

# EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE

in Europa

Bilanz 2004



EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE IN EUROPA  
BILANZ 2004  
Heft 3

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

in Zusammenarbeit mit dem  
Landesmuseum für Natur und Mensch  
Damm 38-44  
D – 26135 Oldenburg



Österreichische Gesellschaft  
für Ur- und Frühgeschichte



Arbeitskreis Experimentelle Archäologie  
der Österreichischen Gesellschaft für  
Ur- und Frühgeschichte

ARBEITSGRUPPE  
EXPERIMENTELLE  
ARCHÄOLOGIE  
DER ÖSTERR. GESELLSCHAFT  
FÜR UR- UND FRÜHGESCHICHTE

VIAS – Vienna Institute for Archaeological  
Science  
Interdisziplinäres Forschungsinstitut für  
Archäologie der Universität Wien

VIAS

Prähistorische Abteilung  
Naturhistorisches Museum Wien



Gefördert durch die Kulturabteilung der  
Stadt Wien, Wissenschafts- und  
Forschungsförderung



EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE  
IN EUROPA  
BILANZ 2004

ISENSEE VERLAG  
OLDENBURG

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

Redaktion: Corinna Endlich  
Textverarbeitung und Layout: Ute Eckstein  
Bildbearbeitung: Thorsten Schöning

Umschlagbilder: Schüler BRG u. BORG, St. Pölten (aus dem Beitrag: „Ein Grasdach über dem Kopf: Experimente zu jungpaläolithischen Winterbehausungen“ von Th. Einwögerer und M. Händel)

#### Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

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

ISBN 3-89995-204-9

© 2004 Europäische Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie / European Association for the advancement of archaeology by Experiment e. V. – Alle Rechte vorbehalten  
Gedruckt bei: Druckhaus Thomas Müntzer GmbH, D – 99947 Bad Langensalza/Thüringen

# INHALT

<i>Matthias Kucera</i> Das Experiment in der Archäologie	7
<i>Elisabeth Pühringer</i> Als es weder Kilos noch das Einmaleins gab: Gedanken über ein urzeitliches Maßsystem als Ordnungsprinzip	15
<i>Jenny Chambers</i> River gravels and handaxes: new experiments in site formation, stone tool transportation and transformation	25
<i>Valentina Borgia</i> Functional analysis of the backed tools from the Gravettian layers 23 and 22 of Paglicci cave (Foggia – Italy): the experimental program	43
<i>Simona Arrighi</i> Use-wear analysis on lithic artefacts of Paglicci Cave (Italy): experiments for the recognition of technological traces	51
<i>Robert Hosfield, Jenni Chambers</i> River gravels and flakes: new experiments in site formation, stone tool transportation and transformation	57
<i>Thomas Einwögerer, Franz Pieler</i> Versuche zur Herstellung altsteinzeitlicher Keramikfiguren	75
<i>Thomas Einwögerer, Ulrich Simon</i> Experimentelle Feuerstellen auf Lösssediment	79
<i>Thomas Einwögerer, Marc Händel</i> Ein Grasdach über dem Kopf: Experimente zu jungpaläolithischen Winterbehausungen	85
<i>Gordon D. Thomas</i> Early Lime Plaster Technology in the Near East: experimental work at the Lemba Experimental Village, Cyprus	91
<i>Vera Holtmeyer-Wild, Achim Bömerich</i> Fünf Versuche zur Produktionstechnik vorgeschichtlicher Basaltlavareibsteine	101

<i>Daniel Modl</i> Gedanken und Erfahrungen bei der Rekonstruktion prähistorischer Kupferverhüttungsanlagen in der Steiermark, Österreich	115
<i>Emanuela Jochum Zimmermann, Marianne Senn und Adrian Wichser</i> Zum Verhalten von Spurenelementen und Legierungsbestandteilen in Kupfer bei der Weiterverarbeitung des Metalls	127
<i>Wolfgang Lobisser</i> Spätbronzezeitliche Holzbearbeitungswerkzeuge und ihre praktische Verwendung bei der Errichtung von Blockbauten am Salzberg in Hallstatt	137
<i>Karina Grömer</i> Experimentalarchäologische Rekonstruktion der Brettchenweberei aus dem Salzbergwerk in Hallstatt	145
<i>Bernhard Reepen, Hermann-Josef Drexler</i> Rennofenversuche am Sachsenhof in Greven – ein Erfahrungsbericht	159
<i>Nicholas Dixon</i> Underwater Archaeology and Reconstruction of a Prehistoric Crannog in Loch Tay, Scotland	167
<i>Anne Reichert</i> Keramik und Eisen – Experimente zu latènezeitlichen Scherben mit eingefügten Eisenbändern	181
<i>Klaus Wankmiller</i> Experimentelle Archäologie in Roßhaupten	187
<i>Nadine Maria Lemmers</i> A (re-)construction of the boat shaped house of the HOME, Eindhoven (the Netherlands). Based on only facts?	205
<i>Gudrun Böttcher</i> Koptische Nadelbindungstextilien im Museum der Kulturen Basel	211
<i>Katrin Kania</i> Die Gugel und ihre Trageweisen im Experiment	215
<i>Dirk Vorlauf</i> Vereinsbericht der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie (exar) für das Jahr 2004	235

# Das Experiment in der Archäologie

Matthias Kucera

„Jede Nachprüfung einer Theorie, gleichgültig, ob sie als deren Bewährung oder als Falsifikation ausfällt, muss bei irgendwelchen Basissätzen haltmachen, die anerkannt werden. Kommt es nicht zu einer Anerkennung von Basissätzen, so hat die Überprüfung überhaupt kein Ergebnis.“  
(Karl POPPER, Logik der Forschung 1973)

## Einleitung und Motivation

Die letzten Jahrzehnte haben gezeigt, dass die experimentelle Archäologie Möglichkeiten bietet, archäologische Fragestellungen zu beantworten. Was aber ist ein Experiment im Sinne der Archäologie? Um diese Frage zu beantworten, ist es interessant, einige grundlegende wissenschaftstheoretische aber auch philosophische Aspekte zu diskutieren. In der Tat ist die Formulierung einer Frage der wesentlichste Schritt zur Erkenntnisfindung.

Um eine Motivation zu geben, erlaube ich mir einen Vergleich, der natürlich subjektiv gefärbt ist. Um über einen See zu schwimmen, ist es nicht unbedingt nötig zu wissen, wie tief der See ist und wie sein Untergrund beschaffen ist. Diese Unwissenheit kann sehr beunruhigend sein, ist aber oft leicht durch einen kurzen Blick unter die Wasseroberfläche zu beseitigen. Je genauer man über diesen nicht direkt schaubaren Bereich Bescheid weiß, desto selbstverständlicher schwimmt man über den See, ja man kann anderen auch erklären, warum man das Erlebnis letztendlich als schön empfunden hat.

Die folgenden Zeilen können nur einen ausschnittshaften Überblick über die Grundgedanken und Grundregeln einer wissenschaftlichen Arbeitsweise geben.

## Die Möglichkeiten der Forschung

Bevor überhaupt Fragen formuliert werden können, sollte einem bewusst sein, über welche Bereiche man Aussagen machen kann, bzw. für welche Bereiche diese Aussagen Gültigkeit haben. Es ist nötig, sich klar vor Augen zu halten, welche Bereiche mit welcher Methode beschreibbar sind. Im Rahmen der Wissenschaft bedient man sich im Allgemeinen der aristotelischen Logik, d. h. widersprüchliche Aussagen stehen in Kontradiktion und schließen einander aus. Man spricht von logischen Begriffspaaren, die in einem Entweder-Oder-Verhältnis stehen. Der aristotelischen Logik liegen drei Axiome (Grundregeln) zugrunde: der Satz der Identität (Eindeutigkeit von Begriffen,  $A=A$ ), der Satz vom (zu vermeidenden) Widerspruch (Widerspruchsfreiheit von allen Behauptungen) und der Satz vom ausgeschlossenen Dritten (stehen zwei Behauptungen im Widerspruch, so ist eine von beiden richtig und nicht eine dritte).

In diesem Zusammenhang ist es wichtig, die Begriffe Realität, Wirklichkeit und Wahrheit zu klären (PIETSCHMANN 1996). Die Wahrheit ist jener Bereich, den man mit (natur-)wissenschaftlicher Methodik nicht schauen kann, sie entzieht sich unserer oberflächlichen Wahrnehmung. Es ist Aufgabe der Religionswissenschaften oder des Glaubens allgemein, zu entscheiden, was „wahr“ ist. Eine Wahrheit ist etwas Unumstößliches, das jederzeit und allorts Gültigkeit hat. Da es nur eine Wahrheit geben kann, führte dies oft zu Verfolgungen von Anhängern anderer Wahrheiten. Um dem dogmatischen Wahrheitsanspruch gerecht zu werden, ist es schließlich am einfachsten, Andersdenkende aus dem Weg zu räumen. Man sollte jetzt aber nicht annehmen, dass

dies ein Prinzip der Wahrheit ist, sondern eher ein Prinzip der menschlichen Kurzsichtigkeit, denn schließlich ist jeder Glaube nur eine mögliche Auslegung der Wahrheit.

Die übrigen Wissenschaften, im Besonderen die Naturwissenschaften, versuchen nun die Realität zu beschreiben, die oft im Widerspruch zur alltäglichen Erfahrung stehen kann. So ist z. B. die Aussage, dass alle Körper gleich schnell fallen in unserer Alltagswelt nicht direkt nachvollziehbar, und erst durch geeignete Rahmenbedingungen erkennbar. Aussagen in diesem Bereich können auf der Logik basierend formal richtig, aber niemals wahr sein, weil sie letztendlich auf Hypothesen beruhen. Diese Argumentation gestattete es unter anderem Galileo Galilei, seine Forschungen weitestgehend unbehelligt von der Inquisition zu betreiben. Die Gründe, warum es schließlich doch zu einem Prozess kam, wurden oft diskutiert. Auch die Realität muss natürlich einem universellen Anspruch genügen. Die entwickelten Theorien messen sich nun an ihr.

Die Wirklichkeit schließlich kann man eigentlich als Stolperstein der Wissenschaft bezeichnen. Erst wenn man sich bewusst macht, dass Beobachtungen subjektiv sind und man die Realität, die man beschreiben will, erst unter der Oberfläche selbstgeschaffener Wirklichkeiten findet, gelingt es, reproduzierbare und quantifizierbare Aussagen zu machen. In diesem Bewusstsein sollte es dem Einzelnen klar sein, dass jeder dogmatische Anspruch in der Wissenschaft a priori vollkommen am falschen Platz steht.

## Das Experiment

Das Experiment gilt als Prüfstein von Theorien und Hypothesen, aber auch als Quelle neuer Fragestellungen. Seit dem frühen 17. Jh. ist es aus der naturwissenschaftlichen Methodik nicht mehr wegzu-

denken. Letztendlich ist ein Experiment die Erprobung einer vorläufig angenommenen Theorie an den Tatsachen. Das heißt, dass einem Experiment eine Theorie vorgelegt. Je klarer sich ein Experiment von anderen Bereichen abgrenzt, desto aussagekräftiger ist es in Hinblick auf die Theorie. Erkenntnistheoretisch ist zu unterstreichen, dass ein Experiment nie eine Theorie verifizieren kann, sondern nur falsifizieren. Eine Theorie ist somit nur so lange gültig, wie es keinen experimentellen Befund gibt, der ihr widerspricht.

Entsprechend den Axiomen der Logik kann man auch Axiome des Experiments (in der Naturwissenschaft) einführen: Das sind die Reproduzierbarkeit, die Quantifikation und die Analyse (PIETSCHMANN 1996, 83-93).

Schon der Begriff der Reproduzierbarkeit ist sehr problematisch und das nicht nur in der experimentellen Archäologie. Im Prinzip verlangt die Wissenschaft von einem Experiment, dass es von jedem jederzeit wiederholbar ist und die gleichen Resultate liefert. Diese Forderung impliziert aber stets die gleichen Rahmenbedingungen, die ihrerseits wiederum gemessen werden müssen. Von gleichen Resultaten kann man nur sprechen, wenn die Aussagen nicht nur qualitativ, sondern auch quantifizierbar sind und innerhalb des Messfehlers liegen, der aus diesem Grund bei jedem Resultat anzugeben ist. Quantifizierbar bedeutet, dass die Messergebnisse z. B. einer mathematischen Formel oder einem Diagramm genügen. Diese Forderung führt zwingend zum Axiom der Quantifikation. Quantifikation ist nur bei einfachen Systemen möglich, d. h. bei einfachen Experimenten, bei denen möglichst viele Rahmeneffekte unterdrückt werden. Konkret heißt das, dass wir unser Kilogramm Federn in einen Sack stopfen und fest zubinden, nur dann werden die Federn so schnell fallen wie ein Kilogramm Eisen, da ich den Rahmeneffekt Luftwiderstand ausgeschaltet habe. Somit bin ich in der Lage, das einfache Fallgesetz, seinerseits eine Quantifikation, zu bestätigen.

Dieses Zerlegen in verschiedene Effekte, in unserem Fall Luftwiderstand und Erdanziehung, ist dem dritten Axiom, der Analyse, gleichzusetzen.

Von besonderer Wichtigkeit sind daher eine penibelste Dokumentation des Experiments sowie eine vollständige Angabe der Rahmenbedingungen und der zu erwartenden Messfehler. Man unterscheidet generell zwischen systematischen und statistischen Fehlern. Erstere resultieren aus der Messgenauigkeit der verwendeten Instrumente, zweitere aus den mathematischen Gesetzmäßigkeiten der Statistik.

An dieser Stelle ist es angebracht, René Descartes selbst zu Wort kommen zu lassen, der seine Methode des Zweifels in vier Vorschriften zusammenfasst:

„Die erste besagte, niemals eine Sache als wahr anzuerkennen, von der ich evidentenmaßen erkenne, dass sie wahr ist, d. h. Übereilung und Vorurteile sorgfältig zu vermeiden und über nichts zu urteilen, was sich meinem Denken nicht so klar und deutlich darstellte, dass ich keinen Anlass hätte, daran zu zweifeln.

Die zweite, jedes Problem, das ich untersuchen würde, in so viele Teile zu teilen, wie es angeht und wie es nötig ist, um es leichter zu lösen.

Die dritte in der gehörigen Ordnung zu denken, d. h. mit den einfachsten und am leichtesten zu durchschauenden Dingen zu beginnen, um so nach und nach, gleichsam über Stufen, bis zur Erkenntnis der zusammengesetztesten aufzusteigen, ja selbst in Dinge Ordnung zu bringen, die natürlicherweise nicht aufeinander folgen.

Die letzte, überall so vollständige Aufzählungen und so allgemeine Übersichten aufzustellen, dass ich versichert wäre, nichts zu vergessen“ (DESCARTES 1990, 31 f.).

Ein archäologisches Experiment sollte demnach auch diesen Anforderungen genügen. Es gilt nun zu klären, inwieweit das möglich ist bzw. worin die Schwierigkeiten bestehen.

## Das archäologische Experiment

Es soll im Rahmen dieser Abhandlung jetzt nicht auf einzelne Experimenttypen eingegangen werden, sondern die allgemeine Problematik behandelt werden. Generell gilt es, die Frage zu stellen, ob sich ein archäologisches Experiment von Experimenten im Rahmen der Naturwissenschaften unterscheidet. Prinzipiell sollte sich an der Methodik nichts ändern und die Axiome sollten weiterhin erfüllt bleiben. Es gibt aber doch einige Unterschiede, auf die im Folgenden hingewiesen werden soll.

Die Gesetzmäßigkeiten, die vor allem innerhalb der Physik untersucht werden, obliegen vier elementaren Grundkräften, der Gravitation, der elektromagnetischen Kraft, der starken und der schwachen Kernkraft. Diese Kräfte sind letztendlich Ursache aller Vorgänge, die in den Naturwissenschaften untersucht werden. Jedes Verhalten von Materie wird durch diese Kräfte bestimmt. In der experimentellen Archäologie versuchen wir aber, das Wesen von Dingen zu ergründen, die auf den Einfluss des Menschen zurückgehen. Ein kleines Gedankenexperiment soll die Problematik veranschaulichen. Stellen wir eine Teekanne auf einen Tisch, so wird diese dort so lange stehen bleiben, bis eine äußere Kraft auf sie wirkt. Denken wir nun an Naturgesetze, können wir uns am ehesten vorstellen, dass sie irgendwann, sei es durch eine Erschütterung oder eine Unachtsamkeit, der Erdgravitation folgend, vom Tisch auf den Boden fällt, wo sich in den meisten Fällen die kinetische Energie des Sturzes in Deformationsenergie umwandelt, also die Kanne zerbricht. Allerdings fällt es nicht schwer sich vorzustellen, dass die Teekanne wohl früher oder später entweder abgewaschen wird oder auf eine Anrichte gestellt wird. Jede dieser Verschiebungen im Raum kostet Energie, die in diesem Fall von uns aufgebracht wird, weil wir die Kanne lieber an einem anderen Ort haben wollen.

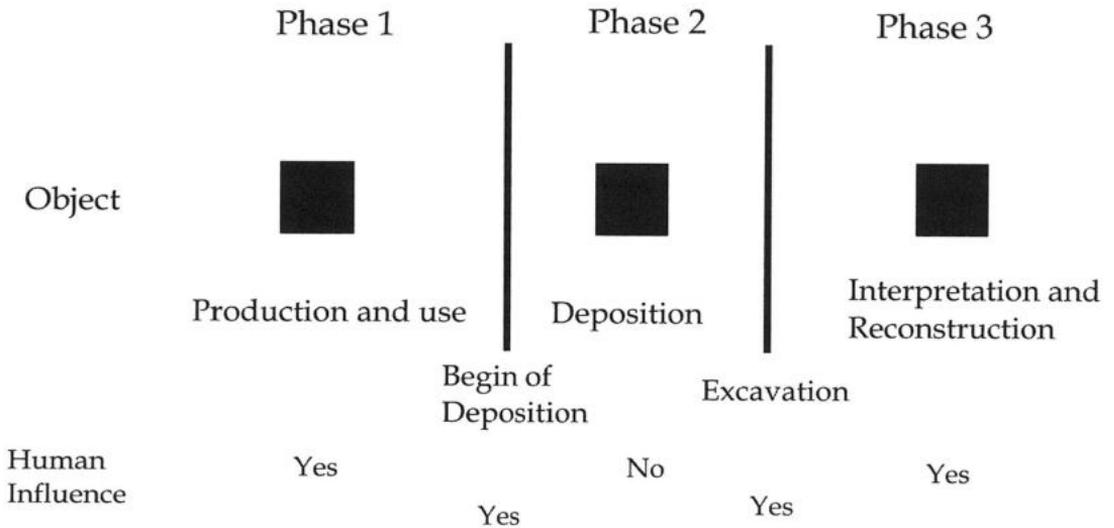


Abb. 1: Werdegang eines Artefaktes oder archäologischen Befundes.

Würde man jetzt untersuchen wollen, nach welcher Gesetzmäßigkeit sich die Kanne im Raum aufhält, findet man leicht, dass sie sich nur ganz selten den Naturgesetzen entsprechend verhält.

Der Faktor, der unsere Teekanne veranlasst, sich so gänzlich anders zu verhalten als jegliche andere Materie, ist der Faktor Mensch. Dieser Mensch ist beeinflusst von Gewohnheiten, persönlichen Erfahrungen, Vorlieben, Fähigkeiten, gesellschaftlichen Verhaltensregeln und vielem mehr. Die experimentelle Archäologie untersucht intentionell hergestellte Objekte. Es herrscht nun folgende Situation:

Wie wir gehört haben, kämpft der Experimentator stets mit seiner eigenen Wirklichkeit, die er zugunsten der Realität identifizieren muss, um sie möglichst herauszufiltern. Jetzt sieht er sich aber mit einem Objekt konfrontiert, dessen Schöpfer ebenfalls eine eigene Wirklichkeit hatte. Es erscheint demnach auf den ersten Blick so, als wäre dies ein Dilemma, das nicht auflösbar ist.

Ein weiteres Problem scheint das der Reproduzierbarkeit zu sein, da es ja vor allem bei technologisch orientierten Experimenten nötig ist, sich die handwerklichen Fähig-

keiten anzueignen. Allerdings ist es auch in den Naturwissenschaften so, dass man zuerst Fähigkeiten erwerben muss, um ein Experiment zu wiederholen. Hier scheint also kein Unterschied zu bestehen. Tatsächlich leitet uns dieser Gedanke wieder zu dem ambivalenten Verhältnis zwischen Erschaffendem und Experimentator.

#### Weiches und hartes Experiment

Betrachten wir zunächst den in Abb. 1 dargestellten Werdegang eines Artefaktes bzw. eines archäologischen Befundes. Ein Gegenstand wird in der Regel hergestellt und ist dann einige Zeit in Verwendung, bis er schließlich abgelagert wird. In der Phase der Ablagerung wirken auf den Gegenstand nur mehr physikalische Gesetzmäßigkeiten ein. Wir nehmen vereinfachend an, dass die Lagerung des Gegenstandes in dieser Zeit nicht durch den Menschen abermals gestört wird, was durchaus realen Gegebenheiten entsprechen kann. Schließlich wird das Artefakt im Zuge einer Grabung freigelegt und die genaue Fundsituation dokumentiert. Dieser Vorgang wird gemäß der

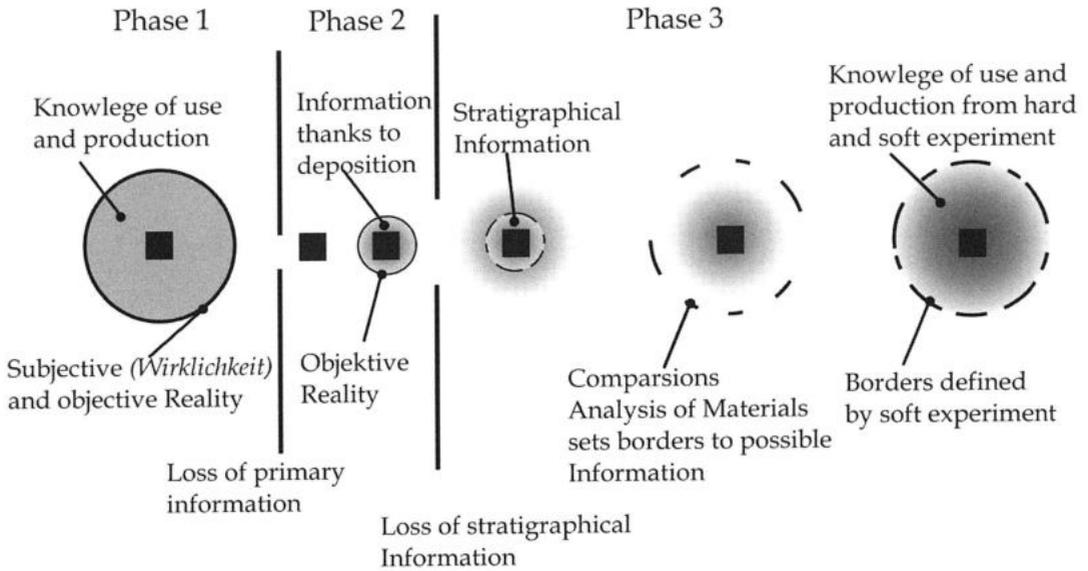


Abb. 2: Darstellung des Wandels der Information über ein Artefakt oder einen archäologischen Befund.

vorherrschenden Grabungsmethodik, standardisierten Verfahren, aber auch basierend auf persönlichen Erfahrungen und vorherrschenden Möglichkeiten durchgeführt. Abb. 2 stellt die gleiche Situation dar, verknüpft sie allerdings bereits mit der archäologischen Fragestellung an das Gefundene. In Phase 1 erkennen wir nunmehr die Wirklichkeit des Menschen, der den Gegenstand hergestellt, verwendet und schließlich am Übergang zu Phase 2 deponiert hat. Dieser Mensch folgte natürlich gewissen physikalischen Gesetzmäßigkeiten, wie z. B. den Bruchflächen eines Feuersteins bei der Herstellung eines Steinwerkzeuges. Allerdings war er auch seiner persönlichen Erfahrung im Umgang mit den einzelnen Materialien sowie gesellschaftlich bedingten Vorlieben unterworfen. Diese und sicherlich noch andere Umstände bilden die Rahmenbedingungen für den Entstehungsprozess und die Verwendung des Objektes. Sie sind in Abb. 2 als schwarze Linie um die Kreisfläche symbolisiert, die ihrerseits die Kenntnis des Menschen über das von ihm Erschaffene darstellt. Deshalb ist die

Kreisfläche einheitlich, das heißt, die Beziehung zwischen Rahmenbedingungen und Objekt ist konsistent und dessen Herstellung und Verwendung reproduzierbar. In Phase 2 wird nun das Objekt zeitlich immer mehr von dem Menschen, der es erschaffen hat, getrennt. Immer mehr Information geht verloren. Diese verlorene Information soll nun in Phase 3 nach der Ausgrabung rekonstruiert werden. Es gilt also, die Wirklichkeit einer vergangenen Zeit zu beschreiben. Die Information, die sich aus der Art und Weise der Ablagerung ergibt, wird in erster Linie durch die Ausgrabung, wenn auch nicht vollständig, so doch den Möglichkeiten einer effizienten Grabungsmethode entsprechend, wiedergegeben. Zunächst besteht, wenn überhaupt, nur sehr wenig Information über das Objekt. Über Vergleiche, Stratigraphie, Materialanalysen usw. ist es möglich das Objekt zeitlich und kulturell einzuordnen, also bereits erste Rahmenbedingungen zu definieren. Ein beachtlicher Teil dieser Rekonstruktion kann unter bestimmten Umständen von der experimentellen Archäologie übernommen

werden. Ein Experimentator versucht nun, die näheren Umstände von Herstellung und Verwendung des Objektes zu beleuchten, zusehends gefangen von seiner eigenen Wirklichkeit. Hier prägt sich nun das bereits erwähnte ambivalente Verhältnis zwischen Erschaffendem und Experimentator aus.

Gehen wir nun näher auf diese Ambivalenz ein, so ist die Notwendigkeit einer Abstufung von Experimenten ersichtlich. Ich tendiere dazu, sie in weiche und harte Experimente zu unterteilen. Im Rahmen eines weichen Experiments hat der Experimentator die Gelegenheit, sich mit Werkstoff und Werkzeug vertraut zu machen und Technologien so weit zu verfeinern, dass sie reproduzierbar werden. Der Erkenntnisweg kann und soll genau dokumentiert werden. Das weiche Experiment liefert vor allem qualitative Aussagen und soll bei der Formulierung einer bzw. im Regelfall mehrerer exakter Fragen hilfreich sein. Rahmenbedingungen können erkannt und festgelegt werden. Sie sind in Abb. 2 als gestückelte Linie dargestellt. Diese verdeutlicht die Unmöglichkeit den Zustand der Phase 1 entsprechend wiederherzustellen. Übertragen gesprochen kann das weiche Experiment dem Experimentator auch helfen, die „Welt“ mit den Augen des Erschaffenden zu sehen. Es testet die Qualität denkbarer Rahmenbedingungen und filtert im Idealfall diejenigen heraus, die Reproduzierbarkeit gewährleisten. Wir erkennen nun, dass eben die Ambivalenz uns helfen kann, Verhaltensweisen, Denkprozesse, kurzum die Wirklichkeit des Erschaffenden zu skizzieren.

Ist eine Frage genau ausformuliert und sind die Ergebnisse reproduzierbar geworden, ist man in der Lage, ein hartes Experiment zu machen, im Zuge dessen man den Versuchsablauf genau erfasst und dokumentiert. Es gelten die Rahmenbedingungen, die durch das weiche Experiment festgelegt wurden. Der Experimentator ist nun in der Lage, Theorien über das vormalige Wis-

sen um Erzeugung und Verwendung eines Artefakts zu prüfen. Die prinzipielle Unsicherheit einer Theorie ist in Abb. 2 durch den Helligkeitsverlauf der Kreisflächen dargestellt. Ein in dieser Weise durchgeführtes Experiment basiert dann tatsächlich auf den drei oben behandelten Axiomen und somit gelten auch alle damit zusammenhängenden Regeln.

## Zusammenfassung

Das Experiment ist auch in der Archäologie eine probate und notwendige Möglichkeit, Fragestellungen zu beantworten. Es erfüllt die gleichen Voraussetzungen bzw. Axiome wie ein naturwissenschaftliches Experiment, bei klarer Festlegung der Rahmenbedingungen durch ein weiches Experiment. Theorien können nun innerhalb dieser Rahmenbedingungen durch ein hartes Experiment getestet werden. Die Summe aus hartem und weichem Experiment und deren vollständige Beschreibung und Dokumentation gewährleistet Reproduzierbarkeit und somit die Effizienz eines Experiments. Unter Beachtung gewisser erkenntnistheoretischer und wissenschaftstheoretischer Aspekte offenbart es zudem noch interessante Betrachtungsweisen menschlicher Wirklichkeiten. Diese kurze Abhandlung soll dahingehend Denkanstöße geben.

Die Freiheit der Forschungsarbeit soll allerdings durch diese Überlegungen nicht allzusehr eingeschränkt werden. Schließlich soll auch die Freude an der Entdeckung ungeahnter Zusammenhänge bestehen bleiben. Aus diesem Grund möchte ich mit den Worten des Physikers und Nobelpreisträgers Wolfgang Pauli schließen:

„Ich hoffe, dass niemand mehr der Meinung ist, dass Theorien durch zwingende logische Schlüsse aus Protokollbüchern abgeleitet werden, eine Ansicht, die in meinen Studententagen noch sehr in Mode war.“ (PAULI 1984, 95).

## Abstract

During the last decades experimental archaeology has become a useful tool in answering archaeological questions. At first it is necessary to ask what an experiment is at all and what significations it has.

In trying to understand the behaviour of the world we live in, it is obvious that we have to define some concepts, in this case the terms of (universal) truth, objective reality and subjective reality. Science tries to describe objective reality but humans are always linked to their subjective reality. Under those circumstances subjective reality is a kind of trap for science. Truth at last is the field religion deals with and thus not of our interest.

Since the early 17<sup>th</sup> century the experiment is not only the touchstone of new theories and hypotheses, but also the source of new questions. It is the test of a temporary theory on the existing facts. The rules or axioms of an experiment in nature science are the ability to reproduce, quantification and analysis.

It is of great interest whether there is a difference between an experiment in archaeology and nature science or not. As said before nature science examines subjective reality. It is presumed that the laws of physics are all the time the same. Without this assumption it would be impossible to describe nature.

Archaeology is linked to humans and thus to their subjective reality, which is of course an important difference if we remember the three axioms. Many times the ability to reproduce an experiment has been critically discussed concerning an archaeological experiment. Now another problem can be seen, because what started us to make an archaeological experiment are the remains of human presence with their own subjective reality.

