuren an den Sprossenhauenspitzen wurde allgemein als Argument gegen die Verwendung als Ackerbaugerät und damit als Beweis für eine Hiebwaaffenfunktion angeführt (BECKER 1956, 152. MALMER 1962, 314).

MALMER (1962, 315-316) und DRIEHAUS (1960, 31-32) argumentieren mit dem Schäftungswinkel der Sprossenhauenspitzen. Eine notwendigerweise dazugehörige Erklärung, weshalb ein von der Sprossenkrümmung abhängiger Schäftungswinkel von 90° bis 120° eine Ackerbaufunktion ausschließt und die Sprossenhauen deshalb als Hiebwaaffen zu verstehen sind, bleibt aber aus. Insbesondere MALMER ist bei seiner Funktionsinterpretation bereits so selbstsicher, dass er eine andere Verwendung nicht mehr ernsthaft in Erwägung zieht.

Damit sind die bisherigen Ansätze, eine Funktion der Sprossenhauen als Hiebwaaffen zu belegen, letztendlich alle unbefriedigend, schien doch bisher allein die Widerlegung der Erdhacken-Hypothese als Argument auszureichen.

Definition und Analogien

Waffen dienen der Jagd auf Mensch und Tier. Formale Unterschiede, die eine Jagd von einer Kampfwaaffe unterscheiden lassen, sind meist nicht vorhanden. Insbesondere bei Gesellschaften mit geringer technischer Komplexität sind Jagd- und Kampfwaaffen meist identisch (FEEST u. JANATA 1999, 175).

„Alle Jagd- und Kriegswaaffen beruhen auf dem Prinzip der Schwungperkussion, also auf der durch Beschleunigung erzielten Kraftwirkung, und zielen auf unmittelbare Verletzung oder Tötung von Lebewesen ab. Die Richtung der Kraftwirkung im Verhält-

nis zur Längsachse der Waffe ist ein Kriterium, das eine eindeutige Klassifikation und eine leichte Erklärung ihrer Funktionsweise ermöglicht. Wirkt dabei die Kraft senkrecht zur Längsachse der Waffe (die sich dann wie ein einarmiger Hebel verhält), spricht man von Schlagwaffen; [...]" (FEEST u. JANATA 1999, 175).

Die Effektivität einer Schlagwaffe (Keule) kann durch die Wahl eines besonders geeigneten Rohmaterials (z.B. Holz, Geweih, Metall etc.), das Abwinkeln des Keulenkopfes und eine die Schlagkraft konzentrierende Bewehrung (z.B. Spitze, Schneide etc.) optimiert werden. Zudem erlaubt die Verwendung eines langen Schaftes eine Maximierung des für die Funktionsausübung notwendigen Kraft- bzw. Energieaufwands, da dieser, als verlängerter Arm des Anwenders, dessen Hebelwirkung unterstützt (sog. Organprojektion). Die Schlagwirkung einer Keule kann zudem durch eine nach vorne gerichtete Verlagerung des Gewichtsschwerpunktes, etwa durch eine Verdickung des Keulenkopfes (Massenvergrößerung) oder das Anbringen von Fremdmaterial (Stein, Metall etc.) erhöht werden. Die dadurch hervorgerufene Vergrößerung der Schlagwirkung erlaubt zudem eine bessere Zielgenauigkeit (FEEST u. JANATA 1999, 177-178. SCHMITZ 1963, 42).

Die Länge des Holzschaftes beträgt bei Keulen durchschnittlich 65 cm, womit für die Waffenfunktion ein bestmögliches Verhältnis zwischen Reichweite und Handlichkeit geschaffen wird. Deutliche Abweichungen in den Gewichts- und Längenabmessungen sind in der Regel nur bei Tanz-, Zeremonial- und Prestigewaffen zu beobachten (FEEST 1966, 42).

Bei FEEST (1966, 44-45) finden sich drei unterschiedliche nordamerikanische (indianische) Keulen abgebildet (Abb. 14). Aufgrund ihrer jeweiligen Modifikation, mit einer nahezu rechtwinklig eingelassenen Spitze, lassen sie sich mit den neolithischen Sprossenhauen vergleichen.

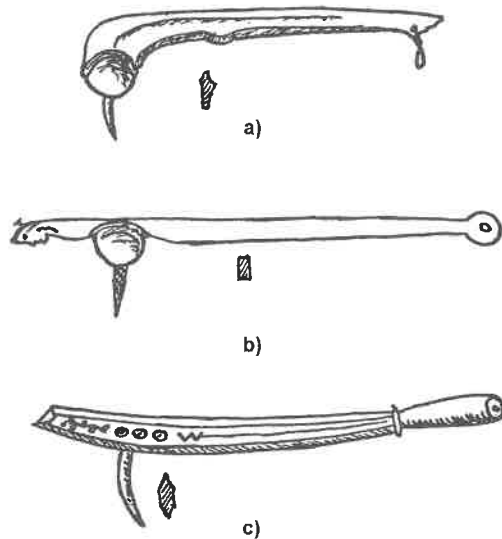


Abb. 14: Mit Spitzen bewehrte Keulenformen der nordamerikanischen Waldlandindianer. a) Kugelkopfkeule mit Beinspitze; b) Kugelkopfkeule mit Eisenspitze und figural verziertem Stielfortsatz; c) Säbelkeule mit Geweih(?)spitze (FEEST 1966, Fig. 3, 6 u. 8). Ohne Maßstab.

Bei Abb.14 a handelt es sich um eine 54 cm lange Kugelkopfkeule der Ojibwa, die mit einer rechtwinklig zum Schaft abstehenden, 6,5 cm langen Beinspitze versehen ist. Das Stielende des Schaftes besitzt einen einseitig ausgebildeten Griffknauf.

Abb. 14 b zeigt eine 72 cm lange Kugelkopfkeule der Cree mit rechtwinklig in den Kugelkopf eingesetzter, ca. 8 cm langer Eisenspitze. Über den eigentlichen Kopf der Keule erhebt sich ein figürlich beschnittener Stielfortsatz. Der eigentliche Stiel ist mit einem runden, quer durchlochtem Griffknauf versehen.

Abb. 14 c zeigt eine ca. 70 cm lange Säbelkeule der Iroquois mit deutlich abgesetzten Griffteil. Etwa 15 cm vor dem Vorderende des Keulenblattes befindet sich eine rechtwinklig eingesetzte, gekrümmte Beinspitze von ca. 11 cm Länge.

Betrachtet man die beiden indianischen Keulen a) und b) so fällt auf, dass sie mit leicht gebogenen Spitzen versehen sind,

aber offensichtlich auch ohne diese einer Funktion als Keulenwaffe genügen würden. Insbesondere die Kugelkopfkeule a) ist ohne zusätzliche Bewehrung in größerer Zahl bekannt (z. B. BENNDORF u. SPEYER 1968, Abb. 9 a und c).

Die gerade Keulenspitze von Objekt b) ist aus Eisen gearbeitet, eine Geweihspitze wäre für diesen Schaftkolben aber ebenso denkbar. Von besonderem Interesse ist in diesem Fall aber der über den Schaftkopf hinausragende Stielfortsatz mit verziertem Ende. Zwar wird dessen Funktion nicht geklärt, doch erinnert er formal an die Stielfortsätze von Sprossenhauenschäften.

Ebenso wie Objekt b) zeigt die Säbelkeule c), dass eine Schlagwaffenfunktion bei mit Spitzen bewehrten Keulen auch dann möglich ist, wenn der Schäftungsbereich der Spitze von einem 10-15 cm langen Stiel- bzw. Blattfortsatz überragt wird. Demnach ist auch bei den mit einem Stielfortsatz versehenen Sprossenhauen eine Anwendung als Hieb- bzw. Schlagwaffe prinzipiell möglich.

Die Schäftungs- und Ausfallwinkel betragen für die Einsatzspitzen der nordamerikanischen Vergleichsobjekte ca. 90°. Die Säbelkeule (Abb. 14 c) besitzt mit ca. 80° den geringsten Ausfallwinkel. Schäftungswinkel von deutlich über 90°, wie sie für die neolithischen Sprossenhauen belegt sind, kommen bei den Vergleichsobjekten nicht vor. Zu bemerken ist zudem, dass deren Einsatzspitzen mit maximal 11 cm sichtbarer Länge (Abb. 14 c) deutlich kürzer sind als die Geweihspitzen der Sprossenhauen. Dies dürfte damit zu erklären sein, dass es sich bei den indianischen Keulen um Hieb- bzw. Schlagwaffen handelt, die durch die eingesetzte Spitze lediglich eine ergänzende Modifikation erfahren haben.

Neben den ethnographischen Vergleichsobjekten können auch historische Parallelen genannt werden. Im späten Mittelalter erscheinen zunehmend mit Kanten, Dornen und Spitzen bewehrte Holzkeulen. Spätestens ab 1400 ging man dazu über, derartige Streitkolben auch ganz aus Me-

tall herzustellen. Die Entwicklung dieser Schlagwaffen ist als kriegstechnische Antwort auf das Aufkommen von Plattenharnischen zu verstehen, konnten doch mit den winklig angebrachten Schlagblättern und Spitzen selbst eiserne Rüstungen durchschlagen werden (SEITZ 1965, 399-400, 402 u. 405). Besondere Bedeutung erhalten diesbezüglich die um 1500 erscheinenden Reiterstreithämmer und Reiterstreitäxte, die beispielsweise auch als „Papagei“ (SEITZ 1965, 408-409), „Falkenschnabel“ (DEMMIN 1964, 180) oder „Rabenschnabel“ (GAMBER, 1997, 112) bezeichnet werden (Abb. 15). Die Schaftlängen derartiger Reiterstreitwaffen betragen in der Regel 45-60 cm (SEITZ 1965, 403). Langstielige Formen waren den Fußsoldaten vorbehalten (ebd. 400), als Hellebarden sind sie zusätzlich mit einer Lanzenspitze versehen (vgl. DEMMIN 1964, 182).

Die Ausfallwinkel der in Abb. 15, 1-3 dargestellten Schlagwaffen betragen zwischen 78° und 85°, sie sind folglich mit den Ausfallwinkeln der neolithischen Sprossenhauen identisch.

Die Keulenköpfe entsprechen, obwohl keine Stielloch-, sondern Beillochschäftungen vorliegen, formal den durchsteckgeschäfteten Geweihspitzen. Die Reiterstreitaxt a) entspricht in etwa einer Geweihspitze mit keilförmig zugerichteter Basis und die Reiterhämmer b) und c) sind jenen mit hammerartig stumpf endender Basis ähnlich. Die mittelalterlichen Streitkolben zeigen somit formale Übereinstimmungen mit den neolithischen Sprossenhauen. Zudem erlaubt der „Luzernerhammer“ (Abb. 15 d) einen Vergleich mit Sprossenhauen, die einen über den Schaftkopf hinausragenden Stielfortsatz besitzen. Zwar besitzt die Lanzenspitze klare funktionale Unterschiede zu diesem, doch zeigt sich hier ebenfalls, dass ein derartiger Überstand eine Schlagwaffenfunktion zulässt.

Die Länge der Streithammerspitzen ist aufgrund fehlender Maß- bzw. Maßstabangaben nur näherungsweise abzuschätzen.

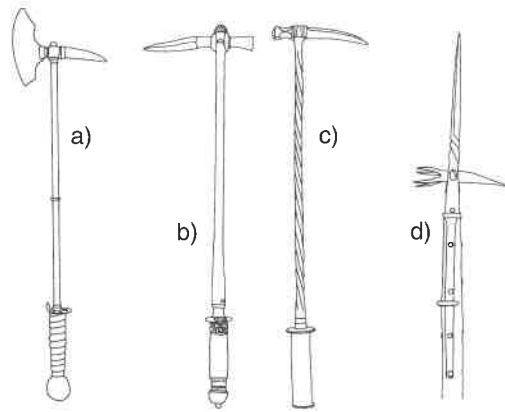


Abb. 15: Spätmittelalterliche bis frühneuzeitliche Schlagwaffen; a) Reiterstreitaxt mit Schnabel, 16. Jh.; b) und c) Reiterhämmer, Mitte 16. Jh.; d) Lutzerherhammer, um 1500 (Umzeichnung nach SEITZ 1965, Abb. 314, 315 und 318). Ohne Maßstab.

Die Längenmaße allein der Spitzen dürften demnach zwischen 5 und 20 cm betragen haben. Längere und schmalere Exemplare kamen ab dem 16. Jh. auf, nachdem die Harnischplatten dünner hergestellt wurden (SEITZ 1965, 414). Die Länge der Spitzen ist demnach davon abhängig, welche Eindringtiefe bei welchem Eindringwiderstand erreicht werden sollte.

Wie der Vergleich der neolithischen Sprossenhauen mit den indianischen Keulen und mittelalterlichen Streithämmern zeigte, bestehen zwischen diesen zahlreiche formale Übereinstimmungen. Das Prinzip der einsteckgeschäfteten Geweihspitze findet sich bei den indianischen Keulen verwirklicht. Mit den durchsteckgeschäfteten Geweihsprossen vergleichbare, beidseitig verwendbare Spitzen finden sich an den mittelalterlichen Streithämmern und -äxten. Die Längenmaße der Sprossenhauenschäfte liegen etwas über dem Durchschnittsmaß der indianischen Keulen und über den Stiellängen der mittelalterlichen Reiterwaffen. Die Stielfortsätze von Sprossenhauen finden sich in ähnlicher Form bei den indianischen Keulen und in Form von Lanzenspitzen

bei den mittelalterlichen Waffen. Auch wenn hier keine direkte Übereinstimmung vorliegt, wird deutlich, dass derartige Fortsätze eine Schlagwaffenfunktion zulassen, während dies für eine Erdhackenfunktion bereits ausgeschlossen werden konnte (s. o.).

Die Geweihspitzen der Sprossenhauen ragen oftmals deutlich weiter aus dem Holzschaft heraus (20 cm und mehr), als es bei den genannten Vergleichsobjekten zu beobachten ist. Offensichtlich bestand eine Abhängigkeit von der Rüstungstechnik. Die Schäftungswinkel betragen bei den Vergleichsobjekten etwa 90° , mit den Sprossenhauen vergleichbare Abmessungen, die Werte bis zu ca. 120° annehmen können, kommen nicht vor. Identisch sind die für die Funktionsausübung bedeutsamen Ausfallwinkel. Insbesondere die mittelalterlichen Streithämmer zeigen einen mit den Sprossenhauen vergleichbaren Schwankungsbereich der Ausfallwinkel zwischen ca. 75° und 90° (vgl. FUNCKEN 1979, Abb. S. 113).

Nach den Kriterien von FEEST (1966, 42-47) handelt es sich bei den Sprossenhauen formal um geradstielige Pickelkeulen mit ovalem Schaftquerschnitt, welche z.T. eine Griffvorrichtung in Form eines umlaufenden Knaufs besitzen. Der verdickte Schaftkopf, die darin eingesetzte Geweihspitze und der gelegentlich als eine Art Kopfplatte vorkommende Stielfortsatz bewirken eine Verlagerung des Schwerpunktes nach vorne und somit eine Erhöhung der Schlagwucht und Zielgenauigkeit. Der spitz zulaufende Geweiheinsatz ermöglicht eine Konzentrierung der Schlagwirkung auf einen Punkt. Bei durchsteckgeschäfteten Geweihspitzen kann bei einer hammerartig stumpfen Basis die Schlagwirkung auf eine kreisförmige Fläche und bei einer keilförmigen Basis auf die Keilschneide konzentriert werden.

Wie bereits verdeutlicht wurde, ist die Holz Auswahl der Sprossenhauenschäfte für eine Schlag- bzw. Hackfunktion optimal

ausgewählt. Des Weiteren zeigten sich die Schäftungsprinzipien der Sprossenhauen für eine beidseitig ausgeführte Schlagfunktion als geeignet. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn der Schlag nicht ruckartig, sondern langsam abgebremst wird. Die gebogene Form der Geweihspitzen erleichtert das Eindringen beim Schlag (FEEST 1966, 48).

Insgesamt betrachtet ergibt sich, dass die Sprossenhauen sowohl formal Hieb Waffen entsprechen, als auch von ihrer Konstruktion theoretisch für derartige Anwendung möglich ist. Dabei handelt es sich jedoch hauptsächlich um eine auf Typenvergleiche beruhende Zuordnung, womit deren tatsächliche Anwendung als Kampfwaffen nicht bewiesen ist (vgl. MÜLLER-BECK 1991, 86-87). Hierfür ist zunächst ihre technische Eignung für eine Hieb Waffenfunktion darzustellen.

Die theoretische Untersuchung der allgemeinen Funktionsmerkmale von Sprossenhauen ergab Aufschluss über deren Anwendungsmöglichkeiten. Bei ihrer Anwendung als Schlagwaffe entstehen auf die Schäftung hauptsächlich Druckkräfte. Eine Belastung auf Zug- oder Hebelkräfte ist dagegen als unbedeutend einzuschätzen. Weder entstehen beim Herausziehen der geglätteten Geweihspitze aus einem Tier- oder Menschenkörper nennenswerte Halte- und somit Zugkräfte, noch ist hier ein Heraushebeln der eingeschlagenen Sprosse möglich. Wie Experiment 4 zeigte, sind durchsteckgeschäftete Sprossenhauen für kräftige, harte Schläge, die allein vom Fixierstift ausgehalten werden müssen, nicht geeignet. Es kommen daher für die Sprossenhauen in erster Linie Schläge in Betracht, die langsam abgebremst werden. Dies ist bei einem Schlag in einen Tier- oder Menschenkörper dann der Fall, wenn die Sprossenspitze nicht unmittelbar auf Knochen auftrifft.

Das Eindringen der Geweihspitze wird durch deren gekrümmte Form und einen günstigen Ausfallwinkel erleichtert, da sie

den kreisförmigen Bewegungsablauf des Schlagens nachzeichnet. Zudem wird die Schlagwirkung auf die Sprossenspitze konzentriert und damit theoretisch eine hohe Eindringtiefe erreicht.

Experimente

Um eine Vorstellung über die Durchschlagskraft von Sprossenhauen zu erhalten, wurden Experimente durchgeführt. Die Versuchsreihe bestand darin, mit den Repliken A und B ein 4 mm dickes, festes Rindsleder zu durchschlagen. Zu diesem Zweck wurde das Leder auf weichen Lehmboden aufgelegt (Abb. 16). Der dadurch erreichte Widerstand entspricht etwa demjenigen bei einem Schlag auf einen Tier- oder Menschenkörper.

Begonnen wurde mit Replikat B, dessen Spitze besonders sorgfältig zugespitzt wurde. Schon ein leichter, beidhändig ausgeführter Schlag genügte, um das Lederstück zu durchstechen. Dabei drang die Sprossenspitze noch bis zur Hälfte (ca. 10 cm) durch das Leder hindurch in den Lehmboden. Dieser Versuch verlief so erfolgreich, dass die folgenden Experimente nur noch mit Replikat A durchgeführt wurden, dessen Spitze kräftiger und stumpfer ausgebildet ist als bei Replikat B.

Der gleiche Durchschlagversuch ließ sich mit Replikat A ohne nennenswerten Unterschied durchführen. Anschließend wurden zunächst zwei, dann drei Lagen des Rindsleders durchschlagen. Die nunmehr 0,8 bis 1,2 cm starke Lederschicht bot dabei, selbst für nur mittelkräftig ausgeführte Schläge, keinen undurchdringlichen Widerstand, es verringerte sich lediglich die Eindringtiefe (Abb. 17). Durch sehr kräftiges Schlagen konnte dies ausgeglichen werden. Damit war die Wirksamkeit der Sprossenhauen ausreichend zu belegen, weshalb keine weiteren Experimente durchgeführt wurden. Die Konstruktion der Sprossenhauen besitzt folglich die für Schlagwaffen erforder-

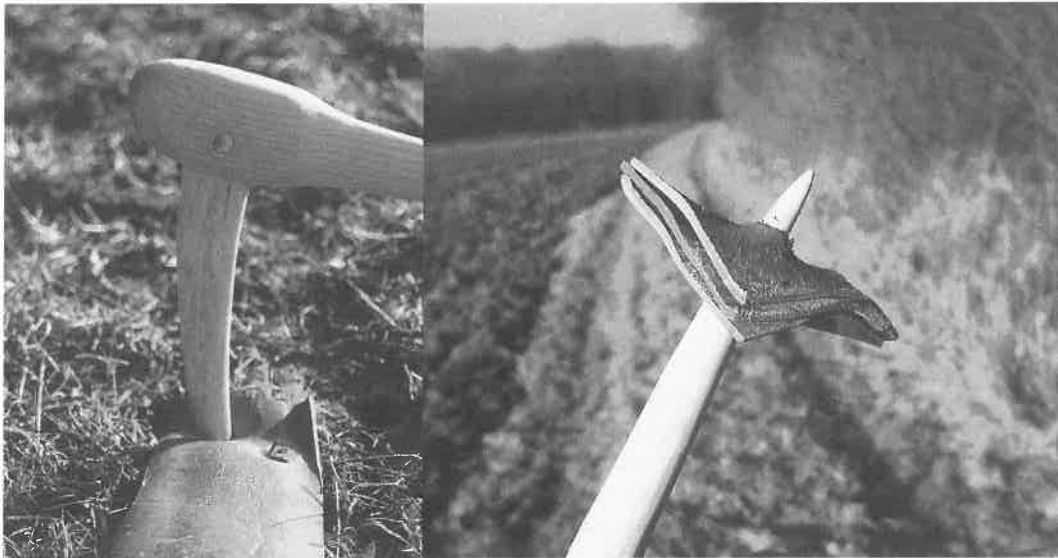


Abb. 16 und 17: Sprossenhauenreplik A im Experiment.

liche Stabilität. Damit sind sie theoretisch als Hieb Waffen verwendbar. Ob sie tatsächlich als solche eingesetzt wurden, soll anhand ihrer theoretischen Anwendungsmöglichkeiten im Nahkampf und den folglich zu erwartenden Verletzungen untersucht werden. An dieser Stelle ist ein erneuter Vergleich mit den mittelalterlichen Streithämmern hilfreich.

Weitere Argumente

Für die Funktionsanwendung der mittelalterlichen Reiterwaffen war die Kurzstieligkeit neben einem erträglichen Gewicht von 1 bis 1,5 kg von Bedeutung, da die Reiter sie im Kampf nur einhändig verwenden konnten, die zweite Hand wurde zum Halten der Zügel benötigt. Langstielige und schwere Streithämmer, die ein beidhändiges Führen erforderten, waren nur für Fußsoldaten benutzbar (SEITZ 1965, 400 u. 403).

Die eigentliche Waffenfunktion der Streithämmer und -äxte, bei denen es sich um Nahkampfwaffen handelt, lag nicht unbedingt darin, den Gegner sofort zu töten,

sondern ihn schwer zu verletzen. Mit ihnen konnte selbst Helm und Harnisch nicht nur kräftig verbeult, sondern auch durchschlagen werden, wobei schwerste Muskelfleisch-, Organ-, Knochen- und Schädelverletzungen verursacht wurden (SEITZ 1965, 405). Dabei waren sie in ihrer Wirkung deutlich gefährlicher als Lanzen und Schwerter, weshalb wiederholt Versuche unternommen wurden, diese Waffen zu verbieten. Sie verschwanden aber erst mit dem Aufkommen von Pistolen (FUNCKEN 1979, 112). Schädelknochen mit entsprechenden Hiebverletzungen sind z.B. aus den Massengräbern von Towton in Nordengland (HOLST 1999, 58) und Wisby in Schweden (THORDEMAN 1939, 179-191) bekannt. Sie zeigen Trümmerbrüche und von den Spitzen der Streithämmer durchschlagene Schädelkalotten (siehe HOLST 1999, Abb. S. 58. THORDEMAN 1939, Fig. 178).

Für die Anwendung der Sprossenhauen als Hieb Waffe ist sowohl ein einhändiges als auch ein beidhändiges Führen möglich. Für letzteres spricht die mit neolithischen Fälläxten vergleichbare Gesamtlänge von ca. 70-80 cm und das an den vier Repliken

ermittelte Gewicht von ca. 550-600 g. Die einhändige Verwendungsmöglichkeit bestätigte sich zudem im Zuge der vorausgegangenen Experimente.

Bei einer Kampfhandlung ist für die Sprossenhauen eine Art Fechten vorstellbar. Dabei werden die Schäfte derart frontal gegeneinander geschlagen, dass die Gefahr des Herausgleitens der Geweihspitze besteht. In einem solchen Fall wäre der Kämpfer nur noch mit dem bloßen Holzschaft bewaffnet und damit in seiner Kampffähigkeit deutlich geschwächt. Bei der Anwendung der Sprossenhauen als Fechtwaffen ist somit eine Stiffixierung der Geweihspitze unerlässlich. Dies gilt insbesondere auch für einsteckgeschäftete Sprossenhauen, bei denen die Stiffixierung für eine Druck- und Hebelfunktion allein nicht erforderlich ist (s. o.). Erst mit der zusätzlich fixierten Geweihspitze entsteht für den Kampf Mann gegen Mann eine verlässliche Waffe.

Entsprechend der mittelalterlichen Streithämmer wird auch die Anwendung der Sprossenhauen im ganzen Körperbereich schwerste Verletzungen verursachen. Selbst eine „dicke Haut“ (Tier) oder ein Lederharnisch (Mensch) bieten, wie anhand der Lederexperimente deutlich wurde, gegen die Sprossenspitze keinen sicheren Schutz. Damit besitzen die als Spitzkeulenwaffen benutzten Sprossenhauen im Nahkampf und bei der Jagd Vorteile gegenüber steinernen Äxten. Denn bei diesen wird der Anwender stets versuchen, die Schläge gegen den Schädel des Gegners zu richten, da sie dort am wirkungsvollsten sind. Im übrigen Körperbereich verursachen sie dagegen hauptsächlich Prellungen und Knochenbrüche, die den Gegner zwar außer Gefecht setzen können, nicht aber unbedingt tödlich wirken. Als problematisch zeigt sich das Heraushebeln einer Sprossenhauenspitze, die in einen Körper eingeschlagen wurde. Weder Haut, Fett, Fleisch noch Knochen erlauben ein derartiges Vorgehen, da mit einer rundstäbigen Geweihspitze keine schneidende

Wirkung erzielt werden kann. Ein lochgenaues Herausziehen der Sprosse ist in diesem Fall unumgänglich. Dies muss bei einem Kampfgeschehen, in das mehrere Leute verwickelt sind, zum Schutz des Angreifers möglichst schnell geschehen. Zum einen, damit er während des Herauslösens der Geweihspitze nicht selbst zum Opfer eines Gegners wird, und zum anderen, damit er seine Hieb Waffe so schnell wie möglich wieder einsatzbereit hat. Wie effektiv ein lochgenaues Herausziehen der Geweihspitzen, insbesondere bei Schäften mit Stielfortsatz möglich ist, wurde bereits dargestellt.

Die Effektivität von Sprossenhauenschlägen gegen den Kopf belegt eindrucksvoll der Schädel von Tygelsjö (Abb. 18), in dem bei der Auffindung noch das Fragment einer Sprossenhauenspitze feststeckte. Diese Beobachtung wird von MALMER (1962, 318-319), dem nur die Geweihspitze selbst zur Untersuchung vorlag, angezweifelt. Ältere Untersuchungen durch RETZIUS (1900, 166) führten demgegenüber zum Ergebnis, dass lediglich nicht sicher zu entscheiden sei, ob das durch die Geweihspitze entstandene Loch prä- oder postmortem entstand. Der Befund selbst warf dagegen keine Zweifel an der Echtheit auf. Im Vergleich zur 25 cm langen vollständigen Sprossenhauenspitze von Taastrup, welche nach BECKER (1956, 149-151) ebenfalls im Schädel des Toten gesteckt haben soll, ist die Beobachtung am Tygelsjö-Schädel als realistisch bewertbar. Erstens besitzt die Schädeldecke ein deutliches Loch, in welches sich die Geweihspitze gleich einem Puzzle einfügen lässt, und zweitens zeigt die geglättete Geweihspitze einen basalen Bruch, der dem entstandenen Bruchbild zufolge, als gegen die Sprosskrümmung gerichteter Hebelbruch entstanden sein muss. Er kann daher kaum als zufälliger Alterungsbruch entstanden sein. Da die eingeschlagene Geweihspitze nach dem Abbrechen nur gering aus dem Schädel herausgeragt haben dürfte, ist es

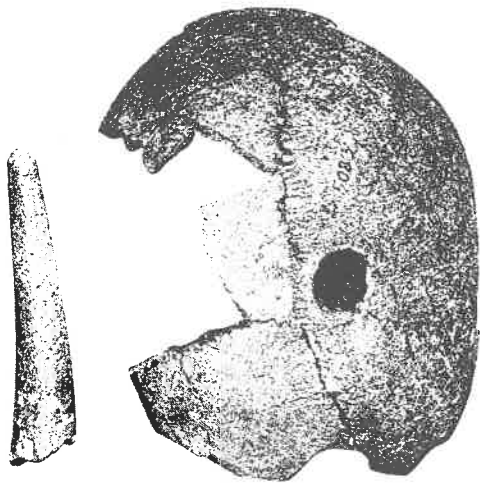


Abb. 18: Schädel und Geweihspitze von Tygelsjö, Schonen (FÜRST 1914, Fig. 17).

durchaus verständlich, dass sie in dieser Stellung belassen wurde. Zudem dürfte es nur schwer möglich und letztendlich auch unnötig gewesen sein, dem Toten die kaum greifbare Geweihspitze aus dem Schädel zu entfernen, dies einmal abgesehen davon, wie der Kopf des Toten nach dem Eindringen und anschließenden Hebeln der Geweihspitze (Hebelbruch!) ausgesehen haben muss. Im Vergleich dazu wird von dem Taastrup-Schädel nichts von einem eingeschlagenen Loch berichtet. Die dort vollständig aufgefundene 25 cm lange Sprossenspitze müsste, selbst wenn sie aus dem Schaft herausgebrochen sein sollte, noch immer aus dem Schädel herausgeragt haben und dürfte daher ohne größere Schwierigkeiten aus diesem zu entfernen gewesen sein. Möglicherweise könnte hier aber eine, auf einem zerscherten Schädel aufliegend gefundene Sprossenhauenspitze eine eingeschlagene Situation vorgetäuscht haben. Zumindest ist für die Sprossenhauenspitze von Bedinge eine solche Fundlage dokumentiert (MALMER 1962, 313-321).

Selbstverständlich macht ein eingeschlagener Schädel aus einem Gerät nicht automatisch eine prinzipielle bzw. speziell für

diese Funktion hergestellte Waffe. Allein aus bandkeramischer Zeit sind zahlreiche Schädel bekannt, die durch Beilschläge verursachte Frakturen aufweisen. Trotz dieser Funde, die über kriegerische Auseinandersetzungen Auskunft geben, wird niemand die sogenannten Schuhleistekeile als ausschließliche Hieb Waffen bezeichnen wollen. Unzweifelhaft handelt es sich bei ihnen in erster Linie um Holzbearbeitungsgeräte bzw. Fälläxte. Noch viel deutlicher zeigt sich dies aber am Beispiel der Bauernkriege, in welchen alltägliche Arbeitsgeräte zu gefährlichen Hieb Waffen umfunktioniert wurden. Damit zeigt sich die Ambivalenz zwischen Waffe und Werkzeug, denn letztlich ist es der Mensch, der aus einem Gerät das macht, was es ist. Selbst aus einem einfachen Werkzeug kann im Ernstfall eine wirksame Waffe werden, eine spezialisierte Waffe aber anderserseits zum Werkzeug. Für die Sprossenhauen ist die Hieb Waffenfunktion nur anhand von Verletzungsspuren nachzuweisen, wenn diese aber auch kaum zu entdecken sind. Der Schädel von Tygelsjö hat sich diesbezüglich für die Forschung als besonderer „Glücksfall“ erwiesen. Es wäre jedoch zu wünschen, auch andere Skelette auf durch Geweihspitzen verursachte Hiebverletzungen zu untersuchen. Erlaubt doch erst das wiederholte Vorkommen entsprechender Verletzungen die Aussage, ob es sich bei einem bestimmten Objekt um eine regulär als solche verwendete Waffe handelt.

Die Frage, ob die Sprossenhauen hauptsächlich gegen Mensch oder Tier eingesetzt wurden (MÜLLER-BECK 1991, 86), ist schwer zu beantworten. Die anhand von ethnographischen Vergleichen gewonnene Aussage, dass die Bedeutung von Schlagwaffen hauptsächlich auf dem Töten von Menschen beruht (FEEST 1966, 41), ist aber auch für die spätneolithischen Sprossenhauen wahrscheinlich.

Die formalen und funktionalen Übereinstimmungen der Sprossenhauen mit den Keulenwaffen der nordamerikanischen

Waldlandindianer und den spätmittelalterlich bis frühneuzeitlichen Streithämmern und Hellebarden, die aufgezeigte theoretische Anwendungsmöglichkeit bzw. praktische Eignung sowie der Schädelbefund von Tygelsjö erlauben die Aussage, dass es sich bei ihnen sehr wahrscheinlich um spezialisierte Hieb Waffen gehandelt hat.

9. Schlussbemerkung

Die funktionale Klärung der Sprossenhauen konnte erfolgreich durchgeführt werden. Dabei zeigte sich, dass weder die Betrachtung einzelner Teilaspekte, noch die Widerlegung der einen oder anderen Hypothese genügte. Erst die ausführliche Betrachtung der Objekte selbst, die Berücksichtigung sämtlicher Schäftungsvarianten mit ihren unterschiedlichen Belastungsgrenzen und die Diskussion beider bestehenden Hypothesen führte zu aussagekräftigen Ergebnissen. Nämlich zum einen, dass für die spätneolithischen Sprossenhauen eine Ackerbaufunktion ausgeschlossen werden kann und zum anderen, dass deren Funktion als spezialisierte Hieb Waffe in höchstem Maße wahrscheinlich gemacht werden konnte und damit als realistische Deutung zu bewerten ist. Darüber hinaus erwies sich das vorgestellte, sehr umfangreiche methodische Vorgehen für die funktionale Interpretation der Sprossenhauen als gut geeignet und ist auch für andere funktional ungeklärte Objekte durchführbar und Erfolg versprechend.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Irenäus Matuschik und Alexander Maass für ihre kritische und anregende Durchsicht des Manuskripts sowie Daniel Steiniger für seine Unterstützung bei der Durchführung der Experimente.

Summary

Tinehoes (Sprossenhauen) are composed of a approximately 70 cm long wooden shaft, with a antler tine fixed to create an L- or t-shape. The original function, as well as the distribution area and the chronological/cultural extend of this object had, until now, not been satisfactory answered. Due to this it became a dissertation topic, which was finished in February 2000.

At the beginnig of this article, which dealt with the functional explanation, there is a discription of tinehoes. Here could four different variations of this rare known implement be distinguished. Thereafter followed a precise investigation of the general constructional featurés, which give indications to the possible uses of tinehoes. This showed that the four types of construction have different stress qualities. Afterwards both the hypothetical functions, earth pick and/or weapon, was discussed. Therefore, analogies to functional determined objects, which are known from the ethnography, archeology and history, as well as archeological experiments, was used. The results show firstly, that a function as an earth pick can be ruled out. Second, the function as weapon is possible and this is supported by evidenced from a human skull, which was found near Tygelsjö in the south of Sweden. With this, the functional explanation as a weapon could be shown as the probably prehistorical (original) use of the late neolithic tinhoes.

Literatur

- BECKER, C. J. 1956: A Neolithic Antler Weapon from Rye Aa, North Jutland. Acta Archaeologica 27, 1956, 148-153.
 BENNDORF, H., SPEYER, A. 1968: Indianer Nordamerikas 1760-1860. Offenbach a. M. 1968.
 BILLAMBOZ, A. 1977: L'Industrie du Bois des Cerf en Franche-Comté au Néolithique et au debut de l'Age du Bronze. Gallia Préhistoire 20, 1977, 21-176.

- BRUZELIUS, N. G. 1860: Beskrifning öfver Svenska Fornlemningar jemte en kort framställning af den äldre Jernåldren i norra och mellersta Europa. Lund 1860.
- DEMMIN, A. 1964: Die Kriegswaffen in ihren geschichtlichen Entwicklungen von den ältesten Zeiten bis auf die Gegenwart. Enzyklopädie der Waffenkunde Bd. 2. 4. Aufl. Hildesheim 1964.
- DRIEHAUS, J. 1960: Die Altheimer Gruppe und das Jungneolithikum in Mitteleuropa. Mainz 1960.
- FANSA, M. 1990: Einleitung. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 4. Oldenburg 1990, 11-17.
- FEEST, Chr. 1966: Tomahawk und Keule im östlichen Nordamerika. Archiv für Völkerkunde 19, 1964-65, Wien 1966, 39-84.
- FEEST, Chr., JANATA, A. 1999: Technologie und Ergologie in der Völkerkunde Bd. 1. 4. überarb. Aufl. Berlin 1999.
- FEUSTEL, R. 1973: Technik der Steinzeit. Weimar 1973.
- FUNCKEN, L. und F. 1979: Rüstungen und Kriegsgerät im Mittelalter. München 1979.
- FÜRST, C. M. 1914: Skelettfynd från Stenåldersgravar i Nerike. Fornvännen 1914, 17-31.
- GAMBER, O. 1997: Streithammer. In: N. Angermann (Hrsg.), Lexikon des Mittelalters VIII. München 1997, 240.
- GONZENBACH, V. 1949: Die Cortaillodkultur in der Schweiz. Monographien zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz Bd. VII. Basel 1949.
- GROSS, V. 1879: Une nouvelle palafitte de l'époque de la pierre à Locras. In: F. Keller: Pfahlbauten achter Bericht. Mitteilungen der Antiquarischen Gesellschaft Zürich XX, 1879, 28-34.
- GROSS, V. 1883: Les Protohelvètes. Berlin 1883.
- HOLST, M. 1999: Schlacht um Englands Thron. Archäologie in Deutschland 1/1999, 58.
- ISCHER, Th. 1928: Die Pfahlbauten des Bielersees. Biel 1928.
- KAISER, M. J. 2000: Die funktionale Deutung der neolithischen Sprossenhausen Europas. Unpublizierte Magisterarbeit Freiburg i. Br. 2000.
- LUNDBERG, E. B. 1942: Undersökningarna på Visbyboplatsen 1936-37. Fornvännen 37, 1942, 161-174.
- MALMER, M. P. 1962: Jungneolithische Studien. Acta Archaeologica Lundensia 2. Lund 1962.
- MATUSCHIK, I. 1996: Die neolithische Besiedlung in Riekofen-„Kellnerfeld“. Beitrag zum Spätneolithikum im südlichen Bayern. Mikrofich-Publikation, Dissertation. Freiburg i. Br. 1996.
- MATUSCHIK, I. 1999: Riekofen und die Chamer Kultur Bayerns. In: H. Schlichterle und M. Strobel, M. (Hrsg.), Rundgespräche Hemmenhofen 26. Juni 1998, Aktuelles zu Horgen-Cham-Goldberg III-Schnurkeramik in Süddeutschland. Hemmenhofener Skripte 1, 1999, 69-95.
- MÜLLER-BECK, H. 1965: Holzgeräte und Holzbearbeitung. Seeberg, Burgäschisee-Süd Teil 5, Acta Bernensia II. Bern 1965.
- MÜLLER-BECK, H. 1991: Die Holzartefakte. In: Waterbolk und W. van Zeist (Hrsg.), Niederwil, eine Siedlung der Pfynkultur Bd. IV. Bern 1991.
- NIELSEN, E. H. 1989: Sutz-Rütte, Ufersiedlungen am Bielersee Bd. 2. Bern 1989.
- OLDEBERG, A. 1952: Studien über die schwedische Bootaxtkultur. Kungl. Vitterhets Historie och Antikvitets Akademien. Stockholm 1952.
- REINECKE, P. 1941: Ein ungeklärtes spätneolithisches Gerät. Germania 25, 1941, 199-203.
- RETZIUS, G. 1900: Crania Suecicia Antiqua. Stockholm 1900.
- RICHTER, P. B. 1991: Experimentelle Archäologie: Ziele, Methoden und Aussagemöglichkeiten. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 6. Oldenburg 1991, 19-49.
- ROTHOWE et al. 1983: Lehrbuch für Metallberufe. 8. Aufl. Hannover 1983.
- RYDBECK, O. 1910: Markgrafvar från Stenåldern i Skåne. Fornvännen 1910, 1-13.
- SCHIBLER, J. 1987: Die Hirschgeweihartefakte. In: E. Gross et al.: Zürich „Mozartstraße“ Bd. 1. Berichte der Züricher Denkmalpflege, Monographien 4, 1987, 156-166.
- SCHIBLER, J. 1997: Knochen- und Geweihartefakte. In: J. Hüster-Plogmann et al.: Ökonomie und Ökologie neolithischer und bronzzeitlicher Ufersiedlungen am Zürichsee. Monographien der Kantonsarchäologie Zürich 20, 1997, 122-219.
- SCHMITZ, J. D. E. 1963: Technologie frühzeitlicher Waffen. 1963.
- SCHWAB, H. 1971: Jungsteinzeitliche Fundstellen im Kanton Freiburg. Schriften zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz Bd. 16. Basel 1971.
- SEITZ, H. 1965: Blankwaffen I, Geschichte und Typenentwicklung im europäischen Kulturbereich. Braunschweig 1965.
- STENBERGER, M. 1939: Das Västerbjersfeld. Ein Grabfeld der Ganggräberzeit auf Gotland. Acta Archaeologica, Vol. X, 1939, 60-105.
- STENBERGER, M. 1943: Das Grabfeld von Västerbjers auf Gotland. Lund 1943.
- STOZTER, M. 1977: Untersuchungen zur Typologie, Technologie und Ergologie prähistorischer Holzartefakte. Unpublizierte Dissertation. Bern 1977.
- SUTER, P. J. 1981: Die Hirschgeweihartefakte der Cortaillod-Siedlungen. Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann Bd. 15. Bern 1981.
- TABELLENBUCH METALL 1984: Tabellenbuch Metall. 33. Auflage, Wuppertal 1984.
- THORDEMAN, B. 1939: Armour from the Battle of Wisby 1361. Kungl. Vitterhets Historie och Antikvitets Akademien Stockholm, Uppsala 1939.

- WESSELKAMP, G. 1992: Neolithische Holzartefakte aus Schweizer Seeufersiedlungen: Technik-Form-Gliederung. Dissertation. Freiburg i. Br. 1992.
- WINIGER, J. 1981: Feldmeilen Vorderfeld. Der Übergang von der Pfyn zur Horgener Kultur. Antiqua 8. Frauenfeld 1981.
- WINIGER, J. 1989: Bestandsaufnahme der Bielerseeestationen als Grundlage demographischer Theoriebildung. Ufersiedlungen am Bielersee 1. Bern 1989.
- WINIGER, J. 1999: Rohstoff, Form und Funktion. Fünf Studien zum Neolithikum Mitteleuropas. BAR International Series 771. Oxford 1999.
- WYSS, R. 1970: Die Pfynkultur. Bern 1970.

Anschrift des Verfassers

Michael Kaiser
Marchstr. 9

79106 Freiburg

Measurable Flintknapping

Peter Kelterborn

1. Overview

This paper presents „measurable flintknapping“ as a new research tool for advanced flintknappers and lithic analysts. The general features of this approach are first explored and compared with the established research paths of „replicative flintknapping“ and „fracture mechanics for archaeology“. Measurable flintknapping is then illustrated by suitable examples from the initial acceptance tests and early experiments. To conclude, a few of the background circumstances are discussed and a short summary is given.

2. Technology of Measurable Flintknapping

2.1. Introduction

Measurable flintknapping is a totally different approach towards the ancient craft of working stone, because it openly allows the application of mechanical and laboratory know-how to carefully selected flintknapping steps. The four main characteristics are:

1. Detachment machines are designed and used which closely follow the manual initiation of the fracture force (Fig. 1 and 2). In an engineer's eye, mechanical devices and machines are transparent and predictable. They can be equipped with a great variety of measuring instruments and put into the very same action as often as needed without getting tired.

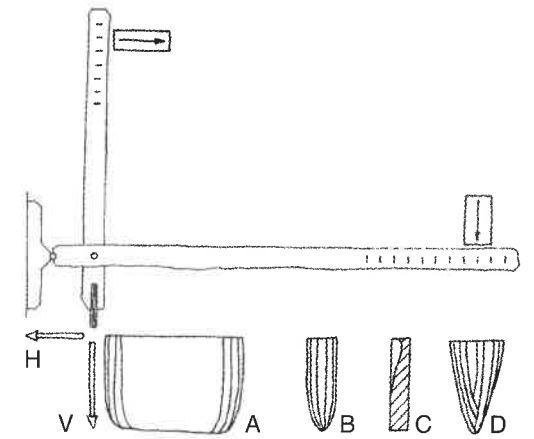


Fig. 1: Double lever machine and suitable core shapes. The Principles: – Two coupled levers, producing the horizontal (H, out) and the vertical (V, down) component of the pressure force acting on the tool tip. – The vertical component is preset by placing a calibrated weight on the horizontal lever; the horizontal component at break is measured by a precision pull spring scale or an electronic force sensor acting on the vertical lever. – Designed for plank edge-cores A, prismatic cores B, face-cores C and pyramidal cores D. If required: – Exchangeable tip material and tip geometry. – Adjustable tool angle. – Adjustable rebound elasticities of leverarms and core fixations. – Adjustable preload.

At first sight, one might be tempted to simply measure with small electronic sensors the forces directly on the hand operated traditional flintknapping tools or core fixations, and leave the acting flintknapper otherwise undisturbed. Because in this case the forces would still remain applied by the human hand or body (like in the device of GALLET and TEXIER 1991), this concept cannot comply with the important condition of repeatability. Therefore, the design of new detachment machines which copy the essential human motions, remained the only alternative.

One of the following principles may be chosen for the mechanical application of the fracture initiation force: Guided

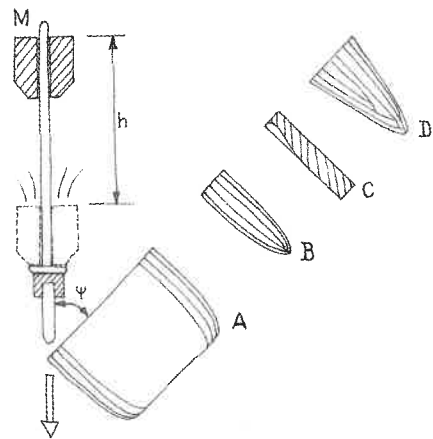


Fig. 2: Percussion stick and suitable core shapes. The Principles: – Adjustable drop mass M , drop height h and impact angle ψ , replicating the indirect percussion technique. – Designed for plank edge-cores A, prismatic cores B, face-cores C and pyramidal cores D. – Demands secure and repeatable core fixations. – Impact point can be placed on the core as needed. If required: – Exchangeable punch shape, punch material and tip geometry. – Adjustable impact shock of drop mass M by means of intermediate springs or shock absorbers at bottom of stick. – Adjustable rebound elasticity of core fixation. – Adjustable preload. – Core can be hand held. – May need two persons to operate.

falling weights, guided punches, or pressure indentors with separately controlled vertical and horizontal components. Most of these machines may be activated by hand or with pneumatic, hydraulic or electrical power, acting on single or double leverarms, on gears, or on threads. Care must be taken to use a representative hardness and contact area of the tool tip and the right coefficient of friction between the tip and the core platform. This is one of the reasons why an ideal device for the curved, glancing blow of direct percussion (hard or soft) has not yet been found. For economical reasons, and to facilitate a wide distribution of the idea of measurable flintknapping, attractive equipment is simple and hand-powered.

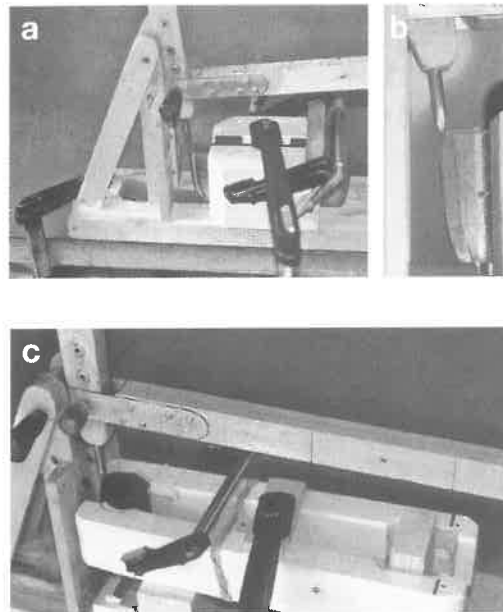


Fig. 3: Examples of mechanical core fixations for the double lever pressure machine. In all three pictures, holding blocks, wedges, shims and leather padded wooden clamps are used; also carpenter clamps and rubber bands. a: An installed keeled 40 mm glass plank edge-core. b: A non-keeled 40 mm glass plank edge-core and the 8 mm copper wire pressure tip. c: An installed 50 mm prismatic obsidian core.

2. Modern tools and devices are introduced to carry out (and keep constant) the core fixation tasks (Fig. 3 and 4). In principle, the following fixation repertoire is available: Wooden or plastic blocks, shims and wedges. Metal bolts and nuts, spring toggles, carpenter clamps, weights, adhesive tape, elastic bands and pneumatic or hydraulic gear. In practice this means for example, that the ancient looking wooden branches and antler handles can now be quietly replaced by industrial and more practical materials, leather bindings by more secure carpenter clamps and pebbles by clean-cut wooden or plastic wedges. The location of the supports and the rigidity or elasticity of the fixation in relation to the core mass is always an important

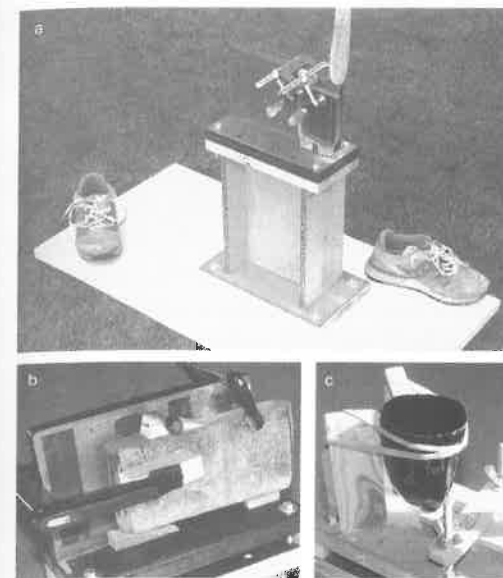


Fig. 4: Examples of mechanical core fixations for body applied fracture forces. a: For better visibility, working comfort and photography during manual work, the core platforms are elevated to about 55 cm above ground level on a convenient wooden table or bloc. This requires the use of shortened Crabtree crutches. In place is a keeled 30 mm glass plank edge-core, fixed with carpenter clamps. b: A keeled 40 mm plank edge-core of glass is supported on a wedge and a small block of wood, and held down by the wedge under the steel pin. Lateral stability is provided by the stiff side board with strips of sanding paper to increase contact friction. c: A pyramidal obsidian core, made 1992 by J. Flenniken is immobilized on the proximal forward side by two padded wooden struts, while the tip rests on a wooden shim with a separate rear support, all adjustable and fixed with bolts and wing nuts.

factor during lithic experiments, but specially for direct or indirect percussion. Therefore, flexible and controllable elements like bending beams, steel springs or polymer shims must be used occasionally to support the core in such a flexible manner that can be exactly quantified.

3. Some of the important but manually difficult replicative reduction sequences (such as initial core shaping, core rejuvenation or core repair, etc.) are now replaced by mechanical work with such equipment, which is doing the task best, quickest and cheapest. The most frequently used reduction tools by this author include a diamond-saw, a diamond grinding-wheel and a drum sander. Of course, these time saving short-cuts of the lapidary industry are only allowed when they are undeniably not conflicting with the actual research purpose at hand.
4. However, many other reduction techniques, which cannot be efficiently or economically mechanized, like overhang removal or pressure area preparation, etc. are still executed by hand in the traditional flintknapping style.

2.2. Comparison with replicative flintknapping

In measurable flintknapping, repeatability and measurability are the outstanding features and therefore typical research goals should be the study of lithic „techniques“. In replicative flintknapping, the preferred focus is on developing a plausible hypothesis for the „methods“ or concepts under which flaked stone tools were made. Frequently this leads to the development of complete production sequences or artifact life cycles. The author follows the distinction between „technique“ and „method“ as generally used in France. Accordingly, a technique contains the sum of the know-how details of the craft, including tools; while a method describes the know-what or the overall concept of the artifact production process. See for example: Technology of Knapped Stone, by M.-L. INIZAN, H. ROCHE and J. TIXIER (1992). While the reporting of results in measurable flintknapping is both objective and unambiguous, communicating the insights of replicative flintknapping is extremely difficult, because a lot will always remain in the

dim zone of personal feeling or even intuition or unconscious prejudice. This is only normal, given the high speed at which detachments occur and the multiplicity of causes involved in every removal.

The very strong obligation of replicative flintknappers to comply with the archaeological feasibility and outer appearance is intentionally loosened in measurable flintknapping. Replicative work usually takes place outdoors, while the much cleaner measurable flintknapping happens in an indoor workshop or even in a laboratory.

The condition of repeatability and the use of detachment machines and mechanical fixation tools generate a strong desire to use standardized sizes and shapes for the cores and indenter tips, regardless of the certain increase in time and cost. See Fig. 1 for proven shapes, specially adapted to an existing double lever machine. On the other hand, replicative flintknapping copes gracefully with the natural variability of tools and core shapes.

There is full agreement between measurable and traditional flintknapping, that a basic understanding of archaeology is required for both. Another common basis is the fact that both are in effect doing the same thing, namely applying the laws of fracture mechanics (or more exactly: brittle fracture dynamics) within an archaeological context. The new word „measurable flintknapping“ was intentionally selected in order to focus on this common basis in prehistory and in the hard sciences; otherwise more specific descriptions like „controlled experiments in brittle fracture dynamics“ would have been more precise.

2.3. Strengths

The main and most important strength is the introduction of measurability and real repeatability into the world of flintknapping. With this, the researcher can quantify many of the subjective elements in traditional replicative flintknapping and thereby

help to reduce the gap between experimental and archaeological evidence.

Right next comes the outstanding suitability for parameter studies, hopefully leading to future catalogues of diagnostic attributes linked to their principal causes. Parameter research refers to the analysis of the isolated attributes of the techniques used in the reduction processes. Examples for such unanswered research questions include:

- On what features can we really distinguish between a pressure blade and a smooth punched blade?
- Is it possible to recognize the pressure tip material (copper, antler, hard wood) in a collection?
- Why do some blades have a very prominent bulb, while others have no bulb at all?
- Why do some blades break during indirect percussion- or pressure detachment, while leaving behind perfect negatives on the core?
- How much does pecking, grinding and/or wetting around the pressure point reduce the fracture initiation force?

Intriguing future projects, which can now be attacked, would include amongst others, the study of the tool- and the core fixation elasticities, the issues of craftsmen skill, the complex analysis of longitudinal blade torsion, the exploration of the differences between single lever and double lever pressure machines, or flint raw material studies with measurable heat treatment. Blade torsion is caused by such factors as a lateral deviation of the placement of the pressure point or the introduction of a sideward component of the outward force H. Both these factors leave no direct traces on the core or the blade.

There is, beside above three strengths, the tempting opportunity to expand from the conchoidal raw material to the many polished rock artifacts, like axes and adzes, by correctly designing new force-application tools, grinding devices and pecking machines.



Fig. 5: Hand made and machine made blades from the same prismatic core. Left Side: Blades made with the Aztec stick and a 1 x 4 mm ebony tip, by G. Titmus, 1994. Overhang removal by hand applied pressure with copper tip and rim beveling with a grinding stone. Middle: Obsidian core made 1994 by G. Titmus, as realistic Meso American exercise piece. Actual diameter 45 mm, actual length 105 mm, platform angle is variable. Right Side: Blades made with the double lever machine and a 1 x 3 mm copper tip, by author, 2000. Pressure area preparation as for above Aztec stick. Vertical force $V=35$ kg (pre-set), Horizontal force $H=10,2$ kg (measured average).

2.4. Limitations

After years of practical experiences with measurable flintknapping, there remain several difficulties which must be reported in order to prevent research colleagues from running into the same obstacles.

The first lesson was that machines do not replace knowledge and experience in old style flintknapping. Important practical decisions during the manual pressure area preparation, the overhang removal, or the crucial insights and decisions required during core maintenance for serial blade production with detachment machines, all depend on the understanding, know-how and even manual skill of the operator.

Second, measurable flintknapping does not lead by itself to the relevant questions of archaeology- or replication research. Therefore, constructive cooperation with these two directions is a precondition to recognize the useful projects for measurable flintknapping.

Third, measurable flintknapping is not only slower than replicative flintknapping, but also considerably more expensive with regard to workshop infrastructure, raw material logistics and tools.

Finally, measurable flintknapping does not have the magic and sense of adventure of the old pioneering days of traditional flintknapping, and it is furthermore not attractive for animation programs in outdoor- or indoor museums, nor for the usual field knap-ins.

3. Acceptance Tests and early Experiments

Before the present system of measurable flintknapping could be safely proposed in public as a useful new research tool, three self-critical questions had to be answered first, using one or both of the detachment machines of Fig. 1 and 2. Furthermore, two larger experiments were conducted to assure that the existing equipment is ready for practice.

Note: Triangular blades are not separately mentioned, because they can be regarded as trapezoidal blades with an extremely small distance between their two distal ridges.

3.1. Is the double lever machine correctly doing what the flintknapper does?

A great number of body- and machine made pressure blades from many different plank edge- and prismatic cores were analyzed (Fig. 5 and 7). No diagnostic differences in the relevant attributes could be detected, in spite of the fact that even some difficult cores, which needed frequent corrective actions during serial production were used

The facial pressure flaking of an Egyptian pre-dynastic ripple knife was compared with the results of using the double lever

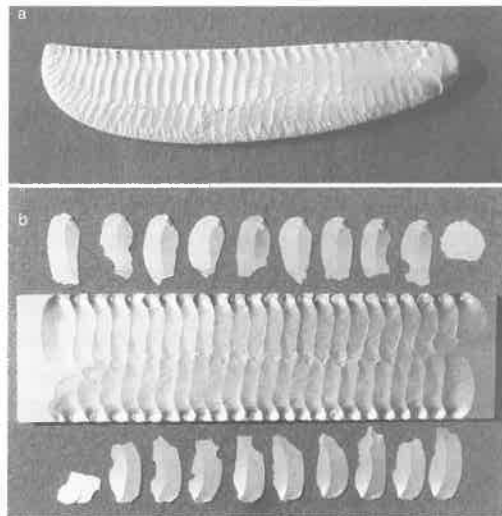


Fig. 6: Hand made and machine made Gerzean ripple flaking. a: This Gerzean ripple knife (No 10811-b, Louvre Museum) exemplifies one of the best C-flaking on record. Knife length = 25.8 cm, max width = 5.9 cm. For better looks, the original crack in this piece was digitally healed by the author. b: Ripple- or C-flaking with the double lever machine on a glass face-core of 8.0 cm width. The constant vertical force V was 34.5 kg, the measured average horizontal force H was 12.5 kg. All flakes had a constant length and a cross section with one ridge, except the first ones at the top-right and the bottom-left (note there the small slip!), which were noticeably shorter. For better comparison, both artifacts are shown in the same scale.

machine for the same task on a glass face-core (Fig. 6). The similarity is striking, and the low original failure rate, the regular middle line and the coincidence of the negative ridges from above and from below could even be improved with the machine. Above three studies give convincing evidence that the double lever machine is a suitable replacement of what the human body does in the moment of pressure detachment. Therefore it can be used as general research tool in good confidence. A side benefit of the tests for ripple knives was the measured confirmation, that the surface friction between the core and the



Fig. 7: Blades from Plank edge-cores and prismatic cores compared. Left from scale: Trapezoidal blades from various plank edge-cores, detached with the double lever machine or with a shortened Crabtree crutch, by the author. For core fixation see Fig. 3 and 4. Right from scale: Trapezoidal blades from various prismatic obsidian cores, detached with the Aztec stick, by G. Titmus.

tool tip really matters, KELTERBORN (1984). These values should always be analogue, if two test populations should remain comparable.

3.2. Are plank edge-cores producing the same blade attributes as prismatic cores?

In the length range of 5 cm to 25 cm, a great number of machine- and body made trapezoidal pressure blades from plank edge-cores were compared with replicated and ancient blades from prismatic cores (Fig. 7). The inner blades from edge-cores and all blades from prismatic cores revealed no difference in attributes, when detached with the same tip material and with the same pressure area preparation. Only the right and left lateral blades, which directly contact the two plane faces of the edge-core, differed a little with regard to curvature, longitudinal torsion and the small diagnostic twist in the distal zone, as can be seen on blade 5 from the left, while

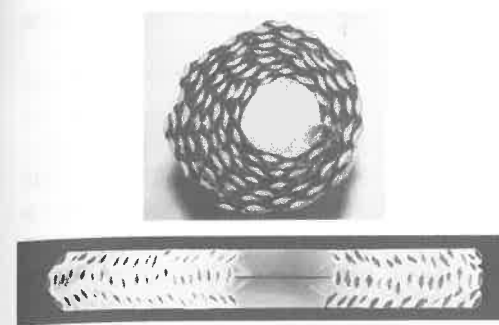


Fig. 8: Plank edge-cores and prismatic cores compared. Top: Down view on a pyramidal core, showing an exceptionally large number (100) of blade removals, by G. Titmus with the Aztec stick. Bottom: Down view on a plank edge-core, showing 100 blade removals by the Author with the double lever machine.

all the proximal attributes remained completely alike. Apart from this well defined difference, plank edge-cores can therefore be unconditionally used for pressure and indirect percussion experiments with trapezoidal blades.

Prismatic cores are widely known in Meso-american cultures and usually start with a pyramidal preform of about 60 to 80 mm in platform diameter and 100 to 150 mm in height. During blade detachment, they necessarily suffer a constant small loss of diameter and a change of blade length, and can therefore rarely produce more than about 80 comparable blades per core (Fig. 8). In general, pyramidal pre-cores are best made by hand from a sufficiently large nodule or blank. The practical small prismatic cores below about 100 mm in height can be directly pre-formed as sawn rectangular little blocks.

The 15 to 60 mm thick plank edge-core is not a new creation of our times, but only a schematical and enlarged analogy of the keeled Maglemosean- or Yubetsu core (see overview by TABAREV 1997). Sufficiently large plank edge-cores have the valuable advantage of allowing the su-

tainable production of a very large number (surpassing 500) of practically identical trapezoidal blades, and permit a simple and standardized mechanical core fixation. Plank edge-cores can be easily sawn from industrial glass plates or from obsidian blocks; and below about 10 cm in height, they even need not to be keeled.

3.3. Question: Are „long rectangular detachments“ comparable to trapezoidal blades?

In an effort to save prime quality flint and obsidian, the author started already in the late seventies to use, as exercise pieces or for systematic experiments, edge- and face-cores of glass, 6 to 15 mm thick. Ample explored were the techniques of hand applied hard or soft percussion or pressure, and also some indirect percussion, producing facial flakes and long lateral removals of triangular, trapezoidal or rectangular cross section. In 1993 the double lever machine was introduced to the workshop repertoire, as well as 40 mm glass planks for edge-cores. In 1999 a percussion tube (the prototype of the percussion stick of Fig. 2) was added. Gradually, fundamental behavioral differences between long detachments of trapezoidal and rectangular cross section started to emerge, which initially were not recognized.

Note: The words „rectangular flakes“ or „rectangular blades“ have no counterpart in archaeology and therefore could be confusing for the uninformed reader. In this article, the expressions „short- or long rectangular detachments“ are used. At best, the today's „long rectangular detachments“ could be compared with burin spalls in prehistory, see DIBBLE and WHITTAKER 1981, fig.1. and 3.

At this point, the following 5 differences can be experimentally confirmed with a high degree of confidence (Fig. 9):

Feature	Trapezoidal Blades from (thick) plank edge- or prismatic cores	Rectangular Detachments from (thin) slab edge-cores
1. Core shapes (Perspective)		
2. Fracture location on core (Cross section)		
3. Crack path and Production (Lateral view)		
4. Edge angle and transverse surface bulging (Cross-section)		
5. Crack front (Ventral view)		

Fig. 9: Relevant differences between trapezoidal blades and long rectangular detachments. All separating features are linked to differences in the blade cross section and the crack front curvature (above sketches not to scale).

- Core shapes define the cross section, which in turn defines the general behavior of the detachment.
 - Trapezoidal blades tend to follow the dorsal core topography and the influence of the fixation forces is comparatively small. Waves are rare and damped or have an obvious reason. Ripples are rather frequent, but only in the thin (lateral or distal) zones of the blades.
 - Conversely, for long rectangular detachments the stress field (caused by the fracture force and the core fixation) strongly governs the fracture path. Long rectangular removals often show picturesque and narrowly curved paths or tightly curved hinge terminations. Even paths with outward curvatures can be observed. The waves are frequent and little damped (see also DIBBLE and WHITTAKER 1981, figure 1 and 3).
- Fracture location „on“ or „within“ the core.
 - For trapezoidal blades, the fracture location is practically on the same face of

the prismatic- or edge-core; the blade is nearly „skimmed off“ the surface.

- On the other side, a long rectangular detachment requires always a fracture going right across an edge-core.
 - In mathematical terms, or in the vocabulary of fracture mechanics or of finite element analysis, a trapezoidal blade removal necessarily involves all three dimensions, while the long rectangular detachment can be reduced to a satisfying model of two dimensions.
- Crack path and sustainable (repeatable) blade production.
 - Trapezoidal blades of almost identical shape can be detached from plank edge-cores as many times as required. There appears to exist an almost inherent stability regarding blade curvature and type of termination. For parameter research, the preferable plank thickness is between 15 and 60 mm. From prismatic cores, a smaller number of approximately identical trapezoidal blades can be detached. Both types of cores produce results which are in complete accordance with the attributes of blades found in the archaeological context.
 - On the other hand, comparable long rectangular detachments can only be produced, when the edge-core side is freshly sawn before each removal. Otherwise, all detachments following directly a previous one down the edge showed consistently variable and irregular wave- and termination-characteristics. For these kinds of experiments, the preferable edge-core thickness is between 8 and 12 mm.
 - Edge angle and transverse surface bulging.
 - The average trapezoidal or triangular blades in archaeological collections show edge angles between 25 and 45° and a noticeable transverse surface bulging, with an average radius of 3.5 to 7.0 cm (ventral and dorsal).

- On the contrary, long rectangular detachments (90° edge angle) show only a barely visible transverse surface bulging, with an average radius between 50 and 70 cm.
- Crack front.
 - Trapezoidal blades have a strongly curved crack front, clearly more inclined towards the smaller edge angle. The thickness and the ridge configuration have a considerable influence.
 - Conversely, long rectangular detachments have practically straight crack fronts, because the edge angles are 90°. The ridge position is constant and the thickness has no influence.
 - Curved crack fronts seem to strongly guide and smoothen the general crack path, as well as the blade terminations, and furthermore dampen the wave tendencies. A straight crack front does not show these effects.
 - For long rectangular removals the initial crack front speed influences the fracture path. Higher speeds cause straighter paths, lower speeds allow more bizarre and narrowly curved paths and extremely curved hinge terminations (Note: speed was not measured, but judged by circumstances and experience). For trapezoidal blades a similarly clear influence of speed cannot be observed. However, experienced flintknappers know that a good blade removal announces itself with a loud „clack“, which proves that something was very fast; while „silent cracking“ is often a foreboding of failure, meaning a short, hinged or stepped removal. This fact is one of the many reasons the author prefers the words fracture dynamics for lithic technology against the expression fracture mechanics, which is optimally fitting for the metal industry.

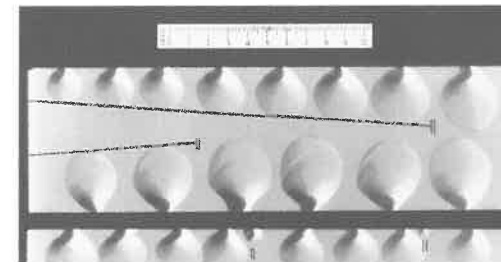


Fig. 10: Experimentally confirming the similarity rule. The pressure flake length L is only then a linear function of the vertical force V (straight lines), when all flakes involved have geometrically similar shapes. The first and second row shows the full range of the linear equation. The second row at right shows 4 flakes of changed shape and termination, because of too high V . In the third row two slips can be seen because of too low V . The two borders or limits of the linear equation are thereby clearly indicated.

From above six observations, it obviously follows that trapezoidal blades and long rectangular detachments are governed by two very different sets of rules. This means that controlled experimental findings from long detachments of rectangular cross section cannot be simply transformed to valid conclusions for blades of trapezoidal cross section (and vice versa). The hitherto underestimated key factor seems to be the curvature of the crack front. This feature is controlled mainly by the two edge angles (TSIRK 1981) and the morphology of the dorsal ridges.

3.4. Experiment 1: Establishing the relation between flake length and pressure force

During parameter tests with the double lever machine on slab face-cores and 90° platform angles, it was found that the flake length L increases linearly with the vertical pressure component V (see Fig. 1), provided all the other factors remain equal. On the specimen of white glass in Fig. 10, for example, the equation was found to be:

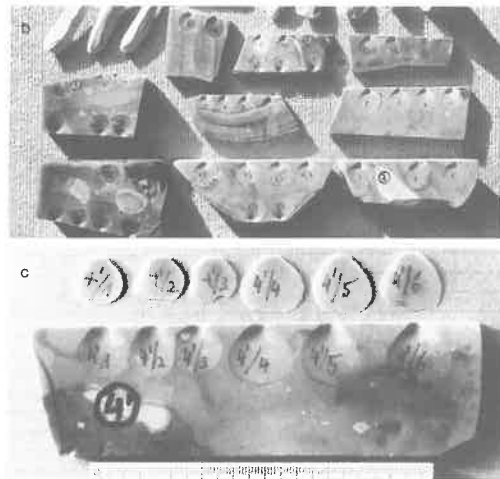
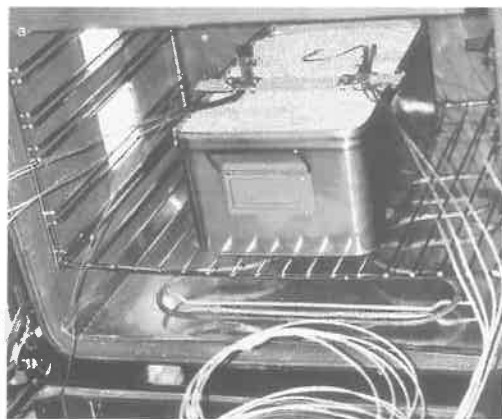


Fig. 11: Measuring the improved pressure flakeability after heat treatment. a: The initial precondition of measurable heat treatment is a repeatable, measurable and steerable curing cycle. Because the temperature dials of household-ovens are insufficient indicators, the majority of the precise and calibrated electrical temperature sensors are placed inside the sandbath with the same sand cover as the material specimens. b: The material specimens of measurable heat treatment consist in this case of a collection of sawn slabs of 8 mm, 20 mm and 40 mm thickness. For another project, a few percussion blades were also included. c: Measurable heat treatment in detail: On a sawn 8 mm slab of Danish flint from Falster, three flakes of 16,7 mm length (average before treatment), and three similar flakes of 20,7 mm (average after treatment) were detached with the double lever machine, using a constant V of 37,5 kg. This amounts to an improvement of workability of 24%.

$$L \text{ (in mm)} = 7,0 + 0,63 \times V \text{ (Force in kg)}$$

The lower permissible value of V was found to be 10 kg (to prevent slips), the upper permissible value of V was 42 kg (to prevent steps or new flake shapes). Within these limits, the mean deviation of above linear equation for L was very low, namely ± 0.5 mm. On the photo be seen, that between these limits all flakes have a near circular drop shape, near to zero edge angles, no dorsal ridge and the same smooth feather edge terminations. In other words, all these flake shapes were geometrically very similar.

It is enlightening to compare above flakes with the completely different shapes from the face-core in Fig. 6 b. There, for the constant force V of 34,5 kg all flakes are alike, but this time of elongated form and with one C-curved dorsal ridge on each removal (except for the first ones on both si-

des). Clearly, for this type of flake removal, a whole different set of equations and new border conditions would have to be found.

3.5. Experiment 2: Can the improved flakeability after heat treatment be measured?

The fundamental precondition to describe the effect of heat treatment is to agree upon an indicator which is close to the original purpose of heat treatment and which can be easily measured. The author selected the pressure flake length for a given downward force V as the most realistic measurement. For an analogue concept, but based on the variations of the fracture initiation force, see PATTERSON (1981).

The procedure of how to measure heat treatment then becomes simple (Fig. 11). It consists of using a steerable and measu-

erable curing cycle in an electrical oven and only treating sawn face-core specimens and measuring, under a constant vertical component V, three flake lengths before and three flake lengths after the treatment and expressing the difference in a percentage of the untreated length.

Following this straight forward concept, a feasibility study on measurable heat treatment was started and from the beginning supported by a Lejre Research Grant. For various reasons, this project became very large, so that hundreds of flakes between 15 and 30 mm length had to be detached on various Danish and French flints (Fig. 11). Apart from the many precise insights into heat treatment, this venture considerably enlarged the authors body of general experience in measurable flintknapping.