Therefore, it is the author's opinion that it is necessary to divide between two types of

experiments, the soft and the hard experiment. Doing a soft experiment means to get used to archaeotechniques, craft, the materials to figure out the frame of the following hard experiment, where a special question is formulated and interfering moments are reduced. The soft experiment is already part of the experiment and should also be documented well. It sets the borders to the frame of the experiment. Only the knowledge of both, the soft and the hard experiments, allows another person to reproduce an experiment (see also Fig. 1 and Fig. 2).

## Literatur

- DESCARTES, R. 1990: Discours de la méthode, Französisch-Deutsch. Hamburg 1990.  
PAULI, W. 1984: Physik und Erkenntnistheorie. Braunschweig 1984.  
PIETSCHMANN, H. 1996: Phänomenologie der Naturwissenschaft. Berlin, Heidelberg 1996.  
POPPER, K. 1973: Objektive Erkenntnis, ein revolutionärer Entwurf. Hamburg 1973.

## Weiterführende Literatur

- GLOY, K. 1995: Das Verständnis der Natur I. Die Geschichte des wissenschaftlichen Denkens. München 1995.  
VOLLMER, G. 1988: Was können wir wissen? Band 2, Die Erkenntnis der Natur. Stuttgart 1988.

Abbildungsnachweis  
Alle Bilder: Verfasser

## Anschrift des Verfassers

Matthias Kucera  
VIAS  
Franz-Kleingasse 1  
1190 Wien  
AUSTRIA

e-mail: matthias.kucera@univie.ac.at



# Als es weder Kilos noch das Einmaleins gab: Gedanken über ein urzeitliches Maßsystem als Ordnungsprinzip

Elisabeth Pühringer

Wie definiert man ein Gewicht, ohne auf Kilos, Pfund & Co angewiesen zu sein?

Wie zählt man etwas ab und rechnet etwas aus, wenn man weder Zahlen kennt noch das kleine Einmaleins?

Und wenn man dann tatsächlich ein passendes Maßsystem gefunden hat, wie bringt man seine Mitmenschen dazu, es ebenfalls zu benutzen?

Denn schließlich braucht man einen verbindlichen Vergleichswert, wenn man etwas produzieren oder tauschen will.

Ordnung ist das halbe Leben, sagt ein altes Sprichwort. Aber um welche Ordnung es sich konkret handelt, das sagt es nicht. Denn „meine Ordnung“ und „deine Ordnung“ ist nicht dasselbe.

Im eigenen Chaos etwas zu finden, ist in der Regel leichter als in der schönsten fremden Ordnung, deren Ordnungsprinzip unbekannt ist. Wie muss etwas geordnet sein, damit es „richtig“ ist?

## Das klassische Beispiel

Das klassische Beispiel ist das Periodensystem der Elemente. Es gibt eine Unmenge verschiedenartiger Stoffe auf der Welt, die man nach den unterschiedlichsten Kriterien ordnen kann: Etwa alle roten in eine Kiste und alle grünen in eine andere. Oder man einigt sich auf die Definition von „natürlich“ und „künstlich“. Ordnungsprinzipien hängen ganz entscheidend vom

Wissensstand desjenigen ab, der sie erstellt. Ein entscheidender Punkt in der naturwissenschaftlichen Forschung war daher die Erkenntnis, dass sich alle Stoffe dieser Welt auf Grundelemente zurückführen lassen, aus denen alles aufgebaut ist.

Die Konsequenz aus dieser Erkenntnis war, diese Elemente so zu ordnen, dass sich eine Regelhaftigkeit ergibt, also ein Ordnungsprinzip. Wie diese Bemühungen ausgingen, ist heute Forschungsgeschichte. Zum Zeitpunkt des Aufbaus des Systems sah die Sache freilich ganz anders aus: Damals war dieser Ordnungsversuch nicht mehr als eine Theorie, ein Denkansatz, den es vorerst einmal zu beweisen galt. Klafften doch noch sehr viele Lücken in der vorgeschlagenen Tabelle des Periodensystems. Erst als durch weitere gezielte Forschungen die entsprechenden Elemente für die leeren Plätze des vorgegebenen Rasters entdeckt wurden und diese tatsächlich genau in das Schema hineinpassten, wurde das Periodensystem der Elemente zu dem, was es heute ist: ein Ordnungsprinzip.

Nach Regelhaftigkeiten zu suchen, ist immer dann angebracht, wenn man Einteilungen treffen muss, weil eine Menge zu groß ist. Das heißt zu erst einmal sortieren: Was ist vorhanden, wie sehen die Unterscheidungsmerkmale aus, usw. Etwa: Die einen Stücke sind größer als die anderen. Oder aber, sie haben eine andere Form oder Farbe.

Ein Unterscheidungsmerkmal kann sich für eine bestimmte, genau definierte Menge als effizientes Sortierkriterium erweisen. Sobald jedoch ein neues Stück dazukommt, das nicht in das Schema hineinpasst, fängt die Suche nach einem Ordnungsprinzip von neuem an. Es stellt sich die Frage: Handelt es sich um ein Naturgesetz, das es möglicherweise noch zu entdecken gilt – siehe das Beispiel von der Entdeckung des Periodensystems der Elemente – oder geht es um ein willkürliches fremdes Ordnungsprinzip, das ein anderer geschaffen hat und das unbekannt ist.

## Das typische Beispiel

Das typische Beispiel dafür ist eine Ablage, die der Amtsvorgänger angelegt hat, und in der man nichts findet. Ist das alphabetisch gereiht oder chronologisch? Gibt es Gruppen und Untergruppen, innerhalb derer gereiht wird? Steckt ein Geheimcode dahinter oder ist es doch etwas ganz anderes? Mit jedem Zufallstreffer kommt man dem inneren System um einen Schritt näher, selbst wenn man zeitweise glaubt, es handle sich um Willkür oder um ein Zufallsprinzip.

Wie schön, wenn es da jemanden gibt, der das gesuchte Ordnungsprinzip kennt und der bereit ist, sein diesbezügliches Wissen weiterzugeben. Oder aber, man darf vermuten, jemand hat es aufgeschrieben, also eine Art „Anleitung“ hinterlassen. Das gilt vor allem für sehr alte Ordnungsprinzipien, getreu dem Motto: „Weil man das immer schon so gemacht hat.“ Das bedeutet, man muss nur gründlich genug die einschlägige Literatur durchsuchen, um die entsprechenden Hinweise zu finden.

Wie wertvoll mündliche oder schriftliche Überlieferungen sein können, merkt man spätestens dann, wenn sie völlig fehlen, wie das beispielsweise in der Urgeschichtsforschung der Fall ist. Man arbeitet mit Analogien, Hypothesen und Theorien, in die bestenfalls die Meinungen von Vorgängern einfließen. Solche Forschungsergebnisse zeigen Möglichkeiten auf, wie etwas gewesen sein könnte.

## Das aktuelle Beispiel

Nach dem klassischen Beispiel „Periodensystem“ und dem typischen Beispiel „Ablage“ folgt nun das aktuelle Beispiel: die Erforschung der Rohmetalle aus der Urzeit. Rohmetallbarren wurden früher auf Grund ihrer fladenförmigen Form in der Literatur als „Gusskuchen“ bezeichnet. Sie sind das Endprodukt des prähistorischen Verhüttungsvorganges. Sie waren bereits

in der Urzeit begehrte Handelsobjekte und das Ausgangsprodukt für die Weiterverarbeitung durch die Kupferschmiede. Neben kompletten Rohmetallbarren gibt es noch verschiedenartigste Teilstücke aus Rohkupfer bzw. in unterschiedlichen Bronze-Legierungen. Für diese Materialien muss ein passendes System gefunden werden.

Diese materiellen Relikte aus der Urzeit wurden nach bestimmten Kriterien hergestellt, die wir nicht kennen, weil uns von ihren Produzenten keine Aufzeichnungen hinterlassen worden sind. Wir Heutige unterstellen den Menschen von damals, dass sie ähnlich gedacht hätten, wie wir. Denn nur auf Grund dieser Annahme ist der Versuch einer Interpretation von archäologischen Funden aus der Urzeit überhaupt möglich. Der Schluss von der Gegenwart auf die Vergangenheit ist also nicht nur erlaubt, sondern vielfach die einzige Möglichkeit eines Erkenntnisgewinnes.

Die fehlende Kenntnis der theoretischen Voraussetzungen für die urzeitliche Metallproduktion erschwert die nachträgliche Sortierung der jeweiligen Produkte. Nach welchen theoretischen Vorgaben wurden diese Produkte erstellt? Mit welcher Genauigkeit wurden diese Vorgaben in der Praxis eingehalten? Wie groß sind die durch die technischen Schwierigkeiten bedingten Toleranzwerte? Das sind die Kernfragen bei der Rekonstruktion des ursprünglichen Ordnungsprinzips, das die Basis der Metallproduktion darstellte. Dieses Prinzip zu erkennen bzw. zu rekonstruieren, das ist die Voraussetzung für effiziente Sortierkriterien jener Fundstücke, die sich mit anderen Mitteln nicht sinnvoll ordnen lassen. Rohmetallstücke sind Halbfertigprodukte, also vorbereitete Metallportionen, die für eine spätere Verarbeitung bestimmt waren. Hat man für eine Untersuchung nur wenige dieser Stücke zur Verfügung, bietet sich eine klare Unterscheidungsmöglichkeit im allgemeinen Rahmen der Metallfunde an: hier Fertigprodukte – etwa Schmuckstücke, Gefäße oder Werkzeuge und Waffen – dort

Halbfertigprodukte – also Rohmetallstücke, gewonnen aus dem Ausgangsmaterial, den erzhaltigen Gesteinen.

Diese einfache Unterscheidung wird spätestens zu jenem Zeitpunkt unbrauchbar, wenn die Menge dieser registrierten Rohmetallteile so groß wird, dass sie – analog zu den Fertigprodukten – unterteilt werden muss. Ein mögliches Unterscheidungskriterium wäre: hier ganze Stücke, dort Teilstücke. Ganze Stücke lassen sich nach ihrer Form und Größe sortieren, Teilstücke nach der Art ihrer Zerteilung: Etwa halbe Stücke, Viertel oder Achtel, also regelhafte Teilungen, die Rückschlüsse auf das ursprüngliche ganze Stück zulassen. Von dieser Menge der regelhaften Stücke lässt sich jene Menge abtrennen, auf die keines der zuvor definierten Merkmale zutrifft.

Ein weiteres Sortierkriterium wäre die chemische Zusammensetzung. Eisen- und Kupferteile lassen sich einfach trennen. Aber bereits bei der Unterscheidung, ob es sich um reines Kupfer oder um eine Kupferlegierung handelt, ist man auf mehr oder minder aufwändige Analysen angewiesen. Diese Sortiermethode erreicht noch schneller ihre Grenzen als der Einteilungsversuch nach Form und Größe. Bleibt die Sortiermöglichkeit nach dem Gewicht, unabhängig von Qualität, Form und Größe der Stücke. Das ist die auf den ersten Blick simpelste Form einer Sortierung, die an die Methoden eines Altwarenhändlers erinnert. Fünf Kilogramm Rohmetall sind fünf Kilogramm, egal, worum es sich dabei konkret handelt. Doch oft sind es gerade die einfachsten Methoden, die den größten Erfolg bringen. Ein Gewichtssystem hat nämlich einen ganz entscheidenden Vorteil: Es passt immer und es ist nach oben offen. Alles kann man abwägen, egal, wie es aussieht, vorausgesetzt, man hat eine Waage. Der Einsatz von Waagen ist bereits für die frühen Metallzeiten nachgewiesen (PERONI 1998, 217-224). Also kann für die urzeitliche Metallproduktion auch eine bewusste Portionierung nach Gewicht angenommen werden. In Ver-

bindung mit einer entsprechenden Zahlen- und Gewichtsdefinition bietet das Sortierkriterium Gewicht durchaus ein brauchbares Ordnungsprinzip.

## Urzeitlogarithmen

Damit taucht ein neues Problem auf: Es ist unser Zahlen- und unser Gewichtssystem, das wir verwenden und nicht das der Urzeitmenschen, von dem wir nicht wissen, wie es ausgesehen haben mag. Doch die Tatsache einer gewissen Regelmäßigkeit in der Relation der Gewichte der einzelnen Fundstücke zueinander lässt auf das ursprüngliche Vorhandensein irgendeines Gewichtsschemas schließen. Wer etwas bewusst zerteilt, tut es nach irgendwelchen Kriterien. Wenn die Urzeitmenschen bei ihrer Rohmetallproduktion nach Gewichtsvorgaben vorgegangen sein sollten, dann ist diese Gewichtsdefinition nicht zwangsweise mit der heute üblichen ident.

Eine Möglichkeit wäre, die Relation zwischen den nach unseren modernen Vorgaben erhobenen Gewichten zu definieren und zu versuchen, daraus Rückschlüsse auf das ursprüngliche System zu ziehen (PÜHRINGER 2000/01: unpubl. Diss., Anhang). Die Datenerfassung eines ausgewählten Samples von Rohmetallbarren und Teilstücken zeigte eine interessante Relation der einzelnen Gewichte zueinander, auf die schon mehrfach hingewiesen wurde (SOMMERFELD 1994, PERONI 1998, 217-224, PRIMAS, PERNICKA 1998, 25-65). Im unteren Gewichtsbereich zeigt sich ein linearer Anstieg, dann kommt es zu Gewichtssprüngen, die einen annähernd logarithmischen Verlauf aufweisen.

Doch Begriffe, wie „linear“ oder „logarithmisch“ sollte man im Zusammenhang mit urzeitlichen Maßsystemen besser ausklammern, denn sie gehören in die moderne Welt der Mathematik. Wenn man hingegen den festgestellten linearen Anstieg der Einzelgewichte als „Bereich der regelhaften

kleinen Gewichtssprünge“ definiert und daran anschließend den „Bereich der regelhaften großen Gewichtssprünge“, dann kommt man der Sache näher: So zeigt schon die sprachliche Formulierung, dass es sich um zwei Versionen ein und derselben Sache handelt. Doch nach welchem System sind diese Reihen aufgebaut? Welche Logik steckt dahinter?

Da ist die Behauptung, bei einer linear ansteigenden Gewichtsreihe – analog unserer vertrauten Zahlenreihe – handle es sich um „regelhafte kleine Gewichtssprünge“. Das Erklärungsmodell dafür heißt: ein Ganzes plus ein Halbes.

Man nimmt ein kleines Stück von beliebiger Form und Größe und tariert es mit Hilfe einer Balkenwaage mit einem zweiten Stück des gleichen Materials aus. Damit stehen zwei gleich schwere Messstücke zur Verfügung. Von diesen beiden Stücken wird eines halbiert, möglichst genau, dafür hat man die Waage. Mit dem ganzen und dem halben Stück kann man die Reihe aufbauen:

1. ein halbes Stück,
2. ein ganzes Stück (Basisstück),
3. ein ganzes Stück und ein halbes,
4. zwei ganze Stücke,
5. zwei ganze Stücke und ein halbes,
6. drei ganze Stücke ... usw.

Wenn man für das ganze Stück den Wert 2 einsetzt, ergibt das den Wert 1 für das halbe Stück und das Ergebnis ist unsere vertraute Zahlenreihe 1, 2, 3, 4, 5, 6 ... usw. Wohlgedenkt: Diese Zahlenreihe ist das Ergebnis dieser Überlegungen, aber nicht die Voraussetzung. Die Sache würde genauso funktionieren, wenn das Basisstück der Gewichtsreihe nicht 2 Gramm wiegt, sondern 1,8 Gramm oder 2,3 Gramm. Ebenso entbehrlich ist eine Maßeinheit.

Statt „Gramm“ könnte genauso gut „Karat“ stehen oder was immer einem gefällt. Die Reihe entspricht somit der Definition: regelhafte kleine Gewichtssprünge. „Klein“ deshalb, weil es im Gegensatz dazu auch große Gewichtssprünge gibt, die auf entsprechend größere Messstücke zurückzuführen sind.

Der nächste Schritt dieses Gedankenexperiments wäre, das Modell ein Ganzes plus ein Halbes mit anderen Zahlenwerten durchzuspielen, und die sich ergebenden theoretischen Gewichtssprünge mit den tatsächlichen Werten zu vergleichen. Bei den untersuchten Fundensembles gibt es in den niedrigen Gewichtsbereichen zwei klare Häufungswerte: Sie liegen ungefähr in den Bereichen von 8 Gramm, bzw. 16 Gramm. Hier allzu genau zu arbeiten, bringt nichts, denn man hat es mit jahrtausendalten Fundstücken zu tun, bei denen der schwer abzuschätzende Faktor Korrosion nicht außer Acht gelassen werden darf. Nimmt man den Wert 16 für das ganze Basisstück, ergibt sich der Wert 8 für das halbe Stück.

#### Versuch und Irrtum

Das Spiel mit den Zahlen erinnert irgendwie an die Dechiffrierung eines unbekanntes Codes. Das Ergebnis ist verblüffend: Das versuchsweise aufgebaute Ordnungssystem stimmt tatsächlich mit den Mittelwerten der in der einschlägigen Literatur publizierten Gewichte von urzeitlichen Rohmetallstücken überein. Das Überraschende – und zugleich Verdächtige – ist, dass es schon beim ersten Versuch klappte. War das ein Zufallstreffer? Ist dieses Ordnungsprinzip so allgemein gehalten, dass es auf so gut wie alles passen kann?

Der Trick beim Aufbau der Gewichtstabelle bestand darin, dass jeweils nach 8 Stufen die Messstücke gewechselt wurden. Daran ergab sich ein nach oben offenes System mit fünf Gewichtsklassen. Dieser Umstieg auf neue Messstücke hatte einen triftigen Grund: Im Anfangsbereich stimmten die theoretischen Werte mit dem praktisch vorhandenen überein, doch nach etwa 8 Stufen wurde das System unscharf. Diese dezente Umschreibung bedeutet nichts anderes, als dass die Vorgabewerte nicht mehr mit den in den Fundberichten zitierten

Gewichtsangaben übereinstimmten. Dafür musste es einen Grund geben. Das bedeutete, dass nach dem System Versuch und Irrtum mit neuen Messstücken weiter experimentiert werden musste.

Es darf von der Annahme ausgegangen werden, dass in der Urzeit bei der Zerteilung von massiven Kupferstücken mit einfachen Werkzeugen technische Probleme aufgetreten sind, die Ungenauigkeiten bei der Herstellung der Messstücke zur Folge hatten. Solche Fehler summieren sich und können in den höheren Gewichtsbereichen das ganze System wertlos machen. Bevor man also einen einmal erkannten Fehler weiter mitschleppt, ist es besser, rechtzeitig auf größere Messstücke umzusteigen und neu zu zählen zu beginnen. Das Ergebnis dieser Überlegungen ist die vorgestellte Tabelle mit den Richtwertvorgaben für die Einteilung ausgewählter Rohmetallbarren nach Gewichtsklassen (Abb.1).

Um es noch einmal klar und deutlich zu sagen: Es handelt sich bei diesem Schema um ein Denkmodell, bei dem der Schlüsselwert 8 willkürlich ausgewählt worden ist. Trotzdem hat das Ergebnis dieser Zahlenspielerlei etwas Bestechendes: Es scheint zu passen. Doch die eigentliche Nagelprobe steht noch aus: Was bei einem kleinen Datensatz passt, muss bei einem wesentlich größeren noch lange nicht stimmen. Ein erster Versuch, das neue Ordnungsprinzip kritisch zu hinterfragen, bestand darin, neue Daten zu erheben, das heißt, neu gefundene Rohmetallstücke und bisher nicht abgewogene Barren aus Museumsbeständen abzuwiegen und zu überprüfen, ob diese Werte in das angebotene Gewichtschema hineinpassen. Das war bislang der Fall.

## Felsbilder

Die Überlegung, dass es bereits in der Urzeit ein universelles Maß- und Gewichtssystem gegeben haben könnte, wirft auto-

matisch eine weitere Frage auf: Wie wird so ein System bekannt gemacht und verbreitet – modern ausgedrückt: publiziert? Denn dass es gewissermaßen in Gesetzesrang erhoben werden musste, um allgemein verwendet zu werden, das steht außer Zweifel. Die untersuchten Rohmetallbarren stammten nämlich aus verschiedenen europäischen Regionen. Wie könnte eine schriftlose Kultur vorgegangen sein? Welche Voraussetzungen sind nötig, damit sich allfällige Informationen von der Bronzezeit bis in unsere Tage erhalten?

Das erste, das einem dazu spontan einfällt, wären Felsbilder. Vor allem die sehr häufigen Darstellungen von Rädern bieten sich als Parallele zur Zerteilung von runden Rohmetallbarren an. Solche Felsbilder sind bisher kaum von Facharchäologen untersucht und ausgewertet worden. Das ist vor allem eine Domäne der Volkskunde bzw. von Hobbyforschern (siehe: [www.anisa.at](http://www.anisa.at)). Vielleicht hält auch die ideologische Nähe zu dem in der Zeit des Nationalsozialismus missbrauchten Germanenkult die „offizielle“ Wissenschaft davon ab, sich mit diesen Zeichen an der Wand ernsthaft auseinander zu setzen. Mit Hakenkreuzen verunstaltete Felsbilder in den österreichischen Bergen sprechen leider eine sehr deutliche Sprache. Felsbilder finden sich vor allem in Schluchten und engen Flusstälern. Steile Wände bieten günstige Voraussetzungen dafür, dass sich Gravuren über einen längeren Zeitraum auch in einem „weichen“ Gestein, wie Kalkstein, erhalten können, weil sie keine Angriffsflächen für Regen oder Schnee bieten. Einen weiteren Schutz vor Witterungsunbilden stellt die Vegetation dar. Es liegt also durchaus im Bereich der Möglichkeit, dass ein Teil der bekannten Felsbilder in den Alpen in die Bronzezeit datiert werden könnte.

Die geografische Lage der Felsbilder lässt noch einen weiteren Schluss zu: Wenn es sich bei diesen Bildern tatsächlich um eine Art von „Anschlagtafeln der Urzeit“ gehandelt haben sollte, dann befanden sie sich

LINEARBEREICH:  $x + (x/2)$ , Basis: 2 g, hinzugefügte Stücke: je 1 g

ÜBERGANGSBEREICH:  $x + (x/2)$ , Basis:16 g, hinzugefügte Stücke: je 8 g

x+1 Stück	24 g
x+2	32
x+3	40
x+4	48
x+5	56
x+6	64
x+7	72
x+8	80

KLASSENSYSTEM:

KLASSE 1: Basis: $x=16$  g, hinzugefügte Stücke: je 16 g

x+1 St.	32 g
x+2	48
x+3	64
x+4	80 (x+8 aus dem Übergangsbereich)
x+5	96
x+6	112
x+7	128
x+8	144 .....neue Basis

KLASSE 2:  $x=144$  g, hinzugefügte Stücke: je 80 g

x+1 St.	224 g
x+2	304
x+3	384
x+4	464
x+5	544
x+6	624
x+7	704
x+8	784 .....neue Basis

KLASSE 3:  $x=784$  g, hinzugefügte Stücke: je 144 g (Basis Kl.2.)

x+1 St.	928 g
x+2	1072
x+3	1216
x+4	1360
x+5	1504
x+6	1648
x+7	1792
x+8	1936 ..... neue Basis

KLASSE 4:  $x=1936$  g + 784 g (Basis Kl.3)

x+1 St.	2720 g
x+2	3540
x+3	4288
x+4	5072
x+5	5856
x+6	6640
x+7	7424
x+8	8208.....neue Basis

KLASSE 5:  $x=8208$  g + 1936 g

x+1 St.	10144 g
x+2	12080
x+3	14060
x+4 1	5952

(Fortsetzung möglich)

Abb. 1: Richtwertvorgaben für die Einteilung ausgewählter Rohmetallbarren nach Gewichtsklassen.

an strategisch günstigen Orten, nämlich an natürlichen Übergängen in den Bergen, in Tälern, durch die Handelswege führten. Auch heute werden Informationstafeln am wirkungsvollsten dort angebracht, wo viele Menschen vorbeikommen und sie sehen. Ein prähistorischer Salzweg führte aus dem Salzkammergut in das obere Ennstal. In diesem Bereich liegen die Felsbildfundstellen „Notgasse“ bei Gröbming. Die räumliche Nähe zu den gut dokumentierten bronzezeitlichen Kupferschmelzplätzen in den Eisenerzer Alpen (KLEMM 2003) fällt auf. Weitere sehr eindrucksvolle steinerne Bildergalerien liegen „In der Höll“ im Raum Pyhrn und in der Kienbachklamm, nahe dem Wolfgangsee.

Lassen sich die „Sonnenräder“ also als Teilungsanleitung für Rohmetallbarren interpretieren? Darf man die „Urzeitgraffiti“ als ganz profane Richtlinie für den Metallhandel ansehen? Vielleicht lassen sich noch weitere häufige Motive aus den Felsbildfundstellen in diese Richtung auslegen, etwa Leitern. Ist es sehr weit hergeholt, darin eine mögliche Darstellung von Gewichtsreihen zu vermuten?

Ein anderes „brauchbares“ Motiv für eine Interpretation im gegenständlichen Zusammenhang wären die so genannten „Radkreuzträger“, die nicht nur in den österreichischen Kalkalpen als Felszeichnung häufig vorkommen, sondern auch an italienischen Fundplätzen (TRACCE Online Rock Art Bulletin – [www.rupestre.net/tracce](http://www.rupestre.net/tracce)). Das Motiv des Radkreuzträgers taucht einerseits sehr oft als Felsbild auf, andererseits wurde es auch auf einem römerzeitlichen Altar dargestellt, der in einem Bauernhof bei Ansfelden entdeckt wurde und nunmehr im oberösterreichischen Landesmuseum zu bewundern ist.

Im Gegensatz zu den bisher kaum datierbaren Felsbildern ist dieser Weihstein aus Ansfelden zeitlich zuordbar. Dieser Radkreuzträger prangt auf einem – laut Inschrift – Jupiter geweihten Stein und gilt

als der keltische Donnergott Taranis. Dieser Stein ist eine Besonderheit, denn er vereint Hinweise auf zwei verschiedene Kulturen – Römer und Kelten. Dieser Umstand erlaubt nicht nur die Datierung sondern auch die Hoffnung, dass es möglicherweise bisher nicht beachtete Hinweise in der römischen Literatur auf den Ursprung des Bildmotives des Radkreuzträgers gibt.

Wenn man von der Annahme ausgeht, dass ein derart einfaches Maßsystem wie das zuvor skizzierte Modell eines Gewichtsschemas sich problemlos durch Wanderarbeiter in der ganzen damals bekannten Welt verbreiten ließ, kommt dem Bild des Radkreuzträgers bei einer allfälligen Neuinterpretation eine interessante Facette zu: War das in prähistorischer Zeit die Abbildung eines wandernden Handwerksburschen mit seiner „Maßtabelle“? War das postulierte Maßsystem so erfolgreich, dass es später sogar göttliche Dimensionen bekam?

#### Weitere Indizien

Es ist nicht von der Hand zu weisen, dass die wirtschaftliche Macht der frühen Metallherzeuger mit einer göttlichen Macht gleichgesetzt werden könnte. Auch bei diesem Gedankengang liefert unübersehbar die Gegenwart das Denkmuster für eine Interpretation der Vergangenheit. „Geld regiert die Welt.“

Das Radkreuz der Figur weist eine Viertelteilung auf. Zahlreiche runde Rohmetallbarren („Gusskuchen“) haben ebenfalls diese Viertelteilung vorgezeichnet (PÜHRINGER 2000/01, 198) Eine Halbierung stellt den ersten Teilungsschritt dar, eine Viertelteilung den zweiten und eine Achtteilung den dritten. Neben den ganzen Barren mit vorgezeichneten Vierteln gibt es unter den Rohmetallfunden zahlreiche Viertel- und Achtelstücke, sowie auch runde Barren mit „tortenförmigen“ Ausschnitten, die ungefähr einem Achtel entsprechen (Abb. 2, ca. 7 x 7 cm).

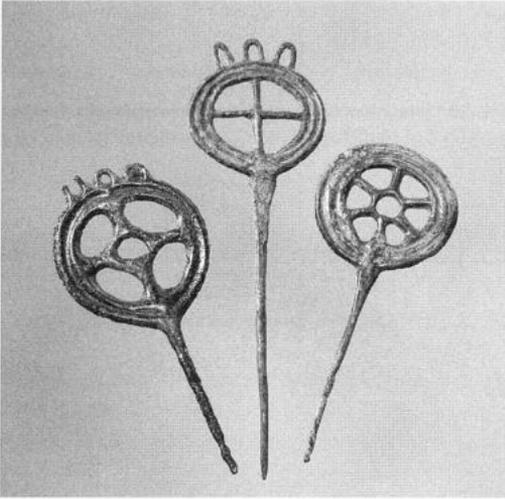


Abb. 2: Radkreuzdarstellungen.

Ein weiteres Indiz in diese Richtung wären Metallbilder, also bildhafte Darstellungen auf Metallgegenständen. Auch hier fällt eine Achterteilung von radartigen Gebilden auf, auch wenn den jeweiligen Darstellungen üblicherweise eine völlig andere Bedeutung zugeordnet wird. Ein Beispiel für solche Metallbilder wäre ein Detail aus der Verzierung einer Schwertscheide aus Hallstatt (URBAN 1989, 162). Dieses Rad wird als Winde interpretiert, die von zwei Bergarbeitern gedreht wird. Ein Mann mit Speichenrad – interpretiert als Machtsymbol – findet sich auch unter den Bilddarstellungen auf dem Gundestrup-Kessel. Speichenrad-Nachbildungen wurden als Amulette getragen. Noch ein Beispiel für Raddarstellungen an Gebrauchsgegenständen: Der „Feuerbock“ von Großmugl, gern als „Mondidol“ interpretiert (URBAN 1989, 176). Weisen die beiden vierspeichigen Räder dieses Keramikgegenstandes vielleicht auch auf die Metallverarbeitung und auf ein Teilungsmodell samt Gewichtsskala hin? Darstellungen von vierspeichigen Rädern finden sich u. a. auch auf hallstattzeitlichen Gefäßen (URBAN 1989, 178).

Ein bisher wenig beachtetes mögliches Indiz für allfällige Maßangaben sind die so genannten „Kerbhölzer“, die auf der Kelchalpe bei Kitzbühel in Tirol zusammen mit Rohmetallbarren gefunden worden sind. Sie wurden bereits bei ihrer Erstpublikation (PREUSCHEN, PITTIONI, 1939, 86-93, Taf. 36, 37) als Informationsträger interpretiert. In diesem Fall ist vor allem der Fundzusammenhang der entscheidende Hinweis dafür, dass es ein urzeitliches Maßsystem für Rohmetalle gegeben haben könnte.