An interesting side result was the numerical comparison of pressure flakeability between glass and flint, because a glass face core was used to regularly check the settings on the detachment machine: By correlating the flakes on glass with the flakes on flint produced by the same vertical force V, it was found that glass flakes were about 1.5 times longer than the average of flakes on untreated flint, all other parameters remaining equal. A similar relation of 1.5 can be expected between obsidian and flint.

3.6. A first general result: the Similarity Rule

Looking back and extracting the common message from all above acceptance tests and early experiments, and particularly after closely studying Fig. 9, the author postulates the following SIMILARITY RULE:

Prognostic or qualitative guidelines in flintknapping and quantitative fracture laws or equations, are only valid within the borders of similar morphologies and attributes of the detachments.

At first sight, the discovered similarity rule sounds very abstract or almost banal. But the consequences are not. One of the messages is that findings from modern tests can only be related to an archaeological assemblage when both detachment populations have similar morphologies. The similarity rule further states that the many accepted lessons of experience from expert flintknappers can only be applied to detachments of similar morphology. And finally that findings from experiments producing long rectangular detachments cannot be uncritically transformed to insights for trapezoidal blades, nor can facial flakes without dorsal ridges (as often observed in modern tests or on ancient edge wear) ever represent flakes with one or more ridges.

4. Backgrounds and Discussion

At this present state, measurable flintknapping has just opened the door to a new research technique and new questions; the first tools and the usable core shapes are now available and proven. What needs to come next is that innovative archaeologists with the right problems team up with analytical flintknappers using measurable detachment machines and both decide to start a common project on a long term basis.

Mechanically assisted (although not yet measurable) flintknapping is not new. First signs became visible in the late sixties, when Don Crabtree's prismatic cores were prepared with a diamond saw and this was discretely tolerated in the academic community. Another indication was the acceptance of the fixation of his prismatic cores with carpenter clamps; or were HONORÉ'S (1969) several 1-component lever drawings, most likely inspired by Anders Krog. Already during this period, or even earlier, some unknown American professional flintknappers began to explore the use of heat treatment, lapidary equipment and mechanically assisted flaking with various

detachment devices, whenever it seemed possible and profitable to produce faked Indian stone tools for the market. Technically, one could have always learned a lot from these circles, but unfortunately, they also seriously damaged the general reputation of flintknapping.

About 10 years later appeared SOLLBERGER'S (1978/79/83/85) ingenious 2-component lever machines for Folsom points or trapezoidal blades and his versatile base- and top-plate devices to immobilize pyramidal and prismatic cores on only three fixed points. At that time, the few academic readers and the small flintknapping community, even SOLLBERGER himself, got so much side-tracked in the debate about the archaeological probability of his tools, that the perspective of these highly creative proposals, unfortunately, not recognized. A common denominator of his and all later mechanical experimenters (PELEGRIN 1988/97. VOLKOW and GUIRIA 1991) was their decision to remain well within the prehistoric shapes of cores and detachments, a self-motivated restriction based on the desire to imply that „it could have been done in prehistory“. This caused, as a very fortunate and important side effect, that they automatically complied with the similarity rule during their work.

Inspired by the science of fracture mechanics in industry, innovative new theories and controlled experiments with glass appeared during the seventies in the American archaeological literature. Many investigators were stimulated by these studies, but this author was also astonished and intrigued to see that, what was received with interest and hope, in the long run has had not much influence on the existing archaeological community and even less on flintknappers. The ice breaking first publications of the seventies (FAULKNER, SPETH, COTTERELL and KAMINGA) were followed by a steady flow of important articles from the next generation of researchers (see the Bibliography). At least to the knowledge (and

regret) of this author, no trapezoidal blades, nor flakes with dorsal ridges analyzed and not very much room was given to explain, illustrate or justify the experimental set-up. However, one can safely assume that all these articles were mathematically and experimentally correct as such.

In view of this, one cannot help to get the feeling that there was a never openly addressed communication barrier between the fraternity of controlled lithic experimenters and scholars of theoretical fracture mechanics in archaeology on the one side, and the traditional archaeologists and replicative flintknappers on the other. The most likely reason was their large difference of interest in the hard natural sciences, mathematics and physics in particular. The authors who were writing about fracture theories or controlled experiments in the professional prehistorical media, as well as the addressed readers, seemed not to be much disturbed by the fact that a constructive dialogue between both camps never developed, not even a healthy controversy.

It is the opinion of this author that without a more cooperative climate, constructive discussions and early involvements in common projects between academic archaeologist, replicative flintknappers and controlled lithic experimenters (of which measurable flintknapping is a part) progress will remain slow. In order to be better accepted and understood in archaeology, measurable flintknapping and other controlled lithic experimenting, all must present their results in an understandable archaeological- or traditional flintknapping related context, and allow the reader to make himself direct, artifact related further conclusions or comparisons with his own experiences.

This project took a very long time to finish. The writer is indebted to Gene Titmus and Jeff Flenniken for always fully sharing their immense practical know how and providing a considerable amount of work sam-

ples; to the Lejre Research Grant for helping to carry the growing expenditures of the last three years and to Jacques PELEGRIN for contributing to many of the early strategy plans and patiently reading and positively discussing a considerable number of the final versions of this article. But I am even more indebted to my wife Barbara and to our grown-up children for their everlasting understanding support in the background.

5. Summary

1. Measurable flintknapping is a typical system approach, consisting of the following components:
 - Design of engineered detachment machines and core holding devices.
 - Use of laboratory- and lapidary equipment for core shaping, core maintenance and core repair tasks.
 - Application of traditional flintknapping techniques whenever it is scientifically required or more practical than work with mechanical equipment.
2. The double lever machine and the percussion stick, as presented in this article, are reliable and precise tools, which correctly replicate the manual gestures in flintknapping and precisely measure the fracture initiation forces involved. Of course, they leave room for further improvements.
3. Keeled plank edge-cores and prismatic cores produce both trapezoidal pressure blades with the same attributes as found in the prehistorical collections. Plank edge-cores are therefore optimally suited for systematic parameter research.
4. The similarity rule governs all interpretations of the obtained experimental findings. It shows the border conditions for all transformations or comparisons of the results towards other experimental or archaeological artifact populations.

5. The crack front curvature, mainly depending on the edge angles and dorsal ridge topography, is the key factor in guiding and smoothing the crack path and the termination of a detachment.

Zusammenfassung

In diesem Artikel wird die „messbare Feuersteinbearbeitung“ als ein Werkzeug für fortgeschrittene Analytiker und ausführende Praktiker der Feuersteinbearbeitung vorgestellt. Das Grundprinzip besteht in der Entwicklung von Maschinen, welche genau die Gesten der Feuersteinbearbeiter repräsentieren. Die allgemeinen Eigenschaften dieses neuen Ansatzes werden zuerst untersucht und danach verglichen mit den bekannten Forschungswerkzeugen der (in einigen Ländern außerhalb des deutschen Sprachraumes weit verbreiteten) „replikativen Feuersteinbearbeitung“ und den interessanten, bis jetzt nur in den USA bekannt gewordenen „bruchmechanischen Versuchen für archäologische Fragestellungen“ (s. Bibliographie).

Die messbare Feuersteinbearbeitung erlaubt nur dort die Benutzung von Maschinen und von anderen mechanischen Hilfsmitteln, wo es dem wissenschaftlichen Sinn und Zweck der Untersuchung oder des Experimentes mit Sicherheit nicht im Wege steht. Die wichtigste Stärke liegt in der Einführung der Messbarkeit und Wiederholbarkeit bei der Bearbeitung von Feuerstein und Obsidian, denn solche Maschinen können mit jeder Art von Messgeräten ausgerüstet werden und sind in der Lage, einen Bearbeitungsvorgang sehr genau und beliebig oft zu wiederholen. Von Bedeutung ist ebenfalls die Möglichkeit, dass die Prinzipien dieser Methode sinngemäß auch auf die Bearbeitung von Felsgestein übertragen werden können. Die vorgestellten Werkzeuge, Hilfsmittel und Nukleusformen haben ausführliche

Eignungsprüfungen durchlaufen und sich in einigen praktischen Anwendungen bereits sehr gut bewährt.

Bibliography

This author is well aware of the dilemma between continuously keeping up with the current international literature and devoting prime time for his own ongoing actual projects. What follows is a very condensed list of his most preferred literature (in American Antiquity format). Although it is a personal selection, and the chance to have misunderstood or even missed certain international publications cannot be excluded, it may also serve as introduction to mechanically assisted flintknapping and fracture mechanics in archaeology.

Literatur

- COTTERELL, B., KAMMINGA, J. 1979: The mechanics of flaking. In: B. Hayden, (Ed.), *Lithic Use-wear Analysis*. Academic Press, pp. New York, 1979, 97-112.
- COTTERELL, B., KAMMINGA, J. 1986: Finials on stone flakes. *Journal of Archaeological Science* 13, 1986, 451-461.
- COTTERELL, B., KAMMINGA, J. 1987: The formation of flakes. *American Antiquity* 52, 1987, 675-708.
- COTTERELL, B., KAMMINGA, J. and Dickson, F.P. 1985: The essential mechanics of conchoidal flaking. *International Journal of Fracture* 29, 1985, 205-221.
- DAVIS, Z. J., Shea, J. J. 1998: Quantifying lithic curation: An experimental test of Dibble and Pelcin's original flake-tool mass predictor. *Journal of Archaeological Science* 25, 1998, 603-610.
- DIBBLE, H. L. 1997: Platform variability and flake morphology: A comparison of experimental and archaeological data and implications for interpreting prehistoric lithic technological strategies. In *Lithic Technology*, Vol. 22, 1997, 150-170.
- DIBBLE, H. L. 1998: Comment on „Quantifying Lithic Curation: An Experimental Test of

Dibble and Pelcin's Original Flake-Tool Mass Predictor", by Zachary J. Davis and John J. Shea. *Journal of Archaeological Science* 25, 1998, 611-613.

- DIBBLE, H. L., WHITTAKER, J. C. 1981: New experimental evidence on the relation between percussion flaking and flake variation. *Journal of Archaeological Science* 8, 1981, 283-296.
- DIBBLE, H. L., PELCIN, A. W. 1995: The effect of hammer mass and velocity on flake mass. *Journal of Archaeological Science* 22, 1995, 429-439.
- FAULKNER, A. 1972: Mechanical principles of flint working. Doctoral Dissertation, Washington State University 1972.
- FAULKNER, A. 1974: Mechanics of errillure formation. *Newsletter of Lithic Technology* 3: 1974, 4-11.
- HONORÉ, P. 1969: Es begann mit der Technik. DVA Deutsche Verlags-Anstalt. Stuttgart 1969.
- INIZAN, M.-L., ROCHE H. and TIXIER, J. 1992: *Technology of Knapped Stone*, CREP Meudon. France 1992.
- GALLET, M., TEXIER, P. J. 1991: Un appareil de mesures pour caractérisation et l'évaluation des contraintes exercées sur un nucleus lors d'un débitage expérimental des lames par pression. *Archéologie expérimentale*, Tome 2. Editions ERRANCE. Paris 1991.
- KELTERBORN, P. 1984: Towards Replicating Egyptian Predynastic Flint Knives. *Journal of Archaeological Science* 11, 1984, 433-455.
- KELTERBORN, P. 1990: Preconditions and strategies for experimental archaeology. *Le silex de sa genèse à l'outil*, Tome II, Cahiers du quaternaire No 17. Editions du CNRS, 75700 Paris, 1990, 15. Quai Anatole France.
- KELTERBORN, P. 2001: Die wissenschaftlichen Experimente in der experimentellen Archäologie. *Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte (ZAK)*, Band 58, Heft 1, 2001, 21-24.
- KELTERBORN, P. 2002 (in print): Measurable Flintknapping. *Experimentation and Interpretation in Mesoamerican Lithic Technology*. University of Utah press, USA 2002.
- PATTERSON L. W. 1981: Fracture Force Changes from Heat Treating and Edge Grinding. *Flintknappers' Exchange* 4/3, 1981, 6-9.
- PELCIN, A. W. 1996: Controlled Experiments in the Production of Flake Attributes. Ph.D.

Dissertation (unpublished). University of Pennsylvania, Philadelphia. Ann Arbor University Microfilms 1996.

- PELCIN, A. W. 1997a: The effect of indenter type on flake attributes: Evidence from a controlled experiment. *Journal of Archaeological Science* 24, 1997, 613-621.
- PELCIN, A. W. 1997b: The effect of core surface morphology on flake attributes: evidence from a controlled experiment. *Journal of Archaeological Science* 24, 1997, 749-756.
- PELCIN, A. W. 1997c: The formation of flakes: The role of platform thickness and exterior platform angles in the productions of flake initiations and terminations. *Journal of Archaeological Science* 24, 1997, 1107-1113.
- PELCIN, A. W. 1998: The Threshold Effect of Platform Width: A Reply to Davis and Shea. *Journal of Archaeological Science* 25, 1998, 615-620.
- PELEGRIN, J. 1988: Débitage expérimental par pression: du plus petit au plus grand. *Technologie préhistorique, Notes et Monographies Techniques du CRA No 25*. éd. du CNRS 1988, p. 37-53.
- PELEGRIN, J. 1997: Débitage au Chalcolithique de grandes lames du silex par pression au levier. *Annuel des sciences et techniques, La science au présent: 1997 Paris: Encyclopaedia Universalis*, p. 17.
- PROST, D. C. 1991: Les enlèvements en flexion: Mise en évidence expérimentale et mécanisme de formation. *Archeologie expérimentale*, Tome 2, Editions ERRANCE. Paris 1991.
- SOLLBERGER, S. 1978: Craftsman Sollberger, interview by Errett Callahan, in *Flintknappers Exchange*, Vol 1, Nr 1, 1978, 12.
- SOLLBERGER, S. 1979: A Pressure Flaking Tool that allows independent Control between the In and Out Forces. *Flintknappers Exchange* Vol 2, Nr 3, 1979, 8.
- SOLLBERGER, S. 1985: A Technique for Folsom Fluting. In *Lithic Technology*, Vol. 14, Nr.2, 1985, 41-50.

- SOLLBERGER, S., Patterson L. W. 1983: A Pressure Method for Microblade Manufacture. *Lithic Technology* 12, Nr 2, 1983, 25-50.
- SPETH, J. D. 1972: Mechanical basis of percussion flaking. *American Antiquity* 37, 1972, 34-60.
- SPETH, J. D. 1974: Experimental investigation of hard-hammer percussion flaking. *Tebiwa* 17, 1974, 7-36.
- SPETH, J. D. 1975: Miscellaneous studies in hard-hammer percussion flaking: the effects of oblique impact. *American Antiquity* 40, 1975, 203-207.
- SPETH, J. D. 1981: The role of platform angle and core size in hard hammer percussion flaking. *Lithic Technology* 10, 1981, 16-21.
- TABAREV, A. V. 1997: Paleolithic wedge-shaped microcores and experiments with pocket devices. *Lithic Technology* 22, 1997, 139-149.
- TSIRK, A. 1979: Regarding fracture initiations. *Lithic uses wear analysis*, Hayden (Ed.), Academic Press, 1979, 83-96.
- TSIRK, A. 1981: On a geometrical effect on crack front configuration. *International Journal of Fracture*, 1981, 185-188.
- VOLKOV, P. V., GUIRIA, E.I. 1991: Recherche expérimentale sur une technique de débitage. 25 ans d'études technologiques en préhistoire. Editions APDCA-Juan les Pins. France 1991.

All figures and photos are from the author.

Anschrift des Verfassers

Peter Kelterborn, dipl. Ing. ETH
Rainstr. 372

CH-8706 Meilen
Switzerland

Benutzte Gerölle im Magdalénien von Andernach- Martinsberg – experimentelle Annäherung an eine wenig beachtete Fundkategorie

Gisela Schulte-Dornberg

Im Material jungpaläolithischer Fundplätze finden sich immer wieder Gerölle mit Spuren von Benutzung. Solche Gerölle und die Frage nach ihrer möglichen Funktion sind Gegenstand der hier vorgestellten Untersuchung (SCHULTE-DORNBERG 2000. Dies., im Druck). Die materielle Grundlage bilden exemplarische Stücke des späten Jungpaläolithikums vom Fundplatz Andernach-Martinsberg.

Der Fundplatz liegt im Mittelrheingebiet am nordwestlichen Ausgang des Neuwieder Beckens, der sogenannten Andernacher Pforte, am linken Rheinufer auf dem Martinsberg im Stadtgebiet von Andernach. Er wurde bereits 1883 bei Arbeiten zum Bimsabbau entdeckt und seither in drei Grabungskampagnen untersucht (BERGMANN, HOLZKÄMPER, im Druck. BOLUS, STREET 1985. SCHAAFFHAUSEN 1888). Bei den Ausgrabungen wurde nicht nur ein feidermesserzeitlicher, d.h. späteiszeitlicher, Siedlungshorizont ausgegraben (BOLUS 1984. KEGLER, im Druck), sondern man fand auch Reste einer Siedlungsschicht aus dem späten Jungpaläolithikum, dem Magdalénien (BOSINSKI, HAHN 1972. BERGMANN, HOLZKÄMPER im Druck). Der Ausbruch des Laacher See Vulkans um 10.966 calBC (JÖRIS, WENINGER 2000, 466) begrub die Siedlungsreste unter einer mächtigen Bimschicht. Dadurch sind sie, wie bei einer

Reihe anderer Fundplätze im Neuwieder Becken, gut erhalten. Die ¹⁴C-Datierung von magdalénienzeitlichem Fundmaterial ergab ein mittleres Alter von rund 13.500 calBC (d.h. auf Sonnenjahre v. Chr. kalibrierte Daten). Damit fällt diese Phase der Besiedlung in eine kalte Phase vor der späteiszeitlichen Wiedererwärmung (STREET, BAALES, WENINGER 1994, 3, 15).

Funde und Befunde von Andernach- Martinsberg

Bei den Grabungen von 1979-1983 (VEIL 1982) und von 1994-1996 (BERGMANN, HOLZKÄMPER im Druck) wurden insgesamt vier Fundkonzentrationen des Magdalénien entdeckt, darunter zwei Befunde, die als Reste zeltartiger Behausungen interpretiert werden können (EICKHOFF 1992. VEIL 1984). Zu den Befunden gehören außerdem Feuerstellen sowie zahlreiche kleine Gruben. Diese werden in der Regel als Kochgruben, Pfostenlöcher oder Depotgruben interpretiert (vgl. BERGMANN 1999, 17-23. EICKHOFF 1992). Das archäologische Fundmaterial zeigt die Spuren eines Basislagers (BOSINSKI 1997, 29), in dem die Menschen vielfältigen Tätigkeiten nachgingen. Diese umfassten alltägliche Dinge wie die Verarbeitung der Jagdbeute (BERGMANN 1999. STREET 1993) und Zubereitung von Nahrung sowie die Herstellung von Werkzeugen aus Feuerstein, Knochen und Geweih (BOSINSKI, HAHN 1972. BERGMANN, HOLZKÄMPER im Druck. VEIL 1982), aber auch weniger alltägliche, z.B. die Anfertigung von Schmuck und Kunstgegenständen (ÁLVAREZ FERNÁNDEZ 2000. BERGMANN, HOLZKÄMPER, im Druck. HÖCK 1993. SCHAAFFHAUSEN 1888). Die Menschen benutzten dazu Werkzeuge aus verschiedenen Rohmaterialien und bearbeiteten unterschiedliche Rohstoffe. Bei welchen dieser Verrichtungen kamen unbearbeitete Gerölle zum Einsatz, und welche Rolle spielten sie?

Untersuchungsmethode

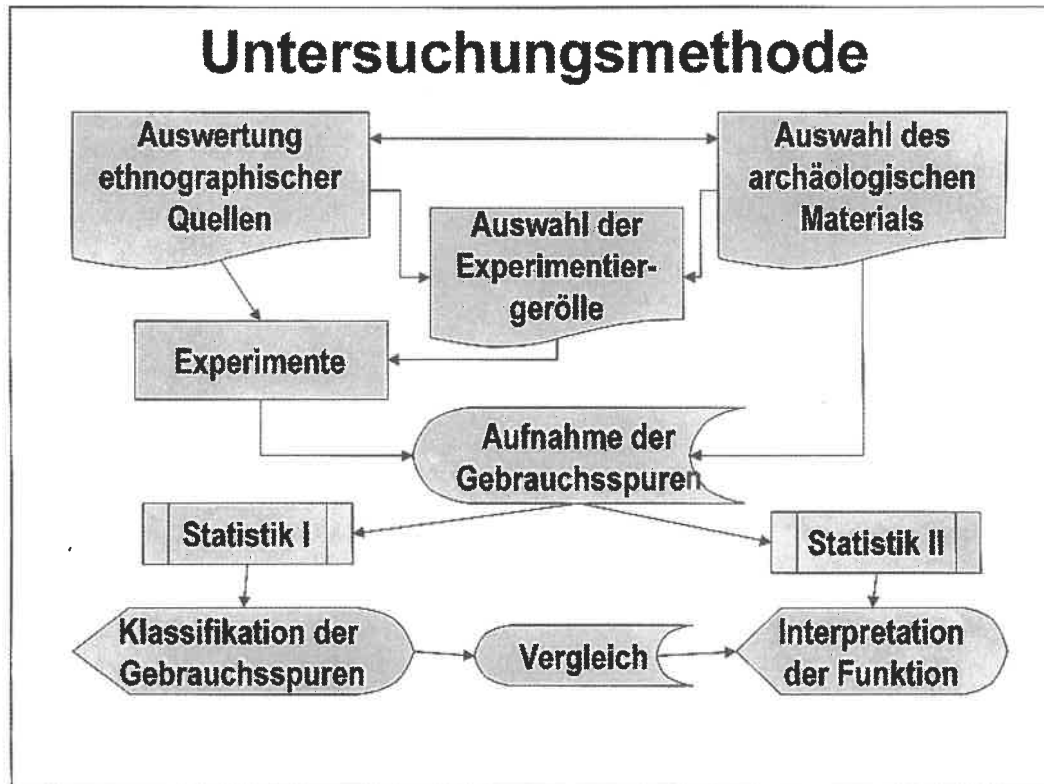


Abb. 1: Schematische Darstellung der Untersuchungsmethode. Erläuterungen im Text.

Benutzte Gerölle

Bei den Geröllen, die Spuren von Benutzung zeigen, handelt es sich zumeist um Flussgerölle aus den Rheinschottern oder Schieferplatten von nahegelegenen Schiefervorkommen. Sie kamen z.T. direkt am Fundplatz vor, teilweise wurden sie bewusst von den Menschen dorthin gebracht. Die hier untersuchten Gesteine sind Quarzit, Sandstein, Basalt und Schiefer. Die Benutzungsspuren zeigen sich z.B. in Form von Farbveränderungen, Narbenfeldern, Kratzern, Absplitterungen und Brüchen. Solche Gebrauchsspuren kommen an den Kanten und/oder den Oberflächen der Gerölle vor.

Untersuchungsmethode

Abbildung 1 gibt einen Überblick über das Vorgehen bei der Untersuchung. Den Ausgangspunkt bildet die Auswertung ethnographischer Quellen und die Auswahl des archäologischen Materials. Beides beeinflusst sich wechselseitig: Ohne Kenntnis des archäologischen Materials kann keine zielgerichtete Auswertung der ethnographischen Quellen erfolgen; umgekehrt erfolgt die Auswahl des archäologischen Materials bereits mit Vorstellungen über die mögliche Funktion solcher Gerölle, die sich aus völkerkundlichen Vergleichen ableiten. Beides zusammen liefert Kriterien für die Auswahl von Experimenten und der dazu nötigen Gerölle.



Abb. 2: Getrocknete Löwenzahnwurzeln (*taraxacum officinale*) lassen sich zu Pulver stampfen und reiben. An den Unebenheiten der Unterlage und an der rauhen Oberfläche des Handsteins lagern sich Wurzelpartikel an.

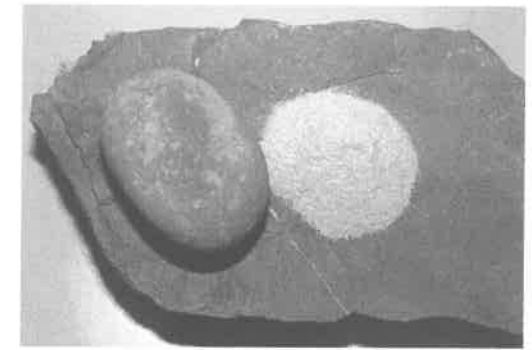


Abb. 3: Die kleinen Körner der Reismelde (*chenopodium quinoa*) lassen sich zu feinem Mehl vermahlen. Durch das Mahlen wird die Patina des Handsteins entfernt. Die Oberfläche der Unterlage wird geglättet.

Ziel der Experimente war die Erzeugung charakteristischer Gebrauchsspuren an den zum Experimentieren benutzten Steinen, um diese mit dem archäologischen Material zu vergleichen. Da Handhabung und Kontaktmaterial der Gerölle bei den Experimenten bekannt sind, können vergleichbare Gebrauchsspuren am archäologischen Material Hinweise auf die frühere Funktion geben.

Die Gebrauchsspuren an den Experimentiersteinen wurden systematisch aufgenommen und statistisch ausgewertet. Das führte zu einer Klassifikation der Gebrauchsspuren. Nach dem gleichen Merkmalssystem wurden auch die Gebrauchsspuren am archäologischen Material erfasst und statistisch untersucht. Ein Vergleich der experimentellen mit den archäologischen Gebrauchsspuren und der Vergleich ihrer statistischen Auswertung ermöglichte Aussagen zur Funktion der Gerölle.

Ethnographische Quellen zu den Nutzungsmöglichkeiten von Geröllen

In der Beschreibung traditioneller Arbeitsmethoden hauptsächlich vom Jagen und Sammeln lebender Gruppen finden sich verschiedene Arten von Tätigkeiten, die

mit unbearbeiteten Geröllen durchgeführt wurden. Der Schwerpunkt der untersuchten Ethnographien lag bei den Indianergruppen der Prärien und Plains Nordamerikas sowie bei den in subarktischen und arktischen Gebieten lebenden Ethnien Sibiriens und Nordamerikas. Wegen der harten langen Winter war die Vorratshaltung bei diesen Gruppen lebensnotwendig. Das ist auch für die eiszeitlichen Menschen von Andernach vorauszusetzen.

Die ethnographischen Vergleiche zeigen vielfältige Verwendungsmöglichkeiten für Gerölle. Damit wurden frische und getrocknete Beeren, mit oder ohne Kern, zerquetscht, zerstampft und zerstoßen. Frische, getrocknete und geröstete Zwiebeln und Wurzeln wurden zerstampft und gemahlen. Gerölle dienten zum Zerstoßen und Mahlen von frischen, gerösteten oder getrockneten Samen, zum Zerreiben von Blättern, Stängeln, getrockneten Flechten und der inneren Rinde verschiedener Bäume. Fleisch wurde frisch, geröstet oder getrocknet zerstampft, zerstoßen und zerrieben, Knochen zerstoßen und zerschlagen. Mit Geröllen zerstampfte man Fisch und Fischeier, ebenso Vögel oder Kleinwild mit samt der Knochen. Frische und getrocknete Häute und Felle wurden mit Steinen bearbeitet, abgekratzt, eingerieben und aufge-



Abb. 4: Die Pferdeknochen (hier ein Femur) werden mit wenigen Schlägen an bestimmten Punkten gezielt aufgeschlagen und gespalten. Aus dem aufgespaltenen Langknochen lässt sich das Knochenmark entnehmen. Solche aufgeschlagenen Pferdeknochen sind im Fundmaterial von Andernach direkt belegt (STREET 1993).

raucht. Frische und getrocknete Sehnen wurden geklopft. Mit Hilfe von Geröllen zerstiößt und zerrieb man auch mineralische Rohstoffe wie Ocker, Kalk und Manganoxid (vgl. SCHULTE-DORNBERG 2000, 22-39). Zu diesen Tätigkeiten fanden Klopffsteine, Steinhämmer, Steinmörser und Stößel, Reibsteine, Schleifsteine und Arbeitsunterlagen Verwendung. Manchmal wurden die Hämmer mit Leder umwickelt, manchmal auch die Rohmaterialien in Häute gefüllt und darin bearbeitet. Steinplatten dienten als Unterlage zum Rösten und zum Auslegen von Gruben. Zu ergänzen ist die Verwendung von Retuscheuren und Schlagsteinen bei der Herstellung von Feuersteingeräten. Eine genauere Beschreibung der Steine ist selten.

Experimente mit Geröllen

Verschiedene der gefundenen Verwendungsmöglichkeiten wurden im Experiment



Abb. 5: Streifen von getrocknetem Pferdefleisch werden auf die Unterlage gelegt und mit Klopffsteinen zerstoßen. Beim Schlagen wird häufig direkt die Unterlage getroffen. Sie zerbricht schon nach wenigen Schlägen in zwei Teile. Das Trockenfleisch wird durch das Klopfen faserig. Die benutzten Klopffsteine sind nach dem Experiment an den Arbeitskanten abgeflacht und zeigen nach dem Abwaschen deutliche helle Klopffspuren.

nachvollzogen. Dabei wurden Tätigkeiten mit Rohstoffen bevorzugt, von denen anzunehmen oder belegt ist, dass vergleichbares Material auch in der eiszeitlichen Löss-Steppe des Neuwieder Beckens zur Verfügung stand (vgl. SCHULTE-DORNBERG 2000, 149-167). Der Schwerpunkt lag auf der Verarbeitung pflanzlicher Rohstoffe. Die Auswahl der zum Experimentieren benutzten Gerölle orientierte sich an Stücken, wie sie auch am Fundplatz vorgefunden wurden.

Durch die Experimente sollten die folgenden Arbeitshypothesen geprüft werden:

- Die Benutzung der Gerölle führt zu Veränderungen (Gebrauchsspuren). Diese sind mit dem bloßen Auge (makroskopisch) und/oder mikroskopisch zu erkennen.
- Die Gebrauchsspuren sind abhängig von
 - der Art der Tätigkeit, wie Klopfen, Reiben, Stampfen,
 - der Beschaffenheit des bearbeiteten Rohstoffs,
 - dem Rohmaterial der benutzten Gerölle.



Abb. 6: Beim Gerben eines Rentierfells wird die Gerbsubstanz (in diesem Experiment ein gekochtes Pferdehirn) in Bröckchen auf der Tierhaut verteilt und mit zwei runden, glatten Quarzitgeröllen vollständig einmassiert. Die Handsteine sind nach dem Experiment mit einer Fettschicht überzogen. Weitere Gebrauchsspuren sind nicht zu erkennen.

Im Einzelnen wurden Experimente durchgeführt mit

- pflanzlichen Rohstoffen (Abb. 2 u. 3): Beeren, Zwiebeln und Wurzeln, Samen, Nüssen, Moos und Baumrinde,
- tierischen Rohstoffen: Knochen, Fleisch, Haut und Sehnen (Abb. 4-6),
- anorganischen Rohstoffen: Hämatit und Feuerstein, Quarzit- und Schieferplatten (Abb. 7).

Einige der insgesamt 42 Experimente bewirkten schon nach kurzer Zeit deutliche, andere nur schwache oder gar keine Gebrauchsspuren.



Abb. 7: Ein Block aus quarzitischem Schiefer lässt sich durch Schlagen entlang seiner Klüfte aufspalten. Bei dem Handstein bildet sich durch Absplitterungen eine deutliche Arbeitskante heraus.

Auswertung der Experimente

Um die Experimente auszuwerten und um sie nachvollziehbar und wiederholbar zu machen, wurde jedes Experiment protokolliert. Das Protokoll enthält Angaben zu Art und Dauer der Tätigkeit, zum verarbeiteten Rohstoff, den benutzten Steinen, zur Durchführung und zu besonderen Beobachtungen. Im Ergebnis wurden die Veränderungen des bearbeiteten Rohstoffs sowie die mit bloßem Auge erkennbaren Veränderungen der benutzten Gerölle beschrieben. Wenn erforderlich, wurden die benutzten Steine unter fließendem Wasser gewaschen. Danach erfolgte die Untersuchung auf mikroskopisch kleine Gebrauchsspuren. An den in den Experimenten benutzten Geröllen wurden Rückstände von bearbeitetem Material (Residuen) sowie Änderungen von Farbe, Form und Oberfläche beobachtet (qualitative Veränderungen, Tab. 1) (Abb. 8-13). Diese Veränderungen unterscheiden sich in ihrer Intensität, Regel-



Abb. 8: Beim Zerstampfen frischer Zwiebeln (*allium cepa*) wird die Arbeitsfläche des Handsteins kreisförmig flächig abgeflacht. Dieser Bereich zeichnet sich im Bild heller ab.

mäßigkeit und Verteilung (quantitative Veränderungen, Tab. 2). Aus der Kombination der qualitativen und quantitativen Veränderungen ergab sich das System für die Merkmalsaufnahme der Gebrauchsspuren. Dabei wurde jede Arbeitsfläche bzw. -kante eines Gerölls für sich betrachtet.

Statistische Auswertung der Gebrauchsspuren

Zwei Fragestellungen wurden statistisch untersucht:

- Welche der Gebrauchsspurenmerkmale kommen in Kombination miteinander vor?
- Welche Eigenschaften (Tätigkeit, Gesteinsart, verarbeiteter Rohstoff) zeigen den größten Einfluss auf Art und Intensität der Gebrauchsspuren?

Zur Untersuchung wurden die Verfahren Seriation und Korrespondenzanalyse angewandt. In beiden Fällen geht es um eine Sortierung nach Ähnlichkeiten. (Eine genauere Beschreibung findet sich in SCHULTE-DORNBERG 2000, 73-77).

Bei der Frage nach häufigen Merkmalskombinationen kristallisierten sich drei Merkmalsgruppen als zusammengehörend heraus (Abb. 14):



Abb. 9: Die hellen Flecken sind Druckstellen an der Spitze eines Handsteins, mit dem die harten Samen von Bockshornklee (*trigonella foenum-graecum*) zerstoßen wurden.

Gruppe 1: Merkmale starker Formveränderungen

Gruppe 2: Veränderungen im Makrorelief (Oberfläche)

Gruppe 3: Veränderungen im Mikrorelief (mikroskopisch sichtbares Feinrelief)

Die Merkmale der starken Formveränderungen und der Veränderungen des Mikroreliefs schließen einander nahezu aus, während es bei den Veränderungen des Makroreliefs Überschneidungen zu beiden anderen Gruppen gibt (SCHULTE-DORNBERG 2000, 77-81).

In einem weiteren Schritt konnte gezeigt werden, dass die Haupteinflussfaktoren für die Entstehung bestimmter Gebrauchsspuren in der ausgeübten Tätigkeit und im verarbeiteten Rohstoff bestehen.

Bei den Tätigkeiten kann unterschieden werden zwischen Bewegungen, die aus einer Distanz heraus ausgeführt werden einerseits, und „aufgesetzten“ Bewegungen andererseits (BEAUNE 1989). Zu den Bewegungen aus einer Distanz heraus gehören z.B. Schlagen, Klopfen, Stoßen und Stampfen. Sie bewirken vorrangig starke Formveränderungen und Veränderungen der Oberfläche (Merkmalsgruppen 1 und 2). „Aufgesetzte“ Bewegungen sind z.B. Quetschen, Schleifen, Mahlen, Reiben, Drücken, Schneiden. Diese Tätigkeiten führen zu den charakteristischen Gebrauchsspuren der Gruppen 2 und 3, d.h. zu Veränderungen des Mikroreliefs und des Makroreliefs.

Tabelle 1: Qualitative Veränderungen

Art der Veränderung	Definition
Residuen	organische und nichtorganische Reste von Werkstoffen (PAWLIK 1995, 30)
Verfärbung	Farbveränderungen der Arbeitsfläche im Vergleich zur nicht benutzten Oberfläche des Steins
hell	heller als vorher
dunkel	dunkler als vorher
andere Farbe	andere Farbe als vorher, keine Aussage zur Helligkeit
Formveränderung	
Abflachung von Ecken/Kanten	vormals runde Kanten werden begradigt, Spitzen werden eingeebnet, abgetragen
Verrundung von Kanten	vormals gerade Kanten oder Spitzen werden rund
Facettenbildung	kleine, eckige, scharf abgegrenzte Flächen werden ausgebildet
Muldenbildung	Herausbildung einer konkaven Vertiefung auf der gesamten oder einem Teil der Arbeitsfläche
Bruch	Der Stein zerbricht in mehrere Teile.
kleine Aussplitterung	Aussplitterungsnegativ an Kanten (< 1 cm)
große Aussplitterung	Negativ einer Aussplitterung an Kanten (> 1cm)
Gratbildung	Herausbildung einer scharfen Arbeitskante
Veränderung der Oberfläche	
Abtrag	Einebnung erhabener Stellen des (Mikro)-Reliefs durch Abtragen
Anlagerung	Einebnung erhabener Stellen des (Mikro)-Reliefs durch Anlagerung von Material in den Vertiefungen
Aufrauhung	Ausbildung von zahlreichen Vertiefungen im (Mikro)-Relief
Druckstellen	flach verlaufende, leichte Dellen in der Oberfläche
Narben	runde, näpfchenartige Vertiefungen in der Oberfläche
Löcher	kraterartige Vertiefungen in der Oberfläche von mehreren Millimetern Ausdehnung und Tiefe
Absplitterung	Ablösung von flachen Partien der Oberfläche
Politur	„Politur“ ist eine Oberfläche, welche Licht reflektiert, aus welchem Grund auch immer“ (PAWLIK 1995, 28)
Schrammen	
Arbeitsrichtung	die Arbeitsrichtung ist erkennbar
Riefe	Schrammen an Kanten oder Oberflächen, mit unregelmäßigem Querschnitt
Schnittspur	Schrammen an Kanten oder Oberflächen, mit regelmäßigem Querschnitt
Rille	tiefe, längliche Vertiefung an Kanten oder Oberflächen
Spuren intentioneller Zurichtung	
Schlagmarke	kleine, halbrunde Aussplitterung an einer Kante
Abschlagnegativ	halbrunde Einbuchtung an einer Kante, Abschlagnegativ
Pickspuren	intentionelle Aufrauhung einer Oberfläche durch Picken (im Makrorelief erkennbar)
Spaltung	intentionelle Spaltung einer Platte
Sonstiges	sonstige Merkmale

Tabelle 2: Quantitative Veränderungen

Intensität	Regelmäßigkeit	Verteilung
Merkmal nicht vorhanden	keine Aussage	keine Aussage
unsicher	ungleichmäßig	einzelne Stellen
schwach ausgeprägt	gleichmäßig	mehrere Stellen, weit gestreut
mittel ausgeprägt		mehrere Stellen, mittlere Streuung
deutlich ausgeprägt		mehrere Stellen, dicht verteilt
		mehrere Stellen, netzartig verteilt
		durchgehend

Außerdem konnte ein Zusammenhang zwischen der Härte eines Rohstoffs und den Gebrauchsspuren gezeigt werden. Tendenziell führt die Bearbeitung weicher Rohstoffe zu Veränderungen des Mikroreliefs, die Bearbeitung harter Rohstoffe zu Oberflächen- und starken Formveränderungen. Dazwischen liegt ein weiter Bereich von Rohstoffen unterschiedlicher Beschaffenheit mit leichteren Oberflächen- und Formveränderungen, aber auch Gebrauchsspuren wie Politur und Abtrag. Da die Beschaffenheit eines Rohstoffs bestimmend für die Verarbeitungsmethode ist, lässt sich der Einfluss von Tätigkeit und Rohstoff jedoch nicht trennen. Der Hinweis auf die Härte eines Rohstoffs allein reicht also für die Erklärung spezifischer Gebrauchsspuren nicht aus, ebenso bedeutsam ist, wie er verarbeitet wurde. Erschwerend kommt hin-

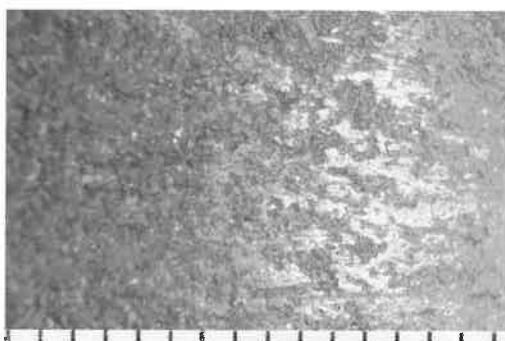


Abb. 10: Nach dem Mahlen von Wiesenkümmelsamen (*carum carvi*) zeigt der Handstein eine deutlich glänzende Politur.

zu, dass besonders weiche oder widerspenstige Rohstoffe die gleichen Gebrauchsspuren bewirken können wie besonders harte (SCHULTE-DORNBERG 2000, 82-93).

Auswertung des archäologischen Materials

Mit der Erkenntnis, dass die Art der Gebrauchsspuren wesentlich von Tätigkeit und verarbeitetem Rohstoff abhängen, wurde das archäologische Material erneut untersucht. Die Aufnahme der Merkmale erfolgte nach dem gleichen Verfahren wie bei den Experimenten. Anschließend wurden die archäologischen Funde nach ihrer Morphologie, d.h. der äußeren Gestalt, Beschaffenheit und Größe sowie nach ihren Gebrauchsspuren klassifiziert. Dabei stellten sich die folgenden Gruppen heraus:

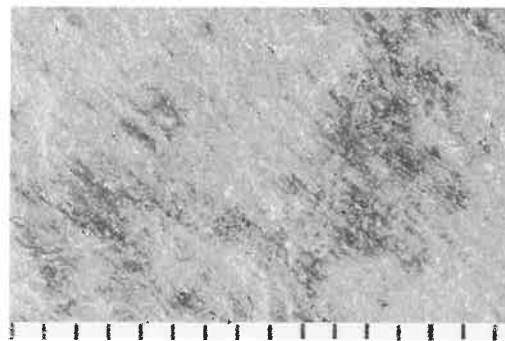


Abb. 11: Die Arbeitsunterlage zeigt nach dem Mahlen von Gänsefußsamen (*chenopodium sp.*) deutliche Riefen, die Bewegungsrichtung des Mahlvorgangs ist ebenfalls zu erkennen.

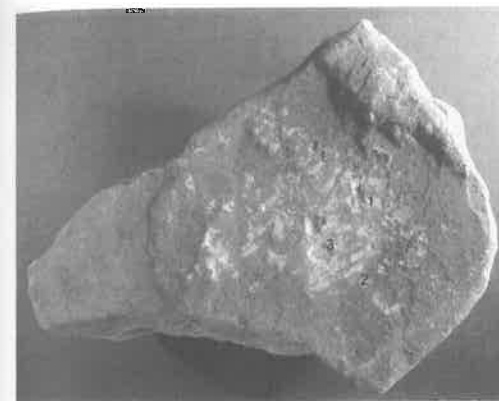


Abb. 12: Diese Platte wurde als Unterlage für das Klopfen und Zerteilen von Pferdesehnen benutzt. Dabei entstanden helle Druckstellen (2), Narben (1) und mehrere Millimeter tiefe Löcher und Absplittierungen (3).

- plattige Gerölle und Blöcke,
- ausgesplitterte Gerölle,
- Gerölle mit Narbenfeldern,
- kleine Gerölle mit Arbeitsecken,
- Gerölle mit Schlißspuren,
- multifunktionale Gerölle.

Welche Gebrauchsspuren kommen an welcher Gruppe von Geröllen vor? Welche Aussagemöglichkeiten über die Funktion ergeben sich daraus? Das war die Fragestellung für die statistische Auswertung. Jede Gruppe von Geröllen und jede Arbeitskante bzw. -fläche wurde für sich betrachtet.

Gebrauchsspuren am archäologischen Material

Plattige Gerölle und Blöcke

An den Platten und Blöcken lassen sich Unterschiede zwischen den Gebrauchsspuren an Arbeitsflächen und an Arbeitskanten ausmachen. An den Arbeitskanten überwiegen die Merkmale starker Formveränderung: Spaltung, Bruch, Aussplittierungen und Schlagmarken. Das ist ein deutlicher Hinweis auf eine bewusste Zurichtung der Platten. An den Arbeitsflächen treten dagegen eher die Merkmale der Veränderungen der Oberfläche auf:

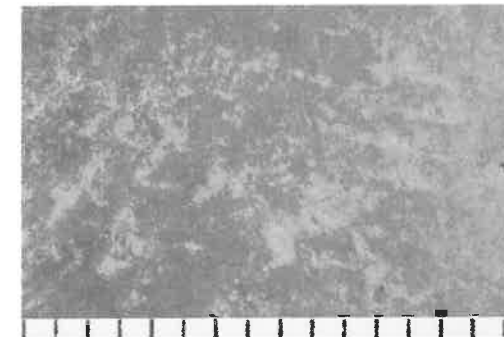


Abb. 13: Die Verwendung eines ausgesplitterten Stückes aus Feuerstein als Meißel hinterlässt auf dem Schlagstein schon nach kurzer Zeit ein Narbenfeld aus Riefen, Narben und Löchern.

Narben, Druckstellen, Löcher und Riefen. Diese Merkmale lassen auf aufgesetzte Tätigkeiten und Tätigkeiten aus geringer Distanz schließen. Man kann also davon ausgehen, dass die Platten, wenn es erforderlich war, zunächst auf die passende Größe und Form zugerichtet und dann als Arbeitsunterlagen zum Klopfen, Stampfen, Reiben oder Quetschen verschiedener Rohstoffe benutzt worden sind (Abb. 15).

Ausgesplitterte Gerölle

Ähnlich wie bei den Platten konzentrieren sich bei den ausgesplitterten Geröllen die Merkmale starker Formveränderung an den Arbeitskanten. Aussplittierungen, Abschlagnegative, Gratbildung und Bruch an den Arbeitskanten weisen auf Tätigkeiten hin, die aus einer Distanz heraus ausgeführt wurden. Mit großer Wahrscheinlichkeit wurde dabei hartes Rohmaterial bearbeitet. Da im Fundmaterial eine größere Anzahl von gespaltenen Platten belegt ist (EICKHOFF 1995), liegt der Schluss nahe, dass die ausgesplitterten Gerölle zum Spalten der Platten verwendet wurden. Zudem führten entsprechende Experimente zu vergleichbaren Gebrauchsspuren. Typisch sind kleine und große Aussplittierungen in Richtung der Ober- und Unterseite, die zu einer Gratbildung an der Arbeitskante führen (Abb. 16).

Merkmalskombinationen

Veränderungen der Oberfläche



Abb. 14: Bei der statistischen Auswertung der Gebrauchsspurenmerkmale zeichnen sich drei Gruppen von zusammen gehörenden Merkmalen ab. Merkmale starker Formveränderungen und der Veränderungen des Mikroreliefs schließen einander nahezu aus. Bei Veränderungen der Oberfläche gibt es dagegen Überschneidungen zu den beiden anderen Merkmalsgruppen.

Ganz anders sehen die Gebrauchsspuren an einer zweiten Gruppe von Arbeitskanten aus: Hier handelt es sich um die Merkmale der Veränderungen der Oberfläche wie Druckstellen, Narben, Löcher und Aufrauung. Diese Gebrauchsspuren sind eher, aber nicht zwangsläufig, auf Tätigkeiten aus geringer Distanz zurückzuführen, wie z.B. Klopfen oder Stampfen. Sie sind jedoch zu unspezifisch, um die exakte Verwendung abzuleiten.

In Ausnahmefällen lassen sich auch Gebrauchsspuren an der Ober- oder Unterseite eines ausgesplitterten Gerölls feststellen. Hier handelt es sich um Veränderungen der Oberfläche wie Riefen und Narbenfelder. Das Auftreten verschiedener Gruppen von Gebrauchsspurenmerkmalen an unter-

schiedlichen Kanten deutet auf eine multifunktionale Verwendung der ausgesplitterten Gerölle hin. Einige sind bis zur völligen Zertrümmerung benutzt worden.

Gerölle mit Narbenfeldern

Auch an den Geröllen mit Narbenfeldern lassen sich unterschiedliche Funktionen erkennen. Sie wurden bis auf Ausnahmen unbearbeitet benutzt. Einzelne Narben und Narbenfelder kommen an den Ober- und/oder Unterseiten vor sowie an den Kanten (Abb. 17). Die Narbenfelder lassen sich weiter unterteilen. Einige bestehen aus vorwiegend punktförmigen Löchern, andere überwiegend aus Riefen. Vor allem harte Quarzgerölle mit seitlichen Narbenfeldern lassen eine Verwendung als Schlag-

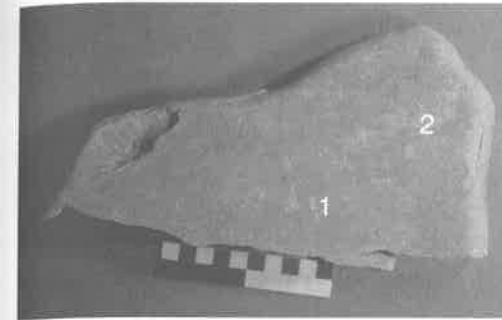


Abb. 15: Beispiel einer bearbeiteten Platte. Sie zeigt Spuren von Spaltung und Bruch. Auf der Oberfläche sind ein Narbenfeld mit Riefen (1) sowie eine Zone mit Druckstellen (2) zu erkennen.

stein zur Feuersteinbearbeitung erkennen. Schwache Riefen auf Ober- und Unterseite sind die Folge des Abdrückens der retuschierten Silexkanten auf diesen Flächen. Kleine, plattige Gerölle mit sehr schwachen Riefen zeigen eine Verwendung als Retuscheur. Narbenfelder aus stärkeren Riefen auf Ober- und/oder Unterseite eines Gerölls können dagegen wahrscheinlich auf eine hammerartige Verwendung zur gezielten Bearbeitung von hartem organischem Material (z.B. Geweih oder Knochen) mit Hilfe eines meißelartigen Zwischenstücks zurückgeführt werden (LE BRUNS-RICALENS 1989). Außerdem gibt es flächig begrenzte, abgeflachte Zonen aus ineinander übergehenden Löchern. Hier kann das Klopfen oder Stampfen eines weichen Materials auf einer harten Unterlage die Ursache des Narbenfeldes sein.

Kleine Gerölle mit Arbeitsecken

Charakteristische Gebrauchsspuren an diesen kleinen, ovalen bis runden, manchmal auch pilzhutförmigen Geröllen sind Aufrauungen und kleine Narben an mindestens einer Spitze oder Kante. Die aufgerauten Bereiche sind von der sonst durchgängig glatten Oberfläche der Gerölle deutlich abgegrenzt. Das spricht dafür, dass es sich dabei um Gebrauchsspuren und nicht um natürliche Verwitterung oder Beschädigungen handelt. Allerdings ist bei

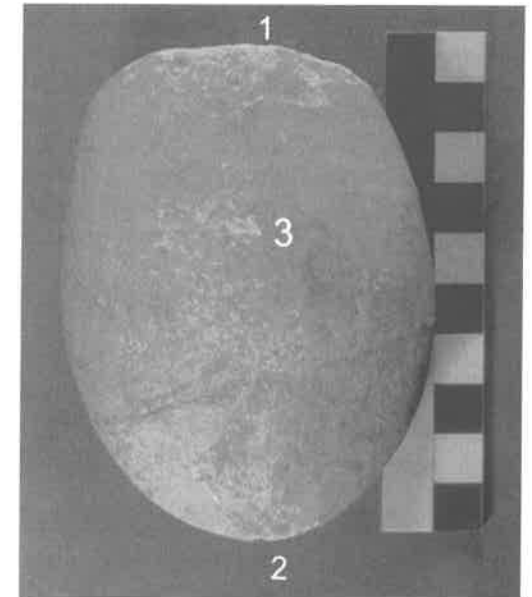


Abb. 16: Quarzitzeröll mit Ausbildung einer Arbeitskante an einem Ende (1) und einem Narbenfeld am gegenüberliegenden Ende (2). Auf der Oberseite ist ein weiteres Narbenfeld zu erkennen (3).

dieser Kategorie von Geröllen die Benutzung am wenigsten eindeutig. Ihre Funktion bleibt offen. Es ist denkbar, dass sie zum Schaben, Reiben, Klopfen oder Kratzen in Zusammenhang mit organischem Material dienen.

Gerölle mit Schlißspuren

Die Gerölle mit Schlißspuren fallen durch inhomogene Gebrauchsspuren auf, die auf eine Verwendung zu verschiedenen Zwecken schließen lassen. Betrachtet man nur die verschliffenen Flächen, so sind die charakteristischen Gebrauchsspuren dort Politur und Abtrag. Sie kommen auf Ober- und/oder Unterseite sowie an den Seitenflächen vor. Mit den Schlißspuren gehen Farbänderungen einher. Diese Spuren sprechen für eine Verwendung der Gerölle zu einer aufgesetzten, reibend-mahlenden Tätigkeit. Sie können als Reibstein für pflanzliches Material verwendet worden sein. Vergleichbare Gebrauchsspuren ent-



Abb. 17: Rundes Quarzitgeröll mit deutlichem Narbenfeld auf der Oberfläche (1).

standen bei den entsprechenden Experimenten. Darüber hinaus lassen verschiedene Narbenfelder eine Verwendung als Schlagstein, Hammer oder Klopstein erkennen. Zum Teil werden die Schlißspuren durch Narbenfelder überlagert.

Multifunktionale Gerölle

Verschiedenartige Gebrauchsspuren an ein und demselben Geröll weisen auf eine multifunktionale Nutzung hin (Abb. 18). Das trifft auf viele der untersuchten Stücke zu, insbesondere auf ausgesplitterte Gerölle und Gerölle mit Schlißspuren, aber auch auf die plattigen Gerölle und Blöcke. Möglicherweise ist gerade diese Multifunktionalität ein Charakteristikum benutzter Gerölle. Manche Stücke lassen durch die Überlagerung verschiedener Gebrauchsspuren sogar die Reihenfolge ihrer Entstehung erkennen.

Bewertung der Untersuchungsmethode

Nicht alle archäologischen Gebrauchsspuren wurden im Experiment reproduziert, und nicht alle Verwendungsmöglichkeiten wurden experimentell nachvollzogen. Dennoch erwies sich der eingeschlagene Weg der Untersuchung als geeignet und ausbau-

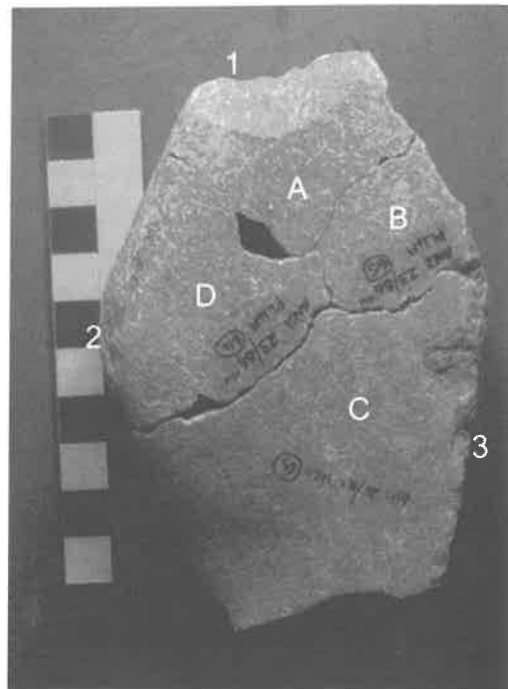


Abb. 18: Zusammenpassung (A-D) eines zertrümmerten Quarzitgerölls. Am oberen Ende bilden Aussplittierungen an der Arbeitskante einen Grat (1). An der seitlichen Fläche (2) ist ein Narbenfeld zu sehen. An der gegenüberliegenden Kante (3) sind Aussplittierungen zu finden.

fähig. Im Idealfall lässt sich die Verwendung der Gerölle bis hin zu einem Rückschluss auf den verarbeiteten Rohstoff recht gut eingrenzen. Das trifft vor allem für Gerölle mit den Merkmalen starker Formveränderung zu. Bei Veränderungen der Oberfläche und des Mikroreliefs besteht zumindest die Möglichkeit der Eingrenzung von Tätigkeitsgruppen („aufgesetzt“ oder „aus Distanz“). Bei Geröllen mit ausgeprägten Narbenfeldern sind außerdem differenziertere Aussagen zur Beschaffenheit des verarbeiteten Rohstoffs möglich. Es bleibt allerdings auch eine Grauzone von Geröllen, bei denen sich eine Verwendung nicht zweifelsfrei belegen lässt. Viele Gerölle zeigen die Spuren vielfacher und unterschiedlicher Verwendung – bis hin zur Zertrümmerung. Auch

hier lassen sich Tätigkeitsgruppen eingrenzen; manche Gerölle spiegeln in der Überlagerung verschiedener Gebrauchsspuren eine Art Werkzeugbiographie wider.

Die Untersuchung bestätigt die Vermutung, dass unbearbeitete Gerölle im täglichen Leben für viele Tätigkeiten Verwendung fanden, als Fleischklopfer, Reibstein, Pflanzenmühle, Hammer und ähnliches mehr. Deshalb sollten sie, trotz ihrer Unscheinbarkeit, bei der Untersuchung jungpaläolithischer Fundplätze größere Beachtung finden.

Abstract

In the material of upper paleolithic sites there are often pebbles with traces of use. The basic material of this examination are some typical specimen of the late Magdalénien layer of the site Andernach-Martinsberg (Rhineland-Palatinate). Including ethnographical analogies led to some hypotheses of the function of pebbles. These were comprehended in experiments. The resulting use traces were recorded systematically and analysed statistically. The same procedure was applied to the archaeological material. The use traces of the artefacts and the pebbles used in the experiments were compared. The result is a classification of used pebbles for their morphology and their use traces. The comparison gave indications of the use of pebbles at the site.

Literatur

- ÁLVAREZ FERNÁNDEZ, E. 2000: Rheinische Kleinkunst: Die Schmuckgegenstände aus Gagat, Fuchszähnen und Hirschgrandeln von Gönnersdorf und Andernach-Martinsberg 2, Neuwied, Deutschland. Archäologische Informationen 23/1 2000, 143-147.
- BEAUNE, S. de 1989: Essai d'une classification typologique des galets et plaquettes utilisés au Paléolithique. Gallia Préhistoire 31, 1989, 27-64.

- BERGMANN, S. 1999: Die Gruben 1-3 des Magdalénienfundplatzes Andernach-Martinsberg, Grabung 1994-1996. Magistraarbeit Köln 1999. Als Manuskript gedruckt.
- BERGMANN, S., HOLZKÄMPER, J. im Druck.: Die Konzentration IV des Magdalénien von Andernach-Martinsberg, Grabung 1994-1996. Erste Ergebnisse. Archäologisches Korrespondenzblatt, 32/4 2002, im Druck.
- BOLUS, M. 1984: Die spätpaläolithischen Steinartefakte vom Martinsberg in Andernach. Magisterarbeit Köln 1984. Als Manuskript gedruckt.
- BOLUS, M., STREET, M. 1985: Hundert Jahre Eiszeitforschung am Martinsberg in Andernach. Archäologisches Korrespondenzblatt 15/1, 1985, 1-9.
- BOSINSKI, G. 1997: Die Zeit von Gönnersdorf und Andernach. In: G. Bosinski, J. Richter (Hrsg.), Geschichtlicher Atlas der Rheinlande. Beiheft II/1, Paläolithikum und Mesolithikum. Köln 1997, 27-29.
- BOSINSKI, G., HAHN, J. 1972: Der Magdalénienfundplatz Andernach-Martinsberg. Rheinische Ausgrabungen 11, 1972, 81-257.
- EICKHOFF, S. 1992: Wohnplatzstrukturen – Strukturierung eines Wohnplatzes. Zur Besiedlungsgeschichte des Magdalénien-Fundplatzes Andernach. Dissertation Köln, 1992. Als Manuskript gedruckt.
- HÖCK, Ch. 1993: Die Frauendarstellungen des Magdalénien von Gönnersdorf und Andernach. Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz 40/2, 1993, 253-316.
- JÖRIS, O., WENINGER, B. 2000: ¹⁴C-Alterskalibration und die absolute Chronologie des Spätglazials. Archäologisches Korrespondenzblatt 30/4, 2000, 461-471.
- KEGLER, J. F. im Druck: Die federmesserzeitliche Fundschicht des paläolithischen Fundplatzes Andernach-Martinsberg. Grabung 1994-1996. Archäologisches Korrespondenzblatt 32/4, 2002, im Druck.
- LE BRUN-RICALENS, F. 1989: Contribution à l'étude des pièces esquillées: la présence de percuteurs à 'cupules'. Bulletin de la Société Préhistorique Française 86, 1989, 196-201.
- PAWLIK, A. 1995: Die mikroskopische Analyse von Steingeräten. Experimente – Auswertungsmethoden – Artefaktanalysen. Urgeschichtliche Materialhefte 10. Tübingen 1995.
- SCHAFFHAUSEN, H. (Hrsg.) 1888: Die vorgeschichtliche Ansiedlung in Andernach. Bonner Jahrbücher 86, 1888, 1-41.

- SCHULTE-DORNBERG, G. 2000: Benutzte Felssteine und Gerölle im Magdalénien von Andernach-Martinsberg. Magistraarbeit Köln, 2000. Als Manuskript gedruckt.
- SCHULTE-DORNBERG, G. im Druck: Benutzte Gerölle im Magdalénien von Andernach-Martinsberg und ihre mögliche Funktion. Archäologisches Korrespondenzblatt, 32/4, 2002, im Druck.
- STREET, M. 1993: Analysis of Late Paleolithic and Mesolithic Faunal Assemblages in the Northern Rhineland, Germany. Dissertation Birmingham 1993. Als Manuskript gedruckt.
- STREET, M., BAALES, M., WENINGER, B. 1994: Absolute Chronologie des späten Paläolithikums und Frühmesolithikums im nördlichen Rheinland. Archäologisches Korrespondenzblatt 24/1, 1994, 1-28.
- VEIL, S. 1982: Der späteiszeitliche Fundplatz Andernach, Martinsberg. Germania 60, 1982, 391-424.

- VEIL, S. 1984: Siedlungsbefunde vom Magdalénien-Fundplatz Andernach. Zwischenbericht über die Grabungen 1979-1983. Jungpaläolithische Siedlungsstrukturen in Europa. Urgeschichtliche Materialhefte 6, 1984, 181-193.

Abbildungsnachweis
Abbildungen: Gisela Schulte-Dornberg

Anschrift der Verfasserin

Gisela Schulte-Dornberg
Düsseldorfer Str. 28

51063 Köln

E-Mail: schulte-dornberg@uni-koeln.de

Der Steinzeitmensch als Sprayer?

Neue Hypothese zum Farbauftrag der Steinzeitmalerei

Jean-Loup Ringot

1. Die Fragestellung

Seit der Entdeckung der Steinzeitmalerei diskutiert man über das „Warum?“. Ja, warum haben die Menschen des späten Paleolithikums die Wände von Höhlen mit solchen Zeichen und Tieren bemalt?

„L'art pour l'art“, damit die Wohnung ein wenig hübscher wird – das ist eine Zeit lang die Antwort gewesen; weil man damals davon ausging, die Menschen hätten in Höhlen gewohnt, ist es glaubhaft gewesen, dass sie lediglich den Wunsch hatten, diese Wohnstätten angenehmer zu gestalten. Dann hat man mit Abbé Breuil an Jagdzaubertheorie geglaubt; das Malen der Tiere auf die Höhlenwand sollte den Erfolg der Jagd sichern. Dann kam Pr. Leroi Gourhan mit einer Theorie über die sexuelle Bedeutung der verschiedenen Tierarten... Jetzt denkt man über schamanistische Bedeutungen der Malerei nach – es scheint, dass diese Kontroverse noch lange dauern wird. Neben dem „Warum?“ hat man sich auch mit dem „Wie?“ beschäftigt. Woraus bestanden die Farben und wie wurden sie auf die Wand aufgetragen?

Zahlreiche Forscher haben sich mit diesen Fragen bei der Steinzeitmalerei auseinandergesetzt. Eine wertvolle Hilfe bieten die immer noch angewandten Techniken der Völker, die traditionelle Felsenmalerei beibehalten haben.

Neben Strichen und direktem flächenhaften Farbauftrag, der mit den Fingern oder



Abb. 1: Auftrag von Farbpulver durch einen hohlen Knochen.

pinselähnlichen Gegenständen wie Fellstücken gemacht wurde, sind auch Farben zu finden, die eindeutig gesprüht worden sind. Das Sprühen von trockener Farbe durch ein Rohr (Knochen o.ä.) (Abb. 1) ist einfach und vielleicht auch zum Einsatz gekommen. Dieses Verfahren ist an einer sehr ungenauen Grenzziehung zu erkennen; das Farbpulver fliegt nicht geradeaus, es wird ausgewirbelt und im Falle des Malens von negativen Händen fliegt es teilweise unter die Finger, was unscharfe Grenzen verursacht.

Eindeutig ist aber, dass flüssige Farbe gesprüht wurde. Die Fragen sind:

- „Wie wurde diese Farbe gesprüht?“
- „Mit welchem Gegenstand wurde gesprüht?“
- „Gab es überhaupt einen Gegenstand, mit dem diese Farbe gesprüht wurde?“



Abb. 2: Höhle Gargas: Negative Hand; man erkennt den unregelmäßigen Farbauftrag.

2. Eine Möglichkeit

Die Aborigines Australiens sprühen die Farbe mit dem Mund direkt auf die Felswände. Diese Technik scheint auf der ganzen Welt verbreitet zu sein, wurde öfter bei Experimenten verwendet und liefert Ergebnisse, die den steinzeitlichen Maleereien sehr ähnlich sind.

Diese Auftragetechnik hinterlässt eine ganz deutliche Struktur und ist auch bei einigen Bildern der Steinzeit, insbesondere bei einigen negativen Händen, deutlich zu erkennen, wie in den Höhlen Gargas (Abb. 2), Chauvet oder Cosquer (Abb. 3). Die Technik lässt sich durch ein unregelmäßiges Größenspektrum der Farbtropfen erkennen; wir sehen nebeneinander große, mittlere und kleine Tropfen (Abb. 4).

Wir kennen aber auch negative Hände, die eine andere Struktur im Farbauftrag auf-



Abb. 4: Mit dem Mund gesprühte Hand (Experiment).



Abb. 3: Höhle Cosquer: Negative Hand.

weisen; die Farbtropfen sind feiner in Größe und Verteilung. Wir sehen dort auch einen fließenden Übergang zwischen satter Farbe und farbfreier Fläche. Diese Technik lässt sich sowohl bei steinzeitlichen als auch bei subaktuellen „ethnographischen“ Maleereien finden (Abb. 5 u. 6).

Wir kennen auch kreisrunde Flecke in zahlreichen Höhlen, die ebenfalls eindeutig gesprüht wurden. Tatsache ist aber, dass es nicht möglich ist, mit dem Mund solche regelmäßigen kleinen Punkte zu sprühen (Abb. 7 u. 8).

Wie schafften es die Cro-Magnon-Menschen, solche runden Flecke zu sprühen? Herr Lorblanchet hat durch Spucken der Farbe durch ein Loch in einem Lederstück mit der Technik des Farbauftrages experimentiert und sie in seinem Buch „Les grottes ornées de la préhistoire“ beschrieben (Abb. 9). Die Ergebnisse sind sehr interes-



Abb. 5: Höhle Pech Merle: Negative Hand mit sehr deutlicher Abgrenzung.



Abb. 6: Höhle Cuevas de las Manos Pintadas in Argentinien; man erkennt einen sehr feinen Farbauftrag und fließendem Übergang zu farbfreien Flächen.

sant und die Reproduktion des Pferdes der Höhle von Pech Merle ist sehr schön und scheint gelungen.

Nur die Punktuationen zeigen dabei einen Rand, der etwas anders aussieht als alle, die wir bei den Originalen, auch in Pech Merle, gesehen haben (Abb. 10). Bei den Punkten, die Lorblanchet sprüht, sind die Ränder sehr klar und deutlich, fast ohne Übergang zu den angrenzenden Flächen. Im Gegensatz dazu sieht man bei den Punkten und einigen negativen Händen der Steinzeit in den verschiedenen Höhlen stets eine fließende Abnahme der Farbdichte vom Zentrum bis zum Rand der Flecke. Dieses deutliche Merkmal ist bei der von Lorblanchet beschriebenen Technik nicht zu erzielen. Hat sich Lorblanchet geirrt, und gibt es eine Methode, die bessere Ergebnisse liefert?



Abb. 8: Höhle Pech Merle: negative Hand und Punktuationen, Farbauftrag mit fließendem Übergang zu farbfreien Flächen.

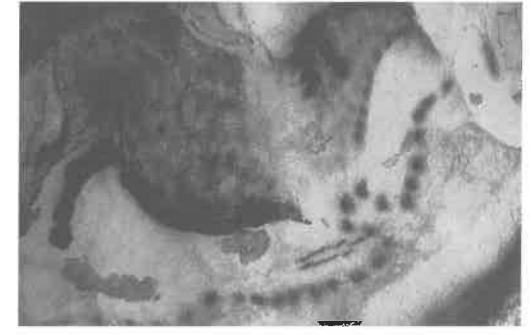


Abb. 7: Höhle Lascaux: Punktuationen.

3. Experimente

Mein erster Gedanke ist gewesen, die Farbe mit einem intensiven Luftstrom aus einem saugfähigen Material herauszusprühen. Ich habe es mit Wolle, Torfmoos und Fell versucht, indem ich durch einen dünnen Knochen gepustet habe – mit sehr unbefriedigenden Ergebnissen. Die Farbflecken und ihre Ränder sind sehr unregelmäßig, nicht rund, fleckig ... unschön! Dies ist eindeutig nicht der richtige Weg (Abb. 11 u. 12).

Ich habe dann eine etwas kompliziertere Methode verwendet – eine richtige Sprühdose, gebaut mit steinzeitkompatiblen Materialien – und damit viel bessere Ergebnisse erreicht.

Diese „Sprühdose“ besteht aus drei Teilen:

- einem hohlen Halbknochen,
- einem dicken Federkiel, der am runden Ende eine kleine Öffnung aufweist,



Abb. 9: Experimenteller Farbauftrag von Herrn Lorblanchet durch ein gelochtes Lederstück: Wir beobachten den deutlichen, scharfen Rand der Punktuationen.



Abb. 10: Höhle Pech Merle: Großes Pferd mit Puktuationen.

– einem dünnen Vogelknochen als Pusterohr (Abb. 13).

Der Halbknochen wird mit flüssiger Farbe gefüllt und der Federkiel mit der größeren Öffnung in die Farbe hineingetaucht. Mit dem dünnen Knochen wird einen Millimeter oberhalb des Federkiels kräftig geblasen (Abb. 14). Dadurch und nach dem Gesetz von Bernoulli (zur Erinnerung: Ein Luftstrom erzeugt einen Unterdruck, der proportional zu seiner Geschwindigkeit ist; dadurch können Flugzeuge überhaupt fliegen) erzeugen wir einen Unterdruck an der Spitze des Federkiels, die Farbe steigt darin hinauf, gelangt in den Luftstrom und wird sehr regelmäßig gesprüht, was sehr schöne und sehr regelmäßige Puktuationen ergibt, die einen progressiven Rand haben (Abb. 15). Eigentlich genau das, was wir erzeugen wollten... Diese Methode eignet sich selbstverständlich auch, um schöne negative Hände zu malen (Abb. 16).



Abb. 12: Experimenteller Farbauftrag mit Torfmoos.

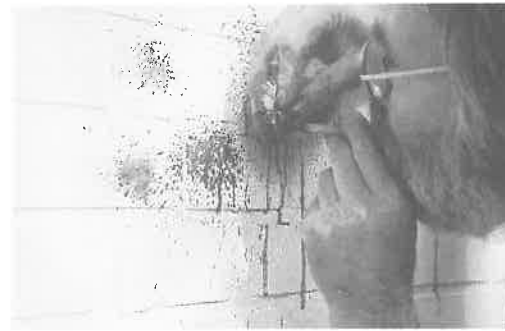


Abb. 11: Experimenteller Farbauftrag mit Wolle.

4. Diskussion

Die Methodik der Experimente in der Wissenschaft und auch bei der experimentellen Archäologie läuft über vier Stufen:

- Die Fragestellung: Was will ich erreichen?
- Die Hypothese: Wie kann ich diese Ergebnisse erreichen?
- Die Experimente: Ist möglich, was ich mir vorgestellt habe?
- Die Prüfung oder „Back to the roots“: Sind meine Ergebnisse kompatibel mit der Fragestellung?

Ich wollte eine Methode finden, die es ermöglicht, Puktuationen zu sprühen, die ähnlich aussehen, wie die der Steinzeitmalereien. Ich habe mir unterschiedliche Methoden überlegt, die meiner Meinung nach zu diesen Ergebnissen führen können und festgestellt, dass nicht alle angewandten Methoden zu dem gewünschten Ergebnis



Abb. 13: Das Material für die Experimente: Wolle, Torfmoos, „Sprühdose“ aus Knochen und Federkiel.



Abb. 14: Farbsprühen mit der „Sprühdose“.

führen, aber am Ende habe ich eine gefunden, die mir richtig erscheint.

Jetzt muss ich viele Puktuationen in unterschiedlichen Höhlen mit meinen Ergebnissen im Detail vergleichen, um herauszufinden, ob wir dabei immer das gleiche Erscheinungsbild haben; gab es unterschiedliche chronologisch oder räumlich voneinander getrennte Arten von Puktuationen? Es ist mir nicht bekannt, ob eine Arbeit über dieses Thema schon publiziert wurde.