Die prähistorische Felsbildkunst als verkannte Quellengattung – diese Überlegung stellt auch Ch. Züchner von der Universität Erlangen (Felsbildkunst und Prähistorische Archäologie, 2000, [www. uf.uni-erlangen. de/felskunst/felsarch.html](http://www.uf.uni-erlangen.de/felskunst/felsarch.html)) an. Er vergleicht die Darstellungen auf Felsbildern in Valcamonica und Trentino mit Hortfunden aus Deutschland und Österreich. Durch diese bildhaften Vergleiche von Dolchen, Krumschwertern und Schilden wird eine zeitliche Synchronisierung der Darstellungen auf den Felsbildern mit Funden aus der Kupfer- und Bronzezeit hergestellt. Besonders interessant ist die Deutung von ornamentartigen Linien als Ortsbeschreibungen und geografische Angaben.

#### Schlussbemerkungen

Überlegungen, wenig beachtete bildhafte Darstellungen – unabhängig der ihnen bisher zugeordneten Bildinhalte – für Analogien heranzuziehen, um damit neue Denksätze zu untermauern, gehören zweifellos in den Grenzbereich der Interpretation. Gerade im Zusammenhang mit den Felsbildern in den österreichischen Alpen wird das deutlich. Der Spielraum zwischen mystischen Feuerrädern, Sonnensymbolen und Himmelsleitern bis hin zu der Banalität des Alltages ist gewaltig. Trotzdem lohnt sich der Versuch.

## Literatur

- PERONI, R. 1998: Bronzezeitliche Gewichtssysteme im Metallhandel zwischen Mittelmeer und Ostsee. In: Hänsel, B. (Hrsg.), Mensch und Umwelt in der Bronzezeit Europas – Man and Environment in European Bronze Age. Abschlussstagung der Kampagne des Europarates das erste goldene Zeitalter, an der Freien Universität Berlin, 17.-19. März 1997. Kiel 1998, 217-224.
- PRIMAS, M., PERNICKA, E. 1998: Der Depotfund von Oberwilfingen. Neue Ergebnisse zur Zirkulation von Metallbarren. *Germania* 76, 1, 1998, 25-65.
- SOMMERFELD, Ch. 1994: Gerätegeld Sichel, Studien zur monetären Struktur bronzezeitlicher Horte im nördlichen Mitteleuropa. *Vorgeschichtliche Forschungen* 19. Berlin 1994.
- PÜHRINGER, E. 2000: Archäologie und Film – Der Weg in die Urzeit (unpubl. Dissertation Universität Wien 2000/01).
- PÜHRINGER, E. 2002: Das Gewicht der Metalle. *Archäologisches Nachrichtenblatt*, Band 7, 3, 2002, 253-259.
- PREUSCHEN E., PITTIONI, R. 1939: Untersuchungen im Bergbaugebiet Kelchalpe bei Kitzbühel, Tirol. *Mitteilungen der Prähistorischen Kommission* 3, 1939, Kulturgeschichtliche Auswertung der Funde, 70 ff. Tafeln 36 u. 37.
- KLEMM, S. 2003: Montanarchäologie in den Eisenerzer Alpen. Archäologische und naturwissenschaftliche Untersuchungen zum prähistorischen Kupferbergbau in der Eisenerzer Ramsau. *Mitteilungen der Prähistorischen Kommission* 50. Wien 2003.
- URBAN, O. H. 1989: *Wegweiser in die Urgeschichte Österreichs*. Wien 1989.

## Internetadressen

[www.rupestre.net/tracce\\_php/modules.php?name=News&file=print&sid=20](http://www.rupestre.net/tracce_php/modules.php?name=News&file=print&sid=20)  
[www.uf.uni-erlangen.de/felskunst/felsarch.html](http://www.uf.uni-erlangen.de/felskunst/felsarch.html)  
[www.felsbildermuseum.at/images/kienbach003.jpg](http://www.felsbildermuseum.at/images/kienbach003.jpg)  
[www.oeaw.ac.at/praehist/anfang/taranis](http://www.oeaw.ac.at/praehist/anfang/taranis)  
[www.anisa.at](http://www.anisa.at)

## Abbildungsnachweis

Abb. 1: Verfasserin.

Abb. 2: Landesmuseum für Natur und Mensch, Oldenburg

## Anschrift der Verfasserin

Mag. Dr. Elisabeth Pühringer  
Ahorngasse 1  
2402 Haslau  
AUSTRIA



# River gravels and handaxes: new experiments in site formation, stone tool transportation and transformation

Jenni Chambers

## Introduction

This paper reports on a program of experimental archaeology undertaken to examine the damage sustained by Palaeolithic bifaces during fluvial entrainment and transportation. A greater understanding of the processes of biface damage development during fluvial transportation will facilitate the assessment of the spatial intensity of hominid behaviours associated with biface assemblages recovered from high-energy fluvial deposits, such as the Pleistocene river terraces of northern Europe. Deterioration in artefact physical condition has long been used as a proxy for transportation duration. A critique of the extant methodologies is presented here and a new artefact recording methodology outlined. This new methodology allows detailed assessment of the character and distribution of damage sustained during fluvial transportation and facilitates the correlation of experimental and archaeological artefact abrasion data.

Experimental abrasion data was obtained from both laboratory (re-circulating flume) and field (Afon Ystwyth, mid-Wales, UK – see HOSFIELD, CHAMBERS this volume. HOSFIELD et al. 2000. HOSFIELD, CHAMBERS 2002a) transportation experiments. However, emphasis within this paper is placed upon the results and applications of the flume experimental artefact transportation data, and highlights the relationships between artefact raw material, morphology, fluvial

transportation type and damage development. Results from the ongoing field program of biface experiments will be reported in a future publication.

The potential of the experimental data set for modelling the spatial derivation present within secondary context biface assemblages is outlined and illustrated with a preliminary spatial derivation model for a sample of the biface assemblage recovered from the fluvial gravels of the Broom Gravel Pits (Axe River Valley, Devon, southwest England).

The significance of experimental archaeology for furthering understanding of the taphonomic processes affecting Palaeolithic archaeology, particularly palimpsest assemblages, is discussed and the potential of future experimental programs is outlined.

## Secondary Context Biface Assemblages: the interpretive challenges

The Lower Palaeolithic record of northern Europe is dominated by assemblages of stone tools recovered from high-energy fluvial gravel deposits. This pattern is particularly evident in the British Palaeolithic record, where the Pleistocene landscape was heavily bisected by large braided river systems and evidence for primary context sites is extremely scarce. The 'secondary context' Palaeolithic assemblages recovered British fluvial deposits are typically comprised almost entirely of biface tool forms, reflecting the typological biases of the antiquarian collectors active during late 19th and early 20th centuries (HOSFIELD 1999). These assemblages can consist as many as several thousand artefacts and represent a substantial archaeological resource. However, due to the problems associated with dating fluvial sequences and the temporally and spatially derived nature of these assemblages, 'secondary context' assemblages have remained under-studied (HOSFIELD, CHAMBERS this volume).

The development of a robust geochronological framework for the British Pleistocene fluvial terrace sequences has been greatly advanced by the research of geologists such as BRIDGLAND (e. g. 1994; 1996; 2001) and MADDY et al. 2001 (MADDY, BRIDGLAND 2000). They have related terrace deposition and downcutting events to specific stages within the glacial-interglacial-glacial climatic cycles of the Middle Pleistocene. These models, combined with refinements in absolute dating techniques such as optically stimulated luminescence (e. g. MURRAY, ROBERTS 1997. MURRAY, WINTLE 2000. TOMS 2002), provide a more widely applicable fluvial geochronological framework than has been previously possible. While issues of vertical artefact reworking from terrace unit to terrace unit require further assessment (HOSFIELD, CHAMBERS in prep.), it is now frequently possible to relate individual fluvial terrace units, and the Palaeolithic archaeology they contain, to specific stages of the global Marine Isotope record.

As improved chronologies are developed for these Pleistocene fluvial sequences it was considered imperative that the ways in which the spatial derivation of the palaeoliths they contain was assessed was re-evaluated.

#### Extant Methodologies for Assessing Spatial Derivation Through Artefact Physical Condition

Artefact physical condition has long been used as an indicator of the degree of fluvial transportation that individual bifaces have been subjected to. Attention has most commonly focused on the abrasion damage sustained by biface arêtes (flake scar ridges) during fluvial transportation. The arêtes of freshly knapped bifaces are thin and discrete, rising prominently from the body of the biface. As artefacts become incorporated within active fluvial systems arêtes

are ground down through contact with the clast bedload and/or mobile particles. Assessment of this abrasion is the most commonly of utilised proxy for artefact spatial derivation through fluvial transportation: The greater arête abrasion demonstrated by a secondary context biface then the greater distance it is considered to have been transported from its original discard location within the Palaeolithic landscape.

Arête abrasion descriptions are most commonly based on simple visual assessment of the arête widths undertaken with the naked eye. Such descriptions varied from researcher to researcher; an attempt at standardising the terminology was offered by WYMER (1968, plate xi) who suggested five abrasion categories of mint, sharp, slightly rolled, rolled and very rolled, with artefacts in the rolled and very rolled classifications displaying arêtes widths of 1/32nd and 1/8th of an inch respectively. This standardisation theoretically allowed different workers to apply the same terminology to different artefacts and assemblages of artefacts. However, it should be emphasised that the standardisation of a subjective classificatory system does not in itself reduce the potential inter-observer variability. A quantitative method for measuring arête abrasion was pioneered in the 1970's (SHACKLEY 1974; 1975). The abraded biface was placed between two light sources and examined with an x75 microscope, calibrated to 1/1000th of a millimetre (1 mm = 1000 µm). This enabled the widths of individual arêtes to be quantitatively measured. For recording purposes SHACKLEY (1975) divided each biface into imaginary thirds of tip, mid and butt sections, recording 25 individual arête widths, roughly equally from each third. These 25 arête widths were then combined to produce an average observed arête width representative of the entire artefact. This methodology was applied to both experimental (tumbling mill abraded) and archaeological examples, and led to the generation of six indices

Visual Descriptive category	SHACKLEY's Index Value	Arête width ( $\mu\text{M}$ )
Mint	0	0-10
Very Fresh	1	10-20
Fresh	2	20-50
Slight Abrasion	3	50-100
Abraded	4	100-200
Heavily Abraded	5	200-300
Very Heavily Abraded	6	300+

Table 1: Correlation of abrasion indices and visual descriptive terms (SHACKLEY 1975, Table 7).

classifying archaeological abrasion. To facilitate the quantification of results with those of previous researchers SHACKLEY (1975, Table 7. Table 1) proposed a scheme for correlating these indices with the widely employed verbal classificatory terminology (Table 1).

SHACKLEY's (1974; 1975) methodology offered a non-subjective technique for assessing the abrasion damage sustained by secondary context bifaces. However, this methodology remains largely unused, perhaps reflecting the labour intensity of the technique and the perceived indecipherability of secondary context assemblages. An adaptation of this methodology was presented by HOSFIELD (1999) who advocated the elimination of additional light sources and a reduction in the number of arête widths recorded from each biface to 15. Thus it is possible to reducing the equipment and time taken to record each biface. However, this methodology has also not been widely adopted, and descriptions of artefact abrasion are still commonly based on unaided visual examination (e. g. WENBAN-SMITH et al. 2000. MARSHALL 2001).

An assessment of the validity of unaided visual assessment of biface arêtes was recently undertaken at the University of Southampton (CHAMBERS 2004). Twenty one volunteer archaeologists, with a variety of lithic analysis experience, were asked to visually assess the abrasion damage preserved on 8 bifaces from the Lower Palaeolithic findspot of King's Park, Bourne-

mouth, southern England. This findspot occurs within the fluvial gravel deposits of the Pleistocene Solent River System (WESSEX ARCHAEOLOGY 1993). The bifaces were randomly selected from the King's Park assemblage, and their arête abrasion microscopically recorded prior to examination by the volunteers. Each of them was asked to assign each biface to one of the abrasion categories shown in Table 1. Eighty six percent of the categorical visual assessments of biface abrasion made during this experiment ( $n=146/186$ ) were incorrect when compared to microscopic measurements of arête abrasion (Table 2). The abrasion displayed by each artefact was under estimated by some volunteers and over estimated by others, irrespective of their degree of experience of lithic analysis. The abrasion indicates that the accuracy of unaided visual assessment of biface arête abrasion would not be improved by simply rescaling the arête widths associated with each category. The results from this experiment point out that unaided visual assessment of arête abrasion is highly variable, and commonly inaccurate. This suggests that techniques designed to quantitatively measure arête widths, such as those of SHACKLEY (1975) and HOSFIELD (1999), offer more consistent and more accurate data returns than unaided visual assessment alone. Therefore, despite their time consuming nature, these techniques should be more widely utilised in the description of the physical condition of secondary context bifaces.

Biface ID	Visual Category (as determined by microscopic Techniques)	No of correct Identifikations	by „Experts“	by „Novices“
CKP 30	'Heavily abraded' (6)	8/21	5/8	3/8
CKP 31	'Slightly abraded' (4)	0/21	0/0	0/0
CKP 33	'Fresh' (3)	1/21	1/1	0/1
CKP 39	'Fresh' (4)	1/21	1/1	0/1
CKP 40	'Fresh' (3)	5/21	4/5	1/5
CKP 43	'Fresh' (3)	0/21	0/0	0/0
CKP 75	'Fresh' (3)	5/21	2/5	3/5
CKP 88	'Slightly abraded' (4)	2/21	1/2	1/2
Total correct identifications		22/168	14/22	8/22
Total incorrect identifications		146/168	82/146	64/146
				6
Percentage of total identifications correct		13.80	63.63	36.36
Percentage of total identifications incorrect		86.20	56.16	43.84

Table 2: Summary of visual assessment of artefact abrasion classification experiment (after 1975, Table 7). Note frequency of incorrect identifications, irrespective of lithic experience.

### Refinements to Abrasion Recording Methodologies

Having demonstrated the need for a wider utilisation of microscopic recording techniques, through the inaccuracy and inconsistencies apparently associated with unaided visual assessment of biface arête abrasion, I would further argue that refinements to these methodologies would allow a more detailed assessment of the transportation history of individual artefacts than is currently achieved.

The microscopic methodologies of both SHACKLEY (1975) and HOSFIELD (1999) record a series of arête widths, which are then combined to generate a single average observed abrasion value that is used to characterise the damage present on the entire biface. However, abrasion damage does not typically appear to develop in a uniform manner across the entirety of an artefact. For example, the examination of 238 bifaces sampled from 5 Solent River assemblages less than 10% (n=20) showed

homogenous arête abrasion damage. This scarcity of homogenous arête abrasion development is of particular significance when arête widths are combined as a single average abrasion value. Following the methodology of HOSFIELD (1999), 15 recorded arête widths generated an average abrasion value of 200 µm, however there is way to determine whether this average figure represents Distribution A - 15 arête widths of 200 µm, Distribution B - 10 arête widths of 100 mm combined with 5 arête widths of 400 µm, or Distribution C - 14 arête widths of 100 µm combined with a single arête width of 1600 µm. These different arête width distributions have fundamental implications for the reconstruction of the fluvial transportation histories (and therefore spatial derivation) they describe, as it is difficult to envisage the same transportation history resulting in the homogenous abrasion of one biface (e. g. Distribution A above), and the heterogeneous abrasion of others (e. g. arête Distributions B and C above).

Face A Arête Nr.	Arête width ( $\mu\text{m}$ )	Face B Arête Nor.	Arête width ( $\mu\text{m}$ )
A1	100	B1	100
A2	30	B2	200
A3	400	B3	200
A4	200	B4	300
A5	600	B5	600
A6	1000	B6	1100
A7	1100	B7	1700
A8	1800	B8	400
A9	500	B9	900
A10	400	B10	1000
A11	300	B11	700
A12	400	B12	800

Table 3: Hypothetical sample of biface arête abrasion data recorded following the zone based methodology described in Fig. 1.

Due to the dominance of heterogeneous arête abrasion development, a zone-based arête recording methodology is proposed (CHAMBERS 2004, Fig. 1), whereby each face of the biface to be recorded is divided into six portions from which 2 representative arête widths are recorded. The sys-

tematic nature of this recording method allows the data to be presented in graphic format (Fig. 2), rather than as a numeric data or summary values (Table 3). This facilitates both assessment of the distribution of abrasion damage across the artefact and the identification of areas of concentrated abrasion damage. These archaeological patterns of abrasion development can then be compared to those shown to develop on replica biface transported known transportation distances under experimental conditions.

It should also be emphasised that fluvial transportation does not only result in damage to the arêtes of bifaces. The presence of edge damage has been noted by sev-

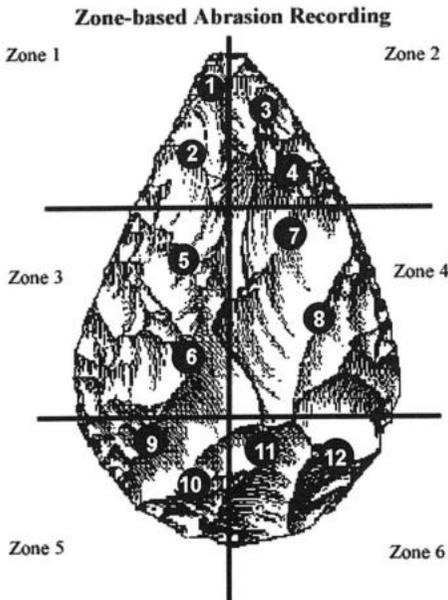


Fig. 1: A zone based arête abrasion recording methodology.

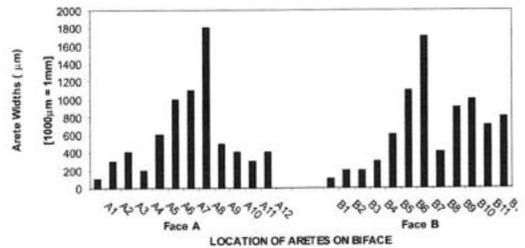


Fig. 2: Graphical presentation of biface arête abrasion data (as shown in Table 3).

eral researchers (e. g. WYMER 1968. HARDING et al. 1987. PETRAGLIA, POTTS 1994), however this phenomena has not currently been related to either arête abrasion development or transportation duration. The further experiments described in this paper attempt to relate the range of damage preserved on secondary context bifaces to experimentally demonstrated fluvial behaviour and transportation distances.

### Experiments Into Biface Behaviour In Fluvial Environments

Complimentary programs of field and laboratory based experiments were undertaken to assess the behaviour and resultant damage displayed by lithic artefacts during fluvial entrainment and transportation. The program of field experiments aimed to document the range of potential responses discarded palaeoliths could have demonstrated in real fluvial contexts (e. g. burial, transport or stasis), and the affects these responses have on artefact physical condition. In contrast, the program of laboratory experiments concentrated on transportation and attempted to related changes in artefact physical condition to the type and duration of movement that replica bifaces demonstrated.

### Field Experiments

Field experiments (the Afon Ystwyth Experimental Archaeology Project) were carried out in two locations on the Afon Ystwyth in mid-Wales, at the Grogwynian Reach, Llanafan (national grid reference SN 709719) and Llanilar (national grid reference SN 628754). The suitability of the Afon Ystwyth study sites as analogues for Pleistocene fluvial conditions and preliminary results from flake transportation experiments are reported by HOSFIELD, CHAMBERS (this volume). A synopsis of the

biface transportation experiments is reported here and more details will be provided in a future publication.

Between 2000 and 2003 a total of 83 freshly knapped flint and greensand chert replica bifaces were emplaced at the Afon Ystwyth study sites. The sites were monitored at regular (c. 2 monthly) intervals leading to the recovery of 20 bifaces. This recovery rate compares unfavourably with previous biface tracer experiments conducted at the Llanilar study site by HARDING et al. (1987) where 45% of emplaced artefacts were recovered. However, the epidemic of Foot and Mouth disease across the UK prohibited access to the study site between January and December 2001. It is postulated that this has had an adverse affect on recovery rates.

The 20 recovered bifaces demonstrated a range of responses to fluvial conditions, including burial, stasis and transportation. Transportation distances ranged from tens of centimetres to hundreds of metres. These different responses mirror the results of transportation experiments conducted in the fields of civil and hydraulic engineering, which have shown the processes of fluvial entrainment and transportation to be highly complex, to the extent that transportation distances of individual particles (e. g. individual clasts, or from an archaeological perspective individual artefacts) to be an essentially random process (e. g. MALMAEUS, HASSAN 2002).

The recovered bifaces show evidence of damage, including arête abrasion, edge damage (in the form of small flake removals referred to as 'micro-flakes') and the presence of incipient cones of percussion (considered to result from clast-artefact and/or artefact-clast impacts). The demonstration that the damage fluvially entrained artefacts sustain is not limited to arête abrasion is significant. The presence of edge damage on secondary context bifaces has long been noted (e. g. WYMER 1968. HARDING et al. 1987) but has not pre-

viously been considered with relation to other forms of damage. The development of edge damage is discussed further below, in the description of the flume bifacial transportation experiments.

In summary, the bifacial component of the Afon Ystwyth Experimental Archaeology Project has further demonstrated the stochastic nature of fluvial transportation as identified for non-artefactual particles by civil and hydraulic engineering research. Artefacts emplaced in adjacent locations were seen to show a range of responses to fluvial conditions, including stasis, burial (with and without subsequent re-exposure) and transportation of different extents. However, as the bifacial experiments were conducted using replica artefacts manufactured from lithic materials (primarily flint), it has not been possible to document artefact fluvial behaviour at any higher resolution than that obtained by consideration of emplacement and recovery locations. This allows a rudimentary assessment of total linear transportation distances, but does not allow these data to be broken down into, for example, individual transportation episodes (step lengths) or for the relationship between damage development and active and non-active (e.g. burial or stasis) transportation events to be determined. It is considered that these issues can be addressed by further experimental research. Flume experiments have been undertaken to assess the relationship between damage development and active fluvial transportation. These experiments are discussed below. It is also considered that further field experiments would allow the multiphase nature of artefact fluvial transportation to be assessed in greater detail than is currently possible. Experiments of a similar kind to those undertaken during the current phase of the Afon Ystwyth Experimental Archaeology Project, but utilising radio transmitter tracer technology incorporated within casts of bifaces (as suggested by HOSFIELD et al. 2000).

## Flume Experiments

In contrast with the field experiments into bifacial responses to fluvial conditions undertaken in the Afon Ystwyth, the flume experiments were undertaken primarily to assess the relationship between transportation duration and the development of artefact damage. Flume conditions were considered preferable to fluvial environments for such experiments, for not only is artefact recovery guaranteed, transportation distances can be readily determined (calculated using multiples of the length of the flume apparatus). Additionally, the glass walled construction of the flume apparatus allows the mode of transportation to be identified for each transportation event. Flume apparatus was also considered preferable to other experimental equipment; such as the tumbling mill apparatus used in previous bifacial abrasion experiments (e. g. SHACKLEY 1975. HOSFIELD 1999), as tumbling experiments do not allow any lateral artefact movement and therefore are not considered an appropriate analogue for fluvial conditions. It has also recently been suggested (LEWIN, BREWER 2002) that tumbling apparatus artificially exaggerates the degree of edge damage sustained during transportation.

Access was kindly granted by Dr. Paul Tosswell to the University of Southampton, Civil Engineering Department's 12 m tilting and re-circulating flume (Fig. 3). As the flume apparatus was subject to teaching requirements it was not possible to fill the flume with gravel for each bifacial transportation experiment. Gravel 'liners' were therefore constructed, consisting of several layers of unsorted flint gravel attached to base planks. Free moving clasts were also introduced to the flume during the transportation experiments. It is acknowledged that these artificial conditions will have limited the range of potential responses that the introduced replica bifaces could make. However, as experiments were concerned with



*Fig. 3: Gravel lined, 12 m tilting flume, Dept. of Civil Engineering, University of Southampton.*

the artefact damage development during active transportation (as opposed to the damage resulting from partial burial for example) these limitations are not considered to have been detrimental to the experimental program.

Research in the fields of civil and hydraulic engineering has identified two main modes of fluvial transportation, suspended-load and bed-load transportation. During suspended-load the particle is entrained within the fluid flow and maintains no contact with the underlying bed material. In contrast, during bed-load transportation contact is maintained to some degree with the underlying fluvial bed-load material (e. g. VAN RIJN 1984. LEE et al. 2002). Bed-load transportation can be broken down into two main types: rolling/saltation motion and sliding motion. Rolling/saltation motion occurs most frequently and is commonly considered to be different magnitudes of the same mode of motion, with saltation regarded as a more energetic (e. g. occurring during periods of stronger flow) form of rolling movement that incorporates small 'leaps' into the fluid flow (e. g. VAN RIJN 1984). During the flume experiments attention focused on the damage artefacts sustain as the result of bed-load transportation, rather than suspended load. This reflects

both the greater current understanding of bed-load transportation processes within extant literature, and the practical difficulties associated with inducing the suspended transport of biface-sized particles under experimental conditions. It is also considered that during suspended-load transportation the damage artefacts sustain would be more closely related to the character and distribution of other suspended particles, rather than linear transportation distance. Currently, this prohibits modelling through experiment the damage Palaeolithic bifaces would have sustained during episodes of suspended-load transportation.

Replica bifaces were manufactured, by the author, in both fine-grained (flint) and coarse-grained (greensand chert) raw materials. These raw materials were selected to assess whether different raw materials develop damage at different rates. Artefacts were manufactured in both lenticular and plano-convex forms (in both raw materials) to investigate the potential for different shaped artefacts to move differently as been suggested to occur within transported clast samples (SCHMIDT 1994). During these experiments the plano-convex biface forms were transported a total distance of 250 m and the lenticular forms were transported for a total of 1000 m. The dominant mode of bed-load transport (e. g. rolling/saltation or sliding) was noted during each flume run. Damage development, in the form of arête abrasion, edge micro-flaking and incipient percussion cones, were regularly recorded. During the first 100 m of transportation artefact physical condition was recorded after every 10 m, between 100-250 m artefacts were recorded after every 25 m of transportation and beyond 250 m recording took place after every 50 m of transport. Artefacts were digitally photographed during each recording. The four transported bifaces therefore provide a total of 90 discrete signatures of the relationship between specific transportation distances and resultant damage development.

## Flume Experiments: results

The flume biface transportation experiments revealed the following major trends in artefact responses to fluvial forces:

1. Fine and coarse-grained raw materials develop transportation damage at differing rates.
2. Transportation type affects the damage artefacts sustain.
3. Artefact morphology affects transportation type (CHAMBERS 2004).

These three transportation trends and the implications they raise for the interpretation of spatial derivation represented within secondary context biface assemblages are discussed below.

### Artefacts Of Different Raw Materials Develop Transportation Damage At Differing Rates

The flume experiments demonstrated that artefacts of different raw materials become damaged at different rates. The experiments incorporated lithic raw materials of contrasting structural and mechanical properties present within the British Lower Palaeolithic. Flint was selected, as it is the most widely used raw material recovered within British secondary context assemblages. Lower Greensand chert (utilised in southwest Britain), in particular the Palaeolithic assemblage recovered from the Broom pits (analysis presented in CHAMBERS 2004) is a more variable lithic raw material than flint. For the purposes of these experiments, artefacts were manufactured from coarse-grained Greensand chert. These materials were selected both to provide the most diverse experimental basis for comparisons of artefact damage development but also to facilitate the examination of specific secondary context assemblages, notably the Broom biface assemblage. It is acknowledged that local variations within both flint and chert will affect the specific damage development rates. However, as the experimental data are not

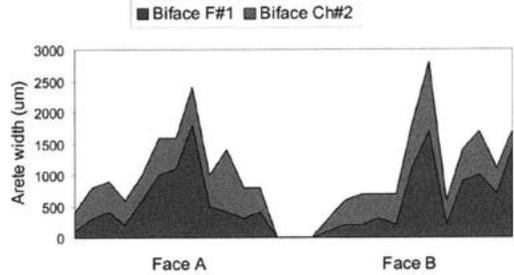


Fig. 4: Arêtes widths of a flint biface (F#1 shown in dark grey) and a coarse-grained greensand chert biface (Ch#2 shown in light grey) after 500 m of rolling/saltation transport. Note variations in arête widths over each face of both bifaces, and the general similarities in arête width distributions between faces and artefacts.

intended to be used to generate standard artefact abrasion rates (cf. HOSFIELD 1999) but rather to provide a mechanism with which to assess the variable damage archaeologically abraded artefacts preserve, these acknowledged variations should not detract from discussion of the general trends in damage development shown by fine and coarse-grained raw materials.

During the flume experiments, artefacts made of fine-grained raw materials showed lower initial (freshly knapped and prior to transportation) arête widths than did coarse-grained artefacts. These variations in arête widths prior to any transportation reflect the different grain sizes of the two materials; the fine-grained flint produces thinner and sharper arêtes than does the coarser-grained chert. Fine-grained raw materials showed comparably slower arête abrasion prior to 400 m of fluvial transportation. The arête widths of each artefact are clearly different; the chert arêtes are consistently wider than those of the flint artefact. However, the general arête width distribution patterns shown by both raw materials are highly comparable (Fig. 4). The similarities in these patterns of arête abrasion indicate that the damage development shown by each artefact is neither random nor related solely to raw material properties.

It is therefore suggested that the arête abrasion distributions of individual secondary context bifaces could be related to specific transportation trends, through the identification of distributions of damage similar to those shown by the experimentally transported artefacts within „populations“ of archaeologically abraded artefacts. This may be used to evaluate their transportation histories.

### Artefact Morphology Affects Transportation Type

The flume experiments revealed that gross morphological factors of artefact shape affect artefact transportation under ‘fluvial’ conditions. This was demonstrated by the logging of modes of bed-load movement artefacts made during each individual flume traverse. In addition to describing the development of artefact damage, Table 4 also documents the dominant mode of transport demonstrated by each artefact during the flume transportation experiments.

Once introduced to the flume lenticular bifaces quickly became orientated perpendicular to the flow direction. In this orientation movement was initiated, and a clear preference for rolling and/or saltating motion was demonstrated, with only occasional, laterally limited, episodes of sliding motion documented. In contrast, plano-convex bifaces became orientated parallel to flow, always resting on their planar face, and demonstrated a preference for sliding motion. During sliding motion the planar face remained in almost constant contact with the gravel bed of the flume. These trends were observed in both fine (flint) and coarse-grained (greensand chert) raw materials, suggesting that these orientation and motion preferences relate to factors of gross artefact morphology rather than more subtle and variable biface characteristics such as typological and size.

The preference of plano-convex artefacts for sliding motion is not as marked as that of convex artefacts for saltation (of the 12/90 flume experiments documented as demonstrating ‘mixed’ modes of movement 10/12 of these occurred to plano-convex artefacts. However, extensive sliding was only documented among the plano-convex artefacts. It would appear that in order for significant sliding motion to occur artefacts must have a planar aspect, as it was only while resting on their planar face that plano-convex artefacts moved via sliding motion. It is suggested that this flatness prevents water flow from easily getting under the artefact thus causing the artefact to pivot upwards and initiate rolling or saltating.

The principal objective of the flume experiments was to document the relationship between transportation duration and type and the resultant damage to artefacts in both fine and coarse-grained raw materials. It was not the intention to document at which specific flow velocities and conditions transportation was initiated as these variables can not be re-constructed for archaeological assemblages of fluvially transported artefacts. However several magnitudes of flow and flume profile angles were employed during the preliminary experiments. It was noted that neither increasing nor decreasing the flow velocity influenced the preferences shown by convex artefacts for saltating and plano-convex artefacts for sliding motion. It was further noted that angling the flume to a decline of up to  $-10^{\circ}$  increased the likelihood of inducing sliding motion in plano-convex artefacts. This angle did not initiate sliding motion in convex artefacts nor additional saltation among plano-convex artefacts. It is therefore considered that the preferences of specific morphological types of artefact for specific modes of movement may be regarded as a genuine response to fluvial forces.

Biface No.	Raw Material	No Recording Events	Dominant Transport Mode	Face a arête damage	Face B arête damage	Other Damage
F#1	Flint	30	Saltation	Highly Heterogeneous	Highly Heterogeneous	Substantial egde micro-flaking; single 'large' flake removal; scratches
				Range of both faces highly comparable		
Ch#2	Coarse-grained chert	30	Saltation	Highly Heterogeneous	Highly Heterogeneous	Substantial edge micro-flaking
				Range of both faces highly comparable		
F#9	Flint	15	Sliding	Moderately Homogenous	Highly Heterogeneous	Very limited edge micro-flaking
				Range of both faces differs		
Ch#1	Coarse-grained chert	15	Sliding	Highly Homogenous	Highly Heterogeneous	Very limited edge micro-flaking
				Range of both faces differs substantially		

Table 4: Summary of artefact transportation trends and resultant damage documented during the flume experiments.

Transportation type affects the damage artefacts sustain

As described above, two clear movement preferences were identified during the flume experiments, that rolling/saltation or sliding. Artefacts typically demonstrated strong dominant mode of movement during each traverse of the flume. These repeated movements during transportation result in the development of different damage signatures (summarised in Table 4). The presence of either of these patterns of artefact damage could not be ascertained through the generation of an average arête abrasion value, and in neither case was arête abrasion seen to develop in a uniform manner across the entirety of the artefact.

Bifaces that have been moved by rolling/saltation sustain arête damage that is highly variable across each face, with the arêtes in the thickest zones of the artefact typically becoming more heavily abraded. While intra-face arête variability is high, the range of arête widths from each face is similar (Fig. 5), irrespective of transportation distance or raw material.

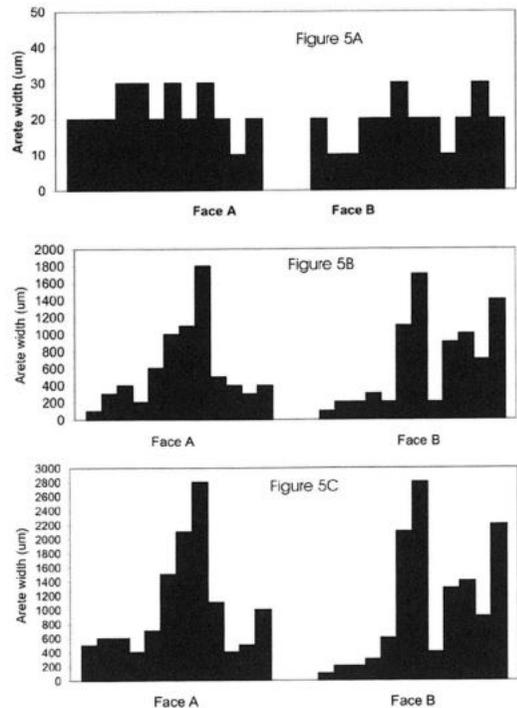


Fig. 5: Arête widths of lenticular, flint biface (F#1) after A: 50 m, B: 500 m, C: 1000 m of rolling/saltating transportation. Note high intra-face arête width variability and general consistency of inter-face values.

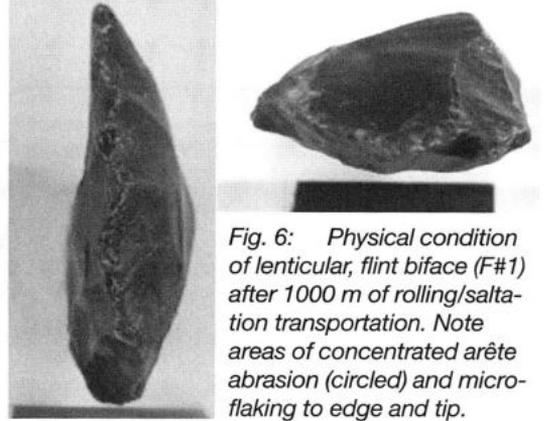
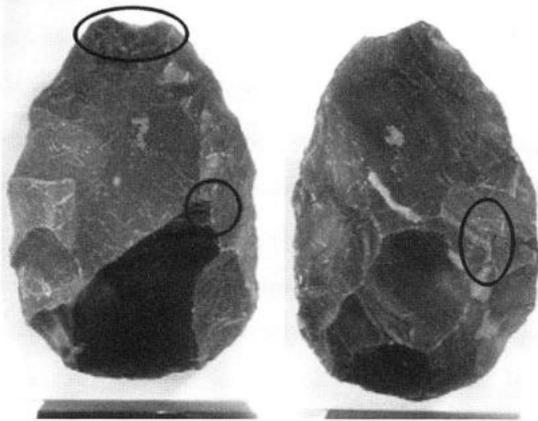


Fig. 6: Physical condition of lenticular, flint biface (F#1) after 1000 m of rolling/saltation transportation. Note areas of concentrated arête abrasion (circled) and micro-flaking to edge and tip.

Bifaces that have moved by rolling/saltation demonstrate more substantial edge damage in the form of micro-flaking than those moved by sliding motion. This damage is considered to relate to the grinding and/or impact forces inherent in these types of motion. Micro-flaking intensity increases as transportation distance increases (Fig. 6). Again, these trends were seen in both the flint and chert lenticular biface (Table 4). Plano-convex bifaces tended to move via sliding motion. This sliding occurred exclusively on the planar face, leaving the convex face upwards. The planar face of transported plano-convex artefacts demonstrate a greater degree of homogeneity than that either of convex artefacts moved by saltation, or that preserved by their own convex faces (Fig. 7). This homogeneity results from the planar character of the face, little vertical differentiation can be made between the arêtes of different zones of the planar face, and all are therefore more or less equally exposed and vulnerable to grinding as they slide across the gravel bed. In contrast, the convex face of plano-convex artefacts shows high levels of variability. This variability results from relative elevations of different zones of the biface being subject to differential abrasion development caused by repeated clast collisions. Only the arête abrasion of the planar face can be related in any meaningful way to fluvial transportation

distances. The preference shown by plano-convex bifaces for sliding motion also limits the degree of edge damage sustained during transportation (Fig. 8), for during this type of movement the artefact does not rotate around its midline axis and the edges are therefore not subject to the impact or crushing forces of rolling/saltation motion.

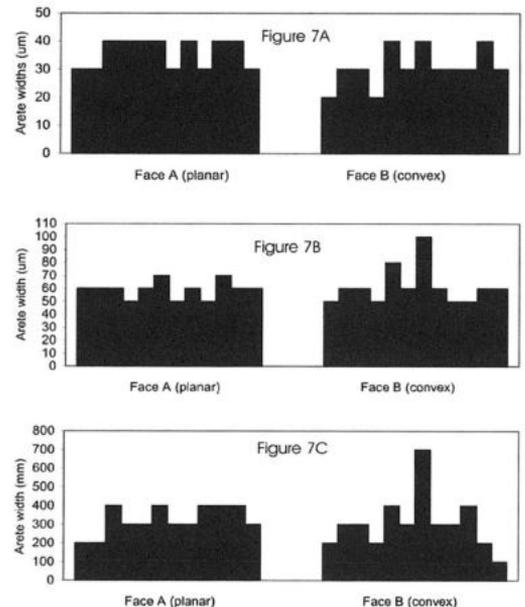


Fig. 7: Arête widths of plano-convex coarse-grained greensand chert biface (Ch#1) after A: 50 m, B: 100 m, C: 250 m of sliding transportation. Note relative homogeneity of arête abrasion sustained by planar face (Face A).

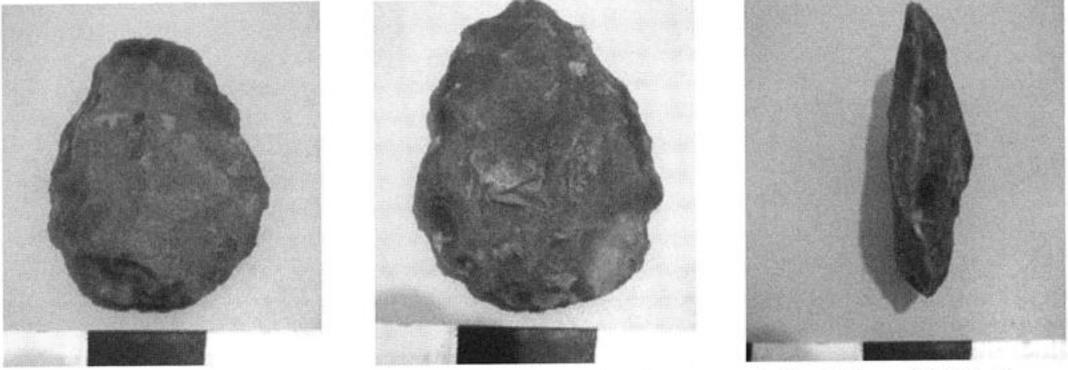


Fig. 8: Physical condition of plano-convex coarse-grained greensand chert biface (Ch#1) after 250 m of sliding transportation. Note limited micro-flaking in comparison with Fig. 6.

### Archaeological Applications of the Flume Experimental Data

The current flume experiments have revealed several factors of value for the interpretation of the range of spatial derivation present within secondary context biface assemblages: Different raw materials develop damage at different rates; artefact shape influences the type of motion induced by fluvial forces and these different movement types produce different damage signatures.

The application of the proposed zone-based arête recording methodology facilitated the identification of specific distributions of abrasion damage that were related to different types and durations of bed-load transportation. The current program of experiments has produced 90 individual 'signatures' of the damage that develops over known transportation distances of up to a kilometre. It is considered that these data form a scalar comparative framework of damage development that can be utilised to assess the probable spatial derivation sustained by archaeologically abraded artefacts. Through the comparison of the damage sustained by individual secondary context bifaces and the experimental abrasion development data set of the appropriate raw material, artefact spatial derivation can be modelled (Fig. 9).

The correlations between archaeological and experimental data sets are undertaken on a 'best fit' basis; exact matches should not be expected. Discrepancies between the archaeological and experimental data sets are tentatively attributed to non-active transport episodes (e. g. burial, stasis) in transportation history of the individual secondary context biface. The development of artefact damage during non-active transport was not modelled during the current flume experiments, which were concerned with damage development during linear transportation, however, it is intended to attempt experimentally replicate some of these processes in the near future.

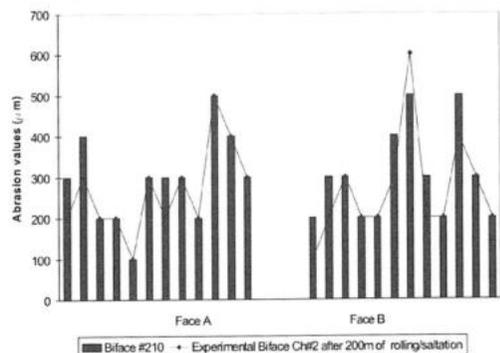


Fig. 9: Sample comparison between archaeological arête abrasion (Broom biface #210 - represented by columns) and experimental data (coarse-grained greensand chert biface Ch#2 after 200 m of rolling/saltating transport - represented by line).

It should be emphasised that while the comparison of experimental and archaeological abrasion damage generates a modelled transportation distance for individual bifaces in metres, these modelled distances should not be considered as literal transportation distances. The modelled distances describe the minimum known linear bed-load transportation distance over which a specific damage signature has been demonstrated to have developed. The model cannot currently mediate the effects of stasis or suspended-load events on artefact damage development, therefore actual transportation distances experienced by secondary context bifaces may potentially be far greater or smaller than those distances generated through bed-load transport alone.

It is considered that the value of this experimental data set lies in its provision as a scalar framework against which to assess the range of spatial derivation present within secondary context assemblages. Through the generation of modelled transportation distances for populations of artefacts (entire assemblages or samples thereof) the homogeneity or heterogeneity of spatial derivation present within secondary context assemblages can be assessed. As an illustration of the potential of these methods, a preliminary model of the spatial derivation present within the Lower Palaeolithic biface assemblage recovered from fluvial gravel at the Broom Gravel Pits (Devon, UK. HOSFIELD et al. 2000. HOSFIELD, CHAMBERS 2002b) is presented in Figure 10.

By assessing the physical condition of „populations“ of secondary context bifaces it is possible to assess the potential heterogeneity of spatial derivation within an individual assemblage. If all the artefacts demonstrate similar modelled spatial derivation distances, irrespective of how great or small this distance is, then the al-

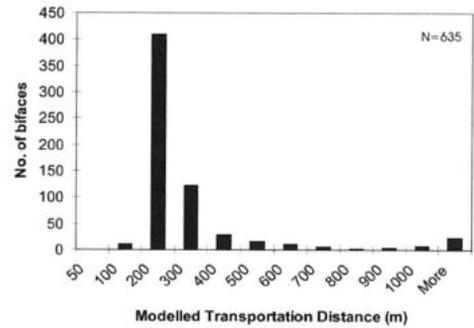


Fig. 10: Spatial derivation within the sampled Broom biface assemblage. Note peak in artefact numbers at modelled transportation distances of between 200 and 300 metres.

though derived and potentially extremely time-averaged, the assemblage may be described as being of homogenous spatial origin. This could be further interpreted as (the spatially modified and derived) remains of a discrete focus of repeated hominid activity, identifying favoured places within the wider Pleistocene landscape. Alternatively, if the spatial derivation modelling of an assemblage shows a wide distribution of modelled artefact derivation distances then hominid activity can be described as more generalised throughout the local river valley. As shown in Figure 10, the modelled spatial derivation of the Broom biface sample demonstrates a concentration of hominid activity 200-300 m upstream from the findspot location against a background of more generalised presence throughout the surrounding region. Again, the importance of considering the modelled distances as scalar, rather than absolute distances is emphasised, however it is felt that the Broom example illustrates the potential offered by these techniques for assessing the intensity of hominid activity associated with secondary context findspots.

## Conclusions and Future Research

Secondary context biface assemblages dominate the Palaeolithic record of Britain. Refinements in optical dating techniques and the relation of fluvial terrace deposition to discrete MIS phases of the glacial-interglacial-glacial climatic fluctuations of the Middle Pleistocene provide a robust and widely applicable geochronological framework against which to establish the age of secondary context assemblages. As refinements continue to be made to the chronology of these assemblages, it was considered appropriate to reassess the ways in which the spatial derivation of secondary context bifaces has been modelled.

During fluvial entrainment and transportation bifaces may develop a range of damage characteristics, including arête abrasion and edge damage. By considering the distribution of this damage we can model in greater detail the transportation histories of individual bifaces. This modelling is only possible through the application of artefact damage development patterns demonstrated in an experimental context, such as the experiments described above.

The current experimental programs have demonstrated that patterns of biface damage development are related not only the duration of their fluvial transportation, but also to factors of artefact morphology, raw material and transportation type. The current flume experiments have documented the relationship between damage development and linear bed-load transportation mechanisms. It is hoped to enhance the experimental data sets through further laboratory and field experiments to examine the role of non-active transport episodes in artefact damage development (e. g. aeolian abrasion, damage during burial), and extended bed-load transportation experiments.

## Zusammenfassung

Dieser Beitrag beschreibt ein Projekt der experimentellen Archäologie, das ausgearbeitet wurde, um die „Abrollung“ und den Schaden an paläolithischen bifazialen Geräten zu untersuchen, Spuren, die während der Mitführung im Fluss oder durch den Transport im Wasser verursacht wurden. Ein besseres Verständnis des Prozesses, bei dem Schäden an Faustkeilen entstehen, wird die Beurteilung der räumlichen Intensität vom Verhalten des Frühmenschen im Zusammenhang mit Ansammlungen bifazialer Geräte aus hochenergetischen fluvialen Ablagerungen in den pleistozänen Flussterassen Nordeuropas ermöglichen.

Seit langem wird die Verschlechterung des „physischen Zustands“ von Artefakten als Merkmal der Transportdauer genutzt. Eine Kritik der heutigen Methodik liegt hiermit vor, so dass die Autorin eine neue Forschungsweise der Artefaktdokumentation vorschlägt. Diese Methodik ermöglicht eine detaillierte Beurteilung des Charakters und Ausmaßes des Schadens, der während des Transportes im Flussbett verursacht wurde. Zudem ermöglicht sie die Korrelation experimenteller und archäologischer Daten im Hinblick auf die Artefaktabrollung.

Daten von experimenteller Abschürfung wurden im Labor (wiederholte Zirkulation in einer Wasserrinne) als auch von Transportexperimenten im Freien zusammengetragen. Der Schwerpunkt in diesem Beitrag liegt jedoch auf den Folgen und Anwendungen der Ergebnisse des experimentellen Artefakttransports, die Gewichtung wird auf die Beziehungen zwischen Rohstoff, Morphologie, Flusstransportmethode und Schadenentwicklung. Die Bedeutung experimenteller Archäologie für das Verständnis taphonomischer Prozesse, die für die paläolithische Archäologie und im Besonderen für palimpsestische Ansamm-

lungen wichtig ist, wird hier erörtert, wobei das archäologische Potenzial zukünftiger experimenteller Programme betont werden soll.

## Acknowledgements

The flume experiments reported here were undertaken during PhD research funded by an Arts and Humanities Research Board studentship, at the Department of Archaeology, University of Southampton. These experiments would also not have been possible without the assistance and cooperation of Dr Tosswell of the Department of Civil Engineering, University of Southampton. Thanks are also given to the 21 volunteers who kindly participated in the visual abrasion assessments, and to Kay Ainsworth of Hampshire County Museums Service for arranging the loan of the King's Park bifaces. My attendance at EXAR was funded the University of Southampton and English Heritage (through Dr. Hosfield's Aggregates Levy Sustainability Fund). Thanks also to Farina Sternke and Natalie Uomini who translated the German summary of this article. I would also like to take the opportunity to acknowledge the support and encouragement of Dr. Hosfield throughout my PhD research, thank you.

## Bibliography

- BRIDGLAND, D. R. 1994: Quaternary of the Thames. Geological Conservation Review Series 7. London 1994.
- BRIDGLAND, D. R. 1996: Quaternary River Terrace Deposits as a Framework for the Lower Palaeolithic Record. In: Gamble, C. S., Lawson, A. J. (Hrsg.), *The English Palaeolithic Reviewed*. Salisbury 1996, 23-39.
- BRIDGLAND, D. R. 2001: The Pleistocene evolution and Palaeolithic occupation of the Solent River. In: Wenban-Smith, F. F., Hosfield, R. T. (Hrsg.), *Palaeolithic Archaeology of the Solent River*. Lithic Studies Society Occasional Paper 7. London 2001, 15-25.
- CHAMBERS, J. C. 2004: *The Spatial Modelling of Palaeolithic Secondary Context Assemblages: case studies from the Solent River System and Axe River Valley*, UK. Unpublished PhD thesis, University of Southampton, UK. Southampton 2004.
- HARDING, P. GIBBART, P. L., LEWIN, J., MACKLIN, M. G., MOSS, E. H. 1987: The transport and abrasion of flint handaxes in a gravel-bed river. In: de Sieveking, G., Newcomer, M. H. (Hrsg.), *The Human Uses of Flint and Chert: Proceedings of the Fourth International Flint Symposium Held at Brighton Polytechnic, Oct-15 April 1983*. Cambridge 1987, 115-126.
- HOSFIELD, R. T. 1999: *The Palaeolithic of the Hampshire Basin*. British Archaeological Reports (British Series 286). Oxford 1999.
- HOSFIELD, R. T., CHAMBERS, J. C., MACKLIN, M. G., BREWER, P., SEAR, D. 2000: Interpreting Secondary Context Sites: A Role for Experimental Archaeology. *Lithics: The Newsletter of the Lithic Studies Society* 21, 2000, 29-35.
- HOSFIELD, R. T., CHAMBERS, J. C. 2002a: Processes and Experiences Experimental Archaeology on a River Floodplain. In Macklin, M. G., Brewer, P. A., Coulthard, T. J. (Hrsg.), *River Systems and Environmental Change in Wales: Field Guide: 32-39*. British Geomorphological Research Group. Aberystwyth 2002.
- HOSFIELD, R. T., CHAMBERS, J. C. 2002b: The Lower Palaeolithic site of Broom: geoarchaeological implications of optical dating. *Lithics: The Newsletter of the Lithic Studies Society* 23, 2002, 33-42.
- HOSFIELD, R. T., CHAMBERS, J. C. 2004: River gravels, flakes and handaxes: new experiments in site formation, stone tool transportation and transformation. This volume.
- HOSFIELD, R. T., CHAMBERS, J. C. in prep.: Secondary contexts: interpretive frameworks for the derived artefacts of the British Lower Palaeolithic.
- LEE, H. Y., JIING-JUN, Y., TIEN LIN, Y. 2002: Continuous saltating process of multiple sediment particles. *Journal of Hydraulic Engineering* 128, 2002, 443-450.
- LEWIN, J., BREWER, P. A. 2002: Laboratory Simulation of Clast Abrasion. *Earth Surface Processes and Landforms* 27, 2002, 145-164.

- MADDY, D., BRIDGLAND, D. R. 2000: Accelerated uplift resulting from Anglian glacioisostatic rebound in the Middle Thames Valley, UK?: evidence from the river terrace record. *Quaternary Science Reviews* 19, 2000, 1581-1588.
- MADDY, D., BRIDGLAND, D. R., WESTAWAY, R. 2001: Uplift-driven valley incision and climate-controlled river terrace development in the Thames Valley, UK. *Quaternary International* 79, 2001, 23-36.
- MALMAEUS, J. M., HASSAN, M. A. 2002: Simulation of Individual Particle Movement in a Gravel StreamBed. *Earth Surface Processes and Landforms* 27, 2002, 81-97.
- MARSHALL, G. D. 2001: The Broom pits: a review of research and a pilot study of two Acheulean biface assemblages. In: Wenban-Smith, F. F., Hosfield, R. T. (Hrsg.) *Palaeolithic Archaeology of the Solent River*. Lithic Studies Society Occasional Paper 7. London 2001, 77-84.
- MURRAY, A. S., ROBERTS, R. G. 1997: Determining the burial time of single grains of quartz using optically stimulated luminescence. *Earth and Planetary Science Letters* 152, 1997, 163-180.
- MURRAY, A. S., WINTLE, A. G. 2000: Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol. *Radiation Measurements* 32, 2000, 57-73.
- PETRAGLIA, M. D., POTTS, R. 1994: Waterflow and the Formation of Early Pleistocene Artifact Sites in Olduvai Gorge, Tanzania. *Journal of Anthropological Archaeology* 13, 1984, 228-254.
- SCHMIDT, K. H. 1994: River Channel Adjustment and Sediment Budget in Response to a Catastrophic Flood Event (Lainbach Catchment, Southern Bavaria). *Dynamics and Geomorphology of Mountain Rivers*. P. Ergenzinger and K.-H. Schmidt. Berlin 1994, 109-127.
- SHACKLEY, M. L. 1974: Stream abrasion of flint implements. *Nature* 248, 1974, 501-502.
- SHACKLEY, M. L. 1975: A Study of the Mousterian of Acheulean Tradition Industries of Southern Britain. Unpublished PhD Thesis, University of Southampton. Southampton 1975.
- TOMS, P. S. 2002: The acquisition of equivalent dose estimates from natural sedimentary quartz using optically stimulated luminescence (unpubl. PhD thesis, University London 2002).
- VAN RIJN, L. C. 1984: Sediment transport, Part 1: bed load transport. *Journal of Hydraulic Engineering* 110, 10, 1984, 1431-1456.
- WENBAN SMITH, F. F., GAMBLE, C. S., APSIMON, A. 2000: The Lower Palaeolithic Site at Red Barns, Porchester: Bifacial technology, Raw Material Quality, and the Organisation of Archaic Behaviour. *Proceedings of the Prehistoric Society* 66, 2000, 209-256.
- WESSEX ARCHAEOLOGY 1993: The Southern Rivers Palaeolithic Project: Report No. 2, 1992-1993. The South West and South of the Thames. *Wessex Archaeology*. Salisbury 1993.
- WYMER, J. J. 1968: Lower Palaeolithic Archaeology in Britain as Represented by the Thames Valley. London 1968.

Proofs of Illustration:  
Alle Bilder: Verfasserin

Anschrift der Verfasserin

Dr. Jenni Chambers  
National Ice Age Network  
Birmingham Archaeology  
University of Birmingham  
Edgbaston  
Birmingham B 152 TT  
UNITED KINGDOM

E-mail: j.c.chambers@bham.ac.uk



# Functional analysis of the backed tools from the Gravettian layers 23 and 22 of Paglicci cave (Foggia – Italy): the experimental program

Valentina Borgia

The archaeological deposit of Paglicci, formed by the cave and the contiguous rock-shelter owes its importance to the unusual paleolithic sequence that includes the diverse cultural phases of Middle and Upper Pleistocene (Acheulean and Mustertian in the shelter, Aurignacian, Gravettian and Epigravettian in the cave).

The numerous excavation campaigns conducted for over 30 years have allowed the gathering of thousands of stone instruments and have brought to light evidence of prehistoric art. In the cave there have been found, in fact, besides the pebbles and bones incised with geometric and naturalistic designs, the oldest Italian wall pictures (the only paleolithic ones). The spiritual culture of Man of the Paleolithic Age is further attested to by the finding of two gravettian burials (layers 22 and 21) and of one uncomplete skeleton dating from Epigravettian in layer 5 (PALMA DI CESNOLA 1993. Fig. 1).

Part of the richest Gravettian series, layers 23 and 22, dated between 28000 and 26000 years B. P., refer to an initial stage of this culture, a *facies* extremely rare in Italy. From the typological point of view (PALMA DI CESNOLA 1976; 1993), layer 23, which is directly above the Aurignacian level 24, presents an industry characterized by a very high incidence of backed tools with a few endscrapers and burins and the significant presence of some backed blades slightly

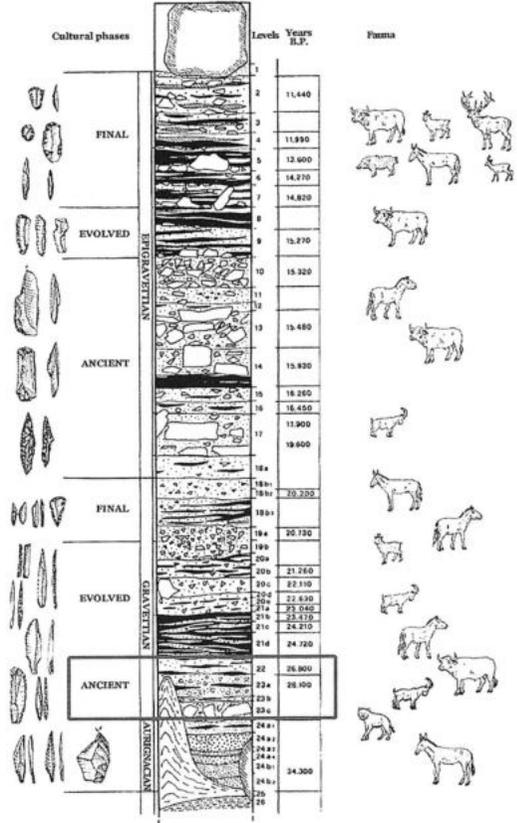


Fig.1: Stratigraphy of the upper Paleolithic sequence of Grotta Paglicci.

comparable to *flechettes*. The lot of layer 22 has been divided into two horizontal parts: The first part groups together the lower cuts F-B, where burins and endscrapers remain infrequent, while there are more points and backed blades than in the previous layer. The second part consists of only cut A, which is differentiated by the sum percentage of burins and endscrapers and a smaller number of backed tools (Fig. 2). The studies of the palaeo-environment (BOSCATO 1994) attest to a climatic change that sees in layer 23 and in the upper part of the 22 (A) a cold and arid phase, with a strong dominance of *caprinae* and in the lower part of 22 (F-B), a moderate climate that could be located in the heart of the Kesselt inter-stage (Maisière).

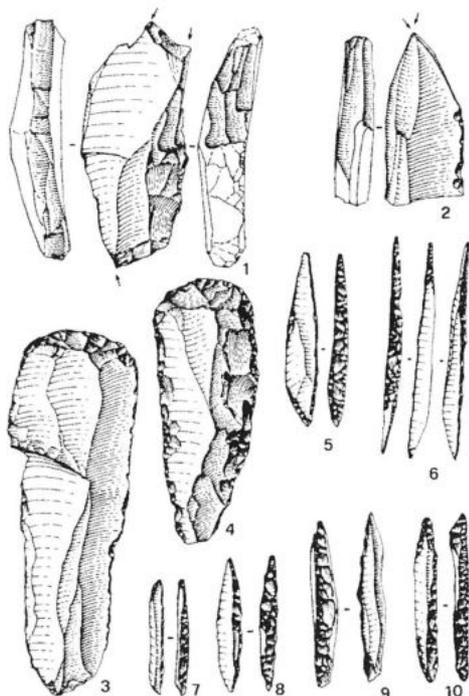


Fig. 2: Lithic industry of layers 23 and 22. 1-2: burins, 3-4: endscrapers, 5-10: backed points.

A study regarding the functional aspect of the backed instruments has recently been taken up by the author as a doctoral thesis project.

Taken into consideration have been the backed tools that are thought to be elements of a throwing weapon, thus, according to the Laplace typological list, the backed points, truncations, the backed fragments and, in some cases, the backed blades and the truncated ones.

Even though the researchers may be unanimously agreed on the fact that these tools represent technological innovation brought to the Gravettian peoples in the field of hunting activities, it is not yet clear what the exact use of the tools has been. The aim of this type of study, therefore, is that of fitting the stone instrument into a complex system, that of throwing weapons, which includes the projectile point but also the elements of which we have no evidence,

the shaft, the bindings and especially the throwing apparatus, with the intention of addressing the wider problems regarding the economy of sustenance within these prehistoric peoples.

The method used, functional analysis of prehistoric stone artifacts, is based on the study of the alterations produced on the active edge of the tool in the moment in which it entered into contact with another surface. These alterations are visible with a microscope and consist in micro-fractures, striations and polishes, or areas with a shiny surface, which show up in different ways according to the material worked and the movement carried out. It is therefore possible, by analyzing the morphology, the direction of the strokes caused by usage, to understand if the tool has been in contact with skins, wood, bone ... and to be taken back to the occurring action. In the case of the elements of a throwing weapon, the difficulty of interpretation of the wears caused by usage is made greater by the fact that they are not produced by repeated and constant usage of the tool, but they develop at the brief instant of impact. Therefore, the apical fractures on the points, the lateral micro-fractures and the polishes caused by hafting and the collision assume a fundamental importance.