Es scheint vielleicht etwas verrückt zu glauben, die Menschen des Solutrén oder Magdalenien hätten das Gesetz von Herrn Daniel Bernoulli (1700-1782) ca. 25000 Jahre vor ihm intuitiv entdeckt ... aber die Menschen haben es immer so gemacht. Sie haben nicht auf Herrn Archimedes gewartet, um Boote auf dem Wasser gleiten zu lassen...



Abb. 16: Negative Hand, erzeugt mit der „Sprühdose“.

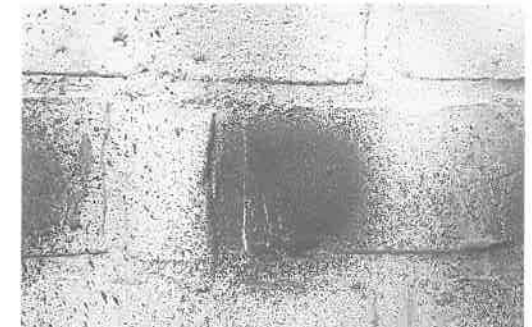


Abb. 15: Puktuationen, erzeugt mit der „Sprühdose“ (die Wand ist nicht saugfähig, was die etwas scheckige innere Struktur erklärt).

Ich sage nicht, dass die Künstler von Pech Merle und anderswo diese Methode verwendet haben; ich sage nur, dass, wenn ich diese Methode verwende, ich Ergebnisse erziele, die nach allem, was ich bis jetzt gesehen habe, dem, was man in den Höhlen findet, am ähnlichsten sind. Ob unsere Vorfahren eine andere Methode gefunden haben, das bleibt ein Rätsel ... und es ist gut so!

Anschrift des Verfassers

Dr. Geol. Jean-Loup Ringot
Alte Schulstr. 15

27729 Hambergen



Abb. 17: Warum die Höhle von Lascaux geschlossen wurde...

Keine kalten Füße in der Steinzeit?

Experimente zur „Rheumasohle“ von Zug

Anne Reichert

Im Sommer 2000 wurde wegen umfangreicher Straßenbauarbeiten in Zug (Schweiz) eine archäologische Grabung durchgeführt.¹ Die neolithische Seeufersiedlung im Bereich Zug-Schützenmatt war bereits durch frühere Ausgrabungen bekannt.² Unter den zahlreichen Funden und Hausresten, die aus der Zeit um 3150 v.Chr. stammen, befand sich auch ein unscheinbares Häufchen, das zunächst als Textilrest gedeutet und im Block geborgen wurde. Nach der sehr sorgfältigen Freilegung im Fundlabor der Kantonsarchäologie entpuppte sich das vermeintliche Textil als Moospolster, das als Einlegesohle in einem linken Schuh gelegen haben muss.

Beschreibung des Fundes

Das ovale Objekt besteht aus Moos der Sorte *Neckera crispa* und ist 25 cm lang und maximal 14,5 cm breit. Auf der Oberseite (Abb. 1 links) sind deutlich die Druckspuren eines linken Fußes zu erkennen: Eine größere Vertiefung hat die Ferse hinterlassen, kleinere die Zehenballen. Quer über die flächig platt gedrückte Unterseite (Abb. 1 rechts) verläuft leicht schräg ein bandartiger Abdruck.

Die feinen Moosteilchen sind nicht miteinander verknüpft oder verflochten, so dass die Einlegesohle indirekt entstanden sein

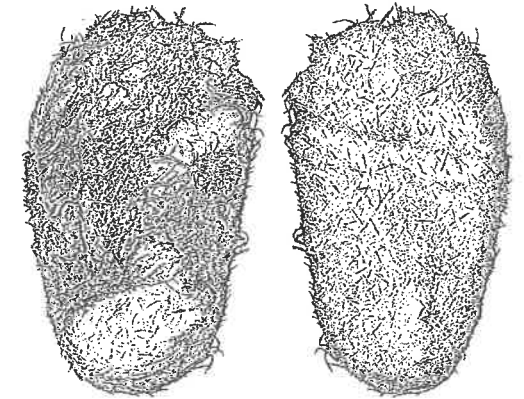


Abb. 1: Ober- und Unterseite des Moosfundes von Zug-Schützenmatt; Länge: 25 cm, Breite: maximal 14,5 cm.

muss. Vermutlich wurde Moos als Isolationsmaterial in einen Schuh gelegt, das sich dann durch das Körpergewicht beim Gehen und Stehen zusammendrückte und verfilzte. Im Fersenbereich und an einigen anderen Stellen steht die Sohle zu einem kleinen Rand auf. Da ihre Form sich so gut erhalten hat, dürfte sie bei ihrer Einlagerung in den Boden noch in einem Schuh gesteckt haben, der aus Leder (oder Fell) gewesen sein muss, das sich unter Seeuferbedingungen meist nicht erhält. Von einem Schuh aus Bast oder Rinde wären wahrscheinlich noch Reste übrig geblieben.

Die älteste „Rheumasohle“ der Welt

Der Moosfund von Zug-Schützenmatt ist insofern von besonderer Bedeutung, als er indirekt auf das Vorhandensein von Schuhwerk im Neolithikum schließen lässt. Unsere Kenntnisse darüber sind bis heute außerordentlich gering: Fragmente von je drei Exemplaren sind aus dem Schweizer Mittelland (Feldmeilen ZH, St-Blaise NE, Vinelz BE)³ und vom Bodensee (Allensbach 1 und 2, Sipplingen)⁴ bekannt, alle aus botanischem Material, ebenso wie die Funde von der iberischen Halbinsel⁵.

Die Schuhe der Gletschermumie vom Hauslabjoch (Südtirol, Italien) sind die ältesten bekannten Schuhe aus Fell bzw. Leder (3350 bis 3100 v.Chr.)⁶. Ähnlich alt (um 3150 v.Chr.) wäre der Fell- oder Lederschuh von Zug, von dem allerdings nur die Moossohle zeugt. Als älteste „Rheumasohle“ der Welt wurde sie im Januar 2001 der Öffentlichkeit vorgestellt.⁷

Überlegungen zum Experiment

Als der Kantonsarchäologe Stefan Hochuli mir im November 2000 den Moosfund von Zug-Schützenmatt zeigte, hatte ich auf Grund der Druckspuren sofort das Bild eines linken Fußes vor Augen. War es möglich, dass eine solche Einlegesohle allein durch das Körpergewicht beim Gehen und Stehen entstand?

Der bandartige Abdruck auf der Unterseite der Moossohle lässt an den quer über die Sohle verlaufenden Riemen bei den „Ötzi“-Schuhen denken. Beim Gehen in den von mir mehrfach rekonstruierten Schuhen hatte sich gezeigt, dass der zunächst lose aufliegende Riemen sehr schnell im Leder festgetreten ist und dann als eine Art Profil dient.⁸

Ein unter der Sohle verlaufender Riemen könnte aber auch Teil der Schuhbefestigung sein. Bei früheren Experimenten mit den nach Funden vom Bodensee rekonstruierten Bastsandalen (Allensbach 1 und 2)⁹ gab eine Verschnürung um den Fuß herum beim Gehen mehr Halt. Auch beim Tragen der nach dem Buinerveen-Fund rekonstruierten „Lederschlappen“¹⁰ hatte ich festgestellt, dass das Zusammenziehen des oberen Randes allein den Schuh nicht am Fuß hält. Ich habe deshalb die Riemen verlängert und um den Fuß gebunden. Könnte ein breiter Riemen auch durch das Sohlenleder hindurch auf der Moosinlage einen Abdruck hinterlassen? Den verschiedenen Fragen wollte ich im Experiment buchstäblich „nachgehen“.

Anfertigen der Schuhe

Da die Moossohle keinerlei Rückschlüsse auf eine Schuhform zulässt, wählte ich für eine Rekonstruktion die einfachst mögliche Art: Ein Stück Leder, etwas länger und breiter als der Fuß, wird mit einem Riemen zusammengezogen, der durch Löcher oder Schlitze am Rand läuft.

Genau so ist der bronzezeitliche Schuh konstruiert, der 1874 oder 1875 im Buinerveen bei Borger in den Niederlanden gefunden wurde, von dem allerdings immer nur eine Zeichnung veröffentlicht wird.¹¹ Eine seitliche Delle im vorderen Bereich des Fußes könnte durch einen Riemen entstanden sein, mit dem der Schuh um den Fuß herum befestigt war.¹² Das Original befindet sich im Drents Museum in Assen (Niederlande) und stammt nach einer neuen C¹⁴-Datierung aus der Zeit um 1500 bis 1300 v.Chr.,¹³ ist also wesentlich jünger als die „Rheumasohle“ von Zug. Trotzdem habe ich es als Vorbild für die Rekonstruktion genommen. Die neolithischen Sandalen (Allensbach 1 und 2 und St-Blaise)¹⁴ bestehen prinzipiell auch nur aus einer an den Rändern hochgezogenen Sohle, allerdings aus Linden- bzw. Eichenbast.

Für meine Rekonstruktion nahm ich Rindsleder von 3 bis 5 mm Dicke. Die Umrisslinie meines Fußes (25 cm lang, maximal 10 cm breit; Schuhgröße 37) zeichnete ich mit Holzkohle auf das Leder und gab ringsherum etwa 5 cm zu (Abb. 2). Den Versuch, Sohlen und Riemen mit Silexklingen zu schneiden, gab ich bald auf, da die Klingen sehr schnell stumpf wurden und ich kein Ersatzmaterial zur Hand hatte. Also arbeitete ich mit einem – nicht steinzeitlichen – Teppichbodenschneider weiter.

Beim Buinerveen-Schuh sind parallel zum Rand ca. 2 cm lange Schlitze eingeschnitten, durch die die Lederriemen gezogen werden, um den Schuh dem Fuß anzupassen. An der Ferse und vor allem im Bereich der Zehen bilden sich dabei Falten, die bei meiner Rekonstruktion besonders stark

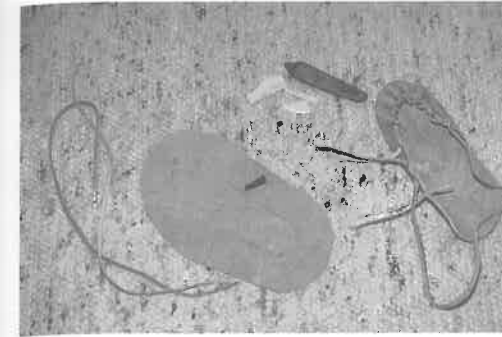


Abb. 2: Rekonstruktion von mokassinartigen Schuhen aus Rindsleder nach dem Fund vom Buinerveen (Niederlande). Die Sohle wird ringsherum etwa 5 cm größer als der Fuß zugeschnitten. Mit Lederriemen, die durch parallel zum Rand eingeschnittene Schlitze geführt werden, wird der Schuh zusammengezogen und so dem Fuß angepasst.

waren, da ich die Sohle etwas reichlicher als beim Original zugeschnitten hatte, um Platz für das Moospolster zu haben.

Die Befestigung der Riemen um den Fuß herum habe ich in den ersten Tagen mehrfach verändert, um auf der Sohle im vorderen Bereich des Fußes einen leicht schrägen Riemenverlauf zu erhalten, der sich beim An- und Ausziehen der Schuhe nicht mehr verschiebt.

Gehen auf Moos

Für die beiden ersten „Gehversuche“ sammelte ich botanisch nicht näher bestimmtes Moos (Tännchenmoos?) aus dem nördlichen Schwarzwald; für den dritten Versuch, dessen Ergebnis zusammen mit dem Original seit Ende Februar 2002 im Museum für Urgeschichte(n) in Zug (Schweiz) ausgestellt ist, schickte mir Stefanie Jacomet, Universität Basel, die dem Fund entsprechende Sorte *Neckera crispa*. Unterschiede im „Tragekomfort“ konnte ich allerdings nicht feststellen. Das Moos, das den Schuh anfangs bis zum Rand füllte (Abb. 3), drückte sich beim



Abb. 3: Die Schuhe werden mit Moos gefüllt, das sich beim Gehen sehr schnell zusammendrückt. Ich habe am Anfang mehrmals eine neue Schicht darüber gelegt.

Gehen sehr schnell zusammen, so dass ich mehrmals eine neue Schicht darüber legen musste. Auch blieben beim Ausziehen der Schuhe Moosteilchen an den nackten Füßen hängen. Das ließ allerdings nach, als sich die Moosinlage etwas verfestigt hatte. Dann fanden sich nur noch gelegentlich einzelne Halme zwischen den Zehen, weswegen die Einlegesohle in diesem Bereich auch nicht so fest wurde. An den Rändern schaffte sich das Moos leicht hoch, manchmal auch aus dem Schuh heraus. Im Bereich der Ferse und vor allem der Zehen kroch es in die Fältelung, die hier durch das Zusammenziehen des Leders besonders stark ist.

Ansonsten geht es sich sehr angenehm auf diesen „Rheumasohlen“. Einige harte Wurzelteilchen, die meine an Barfußlaufen überhaupt nicht gewöhnten Füße kratzten, ließen sich leicht entfernen. Dann war das Moospolster weich und hielt von unten warm. Eine Schicht Gras, wie bei den „Ötzi“-Schuhen, isoliert zwar auch sehr wirkungsvoll, fühlt sich aber etwas härter an. Die Befestigung der Schuhe mit dem Riemen um den Fuß herum (Abb. 4) ist ausgezeichnet. Selbst bei schnellem Laufen bin ich kein einziges Mal aus den „Schlappen“ herausgerutscht. Der unter der Sohle verlaufende Riemen hatte sich nach kurzer Zeit im Leder festgetreten und einen deut-



Abb. 4: Damit der unter der Sohle verlaufende Riemen beim Aus- und Anziehen der Schuhe nicht mehr verrutscht, habe ich ihn unter der seitlichen Verschnürung hindurchgeführt. Auf der Unterseite hat sich der Riemen sehr schnell im Leder festgetreten.

lichen Abdruck hinterlassen. Ich war neugierig, ob der Abdruck auch durch das Leder hindurch auf der Mooseinlage sichtbar sein würde.

Herausnehmen der Mooseinlagen

Beim ersten Versuch, die Einlegesohle herauszunehmen (nach etwas mehr als zwei Monaten), blieb so viel Moos an der rauhen Innenseite des Leders hängen, dass die linke Einlage in mehrere Teile zerfiel (vielleicht war ich auch zu ungeduldig gewesen). Beim rechten Schuh gelang es etwas besser. Der Riemen zeichnete sich jedenfalls deutlich auf der Unterseite der Mooseinlage ab.¹⁵

Für den nächsten Versuch habe ich das raue Leder auf der Innenseite mit einem Stein geglättet, bevor ich eine neue Mooschicht einlegte. Das Leder war dadurch insgesamt auch etwas weicher geworden, und die Falten im Fersenbereich, die meinen neuzeitlich verzärtelten Füßen anfangs etwas zugesetzt hatten, drückten nicht mehr.

Beim Lockern der Verschnürung nach weiteren drei Monaten – wobei ich die Schuhe natürlich nicht ständig getragen habe –

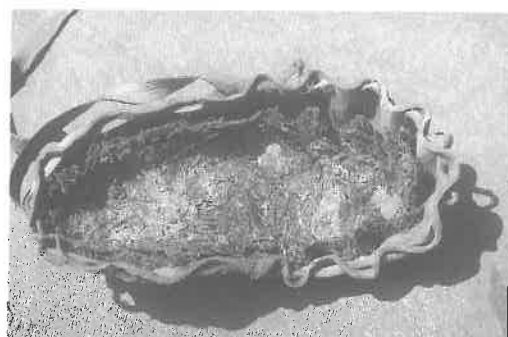


Abb. 5: Beim Lockern der Rundumschnürung des Schuhs bricht die inzwischen ziemlich festgetretene Mooseinlage am Rand, vor allem da, wo sie sich in die Fältelung des Leders geschoben hatte.

brach die inzwischen ziemlich festgetretene Einlage am Rand, vor allem da, wo sich das Moos in die Fältelung des Leders geschoben hatte (Abb. 5). Auf der platt gedrückten Unterseite ist der Riemenabdruck aber deutlich zu sehen (Abb. 6).

Vergleich der experimentell erzeugten Mooseinlagen mit dem Original

Die Mooseinlagen hatten sich schon nach relativ kurzer Zeit allein durch das Körpergewicht beim Gehen verfestigt. Obwohl meine Füße etwas schmaler sind als die meines „Vorgängers“ oder meiner „Vorgängerin“, stimmen die erhaltenen Abdrücke gut überein. Bei „meinen“ Einlegesohlen sind die Vertiefungen von Ferse und Zehenballen nicht ganz so stark ausgeprägt, was sicher daran liegt, dass ich die Schuhe nicht so intensiv und lange getragen habe, wie es in der Steinzeit der Fall war. Der Riemenabdruck auf der Unterseite der Mooseinlage und die seitliche Einkerbung am Rand sind ähnlich wie beim Original und zeigen, dass der jungsteinzeitliche Schuh – wie auch immer er ausgesehen haben mag – um den Fuß herum befestigt war.

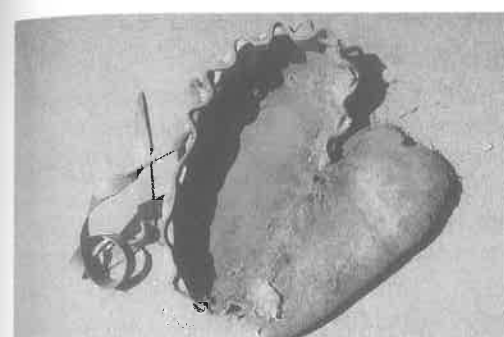


Abb. 6: Linker Schuh und herausgenommene Mooseinlage. Auf der platt gedrückten Unterseite ist der Riemenabdruck deutlich zu sehen, ebenso die leichte Einkerbung am Rand, die durch den Druck des Riemens entstand. Im Zehenbereich fehlt ein Stück der Mooseinlage – aber auch das Original ist an dieser Stelle etwas ausgefranst.

Unterschiedlich ist die Ausbildung des Randes, der beim Original weniger hoch und relativ glatt ist, während sich bei meinen Experimenten das Moos in die Fältelungen des Leders geschoben hatte und beim Lockern der Verschnürung, d.h. beim Plattlegen der Sohle, zum Teil abbrach. Beim Original haben vermutlich chemische Stoffe im Boden das Leder allmählich aufgelöst, so dass der Rand „in Form“ blieb. Vielleicht haben auch Ablagerungen im Laufe der Jahrtausende die Einlegesohle platter und damit breiter gedrückt, als sie ursprünglich war.

Ein etwas knapper zugeschnittener Schuh, also mit nur 3 oder 4 cm Zugabe um den Fuß herum, verringert die Faltenbildung am Rand – und macht gleichzeitig eine Befestigung um den Fuß herum zwingend notwendig. (Ich werde einen weiteren Versuch machen.)

Mit Schnüren um den Fuß herum wurden wahrscheinlich auch die jungsteinzeitlichen Sandalen aus Lindenbast getragen, da man sie sonst beim Gehen ständig verliert, wie frühere Versuche gezeigt haben. Dennoch ist wohl auszuschließen, dass die „Rheumasohle“ von Zug in einem sol-

chen Schuh gelegen hat, da sich anderes pflanzliches Material vermutlich ähnlich gut wie das Moos erhalten hätte.

Außerdem sind Sohlen aus Leder sehr viel haltbarer und strapazierfähiger als solche aus Bast. Die Allensbach-Sandalen, die ich rekonstruiert hatte, waren schon nach wenigen Tagen Gehen auf Gras und Kieswegen ziemlich verschlissen, während die Buinerveen-Schuhe nach sehr viel längerer „Gehzeit“ noch keinerlei Abnutzung zeigen (vgl. Abb. 4). Insgesamt habe ich die „Moos-Schuhe“ von Dezember 2000 bis Februar 2002 getragen, allerdings nicht ständig und auch nur im Haus und im Garten.

Waren jungsteinzeitliche Schuhe – falls welche getragen wurden, was vielleicht nur in der kalten Jahreszeit der Fall war – vorwiegend aus Fell oder Leder, so dass wir sie wegen der dafür ungünstigen Bodenverhältnisse in Seeufersiedlungen gar nicht mehr finden können?

Nur Sohle ...?

Die Frage, wie der Schuh, in dem die „Rheumasohle“ von Zug in den Boden gekommen sein muss, aussah – ob er nur aus Sohle bestand wie der Buinerveen-Fund oder ein gesondertes Oberleder hatte wie die „Ötzi“-Schuhe – lässt sich nicht beantworten, da sich keinerlei Lederreste erhalten haben.

Beim Tragen der Schuhe – vor allem im Winter – vermisste ich etwas Wärmendes am Rist und um die Knöchel. „Ötzis“ Beinröhren aus Ziegenfell mit der langen Lasche aus Hirschfell,¹⁶ die ich mit dem Querriemen hätte befestigen können, wären genau die richtige Ergänzung zur Mooseinlage gewesen.

Auch die 1992 am Rieserferner (Südtirol, Italien) gefundenen, aus Schafwolle gewebten hallstattzeitlichen Beinlinge,¹⁷ mit 64 cm Länge nur 1 cm kürzer als „Ötzis“ Leggings, wären geeignet gewesen, da sie am unteren Ende ebenfalls eine lange La-

sche haben, die den Oberfuß wärmt. Die zusammen mit den Beinlingen und einem gewebten „Socken“paar gefundenen Lederreste lassen leider auch keine Rückschlüsse auf eine Schuhform zu.

Andererseits sind mokassinartige Schuhe aus einem einzigen Stück Leder, also vergrößerte Sohlen mit hochgezogenem Rand, die dem Fuß angepasst werden durch Zusammenziehen wie bei dem Buinerveen-Fund oder durch Einschnitte und/oder Nähte wie bei den bronzezeitlichen Moorfunden aus den Niederlanden und Dänemark,¹⁸ bis in die Neuzeit bekannt. Von der Form her ähnliche Opanken (aus serbisch: Sandalen) wurden noch vor wenigen Jahren z.B. in Rumänien getragen, zusammen mit um Fuß und Wade gewickelten Filzlappen, die mit Lederriemen geschnürt und um den Fuß herum befestigt wurden. Sie sollen sich im Winter bei Eis und Schnee gut bewährt haben – im Sommer lief man überwiegend barfuß.¹⁹ Wie in der Steinzeit ...?



Abb. 7: „Rheumasohle“ von Zug – Original und Experiment. Teil der Sonderausstellung „Die Zeit ‘Ötzi’ am Zugersee“ im Museum für Urgeschichte(n) in Zug (Schweiz).

Zusammenfassung

Im Sommer 2000 wurde im Bereich der bereits bekannten neolithischen Seeufersiedlung Zug-Schützenmatt (um 3150 v. Chr.) ein vermeintlicher Textilrest geborgen, der sich nach sorgfältiger Freilegung

im Labor als Mooseinlage eines Schuhs entpuppte. Druckspuren auf der Oberseite lassen einen linken Fuß der heutigen Schuhgröße 37 erkennen. Die platt gedrückte Unterseite zeigt einen quer verlaufenden bandartigen Abdruck.

Der Fund ist insofern von besonderer Bedeutung, als wir bis jetzt nur sehr wenig über jungsteinzeitliches Schuhwerk wissen. Neben den etwa gleich alten „Ötzi“-Schuhen (3350-3100 v.Chr.) lässt diese Einlegesohle aus Moos zumindest indirekt auf das Vorhandensein von Leder- oder Fellschuhen im Neolithikum schließen.

Zur Klärung verschiedener Fragen habe ich eine Art Mokassin nach dem bronzezeitlichen Fund vom Buinerveen (Niederlande) angefertigt und von November 2000 bis Mitte Februar 2002 mit Mooseinlagen getragen. Das locker in die Schuhe gelegte Moos verfestigte sich beim Gehen zu relativ stabilen, wärmenden Einlegesohlen. Nach dem Herausnehmen aus den Schuhen zeichnete sich auf der platt gedrückten Unterseite der Mooseinlagen der Riemen, der zur besseren Befestigung der Schuhe um den Fuß herum quer über jede Sohle verlief, deutlich ab. Auch die seitliche Einkerbung der Sohle, die durch den Druck des Riemens entstand, hatte sich auf die Mooseinlage übertragen – ähnlich wie beim Original.

Anmerkungen

- 1 JbSGUF 84, 2001, 204. Tugium 17, 2001, 33-34, Abb. 27-28.
- 2 ELBIALI 1989. HOCHULI/SORMAZ 1993.
- 3 Feldmeilen-Vorderfeld: WINIGER 1981, 171, Abb. 32. – St-Blaise-Bain des Dames: WINIGER 1995, 138, Abb. 20,3; EGLOFF 1989, 69. – Vinelz-alte Station: WINIGER 1995, 138.
- 4 Allensbach: FELDTKELLER/SCHLICHTHERLE 1987; KÖRBER-GROHNE/FELDTKELLER 1998, 147f., 179. – Sippligen: KÖRBER-GROHNE/FELDTKELLER 1998, 147f., 179.
- 5 Albuñol-Cueva de los Murcielagos: WINIGER 1995, 138, Abb. 20,4. ALFARO GINER 1984, Tafel LXIX-LXXIII (freundliche Mitteilung von H. Schlichtherle).
- 6 EGG 1993, 70f., Farbtafel XVI. FLECKINGER/STEINER, 1999, 31.

- 7 Zisch zentralschweiz online, <http://www.zisch.ch>, Älteste „Rheumasohle“ der Welt entdeckt, 10.01.2001.
- 8 REICHERT 2000, 75.
- 9 FELDTKELLER/SCHLICHTHERLE 1987, 80f., Abb. 5 und 6,1; Abb. 7 und 8.
- 10 FELDTKELLER/SCHLICHTHERLE 1987, Abb. 6,3.
- 11 GROENMAN-VAN WAATERINGE 1970, Abb. 1,2. FELDTKELLER/SCHLICHTHERLE 1987, Abb. 6,3. WINIGER 1995, Abb. 20,5.
- 12 GROENMAN-VAN WAATERINGE 1970, 244.
- 13 Freundliche Mitteilung von Jaap Beuker, Drents Museum, Assen (Niederlande) vom 24.9.2001.
- 14 Vgl. Anm. 3 und 4.
- 15 REICHERT 2001, 4f.
- 16 EGG 1993, 76, Abb. 29; 78, Farbtafel XIX.
- 17 DEMETZ 1998, 29. DAL Ri 1995/96, Abb. 7.
- 18 GROENMAN-VAN WAATERINGE 1970, Abb. 1-3; 1990, Abb. 1-3. BROHOLM/HALD 1939, Abb. 78.
- 19 Mündl. Mitteilung eines Rumänen, der mir auch das Wickeln der Fußlappen zeigte, 30.4.2000.

Literatur

- ALFARO GINER, C. 1984: Tejido y cestería en la península ibérica. Historia de su técnica e industrias desde la prehistoria hasta la romanización. Bibliotheca Praehistorica Hispania 21. Madrid 1984.
- BROHOLM, H., HALD, M. 1939: Skrydstrupfundet, en sønderjysk Kvindegrav fra den aeldre Bronzealder. Nordiske Fortidsminder III, 2. København 1939.
- DAL Ri, L. 1995/96: I ritrovamenti presso il rifugio Vedretta di Ries/Rieserferner nelle Alpi Aurine (2850 m s.l.m.). Notizia preliminare. Rivista di scienze preistoriche, Vol. XLVII, 1995/96, 367-396.
- DEMETZ, S. 1998: Südtiroler Archäologiemuseum. Der Kurzführer. Bozen 1998.
- EGG, M. 1993: Die Ausrüstung des Toten. In: Die Gletschermumie vom Ende der Steinzeit aus den Ötztaler Alpen. Sonderdruck aus: Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums 39, 1992, 35-100. Mainz 1993.
- EGLOFF, M. 1989: Des premiers chasseur au début du christianisme. Histoire du Pays de Neuchâtel, Tome 1. De la préhistoire au moyen âge, 1989, 11-160.
- ELBIALI, N. 1989: Zug-Schützenmatt, Station littorale du Horgen ancien. Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte 72, 1989, 7-51.
- FELDTKELLER, A., SCHLICHTHERLE, H. 1987: Jungsteinzeitliche Kleidungsstücke aus Ufersiedlungen des Bodensees. Archäologische Nachrichten aus Baden 38/39, 1987, 74-84.
- FLECKINGER, A., STEINER, H. 1999: Der Mann aus dem Eis. Südtiroler Archäologiemuseum. Bozen 1999.
- GROENMAN-VAN WAATERINGE, W. 1970: Pre- en (proto)historisch schoeisel uit Drenthe. Nieuwe Drentse Volksalmanak 88, 1970, 241-262.
- GROENMAN-VAN WAATERINGE, W. 1990: De kledingstukken van leder en bont. In: W. A. B. van der Sanden (Hrsg.), Mens en moeras. Veenlijken in Nederland van de bronstijd tot en met de Romeinse tijd. Drents Museum Assen 1990.
- HASENFRAZT, A., GROSS-KLEE, E. 1995: Siedlungswesen und Hausbau. In: W. E. Stöckli, U. Niffeler, E. Gross-Klee (Hrsg.), Die Schweiz vom Paläolithikum bis zum frühen Mittelalter. SPM II. Neolithikum, 195-229. Basel 1995.
- HOCHULI, S. 2002: Teil eines neolithischen Schuhs aus Zug. Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte 85, 2002, 45-49.
- HOCHULI, S., SORMAZ, T. 1993: Neue Erkenntnisse zum Pfahlplan der Horgener Siedlung Zug-Schützenmatt. Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte 76, 1993, 145-152.
- 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 Sippligen am Bodensee. Siedlungsarchäologie im Alpenvorland V. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 68, 131-242. Stuttgart 1998.
- REICHERT, A. 2000: Zur Rekonstruktion der „Ötzi“-Schuhe. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 30, 1999, 69-76.
- REICHERT, A. 2001: Keine kalten Füße in der Steinzeit? Ein Experiment zur „Rheumasohle“ von Zug. Anzeiger AEAS (Arbeitsgemeinschaft für Experimentelle Archäologie der Schweiz) 1, 2001, 4f.
- REICHERT, A. 2002: Weich und warm auf Moossohlen. Experimente zur „Rheumasohle“

von Zug. Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte 85, 2002, 50-54.

WINIGER, J. 1981: Feldmeilen-Vorderfeld. Der Übergang von der Pfyn zur Horgener Kultur. Antiqua 8. Basel 1981.

WINIGER, J. 1995: Die Bekleidung des Eismannes und die Anfänge der Weberei nördlich der Alpen. In: K. Spindler u. a. (Hrsg.), Der Mann im Eis. Neue Funde und Ergebnisse. The Man in the Ice 2. Veröffentlichungen des Forschungsinstituts für Alpine Vorzeit der Universität Innsbruck 2, 1995, 119-187.

Abbildungsnachweis

Abb. 1 – Zeichnung: Andy Marti, Kantonsarchäologie Zug.

Fotos: Anne Reichert

Anschrift der Verfasserin

Anne Reichert

Storchenweg 1

76275 Ettlingen-Bruchhausen

Zurück zur Gussform!

Zum Einfluss des Gussformmaterials auf die Mikrostruktur eines gegossenen Bronzeobjektes

Emanuela Jochum Zimmermann,
Nina Künzler Wagner und Ursula Kunnert

Bei verschiedenen Versuchen von ExperimentA¹ mit dem prähistorischen Bronze-guss stellte sich immer wieder die Frage nach den Materialien, die in der Urgeschichte für Gussformen verwendet wurden. Auffallend ist vor allem das Missverhältnis zwischen den zahlreichen Bronzeobjekten und den wenigen erhaltenen Formen. Insbesondere bei Nadeln und Armringen ist die Diskrepanz zwischen der Anzahl der Objekte und der Anzahl der Gussformen am deutlichsten (WEIDMANN 1981, 222-225). Aus spätbronzezeitlichen Siedlungen der Schweiz sind heute nur rund 80 Gussformen bekannt. Ein Großteil besteht aus Sandstein und Ton, während solche aus Bronze und Speckstein einen verschwindend kleinen Anteil ausmachen. Abgesehen davon, dass sich nicht alle Gussformmaterialien gleich gut erhalten², unterscheiden sich die verwendeten Rohstoffe auch nach der jeweiligen Region und den dort vorhandenen Lagerstätten.

Der Umstand der fehlenden Formen wird häufig damit erklärt, dass viele Objekte in Formen gegossen wurden, deren Material sich nicht erhalten hat. So wird in der Literatur immer wieder auf die Möglichkeit hingewiesen, dass viele Bronzen in Sandgussformen hergestellt worden sind (GOLDMANN 1981, 109-115. FASNACHT 1995a, 23-28), die archäologisch kaum nachzuweisen sind. Eine wirkliche Überprüfung dieser These fand aber bisher nicht statt.

In der Metallurgie ist schon lange bekannt, dass das Material, aus dem die Gussform besteht, einen entscheidenden Einfluss auf das Gefüge des gegossenen Objekts und damit auch auf dessen Qualität hat. Es stellte sich daher die Frage, ob durch die Analyse des Gussgefüges eines archäologischen Objekts auf das verwendete Gussformmaterial zurückgeschlossen werden kann. Trifft dies zu, wäre es in Zukunft möglich, unabhängig von der Überlieferung der Gussform auf deren Material zu schließen. Dadurch könnten unter Umständen auch Aussagen über die Häufigkeit bestimmter Formmaterialien gemacht werden.

Das Projekt

Aus diesen Überlegungen heraus entstand ein internationales, archäometallurgisches Forschungsprojekt.³ Ziel war die Erstellung einer Datenbank, basierend auf den Mikrostrukturbildern experimentell hergestellter Objekte, mit der die Daten von archäologischen Bronzefunden verglichen werden können.

Die Vorteile von experimentell hergestellten Proben liegen auf der Hand. Zum einen lassen sich auf diese Weise große Datenmengen sammeln, ohne archäologische Originale zu zerstören, zum anderen sind alle Umstände des Gussprozesses bekannt, was bei archäologischen Funden nicht der Fall ist. Die Experimente lassen sich wiederholen und überprüfen, verschiedene beeinflussende Parameter können gemessen und aufgezeichnet werden. Zwar wurde der Einfluss des Gussformmaterials auf die Gussstruktur der Bronze in der Vergangenheit verschiedentlich untersucht (z.B.: STANIASZEK, NORTHOVER 1983. OTTAWAY, SEIBEL 1998. STEFFGEN, WIRTH 1999), doch wurden bisher alle Versuche im Labor mit modernen Aufschmelzverfahren durchgeführt. Es war jedoch nicht klar, ob sich die Mikrostruktur eines unter

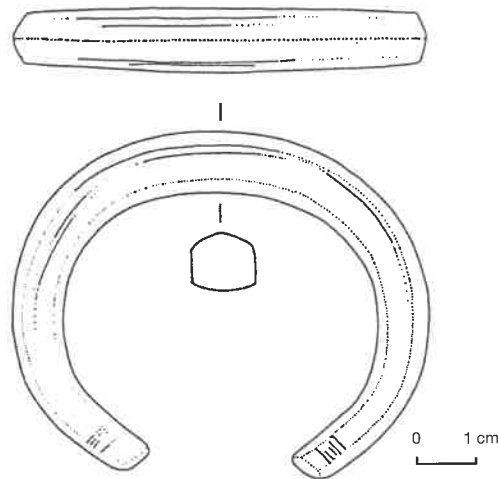


Abb. 1: Bronzearmring aus Hauterive-Champréveyres (nach RYCHNER-FARAGGI 1993, Tafel 76,11).

solchen Bedingungen gegossenen Objektes überhaupt mit der eines archäologischen Originals vergleichen lässt.

Außerdem wurden nur kleine Serien zu einzelnen Aspekten oder Teilbereichen unserer Fragestellung realisiert. Zudem variieren die Bedingungen, unter denen die Experimente durchgeführt wurden, meist stark. Dies erschwert den Vergleich der Ergebnisse. Was bis jetzt fehlte, war eine umfassende Datenbasis mit klar festgelegten Parametern, mit der die archäologischen Objekte verglichen werden können. Die dafür notwendigen Experimente erfolgten in zwei Blöcken. In einer ersten Reihe wurde der Einfluss des Gussformmaterials und der Formtemperatur auf die Mikrostruktur des Objektes untersucht. Bei der zweiten Reihe stand der Einfluss der Masse des Gussstückes im Vordergrund.

Die erste Versuchsreihe

Für die Versuche wurden fünf verschiedene Gussformmaterialien verwendet. In den Experimentreihen wurde jede Gussform (außer Sand) auf vier im Voraus fest-

gelegte Temperaturen (ohne Vorheizen, 300 °, 600 ° und 800 ° C) vorgewärmt. Die Temperaturen wurden gewählt, um ein möglichst breites Spektrum abzudecken. Um zu klären, ob modern gegossene Proben aus dem Labor mit solchen, die unter annähernd prähistorischen Bedingungen im Freien entstanden sind, in ihrer Mikrostruktur vergleichbar sind, wurden die Experimente sowohl im Freien als auch im Labor durchgeführt.

Für die Güsse wurde eine 10%ige Zinnbronze verwendet.⁴

Als Vorbild für die Formenherstellung diente ein Bronzearmreif aus der spätbronzezeitlichen Siedlung Hauterive-Champréveyres am Neuenburgersee (Abb. 1). Die einfache Form und die relativ geringe Größe erlaubten eine ökonomische Vervielfältigung der Formen.

Für die Formen wurden fünf verschiedene Materialien gewählt, deren Verwendung für die Bronzezeit belegt ist (Sandstein, Speckstein, Bronze, Ton) bzw. angenommen werden darf (Sand: FASNACHT 1995a, 23-28. GOLDMANN 1981, 109-115). Neben einer Form aus Zinnbronze wurden mehrere Formen aus Sandstein aus dem Schweizer Mittelland und alpinem Speckstein gefertigt. Die Specksteinformen wurden vor dem ersten Gebrauch geölt und einmal langsam auf 250 ° C aufgeheizt.⁵ Für die Tonformen wurden zunächst Wachsmodelle des Armringes hergestellt. Diese wurden in eine Mischung aus verschiedenen Tonen aus Schweizer Tongruben eingepackt, die temperaturbeständige wie auch plastische Eigenschaften besitzt. Gemagert wurde mit Sand und Rohwolle. Nach dem Trocknen der Formen wurde das Wachs vorsichtig ausgebrannt. Die Sandformen bestehen aus zwei Holzrahmen, in die eine Mischung von gesiebttem Sand aus der Nähe von Zürich und reinem, unbehandeltem Leinöl gefüllt wurde. Der Anteil an Leinöl betrug etwa 10 %, so dass der Sand eine formbare und doch stabile Konsistenz aufwies.

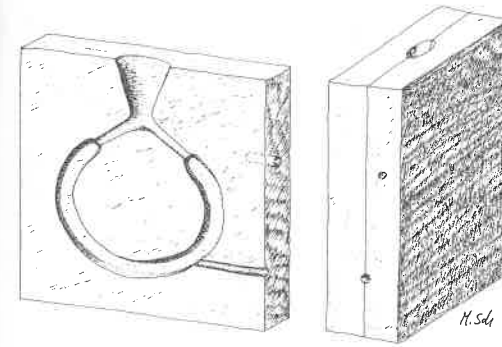


Abb. 2: Form mit zwei vorgebohrten Löchern für die Temperatursonden (Zeichnung M. Schmidheiny, Dübendorf).

Die Gussformen selbst setzen sich aus zwei quadratischen Platten mit einer Seitenlänge von 10 cm und einer Wandstärke von je 1,5 cm zusammen (Abb. 2). Bei den Tonformen folgt der Umriss der Armringkontur, die Wandstärke beträgt ebenfalls etwa 1,5 cm.

Die Experimente unter Verwendung eines rekonstruierten spätbronzezeitlichen Ofens

Grundlage des Versuchsaufbaus bildet die Rekonstruktion eines Gießereiofens der Spätbronzezeit. ExperimentA arbeitet seit mehreren Jahren mit einer Ofenkonstruktion, die auf den Forschungsergebnissen und der langjährigen Erfahrung von Walter Fasnacht basiert. Die Rekonstruktion des Ofens, der in dieser Publikationsreihe bereits vorgestellt wurde, geht von mehreren Funden und Befunden aus Europa sowie ethnographischen Vergleichen aus (FASNACHT 1995b, 237-246).

Bei den Versuchen im Freien wurde zuerst Kupfer in einem Tiegel im Ofen, der mit Holzkohle betrieben wurde, geschmolzen und erst etwa fünf Minuten vor dem Guss Zinn im Verhältnis 1:9 zugegeben. Die Aufheizzeit betrug im Durchschnitt 20 bis 25 Minuten. Mit einem tragbaren Thermomessgerät wurde die Temperatur der Schmelze kontrolliert.

Das Aufheizen der Formen erfolgte in einem Holzkohlefeuer, das mit Hilfe von zwei Blasebälgen auf die erforderlichen Temperaturen gebracht wurde.

Die Formtemperatur und die Temperatur der eingegossenen Schmelze in der Form wurden mit einem Datenschreiber aufgezeichnet und in Kurvenform dargestellt. Dafür wurden direkt vor dem Guss zwei Thermosonden in vorgebohrte Löcher der Form eingeführt (Abb. 2). Die Sonde zur Messung der Formtemperatur und allfälliger Reaktionen der Formtemperatur auf den Einguss der Bronze wurde an der Schmalseite einer Formhälfte (bei den Tonformen an vergleichbarer Stelle) angebracht. Dazu war ein Loch bis auf eine Entfernung von 1,5 cm von der Schmelze in die Form gebohrt worden.

Die zweite Sonde zur Messung des Erstarrungsvorgangs der Bronze befand sich bei allen Formen an vergleichbarer Stelle im unteren Formdrittel. Sie wurde beim Guss von der flüssigen Bronze umfassen.

Der Guss selbst erfolgte mit einer ca. 1100 ° C heißen Schmelze. Sobald die Bronze eine Temperatur von 600 ° C erreicht hatte, wurde die Form geöffnet. Ein vollständiges Abkühlen des Objektes in der Form hätte dazu geführt, dass sich der Ring durch den Volumenschwund zu sehr zusammengezogen hätte und nicht mehr ohne Zerstörung der Form aus dieser zu lösen gewesen wäre. Anschließend wurden die Objekte bei Raumtemperatur abgekühlt.

Die Experimente unter modernen Bedingungen im Labor

Die Versuche im Labor wurden im Institut für Metallforschung der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich durchgeführt. Im Induktivofen wurde reines Kupfer in einem Graphittiegel aufgeschmolzen, dann Zinn im Verhältnis 1:9 zugegeben. Diese Schmelze wurde mit einer Schicht aus Glasscherben abgedeckt, wodurch die Schmelze

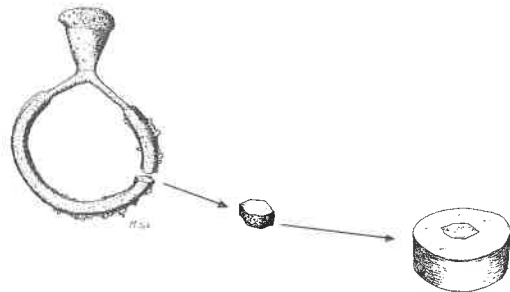


Abb. 3: Herstellung der Proben: Schneiden und Einbetten in Bakelit (Zeichnung M. Schmidheiny, Dübendorf).

über längere Zeit flüssig gehalten und so für mehrere Güsse ohne Oxydation und Veränderung der Schmelzzusammensetzung verwendet werden konnte.

Parallel dazu wurden die Formen in einem weiteren Ofen auf die gewünschten Temperaturen aufgeheizt. Dazu wurden die Steinformen vor dem Einsetzen in den Ofen mit einem bandförmigen Eisenring zusammengehalten, der mit einem leicht zu lösenden Eisenkeil fixiert wurde.

Pro Gussvorgang wurde immer nur eine Form gefüllt, um einen kontrollierten Versuchsablauf zu gewährleisten. Die Form wurde vor dem Guss auf ein Sandbett gestellt und mit einer Eisenzange vor dem Umkippen gesichert. Auf ein Eingraben in das Sandbett wurde bewusst verzichtet, da dies eine Veränderung im Abkühlungsverhalten der Form bringt.

Die Temperaturmessungen erfolgten nach dem selben Prinzip wie bei den Güssen im Freien.

Die zweite Versuchsreihe

In der zweiten Serie wurde unter den gleichen Bedingungen wie bei der ersten Versuchsreihe gegossen, allerdings wurden die Versuche nur noch im Freien durchgeführt. Verändert wurde lediglich der Parameter „Masse“ des Objektes. Dazu wurden je drei verschieden große Negative in zwei Materialien (Speck- und Sandstein)

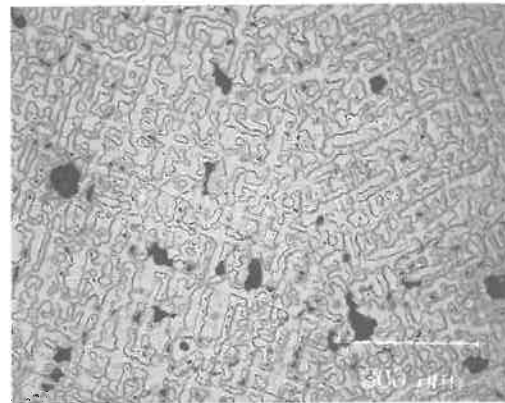


Abb. 4: Schliffbild eines in einer Tonform gegossenen Armreifs.

eingeschnitten. Als Objekt wurden einfache Zylinder mit einem, zwei und vier Zentimeter Durchmesser gewählt. Die Formhälften hatten je eine Seitenlänge von 15 cm und eine Dicke von 3 cm. Die Güsse wurden in nicht vorgeheizten und auf 300 ° C vorgeheizten Formen durchgeführt.⁶

Die Probenherstellung

Jedem Bronzeobjekt wurde mit einer Trennscheibe an derselben Stelle, etwas oberhalb der Messstelle der Thermosonde, ein circa 1 cm langes Stück entnommen. Dieses wurde in Bakelit eingebettet, so dass die Querschnittsoberfläche untersucht werden konnte (Abb. 3). Diese wurde anschließend in mehreren Schritten zuerst geschliffen und dann poliert. Die Schlusspolitur erfolgte mit einer Silicium-Suspension auf eine Korngröße von 0,04 µm. Zwischen den einzelnen Polierschritten wurden die Proben jeweils im Ultraschallbad und mit Alkohol gereinigt. Abschließend erfolgte eine Ätzung der Schliffoberfläche in einem Kupferchlorid-Ammoniak-Bad. Durch diese Behandlung konnte speziell die Dendritenstruktur des Gussgefüges sichtbar gemacht werden (Abb. 4). Die Proben wurden im Auflichtmikroskop bei drei unterschiedlichen Vergrößerungen

fotografiert. Anhand dieser Schliffbilder erfolgte die weitere Auswertung.

Zusätzlich wurde bei drei Proben eine EDX-Analyse (energy-dispersive x-ray) unter dem Rasterelektronenmikroskop (REM) durchgeführt. Dies erfolgte in erster Linie zur stichprobenhaften Überprüfung der Phasenansprache (s.u. Mikrostruktur). Dabei wurden je Probe eine Flächenanalyse von ca. 300 µm im Quadrat und je drei Punktanalysen jedes erkennbaren Gefügebestandteiles gemacht.

Die Mikrostruktur

Aus dem Schliffbild eines Bronzeobjekts können wichtige Schlüsse über das Gefüge der gegossenen Bronze und damit auch über die Qualität des Stückes gezogen werden. Von der Mikrostruktur hängt unter anderem die Belastbarkeit des Objekts ab. Fehler im Gussgefüge können zum Teil durch – ebenfalls im Schliffbild erkennbare – Nachbearbeitungstechniken wie Glühen oder Schmieden vermindert werden.

Anhand eines Beispiels (Abb. 4) sollen die wichtigsten Gefügebestandteile und ihre Entstehung kurz erläutert werden.

Vollständig erstarrte Zweistofflegierungen, wie Bronze aus Kupfer und Zinn, können drei verschiedene Typen von Grundbausteinen enthalten: reine Elemente, Mischkristalle und Metallverbindungen. Diese Grundbausteine werden auch als Phasen bezeichnet. Eine Phase ist in sich homogen und hat an jeder beliebigen Stelle die gleiche Zusammensetzung (DAVIS 1998, 95). Mischkristalle bestehen aus Gittern einer Metallart, in die Atome einer anderen eingebaut sind. Weiche und zähe Metalle wie Bronze erstarren nicht zu massiven, kompakten Kristallen, sondern bilden frei aus einer Schmelze gewachsene Kristallskelette, sogenannte Dendriten (griech. Dendros = Baum) (SCHUMANN 1991, 215f.). Jeder Dendrit bildet mit den ihn umgebenden Schichten ein Korn. Nach dem Guss beginnen die Kristalle zuerst an den Form-

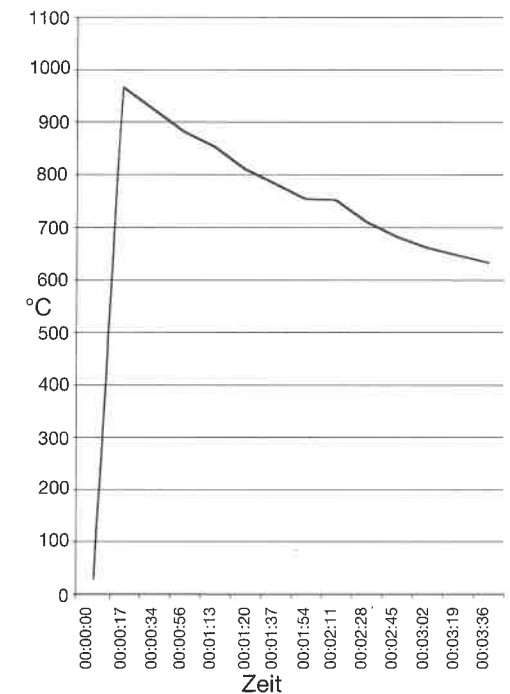


Abb. 5: Abkühlungskurve der Bronze in einer auf 800 ° C vorgeheizten Tonform.

wänden zu erstarren und dann in Richtung Inneres längliche Dendriten auszubilden, die gerichtet und sogar gebündelt sein können. Je schneller die Wärmeabfuhr erfolgt und je näher die Eingusstemperatur dem Schmelzpunkt, d.h. je geringer die Überhitzung der Schmelze ist, desto weniger gerichtete und gebündelte Kristalle werden ausgebildet (SCHUMANN 1991, 361). Kupfer-Zinn-Legierungen sind im festen Zustand nicht vollständig mischbar. Sie bilden nicht nur Mischkristalle der sogenannten α -Phase aus, sondern zwei oder mehrere Phasen (α , β , γ , δ usw.). Bei der Abkühlung kommt es bei verschiedenen Temperaturen zu Entmischungen, wodurch zwei oder mehrere Phasen unterschiedlicher Zusammensetzung entstehen. Während dieses Vorgangs bleibt die Temperatur jeweils für einen Moment konstant, weshalb diese Entmischungen oft durch ein Plateau in der Abkühlungskurve eines Gusses identifiziert werden können (Abb. 5, DAVIS 1998, 95).

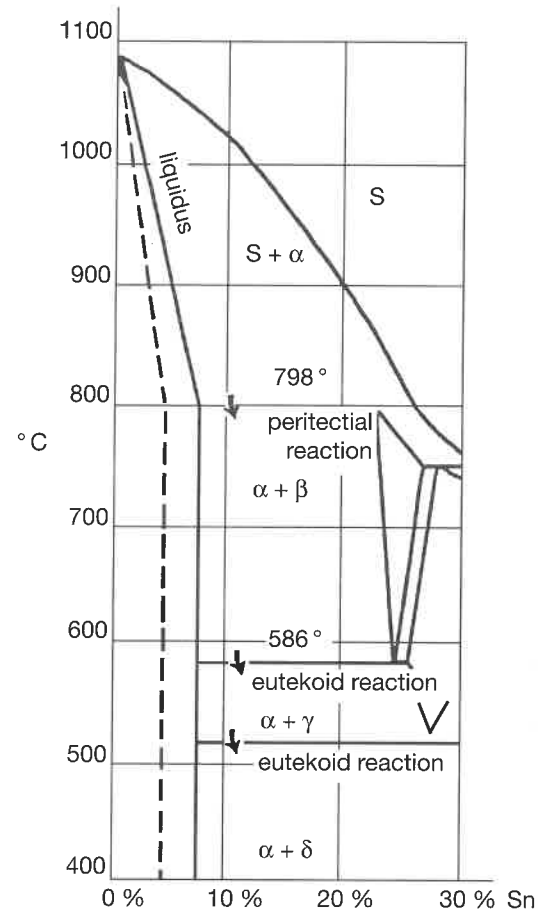
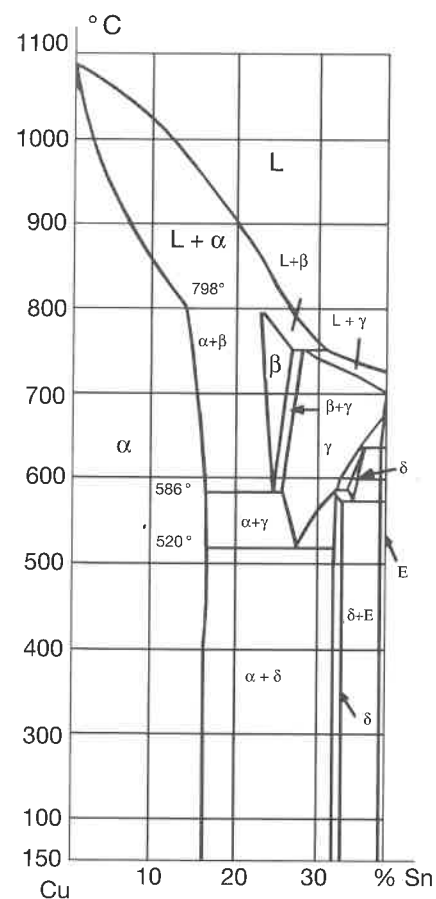


Abb. 6: Links: Ideales Zustandsdiagramm von Zinnbronze (nach LÜTHY, PRESSL-WENGER 1987, fig. 1.B). Rechts: Zustandsdiagramm von Zinnbronze (nach LÜTHY, PRESSL-WENGER 1987, fig. 1.A, mit Veränderungen durch die Autorinnen).

Sogenannte Zustands- bzw. Phasendiagramme zeigen den Erstarrungsverlauf eines Metalles oder einer Legierung. Das ideale Diagramm gilt für eine unendlich langsame Abkühlung, ein Zustand, der in der Praxis kaum erreicht wird (Abb. 6). Im Allgemeinen kühlen Legierungen viel schneller ab, so dass es nicht zur Einstellung des Gleichgewichtes kommen kann. Wird bei der Abkühlung der Schmelze der Schmelzpunkt von Kupfer (1083°C) erreicht, scheidet die Schmelze erste α -Kristalle mit sehr hohem Kupferanteil aus. Dadurch sinkt der Kupfergehalt in der ver-

bleibenden Restschmelze. Die Kristalle, die sich danach bilden, haben einen geringeren Kupferanteil und die Restschmelze wird immer kupferärmer. Die Kristalle verschiedener Konzentration lagern sich normalerweise schichtweise an die vorher entstandenen an. Bei sehr langsamer Abkühlung könnte die unterschiedliche Konzentration der schon erstarrten Dendritenskelette und der Restschmelze durch Diffusion ausgeglichen werden. In der Praxis ist dies nur sehr schwer zu erreichen, und es kommt zu oft erheblichen Kristallseigerungen. Das heißt, das Gussgefüge

wird nicht von homogenen Mischkristallen gebildet, sondern ist in sich inhomogen (SCHUMANN 1991, 365f.).

Durch längeres Glühen kann das Gefüge homogenisiert werden und das gegossene Bronzeobjekt lässt sich damit unter anderem besser nachbearbeiten.

Zusammenfassend ergibt sich also für eine 10%ige Zinnbronze folgendes Bild: Nach dem idealen Zustandsdiagramm sollte sie einphasig erstarren, das Gefüge also nur aus α -Mischkristallen bestehen. In der Praxis weisen die Kristalle aber erhebliche Seigerungen auf, das heißt, die Dendritenskelette haben eine deutlich höhere Kupferkonzentration als die sie umgebende Masse. In vielen Fällen kommt es sogar zur Ausbildung der sehr spröden δ -Phase.

Die genaue Benennung der Phasen (α , β , γ , δ usw.) kann nur nach einer analytischen Bestimmung der Zusammensetzung erfolgen, wie sie in diesem Falle nicht vorgenommen wurde. Deshalb wird im Folgenden verallgemeinernd von zinnreicher Phase gesprochen, wenn eine Phase mit einem hohen Zinngehalt vorliegt (SCHUMANN 1991, 645ff. KAUFMANN 1998, 77ff.).

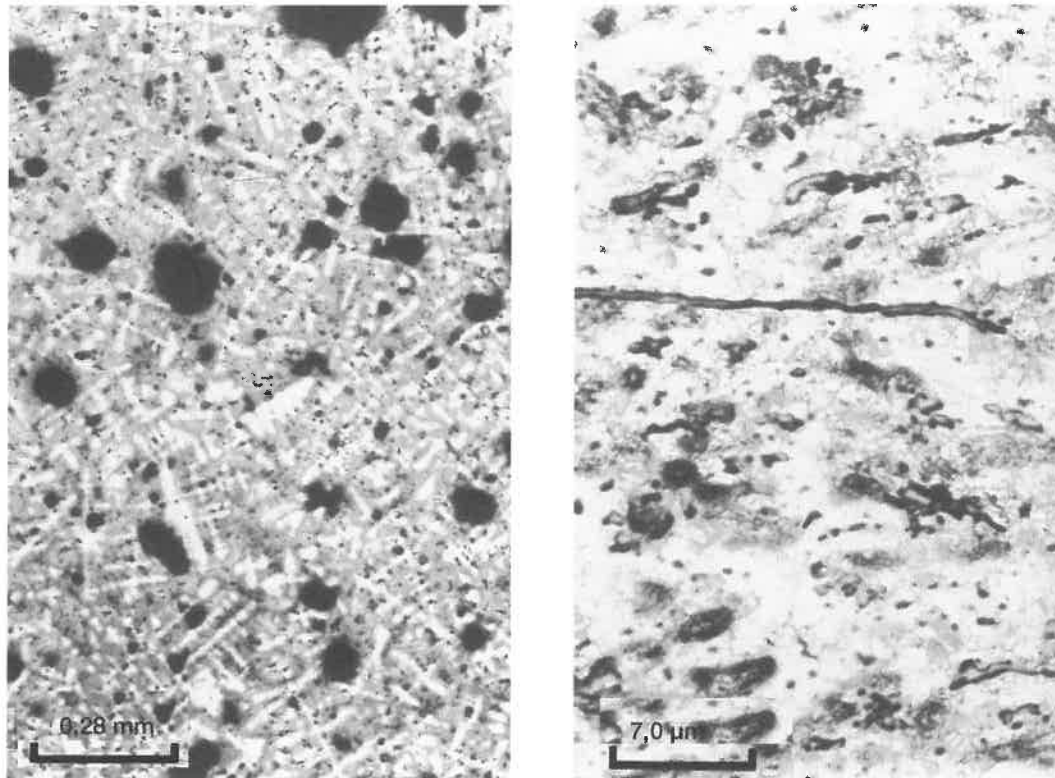
Die wenigsten Gussgefüge sind frei von sogenannten Makro- und Mikrolunkern (Abb. 4). Diese entstehen bei der Erstarrung, wenn das Volumen der Schmelze zwischen der Eingusstemperatur und der Erstarrungstemperatur schwindet. Normalerweise werden entstandene Lücken von der noch vorhandenen Schmelze ausgefüllt und der Materialschwund konzentriert sich an der am längsten flüssig bleibenden Stelle, im besten Falle dem Eingusstrichter. Im Verlauf einer Erstarrung kann es aber auch dazu kommen, dass die Restschmelze nicht mehr durch die immer engeren Verbindungskanäle zwischen den Dendriten fließen kann: Die zwischen den Dendriten entstehenden Schwindungslöcher, sogenannte Gusslunker, sind dann von der Restschmelze abgeschnitten (Abb. 4) (SCHUMANN 1991, 375).

Solche Lunker machen eine Legierung porös und bruchgefährdet, können aber durch Glühen und Hämmern des Objekts zum Teil „zusammengeschweißt“ werden. Eine zweite Lunkerform sind Gaseinschlüsse. Sie haben im Gegensatz zu den Erstarrungslunkern eine runde Form. Sie entstehen durch in der Schmelze und teilweise auch im Formmaterial gelöste Gase, die bei der Erstarrung sprunghaft freigesetzt werden. Zum Teil können sie über die verbleibende Schmelze entweichen, zum Teil bleiben sie im erstarrten Guss gefangen. Sind die Gaslunker durch oxidierende Gase entstanden, können die Blasenwände nicht miteinander „verschweißt“ und durch Überarbeitung nicht mehr vollständig entfernt werden.

Die hier dargelegten Ausführungen zur Mikrostruktur gelten nur für gegossene Bronzen, die nicht überarbeitet wurden. Durch Überarbeiten des gegossenen Objektes, z.B. Aufglühen und Hämmern, verändert sich das Gussgefüge. Oft weisen aber auch geglühte und gehämmerte archaische Objekte noch Stellen auf, an denen sich die ursprüngliche Dendritenstruktur erhalten hat (Abb. 7 a). An den Schlißbildern einer Sichel aus der spätbronzezeitlichen Seeufersiedlung Auvernier (LÜTHY, PRESSL-WENGER 1987, fig. 12) ist im Bereich deutlich die Veränderung durch Nachbearbeitung des Metalls zu sehen (Abb. 7 b). Dagegen hat sich im Sichelrücken noch die ursprüngliche, gegossene Dendritenstruktur erhalten.

Die Datenaufnahme

Zur Beurteilung des Gussgefüges wurden für jede Probe verschiedene Daten erhoben. Diese Quantifizierung ermöglicht Vergleiche der Proben untereinander und mit bekannten Schlißbildern aus der Literatur, wie etwa LÜTHY, PRESSL-WENGER (1987). Bei jeder Probe wurde der durchschnittliche DAS (Dendrite Arm Spacing) in mm berechnet. Der Abstand der Dendriten-



a

b

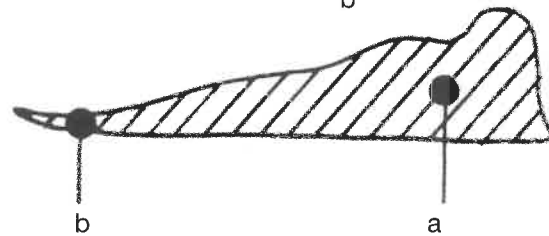


Abb. 7: Schliffbilder und Querschnitt einer spätbronzezeitlichen Sichel aus Auvergnier (nach LÜTHY, PRESSL-WENGER 1987, fig. 12).

arme ist um so größer, je langsamer die Erstarrung erfolgte (BRUNHUBER 1986, 156f.). Der DAS stellt, da er messbar ist, eine gute Vergleichsmöglichkeit mit anderen Datenserien dar. Auch andere Merkmale der Gussstruktur, wie z.B. Zinnanreicherungen und Lunker, wurden ausgewertet.⁷ Im Weiteren wird vor allem auf die Ergebnisse der DAS-Untersuchung eingegangen, da diese die deutlichsten Unterschiede aufzeigen.

Die Ergebnisse

Die in diesem Projekt hergestellte Datenbasis ist noch zu klein, um allgemein gültige Aussagen zu treffen.⁸ Wünschenswert wäre eine größere Anzahl Messwerte für eine gesicherte statistische Basis. Tendenzen sind aber auch mit der kleinen Datenmenge schon zu erkennen. Erstens kann festgestellt werden, dass Objekte, die im Labor und solche, die mit

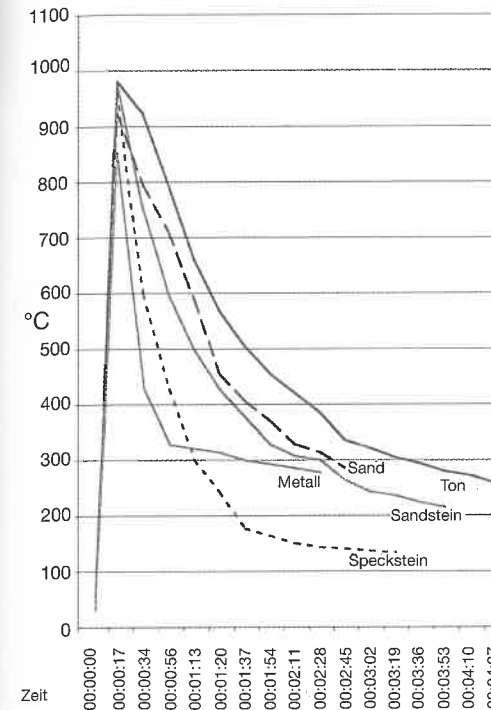


Abb. 8: Abkühlkurven der Bronze in nicht aufgeheizten Formen.

dem rekonstruierten Ofen hergestellt wurden, sehr gut vergleichbar sind. Einzig die Menge der Gaslunker ist in den im Freien hergestellten Güssen deutlich höher, was mit den Schliffbildern archäologischer Objekte übereinstimmt, die ebenfalls eine beträchtliche Anzahl von Gaslunkern zeigen. Zweitens zeigen die einzelnen Formmaterialien wie erwartet eindeutige unterschiedliche Abkühlkurven (Abb. 8). Neben dem klaren Ergebnis, dass die Bronze in Ton- und Sandformen deutlich langsamer abkühlt als in Metallformen, ist vor allem die Einordnung der zwei verschiedenen Steinformen interessant. So ist die Wärmeleitfähigkeit der Specksteinformen höher als die der Sandsteinformen, d.h. in letzteren kühlt die Bronze langsamer ab.

Die Versuche zeigen außerdem, dass ein Vorheizen der Formen auf 600 °C und mehr kaum praktikabel ist – die Handhabung so heißer Formen ist sehr schwierig. Außerdem



Abb. 9: Schliffbild eines in einer Metallform gegossenen Armreifs.

werden die Gussformen qualitativ beeinflusst: Tonformen werden bei diesen hohen Temperaturen gebrannt und sind dann schwer zu zerschlagen und hinterlassen Rückstände auf den Objekten. Die Speck- und Sandsteinformen werden brüchig, was ihre Lebensdauer erheblich verkürzt. Die Analyse der Schliffbilder zeigt zudem, dass hohe Aufheiztemperaturen keine Qualitätssteigerung der Bronze bewirken, eher im Gegenteil. Es treten hohe DAS-Werte auf (Abb. 10). Das Gussgefüge ist grobkörnig und das Metall damit spröde. Es ist deshalb anzunehmen, dass in der Urgeschichte die Formen vorgeheizt wurden – da dies beim Guss deutlich Vorteile bringt⁹ – aber kaum auf so hohe Temperaturen.

Weiter zeigt sich in der ersten Versuchsreihe, dass bei den DAS-Werten der Proben aus den verschiedenen Formmaterialien klare Tendenzen festzustellen sind. Die Proben von in der Metallform gegossenen Objekten (Abb. 9) liefern die kleinsten DAS-Werte. Ebenfalls relativ kleine Dendritenarmabstände treten bei den Objekten aus den Specksteinformen auf. Die DAS-Werte der Proben aus den anderen drei Formmaterialien, z.B. aus der Tonform (Abb. 4), sind tendenziell höher (Abb. 10). Die zweite Versuchsserie macht den Einfluss der Masse eines Gussobjektes auf

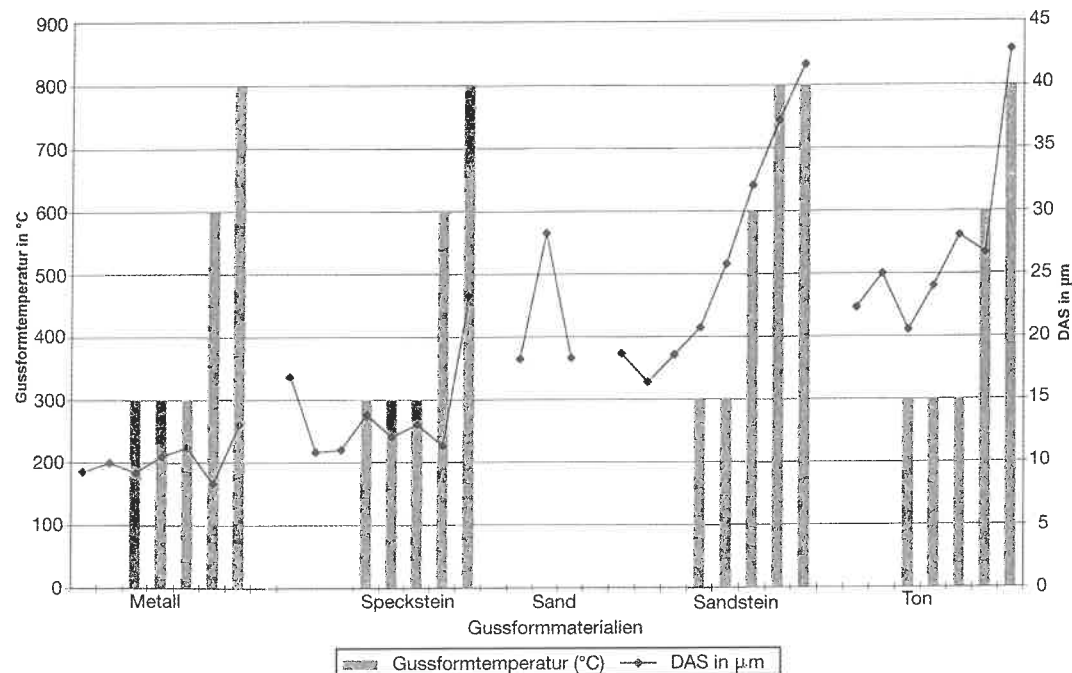


Abb. 10: Diagramm der Aufheiztemperaturen und des DAS (Dendrite Arm Spacing) aller Proben der ersten Versuchsreihe.

die DAS-Werte deutlich (Abb. 11). Mit zunehmender Masse ergeben sich größere Dendritenarmabstände.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Es hat sich in diesen zwei Versuchsreihen gezeigt, dass die spezifische Wärmeleitfähigkeit der Form den größten Einfluss auf das Gussgefüge ausübt. Den zweiten wichtigen Parameter stellt die Masse des gegossenen Objektes dar. Eine eher untergeordnete Rolle bei der Entstehung der Mikrostruktur spielt die Aufheiztemperatur der Form.