In the functional analysis, the interpretation of the archaeological data is made possible through the comparison made between it and the data from reproduced tools having the same characteristics as the archaeological ones, data obtained by means of an experimental activity. The outcome of this experimentation is the verification of the hypothesis of the methods of fabrication and use of the instrument by means of a process conducted with controlled parameters. It is not possible to effect a functional study without the production and use of copies that simulate in a more concrete way the characteristics of the archeological pieces, in relation to their cultural and environmental context (GENDEL, PIRNAY 1982).

Taking into consideration this basic principle, the spread of the discipline of functional analysis and the related works that have been published in recent years, make it possible to orient the experiment towards more and more detailed investigation, starting with the results obtained from other researchers. For example, regarding backed tools, we began from the supposition already demonstrated (ODELL 1978. FISCHER et al. 1984. NUZHNYI 1989. GENESTE, PLISSON 1986. GUROVA 1998 etc.) that they were used as projectile points, and therefore, the copies were handled like these, without proceeding to the other hypotheses of reconstruction.

To create a collection of useful comparison for the study of the Paglicci instruments, the technological characteristics of whole pieces have been analyzed, so as to better reproduce them in a way as faithful as possible in order to understand the actual motivations that guided the prehistoric artisan to the concept and construction of the instrument and therefore, the significance of the techno-typological variations present in the sample.

In layers 23 and 22 we find backed points of small dimensions (L 26.2 – 14.2 – s 2.8 average dimensions) that have a straight profile in almost all cases (there are really very few examples that have a curved profile), a total abrupt retouch, rectilinear, on one edge and the opposite edge rectilinear or convex, almost always not retouched, except for the presence at times of an abrupt retouch that also forms the point and renders the section perfectly triangular. This is one of the principal variations that can be distinguished on these instruments. One inverse, flat retouch is often located on the base of the piece, probably with the function of exporting the thickness of the bulb or of rendering the edge less sharp so that it will not cut the binding on the handle (MONTROYA 2002).

The instruments, therefore, were reproduced paying attention to these main characteristics, using a raw material as

analogous as possible to that found at the Paglicci site. The raw material for the experimental collection is extremely important, in that the morphology of the use-wear can vary even considerably as to textural and structural aspects according to the material used. In the case of Paglicci, although at the moment the data relative to one petrographic study on the exact provenance of the raw materials are not yet available (in reality, it deals almost entirely with flint) it was not difficult to find in the area of Gargano a flint of color, texture and grain very similar to that used by men in the ancient Gravettian.

Before proceeding to the hafting of the pieces, some of them were buried under ground to be repeatedly walked on; the reason for carrying out such an operation at the beginning, an event which normally comes after the instrument is abandoned, is to verify which wears have nothing to do with the tool's use and which are due instead to being trampled on for millennia, the so-called "parasitic wears". We designated eight pieces (seven backed points and one unretouched flake) that gave a positive result in that, although the weight that they were placed under was heavy, they do not show evident marks, or at least, not of the type that could be confused with those coming from usage. On first macroscopic examination no modifications are noted, not even fractures on the apical part of the point, while with the aid of a microscope, it is possible to recognize micro-fractures on the edge, that, however, are placed sporadically, and as for polishes, only a few "spots" are found, shiny points, localized especially in the center of the piece and not on its edges.

As previously noted, the backed point is only one part of the complex system of throwing weapons, and not having evidence of the other components, we are forced to formulate hypotheses of reconstruction by relying on, in large part, the ethnographic data relative to present day

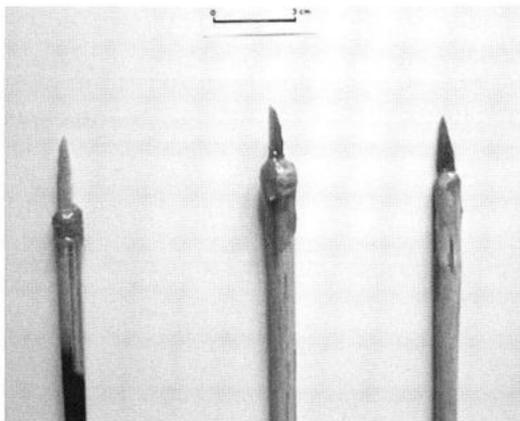


Fig. 3: Experimentally hafted backed points.

populations that make use of primitive technologies and further, on the available archaeological data, even if it refers to more recent periods. It is not clear which throwing weapon the men of the Gravettian had at their disposal, whether the bow or the spearthrower (at present no experiment has made this distinction possible) and, taking only into consideration the arrow/javelin, the ways to create a glue or a binding are numerous and there are various opinions as to the choice of a wood more suitable for the construction of the handle.

In reality there are variables that, at least in an initial phase of experiment, we can get beyond by attempting to render the instrument as functional as possible, making sure the point is stable in the shaft, utilizing a type of wood with characteristics adequate in hardness and flexibility, always, naturally, considering the materials that men might have had at his disposition according to the environmental data furnished by the archaeological level under examination.

For a first part of the experimentation, 10 backed points were hafted in shafts of viburnum wood 80 cm long and 0.8 cm. in diameter bound with dried animal tendons and fixed with animal glue. The arrow was feathered and shot from a bow from 5/6 of a meter towards the ground, thus simulating an error on the part of the hunter (Fig. 3).

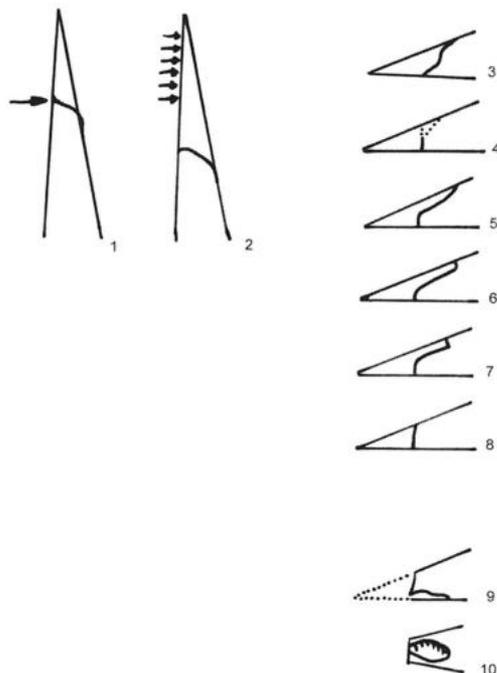


Fig. 4: Classification of fractures (FISCHER et al. 1984) 1: example of cone fracture, 2: example of bending fracture, 3: cone initiating fracture, 4: bending initiating fracture, 5: feather terminating bending fracture, 6: hinge terminating bending fracture, 7: step terminating bending fracture, 8: snap terminating bending fracture, 9-10: "spin-off" fracture.

Only one point remained unchanged; in the others, positioned on the middle and apical parts of the piece, there were visible fractures that were analyzed and classified according to the methodology proposed by A. FISCHER et al. (1984) on the occasion of their experimental work conducted on Brommian points and transverse arrow-heads (Fig. 4). The terminology adopted by them substantially takes the fracture nomenclature of the HO-HO COMMITTEE (1979), the work group that developed a system of the classification of fractures that takes into account, on the basis of precise mechanical studies, the morphology of their initiations and terminations.

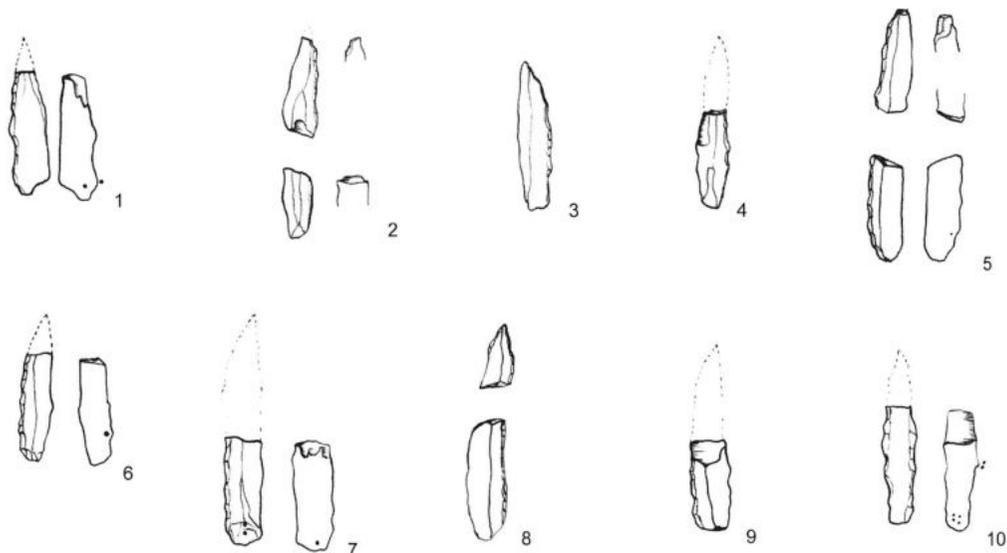


Fig. 5: Fractures and polishes on experimental backed points.

The bending fractures are the most recurring (77%), and altogether in 50% of the cases we find bending step and spin-off, considered diagnostic for projectile function. The orientation of the fractures is, except in one case, always dorsal-ventral.

Unfortunately, the major part of the apical fractures were lost, but in the cases in which they are preserved they present all fractures and burinations typical of impact (Fig. 5, n. 2-3.5.8; Fig. 6, 3).

The lateral edges do not show wears at the macroscopic level.

This type of analysis was effected with the aid of an optic binocular microscope (Konus), which allows for enlarging up to 70x.

As for the micro-wears, observed with a metallographic microscope (Leica DM RXP) at 100x and 200x magnifications, on seven pieces we recognized polished areas and striations localized at the base of the piece, almost always ventral and placed on the edge or in the center of the instrument.

These wears are surely attributed to hafting and are due to contact with the wood; on the moment of impact the instrument is subjected to a slight displacement and when the point is not fixed in the shaft in an optimal manner, the displacement that is created is stronger and can leave accentuated markings as in the case of the striation in Fig. 6, 1-2.

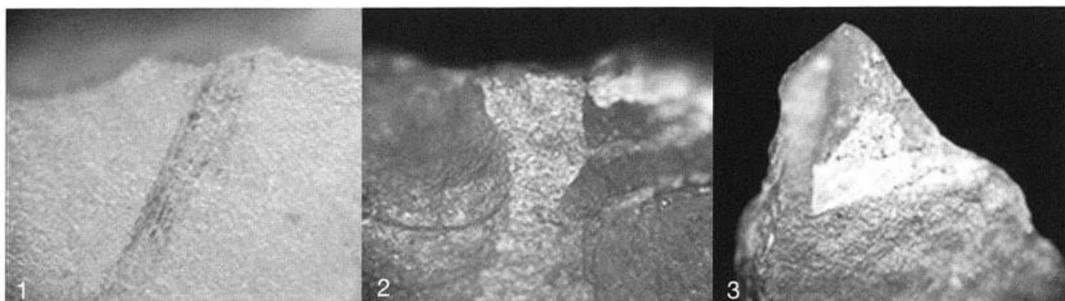


Fig. 6: 1: striation (100x), 2: polish (100x), 3: apical fracture.

The problem with this type of wears is, that, not being particularly evident, they are easily interpreted on experimental pieces because it is noted that they appear after usage, but once observed on archaeological pieces, they could be held as not diagnostic enough, or not interpretable with certainty.

Following upon this first experimental approach it has been well taken into account that it was necessary to test a more conspicuous sample of instruments, especially controlling some variables in a strict way (in particular the type of hafting and the projection of the instrument in respect to the shaft.)

To this aim there is in preparation a second experimentation that will be conducted on 33 points reproduced by and large with the same techno-typometric characteristics of an example rather recurrent in the industry (Fig. 2, 8), that has the characteristic of having the base on converging sides (a sort of bi-point) and reduced by a flat retouch, probably to make the hafting easier.

The points, once hafted in an identical way in feathered shafts, will be shot by an expert archer into a large sized animal, but before all it will be indispensable to make a cast of the tools with a high resolution material, to be able to verify afterwards the changes which have taken place on the flint surface.

## Zusammenfassung

Funktionale Analyse von Rückenmessern aus den Gravettenschichten 23 und 22 der Höhle Paglicci (Foggia – Italien): die Phase des Experiments

Die funktionale Analyse der prähistorischen Steinartefakte hat eine Erklärung der Gebrauchsspuren ergeben. Grundlage ist der Vergleich zwischen Original und Kopie: Beide Werkzeuge tragen identische Kennzeichen sowohl bei den Herstellungs- als auch bei den Gebrauchsspuren. Der Artikel

fasst das Experiment zusammen, das mit den Rückenmessern aus den Gravettenschichten 23 und 22 der Höhle Paglicci durchgeführt wurde. Im Vordergrund steht die Untersuchung der Veränderungen, die am Steinwerkzeug entstehen, wenn dieses auf eine andersartige Oberfläche trifft; bei der Jagd, beim Zerteilen von Fleisch und ähnlichem. Dabei lässt sich festhalten, dass diese Abnutzung auch auf das Material schließen lässt, welches bearbeitet wurde – Holz, Knochen, Haut usw.

## Bibliography

- BOSCATO, P. 1994: Grotta Paglicci: la fauna a grandi mammiferi degli strati 22-24. *Rivista di Scienze Preistoriche* XLVI 1. Firenze 1994, 145-176.
- FISHER, A., VEMMING HANSEN, P., RASMUSSEN, P. 1984: Macro and micro wear traces on lithic projectile points: experimental results and prehistoric examples. *Journal of Danish Archaeology* 3, 1984, 19-46.
- GENDEL, P., PIRNAY, L. 1982: Microwear analysis of experimental stone tools: further test results. In: Cahen, D. (Hrsg.), *Tailler! pour quoi faire: recent progress in microwear studies*. *Studia Praehistorica Belgica* 2. Teruven 1982, 251-265.
- GENESTE, J.-M., PLISSON, H. 1986: Le Solutreen de la grotte Combe Saunière 1 (Dordogne), première approche paléolithique. *Gallia Préhistoire* 29, 1986, 9-27.
- GUROVA, M. 1998: Analyse fonctionnelle des assemblages gravettiens de Willendorf II (Autriche). *Arch. Bulgarica* II 1, 1998, 29-53.
- HO HO COMMETTEE 1979: the Ho Ho Classification and Nomenclature Committee Report. Hayden, B. (Hrsg.): *Lithic use-wear analysis*. New York 1979.
- MONTOYA, C. 2002: Les pointes à dos épigravettiennes de Saint-Antoine-Vitrolles (Hautes-Alpes): diversité typologique ou homogénéité conceptuelle? *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 99, 2, 2002, 275-287.
- NUZHNYI, N. 1989: L'utilisation des microlithes géométriques comme armatures des projectiles. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 86, 1989, 88-96.

- ODELL, G. 1978: Préliminaire d'une analyse fonctionnelle des pointes microlithiques de Bergumermeer (Pays-Bas). Bulletin de la Société Préhistorique Française 75, 2, 1978, 37-49.
- PALMA DI CESNOLA, A. 1976: Il Gravettiano della Grotta Paglicci nel Gargano. L'industria litica e la cronologia assoluta. Rivista di Scienze Preistoriche XXX 1-2. Firenze 1976.
- PALMA DI CESNOLA, A. 1992: Paglicci, Rignano Garganico. Catalogo della mostra iconografica permanente, Regione Puglia, II edizione. Foggia 1992.
- PALMA DI CESNOLA, A. 1993: Il Paleolitico superiore in Italia. Introduzione allo studio, Garlatti e Razzai Editori. Firenze 1993.
- PLISSON, H., GENESTE, J.-M. 1989: Analyse technologique des pointes à cran solutréennes du Placard (Charente), du Forneau du Diable, du Pech de la Boissière et de Combe Saunière (Dordogne). Paleo I, 1989, 65-107.

Proofs of illustration :

Fig. 1: Stratigraphy of the upper Paleolithic sequence of Grotta Paglicci. Fig. 2: Lithic industry of layers 23 e 22. Fig. 3: Experimental backed points. Fig. 4: Classification of fractures (FISCHER et al. 1984). Fig. 5: Fractures and polishes on experimental backed points. Fig. 6: Polishes and burination on the experimental points. Fig. 1-3, 5 u. 6: Verfasserin.

Anschrift der Verfasserin

Valentina Borgia  
Dipartimento di Scienze Ambientali  
"G. Sarfatti"  
Sezione di Ecologia preistorica  
Via delle Cerchia 5  
53100 Siena  
ITALY



# Use-wear analysis on lithic artefacts of Paglicci Cave (Italy): experiments for the recognition of technological traces

Simona Arrighi

Paglicci Cave is located in the municipality of Rignano Garganico, Foggia, on the southern face of the Gargano Promontory in the Apulia Region, at approx. 100 meters above sea level (Fig. 1).

This site, formed by the cave and the contiguous rock-shelter, is of fundamental importance in the study of the Upper Palaeolithic in Italy. Decades of excavations, first by the Municipal Museum of Natural History of Verona supervised by Prof. F. Zorzi, and later, in the early 70s, by Prof. A. Palma di Cesnola for the University of Siena, brought to light a stratigraphic series dating back to the Aurignacian and Final Epigravettian (BORGIA, this volume Fig. 1). In the protected space adjacent to the cave, Lower and Middle Palaeolithic layers were also found.

The importance of this deposit is due, besides the profusion of lithic artefacts that have been found, also to the presence of abundant evidence of Man's spiritual culture. Gravettian levels, in fact, revealed two burials, one of a young man (layer 22) and one of a woman (layer 21), while in layer 5, attributed to the Final Epigravettian, an incomplete burial was found, consisting of leg and foot bones laying in anatomic connection, but without the rest of the skeleton. It has been advanced the hypothesis that this partial burial was the residue of a whole inhumation, which later underwent exhumation of the upper part

of the body (PALMA DI CESNOLA 1992, 91). Again in layer 5 two humeri were found, belonging to two individuals of different sex, placed on a slab of stone, which may suggest the hypothesis that they were laid intentionally. Numerous art objects were also found, coming from both Gravettian and Epigravettian levels, consisting of bones and pebbles engraved with naturalistic drawings and geometrical motifs. Surely, however, the most important evidence is provided by the presence of some parietal pictures, situated in a secluded chamber of the cave, representing two horses and a series of hand prints, the oldest in Italy and the only ones dating back to the Palaeolithic (PALMA DI CESNOLA 1993, 461-488).

A study is now carried out on the use-wear traces on the scrapers and end-scrapers coming from layer 5, the horizon attributed to a phase with truncated backs of the Final Epigravettian and dating back to its intermediate phase B,  $13.590 \pm 230$  B. P.

The lithic industry of this layer is characterised by the presence of a considerable number of primary types, as many as 1290. From a typometric point of view, one can notice a slight trend to a decrease in size with respect to the tools of the underlying layers, particularly concerning the burins and the end-scrapers, although the supports are laminar.

This shortening of tools is less evident in the Substratum, particularly in level 5C.

The B/G ratio is lower than one.

Within the group of Differentiated Abrupt Retouch Tools, points and backed blades are still widely represented, while truncations increase if compared to the previous levels. Truncated backs are not very abundant (MEZZENA, PALMA DI CESNOLA 1967, 83-98. PALMA DI CESNOLA et al. 1985, 271-274).

The use-wear analysis was preceded by an experimental reconstruction of the types of tools examined and of their use on different raw materials (skin, bone, antler, etc.). Within this study, we thought it better to also consider the traces generated by the

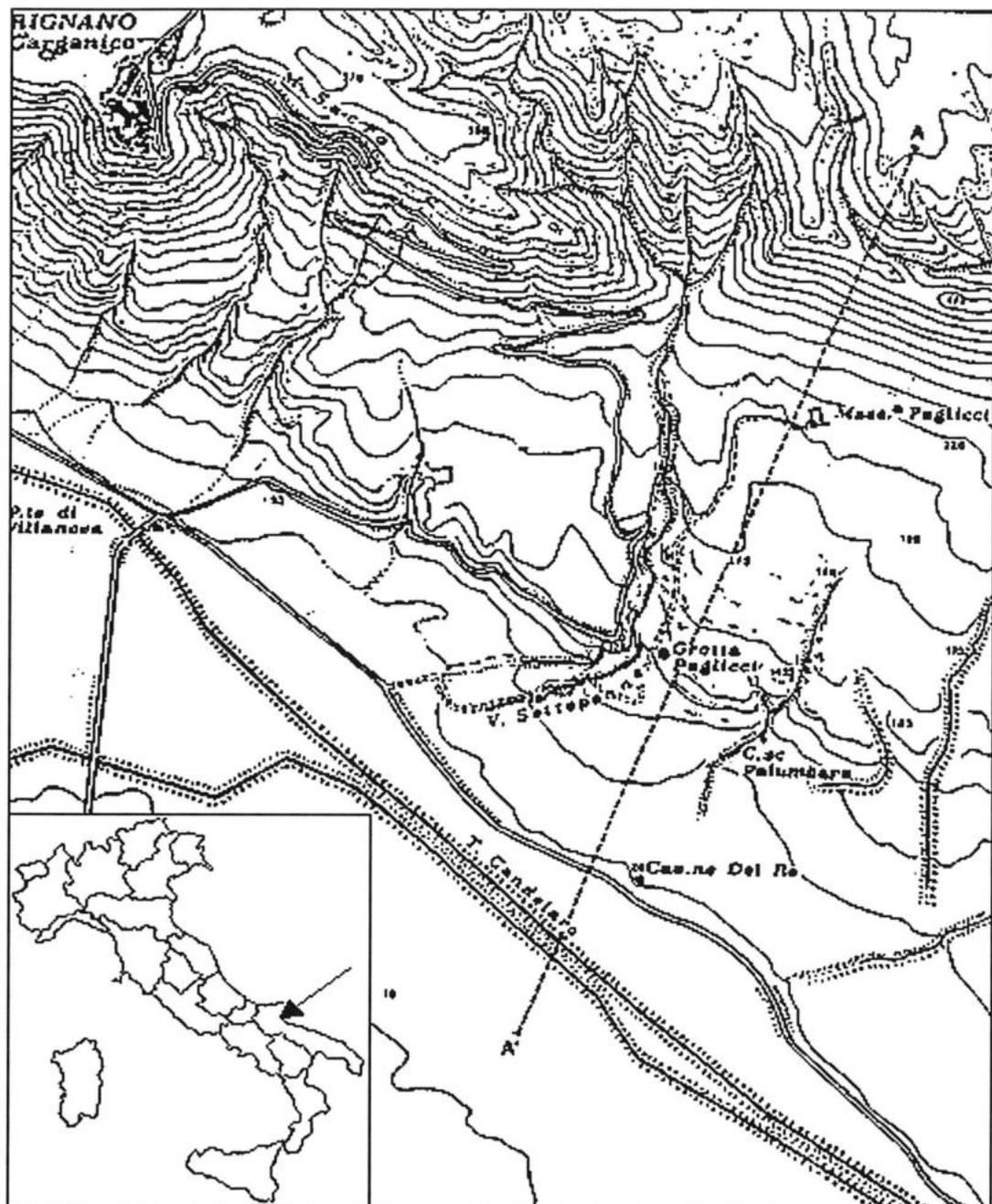


Fig. 1: Location of the Paglicci Cave site.

fabrication process of lithic tools, during debitage or retouching. The alterations caused by the production of lithic tools are similar to the use-related ones and consist of micro-fractures mainly formed during the retouch of the edges of the blanks; polishes, that are areas where the microtopography of the flint is modified, which through microscopic observation exhibit a bright appearance; and striae, scratches on the lithic surface.

In fact, it often happens to confuse technological traces with the ones due to real utilization, especially when dealing with intentionally retouched edges that consequently are found along the potentially active edges.

In such a case, a good experimental strategy allowing distinguishing the two different types of traces becomes necessary. It should be carried out according to precise parameters that, through the reconstruction of how the traces were formed, allow us to distinguish use-related traces from those caused by the production process of the artefacts.

Through microscopic observation of the artefacts produced and used according to monitored parameter procedures, we attain a comparison between archaeological data and experimental data that leads us to the interpretation of the traces on the archaeological artefacts (LONGO et al. 2003, 63). The creation of a good experimental collection is the first step to deal this kind of analysis. Therefore, a functional study cannot prescind from the reproduction and use of copies of the archaeological pieces that should faithfully reflect the features of the latter (GENDEL, PIRNAY 1982, 252). This requires the realization of blanks as similar as possible to those of the tools that make up the archaeological sample with regard to the raw materials employed, the debitage technique, and the typology.

An experimental protocol was consequently established, taking into consideration the different factors that can intervene in the for-

mation of technological traces, i. e. choice of raw material, debitage, retouching and possible resharping of used edges.

The use of a lithotype as similar as possible to the archaeological pieces is fundamental during the experimental phase, since the morphological features of use traces and technological traces are conditioned on the kind of raw materials employed to obtain the tools. Limiting ourselves to flint, it has been shown how even the different texture of this rock can affect the formation of use traces: A slower trace formation is generally recorded with coarse grained flints, unlike what happens with fine grained flints (BEYRIES 1982, 237. LEMORINI 2000, 16). Almost the totality of the lithic industry coming from Paglicci Cave is made of excellent quality flint, a raw material that is abundant in the northern Gargano where there are flint formations dating back to the Eocene, Cretaceous and Jurassic. Therefore, our experimentation was restricted to the reproduction of artefacts with different kinds of flints, classified according to their texture, colour and inclusion. However, we verified that the majority of our archaeological sample was made of very fine texture flint, yet characterized by many calcareous inclusions (Fig. 3A).

From a typometric point of view, the scrapers and end-scrapers of layer 5 of Paglicci Cave still have a fairly high laminarity index, compared with more recent layers. Experimental replicas have consequently been made using the debitage of the "nucléus à crête" (Fig. 2), almost certainly obtained from both direct and indirect percussion. The blanks have been obtained utilizing stone hammers with different hardness and dimensions (igneous siliceous rocks and sedimentary calcareous rocks).

During debitage, some struck flakes were intentionally dropped to the ground in order to verify to what extent the edges could be damaged. Generally this occurrence generates small fractures on the edges of the blanks produced, which,

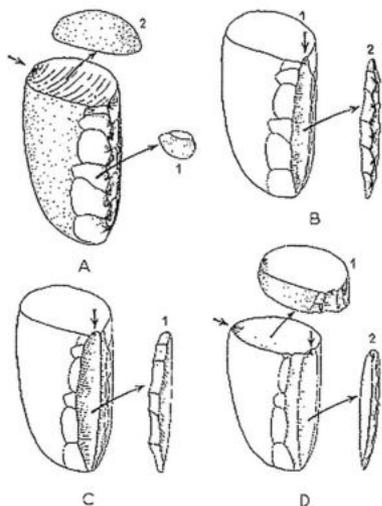


Fig. 2: *Debitage of the „nucléus à crête“ (PIEL-DESRUISSEAU 1984).*

however, can be easily distinguished from use-related ones because of their confused distribution (KEELEY 1980, 26) and usually the absence of polishes.

However, before starting knapping operations we traced the striked platform with a high copying potential resin (Provil + Catalyst) in order to exactly document the effects of the impact of the different percussion tools on the flint microtopography.

The traces produced by debitage consist of small polished areas that sometimes are visible on the butt, mostly in case of flat butt.

The observation with the metallographic microscope (Leica DM RXP), with magnification up to 200x, has pointed out the presence of polishing, generally bright and with a flat microtopography; also striae are often present.

Due to the limited portion on which the traces can be observed, it is often difficult to detect appreciable differences in relation to the use of different hammers.

We retouched both blanks recently detached from the core and flakes and blades that had previously undergone trampling since it can also cause traces on the lithic surface (Fig. 3 B).

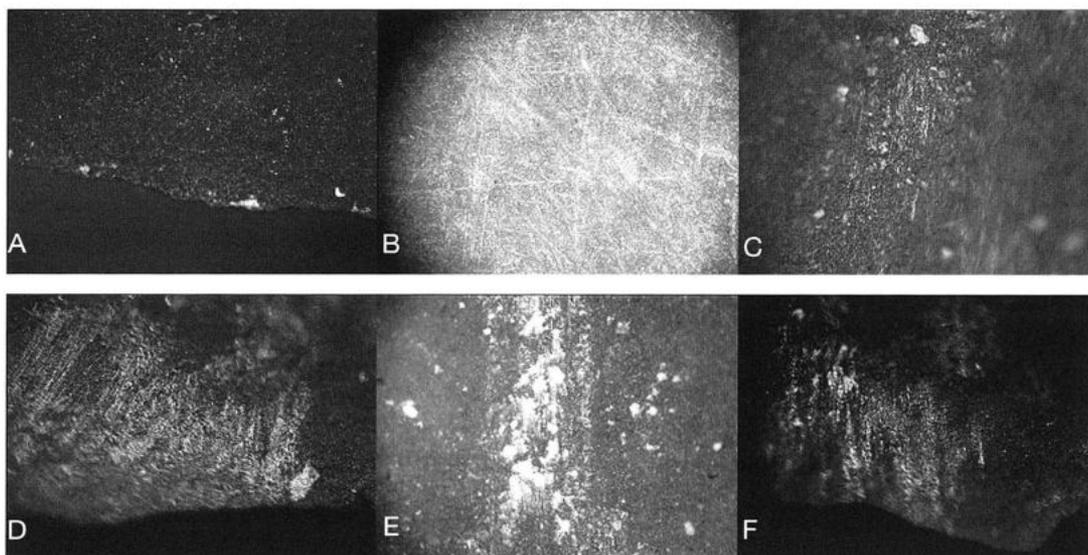


Fig. 3: A - Unused flint edge (100x); B - Blade that underwent trampling (100x); C-D - Traces caused by a wooden hammer (100x); E - Traces caused by a stone hammer (100x); F - Traces caused by an antler hammer (100x).

Retouch was made with different types of hammers – stone, hard wood (box) and antler. Particular attention was paid to the work made with hard-hammers. In fact, as it is known in the literature (KEELEY 1980, 26), besides retouch scars, they often produce a series of micro scars that can be confused with the ones due to the use of the artefact. However, it appears impossible to distinguish retouch-related detachments from use-related ones. It has been pointed out the possibility to distinguish scars caused by use from accidental ones, since the latter are generally small and arranged irregularly on edges on the spots where they are more fragile (TRINGHAM et al. 1974, 187).

Microscopic observation of the tools produced has shown how retouch operations bring about small scars along the retouched edge as well as polishes arranged along the edge that can be easily mistaken for use-related polishes; generally they appear smooth and bright, and often there are some striae that follow a chaotic course. The use of hammers of diverse raw materials does not generate very evident differences; it is noticed that stone hammers produce brighter and smoother polishes than a softer material (Fig. 3 C-F).

The last phase of this experimental program concerned the verifying the behaviour of technological traces also after use of lithic tools. Thus, the artefacts on which the presence of fabrication traces was ascertained, after being duly traced, were used to work different materials – wood, skin, meat, bone, etc. We have noticed that technological traces can be obliterated, if those artefacts are used for a long time and above all with hard materials. Instead, if tools are used for a short time, sometimes it is possible to distinguish use traces from those related to the fabrication of lithic artefacts.

## Summary

Paglicci Cave (Foggia, Italy) presents a very important stratigraphic series for the study of Italian Upper Paleolithic.

The use-wear analysis of some flint artefacts (scrapers and end-scrapers), coming from layer 5 (Final Epigravettian), was preceded by an experimental reconstruction of the types of tools examined and of their use on different raw materials. We particularly attended to the traces generated by the fabrication process of lithic tools, and in this paper we explain our experimental program for the recognition of these alterations. In these experiments we considered the factors that can intervene in the formation of technological traces, choice of raw material, debitage, retouching and resharpening of the used edges.

## Zusammenfassung

Die Stratigraphie in Paglicci Cave (Foggia, Italien) bietet eine wichtige Untersuchungsgrundlage für die Erforschung des Paläolithikums in Italien. Der Gebrauchsspurenanalyse einiger Flintsteinobjekte (Kratzer), die aus der Schicht 5, aus dem End-Epigravettian, stammen, ging eine Rekonstruktion voran, die auf dem archäologischen Experiment basiert. Als Vorlage für dieses Experiment dienten verschiedene originale Werkzeugtypen aus Flintstein und ihr Gebrauch. Vor allem widmeten wir uns den Spuren, die beim Herstellungsprozess am Werkzeug entstehen. In diesem Artikel konnten wir somit die im besonderen Experiment zu Tage tretenden Veränderungen beschreiben. Unser Experiment zeigt die Faktoren auf, die die Gestalt der Herstellungsspuren, die Wahl des Rohmaterials, das Retuschieren sowie das Verformen der benutzten Seite verursachen.

## Literatur

- BEYRIES, S. 1982: Comparaison de traces d'utilisation sur différentes roches siliceuses. In: Cahen, D. (Hrsg.), *Tailler ! pour quoi faire: recent progress in microwear studies*. *Studia Praehistorica Belgica* 2. Teruven 1982, 235-240.
- GENDEL, P., PIRNAY, L. 1982: Microwear analysis of experimental stone tools: further test results. In: Cahen, D. (Hrsg.), *Tailler! pour quoi faire: recent progress in microwear studies*. *Studia Praehistorica Belgica* 2. Teruven 1982, 251-265.
- KEELEY, L. H. 1980: *Experimental determination of stone tools uses: a microwear analysis*. Chicago 1980.
- LEMORINI, C. 2000: *Reconnaître des tactiques d'exploitation du milieu au Paléolithique Moyen. La contribution de l'analyse fonctionnelle. Etude fonctionnelle des industries lithiques de Grotta Breuil (Latium, Italie) et de La Combette (Bonnieux, Vaucluse, France)*. BAR International Series 85, Oxford 2000.
- LONGO, L., BONCI, F., ISOTTA, C. L. 2003: *Collezione sperimentale di contesti funzionali paleolitici: metodologia e risultati*. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona* 27, 2003, 63-79.
- MEZZENA, F., PALMA DI CESNOLA, A. 1967: L'Épigavettiano della Grotta Paglicci nel Gargano (Scavi F. Zorzi 1961-63). *Rivista di Scienze Preistoriche* XXII 1, 1967, 23-156.
- PALMA DI CESNOLA, A. 1992: *Paglicci, Rignano Garganico. Catalogo della mostra iconografica permanente, Regione Puglia, II edizione*. Foggia 1992.
- PALMA DI CESNOLA, A. 1993: *Il Paleolitico Superiore in Italia. Introduzione allo studio*, Garlatti e Razzai Editori. Firenze 1993.
- PALMA DI CESNOLA, A., BIETTI, A., GALIBERTI, A. 1985: L'Épigavettien final de Paglicci 7-4. *Rivista di Scienze Preistoriche* XXXVIII 1-2, 1985, 267-300.
- PIEL-DESRUISSEAUX, J.-L. 1984: *L'outil de pierre préhistorique*. Masson, Paris 1984.
- TRINGHAM, R., COOPER, G., ODELL, G., VOYTEK, B., WHITMAN, A. 1974: Experimentation in the formation of edge damage: A new approach to lithic analysis. *Journal of Field Archaeology*, 1, 1974, 171-196.

Proofs of illustration:

Fig. 1 u. 3: Verfasserin.

Fig. 2: after PIEL-DESRUISSEAUX (1984).

Anschrift der Verfasserin

Simona Arrighi

Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti

Sezione di Preistoria

Via delle Cerchia, 5

53100 Siena

ITALY

# River gravels and flakes: new experiments in site formation, stone tool transportation and transformation

Robert Hosfield, Jenni Chambers

## Introduction

This paper reports on a three year programme of experimental archaeology, undertaken in mid-Wales (United Kingdom) between 2000 and 2003. The experiments explored patterns in the transportation and transformation of replica Lower and Middle Palaeolithic stone tools within a fluvial system (the Afon Ystwyth gravel-bed river), and their implications for the formation of Middle Pleistocene archaeological assemblages in secondary context, fluvial settings.

The paper introduces the experimental site of Llanafan (Grogwynian Reach) on the Afon Ystwyth. The procedures and key results of the work are summarised. The applications of the experimental programme are explored with respect to the British Lower Palaeolithic site of Clacton (SINGER et al. 1973), and future directions for the experimental approaches discussed here are also highlighted.

This article discusses the experiments concerned with the transportation and transformation of replica flake artefacts, as the ongoing replica biface experiments will be reported in a future publication.

## Background

A key motivation for these experiments was the recent research emphasis upon the component of the British Palaeolithic

record characterised by derived artefact assemblages occurring in fluvial terrace deposits (e. g. HOSFIELD 1999; 2001. WYMER 1999. ASHTON, LEWIS 2002). These types of assemblages form a critical, but previously under-studied, component of the archaeological record. The paucity of previous studies reflects the derived nature of these assemblages, which creates two major barriers to the straightforward interpretation of the data. Firstly, the age of the archaeology is commonly unknown, due to the traditional problems of: (1) establishing robust geochronological frameworks for the fluvial terrace deposits; (2) the potential for the artefact assemblages to have been re-worked over time. Artefacts may therefore have been eroded from older fluvial terrace deposits and re-deposited into much younger sediments. Secondly, the spatial integrity of the archaeology is unknown, since all artefacts occurring in fluvial sediments in secondary context have, by definition, been transported greater or lesser distances downstream within fluvial channels.

Resolving the first of these two problems has been greatly assisted for British Pleistocene river systems by the recent research of BRIDGLAND (e. g. 1994; 1996; 2001) and MADDY (et al. 2001. MADDY, BRIDGLAND 2000), and new developments in optically stimulated luminescence dating (e. g. MURRAY, ROBERTS 1997. MURRAY, WINTLE 2000. Toms 2002). Research into the problems of artefact re-working through time is also ongoing (HOSFIELD, CHAMBERS in prep.). However, understanding of artefact transportation and the spatial integrity of secondary context assemblages remains limited, with only a handful of studies undertaken during the last forty years (WYMER 1968. CLARK 1974. SHACKLEY 1974; 1975. ISAAC 1977; 1989. SCHICK, in BUNN et al. 1980. MURRAY 1985. SCHICK 1986. HARDING et al. 1987. SCHICK, TOTH 1993. MACKLIN 1995. HOSFIELD 1999). Many of these studies were conducted in markedly different African fluvial environments (CLARK 1974. ISAAC 1977; 1989.

SCHICK, in BUNN et al. 1980. SCHICK 1986. SCHICK, TOTH 1993) and were therefore of limited relevance to the understanding of British Lower and Middle Palaeolithic stone tool assemblages. These African studies were also primarily concerned with simply identifying evidence for the past presence of fluvial processes, rather than assessing transportation distances, either relative or absolute. Research based in Britain has attempted to classify and quantify biface abrasion (WYMER 1968. SHACKLEY 1974; 1975. HOSFIELD 1999), and explore patterns of artefact movement and modification (MURRAY 1985. HARDING et al. 1987. MACKLIN 1995). However, the early biface abrasion studies (WYMER 1968. SHACKLEY 1974; 1975) were mainly developed to provide a means of assemblage comparison, and while the later work (HOSFIELD 1999) sought to relate biface abrasion with real world transport distances, it hugely oversimplified the processes involved. Finally, three studies of artefact movement and modification (MURRAY 1985. HARDING et al. 1987. MACKLIN 1995) emphasised the complexities of the issue of artefact derivation, and highlighted the stochastic nature of the transportation and depositional processes, but left a wealth of questions unanswered.

There was therefore a clear need for an expanded body of experimental data that addressed the issues of spatial artefact reworking and derivation. The current project sought to meet these needs and established two clear goals. Firstly, increasing understanding of the formation of secondary context stone tool assemblages with respect to: (a) the development of artefact damage as a result of fluvial transport; (b) the spatial patterns of artefact dispersal as a result of fluvial transport. Secondly, applying the results of the experimental programme to the interpretation of British Lower and Middle Palaeolithic archaeological assemblages. With regard to flake materials, extant research had suggested

(although rarely demonstrated) that the presence of particular types and size classes of flake artefacts within assemblages in fluvial settings was indicative of highly limited derivation processes (SCHICK, in BUNN et al. 1980. MURRAY 1985. HARDING 1998, 75). The testing of these assumptions with empirical data was therefore a central element of this research. The experiments were conducted in a British gravel-bed river system, reflecting the dominance of coarse-grained sediments in the secondary context fluvial deposits associated with the derived Palaeolithic stone tool assemblages of southern Britain (BRIDGLAND 1994. WYMER 1999).

### Field Experiments

The experiments were carried out on the Afon Ystwyth in mid-Wales, at the Grogwynian Reach, Llanafan (national grid reference SN 709719; Fig. 1 and Fig. 2). The catchment area of the river was recorded as 152 km<sup>2</sup>, with a valley gradient of approximately 4 m km<sup>-1</sup>, by HARDING et al. (1987, 116), although the Environment Agency document the river catchment as 169.6 km<sup>2</sup>. The median grain size of the Afon Ystwyth sandy gravels is c. 16–32 mm (classified as coarse pebbles after FRIEDMAN, SANDERS (1978)), although material up to 0.40 m diameter has been observed to move during floods. Finer sedimentary units exist as bar tail deposits, as discontinuous sand bodies on bar tops, and on the floodplain surface. The gravels are predominantly derived from local Palaeozoic shales and gritstones, with a high proportion of disc- and blade-shaped clasts (HARDING et al. 1987, 116). River discharges are gauged by the Environment Agency (<http://www.nwl.ac.uk/ih/nrfa/>) below the Llanafan study site at Pont Llolwyn (SN 591774) and averaged 9.4 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> in 2000 and 6.1 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> in 2001 (data for 2002 and 2003 are not currently available). The high-

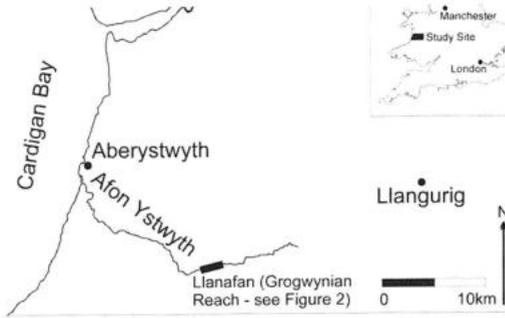


Fig. 1: The Afon Ystwyth and Llanafan (Grogwynian Reach) study site, mid-Wales, UK.

est daily mean discharge was measured at  $82.6 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  in 2000 (30th October) and  $73.9 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  in 2001 (29th November). Average monthly discharge peaked in October, November and December in 2000 and in October and November in 2001 (Fig. 3). During this period there were no discharges comparable to the  $300 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  documented by Harding et al. (1987, 116) for extreme floods. For the previous study of HARDING et al. (1987) the mean annual flood was recorded as  $90 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , although gravel sediments were observed to be in motion on several occasions at levels well below this discharge.

Specifically, the Llanafan (Grogwynian Reach) study site was selected for:

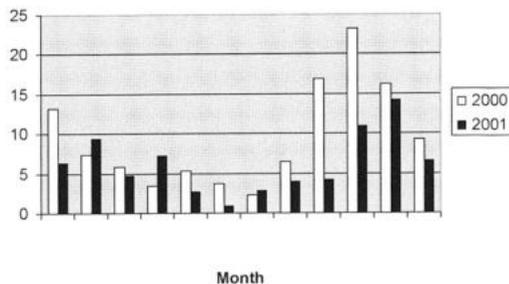


Fig. 3: View south across the Afon Ystwyth at Llanafan (Grogwynian Reach), January 2002. Note the extensive point bar on the north bank of the meander bend (the view is from the north) and the midstream bar at the upstream end of the visible channel (flow is to the west).



Fig. 2: Average monthly discharges ( $\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ) of the Afon Ystwyth for 2000 and 2001. Data from the Environment Agency (National River Flow Archive).

- The suitability of the Afon Ystwyth system for tracer-based experiments requiring gravel-bed fluvial environments, as illustrated by the previous research of HARDING et al. (1987, MACKLIN 1995). Specifically, the Afon Ystwyth at Llanafan is characterised by active bar development and the transport of bed materials (HARDING et al. 1987, 116).
- The absence of indigenous Palaeolithic material. There are no records of Palaeolithic artefacts having been recovered from the Afon Ystwyth valley, although Mesolithic and later prehistoric lithics have been recovered from the region. The dangers of contaminating the regional archaeological record were therefore greatly reduced.
- A river bed-load dominated by Palaeozoic shales and gritstones, which aided the recovery of tracers produced in exotic raw materials (flint and chert). And further assisted in their rejection as ancient archaeological artefacts.
- The extant topographic surveys of the site's floodplain and channels, undertaken by staff from the Institute of Geography and Earth Sciences, University of Wales, Aberystwyth, Wales, United Kingdom.

The Llanafan (Grogwynian Reach) study site is an excellent example of a meandering, gravel-bed river system (Fig. 2). The site is dominated by a single channel, and

Scatter	Method	Site	Emplacement Date	Original number of flakes
1	Knapped in situ	A	September 2000	21
2	Knapped in situ	A	September 2000	38
3	Pre-knapped	A	November 2001	47
4	Knapped in situ	A	November 2001	133
5	Pre-knapped	A	January 2002	25
6	Knapped in situ	A	April 2002	47
7	Pre-knapped	A	June 2002	36
8	Pre-knapped	A	June 2002	36
9	Pre-knapped	B	June 2002	36
10	Pre-knapped	A	August 2002	36
11	Pre-knapped	B	August 2002	36
12	Pre-knapped	B	August 2002	36
13	Pre-knapped	A	October 2002	36

Table 1: Flake scatter emplacement, Llanafan (Grogwynian Reach), Afon Ystwyth.

includes a major point bar on the northern side of the channel. There are a number of smaller point bar and midstream bar features which appeared during periods of low river levels between 2000 and 2003. Many of these bar structures have been modified during the 3 year period of the experimental programme. There has also been extensive bank undercutting and erosion between 2000 and 2003, reflecting the active nature of the system.

Replica flake artefact tracers were emplaced throughout the three year period of the experimental programme (September 2000–July 2003), with monitoring of the experimental site in January and December 2001, January, March, April, June, August, October and December 2002, and March and July 2003. Fieldwork was not possible between January 2001 and December 2001 as an outbreak of Foot and Mouth prevented access to the site. The flake scatters were emplaced at the Llanafan site to explore the transformation of flake materials as a consequence of fluvial disturbance and other aerial and sub-aerial processes. A total of 13 scatters were emplaced, of which 4 were knapped in situ, and 9 were pre-knapped and em-

placed to replicate the spatial density of a scatter knapped in situ (Table 1). 9 of the 13 scatters were pre-knapped as it enabled the recording of each flake's weight and c-axis, alongside the a- and b-axis measurements recorded for the flakes from the in situ knapped scatters. Since the main focus of the experiments was the observation of flake movement, it was considered more important to record accurate size data for the flake tracers than to create 'authentic' in situ knapping scatters. Pre-knapping the scatters also facilitated flake artefact identification and recovery, with the individual flakes marked and numbered prior to their emplacement (e. g. Fig. 15). The orientation and dip of all flakes were recorded after the scatters were emplaced/knapped in situ, and upon the recovery of each flake. Finally, the three-dimensional positions of all flakes were recorded on a site grid, after emplacement/knapping in situ and upon the recovery of each flake. Scatters were recorded over multiple monitoring events, prior to the removal of the remaining flakes from the study site for laboratory recording. Consequently in the majority of cases the number of recovered flakes for each

Scatter	Material recovered?	1 <sup>st</sup> recovery		2 <sup>nd</sup> recovery		3 <sup>rd</sup> recovery	
		Date	Flakes recorded No. (%)	Date	Flakes recorded No. (%)	Date	Flakes recorded No. (%)
1	Yes	January 2001	11 (52.38)	November 2001	6 (28.57)	April 2002	3 (14.28)
2 <sup>s</sup>	Yes	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3*	Yes	March 2002	28 (59.57)	April 2002 (excavation)	18 (38.30)	-	-
4	Yes	July 2003 (excavation)	160 (120.30)	-	-	-	-
5	No	-	-	-	-	-	-
6	Yes	June 2002	56 (119.15)	August 2002	37 (78.72)	October 2002	27 (57.45)
7	Yes	October 2002	33 (91.67)	-	-	-	-
8	Yes	August 2002	40 (111.11)	October 2002	24 (66.67)	-	-
9	Yes	October 2002	36 (100.00)	-	-	-	-
10	Yes	October 2002	26 (72.22)	-	-	-	-
11 <sup>#</sup>	Yes	October 2002	33 (91.67)	December 2002	12 (33.33)	March 2003	1 (2.78)
12 <sup>#</sup>	Yes	October 2002	35 (97.22)	December 2002	6 (16.67)	March 2003	4 (11.11)
13	No	-	-	-	-	-	-

Table 2: Flake scatter recovery, Llanafan (Grogwynian Reach), Afon Ystwyth. \$ Scatter #2 was not fluvially displaced throughout the period of the experiments and has been left in situ to explore longer-term processes of bioturbation and aeolian winnowing upon flake material. \* Scatter 3 surface flakes were removed in March 2002, prior to the excavation of the buried artefacts in April 2002. # Scatter #11 and 12 flakes were removed in December 2002, with further flakes recorded and removed in March 2003.

scatter declined over time (Table 2). However, this was considered an acceptable compromise, as maximising the duration of the experiments increased the potential for gaining valuable flake dispersal data. Flake scatters were emplaced at two main sites: Site A was the semi-stable floodplain and point bar complex at the downstream end of the study site (Fig. 4); while site B consisted of a point/midstream bar complex at the upstream end of the study site (Fig. 5). 10 scatters were emplaced at site A (scatters #1–8, 10 and 13), and 3 scatters (scatters #9, 11 and 12) at site B (Table 1). Flakes were recovered from 11 of the scatters, with two scatters (#5 and 13) providing no returns (Table 2). Two scatters

were fully re-excavated after dispersal, scatter #3 in April 2002 and scatter #4 in July 2003. For scatters #4, 6 and 8 more flakes were recovered than were initially recorded. In the case of scatters #4 and 6 this was partially due to the method of emplacement (in situ knapping), which resulted in some of the flakes being covered and obscured by larger artefacts, and therefore not being recorded at the emplacement stage. For scatter #8, the breakage of flakes during transportation produced re-fitting fragments, thus increasing the total number of recovered flakes. Flake breakage probably also contributed to the >100 % recovery of flakes for scatters #4 and 6.



Fig. 4: Semi-stable floodplain and point bar complex (site A), Llanafan (Grogwynian Reach), Afon Ystwyth, January 2002 (view is from the north and flow is to the west).



Fig. 5: Point/midstream bar complex (site B), Llanafan (Grogwynian Reach), Afon Ystwyth, March 2003 (view is from the north and flow is to the west).

## Results

The transported and transformed scatters revealed a number of patterns with respect to: the relationship between flake size and transport; micro-flaking, breakage and other modifications; and spatial patterning in flake dispersals.

### Flake size and transportation

Flakes were transported over a wide range of distances, from less than 1 m upto c. 80 m (measured as a straight-line distance). Scatters #7, 8, 10, 11 and 12 provided five data-sets for examining the fluvial transportation of flake artefacts. In all cases,

there were no clear linear relationships between flake size (using weight as an index of size) and distance transported, illustrated here for scatter #12 (Fig. 6). However, it has been argued that clast dimensions and shapes rather than weight are a more significant factor with respect to fluvial transportation distances (WILCOCK 1997). Nonetheless, there is also no evidence for a clear linear relationship (either positive or negative) between flake size (using a-axis x b-axis as an index of size) and distance transported, again illustrated here for scatter #12 (Fig. 7). Overall, the experiments indicated that patterns within the size class distribution of flake material (e. g. the predominance of small or large artefacts), recovered from secondary context assemblages, cannot be taken as an indicator of the relative proximity (or not) of the artefact source(s) at the scale of local catchments (102 and 103 m).

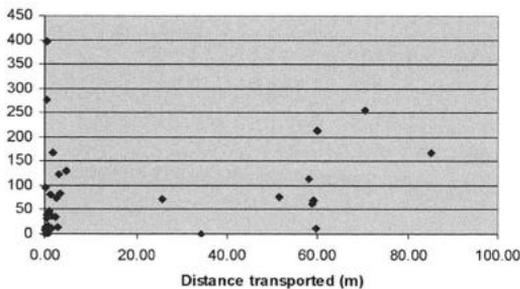


Fig. 6: Scatter #12 flake transportation distances (August 2002–March 2003) vs flake weight ( $n=36$  a.  $R^2=0.0699$ ).

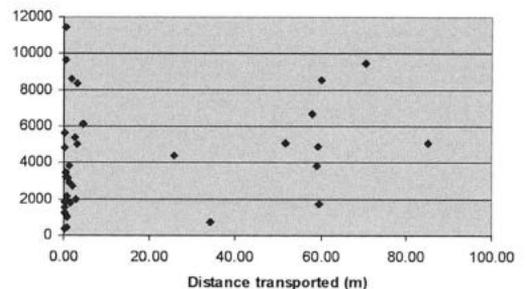


Fig. 7: Scatter #12 flake transportation distances (August 2002–March 2003) vs flake size index ( $n=36$  a.  $R^2=0.0640$ ).

Scatter	Transportation distances (m)	
	Minimum	Maximum
1	0.46	16.33
3	0.15	2.88
6	0.05	34.53
7	0.09	1.57
8	0.48	21.52
10	1.32	29.34
11	0.07	82.34
12	0.14	84.95

Table 3: Minimum and maximum flake transportation distances, Llanafan (Grogwynian Reach), Afon Ystwyth.

Flakes have been transported over a wide range of distances at the Llanafan (Grogwynian Reach) experimental site (Table 3), and it is apparent from scatters #11 and 12 that flakes could survive transportation over a minimum of 80 m with little or no evidence of substantial damage. Breakages tended to be minor (Fig. 8; Table 4), although it is suggested that more substantial breakages may well occur over longer transportation phases (and these comments obviously only refer to the recovered flake component). However, there was evidence of micro-flaking on a large proportion of the recovered flakes (Table 4; Fig. 9). Chambers' flume research (CHAMBERS this volume) has related the development of micro-flaking to saltation transport, and this suggests that these flakes were probably transported in this manner. However, given the poor current understanding of suspended load transport (MUSTE 2002), this is a preliminary conclusion and it high-



Fig. 8: Scatter #8, flake #29. Note the small breakage on the top-right corner of the exposed face. The flake was transported 4.85 m (straight line distance). Scale intervals=4 cm.

lights the need for further modelling of flake (and other stone artefact) transportation in fluvial environments.

Most of the micro-flaking scars displayed on the transported flakes are small (less than 5 mm in all dimensions) and it is therefore highly unlikely that these micro-flakes would be recovered archaeologically. However, in those circumstances where such flakes were recovered from secondary context fluvial sediments, their presence should not be taken as an automatic indicator for in situ knapping activity, although the artefact source would probably still be relatively local.

Scatter	No. of flakes recovered	Broken flakes No.	Micro-flaking		
			%	No.	%
8	21	3	14%	14	67
10	26	1	4%	18	69
11	13	1	8%	11	85
12	10	2	20%	9	90

Table 4: Micro-flaking and breakage for 4 experimental scatters, Llanafan (Grogwynian Reach), Afon Ystwyth.



Fig. 9: Scatter #12, flake #22. Note the micro-flaking along the distal edge. The flake was transported 51.62 m (straight line distance). Scale intervals=4 cm.



Fig. 10: Scatter #11, flake #20. Note the micro-flake scar (approximate flake scar dimensions 18 mm x 12 mm). The flake was transported 30.14 m (straight line distance). Scale intervals=4 cm.

In some instances (Fig. 10) the products of edge flaking through transport damage are larger (over 15 mm in at least one dimension), highlighting not only the potential for transport to modify the shape of flakes, but also for the products of these modifications to be mistakenly regarded as the results of hominid knapping activity. The

experiments also indicated that sustained episodes of micro-flaking produce scar patterns on flake edges that are reminiscent of intentional retouch (Fig. 11). There is even a single example of flake modification resulting in an artefact which would be classified as a flaked flake/notch (ASHTON et al. 1991; Fig. 12).



Fig. 11: Scatter #12, flake #30. Note the developing micro-flaking scar patterns, which if continued could ultimately be suggestive of intentional retouch. The flake was transported 57.99 m (straight line distance). Scale intervals=4 cm.

#### Spatial patterning in flake dispersals

The recovery and recording of flakes over multiple monitoring events indicated a gradual downstream dispersal of flake material from the original scatters. This is particularly evident for scatters #8, 11 and 12. In the case of scatter #11 (Fig. 13 and Fig. 14) flakes were dispersed less than 5 m downstream during the first 2-month experimental period (Fig. 13). In contrast, during the subsequent phases flakes were dispersed over much wider areas (Fig. 14). These patterns could be interpreted through changes in flow velocities and water levels, but it is significant that during the period August–October 2002, scatter #8 flakes underwent secondary dispersal over a 20 m downstream catchment (after undergoing primary dispersal over an 8 m downstream catchment during the period



Fig. 12: Scatter #10, flake #26. Note the 'notch' to the distal right edge. The flake was transported 21.23 m (straight line distance). Scale intervals=4 cm.

June–August 2002). In contrast, scatter #11 and 12 flakes were primarily dispersed over 2.5 m and 5 m downstream catchments over the same period (August–October 2002). This suggests that freshly knapped/emplaced flake scatters display relative structural stability, prior to and during their initial dispersal through fluvial processes. This stability appears to be due to the spatial density of flakes within the scatters, resulting in high levels of flake interaction during entrainment and relatively short transportation distances, as suggested for natural clasts by MALMAEUS, HASSAN (2002) and HASSAN, CHURCH (2001). This internal stability may be a partial factor in the high degree of preservation dis-

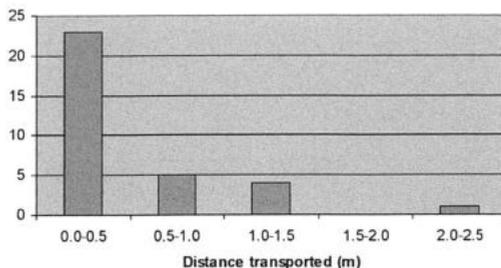


Fig. 13: Scatter #11 flake transportation distances, August–October 2002 (primary dispersal).

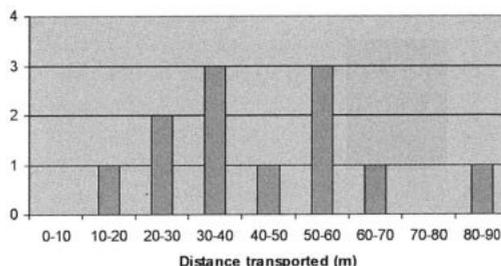


Fig. 14: Scatter #11 flake transportation distances, October–December 2002 (secondary dispersal).

played by archaeological material in low energy sedimentary environments such as the Boxgrove beach (ROBERTS, PARFITT 1988) and the Hoxne lake shore (SINGER et al. 1993).

Overall, these data suggest that primary dispersal of flake scatters may be relatively limited, followed by more expansive secondary and tertiary dispersals (although the importance of flow velocities and local variations in gravel bar and channel bed morphologies are not discounted). This model for flake scatter dispersal and transportation indicates that the spatial density of flakes recovered in secondary context sedimentary units may provide a useful indicator of whether the original scatter has undergone limited or more extensive downstream dispersal.

It was also evident that flake dispersal patterns were influenced by the local morphology of the floodplain (Fig. 15). Both smaller and larger flakes were trapped by



Fig. 15: Flake scatter #11 after dispersal, Llanafan (Grogwynian Reach), Afon Ystwyth. Note the 'trapping' of small flakes between larger clasts and the colour marking and numbering of the pre-knapped scatter flakes.

local clast configurations, both on the submerged channel beds and on gravel bar surfaces, and also by local clusters of vegetation. This was also indicated by the analyses of flake fabric (long axis orientation) after transportation episodes. The fabric data was not dominated by flakes lying either parallel or normal to the known flow directions at the experimental site. This is probably due to the localised trapping of flakes between larger clasts which

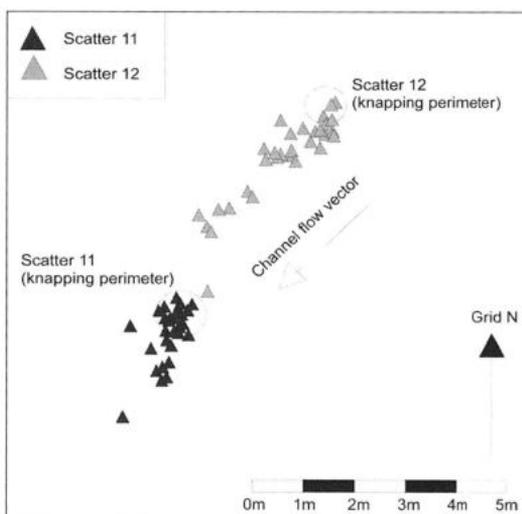


Fig. 16: Spatial distribution of scatter #11 and #12 flakes after primary fluvial dispersal.

results in random fabric patterns. It is currently difficult to assess whether these trapped flakes tend to be subsequently buried in these traps, or are winnowed out by subsequent flow and transported further downstream. However, the demonstrated tendency for flakes to be dispersed downstream over time suggests that the latter, rather than the former, is the case. In general therefore, local channel and gravel bar morphology will not prevent the widespread downstream dispersal of flake artefacts over time, although the trapping of transported flakes may result in fabric data that does not accurately reflect the local flow regimes.