Zusammen mit weiteren Informationen aus den Anschliffen wie Größe, Anzahl oder Verteilung der Lunken, scheint es tatsächlich möglich zu sein, vom Originalobjekt auf das verwendete Gussformmaterial zu schließen. Zur Verdeutlichung kann ein bereits veröffentlichtes Schliffbild eines Originalobjektes herangezogen werden. Es handelt sich um die bereits angesprochene Sichel aus der spätbronzezeitlichen Siedlung von Au-

vernier (Abb. 7). Sie ist in der verwendeten Materialmenge und der Dicke des Objekts mit den Proben der ersten Versuchsreihe vergleichbar. Während die Schneide der Sichel starke thermische und mechanische Überarbeitungsspuren zeigt, ist im Rückenbereich noch die ursprüngliche Gussstruktur erhalten. Der ermittelte DAS-Wert liegt bei 22 µm. Zusammen mit der Verteilung der Lunken spricht diese Tatsache für die Verwendung einer Sandsteinform zur Herstellung der Sichel. Dieses Ergebnis deckt sich mit dem archäologischen Fundmaterial, die erhaltenen Sichelformen bestehen aus Sandstein (PRIMAS 1986, 6).¹⁰

Selbstverständlich bilden die zwei Versuchsreihen dieses Projekts mit ihrer kleinen Datenbasis erst einen Anfang. Dabei zeigen die Experimente aber auch, wie stark der Einfluss eines einzigen Parameters auf das Untersuchungsergebnis ist. Um ein brauchbares Instrument für den Rückschluss auf die Gussform zu gewin-

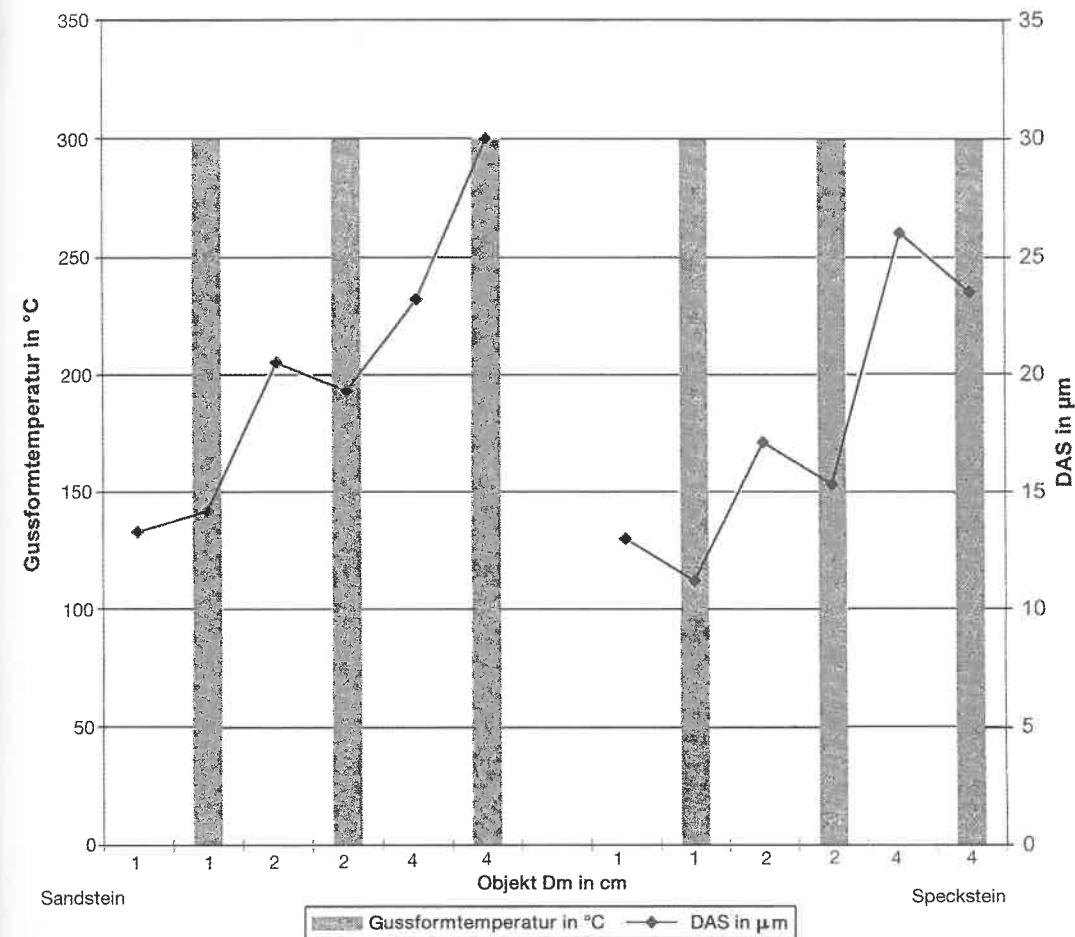


Abb. 11: Diagramm der Aufheiztemperaturen und des DAS (Dendrite Arm Spacing) aller Proben der zweiten Versuchsreihe.

nen, wäre es wünschenswert, die Datenbasis noch zu vergrößern und die Ergebnisse durch weitere Experimente abzustützen. So wären z.B. Studien zum Einfluss der Wandstärke der Form, der Legierungszusammensetzung, der Eingusstemperatur der Schmelze und der unterschiedlichen Rohstoffherkunft der Form auf das Gussgefüge interessant.

Anmerkungen

1 ExperimentA ist ein Verein für experimentelle Archäologie, der 1996 von einer Gruppe Studierender der Universität Zürich gegründet wurde.

Der Schwerpunkt des Vereins liegt in der Rekonstruktion und Erforschung prähistorischer Bronzegusstechniken.

- 2 So vergehen z.B. Formen aus Ton im Boden sehr schnell, wenn sie nicht vorher so hoch gebrannt wurden, dass die Umwandlung von Ton zu Keramik stattfinden konnte. In allen Fällen fehlt der Nachweis für den Guss in Formsand, da davon jeweils nur etwas verbrannter Sand zu finden wäre.
- 3 Die Durchführung wurde mit Hilfe des „Lejre Research Grant for Experiments in Archaeology“ des Historisch-Archäologischen Forschungszentrums Lejre in Dänemark ermöglicht. Das Museum fördert jedes Jahr mehrere Forschungsprojekte im experimentellen Bereich. Weitere anfallende Materialkosten konnten dank der finanziellen Unterstützung durch den Zürcher Hochschulverein und den Pilotfond der Stiftung Zentralstelle der Studentenschaft der Universität Zürich gedeckt werden. An dieser Stelle sei allen an diesem Projekt

beteiligten Personen und Instituten sowie den Sponsoren herzlich gedankt.

Die Versuche im Freien mit der Rekonstruktion eines bronzezeitlichen Gießereiofens fanden 2000 und 2001 im Forschungszentrum in Lejre, Dänemark, statt. Die Experimente im Labor und die Auswertung der Ergebnisse erfolgten in der Schweiz in Zusammenarbeit mit dem Institut für Metallforschung der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich.

- 4 Dafür wurden möglichst reines Kupfer (Elektrolyt-Kupfer) und Zinn legiert. Aus technischen Gründen kann der Zinngehalt leicht schwanken. Diese reine Kupfer-Zinnlegierung wurde gewählt, um das Ergebnis nicht durch moderne Verunreinigungen zu verfälschen. Geringe Gehalte an anderen Metallen, wie sie bei prähistorischen Bronzen üblicherweise vorkommen, beeinflussen das Gussgefüge nur unerheblich, wie STANIASZEK, NORTHOVER (1983) gezeigt haben.
- 5 Dieses Vorgehen verhindert u.a. Gussfehler beim erstmaligen Benutzen der Specksteinformen.
- 6 Diese Beschränkung auf zwei Gussformmaterialien und zwei Aufheiztemperaturen der Gussformen erfolgte aufgrund finanzieller und personeller Ressourcen und anhand der Ergebnisse der ersten Versuchsreihe.
- 7 Bei allen Proben wurde anhand eines Fotos mit 2000-facher Vergrößerung die Häufigkeit der zinnreichen Phase geschätzt und parallel dazu ihre maximale Ausdehnung in μm gemessen. Verbindet man die beiden Parameter, kristallisieren sich vier Gruppen heraus. Gruppe 1: keine zinnreiche Phase (erkennbar); Gruppe 2: wenig zinnreiche Phase, maximale Ausdehnung bis 15 μm ; Gruppe 3: viel zinnreiche Phase, maximale Ausdehnung bis 30 μm ; Gruppe 4: sehr viel zinnreiche Phase, maximale Ausdehnung bis 100 μm . Das Vorhandensein von Makrolunkern wurde optisch, ohne Vergrößerung, direkt an den eingebetteten Proben überprüft. Die Mikrogas- und -gusslunker wurden an Schliiffbildern verschiedener Vergrößerungen gezählt, abgemessen und ihre Verteilung innerhalb des Querschnittes beurteilt. Die Endauswertung erfolgte anhand einer Kombination aller dieser Daten. Zur Beurteilung der Anordnung der Dendriten diente eine sogenannte Dendritenrichtreihe (nach Patterson und Döpp. In: BRUNHUBER 1986, 157), anhand derer die Schliiffbilder verschiedenen Kategorien (I-VI) zugeordnet wurden.
- 8 Deshalb wurde in diesem Rahmen auf eine Vorlage der Einzeldaten bewusst verzichtet.
- 9 Ein Aufheizen der Formen auf etwa 300 ° C vermindert den Temperaturschock der Formen und entfernt allfällige Feuchtigkeitsrückstände.
- 10 Im Einzelfall kann die Verwendung von Sand für eine einfache, einschalige Objektform wie diese Sichel natürlich nicht ausgeschlossen werden.

Literatur

- BRUNHUBER, E. (Hrsg.) 1986: Gießerei-Lexikon, 13. Auflage. Berlin 1986.
- DAVIS, J.R. (Hrsg.) 1998: Metals Handbook, prepared under the direction of the ASM International Handbook Committee. Scott D. Henry et al. (Hrsg.), Desk edition, 2. Auflage, Materials Park. Ohio 1998.
- FASNACHT, W. 1995a: Die Schaftlochaxt von Parpan im Gussexperiment. In: B. Schmid-Sikimic, Ph. Della Casa, Trans Europam. Festschrift M. Primas. Bonn 1995, 23-28.
- FASNACHT, W. 1995b: 4000 Jahre Kupfer- und Bronzeguss im Experiment. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 8. Oldenburg 1995, 237-246.
- GOLDMANN, K. 1981: Guss in verlorener Sandform – Das Hauptverfahren alteuropäischer Bronzegegesser? Archäologisches Korrespondenzblatt 11, 1981, 109-116.
- KAUFMANN, S. 1998: Archäometrische Untersuchungen an bronzezeitlichen Metallartefakten. Clausthal, Technische Universität, Dissertation 1998.
- LÜTHY, H., PRESSL-WENGER, R. 1987: Métallographie de quelques objets en bronze d'Auvergnier. In: V. Rychner, Auvergnier 1968-1975: Le mobilier métallique du Bronze final. Formes et techniques. Cahiers d'archéologie romande 37. Auvergnier 6, Lausanne 1987, 184-198.
- OTTAWAY, B. S., SEIBEL, S. 1996: Dust in the wind: experimental casting of bronze in sand moulds. In: M.-C. Frère-Sautot (ed.), Paléoméallurgie des cuivres. Actes du colloque de Bourg-en-Bresse et Beaune, 17 – 18 octobre 1997. Monographies instrumentum 5. Montagnac 1996, 59-63.
- PRIMAS, M. 1986: Die Sicheln in Mitteleuropa I (Österreich, Schweiz, Süddeutschland). Prähistorische Bronzefunde 18/2. München 1986.
- RYCHNER-FARAGGI, A.-M. 1993: Métal et parure au Bronze final. Hauterive-Champréveyres 9, Archéologie neuchâteloise 17. Neuchâtel 1993.
- SCHUMANN, H. 1991: Metallographie, 13. Auflage. Stuttgart 1991.
- STANIASZEK, B.E.P, NORTHOVER, J.P. 1983: The properties of leaded bronze alloys. In: L.A. Aspinall, S.E. Warren (Hrsg.), Proceedings of the 22nd Symposium on Archaeometry, University of Bradford, March 30th – April 3rd 1982, Bradford 1983, 262-272.

- STEFFGEN, U., WIRTH, M. 1999: Eine bronzene Gussform für Lappenbeile vom Bullenheimer Berg/Mainfranken. Archäologische und technische Untersuchungen zur endbronzezeitlichen Beilproduktion. In: G. Zahlhaas (Hrsg.), Dedicatio. Festschrift H. Dannheimer, Kallmünz 1999, 35-56.
- WEIDMANN, T. 1981: Bronzegussformen des unteren Zürichseebeckens. Helvetia Archaeologica 45/48, 1981, 218-229.

Anschrift der Verfasserinnen

Emanuela Jochum Zimmermann,
Nina Künzler Wagner, Ursula Kunnert
für ExperimentA
c/o Abteilung für Urgeschichte
Universität Zürich
Karl Schmid-Strasse 4
CH-8006 Zürich
www.prehist.unizh.ch/ExperimentA

Bronzeguss

Eine Versuchsreihe zur Technik des prähistorischen Bronzegusses unter dem besonderen Aspekt des Formenmaterials

Ernst Giese, Kerstin Schwämmle,
F. Trommer

Im Rahmen der „Tage der experimentellen Archäologie 1992“ fanden im Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen (AFM) u.a. Versuche zur vorgeschichtlichen Technik des Bronzegusses statt. Unser Dank gilt hier dem damaligen Leiter des Museums, Frank Andraschko.

In den folgenden Jahren sind weitere Versuche durchgeführt worden, so dass wir nun auf eine große Anzahl aussagekräftiger Ergebnisse und Erfahrungen zurückgreifen können.

Bei unseren Experimenten standen, im Gegensatz zu vielen anderen Versuchen, nicht der archäologische Einzelfund im Vordergrund, sondern die Werkstoffe und ihre Eigenschaften. Die Ergebnisse sollen Grundlage für weitere Versuche und Demonstrationen bilden. Fast alle Ergebnisse dieser „Experimente“ decken sich mit Erkenntnissen der Metallurgie und sind somit keine ausgesprochenen Neuentdeckungen. Trotzdem haben wir die Resultate noch einmal zusammengefasst, da vielfach der Zusammenhang zwischen Gießereitechnik heute und damals nicht deutlich genug hervorgehoben wird. Weiterhin ist die Literatur nur wenig ergiebig, was die technischen Aspekte der damaligen Gussverfahren betrifft. Grundprobleme, wie die Wahl des richtigen Formmaterials in der praktischen Anwendung, werden nur sehr selten diskutiert. Ab-

schließend sei noch zu bemerken, dass diese Zusammenfassung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt und viele Fragen, die sich z.T. erst durch die Versuche ergeben haben, noch geklärt werden müssen.

Fragestellung

Einbettmassen

Der Schwerpunkt unserer Untersuchungen liegt im Bereich der Gusstechnik mit „Verlorener-Form“. Bei dieser Technik werden Model¹ (als Positivformen) aus Materialien, die leicht zu formen sind und bei geringen Temperaturen vom festen in den flüssigen Zustand übergehen – z.B. Wachse, eventuell auch Blei – genutzt. Nach der Umhüllung dieser Model mit sogenannten Einbett- oder Formmassen entsteht die Gussform durch Trocknung oder chemische Verfestigung. Mittels Wärme wird dann das Modelmaterial verflüssigt und aus der Form ausgegossen. Heute werden hauptsächlich zement- oder gipsgebundene Einbettmassen verwendet. In prähistorischer Zeit wurden jedoch vornehmlich keramische Massen genutzt.

Einbettmassen sollten folgende Eigenschaften aufweisen:

- hohe Bildsamkeit (plastisch),
- hohe Feuerbeständigkeit,
- hohe Gasdurchlässigkeit,
- nicht mit dem Gussmaterial reagieren,
- genügend Festigkeit haben, um dem eingefüllten Material Widerstand zu leisten,
- hohe Abbildungsgenauigkeit,
- hohe Maßgenauigkeit,
- gute Ausbettbarkeit.

Guss in verllorener Form eignet sich vorrangig für unregelmäßige Stücke, bei denen sich die Gussstücke aufgrund vieler Hinterschneidungen nicht aus einer zwei- oder mehrschaligen Gussform lösen ließen. Weiterhin ist sie prädestiniert für individuelle Einzelstücke und Kleinstserien.



Abb. 1: Bronzeguss mit einer Knickdüse und zwei einfachen Schlauchgebläsen. Der Luftstrom trifft von oben auf die Holzkohle, der Tiegel steht auf dem Ofenboden und die Bronze wird punktuell in diesem Tiegel erhitzt.

Abbildungsgenauigkeit verschiedener Gussform-Materialien

Im Vordergrund der Versuche stand für uns die Abbildungsgenauigkeit verschiedener möglicher prähistorischer Gussform-Materialien, sowohl für den Guss in verlorener Form als auch für zwei- oder mehrschalige Gussformen.

Daneben war die allgemeine Sammlung von Erkenntnissen über den prähistorischen Bronzeguss (Verhalten des Tiegels in Holzkohlefeuern, Formbrand, Verhalten von Wachs beim Ausschmelzen aus der Form, mögliche Wiederverwendbarkeit des Wachses) und natürlich die Herstellung einiger Bronzegegenstände zur Demonstration für uns von Bedeutung.

Im Zusammenhang mit der Herstellung einer Fibel wurden auch Schmiedeveruche unternommen.

Durchführung

Öfen

Zum Schmelzen der Gussmaterialien wurde zunächst ein „Schachtgebläseofen“ mit ca. 340 mm Innendurchmesser und 450 mm Höhe genutzt, der sich jedoch, trotz der Benutzung eiserner Zangen, als sehr schwierig in der Handhabung erwies. Die Tiegel sanken nach einiger Zeit in die Holzkohlen ein. Der Ofen wurde daraufhin umgerüstet zu einer muldenförmigen Esse von ca. 300 mm Durchmesser und einer Tiefe von ca. 200 mm, die von unten angeblasen wird.

Als weiterer Versuchsaufbau wurde ein Ofen nach einem Befund aus Bad Säckingen nachgebildet, der mittels eines gewinkelten Düsenrohres (Knickdüse) von oben mit Luft versorgt wurde. Der löffelförmige Tiegel steht somit fast am Boden des Ofens. Das benötigte Brenngut (Holzkohle) befindet sich auf dem Tiegel.² Diese Schicht hat den Vorteil, dass sie das darunterliegende Schmelzgut vor Oxidation durch die Gebläseluft schützt und gegen „Kälteeinwirkung“ isoliert. Für den bronzezeitlichen Metallhandwerker bestand wahrscheinlich ein weiterer Vorteil darin, dass der Tiegel nicht der vollen Ofentemperatur ausgesetzt war, da das zu dieser Zeit bekannte keramische Material wenig hitzebeständig war.³

Die nötige Luft wurde anfangs durch ein Elektrogebläse zugeführt. Bei späteren Versuchen konnte dies durch einfache Schlauchgebläse aus Ziegenhäuten sowie Spitzblasebälgen ersetzt werden.

Für den Formbrand nutzten wir einen Ofen, der von Theophilus Presbyter zum Brennen von komplizierten Gussformen beschrieben wurde. Er bestand aus Hartbrandklinker, die quadratisch auf Lücke geschichtet wurden.⁴



Abb. 2: Bronzeguss mit einer eingetieften Esse. Der Tiegel wird von unten beheizt, die Luftzufuhr erfolgt mit einer Rekonstruktion frühmittelalterlichen Spitzblasebälgen.

Tiegel

Für den Schachtofen wurden handelsübliche Graphittontiegel mit ca. 100 mm Durchmesser und Höhe benutzt. Für den Einsatz in dem Ofen mit gewinkeltem Düsenrohr wurden Tiegel nach Vorbildern der Pfynner Kultur verwendet.

Model

Die Model für alle Versuche wurden aus einem handelsüblichen Modelierwachs⁵ hergestellt. Zur Herstellung der Axtmodel hatten wir eine Silikonform gefertigt, in die das Wachs eingegossen wurde. Auf diese Weise erhielten wir standardisierte Vorlagen, die in der Auswertung einen besseren Vergleich ermöglichen sollten. Die Fibelmodel waren von Hand hergestellt worden, da hier unser Interesse mehr in der Weiterverarbeitung lag, als im Vergleich der entstandenen Oberflächen.

Zur Herstellung zweischaliger Gussformen aus Lehm hat sich in unseren Versuchen am Beispiel eines Randleistenbeiles auch ein Holzmodell bewährt. Mit dem Modell wurden für zweischalige Gussformen Abdrücke in wenig feuchten, gemagerten Lehm gemacht. Als Trennmittel kann hier feiner Sand oder Holzkohlenpulver verwendet werden. Dieses Verfahren ist auch für andere einfache Gegenstände übertragbar. Auch lassen sich statt des Holzmodells fertige Bronzegegenstände abdrücken und so beliebig vervielfältigen.

Gussformen

Neben Lehm als Formmaterial wurden von uns „Westerwälder Tonmassen“ mit 25 % und 40 % Schamotteanteil in Korngrößen von 0,2-1,5 mm verwendet. Zusätzlich zu dem Schamotte wurden die Tone auch noch mit Wolle und/oder Pferdemist gemagert. Auch beim Einbetten der Model



Abb. 3: Gussvorgang beim Gießen einer verlorenen Form mit der Knickdüse. Der Löffeltiegel wird mittels eines zum Gießen eingeführten Holzstabes bewegt.

wurden verschiedene Methoden angewandt. Tonschlickerschichten in verschiedenen Stärken wurden vor dem Einbetten auf die Model mit einem Pinsel aufgetragen. Zum Teil ließen wir die Schlickerschichten vor dem endgültigen Einbetten antrocknen.

Die Barren für unsere Schmiedeversuche wurden in offene Herdgussformen aus Speckstein gegossen.

Für weitere zweiteilige Gussformen nutzen wir nordischen Speckstein und kalk-, silicium- und tongebundene Sandsteine. Für das Ausarbeiten der Negativ-Abbilder des zu gießenden Werkstückes wurden von uns handelsübliche Specksteinwerkzeuge benutzt. Gut bewährt haben sich auch Stichel aus Silex.

Gussmaterial

Bis auf die Materialien für die Schmiedeversuche wurden zunächst alle Stücke aus

Gussbronze für Kunstgüsse (CuSn5ZnPb) hergestellt. Später wurde diese durch eine selbst legierte Bronze mit 10 Gewichtsteilen Kupfer und 1 Gewichtsteil Zinn ersetzt. Durch die Verwendung eines einzigen Materials sollten mögliche Verfälschungen der Ergebnisse ausgeschlossen werden. Die Barren für die Schmiedeversuche wurden aus oben genannter Gussbronze und einer Schmiedebronze (CuSn6) hergestellt.

Messmethoden und Dokumentation

Ein digitales Messgerät mit einem Temperaturbereich von 50 °-1150 ° C der Firma Griesinger wurde für Temperaturmessungen bei den Versuchen genutzt. Außerdem wurden die Versuche fotografisch festgehalten und Versuchsprotokolle angefertigt, in denen festgelegte Daten (Formmaterial, Schlickerschicht, Formtemperatur, Gussmaterial und Gussmaterialtemperatur) festgehalten wurden.

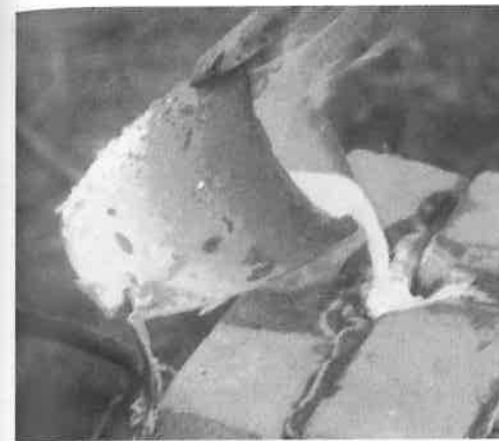


Abb. 4: Gießen einer zweiseitigen Sandsteinform mit einem von unten beheizten Tiegel.

Ergebnisse

Lehmformen

Die besten Ergebnisse erhielten wir mit Gussformen aus einer Mischung von Lehm, gebranntem Lehm und Ruß (Holzkohlstaub). Diese Mischung ist in Birka aus der Wikingerzeit nachgewiesen worden, wobei nicht erwiesen ist ob es sich bei dem Ruß nicht um Reste einer organischen Magerung handelt, die beim Formbrand in der Formwand verkohlte. Auf jeden Fall erhöhen Holzkohlengrusch oder andere organische Magerungsbestandteile die Gasdurchlässigkeit der Form. Nach unseren Erfahrungen ergibt eine Mischung von ca. 2/3 Lehm und 1/3 gebranntem Lehm mit feinem Holzkohlenpulver die besten Ergebnisse.⁶ Neben Holzkohle haben wir ebenfalls gute Erfahrungen mit kurz geschnittener Wolle und Kuhdung (ohne Strohannteile) gemacht. Pferdemist und Häcksel erwiesen sich aufgrund der Größe der Fasern als ungeeignet, da sie größere Hohlräume im Formmaterial nach dem Brand hinterließen, die später mit ausgegossen wurden. Durch einen mehrschaligen Formaufbau, der von einigen Autoren beschrieben wird, kann dieser Effekt vermieden werden. Auch alle anderen Formen mit hohen Lehmantilen lieferten gute Ergebnisse.



Abb. 5: Handhaben einer verlorenen Form im Wachs-Ausschmelz-Verfahren mit einer einfachen Holzzeuge, abgebildet ist das Feuer zum Ausbrennen der Form.

Die besten Ergebnisse erzielten wir mit Lehmformen, die direkt nach dem Brand bei Formtemperaturen von 250 °-350 ° C eingegossen wurden und nach dem Abkühlen des Gusszapfens auf ca. 450 ° C⁷ abgeschreckt worden waren. Das Abkühlen der Gussformen nach dem Einguss wird in vielen alten Gussanweisungen empfohlen. Eventuelle Auswirkungen auf Zeichnung und Oberfläche wurden von uns nicht beobachtet. Auswirkungen auf das kristalline Gefüge und die mechanischen Eigenschaften entziehen sich unserer Beurteilung, da wir keine entsprechenden werkstoffkundlichen Analysen durchgeführt haben.

Vor dem vollständigen Einbetten getrocknete dünne Schlickerschichten⁸ erwiesen sich als wenig hilfreich, da sie wenig Verbindung mit der übrigen Form eingingen, beim Brand größtenteils abplatzen und ihre Reste nicht mehr aus der Form zu entfernen waren. Das hatte neben einer deutlichen Verschlechterung der Oberfläche und der Maßgenauigkeit zur Folge, dass kleine Stücke davon im Guss eingeschlossen und so auch Festigkeit und mechanische Eigenschaften der Gussstücke herabgesetzt wurden. Neben der Dicke der Schlickerschichten ist auch die Zusammensetzung des Schlickers von Bedeutung. Insbesondere sehr tonhaltige



Abb. 6: Eine im Wachs-Ausschmelz-Verfahren ausgegossene Lehmform mit einer dreiflügligen Tüllenpfeilspitze beim Ausbetten.

Schlickerschichten neigen dazu, sich beim Brand von der Form zu lösen. Stark gemagerte Schlicker mit hohem Lehmanteil tolerieren die beim Brand auftretenden Spannungen im Material eher. Gute Ergebnisse erzielten wir mit Formen, die aus drei jeweils ca. 8 mm dicken Schlickerschichten aus feingemahlenen Lehm mit ca. 40 % Holzkohlenpulver aufgebaut waren. Die einzelnen Schichten ließen wir vor dem Aufbringen der nächsten leicht antrocknen. Die von B. Armbruster verwendeten Schlickerschichten beispielsweise enthielten ca. 8 % hochreines Tonpulver, 10 % Holzkohlenpulver und 82 % feingemahlene Schammotte, bzw. 50 % Ton natürlicher Zusammensetzung und 50 % Holzkohlenpulver.⁹ Ein Einbetten auf nassem Schlicker stellte sich auch als zufriedenstellend heraus, wobei hier große Teile des Schlickers zwischen Werkstück und eigentlichem Formenmaterial herausgedrückt werden.

Auszug aus der Tabelle Lehmformen (s. Ergebnisprotokoll S. 104)

Sonstiges Verhalten der Lehmformen
Auch in Bezug auf die Ausbettbarkeit der fertigen Gussstücke zeigten Formen mit hohem Lehmanteil die besten Eigenschaften.



Abb. 7: Ausgebettete Pfeilspitzen mit Teilen der Form, wobei man hier sehr gut die verschiedenen Temperaturen der Form an der Farbe des gebrannten Lehmes erkennen kann.

ten. Formen mit höheren Tonanteilen waren vor allem in Vertiefungen und Höhlungen deutlich schlechter auszubetten. Risse in der Form, die häufig erst beim Brand auftraten, führten zu einer deutlichen Verschlechterung der Oberfläche und erschwerten auch aufgrund der Gussverfahren das Ausbetten. Ein Einbetten der Gussmodel mit vielen kleinen Stücken Einbettmasse war in einigen Fällen der Grund für eine verstärkte Rissbildung. Beim Aufbauen der Gussform sollte also immer eine komplette Ummantelung des Gussstücks angestrebt werden, auch wenn die Form aus mehreren Schichten besteht. Grundsätzlich sei hier auf die Regeln des Töpferhandwerks hingewiesen.

Wachsausschmelzen und Formbrand
Bevor die Formen gebrannt wurden, erhitzen wir sie an einem kleinen Feuer vorsichtig auf ca. 80° C. Auf diese Weise konnte das Wachs ausgegossen und zu mehr als 80 % wiederverwendet werden. Das Brennen der Formen in dem von Presbyter beschriebenen Ofen erforderte sehr viel Holzkohle. Trotz der Unwirtschaftlichkeit kann diese Methode nur empfohlen werden, da nach dem Anzünden nur noch ein- bis zweimal Holzkohlen nachgefüllt werden müssen und der Ofen keiner weiteren Betreuung bedarf.

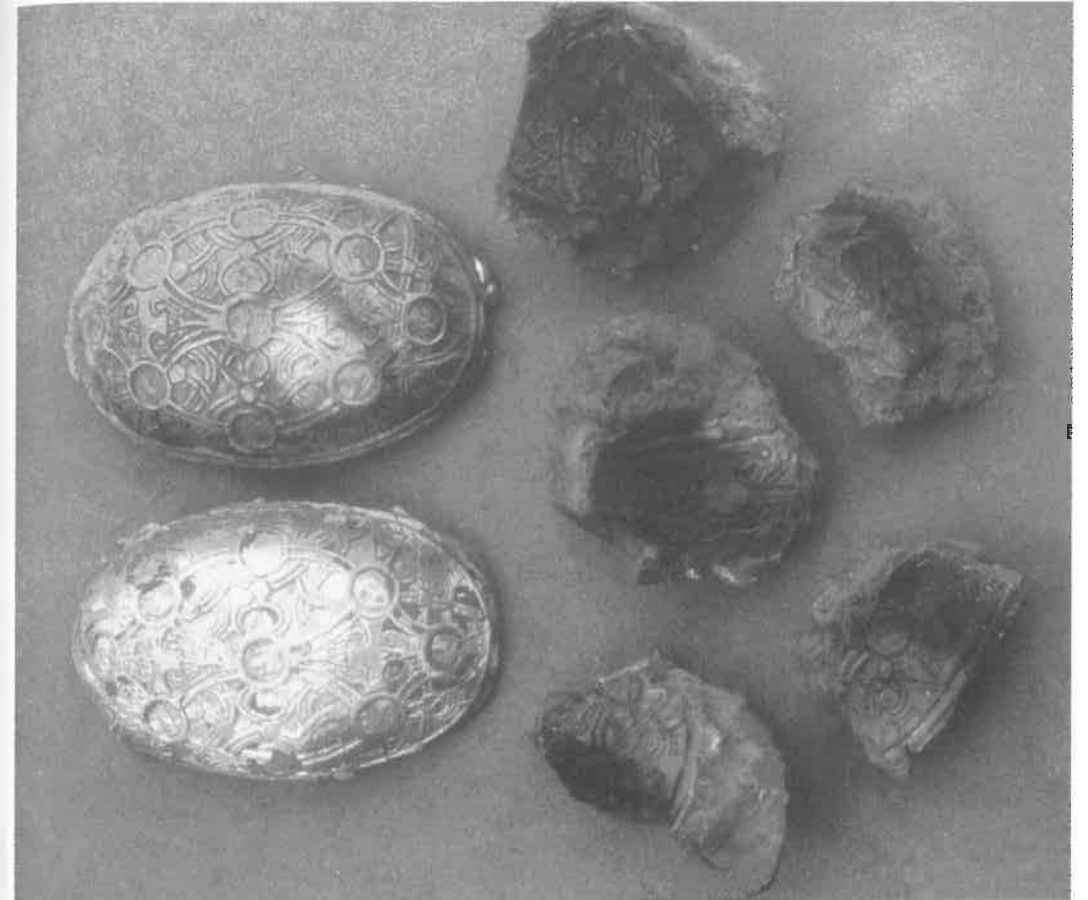


Abb. 8: Wikingerzeitliche Schalenfibeln mit Resten der Lehmform.

Die Gussformen der ersten Versuche waren von uns schon am Vortag gebrannt worden. Trotz einer Erwärmung auf ca. 150° C bildeten sich beim Einguss Gase, die im Gussstück große Fehlstellen verursachten. Die selben Probleme treten auf, wenn die Form nicht ausreichend gebrannt ist. Es kann sogar passieren, dass die flüssige Bronze mit großer Kraft wieder aus der Form geschleudert wird (Verletzungsgefahr!). Die Arbeit mit „kalten“ Formen sollten also so durchgeführt werden, dass die Form nach dem Brand auf die erforderliche Temperatur abgekühlt wird und dann direkt gegossen wird.

Steinformen
Steingussformen sollten nach unseren Erfahrungen grundsätzlich kalt eingegossen werden. Bei Formtemperaturen über 80° C, die bei Seriengüssen schnell erreicht werden, verschlechtern sich die Gussergebnisse zusehends. Die Oberflächen werden rau und grobkristallin. Eine deutliche Verbesserung der Resultate kann weiterhin erzielt werden, indem die auszugießenden Bereiche der Formhälften vor dem Guss mit einer Rußschicht versehen werden. Denselben Zweck erfüllt eine dünne Schicht Holzkohlenstaub, die einfach durch Ausreiben der Form mit einem Kohlenstück erreicht werden kann.

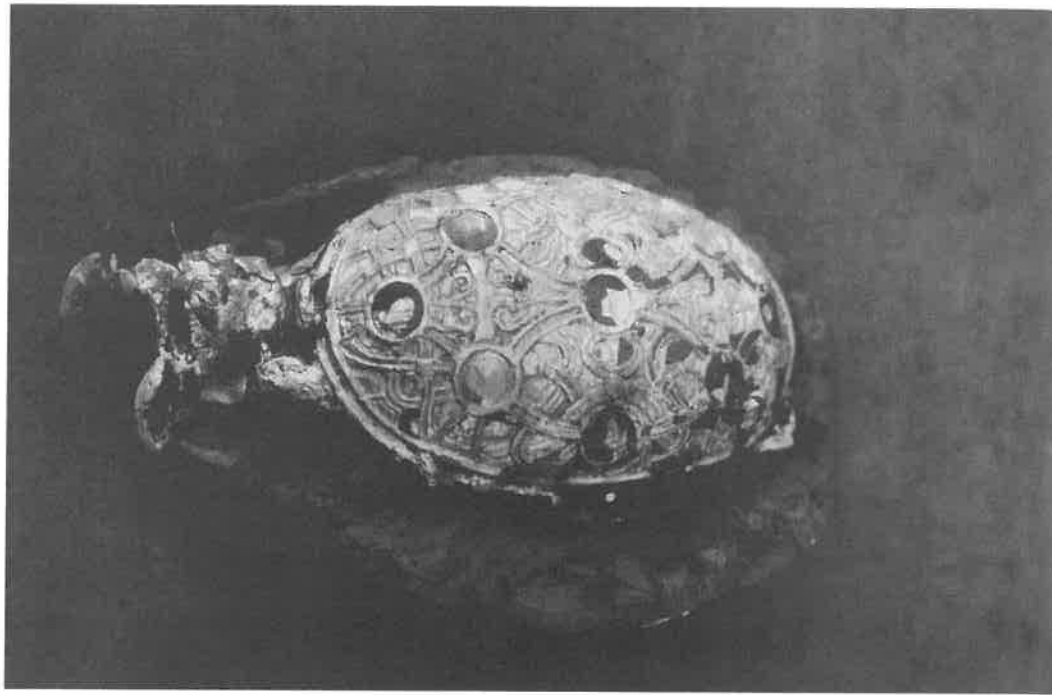


Abb. 9: Schalenfibel, die im Wachs ausschmelzverfahren gegossen wurde.

Alle Specksteinformen funktionieren relativ sicher, vorausgesetzt, die Form ist tief genug ausgearbeitet. Der graue, harte, nord-europäische Speckstein erwies sich als Material mit guter Standzeit. Er lässt sich allerdings nicht sehr gut und präzise bearbeiten. Bei den Sandsteinformen stellt die Wahl des richtigen Steins aus den vielen verschiedenen Sandsteinvorkommen Deutschlands das größte Problem dar. Nur wenige Steinvorkommen sind zum Guss geeignet.

Versuche mit einem silicatgebundenen Stein ergaben, dass der Stein offenbar den hohen Temperaturschwankungen beim Einguss der flüssigen Bronze nicht gewachsen ist. Die Formhälften zerbrachen in zwei Teile.

Kalkgebundene Sandsteine eignen sich auch nur zu einem gewissen Teil für einfache Formen. Das Bindemittel des Steines – Kalkcarbonat – zersetzt sich bei den hohen Temperaturen der flüssigen Bronze in Branntkalk und Kohlendioxid. Der Stein wird porös und lässt sich mit dem Finger-

nagel ritzen. Es ergeben sich Standzeiten von zwei bis drei Güssen, nach denen die Form nachgearbeitet werden muss. Das freiwerdende Kohlendioxid erlaubt es auch nicht, komplizierte Güsse in einem kalkgebundenen Stein auszuführen. Bei einem bronzezeitlichen Sichelblatt und einem zweiseitigen Rasiermesser betrug die Ausschussrate durch Gasblasen über 80 %.

Nach unseren bisherigen Versuchen eignet sich tongebundener Letten-Kohlen-Sandstein am besten. Hinweise auf seine Verwendung in der Bronzezeit gibt ein Depotfund aus Heilbronn-Neckargartach. Hier fanden sich bei Ausgrabungen in den 50er Jahren 19 gut erhaltene Teile von Gussformen aus solchem Sandstein. Komplette Sichelgussformen, Formen für Pfeilspitzen, Messer, Hämmer, aber auch eine große zweiseitige Form für den Guss eines Schwertes geben einen guten Einblick in die Werkstatt und Arbeit eines damaligen Bronzegießers.



Abb. 10: Gussergebnisse unserer Versuche an Bronzeaxtklingen mit verschiedenem Formenmaterial.

Neben der Bindung ist bei Sandsteinen noch die Körnung von Bedeutung. Um möglichst große Abbildungsgenauigkeit zu erlangen, sollte ein feinkörniger Stein angestrebt werden.

Im Vergleich zwischen den beiden Formmaterialien, Lehm bzw. Stein, hat sich bei unseren Versuchen herausgestellt, dass in Lehmformen die größte Abbildungsgenauigkeit zu erreichen ist. Auf einigen Gussstücken war sie so hoch, dass Fingerabdrücke vom Formen des Wachsmodells und die Holzstruktur des Beilmodells erkennbar waren.

Cu-Sn Schaubild (s. Abb. S. 103)

Schmiedbarkeit

Das werkstoffkundliche Zustandsdiagramm Cu-Sn zeigt, dass Legierungen mit Zinngehalten über 16 % nicht mehr schmiedbar sind. Zwischen 2 % und 6 % Zinnanteil¹⁰ ist das Material kalt verarbeitbar, muss aber häufig zwischengeglüht werden. Eine

„warme Verarbeitung“¹¹ ist nur in legierungsspezifischen, meist sehr engen Temperaturbereichen möglich. Beimischen von Blei und anderen Legierungszusätzen verbessern zwar die Gießbarkeit, machen aber eine schmiedetechnische Weiterverarbeitung der Gussrohlinge unmöglich. Wie zu erwarten war, erwiesen sich die Schmiedversuche mit der Gussbronze als erfolglos. Die Schmiedebronze ließ sich sehr warm (Temp.-Bereich: 450°-600° C) sehr gut schmieden. Weitere Versuche mit demselben Material ergaben im Hin- und Herbiegeversuch¹² einen Bruch beim zweiten Biegevorgang. Den ersten Biegevorgang hatte das Material schadlos überstanden. Risse traten erst beim Zurückbiegen auf. Grundsätzlich sei noch darauf hingewiesen, dass Luncker¹³ und andere Einschlüsse¹⁴ sich immer negativ auf die Schmiedbarkeit des Gussstückes auswirken, da sich die vorhandenen Fehlstellen durch die starke mechanische Beanspruchung beim Schmieden schnell vergrößern.



Abb. 11: Gussergebnisse einer dreitägigen Bronzegussvorführung mit überwiegend guten Gusserfolgen.

Sonstige Ergebnisse

Insbesondere bei der Benutzung des Ofens mit gewinkelttem Düsenrohr erwies es sich als problematisch, dass auf der Schmelze kleine Holzkohlenstücke schwammen. Sie können beim Guss mit in die Form gelangen und verursachen dort Fehlstellen. Der Versuch, diese mit einem vorgehaltenen Lappen zurückzuhalten, misslang zum überwiegenden Teil.¹⁵ Auch das Abziehen der Kohlschicht mit einem Holz brachte nur unzureichende Vorteile. Eine praktikable Möglichkeit erscheint uns, zunächst dicht vor die Form zu gießen und dann erst den reinen Gießstrahl über die Form zu ziehen.

Ausblick auf weitere Versuche

Angesichts der vielfältigen Sandsteinvorkommen in Deutschland eröffnet sich ein weites Feld von Versuchen bezüglich der Tauglichkeit von Sandsteinen. Unsere Erfahrungen, beispielsweise mit silicatgebundenen Sandsteinen, müssen nicht auf jede Form dieser Sandsteinart zutreffen. Auch sind Schieferarten aus der Bronzezeit als Formmaterialien bekannt, deren praktische Verwendung ebenfalls überprüft werden könnte. Weiterhin existieren über die Verwendung von bronzenen Gussformen bislang wenig experimentelle Ergebnisse. Bei unseren Versuchen bestand leider nicht die Möglichkeit, metallographische Untersuchungsmethoden mit einzubeziehen.



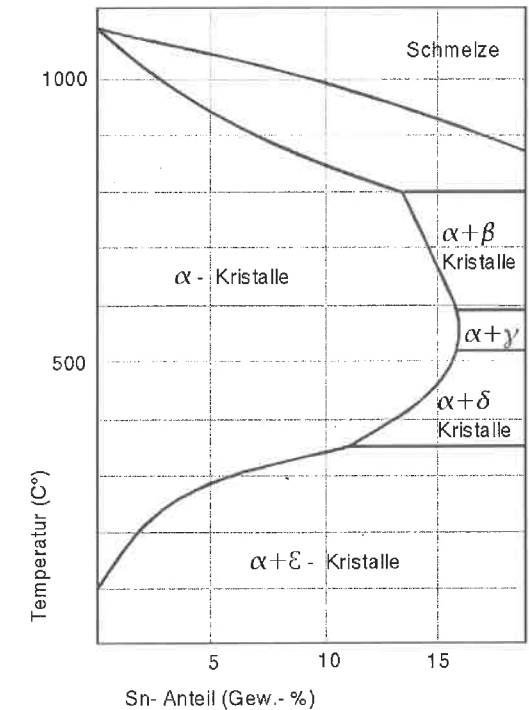
Abb. 12: Gussergebniss eines Absatzbeiles im Wachsausschmelzverfahren mit starken Fehlern durch das Abplatzen von Formmaterial beim Brennen der Form.

Gerade neuere Forschungen an bronzezeitlichen Beilen lassen auf umfangreiche Wärmebehandlungen schließen, deren Zweck und Verbreitung noch abschließend geklärt werden muss. Mit solchen Untersuchungsmethoden ließe sich auch Auskunft darüber erlangen, welchen Einfluss ein Abschrecken nach dem Guss auf das Werkstück hat.¹⁶

Anmerkungen

- 1 Modell: Fachterminus für ein 1:1 Modell (Positiv- oder Negativform) aus einem leicht zu bearbeitendem Material.
- 2 Diese von WEISGERBER/RODEN für den mediterranen Raum angenommene Ofenkonstruktion scheint nach den Funden von Düsen und Tiegeln auch im frühbronzezeitlichen Deutschland verbreitet gewesen zu sein.

Zustandsdiagramm Cu-Sn



- 3 Die bei von unten beheizten Tiegeln im Außenbereich auftretenden Temperaturen liegen deutlich über der zum Guss erforderlichen Temperatur der Schmelze.
- 4 Die Benutzung des frühmittelalterlichen Ofens erschien uns legitim, da unser Augenmerk auf der Erforschung der Formmaterialien lag und nicht auf der Erkundung bronzezeitlicher Gusstechniken.
- 5 Bienenwachs, Collophonium, Paraffin im Verhältnis 1:1:1 mit einem Zusatz von Farbstoffen. Angaben in Vol %.
- 6 Angaben in Vol %.
- 7 Der Gusszapfen zeigte bei Sonnenschein keine erkennbare Glühfarbe mehr.
- 8 Siehe: Theophilus Presbyter, de diversis artibus.
- 9 ARMBRUSTER 1995. Angaben in Vol %.
- 10 Angaben in Gew %.
- 11 S. Zustandsschaubild CuSn-Legierungen.
- 12 Bezeichnung für ein werkstattgerechtes Werkstoffprüfungsverfahren, bei dem das Material abwechselnd rechts und links 90°, möglichst scharfkantig abgewinkelt wird.
- 13 Fehlstellen durch Volumenabnahme bei der Kristallisation der Schmelze.
- 14 Gase, Holzkohlenpartikel, Schlacken, Formmaterialien.
- 15 Weitere Experimente oder Übungen können vielleicht helfen, diesen Misstand zu beseitigen.
- 16 Siehe ARNEMÜLLER.

Versuchsnummer	G I/92	G II/92	G IV/92	G V/92	G VII/92	G VIII/92	G X/92	G XI/92
Form	Ton 40% Schamotte, Pferdemit	Ton 25% Schamotte, Pferdemit	Ton 25% Schamotte, Pferdemit und Wolle kurz	Ton 25% Schamotte	Lehm, Wolle lang	Ton 25% Schamotte, Pferdemit	Lehm, gebrannter Lehm, Fuß	Ton 25% Schamotte
Schlickerschicht	1x 25% Schamotte, nachdem Form-brand teilweise abgeplatzt	1 x dicke - Schicht mit Schamotteanteilen Schlickerschicht teilweise abgeplatzt	1 x, beim Formbrand stark abgeplatzt	Sehr dünn; abgeplatzt beim Formbrand	Auf nassem Schlicker eingebettet	Mit vielen groben Schamotteanteilen	Nein	Nein
Formtemperatur	ca. 150°C	ca. 150°C	600° - 750° C	750°	550° C	250° - 300° C	500° - 600° C	400° - 500° C
Legierung	Gussbronze	Gussbronze	Gussbronze	Gussbronze	Gussbronze	Gussbronze	Gussbronze	Gussbronze
Gusstemperatur	850-950°C Bronze zieht Fäden	1000-1200° C	1000-1200° C	1000-1200° C	1000-1200° C	1000-1200° C	1000° - 1200° C	1000° - 1200° C
Zeichnung	Luftblasen im Gussstück	Luftblasen im oberen Bereich	sehr schlecht, siehe Schlickerschicht	Gefüge im Bereich der Randleisten sehr grobkörnig; Gefüge im Schmelzbereich feinkörnig > sehr gute Zeichnung	bis auf wenige Fehlstellen sehr gute Oberflächenzeichnung	Abbildung im Schneidenbereich gut; ab Höhe des Wulstes aufwärts schlecht (Blasen);	gut; wäre besser, wenn Formmaterial feiner zerrieben	schlecht
Bemerkungen	Form zu kalt, daher Luftblasen im Gussstück	siehe G I/92	Viele Toneinschlüsse im Gussstück (s. Schlickerschicht)	Einschlüsse der Schlickerschicht im Werkstück; abgeschreckt, nach dem Gusszapfen keine erkennbare Glühfarbe mehr hatte	Nachdem Gusszapfen schwarz, Form abgekühlt; viele Risse nach dem Formbrand in der Form; Gussstück sehr gut auszubetten	Blasen im oberen Bereich des Gussstücks > Form zu kalt; nachdem Gusszapfen schwarz, einige Minuten gewartet, dann erst abgekühlt, Holzkohleneinschlüsse	abgekühlt, nach dem Gusszapfen schwarz; Holzkohleneinschlüsse	beim Guss wurde die Form aufgrund zu geringen Schmelzgehalt nur teilweise ausgefüllt; es wurde erneut Bronze geschmolzen und die Form damit ausgefüllt; beide Füllungen verbanden sich

Literatur

ARMBRUSTER, B. R. 1995: Funktionale Analogien als Quellen für die Experimentelle Archäologie – Metalltechniken und Werkstätten. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 8. Oldenburg 1995.

ANEMÜLLER, U. T. 1999: Metallkundliche Untersuchungen an Bronzebeilen – ein Beitrag zur Technologie der Bronzezeit. Düsseldorf 1999.

BOL, P. C. 1985: Antike Bronzetechnik. München 1985

BORN, H. 1985: Archäologische Bronzen. Berlin 1985

BREPOHL, E. 1987: Theophilus Presbyter und die mittelalterliche Goldschmiedekunst. Böhlau 1987.

BÜLL, R. 1977: Das große Buch vom Wachs. München 1977.

DRESCHER, H. 1962: Bronzezeitliche Gießer im östlichen Mitteleuropa. Gießerei 49. Heft 25, 1962, 817-822.

DRESCHER, H. 1973: Der Guß von Kleingerät, dargestellt an Funden aus provincialrömischen Werkstätten. Early medieval studies 6. Antikvariskt Arkiv 53, Lund 1973, 48-62.

DRESCHER, H. 1958: Der Überfangguß. Mainz 1958.

ERSFELD, J. 1982: Formen und Gießen. Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringen. Weimar 1982.

FASNACHT, W. 1990: Bronzezeitliches Metallhandwerk im Experiment. Archäologie im Umbau. Biel/Schweiz 1990.

FASNACHT, W. 1991: Der prähistorische Bronze-guß im Experiment. Minaria Helvetica. Basel 1991.

JANTZEN, D. 1991: Versuche zum Metallguß der nordischen Bronzezeit. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 6. Oldenburg, 1991, 305-316.

JOCKENHÖVEL, A. 1971: Die Rasiermesser in Mitteleuropa. Prähistorische Bronzefunde VIII Band 1, 1971.

JOCKENHÖVEL, A. 1986: Struktur und Organisation der Metallverarbeitung in Urnenfelderlichen Siedlungen Süddeutschlands. Veröffentlichungen des Museums für Ur- und Frühgeschichte 20, Potsdam 1986, 213 -234.

JOHANNSEN, O. 1925: Übersetzung und Erläuterung der Pirotechnia des V. Biringuccio, Braunschweig 1925.

MAYER, E. F.: Die Äxte und Beile in Österreich. Prähistorische Bronzefunde Abt. IX Band 9. München.

MOESTA, H. 1983: Erze und Metalle. Berlin 1983.

MÜLLER, L. 1887: Die Bronzewaaren Fabrikation. Wien 1887.

PARET, C. 1952: Der große Fund von Bronze-gußformen der Spätbronzezeit von Neckargartach. FB Schwaben NF 13, 1952-54, 35-39.

PIETSCH, A. 1971: Bronzeschmelzstätten auf der Heidenschanze in Dresden-Coschütz. Arbeits- und Forschungsberichte zur Sächsischen Bodendenkmalpflege 19, 1971.

ROLL, F. 1959: Handbuch der Gießerei-Technik. Berlin 1959.

SANGMEISTER, E. und JUNGHANS, S. 1968/74: Kupfer und Bronze in der frühen Metallzeit Europas Bd. 1-4, Berlin 1968/74.

SCHLICHTERLE, H. und ROTTLÄNDER, R. 1982: Gußtiegel der Pfynen Kultur in Südwestdeutschland. Fundberichte aus Baden-Württemberg 7, 1982.

SCHUMANN, H. 1987: Metallographie. Leipzig 1987.

THEOBALD, W. 1984: Technik des Kunsthandwerkes im zwölften Jh. des Theophilus Presbyter. Düsseldorf 1984.

TYLECOTE, R. F. 1976: A History of Metallurgy. London 1976.

UHLHUTH, E. 1885: Vollständige Anleitung zum Formen und Gießen. Wien 1885.

WEISGERBER, G. und RODEN, C. 1986: Griechische Metallhandwerker und ihre Gebläse. Der Anschnitt 38. 1986.

WYSS, R. 1967: Bronzezeitliche Gußtechnik. Bern 1967

Abbildungsnachweis

Harald Fricke: Abb. 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12.
Frank Trommer: Abb. 1, 2, 4, 11.

Anschriften der Verfasser

AGIL (Büro für angewandte Archäologie)
Postfach 1115
21391 Reppenstedt

Ernst Giese
Dorfstr. 1
18211 Ivendorf

Kerstin Schwämmle
Hohenwart 38
32758 Detmold

Frank Trommer
Ulmer Str. 43
89143 Blaubeuren

Archäologischer Befund und Experimentelle Archäologie am Beispiel spätbronzezeitlicher Grabhügel auf den Lahnbergen bei Marburg

Dirk Vorlauf

Mit der vorliegenden Arbeit – im Oktober 2001 auf der internationalen Tagung für Experimentelle Archäologie in Eindhoven, Niederlande, vorgetragen – wird der 1988 durchgeführte experimentelle Nachbau eines urnenfelderzeitlichen Grabhügels auf den Lahnbergen bei Marburg (SCHULZE-FORSTER u. VORLAUF 1989; 1989a; 1990) nochmals kritisch betrachtet. Unter Berücksichtigung der jüngeren Forschung sind dafür im Folgenden sieben eng miteinander verbundene Themenabschnitte vorzustellen:

- Forschungsstand zur Urnenfelderzeit im Marburger Raum,
- Nekropolen der Urnenfelderzeit auf den Lahnbergen bei Marburg,
- Anlass für den experimentellen Grabhügelbau,
- Vorbereitung des Experiments,
- Durchführung und Dokumentation des experimentellen Grabhügelbaus,
- Interpretation der Ergebnisse,
- Resümee aus heutiger Sicht.

Forschungsstand zur Urnenfelderzeit im Marburger Raum

Das Umfeld von Marburg mit dem seit Beginn der Jungsteinzeit stark besiedelten Amöneburger Becken und dem Ebsdorfergrund ist aus prähistorischer Sicht besonders interessant. Aus verschiedenen Zeitperioden liegen in dieser Region, dem

nördlichen Mittelhessen, Befunde und Funde vor, die auf eine süddeutsche bzw. mitteleuropäische Kulturzugehörigkeit hinweisen. Nur etwas nördlich überwiegen dann bereits norddeutsche bzw. nordeuropäische Einflüsse. Nördlich Marburgs bestand somit eine Art Kulturscheide, die zwar nicht kontinuierlich und in allen Zeitperioden gleich stark hervortritt, für die späte Bronzezeit, die so genannte Urnenfelderkultur oder Urnenfelderzeit, wird diese „Grenzsituation“ jedoch sehr deutlich (JOCKENHÖVEL 1990).

Schon in der älteren Forschung (NASS 1952. UENZE 1960) konnte klar herausgearbeitet werden, dass urnenfelderzeitliche Funde im Marburger Raum als nördlichste Ausprägung der süddeutschen Urnenfelderkultur zu verstehen sind; eine ausführliche Darstellung der Forschungsgeschichte findet sich bei DOBIAT (1986; 1994, 7-13). Quellengrundlage für diese Erkenntnis waren bis Anfang der 80er Jahre des 20. Jhs. überwiegend Grabbefunde, ergänzt durch wenige Horte – darunter der überregional bekannte Hortfund von Allendorf (UENZE 1949/50; 1960, 184-187) – eine kleine Anzahl nur ausschnitthaft untersuchter Siedlungsstellen (VORLAUF 2000, 13-19) und Einzelfunde. Kulturhistorisch betrachtet führte diese Materialbasis aus mehreren Gründen nur zu sehr eingeschränkten Aussagen. So lag, geht man beispielhaft von den Gräbern als Hauptfundgattung aus, bis dahin zwar schon eine recht große Anzahl archäologisch untersuchter Hügelgräber und vermeintlicher Flachgräber vor, es fehlten aber vollständig ausgegrabene Nekropolen. Zudem ergaben sich durch die wenigen Bronzen dieser Region und die zeitlich nicht eindeutig differenzierbaren Feinkeramikfunde aus den Bestattungen chronologische Schwierigkeiten. Offensichtlich schienen sich spätbronzezeitliche Hinterlassenschaften im Marburger Raum in verhältnismäßig einheitlicher Form überwiegend auf die mittlere Phase der Urnenfelderkultur

(etwa auf die Zeitstufen HaA2 – HaB1) zu beschränken. Somit konnten Aussagen über die kulturhistorische Entwicklung von der späten Hügelgräberbronzezeit (BzD) bis zur frühen Hallstattzeit (HaC) nur mit großer Vorsicht gemacht werden, zumal bisher nur ganz wenige Befunde und chronologisch eindeutig ansprechbare Funde der späten Hügelgräberbronzezeit und frühen Urnenfelderzeit (BzD – HaA1) vorliegen. Auch die späte Urnenfelderzeit (HaB2/3) ließ sich unter den bis dahin gegebenen Voraussetzungen nur mit zwei Befunden belegen, während die frühe Hallstattzeit (HaC) sogar völlig ausfiel.

Ausgehend von diesem hier abrisartig geschilderten Forschungsstand wurden dann ab 1983 neue Untersuchungen zur Urnenfelderzeit im Marburger Raum aufgenommen (DOBIAT 1986; 1994. VORLAUF 2000). Ziel war es, die Zeitperiode der Urnenfelderkultur möglichst umfassend zu erforschen und dabei auch den Übergangshorizont von der vorangegangenen (BzD) sowie den zur nachfolgenden Periode (HaC) zu greifen. Neben der Aufarbeitung von Altbeständen sollten dafür drei Hügelgräbernekropolen (s.u.), ein Flachgräberfeld, einige vereinzelt liegende Grabhügel unklarer Zeitstellung und ein Siedlungsplatz archäologisch neu untersucht werden.

Obwohl Flachgräber allgemein als die typische Bestattungsform der Urnenfelderzeit gelten, fehlten bisher im Marburger Raum eindeutige Flachgrabbeefunde (DOBIAT 1994, 11; 142-143; 179-180). Leider konnten auch die jüngeren, bei zwei Bestattungsplätzen 1987 und 1988 im Rahmen von Notbergungen durchgeführten Untersuchungen daran nichts ändern. Bei keiner einzigen Bestattung dieser nur wenige Kilometer östlich bzw. südöstlich von Marburg gelegenen Nekropolen, Marburg-Schröck (DOBIAT 1994, 168-171) und Ebsdorfergrund-Heskem (DOBIAT u. VORLAUF 1994a), war ein Flachgrabbeefund sicher nachzuweisen. Zweifel, ob es sich al-

lein aufgrund der relativ großen Abstände zwischen den Grabgruben nicht doch um ehemalige, durch intensive landwirtschaftliche Nutzung zerstörte Hügelgräber gehandelt haben könnte, blieben in jedem Fall bestehen. Abgesehen von diesem unbefriedigenden Ergebnis lieferte Grab 1 der Nekropole von Ebsdorfergrund-Heskem unerwartet neue Erkenntnisse. Neben einem sehr aufschlussreichen Befund mit interessanten Hinweisen auf die Bestattungszereemonie ergab das Fundensemble eine Datierung in die frühe Urnenfelderzeit (HaA1). Damit konnte nachgewiesen werden, dass einige der vorher als typisch für die mittlere Phase der Urnenfelderzeit (HaA2 – HaB1) angesehenen feinkeramischen Gefäßformen wie Knickwandschalen, Kegelhalsgefäße und Spitzbecher schon in einer entwickelten frühen Phase (HaA1) auftreten und sich offensichtlich bis zum Ende der mittleren Phase (HaB1) nicht mehr verändern. Ein Ergebnis, das nicht zur Klärung der oben beschriebenen Probleme beitrug, sondern diese eher verstärkte. Konsequenterweise müsste man daher bis auf weiteres alle nicht durch Bronzen differenzierter datierbaren Grabinventare und Befunde mit ähnlichen Gefäßen wie in Ebsdorfergrund-Heskem Grab 1 – oder „Lichter Küppel“ Grab 7 (s.u.) – nach HaA1 – HaB1 stellen, also in einen noch längeren Zeitabschnitt innerhalb der Urnenfelderkultur als bisher angenommen.

Für den oben geschilderten Zusammenhang ergaben auch die jüngsten Ausgrabungen bei fünf mehr oder weniger einzeln gelegenen Grabhügeln keine grundlegend neuen Erkenntnisse. 1986 wurde dabei etwas nordöstlich von Marburg in der Gemarkung von Kirchhain-Stausebach ein Hügelgrab untersucht, das eine Frauenkörperbestattung der späten Hügelgräberbronzezeit (Stufe Bessunger Wald) barg. Leider enthielt dieses Grab neben einer datierenden Armspirale aus Bronze keine keramischen Befunde (NITSCHKE,

DÄCKE u. VORLAUF 1987). 1987 konnte nur wenige Kilometer nordwestlich der Marburger Kernstadt in der Gemarkung von Marburg-Michelbach ein weiterer Grabhügel ausgegraben werden. Diese Anlage überdeckte ein beigabenloses Brandgrab, das jedoch aufgrund des Gesamtbefunds wohl in den Übergangshorizont von der Hügelgräberbronze- zur Urnenfelderzeit einzuordnen ist (VORLAUF u. DOBIAT 1990). 1989 und 1990 kam es zur Untersuchung von zwei Grabanlagen am „Lichter Küppel“ auf den Lahnbergen bei Marburg. Umfassend konnte davon nur Hügel I ausgegraben werden, eine Anlage, die im Rahmen der Vorarbeiten für den experimentellen Grabhügelbau 1988 entdeckt worden war. Abgesehen von spätneolithischen Streufunden der Michelsberger Kultur ließ der Befundzusammenhang von Hügel I auf eine becherzeitliche, also an den Übergang von der späten Kupfer- zur frühen Bronzezeit zu stellende Brandbestattung schließen, ein für den Marburger Raum völlig außergewöhnlicher Befund (DOBIAT u. VORLAUF 1994). Schließlich fand die jüngste Ausgrabung vor wenigen Jahren bei Ebsdorfergrund-Hachborn, wiederum auf den Lahnbergen bei Marburg, statt (DOBIAT 1997/98). Auch dieser chronologisch nicht genau einzuordnende Grabhügel mit seinen zwei hallstattzeitlichen Nachbestattungen erbrachte für den hier interessierenden Ansatz keine neuen Ergebnisse.

Die urnenfelderzeitliche Siedlungsforschung hat im Gegensatz zur Gräberarchäologie keine lange Tradition im Marburger Raum. Bis zu den 80er Jahren des 20. Jhs. kam es daher aus verschiedenen Gründen nicht zu gezielten Forschungsaktivitäten. Schon das Erkennen entsprechender Siedlungsplätze hatte immer erhebliche Schwierigkeiten bereitet, da eine eindeutige Zuordnung nur durch chronologisch gut ansprechbare Metallfunde, ¹⁴C-Datierungen oder die aus Gräbern hinreichend bekannte Feinkeramik möglich war.

Klare Vorstellungen vom Spektrum siedlungsspezifischer urnenfelderzeitlicher Grobkeramik lagen für den Marburger Raum nicht vor. Erschwerend wirkte auch, dass man Grab- oder Siedlungskeramik weder aus der Hügelgräberbronze- und frühen Urnenfelderzeit noch aus der frühen Eisenzeit kannte. Die hier nur kurz dargestellte Problematik zeigt bereits, dass sich beispielsweise Siedlungsplätze mit ausschließlich grobkeramischem Fundmaterial zeitlich nicht sicher einordnen ließen. Nach umfangreichen Vorarbeiten wurde dann 1994 eine längere Ausgrabung auf einem mehrperiodigen Siedlungsplatz bei Mardorf, Stadt Amöneburg, westlich der Lahnberge etwa zehn Kilometer südöstlich der Marburger Kernstadt gelegen, durchgeführt (VORLAUF 2000). Aufgrund ungünstiger Fund- und Befundbedingungen blieben auch hier viele der oben angesprochenen Fragen offen. Der Platz lieferte aber u.a. Hinweise auf eine mögliche Siedlungskontinuität von der Urnenfelderzeit bis in die Eisenzeit. Weitaus viel versprechender als Mardorf ist allerdings die ebenfalls mehrperiodige Siedlungsstelle von Niederweimar, westlich der Lahnberge etwa fünf Kilometer südwestlich der Marburger Kernstadt gelegen; im Gesamtzusammenhang erwähnt bei VORLAUF (2000, besonders 18 Nr. 6). Seit 1991 werden dort von Seiten des Landesamtes für Denkmalpflege Hessen, Abteilung Archäologische und Paläontologische Denkmalpflege, Außenstelle Marburg, planmäßige Ausgrabungen durchgeführt. Offensichtlich darf man bei diesem Fundplatz auf zahlreiche Befunde und umfangreiches Fundmaterial von der Hügelgräberbronzezeit bis in die Eisenzeit hoffen, womit dann die oben angeführten Forschungsprobleme möglicherweise grundlegend zu lösen wären; als Dissertationsthemen werden derzeit das spätbronzezeitliche Material von Frau D. Steder und das eisenzeitliche von U. Schneider bearbeitet.

Nekropolen der Urnenfelderzeit auf den Lahnbergen bei Marburg

Der gut 18 Kilometer lange, aus Buntsandstein bestehende Höhenzug der Lahnberge verläuft östlich der Marburger Kernstadt von SSW nach NNO. Das Gelände ist stark zergliedert und heute bis zu den Randzonen bewaldet. Auf relativ kurzer Distanz liegt ein erheblicher Höhenunterschied vor, vergleicht man beispielsweise das Niveau der Lahn in Marburg (etwa 180 m ü. NN) mit der höchsten Erhebung der Lahnberge, dem „Lichter Küppel“ (gut 400 m ü. NN). Östlich der Lahnberge befinden sich das Amöneburger Becken und der Ebsdorfergrund, zwei ausgesprochen fruchtbare und aus prähistorischer Sicht sehr fundreiche Zonen.

Dass bisher im Marburger Raum keine eindeutigen Flachgräber aus der späten Bronzezeit vorliegen, wurde oben bereits erwähnt. Demgegenüber sind derzeit vor allem östlich der Lahnberge etwa 250 Grabhügel unterschiedlicher Zeitstellung bekannt (DOBIAT 1994, 176-178). Auf den Lahnbergen selbst befinden sich nochmals gut 250 zumeist in Kleinnekropolen beieinander liegende Hügelgräber, die nach momentanem Forschungsstand wohl überwiegend urnenfelderzeitlich datieren (DOBIAT 1994, 172-175). Beide Zahlenangaben beruhen aber auf Literatur- bzw. Ortsaktenauswertungen und wären durch neue Geländebegehungen wahrscheinlich nach oben hin zu korrigieren.

Die Erforschung der Grabhügel auf den Lahnbergen begann bereits im 19. Jh., wobei die jeweiligen Unternehmungen bis in die 60er Jahre des 20. Jhs. hinein überwiegend punktuellen Charakter hatten (DOBIAT 1994, 14-30). Erst im Rahmen der jüngeren Untersuchungen wurden dann von 1983-1987 drei auf den Lahnbergen gelegene Kleinnekropolen weitgehend vollständig ausgegraben (DOBIAT 1994). Von diesen Friedhöfen – „Lichter Küppel“, „Stempel“ und „Botanischer Garten“ – soll

letztgenannter hier beispielhaft vorgestellt werden.

Die Nekropole „Botanischer Garten“ ist mit 35 Grabanlagen der größte bisher bekannte Bestattungsplatz der Urnenfelderzeit im Marburger Raum (Abb. 1). Dabei geht die Kenntnis von 15 Hügelgräbern auf Altgrabungen zurück, weitere fünf sind zerstört bzw. aus verschiedenen Gründen bis dahin nicht untersucht worden, und 15 Anlagen wurden schließlich zwischen 1984 und 1986 ausgegraben. In aller Regel entstanden diese Grabbauten für eine einzige Person. Daher fanden sich in den 30 auswertbaren Anlagen insgesamt nur 34 Brandgräber; neben einer urnenfelderzeitlichen Doppelbestattung kamen eine urnenfelder- und zwei hallstattzeitliche Nachbestattungen vor. Obwohl jedes Grab für sich genommen interessante Details und Besonderheiten ergab, ließen sich auch allgemeine Grundmuster deutlich erkennen. So wurde der Leichenbrand meist innerhalb der Urne niedergelegt und das Gefäß in eine Grabgrube eingesetzt. Ebenfalls in oder zumindest im nahen Umfeld der Urne deponierte man Keramikgefäße, ganz selten Bronzegegenstände. Dabei stand die Anzahl der beizugebenden Gefäße offensichtlich in einem Zusammenhang mit der Größe der Gesamtanlage. Die Grabgrube selbst wurde häufig mit Scheiterhaufenresten und Erde verfüllt sowie mit einer Steinumstellung bzw. Steinabdeckung versehen. Schließlich überdeckte man die Bestattung mit einem Erdhügel, der als Umgrenzung eine trocken aufgesetzte Ringmauer oder ein Mauerrechteck aus Lesesteinen des anstehenden Buntsandstein erhielt; 21 Grabhügel mit Steinkreis, sieben Viereckanlagen und sieben mit unbekannter Konstruktion.

Bei einem Vergleich der Gräber fallen in der Nekropole „Botanischer Garten“ sofort die erheblichen Größenunterschiede auf. Dies betrifft die Viereckanlagen, von denen sich der „Tanzplatz“ besonders abhebt. Noch deutlicher werden die Unterschiede

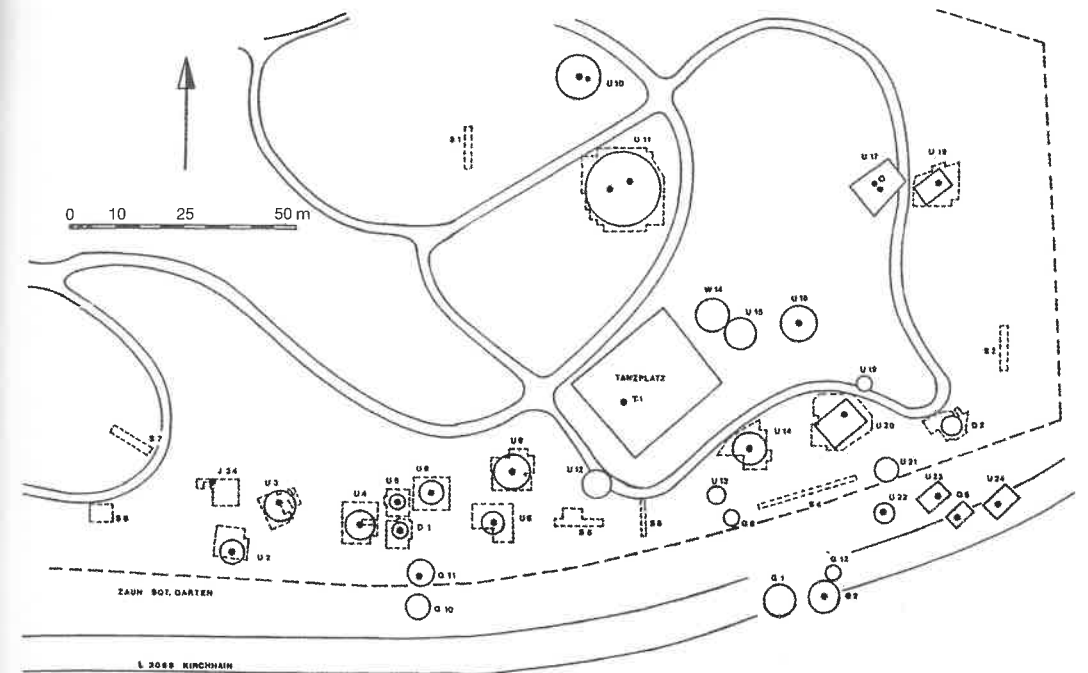


Abb. 1: Marburg-Lahnberge, Gesamtplan der urnenfelderzeitlichen Hügelgräbernekropole „Botanischer Garten“.

aber bei den hier interessanteren Grabhügeln mit Steinkreis. Unter ihnen variieren die Steinkreisdurchmesser zwischen 3,4 m (Hügel G 8) und 17,1-17,5 m (U 11), wobei neben der vergleichsweise monumentalen Anlage U 11 die nächstkleineren Hügel dann nur noch 7,5-8,5 m (U 9, U 14, U 16) messen (Abb. 1). Durch seine Ausmaße und eine sehr vielschichtige Befund- und Fundsituation ist U 11 (Abb. 2-4) zweifellos der ungewöhnlichste urnenfelderzeitliche Grabhügel, der bisher im Marburger Raum ausgegraben wurde (DOBIAT 1994, 222-234; Taf. 31-44; 96; 100-104; Plan 20). Sein ehemaliger Aufbau ließ sich aufgrund der Ausgrabungsbefunde relativ eindeutig rekonstruieren. Dabei zeigt der „Bauplan“ (Abb. 3) Elemente, die ganz im Gegensatz zu den üblichen Vorstellungen vom Aussehen entsprechender Anlagen stehen. So überrascht nicht nur die verhältnismäßig flache Erdschüttung, sondern auch der mit Steinen pflasterartig belegte

Bereich zwischen Hügelfuß und Ringmauer sowie die völlig freistehende Ringmauer selbst (Abb. 4). U 11 steht dadurch aber nicht, wie man eigentlich erwarten könnte, singulär da. Eine Auswertung der 38 Grabhügel mit Steinkreis in den Nekropolen „Lichter Küppel“, „Stempel“ und „Botanischer Garten“ ergab weitere 12 Anlagen mit teilweise nach innen verstürzter, also ehemals wohl freistehender Ringmauer und weitere drei Hügel mit Innenpflaster (DOBIAT 1994, 56-58; Tabelle 2). Der für den monumentalen Grabhügel U 11 benötigte Material- und Zeitaufwand konnte mithilfe von experimentell ermittelten Daten (s.u.) berechnet werden. Demnach verbaute man mindestens 51,8 t Steine und 65,8 t Erde in einem Zeitraum von gut 630 Mann-Stunden (VORLAUF 1994). Diese Werte ergeben im Vergleich zu einem Grabhügel durchschnittlicher Größe etwa die dreifache Erd- und die zwölfwache Steinmenge bei einem unge-



Abb. 2: Marburg-Lahnberge, Nekropole „Botanischer Garten“, Grabhügel U 11 während der laufenden Ausgrabungsarbeiten 1985.

fähr fünffachen Zeitaufwand. Im Verhältnis zu allen anderen, wesentlich kleineren Grabhügeln der drei erwähnten Nekropolen kann der für U 11 aufgebrauchte Material- und Zeitaufwand daher als Zeichen einer ganz besonderen Würdigung der verstorbenen Person gewertet werden. Zweifellos hatte sie zu Lebzeiten eine wichtige, wie auch immer geartete Funktion innerhalb dieser urnenfelderzeitlichen Bevölkerungsgruppe inne.