Scatters #8 and 10, and 11 and 12 were emplaced as pairs to investigate the potential spatial integration of knapped materials from behaviourally-separate episodes. Scatters #11 and 12 were emplaced at the same time (August 2002), while scatters #8 (June 2002) and 10 (August 2002) were separated by a two month period. Nonetheless, in both cases it was evident that after primary phases of dispersal, it was not possible to differentiate flake material from separate scatters on the basis of their spatial distribution (Fig. 16 and Fig. 17). This has clear implications for the interpretation of archaeological flake material recovered from secondary contexts, namely that the recovered spatial association of such material

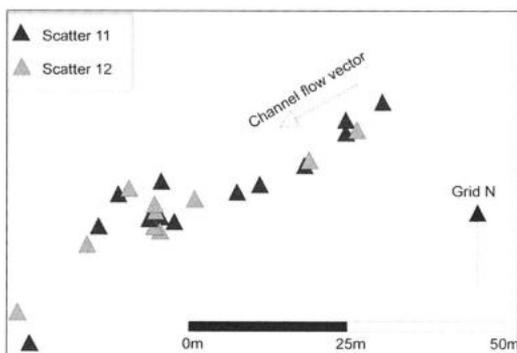


Fig. 17: Spatial distribution of scatter #11 and #12 flakes after secondary fluvial dispersal.

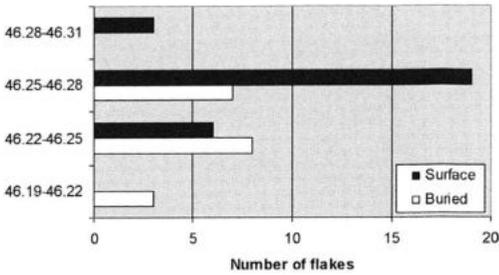


Fig. 18: Vertical distribution of scatter #3 flakes (buried and surface artefacts).

cannot be taken as a direct indicator of genuine associations and discrete knapping episodes. These experiments have demonstrated that material from unassociated behavioural episodes can quickly become compressed, and appear to represent the residue from an apparently single phase of knapping activity.

Scatters #3 and 4 provided data regarding the vertical dispersal of flake artefacts within fine-grained sedimentary contexts. Both scatters were emplaced upon the floodplain, where the sediments consisted of a combination of silts, fine and coarse-grained sands, and fine granules. Between the emplacement of scatter #3 and its subsequent excavation (5 months), the flake artefacts were fluvially transported over short distances (a maximum of 2.88 m straight-line distance), with 18 flakes (38.30 % of the recovered artefacts) buried below the surface of the fine-grained sediments. The scatter #4 artefacts (on-site for 20 months) showed no evidence of fluvial transport, but 122 artefacts (76.25 % of the recovered flakes) were buried within fine-grained sediments. It was not fully apparent whether the buried artefacts of scatter #4 were covered with wind-blown sediments or sank into the underlying sediments through gravitational processes (the absence of evidence for fluvial transport in the area of scatter #4 suggests that those artefacts were not buried with fluvially-introduced sediments). However, the

characteristically small size and weight of the buried flakes (relative to the surface materials) suggests that the former model of burial is more likely.

Excavation and three-dimensional, total station survey of scatter #3 revealed that flakes were vertically distributed over a range of c. 10 cm (Fig. 18), although the majority (86.96 %) were distributed between 46.22 m and 46.28 m (site grid elevations). 28 flakes were recovered from the floodplain surface, with artefact heights (measured from the upper surface of the flakes) ranging from 46.23-46.29 m. This range reflected local variations in the floodplain topography. 18 buried flakes were recovered during the excavation, with artefact heights ranging from 46.19-46.28 m. The overlap between the heights of the buried and surface flakes reflects the local topographical variations across the surface of the excavation area. Overall, the data indicate the potential for a flake scatter to be vertically dispersed over a short range, as a result of fluvial transportation, local topographical variations, and the introduction and re-distribution of fine-grained sediments resulting in the burial of artefacts. These results have interesting implications for the re-interpretation of extant excavation data from Lower and Middle Palaeolithic sites (explored in the following section).

In general, the key conclusions from the Llanafan (Grogwynian Reach) flake experiments include:

- Flake scatters demonstrate a degree of structural integrity, with flakes being transported short distances (generally less than 10 m) in the initial phases of fluvial dispersal.
- However, flakes are transported significant distances during subsequent dispersal phases (with a demonstrated minimum of 80 m).
- Flakes are damaged during transport episodes, but while this damage may modify the specific morphology of indi-

vidual flakes, it does not modify them beyond the point of recognition as anthropogenic flakes.

- High percentages of the transported flakes display varying degrees of edge micro-flaking. As transportation distances and the quantities of micro-flaking increase, it is suggested that the micro-flaking increasingly comes to resemble intentional retouch.
- Flake materials from separate scatters (knapped in relatively close spatial proximity) tend to become spatially indistinguishable during fluvial dispersal.
- Flakes from individual scatters can be vertically dispersed in fine-grained sediments, over an observed range of c. 10 cm, through the introduction and redistribution of wind-blown and fluvial sediments.

## Applications

These experimental results have a number of interesting implications for the interpretation and re-interpretation of Palaeolithic archaeological assemblages from fluvial secondary contexts. Here, some of the results are discussed with aspect to the Lower Palaeolithic site of Clacton-on-Sea in Essex, south-eastern England (SINGER et al. 1973). Of particular interest is the distribution and subsequent interpretation of the artefacts recovered from the gravel and marl sediments excavated during the 1969–1970 excavations directed by Ronald Singer (see SINGER et al. 1973 for full details of this work).

Mammalian remains were first recovered from the Clacton foreshore in the first half of the nineteenth century (BROWN 1838; 1840), drawing attention to the Pleistocene deposits at the site. Flint artefacts were first recovered at the end of the nineteenth century, while Hazzledine Warren collected large quantities of artefacts and

faunal remains at exposures between Clacton Pier and Lion Point, from 1910 to 1950 (WARREN 1922; 1923; 1924; 1951; 1955). Of critical importance was the Clacton Channel, whose deposits consisted of the infillings of numerous small channels. Excavations in 1934 exposed fluvial marls, sands and gravels, and the freshness of the artefacts led OAKLEY, LEAKEY (1937) to argue that a working floor might lie in close proximity. Against this background, the Golf Course excavations were initiated in 1969. The excavations were confined to an area of rough hawthorn scrub ground, traversed by the projected direction of the Clacton Channel.

The 1969–1970 excavations exposed three major deposits (SINGER et al. 1973, 17–21):

1. Gravel: The Clacton golf course gravel beds lay upon a gently undulating London Clay bedrock surface. The overall thickness of the gravel was 1 m, decreasing to the north and south (towards the margins of the channel). The configuration of the channel bed and 1969 borings indicated that in the area of these excavations the gravel covered an area of c. 16–25 m wide, across a channel orientated in a general east-west direction. It was concluded that this was an additional, narrow channel segment, marginal to the larger river bed projected by OAKLEY, LEAKEY (1937). The gravel contained the majority of the artefacts and bones, and was very soft ('it was impossible to walk upon its surface without sinking several centimetres into it').
2. Marl: Between 0.6 m and 1.05 m of dry, compacted, vegetated marl overlaid the gravels. The overall thickness of the marl varied in accordance with the configuration of the gravel surface, as the top of the marl was comparatively horizontal with little relief. Artefacts were distributed throughout the body of the marl, but faunal remains were rare.

3. Brown fissile clay: This deposit, consisting of a sequence of sandy clays between 70 and 90 cm thick in total, overlaid the marl. Occasional artefacts were recovered, but it is assumed that they were derived from the earlier deposits below.

In the interpretation of the origins of the recovered lithic industry, SINGER et al. (1973, 23-28) drew a number of important observations and assumptions:

- Artefacts were present at all levels in the marl, lying horizontally or sub-horizontally. Those excavated at the very base of the marl were in contact with the underlying gravel.
- Artefacts were present at all levels in the gravel, although the majority were recovered from the top 30 cm.
- The artefacts in the gravel were concentrated towards the line of the London Clay south bank (in the south-western part of the excavation).
- 'Many' of the gravel artefacts were in mint or extremely sharp condition (see below), although 'many others' were rolled to varying degrees.
- Artefact condition was represented in five categories:
  - Mint: as fresh as newly struck flint, lustreless, with crisp ridges between the flake scars.
  - Sharp: the flake has a slight lustre and the flake ridges are dulled.
  - Slightly rolled: the flake ridges have been abraded but nowhere reduced to facets of more than 1 mm wide.
  - Rolled: the flake ridges are abraded to clear facets of more than 1 mm but less than 2 mm at any point.
  - Very rolled: the flake ridges are abraded to facets which exceed 2 mm along some segments.
- Based on the above classifications, a greater majority of the mint/sharp artefacts occurred in the upper part of the gravel.

- It was stated that the amount of water transport required to transform a flake to a slightly rolled or rolled category is minimal and does not imply any 'great distance' of transport, probably tens of metres rather than hundreds. It is not apparent that this statement was based on any sort of experimental observation.

Based upon these observations and assumptions, SINGER et al. (1973, 28) concluded that:

„A study of the distribution of the artefacts within each stratigraphical layer, taking into account their condition, suggests that at least some of them are the direct result of human activity upon the spot. In the gravel, about half of the artefacts would be in this category, whereas the remainder may have been derived from some earlier source at the time of the formation of this channel. The underived artefacts within the gravel may, of course, have accumulated slowly through periodical visits of hunters over a long period, or be the litter from just one or two short occupations of the nearby stream bank. The absence of conjoinable flakes and cores favours the former interpretation. There is nothing in the stratigraphy to show this and the presence of artefacts throughout the body of the gravel is thought to have been caused mainly by disturbances of the deposit by the movements of men and animals [...]. There is a much higher proportion of underived to derived material in the marl (about 80 per cent) than there is in the gravel and this underived material must date to the time of the formation of the marl. It is difficult to see why any of the material should be rolled at all, although most of it is only very slightly rolled [...]. The following stages of the flint industry are thus reflected in the stratigraphy:  
Stage 1. Derived artefacts within the basal gravel of the golf course channel.  
Stage 2. Underived artefacts within the basal gravel of the golf course channel.

Stage 3. Underived artefacts within the marl partly filling the channel.” (SINGER et al. 1973, 28-29, our emphasis)

However, the recent experiments on the Afon Ystwyth produced a number of results that are relevant to the assumptions and conclusions applied to the data from the 1969-1970 Clacton excavations, principally:

1. In no cases were the ridges on the recovered flakes abraded to 1 mm (in the majority of cases abrasion was less, sometimes considerably so, than 0.5 mm (500 µm)). More detailed data on flake abrasion was not recorded since the flakes were spray-painted for the purposes of identification, and it was acknowledged that the development of abrasion would be influenced by the paint coverings. Nonetheless, the physical condition of the recovered experimental flakes contradicted SINGER et al.'s (1973) assumption that the amount of water transport required to transform a fresh flake to a slightly rolled or rolled state was minimal. Rather it suggested that such a transformation would require fluvial transportation over hundreds of metres at the least. The experimental data also suggested that flakes falling into any of SINGER et al.'s (1973) five categories (mint, sharp, slightly rolled, rolled, and very rolled) could have been fluvially transported.
2. The initial structural integrity and limited dispersal of flake scatters, followed by more widespread dispersal during subsequent phases.
3. The vertical distribution of the experimental flakes in fine-grained sediments (scatters #3 and 4), over a range of c. 10 cm.
4. The influence of local topography upon the dispersal patterns evident in the recovered experimental flakes.

Based upon these observations, we propose the following provisional statements with respect to the interpretation of the artefacts from the marl and gravel:

- The ‘underived’ flakes in the marl (between 0.6 and 1.05 m thick) are likely to reflect multiple, separate knapping activities/discard events, occurring on distinct landsurfaces (at different elevations) and at different time periods during the accumulation of the marl deposit. The limited vertical dispersal of the Afon Ystwyth experimental scatters suggest it is unlikely that flakes from a single landsurface could have been subsequently vertically distributed throughout the 0.6-1.05 m thick marl.
- All of the flakes in the gravel were fluvially derived, reflecting: the condition of the transported experimental flakes from the Afon Ystwyth; and the absence of conjoinable flakes and cores in the Clacton gravel deposits. The variable conditions of the artefacts (both at the same and different heights below the top of the gravel) probably reflect different spatial sources in the local landscape and different transport histories for individual artefacts.
- The concentration of artefacts towards the London Clay south bank probably reflects local fluvial depositional conditions, rather than an immediately adjacent source on the south bank.
- Overall, the artefacts in the gravel are not the direct result of human activity on the spot, although the activity would have been in the local landscapes, probably within tens and hundreds of metres of the findspot. The most likely model therefore favours the second of SINGER et al.'s (1973, 60-61) five possible interpretations: they were derived at the time of the gravel formation from earlier surfaces or deposits.

While this remains an interim, provisional application of the Afon Ystwyth data to extant archaeological evidence, we feel that it highlights the importance of experimental approaches and geoarchaeological data for the interpretation of Palaeolithic assemblages in fluvial secondary contexts.

## Conclusions and New Directions

In conclusion, the flake artefact experiments on the Afon Ystwyth indicated a number of important patterns with respect to the structural integrity and dispersal of flake scatters, the damage and modification of flakes during fluvial transportation, and spatial and vertical patterns of flake dispersal in a gravel-bed river environment. Despite the low-tech nature of the work, recovery of the replica flake artefact tracers was generally good, and in its first phase the project has produced a wide range of valuable experimental data.

Nonetheless, it is clear that considerable further work is required, particularly with respect to the vertical dispersal of fluvially transported flakes within gravel deposits (e.g. fluvial bar structures), the abrasion of flake artefacts, and the need for longer running experiments permitting observations of flake dispersal and modification over (ideally) decadal timescales. Nonetheless, the initial Afon Ystwyth experiments have demonstrated the value of experimental geoarchaeological work and its importance for the interpretation and re-interpretation of Palaeolithic assemblages recovered from fluvial secondary contexts.

## Zusammenfassung

Die globalen archäologischen Befunde des Unteren und Mittleren Paläolithikums sind oft durch Steinwerkzeuge charakterisiert, die in einem sekundären Kontext in fluvialen Sedimenten vorkommen. Diese Befunde repräsentieren einen signifikanten Anteil des archäologischen Gesamtbefundes (insbesondere im Nordwesten Europas), sind dennoch bisher wenig untersucht. Dies spiegelt vielleicht eine weitverbreitete Einstellung in Bezug auf die komplexen taphonomischen Prozesse wider, die mit diesen Funden assoziiert sind. Die erste Erkenntnis, dass diese Steinwerkzeuge durch die flu-

viale Umwelt transformiert („wasserabgenutzt“) und/oder transportiert worden sind, stammt aus dem späten 19. Jahrhundert. Trotz dieser Jahrhunderte alten „Erkenntnis“ haben die relevanten Prozesse der Abnutzung und Modifikation sowie der Fundformation wenig archäologische Beachtung erhalten. Wenn archäologische Experimente stattgefunden haben, dann waren diese in der Regel (aber nicht nur) auf afrikanische Umwelten (d. h. die Arbeit von Glynn Isaac und Kathy Schick) und auf in situ Fundbestände bezogen. Wenige Arbeiten haben sich mit der Dynamik von Bewegungen der archäologischen Befunde in hoch energiegeladenen fluvialen Umwelten in Nordeuropa auseinander gesetzt.

Dieser Bericht legt die erste Phase von experimentellen Programmen (2002/2003) dar, die Artefakttransport, -modifikation und -deposition in einer gerölligen Flussbettumgebung untersuchen. Der Afon Ystwyth in Wales, GB, wurde als Analogie zu einem Flachland Geröllflussbett im mittlerem Pleistozän ausgewählt. Eine Reihe von replizierten Steinabschlägen (sowohl von bifazieller Manufaktur als auch direkter Kernabschlagreduktion) wurde über einen Zeitraum von drei Jahren im Fluss platziert und wieder geborgen. Angaben zur Transportlänge, räumlicher Streuung (inklusive Artefaktausrichtung und horizontaler Lageungswinkel in Bezug auf die Wasserströmung), Artefaktmodifikation (Microabschläge/-abnutzung der Kanten), Bruchmuster und Bergungsraten wurden gewonnen. Die Untersuchungen haben außerdem einige unerwartete weitere Resultate hervorgebracht, insbesondere im Hinblick auf Windstreuung von witterungsausgesetzten leichteren/kleineren Artefakten im Laufe der Zeit, sowie die graduelle Verschüttung durch feinkörnige Sedimente von Abschlägen, die auf einem Ausuferungsraum abgelagert wurden.

Die Experimente haben das Überlebenspotential von archäologischen Abschlägen in hoch energiegeladenen, fluvialen Umwelten

nach Transport über Distanzen von mindestens 80 m indiziert. Dies bestärkt das Fehlen von Beweisen (im Gegenteil zu echten Beweisen der Abwesenheit) in Form von transportierten Abschlägen in Bezug auf die begrenzten archäologischen Abschlagsammlungen aus den fluvialen Ablagerungen des Pleistozäns, die ja aus industriellen Flussaushebungsaggregaten des 19. und 20. Jhs. stammen. Die nur leichten Modifikationen der transportierten, experimentellen Abschläge tragen weitere Hinweise für die Interpretation von archäologischen Funden. Die potentiellen Aussagemöglichkeiten dieser experimentellen Befunde werden deshalb kurz in Zusammenhang mit der englischen Fundstelle Clacton-on-Sea (Golf Course Fundstelle, Unteres Paläolithikum) dargestellt.

#### Acknowledgements

Thanks to Professor Mark Macklin and Dr. Paul Brewer (Institute of Geography and Earth Sciences, University of Wales, Aberystwyth) for their continued interest in, and support of this project. The work was funded by the University of Southampton and English Heritage (through the Aggregates Levy Sustainability Fund), who supported our attendance at the EXAR conference. Thanks also to Dr. Julia Drell, who translated the German summary.

#### Literatur

- ASHTON, N., LEWIS, S. 2002: Deserted Britain: Declining Populations in the British Late Middle Pleistocene. *Antiquity* 76, 2002, 388-396.
- ASHTON, N., DEAN, P., McNABB, J. 1991: Flaked flakes: what, where, when and why? *Lithics: The Newsletter of the Lithic Studies Society* 12, 1991, 1-11.
- BRIDGLAND, D. R. 1994: Quaternary of the Thames. *Geological Conservation Review Series* 7. London 1994.
- BRIDGLAND, D. R. 1996: Quaternary River Terrace Deposits as a Framework for the Lower Palaeolithic Record. In: Gamble, C. S., Lawson, A. J. (Hrsg.), *The English Palaeolithic Reviewed*. Salisbury 1996, 23-39.
- BRIDGLAND, D. R. 2001: The Pleistocene evolution and Palaeolithic occupation of the Solent River. In: Wenban-Smith, F. F., Hosfield, R. T. (Hrsg.), *Palaeolithic Archaeology of the Solent River*. Lithic Studies Society Occasional Paper 7. London 2001, 15-25.
- BUNN, H., HARRIS, J. W. K., ISAAC, G., KAUFULLU, Z., KROLL, E., SCHICK, K., TOTH, N., BEHRENSMEYER, A. K. 1980: FxJ50: An Early Pleistocene Site in Northern Kenya. *World Archaeology* 12, 1, 1980, 109-136.
- BROWN, J. 1838: Discovery of a Large Pair of Fossil Horns in Essex. *Magazine of Natural History* 2, 1838, 163-164.
- BROWN, J. 1840: Notice of a Fluvio-marine Deposit containing Mammalian Remains occurring in the Parish of Little Clacton, on the Essex coast. *Magazine of Natural History* 4, 1840, 197-201.
- CLARK, J. D. 1974: Kalambo Falls prehistoric site. Volume 2. Cambridge 1974.
- FRIEDMAN, J. M., SANDERS, J. B. (Hrsg.) 1978: *Principles of Sedimentology*. New York 1978.
- HARDING, P. A. 1998: An Interim Report of an Archaeological Watching Brief on Palaeolithic Deposits at Dunbridge, Hants. In: Ashton, N., Healy, F., Pettitt, P. (Hrsg.), *Stone Age Archaeology: Essays in Honour of John Wymer*. Oxbow Monograph 102, Lithic Studies Society Occasional Paper No. 6. London 1998, 72-76.
- HARDING, P., GIBBARD, P. L., Lewin J., Macklin, M. G., Moss, E. H. 1987: The transport and abrasion of flint handaxes in a gravel-bed river. In: de Sieveking, G., Newcomer, M. H. (Hrsg.), *The Human Uses of Flint and Chert: Proceedings of the Fourth International Flint Symposium Held at Brighton Polytechnic, Oct-15 April 1983*. Cambridge 1987, 115-126.
- HASSAN, M. A., CHURCH, M. 2001: Sensitivity of bed load transport in Harris Creek: Seasonal and spatial variation over a cobble-gravel bar. *Water Resources Research* 37, 3, 2001, 813-825.
- HOSFIELD, R. T. 1999: *The Palaeolithic of the Hampshire Basin*. British Archaeological Reports (British Series 286). Oxford 1999.

- HOSFIELD, R. T. 2001: The Lower Palaeolithic of the Solent: site formation and interpretive frameworks. In: Wenban-Smith, F. F., Hosfield, R. T. (Hrsg.), *Palaeolithic Archaeology of the Solent River*. Lithic Studies Society Occasional Paper 7. London 2001, 85-97.
- HOSFIELD, R. T., Chambers, J.C. in prep.: Secondary contexts: interpretive frameworks for the derived artefacts of the British Lower Palaeolithic.
- ISAAC, G. L. 1977: *Ologesailie: Archaeological Studies of a Middle Pleistocene Lake Basin in Kenya*. Chicago 1977.
- ISAAC, G. L. 1989: Towards the interpretation of occupation debris: some experiments and observations. In: Isaac, B. (Hrsg.), *The Archaeology of Human Origins: Papers by Glynn Isaac*. Cambridge 1989, 191-205.
- MACKLIN, M. G. 1995: Archaeology and the river environment of Britain: a prospective review. In: Barham, A. J., Macphail, R. I. (Hrsg.), *Archaeological sediments and soils: analysis, interpretation and management*. London 1995, 205-220.
- MADDY, D., BRIDGLAND, D. R. 2000: Accelerated uplift resulting from Anglian glacioisostatic rebound in the Middle Thames Valley, UK?: Evidence from the river terrace record. *Quaternary Science Reviews* 19, 2000, 1581-1588.
- MADDY, D., BRIDGLAND, D. R., Westaway, R. 2001: Uplift-driven valley incision and climate-controlled river terrace development in the Thames Valley, UK. *Quaternary International* 79, 2001, 23-36.
- MALMAEUS, J. M., HASSAN, M. A. 2002: Simulation of Individual Particle Movement in a Gravel Stream Bed. *Earth Surface Processes and Landforms* 27, 2002, 81-97.
- MURRAY, J. 1985: *Modification of Experimental Flint Scatters by Fluvial Processes*. Institute of Archaeology (unpubl. BA Dissertation University London 1985).
- MURRAY, A. S., Roberts, R. G. 1997: Determining the burial time of single grains of quartz using optically stimulated luminescence. *Earth and Planetary Science Letters* 152, 1997, 163-180.
- MURRAY, A. S., WINTLE, A. G. 2000: Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol. *Radiation Measurements* 32, 2000, 57-73.
- MUSTE, M. 2002: Sources of bias errors in flume experiments on suspended-sediment transport. *Journal of Hydraulic Research* 40, 6, 2000, 695-708.
- OAKLEY, K. P., LEAKEY, M. 1937: Report on Excavations at Jaywick Sands, Essex (1934), with some Observations on the Clactonian Industry, and on the Fauna and Geological Significance of the Clacton Channel. *Proceedings of the Prehistoric Society* 3, 1937, 217-260.
- ROBERTS, M. B., PARFITT, S. 1998: *Boxgrove: a Middle Pleistocene hominid site at Eartham Quarry, Boxgrove, West Sussex*. London 1998.
- SCHICK, K. D. 1986: *Stone Age Sites in the Making: Experiments in the Formation and Transformation of Archaeological Occurrences*. British Archaeological Report (International Series 319). Oxford 1986.
- SCHICK, K. D., TOTH, N. 1993: *Making Silent Stones Speak: Human Evolution and the Dawn of Technology*. London 1993.
- SHACKLEY, M. L. 1974: Stream abrasion of flint implements. *Nature* 248, 1974, 501-502.
- SHACKLEY, M. L. 1975: *A Study of the Mousterian of Acheulian Tradition Industries of Southern Britain*. Unpublished PhD Thesis, University of Southampton 1975.
- SINGER, R., GLADFELTER, B. G., WYMER, J. J. 1993: *The Lower Palaeolithic Site at Hoxne, England*. Chicago 1993.
- SINGER, R., WYMER, J., GLADFELTER, B. G., WOLFF, R. G. 1973: *Excavation of the Clactonian Industry at the Golf Course, Clacton-on-Sea, Essex*. *Proceedings of the Prehistoric Society* 39, 1973, 6-74.
- TOMS, P. S. 2002: The acquisition of equivalent dose estimates from natural sedimentary quartz using optically stimulated luminescence (unpubl. PhD thesis, University London 2002).
- WARREN, S. H. 1922: *The Mesvinian Industry of Clacton-on-Sea*. *Proceedings of the Prehistoric Society of East Anglia* 3, 1922, 597-602.
- WARREN, S. H. 1923: *The Elephas Antiquus Bed of Clacton-on-Sea (Essex) and its Flora and Fauna*. *Quarterly Journal of the Geological Society of London* 79, 1923, 606-634.
- WARREN, S. H. 1924: *The Elephant-Bed of Clacton-on-Sea*. *Essex Naturalist* 21, 1924, 32-40.

- WARREN, S. H. 1951: The Clactonian Flint Industry: A New Interpretation. Proceedings of the Geological Association 62, 1951, 107-135.
- WARREN, S. H. 1955: The Clacton (Essex) Channel Deposits. Quarterly Journal of the Geological Society of London 111, 1955, 287-307.
- WILCOCK, P. R. 1997: Entrainment, displacement and transport of tracer gravels. Earth Surface Processes and Landforms 22, 1997, 1125-1138.
- WYMER, J. J. 1968: Lower Palaeolithic Archaeology in Britain as Represented by the Thames Valley. London 1968.
- WYMER, J. J. 1999: The Lower Palaeolithic Occupation of Britain. Salisbury 1999.

Proof of illustrations:  
Alle Bilder: Verfasser

#### Anschriften der Verfasser

Dr. Robert Hosfield  
Department of Archaeology – School of  
Human and Environmental Sciences  
University of Reading Whiteknights  
PO Box 227  
Reading RG6 2AB  
UNITED KINGDOM  
E-mail: r.hosfield@rdg.ac.uk

Ms Jenni Chambers  
School of Humanities (Archaeology)  
University of Southampton  
Avenue Campus  
Highfield, Southampton, SO17 1BJ  
UNITED KINGDOM  
E-mail: j.c.chambers@soton.ac.uk

# Versuche zur Herstellung altsteinzeitlicher Keramikfiguren

Thomas Einwögerer, Franz Pieler

## Einleitung

Kunstobjekte wurden schon im Paläolithikum aus verschiedenen Sedimenten geformt und im Feuer gebrannt. Vor allem im Pavlovien (27 000 – 25 000 B. P.) tauchen immer wieder derartige Kleinplastiken auf (SOFFER, VANDIVER 1994, 163-173). Als Rohmaterial dienten lokale Sedimente, mit meist niedrigem Tonanteil. Die Figuren sind oft nicht sehr hart gebrannt und nur bruchstückhaft erhalten.

Bei der Neubearbeitung des Fundmaterials einer Grabung von J. Bayer 1930 am Wachtberg in Krems wurden Teile dreier

Figuren aufgefunden, die mit jenen von Dolní Věstonice und Pavlov vergleichbar sind (Abb. 1). Es handelt sich dabei um einen Kopfbereich, vermutlich einer Saigaantilope, um einen Löwen oder Bärenvorderkörper bzw. um ein kleines Fragment mit Formungsspuren (EINWÖGERER, 2000, 123-137).

Beim Durcharbeiten der Depotbestände des Weinstadtmuseums in Krems tauchten im Jahr 2000 weitere 17 gebrannte Tonklumpen auf, die aber keiner genauen Lokalität am Wachtberg zugeordnet werden konnten (EINWÖGERER, PIELER, 2001, 16-21). Ein Stück zeigt aber genau die gleiche charakteristische Form wie der Schnauzenbereich des Antilopenköpfchens aus der Grabung von J. Bayer 1930 (Abb. 2).

## Die Keramiktechnologie der Pavlovienfundstelle Krems-Wachtberg

Als Rohmaterial für die Herstellung der Tonplastiken in Krems wurde ein mariner siltiger Tonmergel oder ein umgelagerter verwitterter mariner Tonmergel, der mit Lösslehm verunreinigt war, verwendet.



Abb. 1: Tonfiguren, Krems-Wachtberg.



Abb. 2: Tonfiguren, Krems.



Abb. 3: Exp. 4, Lage im Feuer.



Abb. 4: Exp. 7, Lage im Feuer.

Vor der Formgebung der einzelnen Objekte wurden die Rohstücke mehrere Male durchgeknetet. Einzelne Körperteile wurden vorgeformt und danach angefügt. Die Oberflächen wurden geglättet und danach bei einer Temperatur von etwa 800° gebrannt. Glättungsspuren und Abdrücke von Papillarlinien haben sich an allen Objekten erhalten.

Fragestellungen:

- Ist eine Vorbehandlung des Rohmaterials notwendig?
- Wie verhält sich das Rohmaterial beim Brennen und treten Deformierungen auf?
- Sind bestimmte Positionen im Feuer erforderlich um ein befriedigendes Brennergebnis zu erhalten?
- Halten unabsichtlich am Rand des Feuers gelegene Objekte einer mechanischen Beanspruchung stand?

### Das Experiment

Für die Durchführung der ersten Brennversuche wurden zwei verschiedene Rohmaterialien verwendet:

- Ein Tonmergel (marines Sediment/Unterbaden), der nur ca. 600 Meter von der Paläolithfundstelle Krems-Wachtberg entfernt durch einen Hohlweg aufgeschlossen ist und in seinen Randbereichen stark mit Löss vermengt ist.
- Ein ca. 28 000 Jahre alter reiner Löss, der aus einer datierten Schicht der Grabungen der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Prähistorischen Kommission, an der Fundstelle Krems-Hundssteig stammte.

Zum Brennen der Figuren wurde eine kleine Feuerstelle mit ca. 50 cm Durchmesser angelegt. Geheizt wurde mit trockenem aber frischem Nadelholz (Fichte).