Vor dem Hintergrund einer Gesamtauswertung der Nekropolen „Lichter Küppel“, „Stempel“ und „Botanischer Garten“ hebt sich U 11 aber weder im kulturhistorischen Kontext noch durch eine chronologische Sonderstellung ab. So zeigen die 38 Grabhügel mit Steinkreis eindeutig eine Vermischung der traditionellen hügelgräberbronzezeitlichen Bestattungsform mit der in der Urnenfelderzeit neu aufkommenden Sitte der Brandbestattung. In diesem

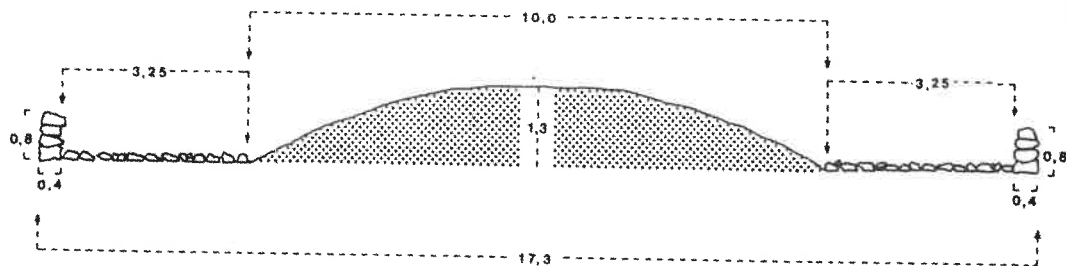


Abb. 3: Marburg-Lahnberge, Nekropole „Botanischer Garten“, Grabhügel U 11, anhand der Ausgrabungsbefunde schematisiertes Profil des Hügelaufbaus (Maßangaben in Meter).

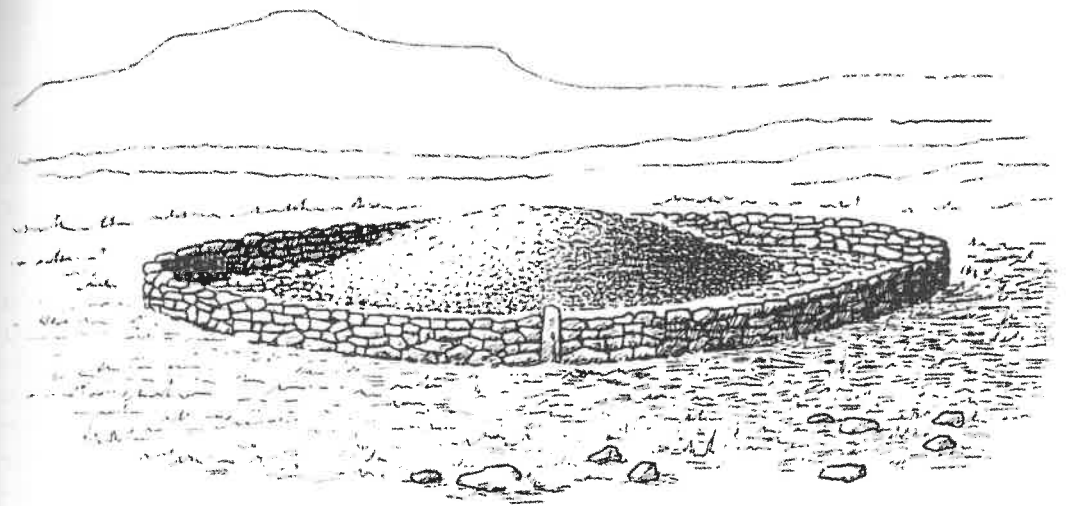


Abb. 4: Marburg-Lahnberge, Nekropole „Botanischer Garten“, Grabhügel U 11, skizzenhafte Rekonstruktionszeichnung anhand der Ausgrabungsbefunde.

Sinne bewertete auch schon NASS (1952, 25; 41) die seinerzeit vorliegenden Grabbefunde und sah in den urnenfelderzeitlichen Brandbestattungen unter Grabhügeln einen klaren Hinweis auf eine Bevölkerungskontinuität von der Hügelgräber- zur Spätbronzezeit im Marburger Raum. Chronologisch spricht nichts dagegen, alle Grabanlagen der drei Nekropolen – Hügel mit Steinkreis und solche mit Viereckfassung – wiederum in die mittlere Phase der Urnenfelderzeit (HaA2 – HaB1) einzuordnen. Als einzige Ausnahme steht lediglich die Viereckanlage „Lichter Küppel“ Grab 7 da, die in eine entwickelte frühe Phase (HaA1) gehört (DOBIAT 1994, 152-155). Es wäre jedoch zu überlegen, ob man nicht all jene Gräber ohne zeitlich aussagekräftige Bronzen, die aber ein ähnliches Keramikinventar wie „Lichter Küppel“ Grab 7 oder Ebsdorfergrund-Heskem Grab 1 (s.o.) haben, vorerst sogar in den Zeitabschnitt von der entwickelten frühen bis zur ausgehenden mittleren Phase der Urnenfelderzeit (HaA1 – HaB1) stellen sollte. Fazit bleibt, dass die oben angesprochenen Forschungsprobleme hinsichtlich einer nachweisbaren Konti-

nuität von der späten Hügelgräberbronze bis zur frühen Eisenzeit (BzD – HaC) auch von Seiten der Gräberarchäologie für den Marburger Raum bis heute nicht schlüssig geklärt werden konnten.

Die anthropologischen Bestimmungen der Leichenbrände aus den Gräbern der drei Nekropolen „Lichter Küppel“, „Stempel“ und „Botanischer Garten“ ergaben in mehrfacher Hinsicht interessante Ergebnisse (KUNTER 1994). So liegt unter den sicher bestimmbar Leichenbränden ein völlig unausgeglichenes Geschlechtsverhältnis von 28 Männern zu nur zehn Frauen vor. Außerdem ist bei der Altersverteilung der Kinderanteil mit nur 16,4 % auffallend gering. Demnach dürfte es sich bei den untersuchten Individuen nicht um einen repräsentativen Querschnitt der ortsansässigen urnenfelderzeitlichen Bevölkerungsgruppe handeln. Dies führt zwangsläufig zu der Überlegung, dass es neben der oben beschriebenen eine oder mehrere andere Bestattungsformen gegeben haben muss. Wobei sich in diesem Zusammenhang erneut die Frage nach den bisher im Marburger Raum nicht schlüssig nachgewiesenen Flachgräbern

(s.o.) stellt. Des Weiteren wäre zu bedenken, ob es der für den Bau eines Grabhügels oder einer Viereckanlage betriebene Aufwand rechtfertigt, die so Bestatteten als hoch gestellte Persönlichkeiten zu verstehen.

Anlass für den experimentellen Grabhügelbau

1987 entstand während der letzten Ausgrabungsperiode in der Nekropole „Lichter Küppel“ die Idee, einen urnenfelderzeitlichen Grabhügel durchschnittlicher Größe unter experimentellen Bedingungen zu errichten (SCHULZE-FORSTER u. VORLAUF 1989; 1989a; 1990). Angeregt durch die jüngsten, damals noch nicht vollständig ausgewerteten Untersuchungen war es im Ausgrabungsteam immer wieder zu Diskussionen gekommen, wie solche Gräber unter dem Gesichtspunkt von Material- und Zeitaufwand zu bewerten seien. In Verbindung damit stand auch die Frage nach der Personengruppe, die durch entsprechende Anlagen repräsentiert wird. Da der Bau eines Grabhügels – rein gefühlsmäßig – als relativ aufwendig eingestuft wurde, lag der Gedanke an hoch gestellte Persönlichkeiten, zumindest im Hinblick auf die größeren Hügel, nahe. Außerdem knüpfte sich daran die bis heute nicht sicher bestätigte Annahme, dass es im Marburger Raum neben der „aufwändigen“ Bestattungsform unter Grabhügeln auch „einfache“ Flachgräber der Urnenfelderzeit geben müsste.

Vorrangiges Ziel des experimentellen Grabhügelbaus sollte daher die Ermittlung quantitativer Werte für den Material- und Zeitaufwand sein. Methodisch betrachtet kam dafür nur ein archäologisches Experiment infrage, da die Ausgrabungsbefunde aus sich heraus keine Möglichkeit boten, entsprechende Werte auch nur ansatzweise zu ermitteln. Außerdem lagen bis dahin keine unter ähnlichen Fragestellungen

gen durchgeführten und gut dokumentierten Experimente vor (COLES 1973, 68; 70). Antike Schriftquellen, darunter besonders die in Homers Ilias beschriebene Bestattung des Patroklos (Homer, Ilias 23, 250-257; siehe auch Platon, Gesetze XII, 958 d-e), ergaben zwar Anhaltspunkte für eine relativ schnelle Errichtung von Grabhügeln, aber keine wirklich quantitativen Werte. Und schließlich führte auch die Suche nach ethnologischen Vergleichen nicht zu vorbehaltlos übertragbaren Zahlenangaben; bei hallstattzeitlichen Grabhügeln verwendeten EGGERT (1988) und später MÜLLER (1991) ethnologische Beispiele für ihre Berechnungen der Erdarbeiten, vergleiche zu Steintransporten und Erdarbeiten auch COLES (1971, 65-93).

Vorbereitung des Experiments

Alle vorbereitenden Maßnahmen standen unter der Prämisse, methodisch klare und archäologisch weitgehend befundgetreue Voraussetzungen für den experimentellen Grabhügelbau zu erarbeiten und zu formulieren. Dies sollte nicht nur die während des Experiments erforderlichen Dokumentationsarbeiten erleichtern, sondern vor allem auch zu möglichst relevanten Versuchsergebnissen führen. Die notwendigen Vorarbeiten betrafen besonders drei Bereiche. So galt es, einen geeigneten Platz für die Errichtung des Grabhügels zu finden, sich intensiv mit der Frage etwaiger Werkzeuge und Hilfsmittel auseinander zu setzen und einen „Bauplan“ für einen Grabhügel durchschnittlicher Größe zu erarbeiten.

Mit Zustimmung des örtlichen Forstamtes konnte als Bauplatz ein damals nur licht mit Hochwald bestandener Bereich am „Lichter Küppel“ auf den Lahnbergen ausgewählt werden; nur einige hundert Meter westlich der archäologisch untersuchten Nekropole „Lichter Küppel“ gelegen. Geologisch und topografisch hätte man den urnenfelderzeitlichen Verhältnissen zweifellos nicht besser entsprechen können.



Abb. 5: Experimenteller Grabhügelbau 1988, vier der insgesamt sechs benutzten Holzspaten nach Gebrauch.

Gewisse Probleme bereitete die Suche nach Vorbildern für möglichst einfache Holzwerkzeuge, bei denen man von einer wahrscheinlichen Benutzung während der Spätbronzezeit im Marburger Raum ausgehen konnte. Da solche organischen Funde sehr selten vorkommen, musste auf eisenzeitliche Befunde vom Magdalenenberg bei Villingen zurückgegriffen werden. Aus praktischen Erwägungen schienen zwei der dort geborgenen Spatentypen (SPINDLER 1971, 42-43; Taf. 10, 2, 4) besonders geeignet (Abb. 5-6). Anders als die Originalfunde aus Tannen- und Ahornholz wurden für den experimentellen Grabhügelbau zwei schlanke Spaten (Abb. 6, A) je einmal aus abgelagerter Fichte und Buche sowie vier breite Spaten (Abb. 6, B) einmal aus Fichte und dreimal aus Buche nachge-

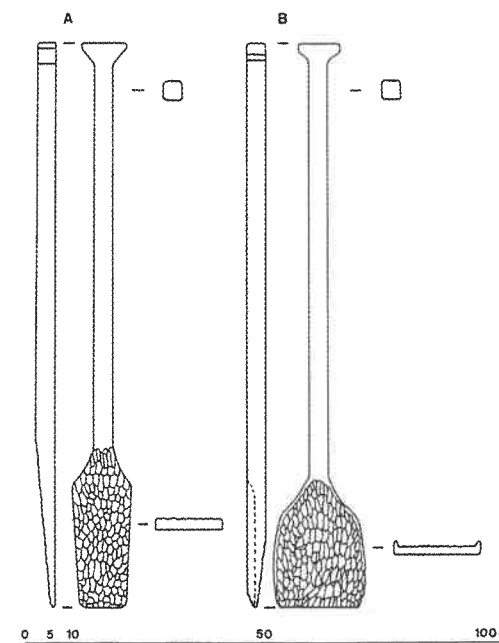


Abb. 6: Experimenteller Grabhügelbau 1988, Umzeichnung der verwendeten Holzspatentypen.

baut; ausführlichere Angaben dazu bei SCHULZE-FORSTER u. VORLAUF (1989, Anm. 20). Auch die Verwendung von Weidenflechtkörben als Transportbehältnisse ging auf Vorbilder eisenzeitlicher Befunde vom Magdalenenberg zurück (SPINDLER 1980, 157-159; Taf. 49-50; Beilage 2,3). Während des Experiments kamen daher zweihenkelige Weidenkörbe, zwei mit 30 l und einer mit 50 l Volumen, zum Einsatz (Abb. 7). Unerwartet große Schwierigkeiten bereitete die Festlegung einzelner Maßangaben und Konstruktionselemente für den experimentell zu errichtenden Grabhügel. Schon damals, noch vor einer abschließenden Gesamtauswertung der drei untersuchten Nekropolen, zeichnete sich ab, dass den urnenfelderzeitlichen Anlagen kein im Detail völlig einheitlicher „Bauplan“ zu Grunde lag. Ein sehr schwerwiegendes und durch die Ausgrabungsbefunde nicht immer eindeutig zu klärendes Problem war daher vor allem die Höhe der Hügelanschüttung. – In allen Veröffentlichungen über



Abb. 7: Experimenteller Grabhügelbau 1988, Erdentnahme für die Hügelerschüttung.

den experimentellen Grabhügelbau wurde 1 m als anfangs geplante Höhe der Hügelerschüttung sowie als Grundlage für die Berechnung des Erdvolumens angegeben (SCHULZE-FORSTER u. VORLAUF 1989, 260; 1989a, 2; 1990, 221. VORLAUF 1994, 97). An dieser Stelle haben sich zwei Fehler eingeschlichen. Ursprünglich war nämlich eine maximale Höhe von 1,5 m geplant. Die tatsächliche Höhe nach Fertigstellung der Anlage betrug jedoch nur 1,03 m (Abb. 8-9), wobei dieser Wert aber richtigerweise in alle bisher publizierten Berechnungen einfluss (s.u.). – Unter dem Vorsatz, einen Grabhügel möglichst durchschnittlicher Größe errichten zu wollen, wurden daher folgende Werte erarbeitet:

- 7 m Gesamtdurchmesser (gemessen an der Steinkreisaußenseite),
- zentrale, 75x75 cm große und 30 cm

- tiefe Grabgrube mit Steinabdeckung,
- maximal 1,5 m hohe Hügelerschüttung, die bis zur Oberkante der Ringmauer reicht,
- einreihige, vierlagige, leicht nach innen geneigte Ringmauer aus trocken aufgeschichteten Lesesteinen des anstehenden Buntsandsteins.

Durchführung und Dokumentation des experimentellen Grabhügelbaus

Vor dem eigentlichen Experiment wurden die Holzspaten erprobt, da man zum Eindringen in den Boden bei ihnen nicht, wie von modernem Werkzeug gewohnt, auf das Spatenblatt treten konnte.

Zu Beginn des Grabhügelbaus befreiten vier Personen den Bauplatz von niedrigem Bewuchs und Laub, während gleichzeitig eine Person die Grabgrube aushob. Es folgte das Sammeln und teilweise auch Freigraben von Steinen, wobei die Träger ihre Ladungen am Bauplatz selbst wogen und dann sofort zum Steinkreis aufsetzten. Als Markierung diente dafür ein zuvor vom Mittelpunkt der Grabgrube aus in den Waldboden eingeritzter Kreisbogen mit 3,5 m Radius. Da es nicht zu einer Vorsortierung der Steine kam, gelangten im Gegensatz zu vergleichbaren archäologischen Befunden auch kleinere in die unteren Steinkreislagen. Allerdings wurden fünf größere Steine als Abdeckung für die Grabgrube und ein weiterer länglicher als Stele für die Hügelerschüttung beiseite gelegt. Im Anschluss an die Fertigstellung des Steinkreises folgte die – aus der laufenden Zeitmessung herausgenommene – „Bestattung“ (s.u.) mit sechs Keramikgefäßen, organischen „Beigaben“ und einem prägefrischen Geldstück von 1988. Nach der Verfüllung mit 5 kg Holzrasche und einigen Korbladungen Erde bekam die Grabgrube eine Abdeckung aus den erwähnten fünf großen Steinen. Sehr arbeitsaufwändig war dann die Aufschüttung des Erdhügels.

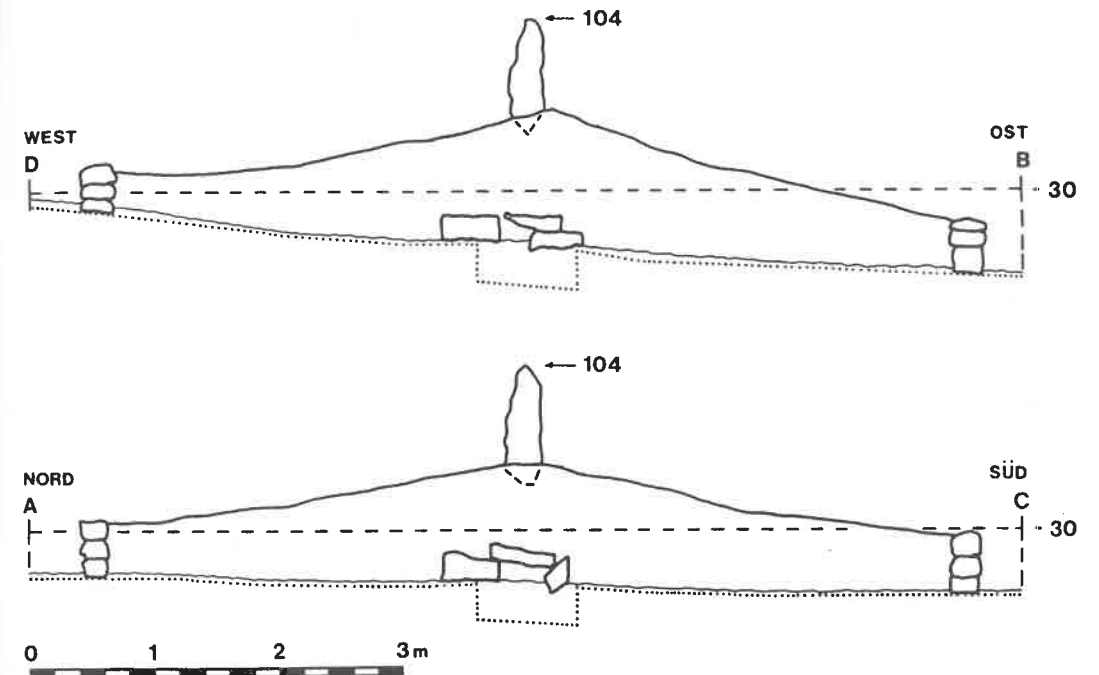


Abb. 8: Experimenteller Grabhügelbau 1988, OW- und NS-Profil der fertigen Anlage.

Das Material, aus dem Wurzelbereich eines umgestürzten Baumes (ca. 2,5 t) und aus der unmittelbaren Nähe des Bauplatzes (ca. 19 t) entnommen, wurde mittels der Weidenflechkörbe transportiert, direkt beim Bauplatz gewogen und aufgeschüttet. Da die Innenfläche des Steinkreises dafür betreten werden musste, fand somit auch eine relativ gleichmäßige Verdichtung des Erdhügels statt.

Die geplante maximale Höhe von 1,5 m gab ein markierter Stab in der Hügelmitte vor. Beim Anbringen dieser Markierung kam es jedoch zu dem oben schon erwähnten Messfehler, sodass die Marke nicht auf 1,5 m, sondern nur auf 1,03 m Höhe saß. Da der fertige Grabhügel aber angemessen hoch, ja sogar richtig stattlich wirkte, wurde der Fehler erst nach Abschluss des Experiments bei der vermessungstechnischen Aufnahme der Profile (Abb. 8) bemerkt.

Abschließend erhielt die Hügelkrone den erwähnten länglichen Stein als stelenartige

Markierung, was nach damaligem Kenntnisstand auch mit Befunden neu untersuchter Grabanlagen zu belegen war; ausführliche Bildfolgen der Arbeitsabläufe finden sich bei SCHULZE-FORSTER u. VORLAUF (1989; 1990).

Eine Zusammenfassung der Zahlenwerte und quantitativen Versuchsergebnisse stellt sich folgendermaßen dar:

- Freimachen des Waldbodens (auf einer Fläche von 8 x 8 m): 4 Personen, 20 min., 1,3 Mann-Stunden,
- Ausheben der Grabgrube (75x75 cm Größe und 30 cm Tiefe): 1 Person, 1 h 25 min., 1,4 Mann-Stunden, 167 kg Erde, 7 Korbladungen, im Durchschnitt 23,85 kg je Ladung,
- Steintransport (aus bis zu 100 m Entfernung, Steine bis 50 kg wurden von einer, größere Gewichte von zwei oder drei Personen transportiert, der größte, zu dritt bewegte Stein wog 110 kg): 5 Personen, 5 h 45 min., 28,75 Mann-Stunden, 4515 kg, 190 Ladungen, 6,6 Ladungen pro Mann-Stunde, im Durch-



Abb. 9: Experimenteller Grabhügelbau 1988, fertige Anlage von Süden im August 1988.

- schnitt 23,76 kg je Ladung, 157,04 kg pro Mann-Stunde,
- Erdtransport (67 Ladungen aus 45 m Entfernung, die Körbe wurden jeweils von zwei Personen transportiert, 596 Ladungen aus 10-15 m Entfernung, von einer oder zwei Personen getragen): 5 Personen, 19 h 25 min., 97,08 Mann-Stunden, 21556,5 kg, 663 Ladungen, 6,8 Ladungen pro Mann-Stunde, im Durchschnitt 32,51 kg je Ladung, 222,04 kg pro Mann-Stunde,
- Gesamtarbeitsleistung (erbracht von 5 Personen): knapp 26 Arbeitsstunden, 128,53 Mann-Stunden,
- Volumen der Ringmauersteine (bei 7 m Außendurchmesser, 30 cm Breite und 50 cm Höhe): 3,29 m³,
- Volumen der verdichteten Hügelschüttung (aufgrund von Kugelsegmentberechnung bei 6,4 m Durchmesser und 1,03 m Höhe): 17,13 m³.

Während fünf Personen den Grabhügel aufbauten, übernahm eine weitere Person ausschließlich Dokumentationsarbeiten. Dies betraf vor allem die listenartige Erfassung von Stein- und Erdladungen, von Gewichten, Entfernungen und Zeiteinheiten sowie die Fortschreibung der Tagebuchaufzeichnungen.

Ein besonderes Augenmerk galt der möglichst genauen vermessungstechnischen und zeichnerischen Dokumentation aller Bauabschnitte. Damit sollten u.a. Voraussetzungen geschaffen werden, den Experimentierhügel später einmal im Rahmen einer Lehrgrabung archäologisch untersuchen zu können, um beispielsweise die angewendete Ausgrabungstechnik kritisch zu hinterfragen.

Zudem fand eine ausführliche Bilddokumentation mit Schwarzweiß-Fotos, Farbdias und Videofilmaufnahmen statt. Leider erwiesen sich im Nachhinein gerade die



Abb. 10: Experimenteller Grabhügelbau 1988, Anlage von Nordwesten im Februar 1990.

Filmaufnahmen als wenig brauchbar, diese Arbeiten hätten von professionellerer Seite ausgeführt werden müssen.

Abgesehen von den Ausschachtungsarbeiten für die Grabgrube und den Aufwand für ihre Abdecksteine fand die „Bestattung“ selbst (nochmals dazu unten) keinen Eingang in die laufende Zeitmessung.

Undokumentiert blieb die Herstellung der sechs verwendeten Holzspaten, da diese Arbeiten mit modernen Werkzeugen ausgeführt wurden. Die Transportkörbe, ausschließlich aus Weiden geflochten, konnten ohne Probleme über den normalen Handel erworben werden.

Interpretation der Ergebnisse

In weniger als 26 Arbeitsstunden (rund 128 Mann-Stunden) errichteten fünf Personen 1988 mit 4,5 t Buntsandstein und 21,5 t Erde einen Grabhügel durchschnittlicher

Größe. Dass der Aufwand für ein solches Bauwerk nur wenige Tage in Anspruch nehmen würde, unterbot alle vorherigen Einschätzungen. Vor allem wegen der fehlenden Erfahrung mit entsprechenden Holzwerkzeugen war für das Projekt ursprünglich ein Zeitraum von drei Wochen geplant.

Schon bei der damaligen Auswertung der Ergebnisse wurde auf einen gewissen Interpretationsspielraum hingewiesen. Zumal sich nicht alle Punkte der oben geschilderten Versuchsvorbereitung und Durchführung mit klaren archäologischen Befunden belegen ließen. Dennoch wurde, sicherlich zu Recht, die Meinung vertreten, dass der experimentell ermittelte Material- und Zeitaufwand eine eindeutige und relevante Größenordnung auch für die Berechnung anderer Bauwerke darstellt. Daraus ergab sich konsequenterweise, dass jede kleine Gruppe der ortsansässigen urnenfelderzeitlichen Bevölkerung in der



Abb. 11: Experimenteller Grabhügelbau 1988, Anlage von Westen im September 1992.

Lage gewesen sein dürfte, einen Verstorbenen in entsprechender Weise zu bestatten. Der dafür notwendige, als verhältnismäßig gering eingestufte Aufwand wäre daher auch nicht zwangsläufig als Zeichen einer besonderen Würdigung des Toten oder gar einer hochgestellten Persönlichkeit zu verstehen. Im Gegensatz zu den kleineren Grabhügeln bzw. Hügeln durchschnittlicher Größe müsste aber, wie oben schon angedeutet, einer monumentalen Anlage wie U 11 (Abb. 1-4) zweifellos eine andere Wertigkeit zukommen; die genaue Berechnung der für U 11 aufgebrachten Leistungen fand erst im Zuge der Gesamtauswertung der drei erwähnten Nekropolen statt (VORLAUF 1994).

Resümee aus heutiger Sicht

Der vorliegende Beitrag enthält im Gegensatz zu vielen Veröffentlichungen, die in den letzten Jahren unter dem Thema

„Experimentelle Archäologie“ erschienen sind, einen relativ ausführlichen archäologisch-forschungsgeschichtlichen Teil. Dies hat mehrere Gründe. Nach meinem Ermessen darf bei einer entsprechenden Arbeit grundsätzlich nicht auf die Darstellung umfangreicher archäologischer Hintergrundinformationen verzichtet werden, da ansonsten der Sinn des Experiments ebenso fragwürdig wäre wie die Interpretation der erzielten Ergebnisse. Experimente sind als ein Teilbereich der archäologischen Forschung zu verstehen und daher auch nicht davon losgelöst zu betrachten. Es kommt hinzu, dass bei einer Neubearbeitung eines vor knapp 15 Jahren durchgeführten Experiments mehrere Phasen aufgezeigt werden müssen. So sind sämtliche Facetten des experimentellen Grabhügelbaus von 1988 am besten vor dem Hintergrund des damaligen Forschungsstandes zur Urnenfelderzeit im Marburger Raum zu verstehen. Während bei einer nochmaligen kritischen Betrachtung der aktuelle, im Vergleich zu den 80er Jahren wesentlich verbesserte Forschungsstand nicht außer Acht zu lassen ist. Und schließlich würde es nach beinahe 15 Jahren sogar überraschen, wenn es nicht den einen oder anderen selbstkritischen Punkt gäbe.



Abb. 12: Experimenteller Grabhügelbau 1988, Anlage von Südwesten im März 2002.

Zunächst stellt sich die grundlegende Frage, ob man das Projekt heute überhaupt noch so durchführen würde wie Ende der 80er Jahre. Ohne Zweifel ist dies positiv zu beantworten, obwohl sich mittlerweile einige Rahmenbedingungen etwas anders darstellen, wodurch es aber nicht zu einer nennenswerten Veränderung der 1988 erzielten Ergebnisse käme. Zweifellos ließe sich auch heute kaum ein besserer Platz für die Errichtung des Grabhügels finden. Neben der geologischen und topografischen Situation sowie der unmittelbaren Nähe zur bereits archäologisch untersuchten Nekropole „Lichter Küppel“ hatte dieser Bereich der Lahn-

berge damals den zusätzlichen Vorteil, dass dort mittelfristig keine großen forstwirtschaftlichen Maßnahmen anstanden. Dabei ist es seither auch geblieben, obwohl das Gelände inzwischen durch den Windbruch Anfang der 90er Jahre und Wildwuchs eine stark veränderte Flora zeigt (Abb. 9-13).

Da es sich bei den eisenzeitlichen Vorbildern für die verwendeten Holzspaten (SPINDLER 1971, 42-43; Taf. 10, 2. 4) und Flechtkörbe (SPINDLER 1980, 157-159; Taf. 49-50; Beilage 2,3) nicht um komplett erhaltene Fundstücke handelt, könnte man an den teilweise frei ergänzten Nachbildungen berechnete Kritik üben. Dies betrifft vor allem die Holzspaten (Abb. 5-6), die, anstatt aus Tanne und Ahorn, in Fichte und Buche sowie mit ergänzter Stiellänge und frei hinzugefügtem Knauf nachgebaut wurden. Materialgerechte Nachbildungen von komplett erhaltenen spätbronzezeitlichen, möglichst noch im Marburger Raum



Abb. 13: Experimenteller Grabhügelbau 1988, Anlage von Südosten im März 2002.

geborgenen Vorbildern – die es bis heute nicht gibt – ließen sicherlich ein neuerliches Experiment authentischer erscheinen. Die damit zu erzielenden Leistungen würden sich aber wahrscheinlich nicht im Geringsten von den anderen unterscheiden. Bei den Flechtkörben, verwendet wurden zwei mit 30 l und einer mit 50 l Volumen, wäre die alleinige Benutzung der kleineren Größe sinnvoller, da eine einzige Person den mit Erde gefüllten großen Korb nur noch mit Mühe tragen konnte.

Zu einem offensichtlichen Fehler kam es beim Aufbau des Steinkreises, da hierbei im Gegensatz zu vergleichbaren Befunden auch kleinere Steine in den unteren Lagen verbaut wurden. Dieses Problem ließe sich aber schon dadurch lösen, dass man anfangs ausschließlich große Steine zum Bauplatz transportiert und aufsetzt. Das Steinmaterial zuerst komplett zu sammeln, um dann eine Sortierung vorzunehmen,

wäre bei dieser Größenordnung sicherlich unnötig.

Abb. 8 zeigt im Profil einen dreilagigen Steinkreis, der sogar eine leichte Außenneigung aufweist. Geplant war ursprünglich eine vierlagige Mauer mit leichter Innenneigung. Dies konnte auch weitgehend verwirklicht werden, obwohl es durch die unterschiedlich geformten Steine teilweise zu nur drei oder sogar fünf Lagen kam (Abb. 9).

Im Hinblick auf eine mögliche spätere Untersuchung des experimentell errichteten Grabhügels im Rahmen einer Lehrgrabung wäre es besser gewesen, die „Bestattung“ (SCHULZE-FORSTER u. VORLAUF 1989, Taf. 42, 3; 1990, Abb. 4) mit material- und technikkorrekteren Keramikgefäßen auszustatten. Gänzlich unnötig war die Erdentnahme für die Hügelschüttung von zwei verschiedenen Stellen (SCHULZE-FORSTER u. VORLAUF 1989, Taf. 43, 2-3; 1990, Abb. 6-7). Ob-



Abb. 14: Hügelgräber im Frankfurter Stadtwald nach einem Gemälde von E. Albrecht aus dem Jahre 1938.

wohl es auf den Lahnbergen keine sicheren Belege dafür gibt, dass die Erdentnahmestellen immer in unmittelbarer Nähe der Grabhügel lagen, hätte man sich im Rahmen des Experiments aber auf die nur wenige Meter vom Bauplatz entfernt gelegene beschränken können. Ohnehin wurden von der zweiten Stelle, aus 45 m Entfernung, nur 67 von 663 Korbladungen Erde zum Hügel transportiert.

Bei der Festlegung des „Bauplans“ für den Experimentierhügel bestanden erhebliche Unsicherheiten hinsichtlich der Höhe der Hügelschüttung. Dass es während der Bauarbeiten gerade bei diesem Abschnitt zu einem gravierenden Messfehler kam, und die Hügelschüttung schließlich anstatt der geplanten 1,5 m Höhe nur 1,03 m erreichte, wurde oben schon beschrieben. Im Gegensatz zu Anlagen wie beispiels-

weise den neolithischen Hügelgräbern mit Steinkammereinbauten lassen es die Befunde von Konstruktionen wie auf den Lahnbergen in aller Regel nicht zu, die antike Höhe genau zu bestimmen; U 11 stellt eine gewisse Ausnahme dar (VORLAUF 1994). Aus diesem Grund könnte auch heute, nach Abschluss der Auswertungsarbeiten, keine mustergültige Hügelhöhe angegeben werden. Zudem haben die neuen Untersuchungen auf den Lahnbergen gezeigt, dass die herkömmlichen, oft noch durch Darstellungen in der bildenden Kunst beeinflussten Vorstellungen vom Aussehen solcher Grabanlagen (Abb. 14) überdacht werden müssen; allgemein dazu WIEGEL (1991). So belegen von den 38 bearbeiteten Grabhügeln mit Steinkreis insgesamt 13 Befunde eine teilweise nach innen verstürzte Ringmauer (DOBIAT 1994,

56-58; Beilage Tabelle 2). Bei diesen Anlagen, darunter auch U 11 (Abb. 3-4), kann man von einer niedrigen Hügelschüttung ausgehen, die maximal bis an die Unterseite der freistehenden Ringmauer reichte. 1988 schien es noch gerechtfertigt, die Hügelkrone abschließend mit einem länglichen stelenartigen Stein zu versehen (Abb. 8-9). Die später erfolgten Auswertungsarbeiten zeigten dann jedoch, dass solche Markierungen insgesamt nur in drei unsicheren Fällen vorkommen (DOBIAT 1994, Beilage Tabelle 2).

In den ersten Jahren nach der Errichtung des Experimentierhügels wurde die Anlage fortlaufend vermessen. Dabei zeigte weder das Hügelprofil noch der Steinkreisumfang eine wesentliche Veränderung. Lediglich die etwa 20 cm tief in die Hügelkrone eingesetzte Stele musste mehrfach neu aufgestellt werden (VORLAUF 1994, 100-101). Inzwischen sind die Vermessungsarbeiten allerdings aufgrund von starkem Bewuchs nicht mehr möglich. Außerdem hat seit etwa 1995 ein leichter Außenverstoß der Ringmauer eingesetzt (vergl. Abb. 9-13), was sich auch bei vielen der auf den Lahnbergen archäologisch untersuchten Grabhügel findet.

Bei einem abschließenden Fazit bleibt zu betonen, dass die 1988 im Zuge des Experiments erarbeiteten Ergebnisse auch heute noch ihre volle Gültigkeit haben. Alle oben aufgeführten Kritik- bzw. Ergänzungspunkte würden letztlich die Größenordnung des Material- und Zeitaufwands nur unwesentlich verändern.

Zweifellos darf der Aufwand für eine monumentale Grabanlage wie U 11 – oder die Viereckanlage „Tanzplatz“ – als Zeichen einer besonderen Würdigung des Toten verstanden werden, was hingegen nicht auf die kleineren, mit relativ geringem Aufwand errichteten Anlagen zutrifft. Grundsätzlich zeugen alle für die Nachwelt lange Zeit sichtbaren Grabhügel und Viereckanlagen von einem gewissen historischen Bewusstsein. Weshalb, wie es die anthropologi-

schen Untersuchungen belegen, diese Bestattungsform aber nur von einem Teil der ortsansässigen urnenfelderzeitlichen Bevölkerung gepflegt wurde, lässt sich derzeit nicht schlüssig erklären. Ohne Zweifel dürfte aber aufgrund des durchgeführten Experiments der Material- und Zeitaufwand als Argument in diesem Zusammenhang ausfallen.

Literatur

- COLES, J. 1973: Erlebte Steinzeit. Experimentelle Archäologie. München 1973.
- DOBIAT, C. 1986: Die „Marburger Gruppe“. Zum Stand der urnenfelderzeitlichen Forschungen in Mittelhessen. Gedenkschrift für Gero von Merhart zum 100. Geburtstag. Marburger Studien zur Vor- und Frühgeschichte 7. Marburg 1986, 17-44.
- DOBIAT, C. 1994: Forschungen zu Grabhügelgruppen der Urnenfelderzeit im Marburger Raum. Marburger Studien zur Vor- und Frühgeschichte 17. Marburg 1994.
- DOBIAT, C. 1997/98: Zur Ausgrabung eines Grabhügels in Ebsdorfergrund-Hachborn, Kr. Marburg-Biedenkopf. Ergebnisse einer Lehrgrabung des Vorgeschichtlichen Seminars der Philipps-Universität Marburg. Fundberichte Hessen 37/38, 1997/98, 21-37.
- DOBIAT, C., VORLAUF, D. 1994: Becherzeitliche Grabhügel auf den Lahnbergen bei Marburg? Archäologische Feldforschungen im Marburger Raum. Kleine Schriften aus dem Vorgeschichtlichen Seminar der Philipps-Universität Marburg 42. Marburg 1994, 67-93.
- DOBIAT, C., VORLAUF, D. 1994a: Ein außergewöhnliches Grab von Heskem, Gde. Ebsdorfergrund (Kr. Marburg-Biedenkopf). Zur frühen Urnenfelderzeit im Marburger Raum. In: C. Dobiát (Hrsg.), Festschrift für Otto-Herman Frey zum 65. Geburtstag. Marburger Studien zur Vor- und Frühgeschichte 16. Marburg 1994, 159-182.
- EGGERT, M. K. H. 1988: Riesentumuli und Sozialorganisation: Vergleichende Betrachtungen zu den sogenannten „Fürstenhügeln“ der späten Hallstattzeit. Archäologisches Korrespondenzblatt 18, 1988, 263-274.
- JOCKENHÖVEL, A. 1990: Hessen als vorgeschichtliche Kulturlandschaft. In: F.-R. Herr-

mann u. A. Jockenhövel (Hrsg.), Die Vorgeschichte Hessens. Stuttgart 1990, 298-301.

- KUNTER, M. 1994: Leichenbrandmaterial aus urnenfelderzeitlichen Bestattungen des Marburger Landes. In: C. Dobiát, Forschungen zu Grabhügelgruppen der Urnenfelderzeit im Marburger Raum. Marburger Studien zur Vor- und Frühgeschichte 17. Marburg 1994, 157-165.
- MEIER-ARENDE, W. 1989: Die Grabhügel im Frankfurter Stadtwald. Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland 19. Frankfurt am Main und Umgebung. Stuttgart 1989, 121-130.
- MÜLLER, J. 1991: Fürsten oder Häuptlinge. Experimente mit Hallstatthöfen. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 6. Oldenburg 1991, 215-225.
- NASS, K. 1952: Die Nordgrenze der Urnenfelderkultur in Hessen. 1. Teil (Oberhessen). Kurhessische Bodenaltertümer II, 1. Marburg 1952.
- NITSCHKE, H., DÄCKE, F.-O., VORLAUF, D. 1987: Ein mittelbronzezeitliches Hügelgrab in der Gemarkung Stausebach bei Kirchhain, Ldkr. Marburg-Biedenkopf. Beiträge zur Bronzezeit. Kleine Schriften aus dem Vorgeschichtlichen Seminar der Philipps-Universität Marburg 21. Marburg 1987, 1-13.
- SCHULZE-FORSTER, J., VORLAUF, D. 1989: Experimenteller Nachbau eines spätbronzezeitlichen Hügelgrabes auf den Lahnbergen bei Marburg. Archäologisches Korrespondenzblatt 19, 1989, 257-263.
- SCHULZE-FORSTER, J., VORLAUF, D. 1989a: Experimenteller Nachbau eines bronzezeitlichen Hügelgrabes. *alma mater philippina*, Sommersemester 1989. Marburg 1989, 1-4.
- SCHULZE-FORSTER, J., VORLAUF, D. 1990: Experimenteller Nachbau eines spätbronzezeitlichen Hügelgrabes auf den Lahnbergen bei Marburg. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 4. Oldenburg 1990, 220-226.
- SPINDLER, K. 1971: Magdalenenberg I. Villingen 1971.
- SPINDLER, K. 1980: Magdalenenberg VI. Villingen 1980.
- UENZE, O. 1949/50: Der Hortfund von Allendorf. Prähistorische Zeitschrift 34/35, 1949/50, Teil II, 202-220.
- UENZE, O. 1960: Vorgeschichte von Nordhessen. 3. Teil. Hirten und Salzsieder (Bronzezeit). Marburg 1960.

VORLAUF, D. 1994: Material- und Zeitaufwand für den Bau des Grabhügels U 11 – Nekropole „Botanischer Garten“. Eine Untersuchung anhand experimentell ermittelter Daten. In: C. Dobiát, Forschungen zu Grabhügelgruppen der Urnenfelderzeit im Marburger Raum. Marburger Studien zur Vor- und Frühgeschichte 17. Marburg 1994, 95-101.

VORLAUF, D. 2000: Eine mehrperiodige Siedlungsstelle in Mardorf, Stadt Amöneburg (Kr. Marburg-Biedenkopf). Neolithikum bis Eisenzeit, unter besonderer Berücksichtigung der Urnenfelderkultur. Kleine Schriften aus dem Vorgeschichtlichen Seminar der Philipps-Universität Marburg 50. Marburg 2000.

VORLAUF, D., DOBIAT, C. 1990: Grabhügel mit Steinpfeilerkreisen im Umland von Marburg. Führungsblatt zu der restaurierten Grabanlage bei Schwalmstadt-Wiera, Schwalm-Eder-Kreis. Archäologische Denkmäler in Hessen 88. Wiesbaden 1990.

WIEGEL, B. 1991: Der Einfluß künstlerischer Rezeption auf die Untersuchung von prähistorischen Grabhügeln. Verständnis und Interpretation mittelbronzezeitlicher Hinterlassenschaften im Spiegel von Zeitgeist und Grabungstechnik. Bayerische Vorgeschichtsblätter 56, 1991, 99-123.

Abbildungsnachweis

Abb. 1 nach DOBIAT (1994, Plan D); Abb. 3 nach VORLAUF (1994, Text-Abb. 19); Abb. 4 nach DOBIAT (1994, Umschlagvignette) und VORLAUF (1994, Text-Abb. 20); Abb. 5 nach SCHULZE-FORSTER u. VORLAUF (1990, Abb. 8); Abb. 6 nach SCHULZE-FORSTER u. VORLAUF (1989, Abb. 3); Abb. 8 nach SCHULZE-FORSTER u. VORLAUF (1989, Abb. 2); Abb. 9 nach SCHULZE-FORSTER u. VORLAUF (1990, Abb. 9); Abb. 14 Vorlage aus MEIER-ARENDE (1989, Abb. 32); Abb. 2 und 7 sowie 10-13 Verfasser.

Anschrift des Verfassers

Dr. Dirk Vorlauf
Liebigstraße 9

D – 35096 Weimar (Lahn) – Niederweimar

Wiederaufbau eines eisenzeitlichen Gehöftes im Keltenmuseum Hochdorf/Enz

Tiberius Bader

Der Ort Hochdorf/Enz, Gemeinde Eberdingen, Landkreis Ludwigsburg, Land Baden-Württemberg liegt etwa 20 km nordwestlich der Landeshauptstadt Stuttgart. Nach der Verwaltungsreform von 1975 wurden die drei Orte, Eberdingen, Hochdorf und Nussdorf, die bis dahin unabhängige Gemeinden waren, zu einer einzigen Gemeinde mit dem Namen Eberdingen zusammengeschlossen. Heute hat die Gemeinde etwa 7000 Einwohner.

Aus Eberdingen und Nussdorf kennt man bisher keine archäologischen Fundstellen von besonderer Bedeutung. Sehr bruchstückhaft ist unsere Kenntnis über die archäologischen Fundstellen in der Gemarkung des Ortes Eberdingen. Hier gibt es neolithische, hallstattzeitliche und römische Spuren. Auch in Nussdorf ist die archäologische Lage unergiebig. Bis heute sind hier keine vorgeschichtlichen Fundstellen zu Tage gekommen. Es sind hingegen zwei römische Gutshöfe sowie Gräber aus alamannisch-fränkischer Zeit bekannt (BIEL 1993a, 180ff.).

Besser stellt sich die Fundsituation in der Gemarkung Hochdorf dar. Die Landschaft um den Ortskern, am Westrand des Strohgäues, bildet eine kleine, verhältnismäßig abgeschlossene Siedlungskammer, die sich nach Osten zum Glemstal und nach Norden zum Enztal öffnet. Nach Westen und nach Süden ist der Ort durch Höhenzüge, teilweise mit Wald bedeckt, eingefasst. Der Name des Ortes taucht erstmals im Jahre 811 in den Quellen auf, als der

Geistliche Heinrich dem Kloster Lorsch eine Basilika in Hochdorf schenkt (LUTZ 1975, 288).

Die ersten archäologischen Untersuchungen in der Gemarkung fanden vor dem Ersten Weltkrieg statt. Nordwestlich des Ortes liegt im Wald „Pfaffenwäldle“ eine Gruppe von 24 Hügeln, einige davon mit einem Durchmesser von 26 m und einer Höhe von noch 1,5 m. Elf Hügel wurden 1911 von Freiherr von Tessin ausgegraben. Leider gibt es über diese Grabungen weder eine Dokumentation noch brauchbare Berichte, obwohl die Funde sehr bemerkenswert sind. Die Bestattungen beginnen in der späten Hallstattzeit und setzen sich bis in die frühe Latènezeit fort. Unter den Funden sind besonders zwei Toilettebestecke – Ohrlöffel, Nagelschneider und Pinzette, die aus Oberitalien importiert wurden – zu erwähnen, eine Perlenkette aus Korallen, die aus dem Mittelmeerraum stammt, Schmucknadeln mit Bernsteinköpfen, zwei Goldohrringe und daneben der übliche Bronzeschmuck der späten Hallstattzeit. Hervorragend sind auch zwei Frühlatènefibeln, in Form eines Vogels bzw. eines Widders gearbeitet (STAEHLE 1923, 82. ZÜRN 1987, 95-96; Taf. 137-142. BIEL 1985, 28).

Die Besiedlung der Gegend beginnt mit der jungsteinzeitlichen bandkeramischen Kultur. Eine große Bandkeramiksiedlung zieht sich am Ostrand des Ortes entlang. Ihr Westteil wurde in der Flur „Reps“ freigelegt. Eine größere Siedlung der Schwieberdinger Kultur lag unter dem bekannten Fürstengrabhügel und konnte hier systematisch untersucht werden. Es waren Reste von Hausgrundrissen erhalten. Vor allem die zahlreichen Vorratsgruben haben ein reiches Fundmaterial ergeben und die Untersuchungen der Tier- und Pflanzenreste zeigen den wirtschaftlichen Hintergrund dieses jungsteinzeitlichen Dorfes (KEEFER 1988). Östlich des Ortes wurden auch andere jungsteinzeitliche Siedlungen entdeckt (BADER 1995 182f.).

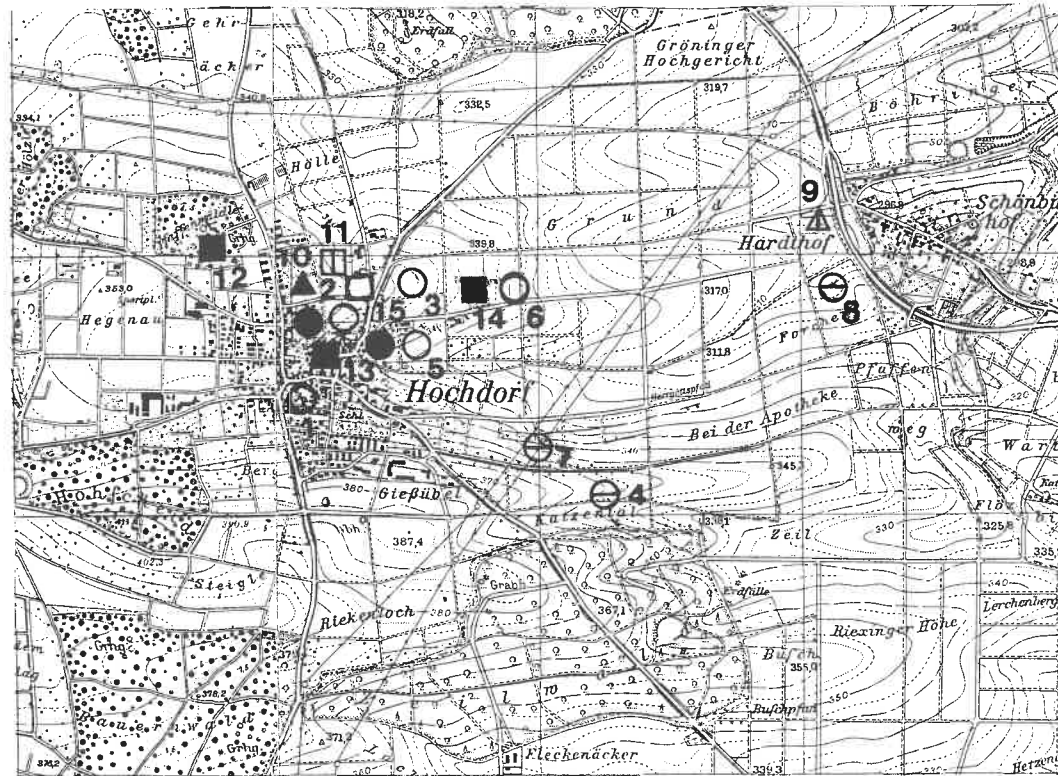


Abb. 1: Hochdorf. Lage der Siedlungen und der Gräber aus der Vorgeschichte. Steinzeit (○): 1 Baumgartenstraße, 2 Reps, 3 Lienle, 4 Katzental, 5 Biegelspfad, 6 Biegel, 7 Reutrain, 8 Forchen. Bronzezeit (△): 9 Egisäcker, 10 Reps. Eisenzeit (□): Sickental, 12 Pfaffenwäldle, 13 Hintere Weingarten, 14 Biegel, 15 Reps. ○ △ □ Siedlungen. ○ ▲ ■ Gräber. △ □ Streufunde.

Aus der Bronzezeit sind acht Gräber in Flur „Reps“ ausgegraben (BIEL 1991, 97ff.), aber die zugehörige Siedlung konnte bisher noch nicht lokalisiert werden. Außer einem Bronzefund und einem mittelständigen Lappenbeil sind keine anderen Funde oder Siedlungsspuren aus der Bronzezeit bekannt.

Um so besser sind die Siedlungsverhältnisse der späten Hallstatt- und frühen Latènezeit aus dem 6. - 4. Jh. v.Chr. erforscht (Abb. 1).

Am nordöstlichen Ortsrand, in der Flur „Reps“, wurde beim Bau des Keltensmuseums 1989 eine ausgedehnte Siedlung entdeckt, die auf einem flach nach Süden in die heutige Ortschaft hin abfallenden Hang, etwa in der Mitte zwischen dem

Fürstengrabhügel und dem Hügelgräberfeld Pfaffenwäldle liegt. Zwischen 1989 und 1993 konnte sie vom Landesdenkmalamt auf einer Fläche von etwa 2,6 ha fast vollständig untersucht werden. Dabei kamen äußerst qualitätsvolle Funde, darunter sogar griechische Keramik und eine Feinwaage, zu Tage. Die Anlage der Siedlung, die Qualität der Funde und andere Besonderheiten zeigen, dass wir hier einen Ort von herausragender Bedeutung vor uns haben. Nach dem Ausgräber kann man vom „Landsitz eines Fürsten“ sprechen. Die Spuren der eisenzeitlichen Holzgebäude zeigten sich als dunkle Verfärbungen im anstehenden Boden. In der Siedlung sind die einzelnen Gehöfte von Zäunen eingefasst und rechtwinklig zuein-

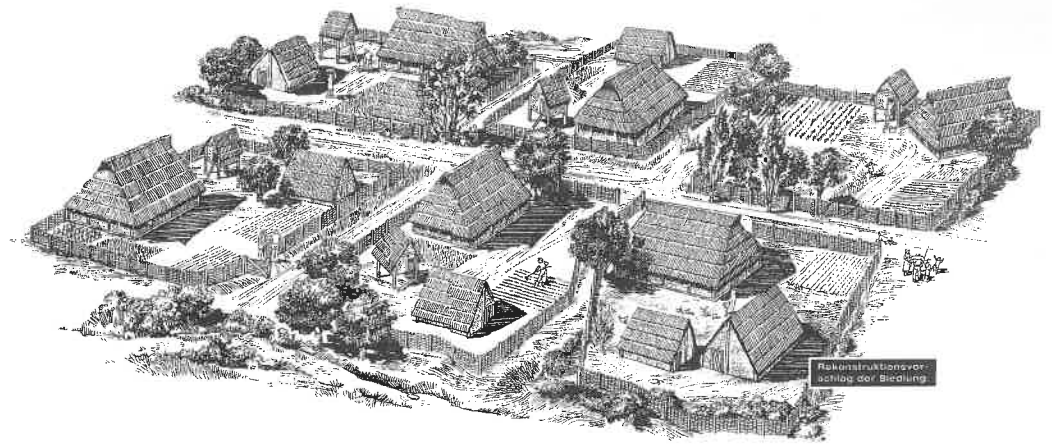


Abb. 2: Rekonstruktionsvorschlag der Siedlung von Hochdorf.

ander angelegt, was für eine planmäßige Anlage spricht. Wie die in der Grabung festgestellten Grundrisse zeigen, gehörten zu den Hofstellen große Wohnhäuser, kleine, eingetiefe Hütten, so genannte Grubenhäuser, Vierpfostenspeicher mit hoch gelegten Böden und Erdkeller in Form von Kesselsilos sowie Zäune (Abb. 2). Es handelt sich zum ersten Mal in der Vorgeschichte der Gegend um richtige Gehöfte oder Bauernhöfe.

Noch während der Grabung in der Siedlung kam die Idee auf, einen Teil der Siedlungsbefunde für die Rekonstruktion keltischer Häuser heranzuziehen und im Außenbereich neben dem Museumsgebäude ein kleines keltisches Gehöft zu errichten. Auf diese Weise sollte dem Museum ein attraktiver Freilichtbereich angeschlossen werden. Noch im Jahr 1990 wurde ein Entwurf für ein „Keltendorf“ ausgearbeitet, bei einer Firma in München ein Modell des Dorfes (Wohnhaus, Webhaus, gestelzter Speicher und zwei Grubenhäuser) bestellt und im Museum ausgestellt (Abb. 3). Im Herbst 1991 ging man daran, mit der Firma Istók aus Magyarlukata, Ungarn – die für Freilichtmuseen in Ungarn und Österreich Langstroh lieferte – Kontakt aufzunehmen und die Möglichkeiten der Dacheindeckung zu

besprechen. Als wir mit den Vorbereitungen soweit waren, scheiterte jedoch die Zusammenarbeit, weil der Dachdecker der Firma einen Herzinfarkt erlitten hatte und die Langstrohabteilung der Firma aufgelöst wurde. Das war für uns ein schwerer Verlust, nicht zuletzt wegen der außerordentlich guten Qualität des dortigen Roggenstrohs, das mit über 150 cm langen, starken und dicken Halmen angeboten worden war. Noch in jenem Jahr fertigte Helmuth Luley, der bekannte Rekonstrukteur, für das „Keltendorf“ die zeichnerische Rekonstruktion eines Webhauses nach einem Befund von 1989, die Baubeschreibung und die Holzliste. Dann folgten die langjährigen (1992-1997) Vorbereitungen, d.h. die Lektüre und Zusammenstellung

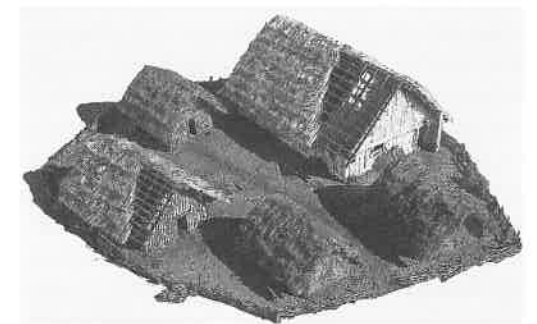


Abb. 3: Modell des Gehöftes.

der Fachliteratur sowie die Besichtigung der wichtigsten prähistorischen Nachbauten in Deutschland:

- Pfahlbaumuseum Unteruhldingen (REINERTH 1977);
- Freilichtmuseen von Oerlinghausen bei Bielefeld (ANDRASCHKO 1992);
- Bundenbach, in der Rheinland-Pfalz (NORTMANN 1987, 1990; Hitzacker, Niedersachsen),
- in Österreich, Freilichtmuseen von Asparn a.d.Zaya (HAMPL/WINDL 1992); Niederösterreich;
- Mitterkirchen, Oberösterreich (RIESENBERGER O.J.),
- in Dänemark, Freilichtmuseen von Hølufgård bei Odense, Fünen; Lejre bei Roskilde, Seeland (MADSEN 1991);
- Moesgård, Højbjerg, bei Århus (LUND/THOMSEN 1982, 187ff.); Naesby bei Odense, Fünen),
- in Polen, Freilichtmuseum Biskupin (GOLDMANN 1985. ZAJAKOWSKI 1994),
- in Wales, Eisenzeitliches Dorf im Freilichtmuseum Cardiff,
- in Ungarn, Archäologischer Park Százhalombatta (POROSZLAI 1999),
- in der Slowakei, Freilichtmuseum von Liptovská Mara (PIETA 1996)
- und das mittelalterliche Museumsdorf Düppel-Berlin (MÜLLER 1981).

Außer den dokumentarischen Aufnahmen in diesen Freilichtmuseen haben wir mit den Fachleuten, mit den jeweiligen Rekonstruktoren Besprechungen durchgeführt. Die gesammelten Kenntnisse und Impressionen wurden vom Verfasser in einem Bericht über vorgeschichtliche Rekonstruktionen zusammengefasst und veröffentlicht (BADER 1995, 149-213).

Nach diesen ausführlichen theoretischen Vorbereitungen konnte die praktische Arbeit mit der Ausarbeitung eines Konzepts beginnen. Es stellte sich die Frage, in welcher Form und in welchem Umfang die keltische Siedlung wieder aufgebaut werden sollte. Die Größe der zur Verfügung stehenden Baufläche und die finanziellen

Möglichkeiten erlaubten den Wiederaufbau eines der etwa zehn ergrabenen Gehöfte der Siedlung in Flur „Reps“.

Gemeinsam mit dem Ausgräber Jörg Biel wurden die Baubefunde ausgewählt, die der Rekonstruktion zu Grunde liegen sollten. Die Durchführung des Projektes übernahmen zwei Architekten, Meinrad N. Filgis vom Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, Stuttgart (ab Mai 1993, nach der Bewilligung von Prof. Dieter Planck) und Sabine Mauer, Nussdorf (ab 1995). Filgis fertigte einen Lageplan des Gehöftes und eine Skizze für die Rekonstruktion des Wohnhauses. Somit konnten wir die Rekonstruktionen der ausgewählten Baubefunde in Angriff nehmen. Die Rohzeichnungen wurden von S. Mauer architektonisch interpretiert und neu gezeichnet und das Projekt für die Baumaßnahme vorbereitet. (Für die Problematik der Hausrekonstruktion und des Nachbaus: AHRENS 1990; 1990a, 44ff. ANDRASCHKO 1995. BECK U. STEUER 1997. GAUER 1990, 52ff. KARL 1999. LULEY 1992. URBAN 1996). Das Projekt und die Pläne wurden am Symposium in Hitzacker, 14.-15. Oktober 1995 und an der Tagung für die experimentelle Archäologie in Százhalombatta, Ungarn, 3.-7. Oktober 1996, den Fachleuten vorgestellt (BADER 1999).

Anfang des Jahres 1996 (22.01.96) war das Projekt für den Bauantrag fertig. Am 28. Februar 1996 stimmte der Gemeinderat dem Baukonzept einmütig zu. Der Bauherr war die Gemeinde Eberdingen. Nach der Erteilung der Baugenehmigung durch das Baurechtsamt von Vaihingen/Enz suchte man nach einer Firma oder Mannschaft, die in der Lage ist, ein solches prähistorisches Bauvorhaben zu realisieren. Nach einem Misserfolg auf dem deutschen Arbeitsmarkt wollten wir den Bau mit einer Fachmannschaft vom Freilichtmuseum Biskupin, Polen, durchführen lassen. Die polnischen Kollegen Wiesław Zajakowski, Wojciech Piotrowski und Jerzy Szimański wurden nach Hochdorf

eingeladen und es folgte am 20./21. März 1996 eine Besprechung zu fachlichen und organisatorischen Fragen bei Bürgermeister Fetzer in Eberdingen. Dabei kamen alle Details zur Sprache, die Bauausführung für Gerüst, Wand, Holzverbindung, Tür, Fenster, Konservierung, Dachdeckung, Fußboden, Menge und Maß der Holzstämmen, die Ständer, die Träger des Dachgerüsts, die rund geplant wurden usw. Den ausgehandelten Vertrag und die Arbeitserlaubnis für die polnischen Fachkräfte hat das Arbeitsamt Duisburg – zuständig für die polnischen Fachkräfte als Gastarbeiter – abgelehnt. Begründung: Auf der Liste der zugelassenen Arbeiten, wie etwa Erntehelfer, stehe nicht das Bauen von Keltenhäusern! Damit waren alle vereinbarten Termine hinfällig. Der Baubeginn hätte am 24. Juni 1996 sein sollen. Da die polnischen Spezialisten auch in anderen Ländern gefragt sind und einen vollen Terminkalender hatten, kam Hochdorf nun in Bedrängnis. Wir hatten einen Partner gefunden und zudem zu günstigen Konditionen. Gemeinde und Museumsförderverein wollten sich die auf 120 000 DM veranschlagten Kosten teilen. Das erforderliche Bauholz lag inzwischen im Bauhof der Gemeinde. Ein Versuch, mit einer Mannschaft aus Ungarn zu bauen, die den archäologischen Park von Százhalombatta aufgebaut hat, scheiterte auch an finanziellen Problemen. Eine andere Möglichkeit, das Hochdorfer Dorf aufzubauen, suchten wir in der Slowakei mit der Mannschaft vom Freilichtmuseum Liptovská Mara, die schon Erfahrungen in prähistorischen Bauten gesammelt hatte. Auch diesem Versuch war kein Erfolg beschieden. Bürgermeister Rolf Fetzer und die Museumsleitung gaben aber nicht auf. Wir unternahmen einen zweiten Anlauf, um die polnischen Fachleute zu gewinnen (13.-16. September 1996 Besuch in Biskupin anlässlich des Museumsfests). Mit etwas gutem Willen und unter weitherziger Auslegung der Vorschriften ließ sich der Bau

des keltischen Gehöftes als „Restaurierungsmaßnahme“ einstufen (so etwas gibt es auf der Liste!). Aber auch dieser zweite Versuch gelang nicht (KAPF 1996). Die Enttäuschung war groß. Nach einer ratlosen und machtlosen Zeit lieferte die Politik die Lösung. Die damalige Bundesregierung hatte wegen der hohen Arbeitslosenzahl die Arbeitsbeschaffungsmaßnahme mit vierhundert Millionen DM zusätzlich subventioniert. Aus diesem Topf – nach einem raschen Antrag beim Arbeitsamt Ludwigsburg – erhielt das Keltenmuseum die fehlende finanzielle Hilfe. Die Baumaßnahme wurde über das Arbeitsamt bundesweit ausgeschrieben. Im Mai 1998 konnten endlich vier arbeitslose Zimmerleute im Bauhof der Gemeinde mit der Holzbearbeitung beginnen. Fast zwei Monate dauerte es, mit einem Beil den „Speck“ von den Eichenstämmen zu entfernen.

Inzwischen hatten wir vom lokalen Arbeitsamt die Genehmigung bekommen, das Dachdecken doch mit polnischen Fachkräften durchzuführen. Das Wohnhaus war am 28. November 1998 fertig! Am darauf folgenden Tag fiel es einer Brandstiftung zum Opfer.

Der zweite Nachbau des Wohnhauses wurde von der auf Holzarbeit spezialisierten Firma Lauffer aus Renningen im Jahr 1999-2000 durchgeführt, finanziert aus dem Versicherungsbetrag, den wir für das abgebrannte Haus bekommen hatten. Die Nebengebäude haben weiterhin zwei Fachkräfte aus der Arbeitsbeschaffungsmaßnahme aufgebaut. Das ist die kurze Geschichte von der Entstehung des keltischen Gehöftes.

Entsprechend dem genehmigten Projekt des Bauvorhabens wurde im Außenbereich des Museums, westlich vom Museumsgebäude, auf einer Baufläche von 1449 m², Grundstück Nr. 560/1, ein eisenzeitliches Gehöft rekonstruiert und nachgebaut. Dazu gehören ein Wohnhaus, ein Grubenhaus, ein Speicher, ein Erdkeller und ein Garten. Vorgesehen war noch der

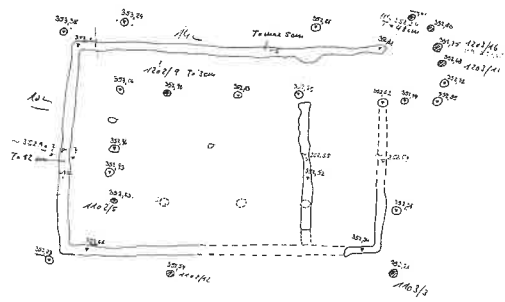


Abb. 4: Grundriss des Wohnhauses (archäologische Aufnahme), M. 1:100.

Aufbau dreier Öfen, ein Back-, ein Schmelz- und ein Töpferofen, aber nach dem Brand und in Anbetracht der Nähe der heutigen Wohnhäuser und anderer nicht vorhersehbarer Komplikationen beim Betrieb der Öfen haben wir darauf verzichtet. Was den Standort betrifft, so gehört das Gehöft zu den „Rekonstruktionen in situ“, fast „pfostengetreu“, weil es in Flur „Reps“ liegt, an der Stelle des eisenzeitlichen Dorfes, das die einzelnen, der Rekonstruktion zu Grunde liegenden Baubefunde geliefert hat, ähnlich der Situation der Freilichtmuseen von Biskupin und Bundenbach (BADER 1995, 168).

Beschreibung der einzelnen Bestandteile des Gehöftes

1. Wohnhaus

Der archäologische Befund:

In der Siedlung in Flur „Reps“ von Hochdorf/Enz sind nur wenige Grundrisse von Wohnhäusern gefunden worden, weil sie größtenteils der Erosion im Hangbereich zum Opfer gefallen sind. Die Baubefunde wiesen nur noch geringe Tiefe auf. Glücklicherweise konnte am Südrand der Grabungsfläche im Jahr 1990 der Grundriss eines großen Schwellbalkenhauses aufgedeckt werden. Auch hier war der Erhaltungszustand des Befundes durch Erosion

bereits stark beeinträchtigt. Der Bau besaß eine Grundfläche von 10 x 14 m, und die Höhe wird ca. 9 m betragen haben. Der Länge nach ist der Großbau in zwei funktionale Einheiten gegliedert, die am Grabungsbefund abzulesen sind: im Westteil ein großer Hauptraum mit knapp 10 m (= 70% der Gesamtlänge), im Ostteil ein schmaler Vorraum mit knapp 3 m (= 30%). Der Eingang lag an der Ostseite. Zwei Reihen mit je vier Pfostenlöchern, parallel zu den Längswänden, zeigen, dass der Hauptraum eine dreischiffige Einteilung mit breitem Mittelschiff aufwies. Das Mittelschiff ist fast doppelt so groß wie die zwei Seitenschiffe. An der westlichen Schmalseite zeigte sich eine Pfostenlöcherreihe, die mit der Dachgerüstkonstruktion zusammenhängt. Die Pfostenlöcher waren nicht auffällig groß, wie der Ausgräber Biel mehrfach betont. Einige davon gaben sich im Profil deutlich zu erkennen, andere erschienen nur als Verfärbungen auf der Oberfläche. Die fehlenden Löcher wurden im Grundriss ergänzt. Wie tief die Pfosten ursprünglich eingetieft waren, ist schwierig zu beurteilen. Etwa 80-100 cm kann man sich bis zum historischen Lauffhorizont vorstellen. Der Erhaltungszustand der Pfostenlöcher war auch kaum geeignet, Aussagen über die genaue Stärke der ehemals darin aufgestellten Ständer zu treffen. Ebenso konnte man nicht feststellen, wo innerhalb der Pfostengrube der eigentliche Pfosten stand. Von der Hauswand ist ein ca. 12 cm tiefes und 25-30 cm breites Gräbchen mit Balkenresten erhalten. Im Außenbereich, etwa 1 m vor der Wand, wurde eine Reihe von Pfostenlöchern gefunden, die als senkrechte Stütze eines überstehenden Walmdaches interpretiert werden können. Ein Pfostenloch an der südöstlichen Ecke des Hauses, 59 cm tief, hatte eine Neigung in falscher Richtung. Vor dem Eingang wurde eine Reihe kreissegmentförmig angeordneter Pfostenlöcher mit wechselnden Tiefen (5-48 cm) gefunden (Abb. 4).

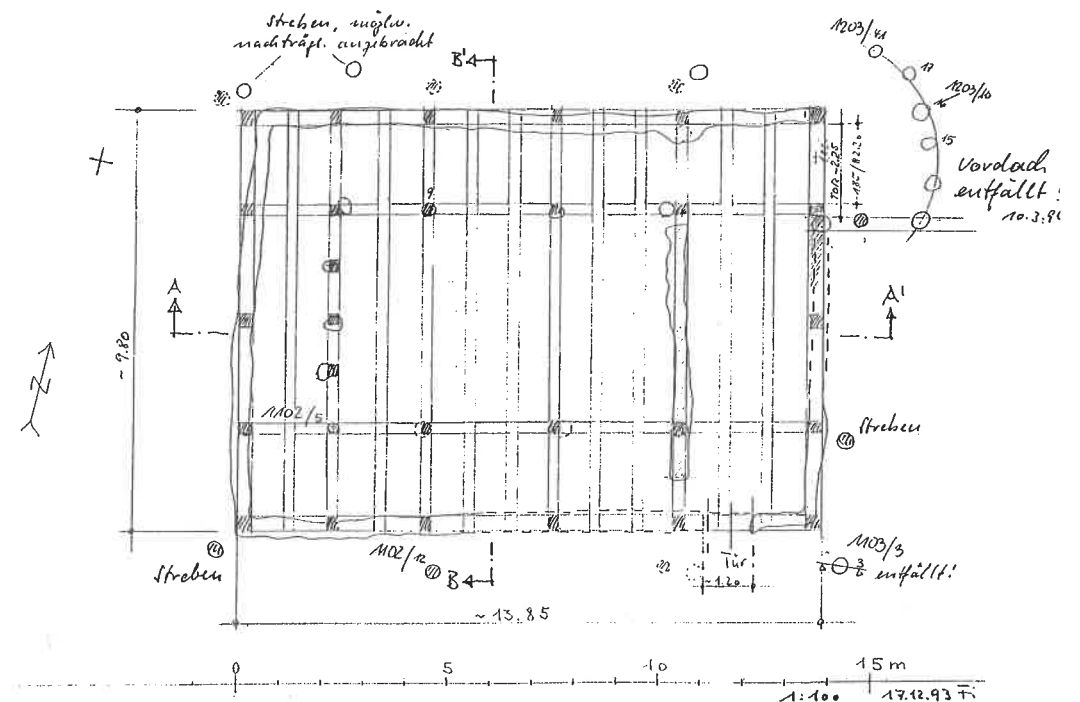


Abb. 5: Architektonische Interpretation des Grundrisses des Wohnhauses (M. Filgis).

Rekonstruktion:

Da die bauliche Interpretation des Grabungsbefundes im Allgemeinen mehrere Modellvarianten zulässt, wird die Entscheidung für eine der möglichen Bauformen durch mehrere Faktoren bestimmt. Der Grundriss des Wohnhauses wurde von Architekt M. Filgis vom Landesdenkmalamt Stuttgart architektonisch interpretiert (Abb. 5) und in einen Rekonstruktionsversuch umgesetzt. Das Grundkonzept sah vor, die beobachteten einzelnen Bauelemente möglichst genau vom Grabungsbefund auf die Baustelle zu übertragen. Die Rekonstruktion des Hauses geht davon aus, dass das Dachgerüst von Dachpfosten getragen wurde, die durch Querhölzer zu Pfostenpaaren als Joche zusammengefasst sind. Auf den Jochen liegen in Hauslängsrichtung zwei kräftige Balken, die beiden Seitenpfetten und oben in der Mittelachse die Firstpfette. Als weitere Querverbindungen gibt es so genannte Einzüge zwischen

den Dachpfosten und der Längswand. Unklar ist, ob diese Querverbindung nur zwischen Wand und Dachpfosten bestand oder auch zwischen den Pfosten. Von sich aus hat Filgis diese Verbindung vorgesehen, die während des Nachbaus nicht unumstritten war (siehe Nachbau, Abb. 6). Bei der Rekonstruktion des Daches wurden die Anwesenheit einer Pfostenlöcherreihe an einer der Schmalseiten und die Wand des Vorraums an der anderen Schmalseite berücksichtigt und das Dach als Walmdach rekonstruiert, Höhe etwa 9 m. Auf den First-, Mittel- und Wandpfetten war vorgesehen, rechtwinklig in der Dachschräge runde Sparren (Rofen) aufzubinden, die das Dach aufsteifen. Sie bilden gleichzeitig das Konstruktionsgerüst für die Dachdeckung. Auf die Sparren kamen horizontal die Latten. Die Neigung des Daches und damit die Höhe der tragenden Ständer wird von der Schmalseite des Hauses und der Art der Dachdeckung be-

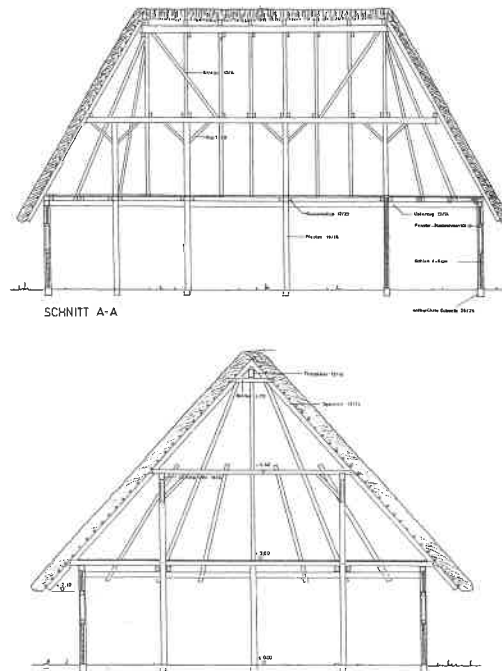


Abb. 6: Rekonstruktion des Wohnhauses. Längs- und Querschnitt.

stimmt, unter Berücksichtigung der volkskundlichen Beispiele (Holzhäuser in den Karpaten). Sie ist bei der Verwendung von Stroh mit etwa 45-50° einzurichten, um ein rasches Abfließen von Regen und Schnee zu gewährleisten. So entstand eine Firsthöhe von ca. 9 m über dem Laufhorizont. Zur Dachdeckung bietet sich Langstroh aus Roggen an. Laut archäobotanischen Analysen liegen aus der Siedlung von Hochdorf Nachweise für einen intensiven Getreideanbau vor (STIKA 1995, 80-87; 1999, 401-414). Aus schriftlichen Quellen (Caesar) geht klar hervor, dass die keltischen Häuser mit Stroh bedeckt sind. Reet wächst nicht im süddeutschen Raum, Schilf ist in Flusstälern bekannt, aber eine derart große Menge, wie man sie für ein solch großes Haus braucht, stand nicht zur Verfügung. Auch heute importiert man Schilf aus Ungarn (Balaton und Fertótó). Nimmt man an, dass im Innern des Hauses auch neben den Außenwänden ein auf-

rechtes Stehen möglich war und orientiert dies an Körpergrößen und an den vorgeschichtlichen Hausmodellen in Italien und Mitteleuropa, so entsteht ein Haus mit etwa 2,30 m Wandhöhe. Am ganzen Gebäude herrscht Einheit von Funktion, Konstruktion und Form. Ziel des Aufbaus war es in erster Linie, den Besuchern einen Eindruck vom äußeren Erscheinungsbild und Umfang der eisenzeitlichen Häuser im süddeutschen Raum zu geben.

Eine andere Frage war die Rolle der äußeren Pfostenlöcher bzw. der Pfostenreihe um das Haus. Filgis hat hier schräge Pfosten als Wandstützen, wie in der Gotik die Strebebögen, interpretiert. In einem Fall war das Pfostenloch wirklich schräg im Boden. Meiner Meinung nach könnte zwischen der eigentlichen Wand und der Pfostenreihe ein offener Flur oder Gang gewesen sein, wobei die Pfosten senkrecht aufgestellt waren und auch zusätzlich das verlängerte Dach stützten. Also hatten sie auch eine tragende Funktion. Für diese Lösung haben wir zahlreiche ethnologische Beispiele sowohl im Westen auch als im Osten des Kontinents. Ein anderer Lösungsvorschlag für diese äußeren Pfostenlöcher kommt von ANDERSEN (1951). Er rekonstruierte vom Dachfirst bis außerhalb der Hauswand auf den Boden reichende, schräg stehende Sparren, was jedoch von mehreren Forschern, wie Hatt, Backer usw. abgelehnt wurde. Bei der Rekonstruktion des Hauses für den Wiederaufbau haben wir diese Pfostenreihe aus verschiedenen Gründen nicht mehr berücksichtigt. Die Pfostenlöcher in Kreissegmentform vor dem Eingang lassen ein Vordach auf Pfosten vermuten, das den Eingang ins Haus schützte. Ein „Pridvor“ vor dem Haus. Wegen der Rekonstruktionsschwierigkeiten haben wir auf dieses Vordach verzichtet. – Im Projekt wurde für das Wohnhaus allgemein kantiges Eichenholz vorgesehen. Im Stuttgarter Großraum gab es in frühkeltischer Zeit ausgedehnte Eichenwälder (KÖRBER-GROHNE 1985, 89-91).



Abb. 7: Entrinden und Entsplinten der Holzstämmе.

Rekonstruktion der einzelnen Hauselemente/-teile:

Die Wandrekonstruktion ist für sämtliche vorgeschichtliche Rekonstruktionen eine Schlüsselfrage. Die Rekonstrukteure haben hier eine schwierige Aufgabe, weil die Befunde selten Hinweise auf die Wandbauart bieten. Auf Grund der wenigen Befundnachweise kennen wir für vorgeschichtliche Bauten eine ganze Anzahl verschiedener Wandtypen, die hier kurz aufgezählt seien: Pfosten mit Flechtwerk, also eine Flechtwerkwand mit ein- oder zweiseitigem Lehmewurf; Palisadenwand aus senkrecht nebeneinander gestellten Spaltbohlen; Soden- oder Erdwand aus Grassoden oder einfach gestampfter Erde gemischt mit Streu; Bohlenständerwand oder Pfosten-Bohlenbau, aus horizontal gesetzten Spaltbohlen zwischen zwei senkrechten Ständern; Blockbauwand aus waagrecht übereinander liegenden Rundhölzern; Fachwerkwand aus senkrechten und waagerechten Hölzern, die

ein stabiles Rahmenwerk bilden (LULEY 1992, 20ff. BADER 1995, 173 Abb. 12). Nach dem Befund – ein Gräbchen für Schwellbalken – scheint es sich bei der Wandkonstruktion des Wohnhauses um eine Bohlenständerwand gehandelt zu haben: Zwischen zwei senkrechten Ständerpfosten, die in den Schwellbalken eingelassen waren, wurden als „Ausfachung“ horizontal Spaltbohlen verlegt. Sie sitzen in Nuten, die aus den Ständerpfosten ausgestemmt worden waren. Als Holzverbindung verwendet man: vierkantig gearbeitete Zapfen und Zapfenlöcher; einfache Überblattung der zwei Querbalken an der Ecke mit Zapfen; viereckige Nuten in den Ständern.

Die Haupttür besteht nach dem Projekt aus zwei starken vierkantigen Türpfosten, bzw. zwei in der Wand einander gegenüberliegenden Doppelpfosten, die unten in den Schwellbalken, oben in den Türsturz durch je eine Angel in ein Loch eingeführt sind und zwei hölzernen Türflügeln aus Spalt-



Abb. 8: Besprechung im Bauhof der Gemeinde anhand des Modells für das Wohnhaus.

bohlen oder dicken Brettern, die mit Holznägeln zusammengesetzt sind. Als Scharnier dient je eine Angel, die in ein Loch im Türsturz und im Türschwelligholz eingeführt wird. Mit Holzriegeln wird das Haus verschlossen. Für die Türrekonstruktion stehen folgende archäologische Befunde zur Verfügung: Robenhausen, Biskupin, Dune, Haithabu und Altenburg bei Niedenstein. Die Rekonstruktion der Fenster war fraglich (bei den zwei Nachbauten wurden zwei verschiedene Lösungen verwendet). Archäologische Befunde für Fenster gibt es wenige: Haithabu (schmal-rechteckig, stehendes Format), Schafis, Kt. Bern (Brettfragment mit Holzriegel, H. 70 cm) (ANDRASCHKO 1995, 42). Vorgeschlagen wurden Fenster ca. 70 x 50 cm groß, einflügelig, aus Holzbrettern mit Holzriegeln. Der Fußboden sollte einfacher, gestampfter Lehmfußboden, mit Kuhdung gestrichen, sein, aber es wären hier auch horizontale Bohlen vorstellbar.

Der erste Aufbau

Das Baumaterial bereiteten die Mitarbeiter des Bauhofes der Gemeinde unter der Leitung von Manfred Arendarek vor. Die Auswahl der Baumstämme erfolgte nach den erforderlichen Maßen und Stärken im Gemeindewald nach einer Holzliste, die zusammen mit dem Statiker H. Beigel und den polnischen Fachkräften unter der Leitung von Zajakowski zusammengestellt wurde. Die Holzart, die für den Bau des Hauses verwendet wurde, konnte nicht nachgewiesen werden, aber nach der Forschung von KÖRBER-GROHNE (1985, 89-91) handelt es sich ganz bestimmt um Eiche, die wir folglich auch verwendet haben. Im Frühling/Frühsummer 1996 wurden die Baumstämme für die Ständer, die Träger des Dachgerüsts und für die Wände im Wald der Gemeinde geschlagen. Die Ständer und die Bohlen für die Wände wurden mit mobilem Sägewerk von Willi Holzbauer



Abb. 9: Probeaufbau im Bauhof.

aus Häfnerhaslach im Bauhof gesägt und fachkundig hier abgelagert, wo sie bis zum Baubeginn im Mai 1998 liegen blieben. Die Stämme trockneten leider zu stark aus, wodurch die Bearbeitung erschwert wurde. Am 4. Mai 1998 nahmen drei Zimmerleute Andreas Knödl, Vorarbeiter, Gunter Räuchle und Heinrich Hundorf im Rahmen einer Arbeitsbeschaffungsmaßnahme die Vorrichtung der Stämme im Gemeindebauhof auf. Später kamen nach dem Ausfall von H. Hundorf noch Peter Biel, Cemal Bilici und Jens Schuster hinzu. Die erste Aufgabe bestand darin, die Rinde und den Splint, den „Speck“ auf den Holzstämmen mit einem Beil manuell zu entfernen, bzw. die Stämme zu entrinden und entsplinten (Abb. 7). Damit kam die erste Schwierigkeit auf, ein statisches Problem einerseits – der Splint war 2-3 cm, sogar manchmal 4 cm dick – spezifisch für den süddeutschen Raum (im Karpatenbecken unter 1 cm), was bei der Berechnung des Durch-

messers der Ständer nicht berücksichtigt worden war. Andererseits war der Zeitaufwand für das Entsplinten mit etwa zwei Monaten viel zu groß. Schon von Anfang an bestand eine enge Zusammenarbeit zwischen der Gemeinde als Bauherr, repräsentiert durch Bürgermeister R. Fetzer, den Architekten M. Filgis, S. Mauer, dem Archäologen, dem Verfasser dieses Beitrages, dem Statiker H. Beigel, M. Arendarek, Leiter des Bauhofes, verantwortlich für die Beschaffung der Arbeitsmittel und den vier Zimmerleuten. Alle Beteiligten kamen immer wieder zusammen, um organisatorische und technische Fragen zu erörtern.

Um die verschiedenen Überlegungen zu Statik und Rekonstruktion zu prüfen, entstand ein Modell im Maßstab 1:10 (Abb. 8). Von Anfang an war uns klar, dass die theoretischen Vorgaben im Projekt nur ein allgemeiner Rahmen, ein vorgesehene Ziel zur Umsetzung in die Praxis sein konnten.



Abb. 10: Die Wände wurden aus Ständern und Bohlen aufgebaut.

So wurde schon im Bauhof ein Probeaufbau unternommen (Abb. 9). Von vornherein haben wir die Handarbeit mit Beil, Meißel, Hammer usw. vorgezogen, aber auch moderne Werkzeuge in der Holzbearbeitung eingesetzt, jedoch ohne Metallverbindungen zu verwenden. Bei einem Besuch des Federseemuseums Bad Buchau und der Heuneburg Ende Mai hatte die Mannschaft Gelegenheit, sich mit den dortigen Rekonstruktionen vertraut zu machen. Gleichzeitig erfolgte die Vorbereitung des Geländes für die Baumaßnahme im Außenbereich des Museums von der Firma G. Mauer, Nussdorf. Im Gelände haben wir den Grundrissplan aus dem Projekt, der weitgehend dem archäologischen Befund entspricht, auf den Bauplatz übertragen. Das Gelände verlangte eine Abweichung von der ursprünglichen Himmelsrichtung, so dass die Eingangstür anstatt Richtung Osten nach Süden liegt. Ursprünglich war vorgesehen, die Schwellbalken im Kies-

bett in bestimmten Abständen mit großen Steinen zu unterlegen. Wegen der heutigen pedologischen Lage des Geländes war das aber nicht möglich. Durch die vorausgegangenen archäologischen Grabungen war der Untergrund bereits gestört und stellenweise wieder aufgefüllt worden. Außerdem besitzt das Gelände in der Süd-Nord-Achse nach Norden hin eine ziemlich starke Neigung. Auf dem Bauplatz des Wohnhauses betrug das Gefälle zwischen den südlichen und nördlichen Schmalseiten des geplanten Gebäudes 0,75 m. Eine Auffüllung bei unsicheren Bodenverhältnissen hätte, selbst stark gestampft, die erforderliche statische Sicherheit nicht gewährleistet. Deswegen kamen alle Beteiligten zum Schluss, unter die tragenden Ständer und äußeren Wände je einen Betonkranz einzubauen. So blieb es uns „erspart“, die nötige Tiefe der Löcher für die Ständer auszurechnen (LULEY 1990, 38; 1992, 64ff.) und auszugraben! Zuerst wurde nun von



Abb. 11: Die Innenpfosten wurden als Joche zusammengebaut.

einem Vermessungsingenieur zusammen mit der Architektin Mauer, dem Projektleiter und dem Vorarbeiter der Gebäudeplan in dem Gelände markiert. Die Firma Egon Mauer, Nussdorf, trug den Humus ab und ebnete den Baugrund auf das nötige, wassergerade Niveau, wozu teilweise Lehm aufgeschüttet und maschinell verdichtet werden musste. Es wurden Strom- und Wasserleitung sowie die Drainage für die Entwässerung gelegt und die zwei Betonkränze fertig gestellt.

Im Bauhof waren die Stämme für die Baugerüstständer nun entrindet und der Splint entfernt worden. Die Zimmerleute hobelten die vorgesägten Bohlen und Ständer für die äußere Wand nach, entfernten die Sägespuren und bauten die Schwellbalken und die Ständerbohlenwand zur Probe zusammen. Die Unterseiten der Schwellbalken wurden im Bauhof mit Teer behandelt. Bei mehreren Besprechungen zwischen den Architekten, dem Statiker, dem

Archäologen und den Arbeitern wurden die einzelnen Fragen des Aufbaus, Holzverbindung, Dachgerüst, Giebellösung, Tür und Fenster besprochen. Strittig war die Aussteifung des Gebäudes durch Streben, also Querverbindungen zwischen Innen- und Längsaußenwänden, die eigentlich im Projekt vorgesehen war. Dieses Vorhaben wurde bei einer Besprechung am 24.08.98 jedoch vorwiegend aus ästhetischen Gründen abgelehnt, um den optischen Eindruck der Höhe des Innenraums nicht zu beeinträchtigen. Aus Sicherheitsgründen – und um Schäden zu verhüten – forderte der Statiker, bei starkem Westwind auf der Bohlenlage über den Schmalschiffen Metallbänder zu befestigen. Mitte Juli begannen wir auf dem fertig gestellten Bauplatz, das Haus aufzubauen, was ohne weitere Schwierigkeiten verlief. Die Wände wurden ausschließlich in Handarbeit aufgebaut bzw. Ständer und Bohlen zusammengestellt (Abb. 10). Die

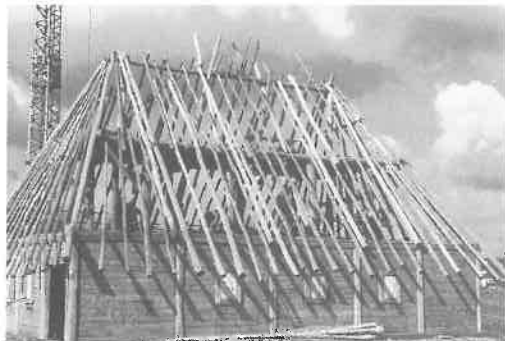


Abb. 12: Die Sparren auf dem Dach reichten von der First-, durch die Mittel- bis zur Wandpfette.

Innenpfosten wurden als Joche zusammengebaut und mit Hilfe eines Kranes aufgestellt (Abb. 11). Die Sparren aus Rundholz reichten von First- durch die Mittel- bis zu den Wandpfetten (Abb. 12). Die Latten wurden mit Holznägeln, die unsere Arbeiter gefertigten hatten, sowie Schnüren – extra bestellt von der Firma Seilerei Naurer GmbH Reutlingen – auf den Sparren befestigt.

Die Dachdeckung mit Langstroh aus Polen haben die zwei polnischen Fachkräfte vom Museum Biskupin, Jerzy Szimański und Julga Marek, nach langer Vorbereitung Mitte Oktober begonnen. Dazu gehört auch eine lange Geschichte. Als der Leiter der Firma Istók aus Ungarn, Tóbiás Kékes mir am 28.04.1998 mitgeteilt hatte, dass die ungarische Firma das Langstroh nicht liefern und auch die Deckarbeiten nicht übernehmen könne, habe ich am 05.05.98 erneut Kontakte mit dem Leiter des Museums Biskupin, Zajączkowski, aufgenommen und schon am 12.05. schriftlich das Stroh für ca. 400 m² Deckungsfläche d. h. 140 m³ bestellt. Geliefert wurden aber am 10. Oktober nach meiner Rechnung nur etwa 70 m³. Obwohl einige örtliche Landwirte bereit waren, Roggen anbauen zu lassen, haben wir Langstroh im Ausland gesucht – einerseits, weil hier in unserer Gegend das Getreide nur etwa bis 60 cm hoch wächst, andererseits musste die Bearbeitung manuell erfolgen. Die polni-

schen Bauern mähen den Roggen mit der Sense und dreschen ihn in kleinen Bündeln mit der Hand. Das fertige Langstroh, bzw. die Schütte, wird in größeren Dachschrauben oder zu einem Strohband (Ø 40 cm) mit Plastikschnur zusammengefasst, leider nicht getrennt von den kürzeren Halmen und Unkräutern. Die Länge der Strohhalme schwankt zwischen 100-120 cm und die Halme sind relativ dünn. Die Qualität des Langstrohs aus Ungarn ist auf Grund der Bodenverhältnisse und des Klimas viel besser. Die Strohbande, die wir aus Polen erhielten, mussten dagegen von den beiden polnischen Arbeitern erst vorbereitet werden, d.h. die längeren Halme wurden von den kürzeren und von Unkraut getrennt und in kleinen Bündeln (Ø 20 cm) mit Strohseilen zusammengebunden. In einer muldenförmigen Holzkiste wurden sie danach mit einem speziellen Sensenmesser gerade geschnitten.

Die Dachdeckung begannen die zwei polnischen Arbeitskräfte und ihre deutschen Kollegen an der Westseite des Daches, an der Nordwestecke. Für die erste Reihe, am Rand des Daches, wurden Strohbander eng nebeneinander gelegt und mit handgefertigtem Strohseil an der Dachlatte befestigt. Die Ähren waren nach oben gerichtet. Auf diese erste Strohreihe kam eine weitere, aber mit nach unten gerichteten Ähren. Das überstehende Stroh musste nun mit einem Sensenmesser oder einer großen Schere auf die Länge der ersten Reihe zurückgeschnitten werden. Die Strohschichten darüber brachte man gleich dicht mit den Ähren nach unten an.

Die Ausrichtung der Ähren ist regional unterschiedlich. Beim Reet in Norddeutschland und beim Schilf in Osteuropa sind sie immer nach oben gerichtet. Bei der Dachdeckung mit Langstroh in Ungarn verwenden die Dachdecker beide Verfahren, in Siebenbürgen richtet man die Ähren ausschließlich nach oben. Beide Arten der Ausrichtung haben ihre Vor- und Nachteile. Wenn die Ähren nach unten liegen,



Abb. 13: Die Strohdeckungstechnik.

läuft das Regenwasser schneller ab, aber die Haltbarkeit ist meiner Meinung nach kürzer. Wenn sie nach oben gelegt sind, läuft das Wasser nicht so schnell ab, aber die Haltbarkeit ist länger.

Zur weiteren Befestigung verwendeten die Dachdecker 2-3 cm dicke Haselruten, die sie horizontal auf die Strohbander legten, etwa auf Höhe des oberen Drittels. Zunächst banden sie diese Ruten provisorisch mit Hanfschnur an den Latten fest. Danach wurde die Strohschicht endgültig mit langen Weidenruten in 40-50 cm Entfernung an der Latte befestigt.

Dazu gehören die folgenden Arbeitsschritte: Mit einem 30-40 cm langen Holznagel wird ein Loch durch die Strohschicht vorgestochen. Die Weidenrute wird am oberen Ende mit mehreren festen Knoten an die Haselrute gebunden. Dann steckt man die Weidenrute durch das vorgestochene Loch neben der Latte nach innen. Ein zweiter Arbeiter, der innen auf dem Dachboden steht, übernimmt die Rute, biegt sie zurück und steckt sie durch ein Loch auf der anderen Seite der Latte wieder nach oben. Außen auf dem Dach wird sie dann wiederum mit mehreren Knoten an der Haselnussstange festgebunden.

Die polnischen Fachleute wenden ein interessantes Verfahren an, das ich beim Dachdecken – ich habe es auf meinem Geburtshaus in Siebenbürgen selbst mitgemacht – weder in Norddeutschland,



Abb. 14: Das fertig gestellte Haus am 28.11.1998.

noch im Karpatenbecken je gesehen habe. Sie verwenden ein Spezialgerät, polnisch „Kluka“ genannt, das aus zwei Holzstangen besteht. Eine mit einem Haken und Löchern geht ins Stroh hinein, die andere mit zwei Löchern wird nach dem Zusammendruck des Strohs mit Hilfe eines Holznagels an der anderen Stange befestigt. Auf diese Weise wird das Stroh stark zusammengepresst und dicht gemacht, so dass das Regenwasser nicht eindringen kann. Dieses Verfahren ist sehr wichtig beim Binden mit Weidenruten, wo die Möglichkeit, das Stroh stark zusammenzupressen sehr gering ist im Gegensatz zum Binden mit Metalldraht (Abb. 13). Zum Schluss, nachdem eine größere Fläche gedeckt ist, wird mit einer langen Holzstange die Fläche von den übrig gebliebenen Strohresten „geputzt“. Diese einfache, aber originale alte Lösung ist einmalig. Szimański hatte diese Technik von den alten polnischen Dachdeckern gelernt. Die Methode wurde auch für die Deckung der Häuser im Museum Biskupin verwendet.

Das Haus war am Nachmittag des 28. November 1998 fertig gestellt (Abb. 14). Am Tag darauf, dem ersten Adventssonntag zwischen 6.30 und 7.30 Uhr, ging es in Flammen auf und brannte vollständig aus. Nur das Dachgerüst und die Wände blieben übrig (Abb. 15). Die Brandursache ist bis heute ungeklärt, höchstwahrscheinlich



Abb. 15: Das am 29.11.1998 ausgebrannte Haus.

war es Brandstiftung. Im Haus lag noch provisorisch das Reststroh für die Nebengebäude. In der darauf folgenden Woche wollte man das Stroh in einer Scheune in Eberdingen für die Winterzeit einlagern und im Frühling verwenden. – Die Gesamtkosten des Projektes lagen bei etwa 550.000 DM und setzen sich folgendermaßen zusammen: Grundstück 229.000 DM und Baukosten 225.000 DM. Davon wurden 152.000 DM durch den ABM-Zuschuss vom Arbeitsamt Ludwigsburg, 40.000 DM durch den Förderverein Keltenmuseum und um 90.000 DM durch Spenden gedeckt. Nach dem Brand lag der Schaden bei 300.000 DM.

Einige allgemeine Überlegungen zum ersten Nachbau des Wohnhauses seien hier noch angeschlossen: Eine viel diskutierte Frage war der Querschnitt der dachgerüsttragenden Pfosten: Sollen sie rund oder eckig sein? Im Projekt waren sie noch vierkantig vorgesehen, bei der Besprechung der Holzliste mit den polnischen Fachleuten kam man jedoch überein, sie rund auszuführen. Das hatte folgenden Grund: Durch das Behauen der Stämme zu eckigen Pfosten wird die innere Struktur des Holzes wesentlich verändert, die Fasern werden durchgeschnitten und damit stark geschwächt. Es ist nicht einzusehen, warum die Hausbauer der Vorgeschichte diesen großen und eigentlich nutzlosen Arbeitsaufwand betrieben haben sollen. Anderer-

seits sind im Laufe der Architekturgeschichte von den Griechen bis heute die dachtragenden Säulen aus Stein oder Marmor immer rund im Querschnitt. Bei den keltischen und dakischen Heiligtümern waren die Säulen auch rund. Was sagen die archäologischen Befunde, die Pfostenlöcher? Auf der Heuneburg sind die Holzreste, bzw. die Spuren allgemein vierkantig, ebenso in Manching. Es gibt jedoch auch Bebauungsspuren mit runden Pfosten, in Zavist (Böhmen) z.B. ausschließlich runde. Für die Späthallstattzeit sprechen die Archäologen für den süddeutschen Raum von vierkantigem Bauholz.

Die Stämme waren, wie erwähnt, schon im Bauhof rund bearbeitet worden, entrindet und der „Speck“ entfernt, der ursprünglich bei der Berechnung des Durchmessers sowieso nicht einkalkuliert wurde, so konnten sie aus statischen Gründen nicht mehr weiterbearbeitet werden. Daher bekam das Haus runde zentrale Holzständer. Die allgemeine Wirkung war nicht schlecht!

Eine andere Frage war die handwerkliche Ausführung. Zwischen den zwei Konzepten, die prähistorischen Häuser „primitiv“ zu rekonstruieren und aufzubauen oder auf einem höheren technischen Niveau, haben wir für eine Zwischenlösung plädiert. Es entstand also kein ganz „primitives“ Haus, wie es das nordische Konzept vorsieht, nach dem die Häuser in Dänemark, Norddeutschland und in Holland wieder aufgebaut wurden, aber auch kein Fachwerkhaus. Trotzdem wirkte unser Haus archaisch: Die handwerkliche Bearbeitung, die Holzverbindungen waren nicht allzu sauber und perfekt, sondern eher etwas unregelmäßig ausgeführt, ein Eindruck, der auch auf Grund der Verwendung von Rundholz bei den Verbindungen zwischen den Dachständern und Querverbindungen, bei den Steifungen und Kopfholzen entsteht. Das Ganze wirkte jedoch authentisch – ein Haus, wie es in der Eisenzeit gestanden haben könnte. Uns war klar, dass trotz aller Bemühungen natürlich eine ge-

wisse Unsicherheit blieb, weil diese Rekonstruktion bzw. der Nachbau mit dem Original nicht zwangsläufig übereinstimmen musste. Dennoch können diese Bauten für die Archäologie und allgemein für die Vorgeschichte zu einem beträchtlichen Erkenntniszuwachs führen.

Der zweite Aufbau

Gleich nach dem Brand beschlossen die Verantwortlichen den Wiederaufbau des Hauses. Schon am 01. Dezember arbeiteten zwei ABM-Kräfte am Grubenhaus weiter. Zuerst waren wir uns einig (Bürgermeister Fetzer, Landeskonservator Biel und der Verfasser dieses Beitrags), das Risiko auf uns zu nehmen, das Haus noch einmal mit Stroh zu decken. Das stehen gebliebene, verkohlte Balkengerüst wurde dokumentiert, fotografiert, von S. Mauer abgezeichnet und eine neue Dokumentation für den erneuten „Nachbau“ vorbereitet. Am 22.03.1999 kam man bei einer Besprechung überein, Raimund Maier, Stuttgart, einen Spezialisten für Holzbau, heranzuziehen. Die „Ausführungsmängel“ des ersten Aufbaus sollten nun vermieden werden, d.h. die Ständer wurden vierkantig vorgesehen, eine Innenaussteifung des Gebäudes durch vierkantige Querverbindungen zwischen den Längsaußenwänden geplant und die Imprägnierung des Dachstrohs geplant. Der Wiederaufbau würde in die Hände einer Holzbaufirma gelegt werden. Finanziell war der Neubau durch die Versicherungssumme gedeckt.

Am 30.06.1999 begann die Firma E. Betzner-Bau Schwieberdingen die Abbrucharbeiten des „Mahnmals“, die einige Tage dauerten. Der neue Aufbau wurde der Firma Lauffer aus Renningen, spezialisiert für Fachwerkhausrenovierung und Holzbau, anvertraut. Das Holz wurde auch wieder im Bauhof vorbereitet. Die Firma Lauffer nahm die Arbeiten am 19.07.1999 auf, alles lief maschinell. Sie hatte die Doku-

mentation des ersten Nachbaus in der Hand, erweitert um einige Änderungen und Verbesserungen. Die Zimmerleute der Firma Lauffer leisteten vorbildliche, saubere Handwerksarbeit, alles erinnert an die mittelalterlichen Fachwerkhäuser. Diesmal haben wir es mit dem zweiten Konzept für den Wiederaufbau der prähistorischen Häuser zu tun. Schön, sauber, vornehm, entsprechend dem hohen Niveau der eisenzeitlichen bzw. keltischen Technik und Zivilisation. Die hochstehenden handwerklichen Erzeugnisse des Metall- oder Feinschmiedehandwerks aus Gold, Silber, Bronze und Eisen machen einen gleichzeitigen primitiven Stand der Zimmereitechnik, der Holzbearbeitung in der Eisenzeit des süddeutschen Raumes, kaum wahrscheinlich. So kann man sich auch eine hochwertige Holzbearbeitung vorstellen. Die Dachdeckung übernahmen wiederum die polnischen Fachleute und führten sie in derselben Technik wie beim ersten Nachbau durch (Oktober-November 1999). Anfang des Jahres, bis 07.02.2000, waren auch die Fensterläden und die Eingangstür (Öffnung: H. 198, Br. 195 cm, zweiflügelig, davon ein Flügel H. 203 cm, Br. 102 cm) des Hauses fertig (Abb. 16).

Einrichtung des Hauses

Das größte Problem stellt die Einrichtung des Hauses dar. Weil ich die inneren Einrichtungen der Freilichtmuseen in Europa in den meisten Fällen (Pfahlbaumuseum Unteruhldingen, Mitterkirchen usw.) für falsch halte und wir nicht wissen, wie ein prähistorisches Haus eingerichtet war, wollte ich darauf verzichten. Im Projekt wurde das Haus exklusiv für Museumspädagogik, Kinderprogramme, experimentelle Archäologie, Vorstellungen, Tagungen, Ausstellungen und für die Führungen vorgesehen. Da das Wohnhaus schon am Anfang des Jahres 2000 fertig war, der ganze Komplex aber erst später eröffnet



Abb. 16: Der zweite Nachbau des Wohnhauses.

werden sollte, folglich das ganze Jahr über unsere Besucher ständig fragten, wann sie es von innen besichtigen könnten, kam der Gedanke auf, das Haus in irgendeiner Form doch einzurichten. Die antiken Schriftsteller schweigen über das innere Aussehen der keltischen Häuser. Diodor schreibt, dass die Kelten an niedrigem Tisch auf Stroh sitzen und löwenartig essen. Eine Idee war, das Haus mit zeitgenössischen, etruskischen und griechischen Möbeln, adaptiert an die keltischen Verhältnisse, einzurichten. Bei den verschiedenen Besprechungen setzte sich eine andere Idee durch (Biel), nämlich ein Festgelage, ein Symposion und eine Küche einzurichten oder beides zu kombinieren. So wurde in der nordöstlichen Ecke des Hauses nach etruskischem Vorbild ein „Symposion“ eingerichtet. Dazu gehört eine Kline, die der aus dem Fürstengrab von Grafenbühl (Asperg) nachempfunden ist, darauf eine Decke, eingefasst mit einer

verzierten Borte nach dem Modell aus dem Fürstengrab von Hochdorf. Vor der Kline steht ein niedriger Tisch mit Keramik, Tassen, Tellerchen usw. aus der Siedlung von Hochdorf (nachgearbeitet von Horst Röske, LDA Stuttgart). An der Wand hängen sechs Auerochsen-Trinkhörner aus Ungarn und eine Leinwand für die Projektion etruskischer und griechischer Symposion-Darstellungen. Die Küche in der nordwestlichen Ecke besteht aus einer Herdstelle mit Steinrahmen, darüber einem Bronzekessel mit Kette (nach dem Fund von Emmendingen, Baden), daneben einem keltischen Feuerbock, einfachem Tafelgeschirr (alles handwerklich von Kesselschmieden-Zigeunern aus Siebenbürgen hergestellt), zwei Regalen, ein Tisch mit Stühlen, Hauskeramik und geflochtenen Körbchen (Lore Wild). Der übrige Raum und seine Möbelausstattung (Tische, Bänke und Stühle, hergestellt im Bauhof der Gemeinde Eberdingen, Wil-

helm Fagarasy und Adolf Beerenbock) steht für die beschriebenen Aktionen zur Verfügung. Während der kalten Jahreszeit wird bei den Veranstaltungen eine Gasheizung zur Verfügung stehen. Das grafische Projekt für die innere Ausstattung entwickelte Diplomgrafiker Markus Ege, Stuttgart.

2. Grubenhaus

Recht gut erhalten sind in der Siedlung von Hochdorf die zahlreichen, insgesamt 35 Grubenhäuser oder Grubenhütten. Ihre Größen variieren zwischen 8 und 38 qm Nutzfläche. Die Länge dieser Hütten schwankt zwischen 8 und 3 m, und die am besten erhaltene ist noch 1 m tief. Sie sind sehr variantenreich und ihre Konstruktionen sind recht verschiedenartig.

Einige haben keinen Inneneinbau, andere haben Wände aus senkrecht in den Boden gedrückten Brettern oder solche, die mit einer Wandversteifung in Blockbautechnik ausgeführt sind. Die meisten Hütten haben Firstpfosten in der Mitte der Schmalseiten, der First kann auch durch weitere Pfosten abgestützt sein. Eckpfosten sowie normale Pfosten an den Längswänden waren oft nur auf der Oberfläche aufgestellt und sind deshalb schwer zu finden. 1989 legte der Ausgräber Jörg Biel zwei größere Grubenhäuser frei. Das eine war 5 x 3 m groß, ca. 30 cm eingetieft und hatte zwei Firstpfosten sowie zwei seitlich aufgestellte Pfosten, die nicht genau in der Mitte der Längsseite platziert waren. Das zweite Grubenhaus ist schon durch seine Ausmaße sehr außergewöhnlich: 7,2 x 5,4 m, es hat damit eine Innenfläche von 38 qm. Auch die Bauweise dieses Grubenhauses ist sehr ungewöhnlich. Die Wände bestehen aus 35 cm breiten und 10 cm dicken sauberen Spaltbrettern, die senkrecht in ein Wandgräbchen gestellt sind. Die Ecken des Gebäudes sind besonders tief eingegraben. Tragende Pfosten – wie sonst üb-

lich – fanden sich hier nicht, so dass das Dach von dieser senkrechten Bretterwand getragen wurde. Der Bau besaß keine Feuerstelle. Durch den Brand war ein Teil des Lehmverputzes der Westwand verziegelt und erhalten. Auch der Boden war verziegelt. Er ist uneben, fällt um 15 cm ab und darin fanden sich im Abstand von 2,3 bzw. 3,6 m je leicht schräg gegeneinander gestellte Pfosten. Ein paar von diesen Pfosten waren miteinander durch den Abdruck einer Balkenrinne verbunden. Es handelt sich höchstwahrscheinlich um die Spuren zweier Gewichtswebstühle. Für ein Webhaus spricht auch das Fehlen eines Herdes, einer Feuerstelle, wie in den Wohnhäusern üblich, sowie das wenige Fundmaterial. Die in der Hausfüllung gefundenen fünf Spinnwirtel und im daneben liegenden Keller zu Tage gekommenen Webgewichte sprechen für die Nutzung als Webhaus (BIEL 1989, 97-99; 1990, 89-93; 1991, 97-102; 1993, 97-99; 1995, 30-37). Es handelt sich bei diesen Grubenhäusern ohne Feuerstellen allgemein um Produktionsstätten.

Beschreibung des Grabungsbefundes des nachgebauten Grubenhauses

Aus den reichen Hüttenvarianten der Siedlung von Hochdorf haben wir einen „Klassiker“ in rechteckiger Form und mit neun Pfostenlöchern gewählt. Im Planum der Grabung sind die vier Eckpfosten sowie die zwei Firstpfosten an den Schmalseiten und ein Pfosten in der Grubenmitte zu erkennen. Die Pfostenlöcher sind bis 40 cm tief.

Im Grundriss des Grubenhauses sieht man eine ungefähr rechteckige Verfärbung mit unregelmäßigen Ecken. Zu erkennen sind die vier Eckpfosten sowie zwei Firstpfosten an den Schmalseiten, zusätzlich ist an der Südwand ein weiterer Pfosten. Auf der Sohle des Hauses befindet sich in der Nordwestecke ein ovales Pfostenloch, im

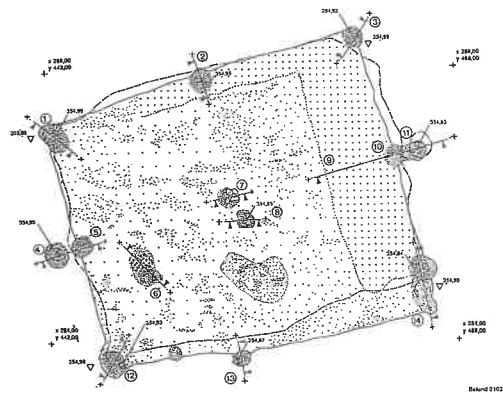


Abb. 17: Grundriss des Grubenhauses (archäologische Aufnahme).

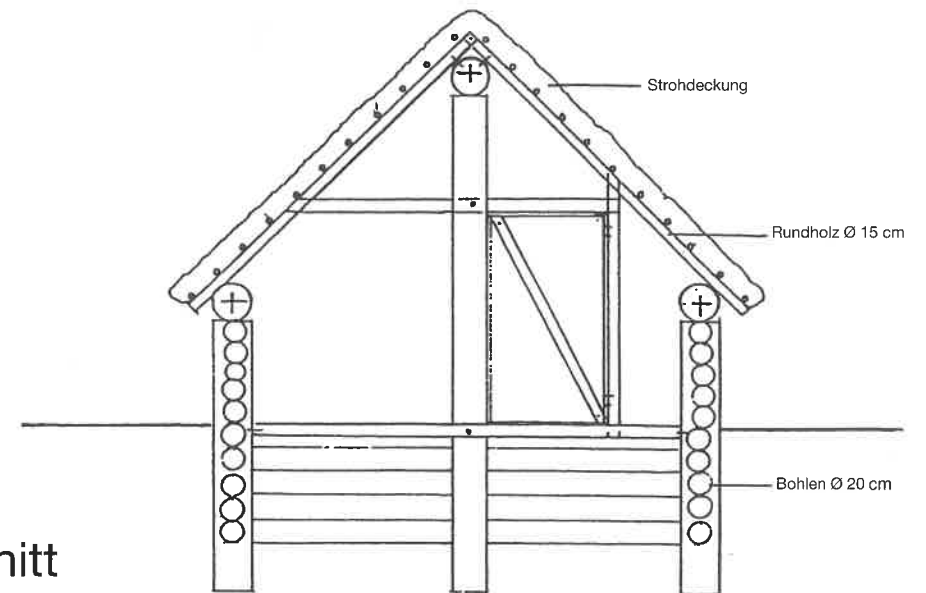
Profil kastenförmig eingetieft, mit deutlich erkennbarer Pfostenspur und einer Tiefe von 36 cm (1), an der Mitte der Nordseite ist ein runder Wandpfosten, im Profil kastenförmig, 40 cm eingetieft (2), in der Nordostecke ein weiterer runder Pfosten mit 36 cm Tiefe (3). Das Profil zeigt seine senkrechte Stellung und die wannenförmige Sohle. In der Mitte der westlichen Schmalseite lagen zwei runde Pfostengruben, die westliche (4), im Profil wannenförmig 26 cm eingetieft, befindet sich außerhalb der Grube, die östliche ist sehr breit und 36 cm tief (5). In der Westhälfte traf man auf eine Ansammlung von Hüttenlehm, fand jedoch keine Feuerstelle, dafür ein fragliches Loch, bei dem es sich auch um einen Tiergang handeln könnte (6). In der Mitte des Hauses zeigte sich ein rundes Pfostenloch, im Profil wannenförmig und 28 cm eingetieft (7), mit Verkeilung aus Sandsteinbruchstücken, darin auch Scherben. Daneben lag eine weitere, unregelmäßige Pfostengrube, die im Profil nur noch 6 cm tief war, mit ebener Sohle (8). Entlang der Nordseite und vor allem entlang der Ostseite verlief eine gerade abgesetzte, dunkle Verfärbung, die sich im Profil 2 nicht abzeichnete. Auf der Ostseite ist sie im Profil 9 sehr seicht, nach Westen hin etwas tiefer. In der Mitte der Ostseite kamen zwei weitere runde Pfosten zum Vor-

schein, der westliche (10) im Profil wannenförmig und 35 cm tief, der östliche (11) kastenförmig eingetieft, mit einem tiefer greifenden Teil, liegt außerhalb der Grube. In der Südwestecke, in einer Ausbuchtung, stand ein weiterer runder Pfosten, der im Profil leicht schräg nach innen gestellt ist mit wannenförmiger Sohle, 30 cm tief (12). An der Südseite, ebenfalls in einer Ausbuchtung, saß ein unregelmäßiger Pfosten, der auch im Profil sehr unregelmäßig erscheint und sich nur undeutlich abzeichnet (13). Nördlich der Südostecke schließlich war ein runder, im Profil unregelmäßiger Pfosten, 25 cm eingetieft, zu erkennen (14), eine weiter nach Süden hin reichende dunkle Spur zeichnet sich im Profil nicht ab. Ihre Länge betrug 5,10 m, die Breite 4,15 m, die Tiefe noch bis zu 10 cm und die Höhe ca. 4 m (Befund Nr. 2102/4) (Abb. 17). An Funden lieferte das Grubenhaus unverzierte Keramik, Hüttenlehm mit Verputz, Briquetage, Steine, sechs Spinnwirtel, Knochen, Fibeln usw.

Rekonstruktion

Vielfach sind Grubenhäuser rekonstruiert worden, und es ist erstaunlich, welche unterschiedlichen Vorstellungen die verschiedenen Rekonstrukteure über das ursprüngliche Aussehen dieser Kleinbauten entwickelten – von den primitiven Zweipfostenhütten (Soissons) bis hin zum fachmännisch gezimmerten Kleinhaus (Moesgård). Die Außenwände wurden als Flechtwerk, senkrechte Bohlen, Blockbau oder Bohlenständer rekonstruiert (AHRENS 1990, 133-135. NOWATZKY-BARTSCH 1991, 169ff. LEINWEBER 1996, 53ff.; 2000, 71ff.). Im Freilichtmuseum Asparn an der Zaya wurde der Grundriss eines Grubenhauses sogar zweimal verschiedenartig interpretiert und nachgebaut.

Unser Rekonstruktionsvorschlag für den oben beschriebenen Grundriss ist folgender: Das Gerüst der Hütte besteht aus der



Schnitt

Abb. 18: Die Rekonstruktion des Grubenhauses im Schnitt.

umlaufenden Ständerwand aus runden Hölzern und einem von neun runden Pfosten getragenen Satteldach. Auf den drei Firstpfosten liegen die Firstpfette und an den zwei Längsseiten, auf drei Pfosten, die zwei Traufpfetten. Zwischen den Dachsparren wurde im Projekt eine Querverbindung vorgesehen. Sämtliche am Grubenhaus verwendeten Hölzer sind Rundhölzer. Für das Dach wurde ursprünglich Langstroh (Roggen) geplant (Abb. 18).

Aufbau

Als das Wohnhaus im November 1998 fast fertig war, begannen wir gleichzeitig mit dem Aufbau des Grubenhauses. Das Bauholz, Eiche, wurde schon vorher, wie beim Wohnhaus im Bauhof der Gemeinde in Eberdingen, vorbereitet bzw. entrindet, entsplintet, bearbeitet sowie die in der Erde stehenden Pfostenabschnitte und die Rundhölzer mit Teer behandelt. Erst wurde die Stelle markiert, dann wurden die Grube ausgebagert und die Pfo-

tenlöcher ausgegraben. Schließlich stellte man die Seitenpfosten in die Löcher (sie standen schon teilweise am Tag des Brandes), führte die Rundhölzer in die Nuten ein und baute die Wände auf (Abb. 19). Nach dem Setzen der Traufpfetten auf die Längswände und der Firstpfette auf die drei Firstpfosten erfolgte das Aufbringen der Sparren und danach der Latten (Abb. 20). Die Holzverbindungen entstanden durch Auskerbung beim Überlappen und wurden zusätzlich ausschließlich mit Holznägeln gesichert. Die Höhe der Wand betrug vom Laufhorizont an der Südseite 110 cm, an der Nordseite 120 cm (der Unterschied entstand wegen der Süd-Nord-Neigung des Geländes). Die Gesamthöhe der Wand, inklusive in der Grube, betrug 190 cm. Wie oben schon gesagt, hatte der schreckliche Schock des Brandes den Weiterbau nicht verhindert, aber die Dachdeckung verändert. Anstatt Stroh entschieden wir uns für Schindeln. Berücksichtigt wurde, dass die Deckung mit Schindeln im Bodenseeraum sogar bis zu 2 m Länge archäologisch belegt ist. Die



Abb. 19: Das Grubenhaus im Aufbau.



Abb. 20: Das Grubenhaus ist bereit für das Richtfest.



Abb. 21: Die zweieinhalblagige Deckung der Schindel durch Überblatten.

klassische Schindel, schmal und mit Nut (etwa 30/40 cm lang), gut bekannt bei den mittelalterlichen und neuzeitlichen Holzkirchen in Osteuropa, erwies sich als anachronistisch für die Vorgeschichte. Der Verfasser dieses Beitrags hat eine Reise in die Waldkarpaten (Karpat-Ukraine) unternommen und hat dort und im Freilichtmuseum Užgorod/Ungvár Näheres über die Dachdeckung mit Schindeln in Erfahrung gebracht. Man hat festgestellt, dass die bei den ältesten Bauten in den Karpaten verwendeten Schindeln denjenigen aus der Vorgeschichte ähneln und für die Art der Deckung sogar drei bis vier Varianten verwendet wurden. Dieser Schindeltyp wurde aus den Karpaten, Rumänien, durch die Firma Weiss Schindel-Center Herbertingen bestellt (ich habe die Kontakte mit mehreren Firmen, die Schindeln in den siebenbürgischen Karpaten herstellen, aufgenommen; es wäre billiger gewesen die Schindeln dort direkt zu bestellen,

aber der Eigentransport dieser kleinen Menge lohnte sich finanziell nicht). Die Deckart mit Schindeln wurde mit Herrn Weiss abgesprochen, der auch unseren Leuten die nötigen Hinweise für die Durchführung gab (Abb. 21). Das Maß der verwendeten Schindeln aus Fichten betrug: L. 70 cm, Br. zwischen 10-20 cm, Dicke 1,5-2 cm. Es wurden für 46 m² Dachfläche 184 Breitmeter Schindeln gebraucht und in zweieinhalblagiger Deckung durch Überblatten durchgeführt. Die Schindeln befestigte man mit Holznägeln an den Latten. Nach der Deckung erfolgte die Ausfachung der zwei Giebelwände mit Haselruten in Flechtwerktechnik, die beiderseits eine Abdichtung aus Strohlehm bewurf erhielten (Abb. 22). Zwischendurch wurden zwei einflügelige Fenster aus dicken Brettern (H. 70, Br. 80 cm) zum besseren Lichteinfall für die geplante Webstube und Museumspädagogik und eine einflügelige Tür aus Spaltbohlen (H. 167, Br. 107 cm) – un-



Abb. 22: Das aufgebaute Grubenhäus.

mittelbar an Firstpfosten angebracht – hergestellt. Der Fußboden ist gestampfter Lehmboden. Das ganze Bauvorhaben haben zwei ABM-Kräfte (Bilici und Schuster) durchgeführt.

Einige Anmerkungen zu Funktion und Einrichtung: Wie oben schon gesagt, dienten diese Grubenhäuser oder Hütten ohne Herdstelle als Werkstätten. Weil im Museum eine Schmiede/Wagner Werkstatt schon rekonstruiert und nachgebaut ist, haben wir uns entschieden, hier in der Freilichtabteilung des Museums eine Webstube bzw. ein Webhaus einzurichten. Dafür sind archäologische Belege vorhanden. In einigen Grubenhäusern (oben detailliert beschrieben) wurden Standspuren von schräg gestellten Gewichtwebstühlen gefunden. Funde wie Spinnwirtel oder Webgewichte deuten gleichfalls auf Textilerstellung hin. In der Hütte ist daher eine Webstube eingerichtet worden, um das Weben auf dem Webstuhl, das Spinnen der Wolle und auch die Brettchenweberei, die Herstellung der Borten vom Fürsten-

grab von Hochdorf, fachmännisch zu zeigen. Das Einrichtungsprojekt haben der Diplomgrafiker Markus Ege und Hilke Eckhardt (Brettchenweberin) durchgeführt.

3. Hochspeicher

Zu einem Gehöft gehört auch ein Vier- oder Sechspfostenspeicher. Diese Gruppe der kleinflächigen Bauten mit einfachem, quadratischem Vierpfosten-Grundriss ist in der Siedlung von Hochdorf zahlenmäßig kleiner, als die der Grubenhäuser. Zur Rekonstruktion wurde ein Hochspeicher mit vier Pfosten von 3 x 2,50 m, d.h. in annähernd quadratischer Grundfläche, ausgewählt.

Die Rekonstruktion eines Speichers ist – von einigen grundsätzlichen Konstruktionsprinzipien abgesehen – archäologisch nicht abgesichert (SCHMIDT 1992). Erhalten sind nur die Pfostenlöcher. Deswegen finden wir eine breite Skala von Rekonstruktions- und Nachbauversuchen

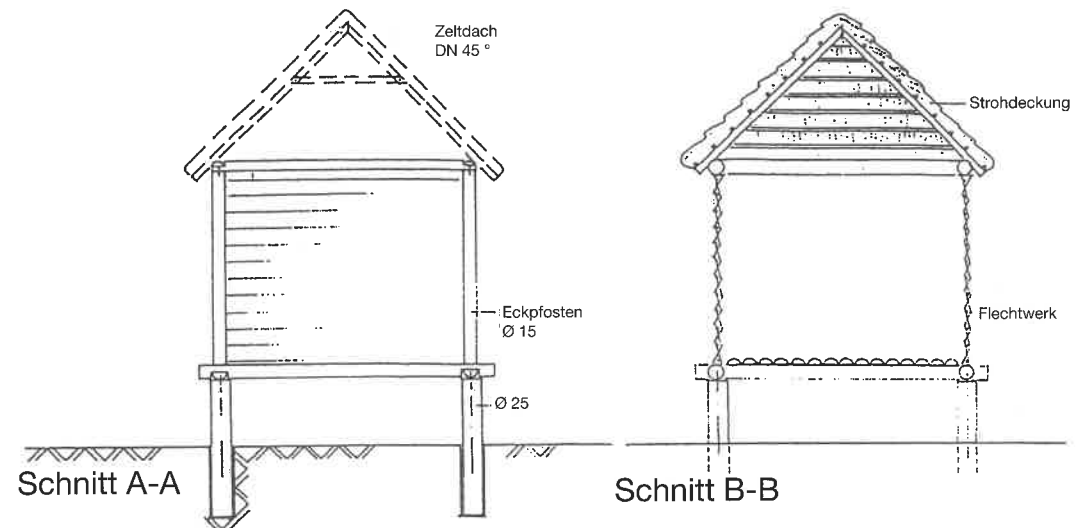


Abb. 23: Die Rekonstruktion des Speichers.

in den Freilichtmuseen von Bundenbach, wo fünf Speicher nachgebaut wurden (SPINDLER 1977, 31-; NORTMANN 1987, 20-21; 1990, 14-16), Mitterkirchen, Berlin-Düppel, Orvelte (AHRENS 1990, 103). Unser Rekonstruktionsvorschlag stellte sich folgendermaßen dar: Auf vier massiven, runden Ständerpfosten (Ø 25 cm) befindet sich auf einem Balkenrahmen eine Bodenplattform aus Rundholz. An den vier Ecken werden vier runde Ständer aufgestellt, die das Zeltdach tragen. Die angehobene Plattform der Speicher hatte den Sinn, Erntevorräte möglichst so zu lagern, dass sie dem Angriff der Bodenfeuchte und auch dem Eindringen von Nagetieren entzogen waren. Die Höhe über Grund ist frei gewählt. Der aufgestellte „Kasten“ besitzt eine Flechtwerkwand. Die Planung sah vor, dass drei Viertel der Höhe mit Lehm verputzt werden sollten und nur das oberste Viertel für die Durchlüftung offen gelassen werden würde. Die Höhe der Wand beträgt 2,20 m. An einer Seite befindet sich eine Holztür als Zugang, die über eine einfache Leiter zu erreichen ist. Der Speicher sollte nach dem Projekt mit Langstroh gedeckt werden. Die Gesamthöhe dürfte ca. 5,5 m betragen haben (Abb. 23).

Was die Funktion dieser Speicher betrifft, so werden Vierpfostenspeicher allgemein als Heubergen interpretiert, sechs und mehr Pfosten werden überwiegend als Fruchtspeicher aufgefasst. Diese Interpretation ist durch zahlreiche historische und volkskundliche Beispiele unterstützt (ZIMMERMANN 1991, 171-104; 1995, 207-216).

Aufbau:

Am 22.06.1999 haben wir den Aufbau mit der Markierung des Geländes begonnen. Das ursprüngliche Plankonzept wurde geändert. Vier dicke runde Ständer aus dem ausgebrannten Wohnhaus arbeitete man nach, stellte sie auf und baute die Plattform aus Querbalken. Die dachtragenden Ständer wurden also direkt in den Boden eingegraben, nicht wie im Projekt vorgesehen war. Die Höhe über dem Grund beträgt 1 m. Die Flechtwerkwand ist nicht verputzt und hat eine Höhe von 2,20 m. Aus Sicherheitsgründen haben wir keine Leiter zur Tür aufgestellt. Das Zeltdach bekam wie das Grubenhäus eine Schindeldeckung (Abb. 24). Auch der Hochspeicher wurde von den zwei ABM-Kräften aufgebaut.



Abb. 24: Der aufgebaute Speicher.

4. Erdkeller

Zu jeder Hofstelle gehörten wohl ein oder mehrere in den Boden vertiefte runde Erdkeller oder Silos, die keine Innenbauten aufwiesen. In der Hochdorfer Siedlung sind diese Keller wahllos über die gesamte Fläche verteilt, es wurden keine Siloareale beobachtet. In einigen Fällen liegen zwei oder drei Erdspeicher dicht beieinander,

was für eine jeweilige Erneuerung am selben Platz spricht. Die Erdkeller lagen wohl nicht in den Gebäuden, sondern im Freien, obwohl an einigen Grubenhäusern seitlich Keller angebaut wurden, die von innen zu erreichen waren. Der obere Teil dieser Keller ist zylinderförmig und als Einstiegsloch genutzt worden. Der untere Teil erweitert sich zu einer meist ebenen Sohle und ist strumpfkegelförmig. Die Größen dieser Keller sind unterschiedlich.

Beschreibung des Befundes:

Wir haben den Befund 2697/9 zum Nachbauen ausgewählt. In einer undeutlichen, dunklen Verfärbung im Planum erscheint der dunkle Kellerhals. Im Profil erscheint der Keller mit gut erhaltenem zylinderförmigen Hals, stark unterschrittenen Wänden und leicht wannenförmiger Sohle. Die Einfüllung ist kompakt lehmig und graubraun, im oberen Bereich auch etwas mit Holzkohlefiltern und Hüttenlehmbrocken durchsetzt. An Funden kamen Scherben, Hüttenlehm und Knochen zu Tage. Der Halsdurchmesser betrug 1 m, der Sohlendurchmesser 1,85 m und die Gesamttiefe 1,20 m (Abb. 25).

x 320,75
y 359,00
+

Befund 2697/9 (Keller)

x 320,75
y 361,50
+

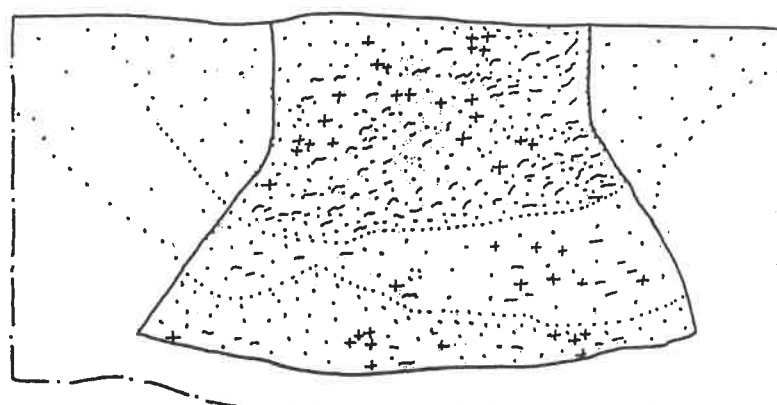
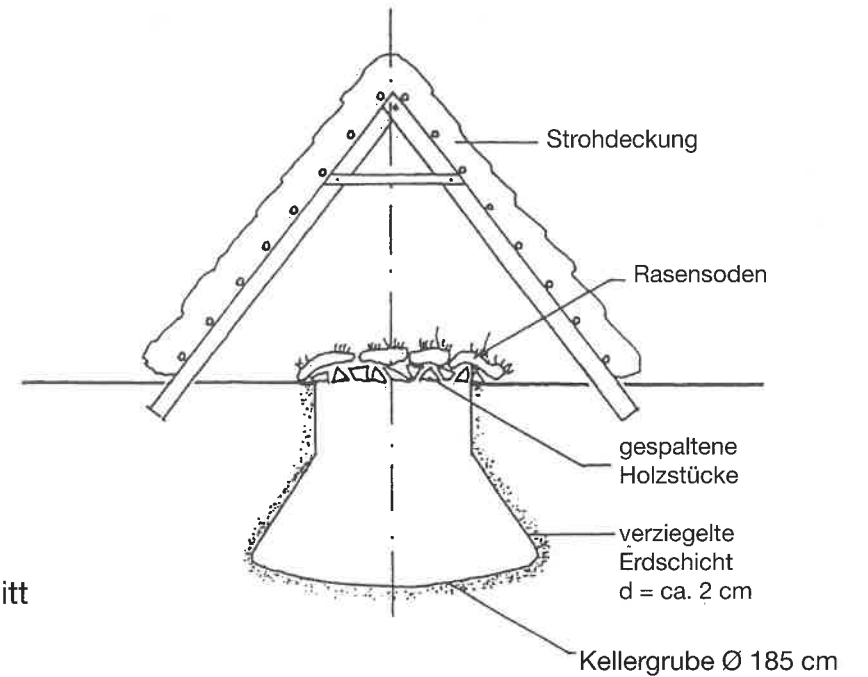
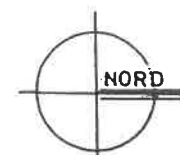
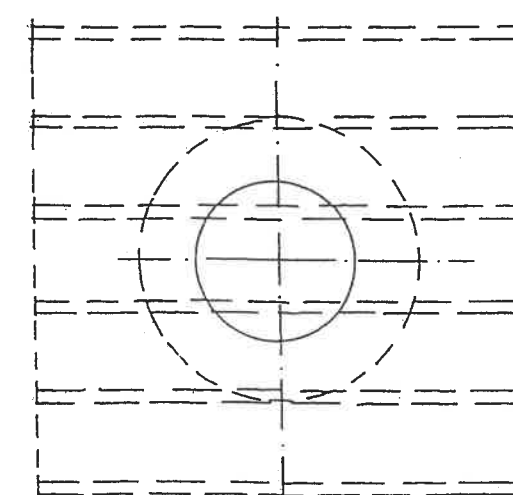


Abb. 25: Profil des Erdkellers (archäologische Aufnahme).



SCHNITT vertikaler Schnitt



GRUNDRISS horizontaler Schnitt durch die Kellergrube

Abb. 26: Rekonstruktion des Erdkellers.



Abb. 27: Der fertig gestellte Erdkeller.

Rekonstruktion (PLEINEROVÁ 1994, 57-63): Der Keller soll nach dem Befund ausgegraben und dann mit einem Deckel aus gespaltenen Holzstücken und Rasensoden auf Geländeebene überdeckt werden. Darüber wurde ein einfaches Satteldach aus Rundhölzern vorgesehen, das mit Langstroh gedeckt werden sollte. Der Bau ist etwa 2 m hoch. Die hintere Giebelseite wird mit einfachem Flechtwerk geschlossen, die vordere Giebelseite bleibt offen (Abb. 26).

Aufbau:

Als der Hochspeicher fertig war, begannen wir Mitte November 1999 mit dem Nachbau des Kellers. Die Grube wurde nach dem Befundmaß ausgegraben und darauf das Satteldach aus runden Sparren und runden Latten aufgebaut. In der Grube wurde kein Feuer gelegt – obwohl ich mich als Projektleiter dafür eingesetzt hatte, um mit dieser Maßnahme den Boden und die Wände auszutrocknen bzw. zu verziegeln.

Diese Vorgehensweise bringt auch einen Desinfektionseffekt, wie die zahlreichen ethnologischen Beispiele und auch archäologischen Funde zeigen (z.B. in Anatolien, freundliche Mitteilung von M. Korfmann). Verkleidet wurde die Grube nicht. Anstatt Langstroh erhielt der Keller wie die anderen Nebengebäude eine Schindeldeckung. Aus Sicherheitsgründen (Kinder!) und auf Grund der Überlegung, dass der Keller wegen der Tiere doch vielleicht verschlossen gewesen ist, haben wir zusätzlich ein Flechtwerktor eingebaut (Abb. 27).

5. Zaun

Reste von Zäunen wurden in der Hochdorfer Siedlung auch gefunden. Der längste ist 82,5 m lang und verläuft im rechten Winkel. Diese Zäune dürften einzelne Gehöfte im Dorf eingefasst haben. Die in der Siedlung erhaltenen Gräbchen und

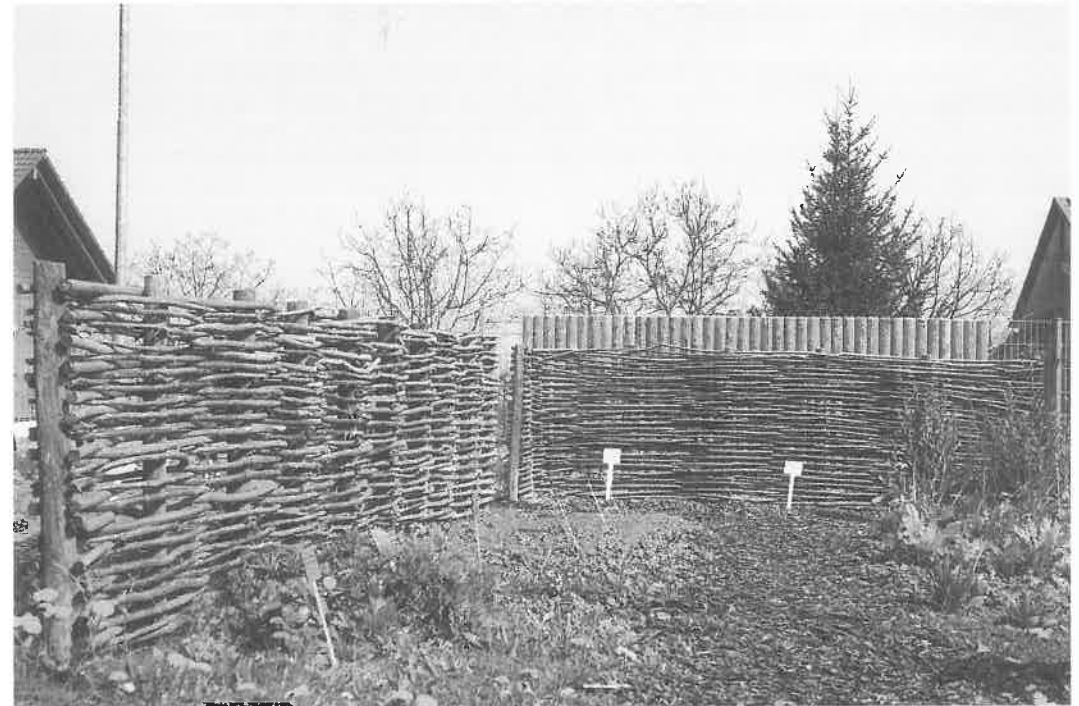


Abb. 28: Flechtwerkwand im Garten.

Pfostenlöcher belegen zwei Zauntypen: Palisaden und Flechtwerkzaun. Vorgesehen war, das aufgebaute Gehöft mit einem Flechtwerkzaun einzufrieden, aber nach dem Brand haben wir uns für einen modernen Metallzaun entschieden. Nachgebaut sind Teile von diesen zwei Zauntypen, ein Flechtwerk zwischen Pfosten (Abb. 28) und ein Palisadenzaun aus Rundholz im Garten des Gehöftes.

6. Garten

Zu einem Gehöft gehört auch eine kleine Gartenfläche. Nachdem der Paläobotaniker Hans-Peter Stika von der Universität Hohenheim/Stuttgart die Pflanzen der Hochdorfer Siedlung bestimmt hatte, arbeitete er auch das Projekt für den Garten aus. Der Botaniker Werner Molzberger und die Mitarbeiter des Bauhofes der Gemeinde übernahmen die Ausführung.

Die Anpflanzungen zeigen die bislang archäobotanisch durch Bodenfunde nachgewiesenen Kultur- und Nutzpflanzen aus der Siedlung von Hochdorf. Außerhalb des Flechtwerkzaunes werden die Pflanzen der Ackerflur gezeigt, innen befindet sich ein Gartenbereich. Neben einem Wintergetreideacker mit Dinkel sind zwei Sommergetreideäcker mit Spelzgerste und Rispenhirse ausgesät. Die Faserpflanzen Lein und Hanf wurden ebenfalls auf Feldern angebaut. Die anderen Kultur- und Nutzpflanzen werden auf kleinen Parzellen präsentiert. Dazu zählen neben Getreide vor allem Hülsenfrüchte sowie Gemüse, Salate, Gewürze, Färbepflanzen und Ölfrüchte. Genutzte und vielleicht auch bewusst angepflanzte Hecken und Gehölze mit ihren teils essbaren Früchten und Nüssen könnten im Bereich der Siedlung gestanden haben. In der Siedlung konnten Reste von Feigen nachgewiesen werden, die man sicher als Trockenfrüchte importiert hatte. Ein kleiner

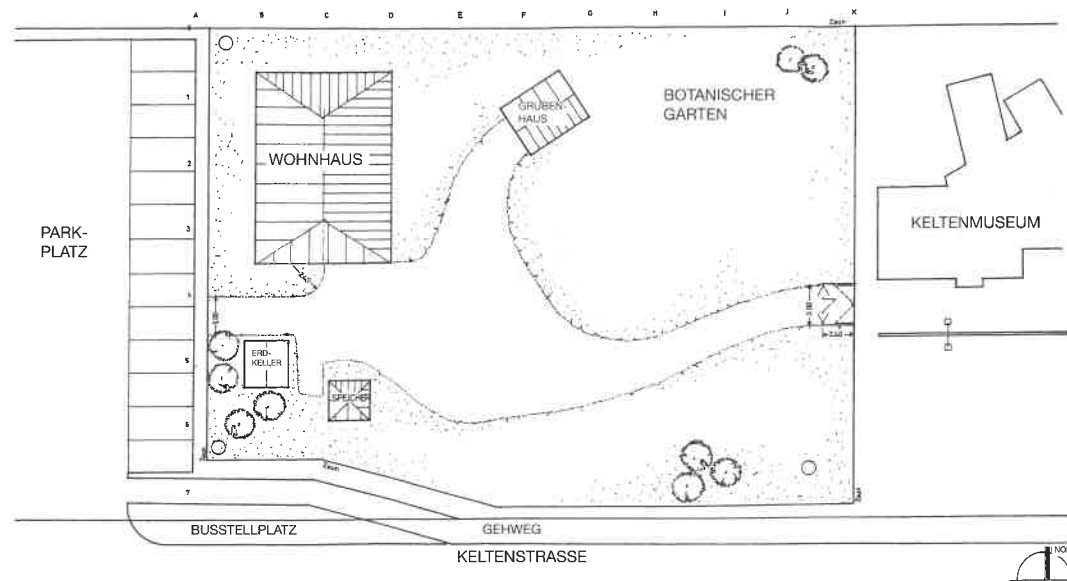


Abb. 29: Lageplan des Gehöftes.

Feigenbaum zeigt diesen historischen Tatbestand. Die Pflanzenarten sind mit Hinweisschildern ausgezeichnet. Um die Verwirklichung des hier vorgestellten Vorhabens, die Rekonstruktion und den Nachbau eines eisenzeitlichen Gehöftes nach den originalen archäologischen Siedlungsbefunden an Ort und Stelle (fast „in situ“) im Außenbereich des Keltenmuseums Hochdorf/Enz, bemüht sich das Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, Landeskonservator Dr. Jörg Biel, die Gemeindeverwaltung Eberdingen unter der Leitung der Bürgermeister a. D. Rolf Fetzer und Peter Schäfer sowie die Museumsleitung über mehrere Jahre hinweg. Die langjährigen Vorbereitungen und die Arbeit mit ihren Höhe- und Tiefpunkten wurden im Rahmen des zehnjährigen Jubiläums des Museums mit einem „Keltenfest“ am 16. und 17. Juni 2001 anlässlich der Eröffnung des Gehöftes gekrönt.

Literatur

- AHRENS, C. 1990: Wiederaufgebaute Vorzeit. Archäologische Freilichtmuseen in Europa. Neumünster 1990.
- AHRENS, C. 1990a: Archäologische Rekonstruktionen Überblick und Wertung. Sinn und Unsinn archäologischer Restaurierungen und Rekonstruktionen. Kolloquium im Rahmen der Jahrestagung 1990 Traunstein 17.-20.9. 1990, Stuttgart, 44-51.
- ANDRASCHKO, F. A. 1992: Archäologisches Freilichtmuseum Oerlinghausen. Duderstadt 1992.
- ANDRASCHKO, F. A. 1995: Studien zur funktionalen Deutung archäologischer Siedlungsbefunde in Rekonstruktion und Experiment. Hamburger Beiträge zur Archäologie Werkstattreihe 1. Duderstadt 1995.
- BADER, T. 1995: Prähistorische Rekonstruktionen und experimentelle Archäologie im Keltenmuseum Hochdorf/Enz. Acta Archaeologica Hungarica 47, 1995, 149-213.
- BADER, T. 1999: Rekonstruktion und Nachbau frühkeltischer Baubefunde im Keltenmuseum Hochdorf/Enz, Bundesrepublik Deutschland. Archaeology of the Bronze and Iron Age Proceedings of the International Archaeological Conference Százhalombatta, 3-7 October 1996. Budapest 1999, 221-238.

- BADER, T. 2001: Rekonstruktion und Nachbau eines keltischen Gehöftes. Museumsblatt Mitteilungen aus dem Museumswesen Baden-Württembergs 30, April 2001, 43-44.
- BECK, H., STEUER, H. (Hrsg.) 1997: Haus und Hof in ur- und frühgeschichtlicher Zeit. Bericht über zwei Kolloquien der Kommission für die Altertumskunde Mittel- und Nordeuropas vom 24. bis 26. Mai 1990 und 20. bis 22. November 1991. Gedenkschrift für Herbert Jankuhn. Göttingen 1997.
- BIEL, J. 1985: Der Keltenfürst von Hochdorf. Stuttgart 1985.
- BIEL, J. 1989: Vorgeschichtliche Siedlungsreste in Eberdingen-Hochdorf. Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg (weiter wird zitiert: AABW.) 1989, 97-99.
- BIEL, J. 1990: Fortsetzung der Siedlungsgrabungen in Eberdingen-Hochdorf, Kreis Ludwigsburg. AABW. 1990, 89-93.
- BIEL, J. 1991: Weitere Grabungen in Eberdingen-Hochdorf, Kreis Ludwigsburg. AABW. 1991, 97-102.
- BIEL, J. 1993: Abschließende Untersuchungen in Eberdingen-Hochdorf, Kreis Ludwigsburg. AABW. 1993, 97-99.
- BIEL, J. 1993a: Eberdingen. Vor- und Frühgeschichte im Kreis Ludwigsburg. Ludwigsburg 1993, 180-191.
- BIEL, J. 1995: Die Siedlung der Späthallstattzeit-/Frühlatènezeit von Hochdorf/Enz, Kreis Ludwigsburg. Fürstentische Höhenburgen Talsiedlungen. Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg 28, 1995, 30-37.
- GAUER, W. 1990: Vom Sinn und Unsinn archäologischer Restaurierungen und Rekonstruktionen: gelesene und geschauter Geschichte. Sinn und Unsinn archäologischer Restaurierungen und Rekonstruktionen. Kolloquium im Rahmen der Jahrestagung 1990 Trautstein 17.-20. 9. Stuttgart 1990, 52-57.
- GOLDMANN, K. 1985: Biskupin – ein polnisches Pompeji. Eine Ausstellung des Staatlichen Archäologischen Museums Warschau. Berlin 1985.
- HAMPL, F., WINDL, H. 1992: Das Museum für Urgeschichte des Landes Niederösterreich mit urgeschichtlichem Freilichtmuseum in Asparn an der Zaya. Wien 1992.
- KAPF, D. 1996: Amtsschimmel kennt keine Keltenhäuser. Von den Schwierigkeiten der Hochdorfer, Handwerker für ein Freilichtmuseum zu finden. Stuttgarter Zeitung Nr. 157, 10.07.1996.

- KARL, R. 1999: Rekonstruktionen keltischer Wohnanlagen und warum ich nicht an sie glaube. Universität Wien S.1-22; URL: <http://www.univie.ac.at/keltologie/karlrako1999text.htm>
- KEEFER, E. 1988: Hochdorf II. Eine jungsteinzeitliche Siedlung der Schussenrieder Kultur. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 27. Stuttgart 1988.
- KÖRBER-GROHNE, U. 1985: Die biologischen Reste aus dem hallstattzeitlichen Fürstengrab von Hochdorf, Gemeinde Eberdingen, (Kreis Ludwigsburg). Hochdorf I. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 1. Stuttgart 1985.
- LEINEWEBER, R. 1996: Kaiserzeitliche Hausmodelle nach Befunden aus dem Altmarkkreis Salzwedel. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 18. Oldenburg 1997, 53-66.
- LEINEWEBER, R. 2000: Hausmodelle in der Langobardenwerkstatt Zethlingen (Teil 2) – Ende eines Langzeitversuchs. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 37. Oldenburg 2001, 71-80.
- LULEY, H. 1990: Die Rekonstruktion eines Hauses der Rössener Kultur im Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 4. Oldenburg, 1990, 31-44.
- LULEY, H. 1992: Urgeschichtlicher Hausbau in Mitteleuropa. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie 7, Bonn 1992.
- LUND, J., THOMSEN, V. 1982: Tofthuset Om rekonstruktion af et jernalderhus. Kuml 1981 (1982), 187-205.
- LUTZ, D. 1975: Hochdorf. Fundberichte aus Baden-Württemberg 2, 1975, 288-289.
- MADSEN, B. (Red.) 1991: Eksperimentel Arkaeologi 1, 1991 u. folg. Historisk-Archaeologisk Forsøgcenter. Lejre 1991.
- MÜLLER, A. 1981: Museumsdorf Düppel. Berliner Sehenswürdigkeiten 2. Berlin 1981.
- NORTMANN, H. 1987: Die Rekonstruktionen auf der Altburg bei Bundenbach. Mitteilungen des Vereins für Heimatkunde im Landkreis Birkenfeld und der Heimatfreunde Oberstein 61, 1987, 7-22.
- NORTMANN, H. 1990: Die Altburg bei Bundenbach. Ein Führer zur keltischen Burg. Bundenbach 1990.

- NOWATZYK, G., BARTSCH, A. 1991: (Re-) Konstruktion eines älterkaiserzeitlichen Grubenhauses. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 6. Oldenburg 1991, 169-177.
- PIETA, K. 1996: Liptovská Mara. Ein frühgeschichtliches Zentrum der Nordslowakei. Archäologische Denkmäler der Slowakei 5. Bratislava 1996.
- PLEINEROVÁ, I. 1994: Ein frühslawischer Getreidesilo in Březno, Nordwest-Böhmen. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 8. Oldenburg 1995, 57-63.
- POROSZLAI, I. 1999: Archaeological Park in Százhalombatta. Archaeology of the Bronze and Iron Age Proceedings of the International Archaeological Conference Százhalombatta, 3-7 October 1996. Budapest 1999, 377-385.
- REINERTH, H. 1977: Pfahlbauten am Bodensee. Überlingen am Bodensee 1977.
- RIESENBERGER, J. (Red.) o. J.: Urgeschichtliches Machland. Freilichtmuseum Mitterkirchen. Perg o. J.
- SCHINDLER, R., 1977: Die Altburg von Bundenbach. Trierer Grabungen und Forschungen 10. Mainz am Rhein 1977.
- SCHMIDT, M. 1992: Zur Rekonstruktion eines eisenzeitlichen Pfostenspeichers. Manuskript.
- STAEHLE, K. F. 1923: Urgeschichte des Enzgebiets 1923.
- STIKA, H.-P. 1995: Ackerbau und pflanzliche Nahrungsmittel zur Keltenzeit in Südwestdeutschland. Fürstensitze Höhenburgen Talsiedlungen. Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg 28, 1995, 80-87.
- STIKA, H.-P. 1999: Landwirtschaftliche Grundlagen der frühen Kelten im mittleren Neckarland auf Grund botanischer Makrorestuntersuchungen. Archaeology of the Bronze and Iron Age Proceedings of the International Archaeological Conference Százhalombatta 3-7 October 1996. Budapest 1999, 401-414.

- URBAN, O. H. (Sprecher) 1996: Hausformen und Siedlungsstrukturen der Eisenzeit. Sitzung der Arbeitsgemeinschaft Eisenzeit des Deutschen Verbandes für Altertumsforschung am 19. Mai und 20. Mai 1997 Wien. Archaeologia Austriaca 80, 1996, 191-263.
- ZAJAKOWSKY, W. 1994: Biskupin. Führer durch das archäologische Reservat. Wrocław 1994.
- ZIMMERMANN, W. H. 1991: Erntebergung in Rutenberg und Diemen aus archäologischer und volkskundlicher Sicht. Néprajzi Évesítő 71-73, 1989-1991, 71-104.
- ZIMMERMANN, W. H. 1995: Der Rutenberg – Ein landwirtschaftliches Nebengebäude zum Bergen von Feldfrüchten und Heu. In: M. Fansa (Hrsg.), Aus dem Leben gegriffen – ein Rechtsbuch spiegelt seine Zeit. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 10. Oldenburg 1995, 207-216.
- ZÜRN, H. 1987: Hallstattzeitliche Grabfunde in Württemberg und Hohenzollern. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 25. Stuttgart 1987.

Abbildungsnachweis: sämtliche Aufnahmen T. Bader, außer Abb. 14, W. Kull, Hochdorf.

Anschrift des Verfassers

Tiberius Bader
Keltenmuseum Hochdorf/Enz
Keltenstraße 2

71735 Eberdingen

Brandneu

Verbrennung auf dem Scheiterhaufen – oder – Studie über branddeforierte Beigaben aus Brandgräbern der römischen Kaiserzeit Innergermaniens

Rosemarie Leineweber

Brandgräber

Die germanischen Brandgräber der römischen Kaiserzeit Innergermaniens enthalten außer dem Leichenbrandbehälter mit den Überresten des eingeäscherten Toten auch brandbedingt deformierte Teile seiner Ausstattung für das Jenseits. Dazu zählt vor allem der Trachtschmuck aus Eisen, Bronze oder Silber sowie Knochen, Geweih, Elfenbein, Glas oder Ton, in Form von Fibeln, Ringen, Nadeln, Haken, Schnallen, Anhängern und Perlen. Jedoch gehören auch Beigaben im engeren Sinne wie Holzkästchen mit Beschlügen, Schloss und Schlüssel aus Metall, Gerätschaften zur Textilherstellung und -verarbeitung (Spinnwirtel, Scheren, Nähna-deln), provinzialrömische Stücke (z.B. aus Terra sigillata, Glas, Metall, Email und Halbedelstein) oder Waffen und Werkzeuge in diesen Kontext. Selten sind Faserreste (durch Inkohlung), verschiedene Hölzer bzw. Pflanzenteile, hingegen häufiger verbrannte Tierknochen erhalten. Dem Anschein nach ließe sich aus diesen Inventaren in *Anlehnung an die Lage* der Beigaben in zeitgleichen Körpergräbern eine Aufbahrung auf dem Scheiterhaufen rekonstruieren, die dann zugleich den Besitzstand des Verstorbenen darstellen würde. Darauf beruhte wiederum die sozioökonomische Aussage zu den Bestatteten eines Friedhofs oder einer Region.

Die zahlreichen in der Vergangenheit untersuchten Gräber differieren in Ausstattung und Erhaltung des Inventars stark, was eine Auswertung erschwerte und immer wieder Fragen aufwarf. Dennoch haben sich als Standard eine Klassifizierung nach arm und reich, Schemata zu Trachtinventaren für Frauen und Männer und eine sozioökonomische Gliederung innerhalb von Friedhöfen als auszuwertende Elemente durchgesetzt. Gleichwohl tauchten immer wieder Fragen auf:

- Sind Aussagen hinsichtlich Holzverbrauch, Holzart (Sorte und Stückgröße), Brandverlauf, -dauer, Temperatur und brandbedingter Veränderung der Ausstattung möglich?
- Warum werden gerade die eingefüllten Leichenbrandteile und Ausstattungsstücke aufgelesen und warum nicht die fehlenden?
- Wie verändern sich spezielle nach der Zusammensetzung genau definierte Materialien im Scheiterhaufenfeuer und mit welchen möglichen Rückschlüssen auf den Bestattungsablauf?
- Warum gibt es z.B. unversehrte, angeschmolzene, zerschmolzene und nur noch aus Schmelzklümpchen bestehende Gegenstände aus Glas oder Metall, z.B. aus Bronze oder Silber im selben Grabinventar (BECKER, BREUER, SCHAFBERG 2002)?
- Welche Auswirkungen haben Lage, Temperatur und deren Wirkungsdauer?
- Ist „pars pro toto“ intentionell – oder gibt es andere Begründungen?
- Sind vegetabile Beigaben im Form inkohlter Makroreste (Fasern, Früchte, Samen) feststellbar?
- Lassen die Holzkohlereste Rückschlüsse auf hölzerne Ausstattungsstücke zu?
- Welche brandbedingten Veränderungen zeigen Keramik (römisch/germanisch), Metalle (Gold, Silber, Bronze, Eisen, Komposite/Legierungen), Glas, Kno-

chen/Geweih/Horn/Elfenbein, Perlen (Glas/Ton), Halbedelsteine, Organica während der Einäscherung in Abhängigkeit von Lage, Temperatur und Einwirkdauer der Maximaltemperatur?

- Welche Faktoren können für vollständige oder unvollständige Verbrennung ausschlaggebend sein?
- Lassen sich Rückschlüsse auf Ausbrennen und Erkalten, Löschen, Auseinanderziehen, Auflesen, Einfegen aus dem niedergebrannten/gelöschten Scheiterhaufen bzw. Waschen und Aussortieren der in das Grab gebrachten Teile ziehen?
- Wie verändert sich das Material (Leichenbrand, Ausstattung, Holzkohle) hinsichtlich der differenzierten Behandlung?

Zusammengefasst bestand die generelle Fragestellung für die Archäologie – und nur diese soll hier referiert werden – in der Filterwirkung des Bestattungsritus für das Grabinventar.

Mittels archäologischer Experimente sollte eine Annäherung an die Beantwortung einiger der Fragen erreicht werden.

Scheiterhaufenexperimente

Die Recherche zu entsprechenden Experimenten war nur bedingt ergiebig.

Im Historisk Arkæologisk Forsøgscenter in Lejre (Dänemark) lief 1989 ein Experiment zur Verbrennung eines 65 kg schweren Schweines (HENRIKSEN 1991) nach Grabungsbefunden der spätrömischen Kaiserzeit. Die 2-2,5 Rm Holz bestanden aus Holzkloben und 2 m langen Stämmen auf einer Grundfläche von 2 x 1,2 m. Der ohne Ausstattung aufgebahrte Kadaver verbrannte vollständig.

Die Rekonstruktion römischer Bustumbestattungen war Inhalt von zwei Experimenten des Rheinischen Landesamtes für Bodendenkmalpflege in den Jahren 1988 und 1989 (WERNER 1990). Während im ersten Versuch Gegenstände aus modernen Ma-

terialien mit einem Schwein kremiert wurden, war der folgende mit Repliken provinzialrömischer Gegenstände ausgestattet. Unter Verwendung von 2,2 Rm Brennmaterial wurde je ein Schwein eingeäschert. Dem Ausbrennen des ersten Versuchs trat nach fünf Stunden das Ablöschen des zweiten mit Rotwein und Wasser gegenüber. Eine Auswertung der zwischenzeitlich ausgegrabenen Experimente ist in Vorbereitung.

Vor gut zehn Jahren wurde ein französisches Experiment durchgeführt, mit dem Ziel, Referenzdaten zu erhalten (LAMBOT 1994). Ein Scheiterhaufen diente der gleichzeitigen Kremierung je eines Schweines, Schafes und Hundes sowie zweier Hähne, Tauben und Spatzen. Hinzu kamen Gefäße mit Honig, Milch und Schweineschmalz sowie diverse Ausstattungstücke aus Glas und Metall. Wenngleich eine Wärmebildkamera Temperaturen über 1000° C dokumentierte, war insbesondere das Schaf nicht vollständig verbrannt und der Inhalt der Töpfe als festgebrannter Bodensatz noch nachweisbar. Diese, wie auch weitere Scheiterhaufenexperimente, waren zweifellos anregend, hilfreich und informativ, beantworteten jedoch die aufgetretenen Fragen nicht in erhoffter Weise. Weitere Erkenntnisse konnten durch Hinzuziehen ethnographischer und rechtsmedizinischer Quellen gewonnen werden (GRABSKI, STEINBACH, WIENECKE 2000. WAHL 1981. WAHL, WAHL 1983; 1984).

Von Juni 2000 bis September 2001 wurde im Zentrum für Experimentelle Archäologie und Museumspädagogik des Landesamtes für Archäologie Sachsen-Anhalt in Mansfeld/Südharz eine Reihe von vier Scheiterhaufenbränden vorbereitet und durchgeführt. Der zugrunde gelegte archäologische Befund war die Kremation einer fiktiven Person der spätrömischen Kaiserzeit Mitteldeutschlands, ausgestattet mit materialgetreuen Repliken. Im Teamwork aus Anthropologie (unter Einbeziehen der Pathologie und Rechtsmedizin), der Archäologie, der



Abb. 1: Rekonstruktion der Aufbahrung einer Toten mit Ausstattung nach Funden aus Brandgräbern der spätrömischen Kaiserzeit.

Botanik, der Experimentellen Archäologie und der Zoologie hatte jede Disziplin ihre Spezialfrage an das vorzubereitende Experiment erarbeitet. Somit ergaben sich interdisziplinäre Kontaktbereiche für Fragen und Antworten, d.h. zugleich vielfältige Synergien.

Bereits an dieser Stelle sei eingeschätzt, dass es zur Beantwortung der großen Anzahl an Fragen und für aussagekräftige, zu verallgemeinernde Ergebnisse einer Serie von 20 bis 30 Kremationen bedurft hätte. Dies war jedoch weder vom Material- noch vom Zeitaufwand realisierbar. Verzögernd kam im ersten Halbjahr 2001 die in Westeuropa grassierende Maul- und Klauenseuche hinzu.

Zu den Überlegungen im Vorfeld der Experimente gehörte, dass ein rezenter Schweinekadaver von ca. 60-80 kg Gewicht¹ wohl über mehr und anders verteilte Muskelmasse verfügt, als ein Mensch der römischen Kaiserzeit. Historische Quellen nennen 2,5 Rm Brennholz pro Leiche. Es war

fraglich, ob diese Menge in vorliegendem Fall ausreichend sei. Ein offenes Feuer, unter üblicherweise nicht planbaren Brennbedingungen, wie es ein Scheiterhaufen nun einmal darstellt, bedarf der Bereitstellung von mehr Brennmaterial als der veranschlagten Raummeter, um reagieren zu können.

Die ersten, sog. Vorversuche (SH1 und SH2) dienten dem Zweck, die Abläufe einer Kremation kennen zu lernen und Erfahrungen mit diesem uns fremden Prozess zu sammeln. Erst auf dieser Grundlage erschien die Kremierung mit Ausstattung als sinnvoll. Die Ausstattung sollte möglichst alle aus Grabinventaren bekannten Material- und Sachgruppen, d.h. materialgetreue Repliken, umfassen und entsprechend der aus Körpergräbern bekannten Position aufgebahrt werden (Abb. 1).

Der Annahme folgend, dass jene Scheiterhaufen zu ebener Erde gebaut und abgebrannt wurden, dürfte ihr Nachweis auch nahezu unmöglich sein. Selbst eine wenige



Abb. 2: Aufbau des Scheiterhaufens SH4 während des Scheiterhaufenseminars.

Zentimeter tiefe, flache Grube wäre infolge von Erosion u.a. nicht mehr auszumachen. Dieses Befunddefizit gab den Ausschlag für die Wahl einer Konstruktion, die ebenfalls nach einer Verbrennung keine dauerhaften Rückstände hinterließ: ebenerdig und ohne Grube, Steinpflaster usw.

Die historisch verbürgten Holzarten Eiche, Buche, Kiefer, darüber hinaus vor allem jedoch Reisig aus diversen Dornensträuchern (HERRMANN 1990) waren auch für unseren Raum belegt und rezent noch vorhanden. Um Individuen von 60-90 kg (Kadaver) mit vorwiegend Muskelmasse einzuäschern, bedurfte es einer recht stabilen Konstruktion. Unterschiedliche Brennverhalte einzelner Holzarten waren so einzusetzen, dass eine über Stunden möglichst stabile Kremation erfolgen konnte. Daher bestand die Rahmenkonstruktion aus Hartholz. Zwischenschichten aus Eiche/Buche sollten ein langanhaltendes Glutbett sichern (Abb. 2). Diese waren im Wechsel mit Nadelholzstangen gelegt, welche infolge der langflammigen Eigenschaften und schnellen Temperaturentwicklung das Entzünden des Hartholzes zu bewirken hatten. Zugleich sollte der schnellere Abbrand des Nadelholzes ein Zusammenfallen des Scheiterhaufens nach innen bewirken und damit einem Verlagern der Leiche entgegensteuern. Unterstützt wurde dies durch je 12-14 schräg angestellte Eichenstämme. Die mit Reisig und



Abb. 3: Scheiterhaufen SH2 nach Fertigstellung der Holzkonstruktion.

Rinde ausgefüllten Zwischenräume sicherten eine leichte Entzündbarkeit und eine gute Durchgasung. Hinzu kam eine starke Überdeckung des Kadavers mit Brennmaterial (Abb. 3).

Scheiterhaufen 1

SH1 war gedacht, um Erfahrungen beim Aufbau und beim stabilen Abbrennen zu sammeln. Hierfür standen 60 kg Schlachtabfälle von Schwein und Rind (ohne Muskelfleisch) zur Verfügung, die in „anatomischer Lage“ deponiert wurden (Abb. 4). SH1 bestand aus 3,7 Rm Eiche/Fichte sowie Rinde und Reisig. Bereits zehn Minuten nach dem Entzünden stand die gesamte Konstruktion voll in Flammen, nach weiteren 12 Minuten brachen die Aufbauten oberhalb der Verbrennungsplattform ein. 50 Minuten nach dem Entzünden rutschte der ganze Scheiterhaufen in sich zusammen. Dennoch musste 40 Minuten später Holz nachgelegt werden. Nach einer Brenndauer von gut fünf Stunden wurde der Scheiterhaufen gelöscht. Danach traten die zuvor von einem grauen Ascheschleier bedeckten Knochen so deutlich hervor, dass die ursprüngliche Lage des „Leichnams“ zu erkennen war. Da SH1 für die Kadavermasse etwas zu massiv dimensioniert schien, sollte SH2 geringer bemessen sein.



Abb. 4: Schlachtabfälle ersetzen einen Kadaver bei SH1.

Scheiterhaufen 2

SH2 diente dem Verbrennen eines ganzen, in ein Leinentuch eingeschlagenen, 85 kg schweren Schweinekadavers auf einem Scheiterhaufen aus 2,6 Rm Eiche/Fichte. Diesmal war nach dem Entzünden über 15 Minuten eine starke Rauchentwicklung zu verzeichnen (Abb. 5). Danach kam es schnell zum Vollbrand, dem bereits wenig später ein relativ rasches Zusammenfallen



Abb. 5: SH2 mit starker Rauchentwicklung nach dem Entzünden.

des Scheiterhaufens folgte, wodurch die verkohlte Umhüllung mit dem Kadaver sichtbar wurde. Zwei Stunden später musste erstmalig, danach in Abständen abermals nachgelegt werden. Nach fast sieben Stunden Brenndauer wurde gelöscht und das Knochenmaterial ausgelesen (Abb. 6).

Beide Scheiterhaufen wurden in fixen Zeitabständen fotografisch dokumentiert.

Tabelle 1: Scheiterhaufen-Übersichts-Tabelle

SH	1	2	3	4
Kadaver	60 kg Schlachtabfälle Schwein/Rind (ohne Muskelfleisch)	85 kg Schweinekadaver	90 kg Schweinekadaver	60 kg Schweinekadaver
Holzmenge	3,7 Rm	2,6 Rm	3,4 Rm	4,1 Rm
Holzart	Eiche, Fichte, Reisig	Eiche, Fichte, Reisig	Eiche, Fichte, Reisig, Rinde	Eiche, Buche, Fichte Reisig, Rinde
Länge Basis	285 cm	290 cm	295 cm	270 cm
Breite Basis	165 cm	155 cm	172 cm	180 cm
Gesamthöhe	120 cm	110 cm	132 cm	160 cm
Ausstattung	ohne	ohne	22 Positionen	45 Positionen
Temperaturmessung	Verbrennungsgrad Leichenbrand/Flammenfarbe	wie SH1	wie SH1 + Schmelztemperaturen Metalle Glasgefäß	wie SH1 + Metallmessdrähte Schmelztemperatur Glasgefäß
Brenndauer	5 h 5 min	6 h 50 min	8 h 35 min	> 23 h 30 min
Abschluss	gelöscht	gelöscht	teilgelöscht	ausgebrannt
Nachbehandlung	Auslesen Leichenbrand, Holzkohle	Auslesen und Aussieben Leichenbrand/Holzkohle	Ausgraben in Quadranten Röntgen Aussieben	Ausgraben in Quadranten Röntgen Aussieben



Abb. 6: Auslesen des Leichenbrandes nach Ablöschen des Scheiterhaufens bei SH2.

Die relativ kurze Zeit der Vollbrandphase hatte gezeigt, dass vollständige Kadaver mehr Brennmaterial benötigen, was bei SH3 zu berücksichtigen war. Weder bei SH1 noch bei SH2-SH4 mit verendeten/getöteten Schweinen trat eine Geruchsbelästigung in Erscheinung. Maximal war der allgemein bekannte (Küchen-) Geruch stark angebrannten bzw. überlagerten Fleisches zu bemerken. Auch waren nur geringfügige Bewegungen der Leiche zu beobachten.

Temperaturmessung

Bereits nach zwei Kremationen zeichnete sich ab, dass eine Temperaturmessung nur indirekt erfolgen konnte, da ein Verlagern von Gegenständen – wenn auch in begrenztem Rahmen – nicht auszuschließen war. Zudem sollten sich die einzelnen „Messfühler“ untereinander auch noch in der Ascheschicht unterscheiden. Demnach schieden Segerkegel u.ä. ebenso aus wie

vorhandene längenbegrenzte Temperaturmessfühler durch den zu großen Radius der Hitzestrahlung. Geeignete Thermomessdrähte und Wärmebildkameras standen nicht zur Verfügung. Die daraufhin entwickelte Messstrategie beruhte auf dem Einsatz von Reinkupfer, Sterlingsilber, Messing und Glas mit bekanntem Schmelzpunkt. Diese Methode sollte – jedoch erst nach dem Brand – Rückschlüsse auf ein Zeit-Temperatur-Feld gestatten.

Scheiterhaufen 3

Die dritte Kremation SH3 war das erste Experiment. Es bestand aus dem Verbrennen eines 90 kg schweren Schweinekadavers mit ausgewählten Tracht- und Ausstattungsstücken als einer fiktiven Ausstattung. Dem gingen das Anfertigen von Replikaten aus vorgegebenen Originalmaterialien, das Erfassen der Holzarten und -mengen als Energielieferant sowie die Dokumentation der Ausstattung voraus. Das in ein Leinen-

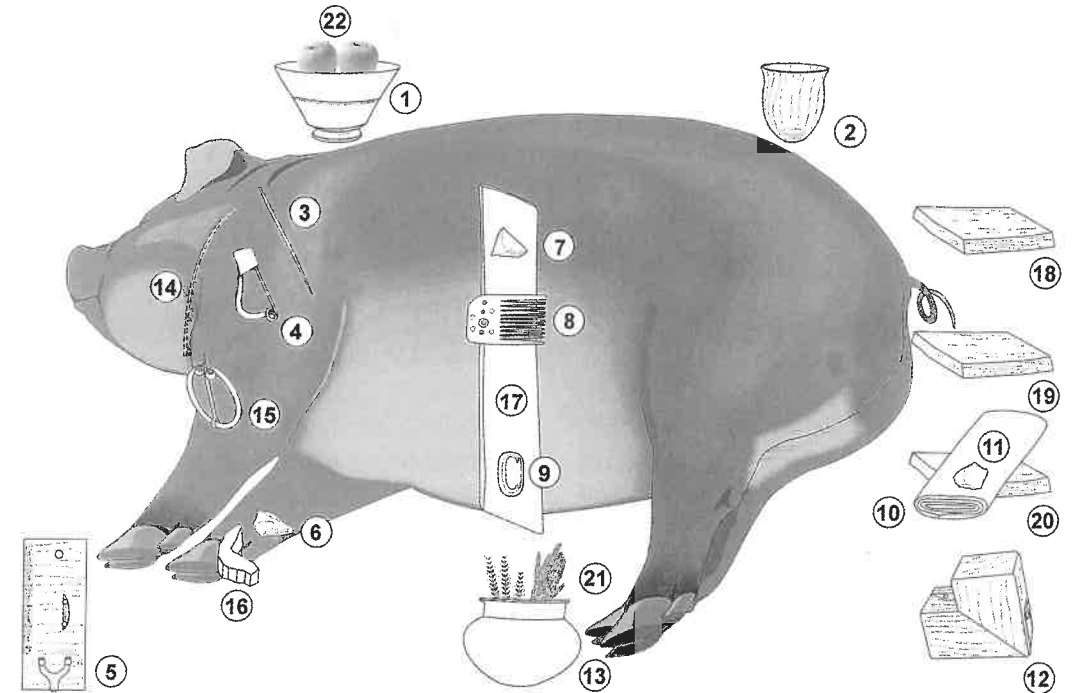


Abb. 7: Übersichtsschema der Aufbahrung: 1 – Terra sigillata mit Äpfeln, 2 – Glasbecher, 3 – Knochen-nadel, 4 – Messingfibel, 5 – Holzblock mit Silber, 6 – Achat, 7 – Silex, 8 – Geweihkamm, 9 – Silberschnalle, 10 – Stoffballen mit 11 – Karneol, 12 – Holzblock mit Kupfer, 13 – Keramikgefäß mit Getreide, 14 – Silberhalsring, 15 – Eisenfibel, 16 – Elfenbein, 17 – Ledergürtel, 18-20 verschiedenen Hölzer.

tuch geschlagene Tier wurde auf der Verbrennungsplattform samt der Ausstattung aufgebahrt. Diese bestand aus den Trachtteilen eiserne Ringfibel und Messingfibel, einem Silberdraht als Halsring und einer Knochennadel sowie einem Stück Elfenbein und einem roten Karneol² am rechten Vorderlauf. Den Gürtel bildeten ein Streifen Leder mit einer Schnalle aus Feinsilber sowie Geweihkamm und Feuerstein. Hinzu kamen eine Terra sigillata-Schale mit zwei Äpfeln, ein Glasbecher und eine Keramikschale mit Weizen- und Gerstenähren. An der Schmalseite wurden je ein Holzbrett aus Fichte, Linde und Buche platziert und auf letzteres ein in einen Leinenballen eingeschlagener grauer Achat gelegt. In die Ecken zu Füßen des Tieres kam je ein bearbeitetes Holzstück, links mit Metallbeschlägen aus Silber und Messing bzw. rechts mit Kupfer und Messing (Abb. 7).

Der diesmal aus 12 Lagen luftgetrockneten Eichen- und Fichtenholzes aufgeschichtete Scheiterhaufen begann nach vorherigen kleineren statischen Veränderungen nach 35 Minuten Brenndauer zusammenzustürzen. Die Vollbrandphase dauerte 24 Minuten (Abb. 8). Auch hier war es in Abständen – das erste Mal nach 1,5 Stunden – nötig, Brennholz nachzulegen. Nach einer Brenndauer von etwa 8,5 Stunden (Abb. 9) wurde sicherheitsbedingt im Randbereich abgelöscht. Am Folgetag, d.h. 14,5 Stunden später, begann eine Ausgrabung des noch immer sehr warmen Scheiterhaufens in Quadranten. Dem schloss sich das Röntgen der Quadranteninhalte an. Dabei zeigte sich, dass bei der archäologischen Untersuchung branddeformierte Kleinteile des Inventars nicht vollständig erfasst worden waren.



Abb. 8: Vollbrandphase bei SH3.



Abb. 9: SH3 ist fast vollständig heruntergebrannt.

Bunt- und Edelmetalllegierungen – mit Ausnahme von Kupfer und einem Silberdraht – lagen ebenso wie Glas nur noch als Schmelz vor.

Scheiterhaufen 4

Der SH4 gelangte im September 2001 während eines studentischen Seminars zum Abbrand³. Er glück in weiten Teilen dem dritten Versuch, jedoch unter Verwendung kleiner Messdrähte, miteinander

verdrillte Messing/Silber/Kupferdrähte, mit bekannter Schmelztemperatur. Der vorab festgelegte Versuchsablauf bestand aus verschiedenen Einzelschritten. Der erstellte Ausstattungs-Katalog beinhaltete auch eine Beschreibung, fernerhin Material, Maß- und Gewichtsangaben sowie eine Fotodokumentation der beizufügenden Positionen (Abb. 10). In entsprechender Weise wurde der Aufbau des Scheiterhaufens dokumentiert: Maße, Menge und Struktur jeder Holzlage, einschließlich Foto. Der Aufbau glück prinzipiell

Tabelle 2: Branddeformierte Ausstattung SH3 nach Quadranten (x = nicht untersucht)

SH3	A	B	C	D	E	F	G
1	X	Schmelzkugeln					X
2		Uhrfeder (rezent) Draht (rezent) Bronzebeschlag Nagel Schmelzkugeln	Tongefäß Achat Schmelzkugeln	Tongefäß Silex	Elfenbein Nagel Messingblechrest Schmelzreste Schmelzkugeln	3 Nägel Schmelzkugeln	
3		Schmelzkugeln	Tongefäß Schmelzkugeln	Tongefäß Kamm Silex Schmelzreste Schmelzkugeln	Ringfibel Elfenbein Silex Schmelzreste Schmelzkugeln	2 Nägel Knochenadel Schmelzreste Schmelzkugeln	
4	Textilreste		Glasschmelze Schmelzkugeln		Silberdrahtrest Patronenhülse (rezent)	Knochenadel Schmelzkugeln	
5			Glasschmelze		Terra sigillata		
6	X			Draht (rezent)			X



Abb. 10: Replikat der Ausstattung für SH4.

dem des vorherigen Versuchs. Die siebte der 13 Holzlagen war die Verbrennungsplattform. Fünf Lagen überdeckten den Leichnam.

Bei SH4 handelte es sich um die Einäscherung eines 60 kg schweren Schweinekadavers. Diesmal bestand die Ausstattung aus

Elfenbeinhalbkugeln, Glas- und Fayenceperlen, wiederum einem Lederstück, einem Kamm, Messingfibel, Silberfibel, Knochenadel, Holzstücken mit Beschlägen aus Silber, Messing, Kupfer und Eisen, einer Pfeilspitze, ferner Eier, Getreide, einer Schweinshaxe, einem Kästchen und einem Körbchen, einem Huhn in einem Keramikumpf, einer hohen Rippe auf einem Terra-Sigillata-Teller, einem Glasbecher, gefüllt mit Haselnüssen und Kleestängeln. Hinzu kamen Äpfel, ferner das Ausschmücken mit Rainfarn und schwarzem Senf.

Die Messdrähte wurden in einem vorgegebenen Verteilungsmuster auf der Fläche verteilt.

Nach dem Aufbau der restlichen Schichten wurde an allen vier Seiten mit Birkenrindenfackeln entzündet (Abb. 11). Diesmal entflammte die Holzkonstruktion

Tabelle 3: Branddeformierte Ausstattung SH4 nach Quadranten (Kugel, Schmelzrest, Beschlag = Metall)

SH4	A	B	C	D	E	F	G	H	J
1		Kugeln Fayenceperle	Bronzefibel Glasperle Geweihkamm	Geweihkamm					
2		Knochenadel Kugeln	Eierschale Silberfibel Fayenceperlen Glasperlen Kugeln Schmelzrest Textilrest	Pfeilspitze Elfenbeinknopf Kugeln Messdraht Eierschale	Kugeln	Draht (rezent) Kugeln Blechreste (rezent)	Messdraht (rezent) Kugeln Leinenrest	Textilrest Beschläge Messdraht Kugeln	
3		Kugeln	Stoffrest Knochenadel Messdraht Kugeln Schmelzrest	Kugeln	Messdraht Schmelzrest Kugeln	Messdraht Drahtrest Kugeln	Kugeln Leinenrest	Beschlag Textilrest Glasperle Messdraht Schmelzrest Kugeln	Beschlag mit Nieten
4	Glasschmelze	Fayenceperle Kugeln	Kugeln	Kugeln Messdraht	Terra sigillata Kugeln		(fehlt)	Tongefäß Draht + Nagel (rezent) Kugel	
5		Glasschmelze (Perlen) Kugeln	Glasschmelze Schmelzrest Kugeln		Terra sigillata Messdraht Kugeln	Kugeln	Beschlag Nägel Messdraht Kugeln	Kugeln	
6		Messdraht Kugeln	Glasschmelze Kugeln						



Abb. 11: SH4 wird entzündet.

ungleichmäßig. Erst ca. 50 Minuten nach dem Entzünden stand der gesamte Scheiterhaufen in Flammen, während bereits erste Teile der Oberkonstruktion zusammenstürzten. Schon zehn Minuten später gingen die Flammen zurück. Als eine halbe Stunde danach der Scheiterhaufen leicht nach Süden zu kippen begann, kam es zu einer allmählichen Verlagerung der Leiche in Rückenlage.

Auch hier musste wiederum mehrmals Holz nachgelegt werden. Nun bestand die Mitte des Scheiterhaufens aus glühender Holzkohle, die in den Außenbereichen zu veraschen begann. Gleichwohl waren an der Leiche noch viele organische Reste zu erkennen.

Tags darauf glühten einige Bereiche des Scheiterhaufens noch immer und ermöglichten eine Untersuchung erst nach dem quadrantenweisen Ablöschen.

Auch der Bodenbereich unter und um den Scheiterhaufen wurde hinsichtlich der Brandspuren untersucht. Ein Querschnitt zeigte jedoch, dass die Verziegelung des Lehmbodens im Mittel 2 cm tief erfolgte.

SH4	A	B	C	D	E	F	G	H	J
1		•							
2		•	•	•	•	•	•	•	
3		•	•	•	•	•	•	•	
4		•	•	•	•			•	
5		•	•		•	•	•	•	
6		•	•						

Abb. 12: Verteilung der Schmelzkugeln nach Quadranten bei SH4. Großer Kreis > 70 Schmelzreste; mittlerer Kreis < 70 Schmelzreste; kleiner Kreis < 20 Schmelzreste.

Bereits ab 5 cm Tiefe war aber im Profil im Vergleich zum Anstehenden keinerlei Veränderung mehr erkennbar.

Die Röntgenaufnahmen der Quadranteninhalte zeigten zum einen abermals eine Vielzahl von Schmelzkugeln (Abb. 12), zum anderen auch einen Teil der den Ausgräbern entgangenen Stücke aus Metall sowie rezente, wohl mit dem Brennholz eingetragene Objekte.

Brandbedingte Veränderungen der Ausstattung

Im Anschluss an die Bergung und Untersuchung der Scheiterhaufenrückstände von SH1-4 ist eine interdisziplinäre Auswertung vorgesehen und in Vorbereitung (BECKER, DÖHLE, HELLMUND, LEINWEBER, SCHAFBERG 2004). Da dies Vorhaben zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen ist, wird an dieser Stelle auf die Ergebnisse der anthropologisch/zoologischen und botanischen Untersuchungen verzichtet und auf die eingangs formulierte archäologische Fragestellung, der Filterwirkung des Brandritus, fokussiert.

Während der auf SH3 kremierte „Tote“ eine Ausstattung von 22 Stücken erhielt, war der Leiche auf SH4 mit 45 Positionen ein erweitertes Spektrum beigegeben worden. Dies bestand in Holzblöcken mit Beschlägen unterschiedlicher Metalle, ferner

Holzkästchen, Körbchen, Ton- und Glasperlen, Pfeilspitze, Textilien, Nüssen und verschiedenen Pflanzen und Fleischbeigaben sowie Eiern. Hingegen fehlten Silex und Halbedelsteine.

Scheiterhaufen 4 vermittelt vergleichsweise zum Vorgänger ein recht heterogenes Bild, das mit nahezu unversehrten neben stark branddeformierten Stücken ziemlich gut mit den Inventaren aus den Brandgräbern übereinstimmt. Scheiterhaufen 3 lief demgegenüber eher als „Standardverbrennung“ ab. Nahezu alle Ausstattungsstücke zeigten mit Ausnahme des erhaltenen Feinsilberdrahtes den im Experiment erwarteten Zerstörungsgrad von Glas, Silber, Legierungen und Halbedelsteinen.

Zusammen betrachtet zeigen sich die tatsächlichen Verluste von SH3 und SH4 bei Silber-, Messing- und selten bei Kupferbeschlägen, Silber- und Messingschmuckstücken, einer Elfenbeinhalbkugel, organischen/vegetabilen Substanzen, ferner bei einigen Glasperlen, einem Karneol sowie einem kompletten Messdraht. Ein großer Teil ist in bekannter Weise branddeformiert. Das betrifft insbesondere Ton-, Terra-sigillata- und Glasgefäße, Knochennadeln, Geweihkämme, Silex, Achat, Armbrustfibeln aus Messing und Silber, drei der Glasperlen, Kupferbeschläge sowie Messdrähte. Andere Gegenstände, wie solche aus Eisen, ein Elfenbeinstück, alle Melonenperlen oder auch drei Glasperlen überstanden den Brand nahezu unbeschadet.

Die zerschmolzenen Bunt- und Edelmetallstücke ließen sich in Form von Schmelzkugeln zwischen >5 mm und <1 mm im Röntgenbild und auch makroskopisch orten. Allerdings weist die festgestellte Masse ein erhebliches Defizit auf.

Ein Brand ist ein komplexes, durch viele Einflussfaktoren gekennzeichnetes chaotisches Phänomen, das bereits durch kleine Störungen zu Verlaufsveränderungen neigt. In einem Feuer liegen gleichermaßen Bereiche mit Brennstoff- wie auch Sauerstoff-

überschuss, d.h. reduzierende und oxidierende Zonen, vor. Im Kernbereich werden Temperaturen >1000 °C erreicht, während sie in Randzonen bei etwa 300 °C liegen können (GRABSKI, STEINBACH, WIENECKE 2000).

Diesen heterogenen Temperaturfeldern, die zudem unterschiedlich lange bestanden haben und einem häufigen Wechsel unterlagen, waren die Ausstattungsstücke samt der Leiche ausgesetzt. Über einen Zeitraum von mehreren Stunden lagen die Objekte danach weiterhin in der Holzkohleglut, deren Temperatur anfangs partiell bis zu 800 °C betragen haben dürfte.

Der differenzierte Erhaltungszustand ist Ergebnis dieses komplexen und chaotischen Phänomens, das es in einem Brand ermöglicht, Kupfer zu schmelzen und Glasperlen fast unversehrt zu erhalten. Nicht die Maximaltemperatur ist für brandbedingte Veränderungen entscheidend, sondern das Ergebnis aus mindestens drei Komponenten: Temperaturhöhe, Zeitdauer und räumliche Verlagerung.

Erkenntnisse, erste Schlussfolgerungen und Ausblick

Im Bewusstsein, dass diese kleine Serie infolge des möglichen Fehlers der kleinen Zahl nicht ausreicht, die Erkenntnisse zu verallgemeinern, soll dennoch eine Deutung versucht werden.

Der Kremationsverlauf ist abhängig von Witterung, Brenneigenschaften, Feuchtigkeitsgehalt des Holzes, Konstruktion und Brandverhalten der Holzkonstruktion u.v.a.m. Das Ablöschen lässt Leichenbrand, Holzkohle und Inventar durch Farbunterschiede deutlich hervortreten (Abb. 13). Beim Ausbrennen bleiben die Scheiterhaufenreste von einem grauen Ascheschleier überdeckt, der eine gezielte Aufnahme der Teile erschwert (Abb. 14). 24 Stunden nach dem Entzünden ist nur ein peripherer Bereich so weit abgekühlt, dass

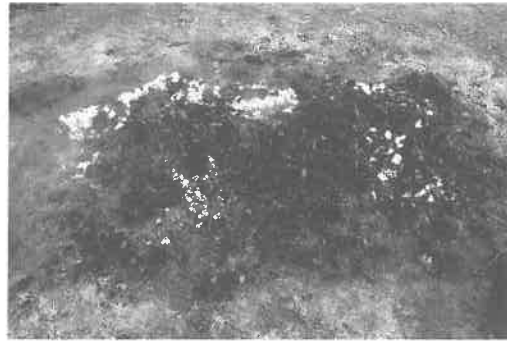


Abb. 13: Gelöschter Scheiterhaufen.

abgelesen werden kann. Von Asche befreite Holzkohle entzündet sich teilweise erneut. In jedem Fall wird die Lage des Leichnams im abgebrannten Scheiterhaufen sichtbar. Das ungleichmäßige Niederbrennen mit zeitlich versetztem Abstürzen einzelner Körperteile wirkte sich kaum auf die Gesamtlage als Leichenbrand aus (Abb. 13).

Beigaben können die Kremation in einem breiten Erhaltungsspektrum überstehen, das von völlig unverbrannt bis total verbrannt reicht. Gleichmäßig oxidierende Brandbedingungen führen zur vollständigen Verbrennung der Knochen wie der Beigaben. Von den Metallen bleiben in Abhängigkeit von ihrer Schmelztemperatur in der Regel nur Kupfer und Eisen – mehr oder weniger deformiert – erhalten. Glas zerschmilzt und kocht, Keramik springt. Knochen, Geweih, Elfenbein verändern Form, Konsistenz und Farbe entsprechend des Verbrennungsgrades des Knochenmaterials der Leiche. Ähnlich verhält es sich bei Halbedelsteinen, die je nach Verbrennungsgrad opak weiß-grau werden, craquellieren und zerspringen. Bunt- und Edelmetallschmelzkugeln, auch Halbedelsteinfragmente werden z.T. nicht mehr als solche erkannt. Partiiell ungleichmäßige Kremation mit z.T. reduzierenden Bedingungen führt durch den Sauerstoffmangel, d.h. Brennstoffüberschuss, zum Erhalt aller so lagernden Objekte, dies schließt selbst Glas, Silber und Bronze ein. Redu-



Abb. 14: Scheiterhaufenrückstände ungelöscht.

zierende Brennatmosphären entstehen unabhängig von der sonstigen Intensität des Scheiterhaufenfeuers, da Feuer chaotische Systeme darstellen.

Die Zusammensetzung des Grabinventars ist in erster Linie abhängig von den regionalen Riten des Umgangs mit dem Toten. In den hier relevanten Kontext gehört die Aufbahrung auf dem Scheiterhaufen mit- samt der Ausstattung und die Behandlung der Scheiterhaufenreste im Anschluss an die Kremation (Löschen, Ausbrennen, Auseinanderziehen/Abkühlen, Ablesen sichtbarer oder rituell festgelegter Stücke, Einfegen in das Grabbehältnis ...). Diesen Bedingungen dürften alle Verstorbenen eines regionalen Zeitfensters in etwa gleichermaßen unterlegen haben – gestaffelt nach sozioökonomischem Status und Geschlecht.

Die Filterwirkung der Ausstattung durch Branddeformation oder Verlust ist bedingt durch das Brennverhalten des Scheiterhaufens. Die Überreste des Inventars entziehen sich auch deshalb einer archäologischen Systematisierung, weil Unscheinbares nur per Zufall in oder um die Urne gelangte und bei einer Untersuchung ggf. nicht erkannt wird.

Vor diesem Hintergrund versagt eine wie auch immer als sozioökonomische Strukturierung postulierte Auswertung aus methodischen Gründen nach bisherigem Muster. Eine interdisziplinäre Zusammenarbeit unter Einbeziehung komplexer Untersuchungs-

methoden scheint als Konsequenz unumgänglich. Als Folge wird eine veränderte Vorgehensweise bei der Auswertung von Brandgräbern zu erarbeiten sein. Eine auf dieser Grundlage gewonnene Datenbasis sollte zum Erstellen neuer, tragfähiger Auswertungskonzepte der Inventare kaiserzeitlicher Brandgräber Innergermaniens führen.

Anmerkungen

- 1 Der Leiterin des Veterinäramtes des Ldkr. Mansfelder Land, Frau Dr. Piegert, möchten wir an dieser Stelle für ihr Verständnis und die veterinärbehördliche Genehmigung vielmals danken. In den Dank schließen wir gleichermaßen den Fleischermeister, Herrn Kneusel jr., Siebigerode, und Herrn Sommer, Agrargenossenschaft Helmsdorf e.G., für das Beschaffen der Kadaver ein.
- 2 Karneol, Silex und Achat stellte dankenswerterweise Frau Dr. G. Platz, Antikensammlung der Staatlichen Museen Berlin, zur Verfügung.
- 3 Am Seminar vom 24.-28.09.01 im Zentrum für Experimentelle Archäologie und Museumspädagogik des LfA in Mansfeld nahmen teil: N. Bodenstern, Universität Leipzig, S. Grabenhorst, Universität Göttingen, P. Jung, Universität Mainz, Ch. Meyer, Universität Zürich, S. Oehrl, Universität Göttingen, J. Scharfbier, Freie Universität Berlin, N. Schücker, Universität Mainz, K. Ulrich, Humboldt-Universität zu Berlin und als Gäste Frau Dr. E. Schultze, DAI Berlin, und Frau U. Tegtmeier, M.A., Universität Köln.

Literatur

- BECKER, M., BREUER, H., SCHAFBERG, R.: Diagnostik an Brandgräbern der Römischen Kaiserzeit. *Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte* 86, 2003 (im Druck).
- BECKER, M., DÖHLE, H.-J., HELLMUND, M., LEINWEBER, R., SCHAFBERG, R.: Verbrennung auf dem Scheiterhaufen – ein interdisziplinärer Ansatz (Arbeitstitel), 2004 (in Vorbereitung).
- GRABSKI, R., STEINBACH, K., WIENECKE, F. 2000: Thermische Wirkung von Bränden auf Menschen und Objekte – Physikalische Grundlagen, Forschungsergebnisse und Schutzmaßnahmen. In: M. Oehmichen (Hrsg.), *Hyperthermie, Brand und Kohlenmonoxid, Research in Legal Medicine/ Rechtsmedizinische Forschungsergebnisse*, Vol. 21. Lübeck 2000, 137-165.

HENRIKSEN, M. B. 1991: Et forsøg med forhistorisk ligbrænding nogle kommentarer til undersøgelsen af brandgrave. *Eksperimentel Arkæologi. Studier i teknologi og kultur*, Nr. 1. Lejre 1991, 50-60.

HERRMANN, B. 1990: Hinweise auf die zur Leichenverbrennung benutzten Holzarten. In: F. M. Andraschko, W.-R. Teegen (Hrsg.), *Gedenkschrift für Jürgen Driehaus*. Mainz 1990, 91-96.

LAMBOT, B. 1994: Le bucher experimental d'Acy-Romance. In: B. Lambot, M. Friboulet, P. Méniel: *Le site protohistorique d'Acy-Romance (Ardennes), II. Les Necropoles dans leur context régional*. Reims 1994, 250-315.

WAHL, J. 1981: Beobachtung zur Verbrennung menschlicher Leichname. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 11, 1981, 271-279.

WAHL, J. u. S. 1983: Zur Technik der Leichenverbrennung: I. Verbrennungsplätze aus ethnologischen Quellen. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 13, 1983, 513-520.

WAHL, J. u. S. 1984: Zur Technik der Leichenverbrennung: II. Vorbereitung der Leiche und Behandlung der Knochenreste anhand ethnologischer Quellen. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 14, 1984, 443-451.

WERNER, A. 1990: Versuche zur Rekonstruktion provincialrömischer Brandbestattungen vom Typ Bustum. *Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft* 4. Oldenburg 1990, 227-230.

Abbildungsnachweis

Fotos: A. Hörentrup, E. Hunold, R. Leineweber; Abb. 7: M. Wiegmann, alle Landesamt für Archäologie

Anschrift der Verfasserin

Dr. Rosemarie Leineweber
Landesamt für Archäologie
Sachsen-Anhalt
Richard-Wagner-Str. 9-10

D- 06114 Halle (Saale)

Experiment und ethnographische Untersuchung – ihr Potenzial für die funktionale Interpretation an Keramik

Anja Naschinski

1. Einleitung

Im Rahmen der Funktionsinterpretation an Keramik spielen das Experiment und die ethnographische Untersuchung eine maßgebliche Rolle. Ihr diesbezüglich großes Erkenntnispotential, insbesondere das des Experiments, wurde bislang allerdings kaum genutzt. Die Bibliographie zur Experimentellen Archäologie (DEWERMANN 1992) weist dementsprechend nur sehr wenige – wenn auch nicht alle – Experimente zum Thema Keramikfunktion aus.

Im Folgenden werde ich daher anhand neuer Ergebnisse und Erkenntnisse aus meinen eigenen Experimenten und der ethnographischen Studie von J. M. SKIBO (1992) vorstellen, worin das Potenzial dieser Methoden im Einzelnen liegt. Zugleich gebe ich Einblick in die Problematik der Funktionsinterpretation an Keramik und Anregungen für das weitere Vorgehen auf diesem Gebiet.

Der Beitrag beruht auf meiner Dissertation (NASCHINSKI 2000), in der neben Einzelheiten zu den folgenden Ausführungen auch meine Experimente dokumentiert sind.

Aussagen über die Funktion von Keramik haben nur dann eine hohe Wahrscheinlichkeit, wenn sie auf Analogien zwischen den archäologischen Parametern und solchen aus bekanntem Zusammenhang beruhen. Aus direkt und indirekt beobachtetem Nut-

zungs- und Herstellungsverhalten können Modelle oder Teilmodelle zum Verständnis von Zusammenhängen oder Phänomenen erschlossen werden.

Es besteht jedoch eine Diskrepanz zwischen archäologischen und aktuellen Parametern. Sie erfordert, dass man bei der Erschließung und Anwendung von Analogien immer den momentanen, auf mehreren Ebenen potenziell reduzierten Zustand der archäologischen Parameter, d.h. Veränderungen, technologische Kriterien und Befund berücksichtigen muss. Ferner sind bestimmte, dem Nutzungsverhalten immanente Faktoren einzubeziehen. Welche das sind, soll der Beitrag zeigen.

Veränderungen an Keramik – sofern gebrauchtsbedingt – sind Auswirkungen des Gebrauchs unmittelbar am Gefäß und stehen daher im Mittelpunkt meiner Ausführungen.

2. Ethnographische Untersuchungen

Neue Impulse, gerade für den Bereich der Analyse von Veränderungen an Keramik und damit für die Funktionsinterpretation generell, kommen aus den USA: J. M. SKIBO (1992) hat – bislang einmalig – eine Mikroverhaltensstudie, gekoppelt mit einer Gebrauchsspurenanalyse an Keramik bei den Kalinga auf den Philippinen durchgeführt. Er hat das Nutzungsverhalten und die dabei entstandenen Gebrauchsspuren an Keramik akribisch aufgenommen und dann versucht, die Spuren auf Ursache-Wirkungsniveau mit bestimmten Aktivitäten zu korrelieren bzw. zu erklären. In diesem Zusammenhang hat er auch Experimente durchgeführt.

J. M. SKIBOS ethnographische Studie hat exemplarische Bedeutung. Über die von ihm selbst formulierten Ergebnisse hinaus konnte ich aus seiner Untersuchung weitere grundlegende Erkenntnisse gewinnen und habe diese z.T. exemplarisch auf archäologische Keramik angewendet.

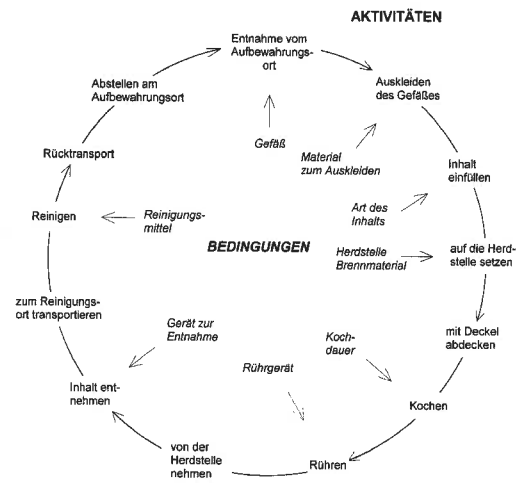


Abb. 1: Das Schema zeigt einen fiktiven Gebrauchsvorgang und seine Komponenten: Bedingungen (exemplarisch, innen) und Aktivitäten (außen).

Der Funktionsbegriff

Durch die Beschäftigung mit J. M. SKIBOS Studie bin ich zu einem differenzierten Verständnis von Funktion gekommen. Danach ist Funktion ein Komplex aus einzelnen Aktivitäten und Bedingungen (vergl. Abb. 1).

Aus dem Schema Abb. 1 wird u.a. deutlich, dass der Inhalt eines Gefäßes nur *eine* der Funktionsbedingungen ist. Rückstandsanalysen sind daher keine Funktionsanalysen.

Gebrauchsspuren sind funktionspezifisch

Die Gefäße, die von den Kalinga zum Kochen von Reis bzw. Fleisch/Gemüse verwendet werden, haben jeweils unterschiedliche Gebrauchsspuren. Auch die gebrauchsbefindlichen Veränderungen an meinen Versuchsgefäßen sind funktionspezifisch. Grund dafür ist der große Einfluss, den einzelne Funktionsaktivitäten und -bedingungen auf die Spurbildung haben: In einem meiner Experimente führten schon Unterschiede im Zustand der zum

Kochen verwendeten Milch (sauer/normal), bei ansonsten gleichen Experimentbedingungen, zu einem jeweils individuellen Rückstandsmuster.

Reduktion

Vom Gesamtkomplex Keramikfunktion sind nur die materiellen Komponenten übrig. Der vorausgangene Reduktionsprozess ist in sich differenziert und kann schon während des Gebrauchs beginnen: J. M. SKIBOS Ansatz, Gebrauchsspuren mit einzelnen Funktionsaktivitäten der Nutzer/-innen zu korrelieren, ermöglicht eine genaue Vorstellung davon – er stellte nämlich fest, dass manche Funktionsaktivitäten keine Spuren hinterlassen.

Ein weiteres Beispiel für Reduktion während des Gebrauchs ist mein Multifunktionsexperiment (s.u.). Hier konnte ich beobachten, dass Rückstände, die sich während der Nutzung gebildet hatten, durch einen Funktionswechsel teilweise oder ganz wieder verschwanden, also nur temporär waren.

Nach Ablauf der „Gesamtgebrauchsdauer“ eines Gefäßes geht der Reduktionsprozess weiter – die ehemaligen Inhalte konnten in meinem Multifunktionsexperiment (s.u.) schon zwei Jahre und vier Monate nach Ende des Versuchs nicht mehr identifiziert werden.

Kriterien für gebrauchsbefindliche Spuren

Die Gebrauchsspuren an den Gefäßen der Kalinga sowie an meinen Versuchsgefäßen haben folgende charakteristische Merkmale:

1. Zonierung, d.h. regelhafte, geordnete, nicht zufällige Verteilung der Beschädigungen oder Rückstände über die Außenflächen und innerhalb des Gefäßkörpers (Rückstände bei niedrig gebrannter Keramik),

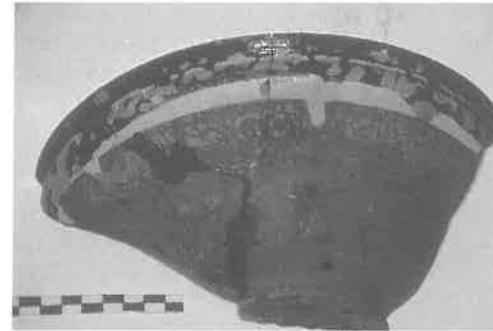


Abb. 2: Frühneuzeitliches Gefäßfragment, Außenseite mit Beschädigungen. Erkennbar sind die Kriterien 1 und 2 für gebrauchsbefindliche Spuren.

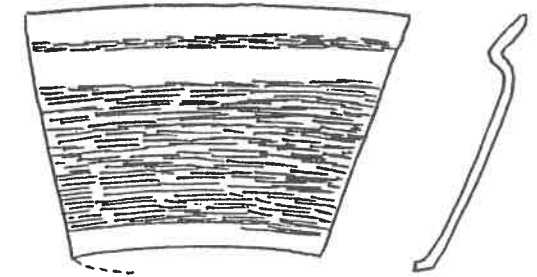


Abb. 3: Innenseite des Gefäßes von Abb. 2. Schematische Darstellung der feinen Kratzer, sichtbar bei 60-90facher Vergrößerung. Erkennbar Kriterien 1 und 2 für gebrauchsbefindliche Spuren (aus dem Vergleich mit Abb. 2 ergibt sich das 3. Kriterium).

2. Kopplung von Spurtypen an bestimmte Gefäßbereiche; meist gleichmäßig horizontal umlaufend verteilt,
3. das Spurbild ist innen und außen verschieden,
4. die Veränderungen sind regelmäßig, d.h. typspezifisch.

Anwendung auf archäologische Keramik

Diese Kriterien erfüllen auch die Beschädigungen an Fragmenten von frühneuzeitlichen Gefäßen, die ich untersucht habe und von denen hier eines exemplarisch dokumentiert ist (Abb. 2 u. 3). Es handelt sich also vermutlich um Gebrauchsspuren. Daraus wiederum folgt, dass die Scherben praktisch keine prä- oder postfunktionalen Beschädigungen aufweisen.

Referenzdaten

J. M. SKIBO formuliert im theoretischen Teil seiner Studie die Frage, wie Referenzdaten aussehen müssen, damit sie für den Aktualistischen Vergleich geeignet sind (SKIBO 1992, 26; 30).

Nach seiner Auffassung ist das Hauptproblem die Formulierung von Material-Verhaltensbeziehungen. Das Ziel von Ethnoarchäologie und Experimenteller Ar-

chäologie sei es, „low-level principles“ zu entwickeln, die dann zur Erklärung archäologischer Phänomene eingesetzt werden. Es ist nicht klar, was SKIBO mit „low-level principles“ meint. Vermutlich versteht er darunter Ursache-Wirkungszusammenhänge in der Art, wie er sie selbst in seiner Studie bei den Kalinga erarbeitet hat.

Solche Erklärungen zu formulieren, ist jedoch schwierig. SKIBO selbst musste, obwohl er die Zusammenhänge kannte, Experimente machen, um bestimmte Spuren erklären zu können. Dies entspricht auch meinen Erfahrungen: Ich habe, in Anlehnung an SKIBO, die in meinen Experimenten entstandenen Gebrauchsspuren so genau wie möglich beschrieben und versuchsweise Hypothesen über ihre Entstehung formuliert. Dabei bin ich an Grenzen gestoßen. – Die „Erklärungen“ sind letztlich nur Mutmaßungen über chemisch-physikalische Zusammenhänge.

Die „low-level principles“ sollen laut SKIBO zur Erklärung archäologischer Phänomene dienen. Leider macht er hierzu keine genauen Angaben. Ich habe ihn so verstanden, dass die „low-level principles“ einerseits als Mikro-Analogien verwendet werden können, die wahrscheinlich leichter zu finden sind als vollständige Spurbilder und dass sie andererseits das allgemeine Wissen über die Entstehung von

Spuren im Detail erweitern und damit indirekt zur Hypothesenbildung bzw. Spurerklärung beitragen können.

Die Bedeutung von Spurerklärungen, die anhand von kontrolliertem Nutzungsverhalten erschlossen werden, liegt nach meiner Auffassung darin, dass sie den Hypothesen entsprechen, die man bei der Funktionsinterpretation an archäologischen Gefäßen, insbesondere bei spurproduzierenden Experimenten, im Vorfeld aufstellen muss.

Solche Erklärungen für Veränderungen an archäologischer Keramik zu formulieren, wenn keine Analogien vorhanden sind, dürfte jedoch schwierig sein, weil man dabei ohne Hintergrundwissen über die Funktion auskommen muss.

3. Experimente

Das Experiment ist die wichtigste Methode zur Erschließung von Referenzdaten im Rahmen der Funktionsinterpretation an Keramik, denn nur so können Hypothesen getestet werden. So lassen sich beispielsweise Hypothesen zur Entstehung von Veränderungen an Keramik dadurch überprüfen, dass die Veränderungen dynamisch reproduziert und weiterführende Ideen entwickelt werden. Mit Hilfe von Experimenten können Funktionshypothese, die anhand von indirekten Vergleichsdaten (bildlichen oder schriftlichen Darstellungen) gewonnen wurden, überprüft werden, indem die indirekten Parameter nach dem Prinzip: Hypothese – Experiment – Spurvergleich zwischen Versuchsgefäß und archäologischem Gefäß in direkt mit archäologischer Keramik vergleichbare Parameter umgewandelt werden. Auch die Eigenschaften technologischer Parameter sind nur experimentell überprüfbar.

Experimente haben gegenüber ethnographischen Untersuchungen den besonderen Vorteil, dass sie vor Ort durchgeführt und kontrolliert werden können. Außerdem kann man mit ihnen unmittelbar auf be-

stimmte Fragestellungen, z.B. nach grundlegenden Zusammenhängen bei der Entstehung von Veränderungen an Keramik reagieren. Manche Fragen lassen sich ausschließlich durch Experimente beantworten!

Diese Vorteile habe ich genutzt und mehrere Experimente zu grundlegenden Problemen der Funktionsinterpretation an Keramik durchgeführt. Fragestellung, Ablauf und Ergebnis von zwei Versuchen fasse ich hier kurz zusammen.

3. 1 Multifunktion

Multifunktion von Keramik ist ethnographisch vielfach belegt (vergl. NASCHINSKI 2000, 5). Es ist daher anzunehmen, dass es auch in früheren Zeiten üblich war, Keramik für mehrere Funktionen zu verwenden. Funktionswechsel sind möglich, weil viele Gefäße eine Nutzungstoleranz besitzen. Multifunktion ist besonders dann zu erwarten, wenn Gefäße sehr lange in Gebrauch sind, denn dadurch besteht eine höhere Wahrscheinlichkeit, dass sie von verschiedenen Personen an wechselnden Orten benutzt werden. – In der Literatur sind allerdings keine Multifunktionsexperimente beschrieben.

Fragen

1. Ist Multifunktion identifizierbar?
2. Haben bestimmte Funktionen eine prägende Wirkung?
3. Sind die Inhalte identifizierbar?
4. Welche Rolle spielt der letzte Inhalt?

Die Fragen 1-4 sollen mit Hilfe von Fettsäureanalysen beantwortet werden, die Fragen 1 und 2 aufgrund makroskopisch sichtbarer Rückstände.

Mit den Fragen 3 und 4 wollte ich die von R. C. A. ROTTLÄNDER (1990, 10; 11) ohne vorherige Experimente aufgestellte Behauptung testen, dass das Fett des letzten Gefäßinhalts dominant ist, d.h. das Ergebnis der Fettsäureanalyse bestimmt.



Abb. 4: Multifunktionsexperiment, 1. Funktion: Milchkochen in vier Gefäßen (vergl. auch Schema Abb. 5).

Aufbau und Durchführung

Es wurde nacheinander Milch gekocht (Abb. 4), Getreide und Linsen geröstet, wieder Milch gekocht und schließlich längere Zeit Butter in Salzlake eingelegt.

Für das Experiment war ein besonderer Aufbau erforderlich. Da nach jedem Funktionswechsel auch Gefäßprofile makroskopisch berücksichtigt und Proben für Fettsäureanalysen aus dem Scherbenkern genommen werden sollten, musste der Versuch so angelegt sein, dass nach jedem Funktionswechsel ein Zeugengefäß zur beliebigen Analyse zur Verfügung steht. Durch den in Abb. 5 dargestellten Experimentablauf ist dies gewährleistet:

Zur Durchführung von vier Funktionen sind fünf technologisch gleiche Gefäße notwendig. Eines der Gefäße bleibt ungenutzt und dient als Referenz für den Ausgangszustand. Die anderen vier Gefäße werden im ersten Experimentabschnitt in gleicher Weise verwendet. Eines von diesen Gefäßen wird im nächsten Experimentabschnitt nicht wieder verwendet, sondern bleibt als „Zeuge“ der ersten Funktion erhalten. Dadurch, dass am Ende jedes Experimentabschnitts jeweils ein Gefäß nicht weiterverwendet wird, verringert sich die Zahl der für eine Funktion eingesetzten Gefäße, so dass die zweite Funktion nur noch mit drei, die dritte Funktion mit zwei

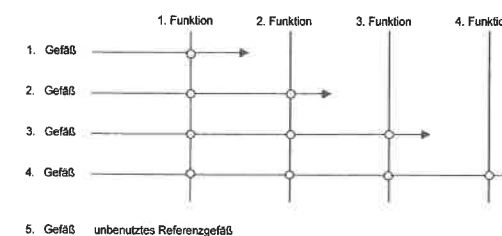


Abb. 5: Versuchsaufbau Multifunktionsexperiment.

und die vierte Funktion nur noch mit einem Gefäß durchgeführt wird. Am Schluss stehen zur Auswertung vier Gefäße zur Verfügung, von denen jeweils eines die Spuren der ersten, der ersten beiden, der ersten drei und aller vier Funktionen trägt.

Ergebnisse

Nach den Ergebnissen der Fettsäureanalysen, die von M. TAUBER (1998) durchgeführt wurden, müssen die Fragen 1-3 mit „nein“ beantwortet werden. Die einzelnen Inhalte (Frage 3) konnten bereits zwei Jahre und vier Monate nach Gebrauchsende nicht mehr identifiziert werden. Der letzte Inhalt spielt keine besondere Rolle. Er bestimmt nicht das Ergebnis der Fettsäureanalyse. Die makroskopische Analyse der Rückstände hat bezüglich Frage 1 ergeben, dass Multifunktion nicht mehr erkennbar ist. – Dem liegen folgende Beobachtungen zugrunde: Jede Funktion verursacht Veränderungen am vorausgegangenen Spurbild, die sich als Addition oder Entfernung organischer Rückstände bemerkbar machen. Ohne Kenntnis der Einzelspurbilder sind diese – mit Ausnahme der Beschädigung an der Kruste – jedoch nicht mehr erkennbar. Nur mit entsprechendem Hintergrundwissen könnte festgestellt werden, ob der Materialverlust an der Kruste überhaupt funktionsbedingt ist.



Abb. 6: Scherbenprofile aus den Versuchsgefäßen im Vergleich. Links nach 15 Stunden Milchkochen (vergl. auch Abb. 7), rechts nach 2 x 10 Minuten Milchkochen.

Es muss damit gerechnet werden, dass ein Gefäß mehrere Funktionen gehabt hat, auch wenn das Gesamtbild eine gleichzeitige und monofunktionale Entstehung der Spuren vortäuscht. Im Hinblick auf Frage 2 hat die makroskopische Analyse ergeben: Die Risse, die sich im Verlauf der ersten Funktion gebildet haben, prägen das Spurbild bis nach der letzten Funktion in allen Gefäßbereichen. Die Innenwand des Gefäßes wird, außer am Boden, durch Rückstände aus allen vier Funktionen und aus der Zeit danach geprägt. Die Spuren der ersten Funktion werden durch die zweite Funktion nur im Bodenbereich verändert. Durch Funktion 3 wird die fehlende Kruste am Boden wieder ergänzt und das Spurbild insgesamt „nachgeprägt“. Die 4. Funktion führt zur Zerstörung des Gefäßes und bestimmt damit auf ihre Weise die Spurbildung.

3. 2 Spurentwicklung

Die Dauer des Gebrauchs ist eine der Funktionsbedingungen (vergl. Abb. 1). Sie hat Einfluss auf die Morphologie der Spuren und das Spurmuster.



Abb. 7: Profil und Innenseite des Versuchsgefäßes nach 15 Stunden Milchkochen.

Fragestellung

Im Experiment sollte exemplarisch überprüft werden, wie sich Gebrauchsspuren bei gleich bleibender Funktion entwickeln.

Aufbau und Durchführung

Um die Spuren wie im Multifunktionsexperiment (s.o.) in allen Gefäßbereichen auswerten zu können, wurde das Experiment nach dem Prinzip von Abb. 5 angelegt. Es wurde 2 x 10 Minuten und dann 15 Stunden Milch gekocht.

Ergebnis

Bei gleicher Funktion sind, je nach Nutzungsdauer, unterschiedliche Spurmuster entstanden (exemplarisch dokumentiert in Abb. 6 und 7).

4. Fazit und Ausblick

Der Bereich Funktion sollte innerhalb der Forschung an archäologischer Keramik generell mehr Gewicht erhalten. Dabei müssten verstärkt ethnographische Untersuchungen und insbesondere Experi-

mente eingesetzt werden. – Mit Experimenten konnte ich exemplarisch Antworten auf meine Fragen erschließen und zahlreiche wichtige Nebenergebnisse erzielen.

Ziel der Funktionsinterpretation sollte eine Aussage mit hoher Wahrscheinlichkeit über die ehemalige tatsächliche Funktion von Keramik sein.

Eine hohe Wahrscheinlichkeit kann nur über Analogien aus bekanntem Zusammenhang erreicht werden. Experimente sind eine Methode – oft die einzige – zur Erschließung solcher Vergleichsdaten.

In der Literatur trifft man aber leider immer wieder auf Aussagen über die Funktion von Keramik, die nicht auf Analogien beruhen. Es gibt Experimente, wie z.B. die von E. COSACK (1994) und M. SALESCH (1995), in denen mit nachgebauten Gefäßen überprüft wird, ob damit eine bestimmte Funktion möglich ist. Solche Versuche sind nur Eignungstests und bleiben im Grunde auf halber Strecke stehen. Die technologischen Parameter eines Gefäßes sind nämlich nicht die Folge von Funktion, sondern entstehen im Vorfeld und sprechen bestenfalls für geplante Funktion. Von größerer Bedeutung sind aber Analogien bei den Parametern, in denen sich Gebrauch niederschlägt, also Befunde und insbesondere Veränderungen an der Keramik. Im Sinne o.g. Wahrscheinlichkeit der Aussage und der Frage nach der tatsächlichen Funktion hätten E. COSACK und M. SALESCH demnach weiter prüfen müssen, ob es auch Analogien zwischen den Veränderungen an den archäologischen Gefäßen und den Gebrauchsspuren an den Versuchsgefäßen gibt.

Bei der Planung und Durchführung zukünftiger Experimente und ethnographischer Untersuchungen, also bei der Erschließung von Referenzdaten, müssen Spurentwicklung, Multifunktion und speziell Reduktion berücksichtigt werden. Da bei der Reproduktion archäologischer Parameter nur von dem ausgegangen werden kann, was erhalten ist, sollten sowohl fall-

bezogen als auch grundlagenforschend Reduktionsanalysen im Hinblick auf Veränderungen und technologische Kriterien an der Keramik sowie auf Befunde durchgeführt werden. Dabei wird unter kontrollierten Bedingungen analysiert, wie sich Nutzungsverhalten und -bedingungen niederschlagen. Diese Überreste werden dann weiter spekulativ oder durch Experimente auf das reduziert, was unter postfunktionalen Bedingungen davon erhalten bleiben würde. Postfunktionale Prozesse, insbesondere Bodenlagerung, können jedoch nur schwer und zeitlich begrenzt simuliert werden.

Ein fallbezogenes Beispiel: Bei der Auswertung des Multifunktionsexperiments (s.o. 3.1) habe ich versucht, so weit wie möglich Bedingungen zu simulieren, die bei der Interpretation archäologischer Funde und Befunde herrschen. Dazu habe ich

- das Wissen um Inhalte, Funktionen und Zusammenhänge ausgeblendet,
- Überlegungen zur möglichen Erhaltung bzw. Reduktion des Gefäßes und der Rückstände unter postfunktionalen Bedingungen angestellt,
- die Fettsäureanalysen blind, d.h. ohne Vorwissen über Inhalte durchführen lassen.

Die Möglichkeiten und Grenzen der Funktionsinterpretation oder einzelner Methoden könnten dadurch getestet werden, dass Keramik bekannter Funktion im Blindtest, also ohne Vorwissen der Bearbeiterinnen oder Bearbeiter, auf ihre Funktion hin untersucht wird – auch hier ist die Simulation von Bodenlagerung notwendig, aber entsprechend schwierig durchzuführen.

Es bleibt noch darauf hinzuweisen, dass Analogien mit archäologischen Parametern keine Beweiskraft haben und Rückschlüsse mit Vorsicht zu ziehen sind. Analog sind nämlich nur die materiellen Parameter und nicht a priori ihre Ursachen.

Literatur

- COSACK, E. 1994: Vorgeschichtliche Feuerstülpfen. Archäologisches Korrespondenzblatt 24, 1994, 319-323.
- DEWERMANN, H. 1992: Bibliographie zur Experimentellen Archäologie. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 7. Oldenburg 1992.
- NASCHINSKI, A. 2000: Möglichkeiten und Grenzen funktionaler Interpretation an Keramik. Experimente, Beobachtungen, Analysen. British Archaeological Reports, International Series S 959. Oxford 2000.
- ROTTLÄNDER, R. C. A. 1990: Die Resultate der modernen Fettanalytik und ihre Anwendung auf die prähistorische Forschung. Archaeophysika 12, 1990, 1-354.
- SALESCH, M. 1995: Zur Funktion sogenannter „Siebgeräte“. Unveröff. Manuskript. Hamburg 1995.

- SKIBO, J. M. 1992: Pottery function. A use alteration perspective. Interdisciplinary Contributions to Archaeology. Plenum Press, New York 1992.
- TAUBER, M. 1998: Chemische Analysen von Nahrungsmittelrückständen an mittelalterlicher Keramik. Möglichkeiten und Grenzen der Identifikation. Arbeiten zur Urgeschichte des Menschen 21, 1998, 217-280.

Abbildungsnachweis
Alle Abbildungen Naschinski

Anschrift der Verfasserin

Dr. Anja Naschinski
Bockrisweg 4

D-22761 Hamburg

The Structure of the Centre of Experimental Archaeology Všestary

Observation through Experiment

Richard Thér, Radomír Tichý

The Centre of Experimental Archaeology Všestary (CEAV) lies in Eastern Bohemia. It was founded in 1996 (Fig. 1). Its activities are co-ordinated by the Society for Experimental Archaeology Hradec Králové. The SEA was founded in 1994 and works under the patronage of the University of Hradec Králové. CEAV represents a complex of activities which should lead to as authentic a picture of life of prehistoric communities as possible.

The CEAV deals with a time span limited firstly by the arrival of agriculture and secondly by the appearance of written sources. The organisation and structure of the centre has two key aims: research and education as defined at the time of its founding. However, active research fulfils the conditions for the existence of the edu-

cational dimension of our activities. The educational orientation, on the other hand, extends the narrow scientific specialisation towards the complex studies of life of prehistoric farming communities.

The double goal also means division of our activities between archaeological experiment and those of a purely educational nature.

Archaeological experiments could be further divided according to various criteria both vertically and horizontally. The basic vertical division concerns the relation of the experiment to archaeological data. We obtain the following scale:

1. Replication of artefacts where we know the original design and where we can thanks to analyses of the surface or inner structure identify with high probability the technology used. For example the production of polished stone tools (Fig. 2).
2. Functional analysis of artefacts where we can study work traces. For example use of polished stone tools (Fig. 3).
3. Replication of structures, areas or artefacts which are only partially preserved and therefore reconstruction of their design is necessary. For example: most building experiments. At this stage the single experiments differ according to the amount of theoretical reconstruction

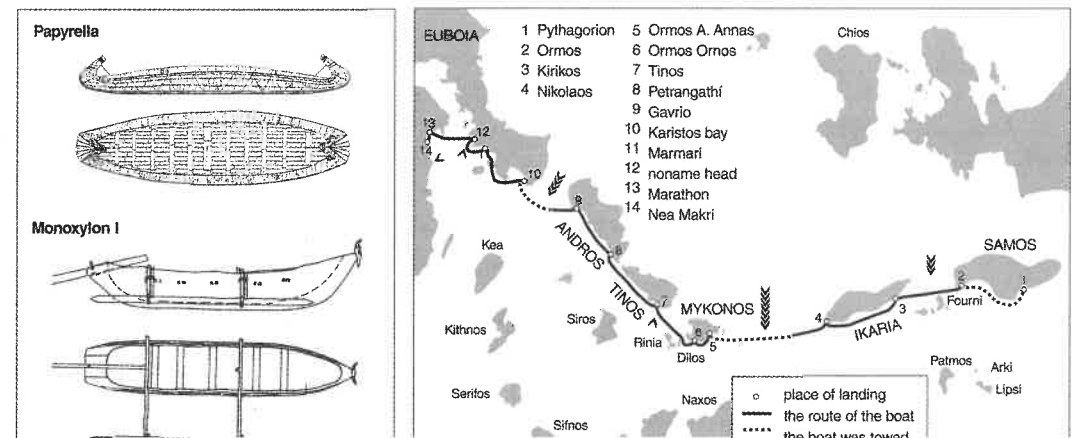


Fig. 1: The Centre of Experimental Archaeology Všestary.



Fig. 2: Making of a polished stone tool.

- work they demanded. On the one hand the reconstruction of the well (Fig. 4) is almost entirely modelled on a find and on the other superstructures of farming and working sheds are speculative (Fig. 5).
4. Functional analysis of artefacts where identification of their probable purpose is derived from their design and working characteristics. For example iron tools where it is not possible to study working traces (Fig. 6).
 5. Functional analysis of structures, areas and artefacts where the identification of their probable purpose is possible only after their partial reconstruction. Living in reconstructed houses belong to this category (Fig. 7).



Fig. 4 a: Reconstruction of the well.



Fig. 3: Use of a polished stone axe.

6. Activities concerning the making and use of artefacts, structures and areas based on indirect evidence. In CEAV we don't recognise such activities as experiments as in our opinion these don't meet the rules of an archaeological experiment. They serve merely as educational aids (Fig. 8).

Another criterion for dividing the experiments is in the effort to use as authentic tools and technologies as possible. All experiments in CEAV which are sufficiently supported by archaeological evidence are intentionally and consistently done with the appropriate technologies and tools. Only in some cases where the support of archaeological evidence is inadequate we



Fig. 4 b: Reconstruction of the well.

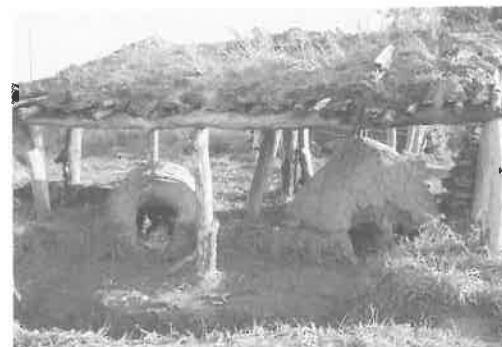


Fig. 5: Reconstruction of the working shed.

admit the use of non-authentic procedure. Such activities are excluded from the framework of archaeological experiment and thus serve either for educational purposes or as means of support for other experiments. For example shelters and sheds. Their significance is in the creation of a natural environment for the artisan's structures, but individually they cannot be a subject of experimental archaeological discourse. Another division can be defined by the amount of new information gained from the experiment. E.g.: the reconstruction, use and then observation of house destruction (Fig. 9) answers more questions than a similar experiment concerning a roundel whose supposed function cannot be tested experimentally. In the case of the roundel (Fig. 10) the experiment concentrates only on the recording of the building demands and observation of the conse-



Fig. 7: Thermometer – experimental living in the reconstructed houses.



Fig. 6: Use of an iron axe.

quent process of destruction. Despite this both of the experiments should be equal according to the two previously stated criteria. Activities can also be divided according to recording demands. If we remain on the ground of a scientific experiment we divide activities according to this criterion into pre-experiments and regular experiments. Pre-experiments help us to master skills and gain experience linked to the tested activity so that the following experiment is not influenced by clumsiness and lack of experience. For example recording demands on pre-experiments with bronze artefact production (Fig. 11). Horizontally we can divide experiments into building, technological, functional experiments and experimental study of archaeologisation and post-depositional processes. Interconnected experiments are typical for CEAV.



Fig. 8: Erecting of a funeral statue.



Fig. 9: EBA house.

1. So far we have concentrated mostly on building experiments. We want to include all the typical and atypical structures recorded in field archaeology. A model settlement unit respects the real relations between individual structures. Reconstructions bring structures to life in their spatially given contexts and enable us to observe the functioning of the settlement unit as a whole. We distinguish between several areas: cult, burial, agricultural, residential and productive. The last three areas



Fig. 11: Bronze casting.



Fig. 10: Building of the roundel.

have created a farmstead as has been documented since the early Iron Age (Fig. 12).

2. We have gradually developed a wide range of technological experiments. Currently we engage in the experimental manufacture of prehistoric pottery. We focus on the study of ceramic mixtures (Fig. 13). We test the properties of firing in pits. We have built both one and two-chambered kilns (Fig. 14). Stone tool production and textile manufacturing is also considerably developed. We are planning to extend the range of our activities with iron processing, up to the level of Hallstatt technologies. All non-building activities in the grounds are related to the features of the settlement. The majority of them are in mutual interaction (pottery workshop, bronze workshop). Others produce features (raw materials storage, raw materials wastes, wood storage, charcoal piles).



Fig. 12: The farmstead.



Fig. 13: Fired pottery.

3. Functional experiments have included so far one of the most extensive projects dealing with the testing of the properties of a wide range of axes (stone, copper, bronze, iron) (Fig. 15). There is also functional analysis of pottery and living experiments in reconstructed houses.

4. Recording of archaeologisation and post-depositional processes in the area is an unavoidable part of CEAV activities. When tested objects are returned back to the state of archaeological material. The way of recording these processes is still a subject under discussion. Nevertheless, the process of creation, use and termination of structures is recorded in detail. Deposition and material destruction is observed by a detailed documentation of size and layout of the features and artefacts on the ground (Fig. 16).



Fig. 15: Scale of axes used at the Centre.



Fig. 14: Reconstructions of a one and two-chambered kiln.

The activities of CEAV do not represent a set of isolated experiments, but a complex of interrelated experiments where each experiment prepares conditions for the following one and contributes to the interpretation of the model as a whole. Experimental results try not only to create a picture of a possible design of reconstructed structures and answer technological problems concerning the individual activities. They also try to reach the sphere of interpretation of cultural mechanisms in prehistoric communities. E.g.: A question of the function of the first metal tools is related to the interpretation of their status in the social structure of Aeneolithic cultures. If we prove a zero performance then we can suppose that their significance was derived from properties other than their efficiency as a working tool. The quality of the first copper



Fig. 16: Filling of the clay pit.

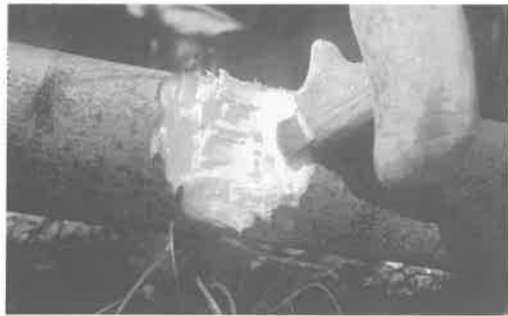


Fig. 17: Use of a copper axe.

axes, proved during wood working experiments, means we cannot exclude the possibility that their significance was in fact based on their performance (Fig. 17). Let us consider another example, a pottery kiln. If we can prove that the technological properties of the individual types of pottery kilns, in an observed period of time, correspond to the properties of firing in pits or other suitable simple structures then their use might be understood in different context to that suggested by the technological process (Fig. 18).

So far experiments have concentrated on macro analyses. In future we would like to establish contacts with appropriate institutions in order to widen the spectrum of information by microanalysis. In the main we lack the opportunity to study working traces on tools under a microscope and analysis of ceramic materials and their consequent assessment by comparison with the original artefacts. And finally, almost beyond the current horizon, we would like to analyse metal processing experiments.

Zusammenfassung

Die Struktur des Zentrums für experimentelle Archäologie Všešary – Beobachtungen durch Experimente

Das Zentrum für experimentellen Archäologie Všešary (CEAV) wurde 1996 gegründet und liegt im östlichen Böhmen. Behandelt werden hier die Perioden vom Neolithikum



Fig. 18: Firing pottery.

bis zum Ende der Vorgeschichte. Es werden sowohl Forschung als auch Vermittlung betrieben. Der Beitrag konzentriert sich auf die verschiedenen Arten der hier durchgeführten archäologischen Experimente. Die grundlegende Einteilung basiert auf dem Experiment und den archäologischen Ausgangsdaten. Wir haben folgende Grundlagen:

1. Nachbildung von Artefakten, wenn wir das Original kennen und wir (mit Hilfe von Analysen der Oberfläche oder der inneren Struktur) mit hoher Wahrscheinlichkeit die Herstellungstechnik identifizieren können;
2. funktionelle Analyse von Artefakten, wobei wir Gebrauchsspuren zu Hilfe nehmen können;
3. Nachbildung von Strukturen, archäologischen Befunden oder Artefakten, die nur teilweise konserviert oder erhalten sind, weshalb eine Rekonstruktion nötig ist;
4. funktionelle Analyse von Artefakten, wobei die Identifizierung ihrer möglichen Benutzung von ihrem Entwurf und

den Nutzungscharakteristiken abgeleitet wird;

5. funktionelle Analyse von Strukturen, archäologischen Befunden und Artefakten, wobei die Identifizierung ihrer möglichen Nutzung nur nach ihrer Teilrekonstruktion möglich ist;
6. Aktivitäten unter Einbeziehung der Produktion und der Benutzung von Artefakten, Strukturen und archäologischen Befunden. Sie basieren auf indirekten Beweisen. Im CEAV erkennen wir solche Aktivitäten nicht als Experimente an, da sie nicht den Vorschriften wissenschaftlicher Experimente entsprechen. Sie dienen nur als Vermittlungshilfe.

Verschiedene Kriterien, die wir benutzen, sind:

- die Benutzung authentischer Geräte und Techniken soweit möglich;
- die Quantität neuer Daten, die durch ein Experiment erworben werden;
- verschiedene Bedingungen für die Registrierung von Vor-Experimenten und Experimenten. Vor-Experimente helfen uns Fähigkeiten zu erlernen und Erfahrungen zu sammeln im Hinblick auf die zu testende Aktivität, damit das Experi-

ment nicht von Ungeschicklichkeit und Erfahrungsmangel beeinflusst wird.

Wir können unsere Experimente unterteilen in:

- Bauexperimente,
- technologische Experimente,
- funktionelle Experimente,
- das experimentelle Studium von postdepositionellen Prozessen.

Miteinander verknüpfte Experimente sind für das CEAN typisch.

Anschrift der Verfasser

Mgr. Richard Thér
Společnost experimentální archeologie (SEA), Rozberice 44
503 12 pošta Všešary – Czech Republic
r.ther@seznam.cz

Ph. Dr. Radomír Tichý
Ústav historických ved Univerzita Hradec Králové
Víta Nejedlého 573
500 03 Hradec Králové – Czech Republic
radomir.tichy@uhk.cz

Monoxylon Expeditions 1995 and 1998 – Facts about the oldest Sea Navigation

Radomír Tichý

Introduction

The author realised two Monoxylon expeditions. He thinks the topic of this conference is important, so he will try to find some answers to the given questions also throughout those two big projects. In the time of their realisation, each of the expeditions brought about a considerable excitement in media. That consequently provoked inappropriate reactions of some archaeologists who do not deal with experimental archaeology. Since that time the results have been published, e.g. in *Archaeological Review* or in our reader *Reconstruction and Experiment in Archaeology*, also with English summaries in its supplement published (TICHÝ 1999; 2000 a, b, c; 2001a, b; 2002). Therefore he will not describe here basic facts. However, we cannot do without a brief survey.

Projects Monoxylon I and Monoxylon II tested navigational possibilities of the early Neolithisation process in the Mediterranean. Years ago I presumed according to indirect proofs the importance of dug-out boats for the beginnings of sea-faring (TICHÝ 1994a, b). After extensive preparation (TICHÝ 1994c) we realised in 1995 a circumnavigation of the Aegean Sea on a dug-out of a hypothetical shape which was similar to a model of Tsangli locality (Fig.1). Within 70 hours we managed to cover a distance of 290 km via islands from Samos to Attica peninsula (Fig.1).

But in 1994 archaeologists of L. Pigorini Museum found a dug-out boat from the Early Neolithics in Bracciano Lake. The boat was supposed to have been possibly used for sea faring. This presumption was tested in 1998 by an extensive circumnavigation of the Western Mediterranean on a dug-out replica of Bracciano boat. On selected tracks (Milazzo – Lipari – Bagnara Calabria, Mondragone – Terraccina, San Remo – Portiragnés, Valencia – Alicante, Sines – Lisabon) 800 km was covered in 200 hours (Fig.1).

The experiment was used in two spheres. During the experimental building of the crafts as such (Fig.4) and during their navigation possibilities testing and evaluation of particular theories of Mediterranean neolithisation.

A Neolithic site below the water surface of BL is the main support for following ideas. The lake is located about 20 km North of Rome. At a place of probable coastal settlement a boat dug-out off one piece of wood trunk (Fig.1) was found (FUGAZZOLA DELPINO 1995. FUGAZZOLA DELPINO - MINEO 1995). Italian archaeologists considered it to have been a possible sea craft.

A series of questions emerged which even before Monoxylon I expedition tried to solve out already in 1995.

Discussion

These questions are divided according to their relations to archaeological findings into 4 levels as follows.

- a. Circumstances derived from archaeological findings. Was the boat suitable for sea-faring? What is its navigation characteristics like? The finding of Bracciano Lake is a platform for evaluation.
- b. Circumstances dependent on human factors, i.e. the experiment participants. What was the speed of the boat? What population could have been there?

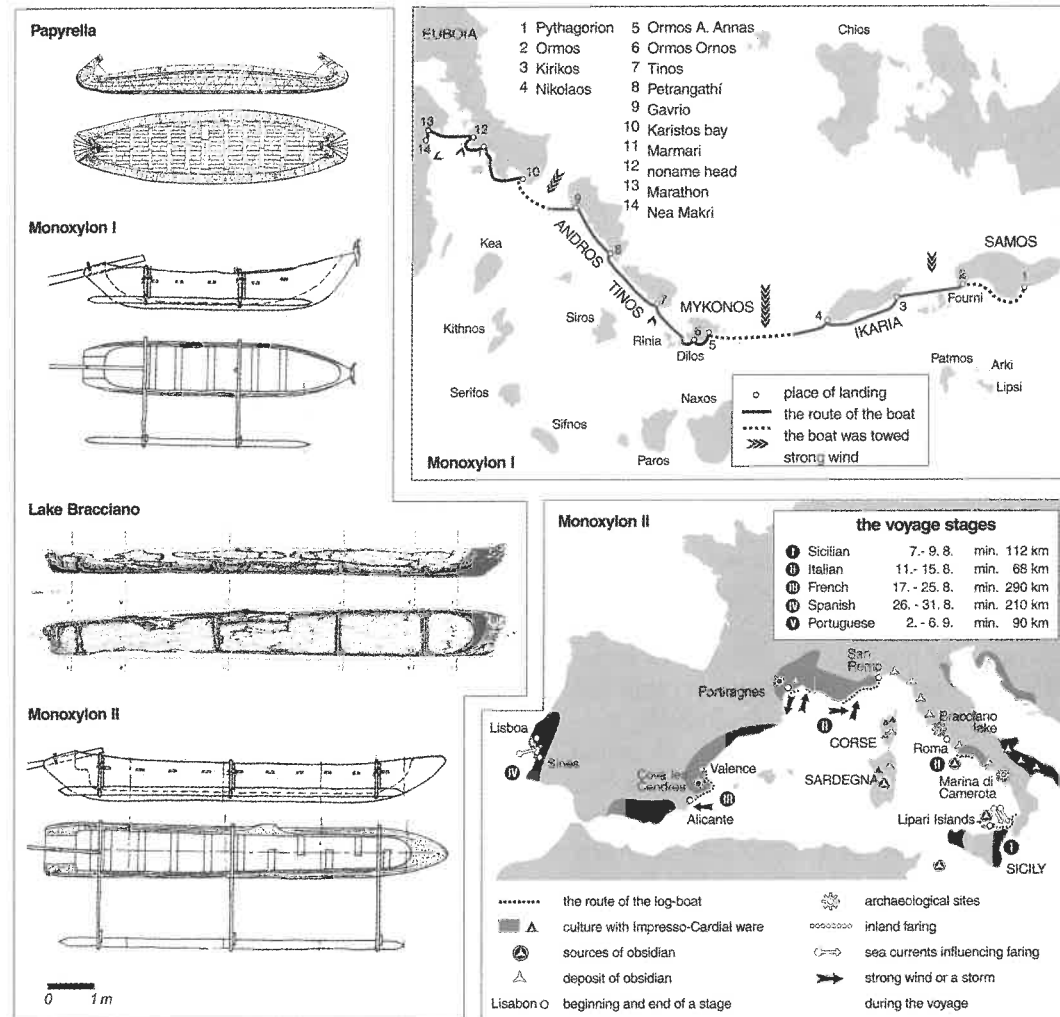


Fig. 1: The Expeditions routes and boats and the Greek Papyrella and the find of a dug-out from Lake Bracciano (FUGAZZOLA DELPINO, MINEO 1995; TZALAS 1989).

How demanding was its building? The platform for our contemplation is the ore finding in Northern Europe, undirect proofs of sail construction found nearby the boat of Bracciano (textile, a square manger at the boat bottom), findings of stone axes and their working traces on the given craft. A comparison of physical output of current ore-operating experiment participants and pre-historic rowing people is possible just according to a body of mummy called Ötzi.

c. Circumstances dependent on historical processes. To which extend could the boat have been used for neolithisation of Europe or obsidian transport? The platform for contemplation is the knowledge of obsidian diffusion from various deposits round early Neolithic settlements and complex Neolithic culture at those localities (ceramic vessels, domestic plants and animals species, textile, polished tools, permanent habitations).



Fig. 2: Boat of the Monoxyton I Expedition near Samos and in waves amidst Ikaria and Mykonos.

d. Circumstances just suggested by archaeological material. Was this boat at the beginning of wooden crafts development? The platform may be only chopped tools analyses from coastal locality Franthi in Peloponnes, which prove reed processing (for reed-boat building?), then clay boat models of Tsangli and Bracciano and a dug-out of Bracciano.

But even the conditions under which the experiments were carried out should be taken into consideration:

1. The Craft

The first craft of Expedition Monoxyton I 1995 (Fig. 2) was of a hypothetical design even though its shape was similar to the clay model of Tsangli. The second craft of Expedition Monoxyton II 1998 (Fig. 3) could be understood as a replica. Some parameters had to be reconstructed but a

2. Natural conditions

The external features influencing the output (efficiency) of the craft are the coastal line shape, the wind and sea currents. In spite of the fact that the main difference of Neolithic sea level is its lower height, may have been even some 40 metres lower than today, I do not suppose its key influence on the coastal line shape, the directions of sea current or of winds in coastal areas. But our desire to learn the details is likely to be doomed for disappointment. Neither the size of the Neolithic islands did change the expeditions routes. In the Aegean Sea (Fig. 1) there remained a distance between Ikaria and Mykon islands in facts unchanged and a connection between Tinos and Andros islands did not improve the navigational possibilities. A straight between them is passable only with troubles. A sea level in Western Mediterranean did not significantly influenced the link between the island size and its accessibility.



Fig. 3: Boat of the Monoxyton II Expedition in waves near the Grau-du-Roi (France).

3. Man – an experiment participant

There is no doubt that a contemporary man (Fig. 2, 3) is a weak feature of the archaeological experiment. Even the biggest optimist understands that skills, output and experience of prehistoric men differed from those of the modern people. On the other hand, it is also apparent that the human feature plays different roles in different experiments. The physical output and the experience are parameters used for comparison in our case. I evaluate experience of modern and prehistoric man in relation to sea-navigation as equal. Both of them cannot do without a craft.

Even though a comparison of outputs might be a subject of discussions, I contemplate it here as a certain interval given by man's capability. A finding of a mummy of a glacier man called Ötzi can be the only comparable proof. His body was totally fatless but also did not lack sufficient nutrition. This may be compared with Monoxyton expeditions crews which consisted of young people with an average age under

30. Just three of them were specially trained in sports.

One more thing remains – the influence of experience which must have been uncomparably higher in prehistory. The output of prehistoric people could have been only better than those of modern people. Human factor should not play a crucial role in an experiment like this. It is obvious we must evaluate the results of given results in different levels.

Conclusions of Monoxyton projects.

1. „A boat made of a trunk may have been one of the very early Mediterranean crafts.“ This thesis is not in contradiction with learnt sea parameters of the craft stability, its considerable speed, manageability of the craft even in 2-meter high waves (Fig. 2, 3), suitable draught when an oak is used as a timber. Then, it is impossible to exclude an existence of different types of crafts, e.g. leather ones or reed ones. Their existence could be archaeologically proved just with troubles. A dug-out should be also evaluated from the viewpoint of further

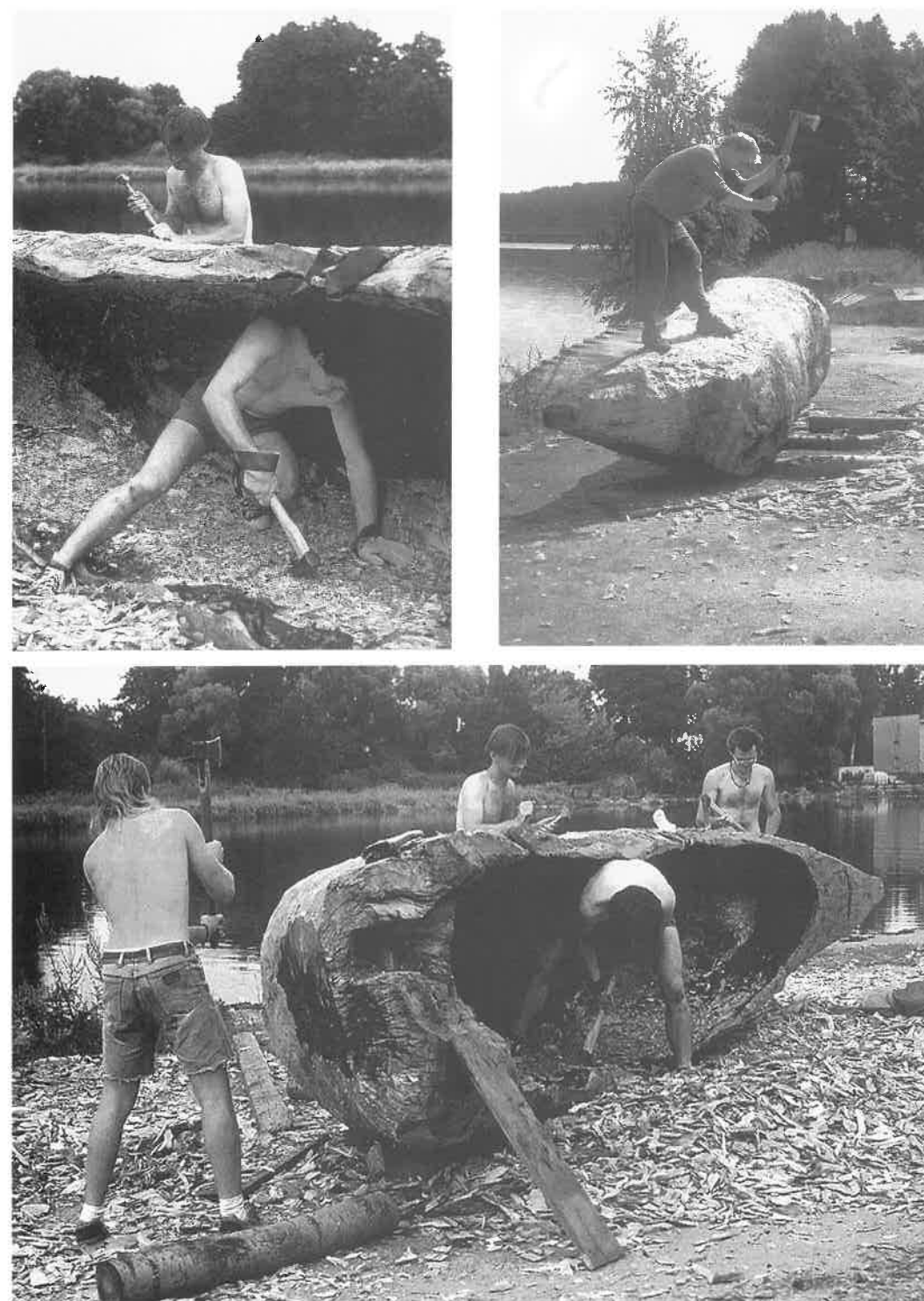


Fig. 4: The experimental building of the crafts (Monoxyton I).



Fig. 4: The experimental building of the crafts (Monoxylon II).

wooden crafts development which predominated in the Mediterranean. The reason can be seen in its characteristics. In comparison with a reed boat it is e.g. a higher speed, as it is proved by comparison of Papyrela and Monoxylon expeditions.

2. „A dug-out boat made of one trunk could have been at the beginning of wooden ship building.“ We may only speculate about a change of a dug-out boat construction into a wooden slat boat without archaeological proofs. On the other hand, its characteristics may make us consider the idea of its usage

in the oldest sea-navigation. The finding of Bracciano lake is already developed in construction. Its builders definitely presupposed the necessity of fastening the hull with four bars. There are also some still uninterrupted free parts of the boat which suggest a considerable perfection of the boat. We cannot decide so far if already in the early Neolithics the craft builders attempted to make the sides higher with wooden panels. Bracciano Lake boat and a clay model with protrusions on the bow and stern (Fig. 5) found nearby are also unclear proofs.

3. „Dug-out boat made of one trunk could have been effective for quick diffusion of early agriculture in Europe.“ (Fig. 6) For the present, this utterance must be differentiated according to archaeological proofs of Neolithic culture on islands and in coastal areas. With majority of so-called Neolithic package

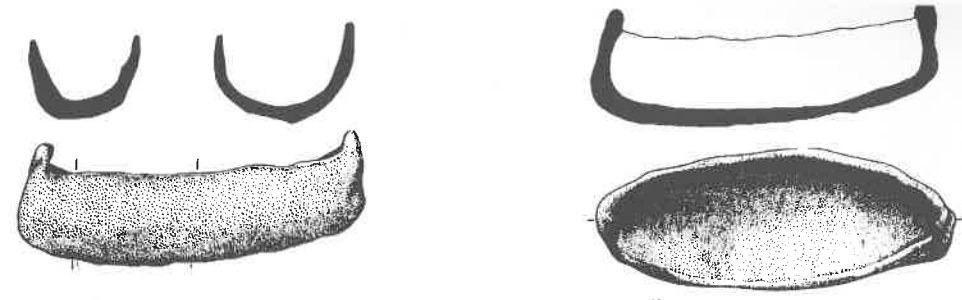


Fig. 5: A clay model with protrusions on the bow and stern (found near a dug-out from Lake Bracciano) (FUGAZZOLA DELPINO, MINEO 1995).

features we could suppose either an easy transportability (polished axes, chopped tools, ceramic vessels, corn stores) or their production in colonised areas. It was necessary to master the „know-how“, which was a kind of proper of the colonists.

These data are valid even for formerly considered acculturation of hunters and gatherers. A dug-out could be understood as a means of transport of little domestic animals such as sheep and goat. In the case of beef the situation is much more difficult, we may also consider its European domestication. Then it would not have been necessary to transport them. The exception is the supposed agriculture colonisation of Crete, where a transport of a big cargo of vegetable and animal species is taken into consideration. It is necessary to calculate with ad hoc transport, as suggested by C. Broodbank and T. Strasser. Was it unavoidable to use slat boats of advanced construction? Even these questions can be answered only after having carried out another field archaeological research.

Zusammenfassung

Der Autor unternimmt den Versuch, über die Ergebnisse der Monoxylon-Expeditionen, die die Fähigkeiten der Nachbildungen von Jungsteinzeitbooten testeten, kritisch nachzudenken.

Folgt man dem Autor, konnten solche Wasserfahrzeuge am Beginn der Seeschiffahrt (Mittelsteinzeit – Jungsteinzeit) eine bedeutsame Rolle beim Prozess der Neolithisierung des Mittelmeerraumes spielen. Die Ergebnisse der Experimente werden vom Urheber im Zusammenhang mit der Herstellung und den Schiffahrtfähigkeiten dieser Wasserfahrzeuge, aber auch mit Theorien über die Neolithisierung des Mittelmeerraumes, interpretiert.

Literatur

- VAN ANDEL, T. H., RUNNELS, C. N. 1995: The earliest farmers in Europe. *Antiquity*, vol. 69, num. 264, 1995, 481-500.
- FUGAZZOLA DELPINO, M. A. 1995: Un tuffo nel passato 8.000 anni fa nel lago di Bracciano. Roma 1995.
- FUGAZZOLA DELPINO, M. A., MINEO, M. 1995: La piroga neolitica del lago di Bracciano („La Marmotta 1“). *Bullettino di Paleontologia Italiana*, vol. 86, n.s. IV, 1995, 197-266.
- KORFMANN, M. 1988: East-west connections throughout the Mediterranean in the Early Neolithic period. Processes of neolithization in the Mediterranean and Europe, Symposium held at the 12th International congress of anthropological and ethnological sciences (ICAES), 24-31, 1988, 9-26.
- LEWTHWAITE, J. 1986: The transition to food production: a Mediterranean perspective. In: M. Zvelebil, M. (ed.), *Hunters in transition: Mesolithic societies of temperate Euroasia and their transition to farming*. Cambridge 1986.

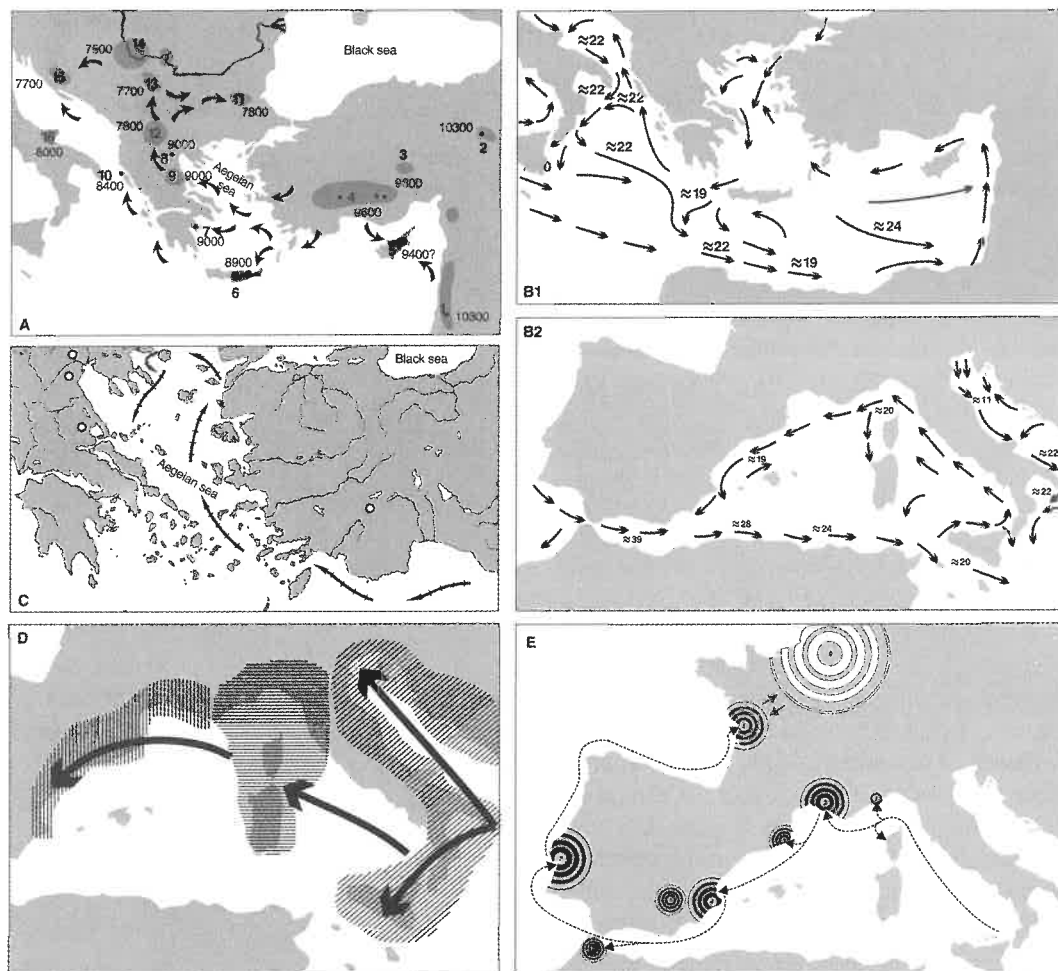


Fig. 6: Sea Neolithisation models. A – spreading of early farming in the Aegean Sea. Model VAN ANDEL, RUNNELS (1995). B1, B2 – Spreading of early farming in the Mediterranean in the direction of sea currents (numbers represent speed of a current in a day) (KORFMANN 1988); C – Spreading of early farming in the Aegean Sea in the direction of sea currents. (NIKOLOV 1989). D – Spreading of early farming in the Mediterranean - Tyrrhenian filter model (J. LEWTHWAITE 1986). E – The theory of J. ROUDIL (1990).

NIKOLOV, V. 1989: Das Flusstal der Struma als Teil der Straße von Anatolien nach Mitteleuropa. *Varia Archaeologica Hungarica* 2, 1989, 191-199.

ROUDIL, J. L. 1990: Cardial et neolithique ancien Ligure dans le sud-est de la France. In: D. Caken, M. Otte (Hrsg.), *Rubané et Cardial*. E.R.A.U.L. 39, 1990, 383-391.

SPINDLER, K. 1998: *Muz z ledovce*. Praha 1998.

TICHÝ, R. 1994a: Egejské more pred 9000 lety. *Listy katedry historie*, c.6, 1994, 51-60.

TICHÝ, R. 1994b: Plavba Egejským morem pred deväti tisíciletiami. *Historický obzor*, roc.5, c.2, 1994, 45-46.

TICHÝ, R. 1994c: Monoxyly opet na Orlici. *Orlické hory a Podorlicko*, sv. 7, 1994, 203-205.

TICHÝ, R. 1999: *Monoxylyon II*. Plavba po 8000 letech. Hronov, 167s.

TICHÝ, R. 2000a: L'Expédition Monoxylyon. Une pirogue monoxylye en Méditerranée occidentale („D'une rive à l'autre en préhistoire“, Nice). Hronov, 24 s.

TICHÝ, R. 2000b: Expedice Monoxylyon II. Dlabaný clun v neolitu západního Stredomori. *Rekonstrukce a experiment v archeologii*, 1, 2000, 37-70.

TICHÝ, R. 2000c: Námorní plavba v raném neolitu. *Príspevek experimentálnej archeologie k počátkum neolitizace Stredomori*. *Archeologické rozhledy* 52, 2000, 234-260

TICHÝ, R. 2001a: Expedice Monoxylyon. Pocházíme z mladší doby kamenné. Hradec Králové, 222 s.

TICHÝ, R. 2001b: Expedice Monoxylyon I. Dlabaný clun v Egejském mori. *Rekonstrukce a experiment v archeologii*, 2, 2001, 21-44.

TICHÝ, R. 2002 (in print): *Monoxylyon Expeditions*. Acts of the XIVth UISPP Congress. Liège 2002.

TZALAS, C. 1989: O dromos tou opsidianou me

ena papyrenio skaphos stis Kyklades. *Archaiologia* 32, 1989, 11-20

Anschrift des Verfassers

Ph. Dr. Radomír Tichý, Ph.D.

Ústav historických ved

Univerzita Hradec Králové

Víta Nejedlého 573

500 03 Hradec Králové – Czech Republic

radomir.tichy@uhk.cz

Experimental Archaeology in Czechia at the Turn of the Millennium

Radomír Tichý, Ondřej Tikovský

Introduction

In our paper we don't intend to discuss the theoretical background of experimental archaeology in Czechia. Debate on this topic is taking place there right now. It concerns similar problems to elsewhere. Is it an independent branch? Do we speak about Experimental Archaeology? Or is it one of archaeological methods and should we speak about experiment in archaeology? What role does authentic technology play and what's the place of learning the necessary skills? Similar questions we asked over and over.

In our contribution we would like to show you around the existing projects. We are not going to present any projects which exist only on paper and waiting for possible grants. Carrying out experimental archaeology is an extraordinarily demanding activity and needs vigorous and energetic managers. Financing is especially demanding. As we have to follow set scientific



Fig. 1: Open-air museum Březno u Loun.

objectives. If we are not consistent then the conditions of a scientific experiment will be absent. The project would be then fulfil only an educational role. According to the above criteria we present the current projects of experimental archaeology in Czechia.

Centres based on archaeological finds

Březno u Loun

This project was founded at the beginning of the 1980's. It is located on the grounds of a polycultural archaeological excavations conducted by Ivana Pleinerová who also headed the project. It lasted until 1992 and was focused on building experiments. There were reconstructed houses from the Neolithic, early middle ages, Slavonic period (9th century AD) and an early Slavonic grubehaus (6th century AD). These were modelled on features recovered during excavations. Apart from them, there was also a Slavonic pottery kiln and storage pit. At the end of the project the grounds were turned into an open-air museum belonging to the Louny Regional Museum. Once a year a traditional crafts fair takes place in the grounds of the museum. Březno u Loun was the first complex project in Czechia, but never became a regular experimental archaeological centre.



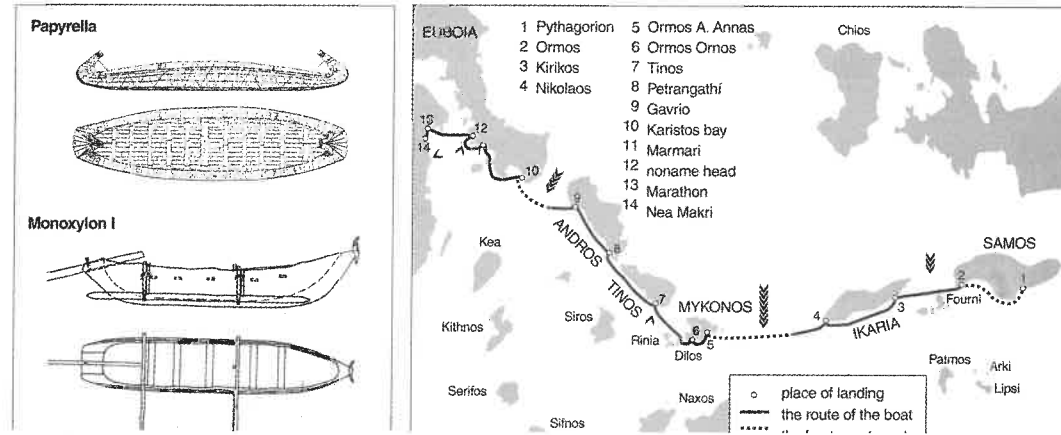


Fig. 2: Centre of Experimental Archaeology Všeřtary.



Všeřtary near Hradec Králové

(See also the article in this book: THÉR, R., TICHÝ, R.: The Structure of the Experimental Archaeology Centre of Všeřtary observed through the experiment, pp 181-187). The Centre of experimental archaeology Všeřtary models its activities on archaeological finds from Eastern Bohemia. The main subject is to model prehistoric settlement unit covering the periods from the Neolithic era to the Hallstatt period. The unit consists of a residential area (a post-built house and a grubenhaus), an industrial area (a well, various workshops and a corn pit), burial area (dominated by a barrow with funeral chamber) and a cult area including a roundel. During the construction replica tools are used consistently. Which is one of the pillars of its learning about selected prehistoric periods. Some of the productive activities include polishing stone tools, casting bronze and pottery making.

The project was launched in 1997, headed by Radomír Tichý and is run by a non profit organisation The Society for Experimental Archaeology.

The Centre of experimental archaeology Všeřtary also serves as a tertiary education area for prospective history teachers. And, since the year 2000, also hosts trips from primary and secondary schools.

Uhřínov pod Deřtnou

A medieval open-air museum gradually grows on a vast site in a picturesque setting in the foothills of Orlické Hory in Eastern Bohemia. It has been built with the use of archaeological experimental methods. So far there are two mediaeval houses (one of wattle and daub walls and one timber built), a smithy, a pottery workshop with a shelter for kilns, a pond, a tar extracting pit, gardens and the ready made components for a small fortified keep. All buildings are based on historic examples or archaeological finds. The dating of the model buildings corresponds with the historical background of the region where the museum is being built, this means they belong to the 13th and 14th centuries. The only productive activity practised in Uhřínov pod Deřtnou is pottery making. They



Fig. 3: Open-air museum Villa Nova Uhřínov.



use replica tools in earth works construction and also a large variety of axes.

This project was launched in 1993 and is run by the non-profit organisation „Villa Nova Uhřínov” and is lead by Bohumír Dragoun. The project is used for the tertiary education of prospective history teachers and since 1999 also for school trips and summer camps for schoolchildren from primary and secondary schools.

with such a program in Czechia. It was founded in 1980 and it still works at full strength, following its original aims. It is devoted to experimental archaeology, hiking and camping. The founders are Helena Cervinková, Jiri Cervinka and Ladislav Tintera. Nowadays a new generation of leaders are working with several dozens kids.

The group uses only a temporary summer base. Its activity naturally does not cover structure reconstructions but consists of making of replica artefacts and they have established a fruitful co-operation in this field with some archaeologists. This co-operation has brought forward some important questions. Some of the members participated in experiments supervised by

Centres with educational programmes

Experimental children group „Mamuti” (Mammoths)

The experimental archaeological children group Mamuti is the oldest organisation



professional archaeologists (living in caves in the Bohemian Karst, living in the houses in Březno u Loun). The generations of children members pass on their experience one to another (especially with pottery making, textile making, manufacturing of stone tools and bronze casting). They publish the technologies used and techniques, together with the educational principals of their work.



Fig. 4: Children prehistoric open-air museum Altamira in Kosmonosy.

Altamira Kosmonosy

The children group Altamira began to build a children's prehistoric open-air museum. This was possible thanks to the support of The Kovo Škoda Auto trade unions. About 140 children practice experimental archaeology under the careful supervision of 20 adults. With its reconstruction of a Celtic grubehaus, several workshop shelters, textile manufacturing, corn fields, pottery making, glass casting, bronze and iron-ore casting, this project appears to be without a doubt the most important children's centre of experimental archaeology in Czechia. Many experiments are of high scientific value, disregarding the age of the participants. Models for their activities come from all over Bohemia. The motto „Find out who you are in a struggle with nature” clearly characterises the educational aims of this organisation. The heads are Jaromír Cvrcek and Radek Najman.



Fig. 5: Children group of Experimental archaeology „Mamuti”.

Prague - Liboc

Since 1996 a medieval open-air museum has been built in Liboc, Prague. So far only a medieval grubehaus and several imperfect shelters have been constructed to evoke the atmosphere of the period. The main activities of the museum are thematically oriented towards educational programmes for children and adults - 'Technology Days' (textile, pottery) and holiday camps for the young. The future of the project is not yet clearly defined. It is run by the Archaia association which is devoted mostly to archaeological research.

Prague - Troja

This project began its life in 1996 as a cooperation between Prague Botanical Garden and a non-profit organisation „Reconstruction of Archaeological Structures” lead by Ivana Pleinerová sited on a terrace above the river Vltava on the site of a Hallstatt settlement. Modern machinery built

an oak palisade and a cult area, both of them constructed to a first rate quality. The project has slowed down considerably due to a lack of financial resources. Since last year a group of Prague archaeologists (a non-profit organisation called *Experientia*) has been doing its best to bring back life to the area. Several days a year they organise demonstrations of prehistoric technologies which is probably the future of the programme. Today it is difficult to find enough groups which would be able to take the project on.

Conclusion

This article might appear to be rather strict if we once more consider the key rules of the Society for Experimental Archaeology. It says that the first group of centres would serve well enough both scientific and educational purposes. The latter group, centres with educational program, are quite often deceiving in some aspects because

the general public does not see certain features as non-scientific. However, we should bear in mind that such mistakes are comparable to situation where historians would state incorrect dates. In consistently run centres there is no obstacle, no hindrance in the way of work with youth. They may play the role of lanterns broadening the knowledge of the general public, too.

Not only financial reasons create barriers as it is often said in a simplified way. In Czechia, the state support is granted only to one of the centres – Březno u Loun. The others more or less undergo a never ending struggle with a lack of money. But the lack of does not prevent the participants from obeying the scientific rules and that is positive news. In Moravia a discussion was triggered on the creating of archeoparks. This topic will be discussed in detail at a conference in Modrá u Velehradu in November 2001. We can say that with high probability archaeological experiment won't be among the main topics.

On the other hand centres with clearly profiled educational program cannot be rejected. They follow certain – rather strict – rules of work, but are limited by the age of the participants rather than by a low degree of consistence.

Hopefully, this example from a small country in the heart of Europe where the general public comes across experimental archaeology rarely meets, at least partly, the complex question of this conference.

Although cheap projects will crop up in future, they must be balanced by the continuous effort of the experts to run their scientific counterparts. Only in this way will the scientific projects survive and not remain isolated.

Zusammenfassung
Experimentelle Archäologie in Tschechien
zur Jahrtausendwende

Experimentelle archäologische Projekte in Tschechien können in zwei Gruppen unterteilt werden: solche, die auf archäologischen Funden und Befunden basieren (mit sowohl wissenschaftlichen als auch pädagogischen Zielen) und Zentren mit rein pädagogischen Programmen. Obwohl „billigen“ Projekten die Zukunft gehört, sollten sie gehalten werden unter kontinuierlichen Bemühungen von Experten, um ihre wissenschaftlichen Gegenstände in Betrieb zu halten. Nur so werden wissenschaftliche Projekte überleben können und nicht isoliert werden.

Zentren, die auf archäologischen Funden und Befunden basieren

Březno u Loun:
Gestiftet Anfang der achtziger Jahre, war Březno u Loun das erste komplexe Projekt in Tschechien. Es wurde aber nie ein normales experimentelles archäologisches Zentrum. Im Brennpunkt standen Bauexperimente mit Häusern, vom Neolithikum bis in das frühe Mittelalter reichend. 1992 wurde das Gelände zu einem Freilichtmuseum, Teil des „Louny Regionales Museums.“

Všestary near Hradec Králové:
(Siehe Beitrag THÉR, R., TICHÝ, R.: The Structure of the Experimental Archaeology Centre of Všestary observed through the experiment, S. 181-187, in diesem Heft). Das Zentrum für experimentelle Archäologie Všestary lehnt seine Aktivitäten an Funde aus dem östlichen Böhmen an. Das Projekt wurde 1997 gegründet und wird geleitet von einer nicht kommerziellen Organisation, „Die Gesellschaft für experimentellen Archäologie“ unter Vorsitz der Universität von Hradec Králové.

Das Zentrum dient auch der Ausbildung für zukünftige Geschichtslehrer und empfängt seit 2000 auch Schulklassen der Grundschule und höheren Schulen.

Uhřínov pod Deštnou:
Ein Freilichtmuseum des Mittelalters wächst in einem riesengroßen Gelände in den Hügeln von Orlické Hory im östlichen Böhmen. Die Datierung der Hausmodelle korrespondiert mit dem historischen Hintergrund der Region, in dem das Museum steht. Dieses Projekt wurde 1993 ins Leben gerufen und wird von einer nicht kommerziellen Organisation geleitet. Es wird auch als Ausbildung für zukünftige Geschichtslehrer benutzt und dient für Schulausflüge.

Zentren mit pädagogischen Programmen
„Mamuti“:
Die Kindergruppe Mamuti ist 1980 gegründet worden und veranstaltet in einem Sommercamp Wanderungen, Zeltlager und experimentelle Archäologie. Es werden viele Nachbildungen von Artefakten in Zusammenarbeit mit professionellen Archäologen hergestellt. Die Mitglieder übermitteln ihre Erfahrungen miteinander und publizieren ihre Technologien und Techniken zusammen mit den Vermittlungsprinzipien ihrer Arbeit.

Altamira Kosmonosy:
Die Kindergruppe Altamira fing an, ein prähistorisches Kinderfreilichtmuseum mit der Unterstützung großer Betriebe zu bauen. 140 Kinder machen experimentelle Archäologie unter Leitung von 20 Erwachsenen. Viele Experimente erreichen einen hohen wissenschaftlichen Wert, wobei das

Alter der Teilnehmer nicht wichtig ist. Das Motto „Finde heraus, wer Du bist in einem Kampf mit der Natur“ charakterisiert deutlich die pädagogischen Ziele dieser Organisation.

Prag - Liboc:
Seit 1996 wird in Liboc (Prag) ein kleines Freilichtmuseum des Mittelalters gebaut. Die wichtigsten Aktivitäten sind thematisch auf pädagogische Programme für Kinder und Erwachsene orientiert: „Tage der Technologie“ und Ferienlager für Jugendliche. Die Zukunft dieses Projektes ist noch unsicher.

Prag - Troja:
Als Zusammenarbeit zwischen dem Botanischen Garten Prags und einer nicht kommerziellen Organisation unter Leitung von Ivana Pleinerová („Rekonstruktion von archäologischen Strukturen“) wurde das Prag-Troja-Projekt veranstaltet. Mit modernen Geräten wurde eine Palisade aus Eichenholz und ein kultisches Areal von höchster Qualität gebaut. Das Projekt verzögerte sich wegen Geldmangel sehr stark. Heute ist es schwierig, Gruppen zu finden, die es fortführen wollen und können.

Anschrift der Verfasser

Ph. Dr. Radomír Tichý PhD
Mgr Ondřej Tikovský
Ústav historických ved
Univerzita Hradec Králové
Víta Nejedlého 573
500 03 Hradec Králové
Czech Republic

„Handwerk im Experiment“ in der musealen Vermittlung

Ute Drews

Um jedem Missverständnis vorzubeugen, schicke ich voran, dass ich weder Archäologin bin noch als Wissenschaftlerin experimentelle Archäologie betreibe.

Als Leiterin des Wikinger Museum Haithabu stütze ich mich bei meiner Tätigkeit jedoch immerwährend auf die Forschungsarbeit vieler Fachleute, darunter auch solcher, die sich experimentell engagieren.

Ausgehend von der Ausstellungskonzeption unseres Hauses bemühe ich mich darum, für ausgewählte Themenbereiche archäologische Objekte in ihrem Herstellungsprozess sichtbar und damit verständlich zu machen.

Bei dieser Arbeit gilt für mich das Prinzip, so nah wie möglich an den durch wissenschaftliche Erforschung sowie experimentelle Erkundung erschlossenen Arbeitsablauf heranzukommen. Ziel ist also, eine maximale Authentizität zu erreichen. Dabei muss allerdings – allein der heute geltenden Sicherheitsvorschriften wegen – mancher Kompromiss eingegangen werden. Meine Ausführungen gliedern sich in vier Abschnitte:

- Einleitend wird in gebotener Kürze der frühmittelalterliche Siedlungsplatz Haithabu und das ihm gewidmete Museum vorgestellt.
- Als Beispiel für experimentelle Arbeit im engeren Sinne wird sodann die Fertigung eines Einbaumes in wenigen Schritten geschildert, um dann
- in einem dritten Abschnitt die jährliche Sommerveranstaltung unter dem Thema „Handwerk im Experiment“ darzustellen.

Im Mittelpunkt wird dabei die Herstellung von Glasperlen stehen.

- Kritische Bewertung dieser Arbeit und Analyse ihrer Wirksamkeit in der musealen Vermittlung bilden den Abschluss.

Die frühmittelalterliche Siedlung Haithabu, die von einem mächtigen halbkreisförmigen Wall umschlossen wird, liegt an einer Bucht der Schlei südlich der Stadt Schleswig (Abb. 1). Seit über hundert Jahren finden an diesem Ort archäologische Ausgrabungen statt, die neben den Siedlungsstrukturen große Mengen von unterschiedlichen Funden zu Tage gefördert haben.



Abb. 1 Halbkreisförmige Umwallung der Wikinger-Siedlung Haithabu.

Diese materielle Hinterlassenschaft der Wikinger illustriert – in 13 Themen gegliedert – den Beginn des Urbanisationsprozesses im Norden Europas.

Um dem Besucher des Wikinger Museums Haithabu die Bedeutung dieser Hinterlassenschaft zu erklären und darüber hinaus in größere Zusammenhänge zu stellen, werden in der Ausstellung unterschiedliche Medien eingesetzt. Dabei spielt filmische Dokumentation eine herausragende Rolle, weil sie erarbeitete Informationen audiovisuell „konserviert“ und im Museumsalltag abrufbereit hält.



Abb. 2: Filmische Dokumentation experimenteller Archäologie als fester Bestandteil der Museumsarbeit.

Damit komme ich zu den angesprochenen Experimenten:

Ein im Hafen von Haithabu geborgener Einbaum ließ auch nach der wissenschaftlichen Bearbeitung (HIRTE 1988) viele Fragen offen, die von den Besuchern des Museums häufig gestellt wurden. Entsprechende Antworten schienen allein experimentelle Arbeiten geben zu können.

Um zu soliden Resultaten zu gelangen, wurde als erster Schritt am Original eine sorgfältige Analyse aller Arbeitsspuren durch Wissenschaftler und Restauratoren vorgenommen.

Auf der Grundlage dieser Erörterungen erfolgte dann zunächst die Fertigung nachgewiesener Werkzeuge und deren Schäftung. Danach galt es, die finanziellen und forstrechtlichen Voraussetzungen für den Einschlag eines geeigneten Eichenstammes zu schaffen. Der Beginn der eigentlichen Arbeit war nicht exakt zu terminieren;

er hing vom Saftfluss der Bäume ab, von geeigneter Witterung für die Arbeit im Freien und von der Verfügbarkeit des Filmteams.

Diese Umstände – aber vor allem die Tatsache, dass die experimentellen Sequenzen ebenso wie die filmische Dokumentation hohe Aufmerksamkeit erfordern – machten die Arbeit unter Ausschluss der Öffentlichkeit notwendig.

Diese spezielle Dokumentation, die einen von zwölf derartigen Filmen unseres Museums darstellt, haben inzwischen weit mehr als 100.000 Besucher gesehen (Abb. 2).

An diesem Beispiel wird deutlich, dass die Wirksamkeit von Experimenten im Museumsbereich nicht zwingend von der Life-Vorführung abhängt. Sorgfältig inszenierte filmische Dokumentation ist unter didaktischen Ansprüchen in ihrer wiederholbaren Qualität allerdings spontanen Aktivitäten deutlich überlegen.

Das Medium Film vermag in diesem Falle Arbeitsabläufe, die sich über weite Zeiträume erstrecken und an unterschiedlichen Lokalitäten stattfinden, für den Betrachter zusammenzuführen.

Das geschilderte Experiment hat uns durch die dabei verwendeten Werkzeuge weitgehend identische Arbeitspuren beschert. In 45 Stunden reiner Arbeitszeit konnte durch Harm Paulsen ein Wasserfahrzeug gefertigt werden, in dem bis zu drei Personen sicher zu transportieren waren. Die besonderen Fahreigenschaften und Steuermöglichkeiten wurden vom Erbauer eingehend getestet.

Wie sich unser Einbaum im täglichen Gebrauch ausnimmt, wurde einige Jahre später während der Veranstaltung „Handwerk im Experiment“ ermittelt.

Hierbei geht es im Gegensatz zu dem bisherigen – also dem eigentlichen Bau des Einbaumes – um szenisch gestaltete Arbeitsabläufe, die speziell für die Demonstration vor den Augen der Besucher entwickelt wurden.

Der gelernte Binnen-Fischer Jörg Nadler erprobte im Rahmen eines einwöchigen Programms die bisher in Haithabu ermittelten Fangtechniken. Dabei orientierte er sich soweit wie möglich an archäologisch gesicherten Artefakten. Auf dem Wasser nutzte er den erwähnten Einbaum (Abb. 3) und konnte dieses Wasserfahrzeug in seiner praktischen Verwendbarkeit erproben.

Das seit 1995 durchgeführte Sommerprogramm „Handwerk im Experiment“ ist in engster Anbindung an unsere permanente Ausstellung organisiert. Dieses Programm darf nicht mit sogenannten „Wikinger-Tagen“ verwechselt werden, die heute allenthalben in den Veranstaltungskalendern der Spaßgesellschaft auftauchen. Von vornherein erfolgt bei unseren Veranstaltungen eine sehr enge thematische Festlegung, die den Blick der Besucher auf eine Objektgruppe oder ein einzelnes Objekt in der Ausstellung fokussiert. Die Aktivität im Außenbereich wird also als eine ergänzende Erklärungsebene für eine statische Präsentation in den Vitrinen der Ausstellung verstanden.



Abb. 3: Praktische Erprobung eines im Rahmen experimenteller Arbeit erstellten Einbaumes durch einen Berufsfischer.

Bei derartigen Hinführungen werden alle Sinne der Besucher angesprochen. Dem Gespräch der Besucher mit den handelnden Personen kommt dabei besondere Bedeutung zu. Es wird nicht verwundern, dass überraschende Resultate und durchschaubare Arbeitsabläufe auf das Publikum eine große Faszination ausüben.

Weitere Aspekte wären hier unter museumspädagogischen Überlegungen auszuführen. Mir kommt es allein darauf an, sorgfältig vorbereitete Szenen zu benennen, bei denen der Besucher die Möglichkeit erhält, Einblick in spezielle handwerkliche Techniken und Fertigungsabläufe zu nehmen. Auf diesem Wege kann der archäologische Fund in den Augen des Betrachters einen gänzlich neuen Stellenwert erlangen. Eine Auswahl der Themen aus den Programmfolgen der letzten drei Jahre kennzeichnet das facettenreiche Angebot:

- Geschnitzte Holzgefäße
- Von der Geweihstange zum Kamm
- Fischfang am Haddebyer Noor
- Herstellung von Pfeil und Bogen
- Bau von Spanschachteln
- Model, Form und Tiegel –
Bronzeschmuck in Serie gegossen
- Amboss, Hammer, Zange –
Geräte aus Eisen geschmiedet
- Glas in der Glut –
Perlen am Feuer geformt
- Treiben und Strecken, Tordieren und
Granulieren –
Schmuck aus der Silberschmiede
- Spindel, Webstuhl und Schwert –
Kleidung von Frauenhand gefertigt
- Zwischen Herdstelle und Backofen –
Frauenalltag in der Wikingerzeit
- Kernspaltflöte und Brettspiel –
Musik und Spiel –
Unterhaltung und Vergnügen
- Hopfen und Malz, Wasser und Honig –
Bierbrauen in Haithabu
- Anhänger, Amulette und Spielsteine
aus Bernstein gefertigt
- Schalen, Lampen und Spinnwirtel aus
Speckstein geschlagen

Exemplarisch sei hier die unter dem Thema „Handwerk am Feuer“ dargebotene Herstellung von Glasperlen vorgestellt. Diesem handwerklichen Arbeitsablauf liegen subtile wissenschaftliche Untersuchungen zugrunde, die in den „Berichten über die Ausgrabungen in Haithabu“ veröffentlicht sind (STEPPUHN 1998).

Von den 8.849 Glasfunden, die allein im Inneren des Halbkreiswalles bei Ausgrabungen und Oberflächenaufsammlungen geborgen wurden, entfallen 7.141 Objekte auf Perlen- und Perlenfragmente. Stellen wir uns vor die entsprechende Vitrine, an der bereits durch ein Hinweisschild auf die Vorführung praktischer Arbeit im Freigelände aufmerksam gemacht wird: Eine exemplarische Auswahl von Rohmaterial, Halbfabrikaten und Perlen unterschiedlicher Art kann hier bestaunt werden. Für das Experiment haben wir daraus eine Reticella-Perle herausgesucht, deren Fertigung einen komplizierten Herstellungsprozess durchschaubar macht.

Die Präsentation beginnt mit der Vorbereitung des Ofenbaus aus Ton und verfaultem Holz. Die Baumaterialien werden miteinander vermengt und mit Wasser geschmeidig gemacht. Danach wird der Ofen ohne Stützgerüst in Aufbautechnik errichtet. Hier ist zu verfolgen, wie später die Luftzufuhr durch die Blasebälge sichergestellt wird. Am Ende wird der Ofen kuppelig geschlossen (Abb. 4).

Zwei „Fenster“ gilt es einzuschneiden – eines als Arbeitsöffnung für den Perlenmacher – eines zur Beobachtung des Feuers für seinen Helfer am Blasebalg. Eine Ritzverzierung dient nicht allein der Dekoration, sondern bestimmt Sollbruchstellen bei ungleicher thermischer Belastung des Ofens. Das Rohmaterial für die Perlenfertigung wurde in Italien bei professionellen Glasbläsern eingekauft. Da in Haithabu bisher keine eindeutigen archäologischen Glasmacher-Werkzeuge ausgegraben sind, wurden die hier verwandten Gerätschaften nach ethnologischen Vorbildern gefertigt



Abb. 4: Aufbau eines kuppelförmigen Lehmofens für die Fertigung von Glasperlen, wie sie in Haithabu gefunden wurden.

und durch individuelle Erfahrungen – aber auch auf der Grundlage experimenteller Erkenntnisse aus dem Versuchszentrum in Lejre – modifiziert.

Das Ankleben der Glasmasse am Werkzeug wird durch eine Ummantelung mit Salz verhindert. Dazu steckt der Perlenmacher das glühende Eisen einfach in einen Napf mit Salz. Nun kann die eigentliche Arbeit beginnen: Die glühende Werkzeugspitze nimmt zunächst Stücke weißen Glases auf, die im Zentrum des Feuers geschmeidig gemacht und auf der Arbeitsfläche vor dem Feuer zu einem gleichmäßigen Tropfen geformt werden. Was sprichwörtlich für das Eisen gilt, trifft auch für das Glas zu. Es muss schnell und präzise – solange es heiß ist – verarbeitet werden. Mit einer Zange wird sodann die Spitze des Glastropfens gefasst, und die Glasmasse wird zu einem langen Faden gezogen (Abb. 5), der in Windeseile zu einem festen Stab erstarrt. Dieser wird anschließend in kurze Segmente zerteilt.

Vier davon werden auf der gereinigten Arbeitsplatte vor dem Feuer bereitgelegt, während in der Glut bereits blaue Glasmasse zu einem großen Tropfen geformt wird, um sogleich die vier Stäbe in einer einzigen Drehbewegung aufzunehmen. Das Werkstück wird dann noch einmal in der Hitze des Feuers formbar gemacht. Mit Hilfe der Zange kann – unter drehenden Bewegungen – eine gleichmäßige Glasstange ausgeformt werden. So entstehen Glasstäbe mit einem diagonal verlaufenden Streifenmuster.

Zwei derartige Glasstäbe werden in gegenläufiger Anordnung auf der Arbeitsplatte bereitgelegt. Sie ergeben später auf der Perle das typische Reticella-Muster. Zunächst aber muss die Grundperle aus blauer Glasmasse gewickelt werden. Ihre Symmetrie stellt der Perlenmacher durch wenige formgebende Handgriffe sicher. Schließlich werden die Ornamentstäbe auf die glühende Perle gelegt und haften sofort am Glas fest (Abb. 6). In der



Abb. 5: Ausziehen von geschmolzener Glasmasse zu einem Stab – Ausgangsmaterial für die weiteren Schritte der Perlenfertigung.

Hitze des Ofens schmiegen sie sich unter gleichmäßigen Drehbewegungen an die Trägerperle an. Ein leichtes Abrollen auf der Arbeitsfläche glättet die Oberfläche. Nach einer abschließenden Korrektur ist die Reticellaperle (Abb. 7) fertig gestellt. Der Herstellungsprozess der Glasperlen, der in seiner nachvollziehbaren Überschaubarkeit kleine und große Besucher stets in den Bann schlug (Abb. 8), stellt ein besonders gutes Beispiel dar, was anspruchsvolle praktische Arbeit an Eindringlichkeit zu vermitteln vermag. Auch hier kommt es jedoch darauf an, während der ganzen Veranstaltung den gestellten Ansprüchen fortwährend gerecht zu werden. Gar zu schnell verkommen Wiederholungen von Arbeitsabläufen zu Ritualen, die wesentliche technische Merkmale nicht mehr deutlich vermitteln.



Abb. 6: Aufschmelzen zweifarbiger, tordierter Glasstäbe auf die gewickelte Grundperle.

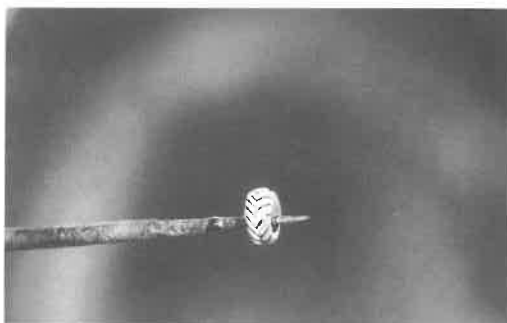


Abb. 7: Unter ständiger Drehbewegung des Werkzeuges entsteht über der Glut im Ofen eine Reticella-Perle.

Damit stellt sich die Frage, ob auch hier filmische Dokumentation helfen sollte, qualitätvolle Darbietung in festgelegten Sequenzen zu konservieren und damit in gleichbleibendem Standard verfügbar zu machen. Die während des Experiments gefertigte Dia-Reihe kann in dem Zusammenhang als Drehbuch verstanden werden. Wie aber bereits ausgeführt, wohnt der direkten Vorführung eine kaum zu übertreffende Unmittelbarkeit inne, die unsere Besucher – wie wir immerwährend beobachten können – in besonderem Maße anspricht und damit ganz allgemein Interesse für das Museum erweckt. Gleichbleibende Qualität bei sich wiederholenden Veranstaltungen zu gewährleisten, erweist sich als ein außerordentlich schwieriges Unterfangen. Allzu schnell gerät der Qualitätsstandard ins Wanken.



Abb. 8: Die nachvollziehbare Arbeit der Perlenmacher auf dem Freigelände des Museums schlägt große und kleine Besucher stets in den Bann.

Damit wird ein Phänomen angesprochen, unter dem jegliche Arbeit im Museum leidet, die sich in persönlicher Zuwendung an den Besucher richtet, nämlich der Verschleiß durch Wiederholung. Anders als auf der Bühne oder in der Zirkusarena, wo die Leistung Applaus herausfordert und der Erfolg über das Engagement entscheidet, können diese Triebkräfte der Disziplinierung in der Museumsarbeit nur selten abgerufen werden.

Die erheblichen finanziellen Aufwendungen für dieses Angebot an unser Publikum werden auch in Zukunft nur zu leisten sein, solange an vier Wochenenden stets mehr als 10.000 Interessierte unserer Einladung zu einem „experimentellen Event“ folgen. Im Augenblick ist zu beobachten, dass sich ein regelrechtes Stammpublikum um

diese Veranstaltungen gruppiert. Regelmäßige Nachfrage nach den Themen des kommenden Jahres macht deutlich, dass qualitätvolle Museumsarbeit ihr Publikum findet.

Im Wettbewerb mit vielen anderen ähnlichen Aktivitäten kann das Wikinger Museum Haithabu die unmittelbare Begegnung mit den archäologischen Originalen bieten. Aktive Forschungsarbeit am Projekt Haithabu schafft darüber hinaus Voraussetzung, neue Themen gewissenhaft für eine Präsentation in der Öffentlichkeit aufzubereiten. Dabei wird auch für die Zukunft gelten müssen, die wissenschaftlich begleiteten Experimente, die unseren Vorführungen „Handwerk im Experiment“ vorausgehen, unter Ausschluss der Öffentlichkeit zu entwickeln.

Literatur

- GAM, T. 1991: Glasperlefremstilling i yngre jernalder og vikingetid. En analyse af teknologi og håndværk. Eksperimentel Arkæologi. Studier i teknologi og kultur nr. 1. Lejre 1991, 153–176.
- HIRTE, C. 1988: Zur Archäologie monoxyler Wasserfahrzeuge im nördlichen Mitteleuropa. Phil. Diss. Kiel 1988.
- KOCK, J. , SODE, T. 1994: Glass, glassbeads and glassmakers in Northern India. Vanlose 1994.
- KÜÇÜKERMEN, Ö. 1988: Glass Beads, Anatolian glass bead making. The final traces of three millennia of glass making in the mediterranean region. Istanbul 1988.

- SODE, T. 1996: Anatolske Glasperler. København 1996.
- STEPPUHN, P. 1998: Die Glasfunde von Haithabu. Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu 32. Neumünster 1998.

Anschrift der Verfasserin

Ute Drews
Wikinger Museum Haithabu
Stiftung Schleswig-Holsteinische
Landesmuseen
Schloss Gottorf

24837 Schleswig