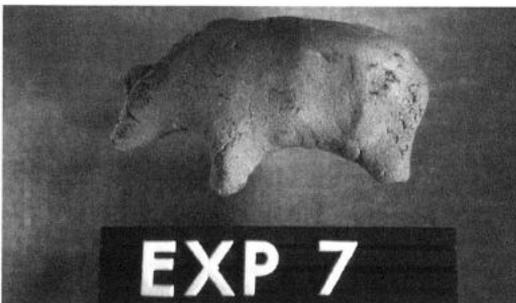


Abb. 5: Exp. 7, Seitenansicht.



Abb. 6 Exp. 7, Bauchseite.

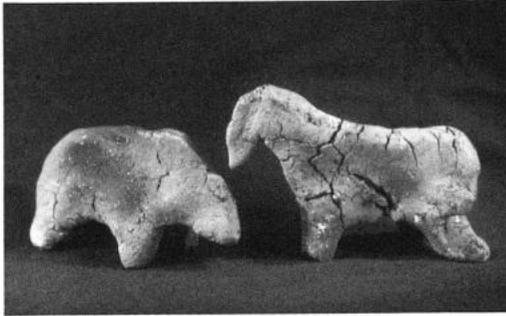


Abb. 7: Exp. 7 und 4.

Insgesamt wurden 14 Einzelexperimente durchgeführt. Die Verläufe sind in der Tabelle 1 dargestellt. Die drei interessantesten Versuche werden gesondert dargestellt.

Experiment 4, das „Pferd“ (Abb. 7 rechts)

Dieses Objekt wurde vollplastisch aus Tonmergel geformt. Schon bei der Herstellung entstanden oberflächlich feine Risse, vor allem beim Herausmodellieren der Extremitäten. Die Plastik wurde gleich nach der Formung randlich in der Glut platziert (Abb. 4). Nach der Entnahme erwies sich das Stück zwar als klingend hart gebrannt, die Oberfläche wies aber zahlreiche Risse auf.

Experiment 7, der „plastische Bär“ (Abb. 4, 5 und 6 links)

Auch dieses Stück wurde aus Tonmergel vollplastisch geformt. Dabei wurden aus einer zunächst erzeugten Kugel die Extremitäten herausmodelliert. Das Stück wurde in der Mitte der Glut eingebettet (Abb. 3). Es bekam nach kurzer Zeit eine grau-bräunliche Farbe. Abgesehen von einem großen Riss entlang der Bauchseite (Abb. 6) war die Oberfläche glatt.

Experiment 8, der „Saiga- Kopf“

Stück Nr. 8 wurde ebenfalls aus Tonmergel geformt. Es wurde noch in feuchtem Zustand nach dem Niederbrennen des Feuers in der Mitte der Glut deponiert. Das Stück färbte sich hellgrau bis rötlich, die Oberfläche wies vereinzelte feine Risse auf, zwischen denen sogar noch Papillarlinienabdrücke erkennbar waren.

## Ergebnisse

Die Versuche haben gezeigt, dass beide Rohmaterialien, der verunreinigte Tonmergel und der reine Löss, geeignet sind, um Figuren zu formen und sie im offenen Feuer zu härten bzw. zu brennen. Eine besondere Vorbereitung des Rohmaterials ist nicht erforderlich.

Obwohl alle Figuren noch im extrem feuchten Zustand direkt ins Feuer bzw. in die Glut gelegt wurden, kam es zu keinen Deformierungen oder Abplatzungen. Bei vielen Figuren waren nach dem Brand noch Papillarlinienabdrücke sichtbar. Alle Objekte die direkt im Feuer lagen, waren klingend hart gebrannt. Es erwies sich dabei als nebensächlich, wo sie im Feuer deponiert wurden. Die Stücke, die nur am Feuerrand getrocknet wurden, wiesen keine besondere Festigkeit auf. Sie konnten zwischen den Fingern zerdrückt werden.

## Literatur

- EINWÖGERER, Th. 2000: Die jungpaläolithische Station auf dem Wachtberg in Krems, NÖ, MPK 34. Wien 2000.
- EINWÖGERER, Th., PIELER, F. 2001: Am Anfang war der Löss – Versuche zur Herstellung altsteinzeitlicher Keramikfiguren. Archäologie Österreichs 12, Wien 2001.
- SOFFER, O., VANDIVER, P. 1994: The Ceramics. In: Svoboda, J. (Hrsg.) Pavlov I. Excavations 1952-1953. ERAUL 66, Liege 1994, 163-173.

Exp.Nr.	Ansprache	Rohmat.	Lage im Feuer	Temp.	Brenndauer	Farbe	Erfolg
1	runde, flache Scheibe	marines Sediment	Randbereich auf einem Stein	ca. 80°	ca. 60 min	graubraun bis schwarz	kontinuierlich getrocknet, keine Schmauchspuren
2	kleiner flacher Bär	marines Sediment	direkt auf das Feuer	ca. 600 – 700°	ca. 40 min	hellgrau bis rötlich	Wasser verdampfte sichtbar, nach der Entnahme zeigte das Objekt feine Risse
3	Wolf	marines Sediment	auf verkohltem Holz direkt im Feuer, dann in die Glut gefallen	> 800°	ca. 40 min	anfänglich schwarz, danach graubraun	Unterseite mit zahlreichen feinen Rissen, Oberseite glatt
4	Pferd	marines Sediment	randlich in der Glut	ca. 800°	ca. 40 min	graubraun bis rötlich	Tiefe Risse in der Oberfläche, ein Bein abgebrochen
5	großer, flacher Bär	marines Sediment	Randbereich auf einem Stein	ca. 80°	ca. 90 min	braun	kontinuierlich getrocknet, keine Schmauchspuren
6	Vielfraß	marines Sediment	direkt in die Glut	> 800°	ca. 60 min	hellgrau bis rötlich	wenige Risse an einer Flanke, sonst sehr glatte Oberfläche
7	plastischer Bär	marines Sediment	direkt in die Glut	> 800°	ca. 30 min	graubraun	die Bauchseite zeigte große Risse, sonst eher glatte Oberfläche, ein angesetztes Ohr platzte ab
8	Saiga-Kopf	marines Sediment	nach dem Niederbrennen des Feuers direkt in die Glut	> 800°	ca. 30 min	hellgrau bis rötlich	vereinzelte Risse, ein Ohr beim Einbringen in die Glut deformiert
9	flacher Vielfraß	Löss	direkt in die Glut	> 800°	ca. 30 min	hellgrau mit Schmauchspuren	keine Risse an der Oberfläche, Abdrucke von Holzstücken an der Unterseite
10	großer Saiga-Kopf	Löss	direkt in die Glut	> 800°	ca. 30 min	grau bis rötlich	kaum Risse, zwei kleinere Abplatzungen im Kinn- und Ohrenbereich
11	flache Scheibe	Löss	Randbereich auf einem Stein	ca. 80°	ca. 60 min	hellbraun	Die Scheibe konnte leicht zerdrückt werden
12	kleiner Saiga-Kopf	Löss	direkt in die Glut	> 800°	ca. 40 min	rötlich	beim Einbringen in die Glut zur Gänze deformiert
13	ungekneteter Klumpen	Löss	direkt in die Glut	> 800°	ca. 20 min	hellgrau bis rötlich	kaum Risse, keine Abplatzungen
14	ungekneteter Klumpen	marines Sediment	direkt in die Glut	> 800°	ca. 20 min	hellgrau bis rötlich	kaum Risse, keine Abplatzungen

Tab. 1: Übersicht über alle durchgeführten Experimente.

Abbildungsnachweis:  
Abb. 1-2, 5-7: Th. Einwögerer  
Abb. 3-4: F. Pieler

Mag. Franz Pieler  
Verein ASINOE  
Dominikanerplatz 11  
3500 Krems a. d. Donau  
AUSTRIA

Anschrift der Verfasser

e-mail: a9406279@unet.univie.ac.at

Mag. Thomas Einwögerer  
Mitterkilling 4  
3141 Kapelln  
AUSTRIA  
e-mail: thomas.einwoegerer@tele2.at

Österreichische Akademie der Wissenschaften  
Prähistorische Kommission  
Fleischmarkt 22  
1010 Wien  
AUSTRIA

# Experimentelle Feuerstellen auf Lösssediment

Thomas Einwögerer, Ulrich Simon

## Einleitung

An der klassischen Aurignacien-Fundstelle Krems-Hundssteig (Niederösterreich) fanden in den Jahren 1999-2002 ausgedehnte archäologische Untersuchungen statt (Abb. 1). Die Arbeiten wurden im Auftrag des Bundesdenkmalamtes von der Prähistorischen Kommission der Österreichischen Akademie der Wissenschaften durchgeführt. Dabei konnten Fundhorizonte des mittleren Jungpaläolithikums (Gravettien) freigelegt werden, die nach den bisher vorliegenden  $^{14}\text{C}$ -Datierungen zwischen 29 000 bp und 27 000 bp einzuordnen sind (NEUGEBAUER-MARESCH, EINWÖGERER 2002, 20; 2003, 23). Dies bestätigt vorhergehende Vermutungen einer komplexeren archäologischen Abfolge an dieser forschungsgeschichtlich bedeutenden Position (NEUGEBAUER-MARESCH 2001, 40).



Abb. 1: Ausgrabung Krems-Hundssteig.



Abb. 2: Ausgrabung Krems-Hundssteig, Feuerstruktur A.

Im Grabungsverlauf wurden mehrere Befunde gesichert, die als Feuerstrukturen interpretiert werden. Sie reichen von scharf umgrenzten rundlichen Holzkohlekonzentrationen, die auch Verziegelungsspuren zeigen (Abb. 2), bis zu eher diffus langgezogenen Holzkohleanreicherungen (Abb. 3). Die horizontale Verteilung innerhalb der Strukturen, wie auch Unterschiede zwischen den einzelnen Befunden, weisen auf aktivitätsspezifisch, aber auch erhaltungsbedingt erklärbare Prozesse hin. Hieraus ergeben sich Fragen bezüglich der Genese unterschiedlicher Feuerstellentypen auf Lösssedimenten. Zum besseren Verständnis dieser Problematik wurden im Frühjahr 2002 in Fundplatznähe mehrere Experimentreihen durchgeführt (EINWÖGERER et al.



Abb. 3: Ausgrabung Krems-Hundssteig, Feuerstruktur D.

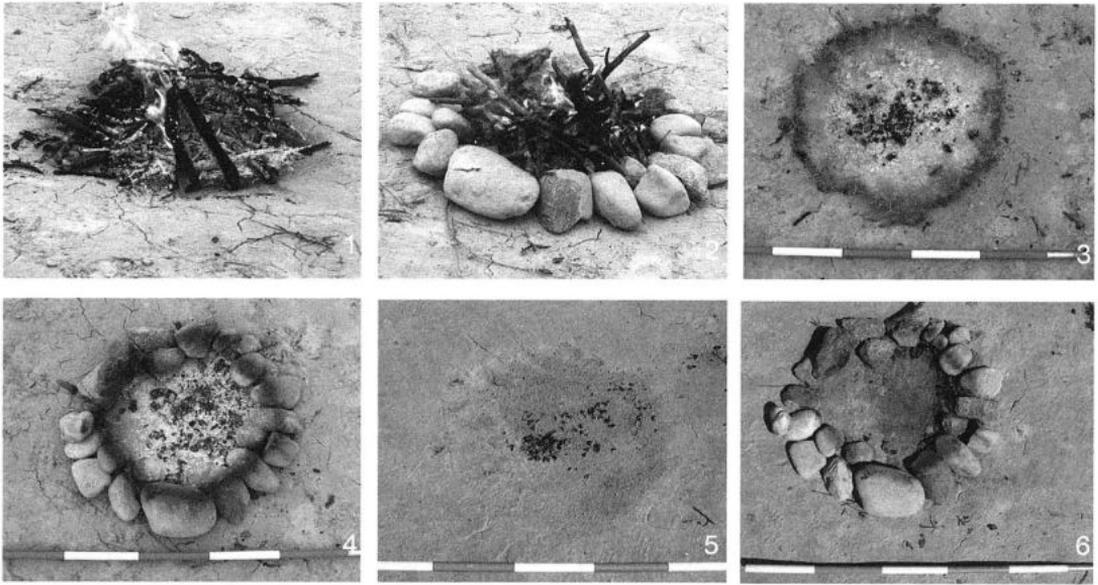


Abb. 4: Experimentelle Feuerstellen im Versuchsablauf.

2003). Die beschriebenen Untersuchungen sind in einer Reihe mit bereits durchgeführten Experimenten zu paläolithischen Feuerstellen in Niederösterreich und Süddeutschland (HAHN et al. 1995) zu sehen.

#### Experimentaufbau

Auf bewuchslosem Lösssediment wurde eine offene Feuerstelle angelegt und zu Vergleichszwecken einer steinumbauten gegenübergestellt. Die gewählte Hangneigung entspricht dabei der Neigung der archäologischen Horizonte. Zum Abschluss des über drei Arbeitswochen protokollierten Versuches wurden die Feuerstellen mit Plan- und Fotoaufnahmen sowie Profilschnitten dokumentiert.

Ergänzend wurden in einem eintägigen Versuch Brenn- und Sedimenttemperaturen sowie Verziegelungstiefen für Kiefern- und Birkenbruchholz gemessen.

#### Beobachtungen

Bereits während des dreistündigen Brennvorganges zeigten sich die ersten deutlichen Unterschiede zwischen den beiden Versuchsanordnungen (Abb. 4, 1-2):

Ohne Steinumbauung kann der Wind direkt in die Glut blasen und den Brennvorgang intensivieren, was auch an dem doppelt so hohen Brennstoffverbrauch der offenen Feuerstelle erkennbar ist. Durch starken Wind wird Asche und feinere Holzkohle sofort ausgeblasen, die Struktur verliert im Gegensatz zur umbauten Feuerstelle an Form und wird größer.

Nach Abschluss des Brennvorganges zeigt der Untergrund der offenen Feuerstelle eine deutliche hellrote Verfärbung mit schwarzem, ca. 8-10 cm breitem Rand (Abb. 4, 3), Asche wird gleich ausgeblasen. Größere Holzkohlestücke liegen trotz des oft wechselnden Windes in der Hauptwindrichtung nach SO verstreut.

Bei der umbauten Feuerstelle ist ebenfalls eine deutliche hellrote Verfärbung festzustellen (Abb. 4, 4). Durch den Schutz der Umstellungssteine bleibt eine größere Menge kleiner Holzkohlestücke hängen und auch die Asche wird nicht so schnell ausgeblasen. Trotz der relativ kurzen Betriebsdauer der Feuerstelle zeigen die Einfassungssteine deutliche Spuren der Wärmeeinwirkung. Sie sind zur Feuerseite hin hellrot verfärbt und mittig rußig geschwärzt.

Nach einem Tag war an beiden Feuerstellen ein Großteil der Asche und feineren Holzkohle ausgeblasen. Innerhalb des Steinkranzes der umbauten Feuerstelle war hierbei eine Verlagerung größerer Holzkohlestücke in Hauptwindrichtung zu beobachten.

Die stabile Wetterlage der Folgeweche führte zu wenigen Änderungen der Situation. An der offenen Feuerstelle fand nur eine schwache Windverfrachtung der Holzkohle statt. In Hauptwindrichtung wurden aber mehrere Holzkohlestücke bis zu 1 m verlagert. Dagegen begünstigte eine schwache natürliche Geländeunebenheit das Verbleiben von Holzkohlelagen im Zentrum des Brandplatzes. Eine entsprechende Verlagerung von einzelnen Holzkohlen ist auch für die umbaute Feuerstelle bis in eine Entfernung von 80 cm dokumentiert. Nach neun Tagen setzte starker Dauerregen ein, der 24 Stunden anhielt. Der wassergesättigte Lössuntergrund konnte die Wassermassen nicht mehr aufnehmen, wodurch es zu einer starken Erosion in Rinnenform kam.

An der offenen Feuerstelle wurden Teile der Holzkohle, Asche und rot verfärbten Sedimentes abgeschwemmt und hangabwärts in natürlichen Mulden abgelagert. Die Intensität der Rotfärbung verminderte sich dabei kaum. Dagegen war an der umbauten Feuerstelle nur eine partielle Ent-



Abb. 5 Abgerundete Holzkohle aus der umbauten Feuerstelle.

färbung des gebrannten Sedimentes zu beobachten.

Nach einer weiteren Woche bildete die verbleibende Rotverfärbung der offenen Feuerstelle eine ringförmige Struktur, während der zentrale Bereich des gebrannten Sedimentes plattig erodiert war. Durch Unterspülung entstanden hierbei gebrannte Lössbrocken (Abb. 4, 5).

Auch an der umbauten Feuerstelle war eine plattige Erosion des gebrannten Sedimentes zu beobachten. Die Steinumbauung verhinderte jedoch eine Ausschwemmung der Rotfärbung, Asche- und Holzkohlereste verlagerten sich aber hangabwärts in die Südwesthälfte der Struktur. Nur durch Windeinwirkung kam es zu einer Außenverlagerung der Holzkohle (Abb. 4, 6).

Im Vergleich sind alle Holzkohlereste der offenen Feuerstelle einschließlich der bis zu 150 cm verlagerten Stücke scharfkantig erhalten, während die Holzkohlen innerhalb der steinbegrenzten Feuerstelle durch Windverwirbelung stark verrundet sind und dabei einen silbrigen Glanz entwickelt haben (Abb. 5).

Nach 18 Tagen führten biogene Störungen innerhalb des Experimentaufbaues zum Abbruch des Experimentes.

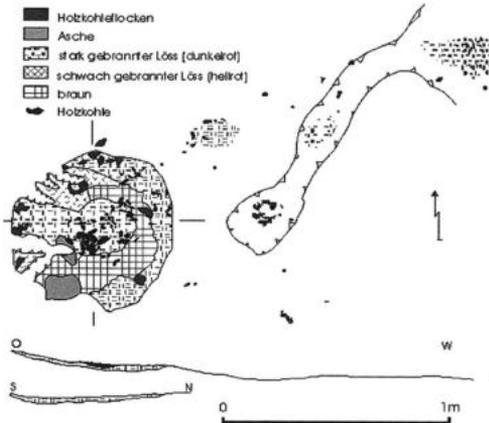


Abb. 6: Plan der offenen Feuerstelle nach 18 Tagen.

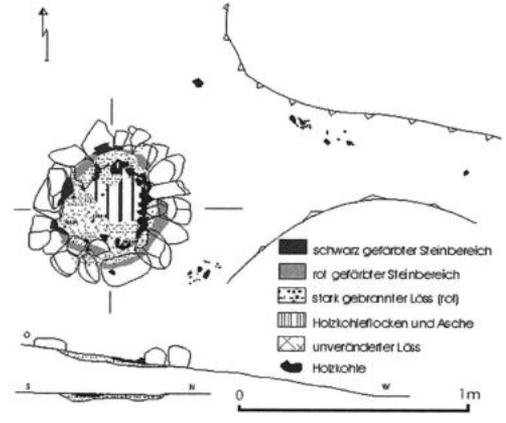


Abb. 7: Plan der umbauten Feuerstelle nach 18 Tagen.

## Ergebnis

Bei der Experimentauswertung ergeben sich signifikante Unterschiede für die beiden Feuerstellentypen (Abb. 6 und 7): Die offene Feuerstelle brennt intensiver, d. h. mit höherer Temperatur (Tab. 1) und wesentlich größerem Brennstoffverbrauch als die umbaute Struktur. Dies zeigt sich auch an der höheren Oberflächentemperatur des unterliegenden Sedimentes. Innerhalb des Lösses werden aber bei der umbauten Struktur höhere Temperaturwerte erreicht und größere Verziegelungstiefen gemessen. Die verwendeten Holzarten scheinen keinen Einfluss auf die beschriebenen Parameter zu haben. Weiterhin begünstigt

die offene Feuerstruktur eine schnelle Windverfrachtung der Asche und Holzkohlepartikel. Trotz zum Teil weiter Verlagerung behält die Holzkohle dabei ihre kantige Form. In der steinumbauten Feuerstelle werden Asche und Holzkohle zurückgehalten. Durch Windverwirbelung innerhalb der Struktur entsteht eine politurnahe Oberflächenglättung und Verrundung der Holzkohlestücke. Bei leichtem Regen kommt es nur in der offenen Feuerstelle zu einer Abschwemmung rot verfärbten Sedimentes, das sich an anderer Stelle in ähnlicher Intensität anlagert. Bei stärkerem Regen findet unabhängig vom Feuerstellentyp ein plattiges Abbrechen verziegelter Sedimentbereiche statt.

Feuerstelle	offen		umbaut	
	Kiefer	Birke	Kiefer	Birke
Holzart				
Feuer	925°C	805°C	563°C	700°C
Glut	932°C	840°C	902°C	920°C
Glutbasis	632°C	647°C	570°C	415°C
Steininnenseite			250°C	223°C
Sedimentoberfläche	220°C	158°C	155°C	150°C
Sediment in 3 cm Tiefe	122°C	132°C	186°C	178°C
Sediment in 10 cm Tiefe	97°C	109°C	125°C	100°C
Verziegelungstiefe	2cm	2cm	3cm	3cm

Tab. 1 Temperatur und Verziegelung.

Betrachtet man die generellen Erhaltungsbedingungen der behandelten Feuerstellentypen, so ergeben sich auch hier deutliche Unterschiede:

Offene Feuerstrukturen sind einer schnellen Erosion und Verlagerung der Brennrückstände ausgesetzt. Dennoch können sich verziegelte Sedimentbereiche sowie im Sediment haftende Holzkohlereste über einen längeren Zeitraum erhalten. Steinumsetzte Feuerstellen halten nicht nur Brennrückstände zurück, sondern liefern auch durch eine Farbveränderung der Steine selbst einen deutlichen Hinweis auf die Feuertätigkeit (RICHTER 1995).

## Interpretation

Aus den im Experiment gewonnenen Erkenntnissen ergeben sich Möglichkeiten der Interpretation archäologisch dokumentierter Befunde:

Holzkohleanreicherungen und rot verfärbte Sedimentbereiche lassen sich nicht zwingend als insitu-Befunde einer Herdstelle interpretieren, da vor allem bei offenen Feuerstellen mit einer Verlagerung dieser Materialien zu rechnen ist. Selbst größere kantenscharfe Holzkohlestücke können über mehrere Meter transportiert worden sein, Kantenverrundung dagegen ist nicht unbedingt ein Indiz für eine Verlagerung. Allgemein dürfte die Verziegelungstiefe stark von der Beschaffenheit des Lösses abhängig sein, wie Vergleichsuntersuchungen an der jungpaläolithischen Station Stratzing (Niederösterreich) gezeigt haben. Die Speicherwirkung einer Steinumbauung kann sich hierbei auf die Mächtigkeit der Verziegelung auswirken. Die Erhaltung verziegelter Sedimentbereiche ist abhängig von den Witterungseinflüssen vor und während ihrer Sedimentation. Starker Regen führt vor allem im Bereich der Verziegelungen zu verstärkter Erosion gebrannten Lösses. Gebrannte Lössfragmente in

paläolithischem Fundmaterial müssen daher nicht zwingend auf eine gezielte Keramikproduktion hinweisen, wie sie für die benachbarte Gravettienstation Krems-Wachtberg (Niederösterreich) nachgewiesen ist (EINWÖGERER 2000), sondern können auch als natürliches Erosionsprodukt einer Feuerstruktur entstehen.

## Literatur

- EINWÖGERER, Th. 2000: Die jungpaläolithische Station auf dem Wachtberg in Krems, NÖ. Mitteilungen der Prähistorischen Kommission 34. Wien 2000.
- EINWÖGERER, Th., SIMON, U., EINWÖGERER, Chr. 2003: Experimente zur Genese paläolithischer Feuerstellen auf Lösssedimenten. Archäologie Österreichs 14, 2, 2003, 22-26.
- HAHN, J., LAUXMANN, C., SCHEER, A., SIMON, U. 1995: Der Spitze Stein – Eine experimentelle Fundstelle. In: Scheer, A. (Hrsg.), Eiszeitwerkstatt. Experimentelle Archäologie. Museumsheft 2, Urgeschichtliches Museum Blaubeuren. Blaubeuren 1995, 100-113.
- NEUGEBAUER-MARESC, Chr. 2001: Wege zur Eiszeit. Ein neues Projekt zur Altsteinzeitforschung der Prähistorischen Kommission der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Anzeiger der philosophisch-historischen Klasse 135, 2000, 31-46.
- NEUGEBAUER-MARESC, Chr., EINWÖGERER, Th. 2002: Krems. Fundberichte aus Österreich 40, 2001, 20-21.
- NEUGEBAUER-MARESC, Chr., EINWÖGERER, Th. 2003: Krems. Fundberichte aus Österreich 41, 2002, 22-23.
- RICHTER, D. 1995: Brennversuche zur Überprüfung der makroskopischen Bestimmung von Hitzeeinwirkung auf Gerölle. In: Scheer, A. (Hrsg.), Eiszeitwerkstatt. Experimentelle Archäologie. Museumsheft 2, Urgeschichtliches Museum Blaubeuren. Blaubeuren 1995, 85-99.

Abbildungsnachweis:

Abb. 1-5 Foto: Österreichische Akademie der Wissenschaften - Prähistorische Kommission  
Abb. 6-7 Zeichnung: Chr. Einwögerer

## Anschriften der Verfasser

Mag. Thomas Einwögerer  
Österreichische Akademie der Wissen-  
schaften  
Prähistorische Kommission  
Fleischmarkt 22  
1010 Wien  
AUSTRIA  
[thomas.einwögerer@tele2.at](mailto:thomas.einwögerer@tele2.at)

Mag. Ulrich Simon  
Österreichische Akademie der Wissen-  
schaften  
Prähistorische Kommission  
Fleischmarkt 22  
1010 Wien  
AUSTRIA  
[ulrich.simon@oeaw.ac.at](mailto:ulrich.simon@oeaw.ac.at)

# Ein Grasdach über dem Kopf: Experimente zu jungpaläolithischen Winterbehausungen

Thomas Einwögerer, Marc Händel

## Einleitung

Behausungen sind zentrale Bestandteile in der Kulturentwicklung des Menschen. Nur durch ein schützendes Dach über dem Kopf war es möglich, Landstriche mit extremen Klimabedingungen zu besiedeln. Vor 25 000 bis 27 000 Jahren waren die Landschaften des mittleren Donauraums überwiegend von Tundra bedeckt. Sie wurden von Jägern und Sammlern durchstreift, deren Kultur aufgrund einiger Besonderheiten als Pavlovien bezeichnet wird. Die verschiedenen Fundorte dieser Epoche zeichnen sich nicht nur durch reiche Funde aus, sondern sind auch durch Befunde gekennzeichnet, die als Reste von rundlichen Behausungen mit Durchmessern von 2-6 m interpretiert werden (SVOBODA 1991, 27. KLIMA 1995). Neben verschiedenen Feuerstellen, knochen- und steinverkeilten Pfostenlöchern sowie unterschiedlichen Grübchen und Gräben (EINWÖGERER 2000, 36 ff.) können selbst Planierungen des Geländes nachgewiesen werden. Oft zeigen sich mehrere Pfostenlöcher, die kreisförmig um eine Feuerstelle herum angeordnet sind. Ein besonders klarer Befund stammt dabei aus der dritten Siedungseinheit von Dolní Věstonice II, westlicher Hang (SVOBODA 1991, 24 ff.). Hierbei handelt es sich um die Konstruktionsspuren einer Behausung mit etwa 4,4 m Durchmesser (Abb. 1). Erhalten haben sich hier insgesamt acht Pfostengrübchen, die in zwei Kreisen um eine Feuerstelle gruppiert sind. Im Bereich des äußeren Kreises sind fünf Standspuren

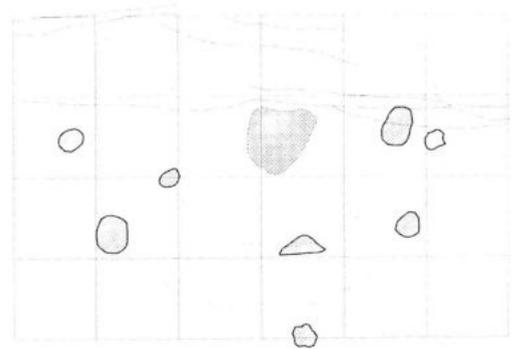


Abb. 1: Dolní Věstonice II, Western Slope, Siedlungsobjekt.

nachzuweisen, die jeweils einen mittleren Durchmesser von etwa 30 cm aufweisen und bis zu 40 cm tief sind. Alle Vertiefungen befinden sich innerhalb einer Hälfte der Behausung, die zweite Hälfte wurde durch Hangbewegungen gestört. Aufgrund der Gesamtsituation des Befundes kann man annehmen, dass es sich bei dem äußeren Kreis um ursprünglich acht gleichmäßig verteilte Hauptstangen gehandelt hat, die eine Dachkonstruktion getragen haben. Der innere Kreis könnte ursprünglich vier oder fünf Stangen umfasst haben und, eine Gleichzeitigkeit vorausgesetzt, als zusätzliche Stützkonstruktion gedient haben. Im Allgemeinen werden jungpaläolithische Behausungen als Stangenkonstruktionen mit Fell- oder Lederbedeckungen rekonstruiert (JELÍNEK 1986. SVOBODA 1991). Um jedoch eine solche Unterkunft mit einer durch die Befunde vorgegebenen Ausdehnung zu bedecken, ist eine große Anzahl von Fellen oder Häuten nötig (Abb. 2). Dies setzt einen erheblichen Arbeitsaufwand beim Transport oder der Neubeschaffung voraus. Gegen eine immer wiederkehrende Beschaffung spricht nicht nur der Zeitfaktor bei der Jagd, sondern auch das damit verbundene Risiko für die Jäger. Wenig beachtet wurde bisher, dass dem paläolithischen Menschen mit den vorhan-



Abb. 2: *Rekonstruktion einer paläolithischen Behausung bei Dolní Věstonice (Frühjahr 1999).*



Abb. 3: *Rekonstruktionen pavlovienzeitlicher Werkzeuge. Knochenschaufel und Grassichel.*

denen Ressourcen Gras und Grassoden bzw. Plaggen in der so genannten Mammutsteppe ein weitaus einfacherer und risikoloser zu beschaffender Rohstoff nahezu unbegrenzt zur Verfügung stand.

Viele der archäologischen Funde des Pavloviens deuten darauf hin, dass sehr intensiv mit den angesprochenen Rohstoffen gearbeitet wurde. Schaufel- bzw. löffelartige Geräte aus Mammutknochen sind in größeren Mengen aus den Stationen Dolní Věstonice und Pavlov sowie weiteren Fundorten bekannt (KLIMA 1997, 253 ff.). Es gibt sie in den verschiedensten Ausführungen. Die größten erreichen dabei Längen bis über 50 cm. Interpretiert werden sie oft als Löffel, Schaufeln aber auch als Keulen für die Jagd (KLIMA 1997, 234). Versuche mit nachgebauten Knochenschaufeln (Abb. 3) haben gezeigt, dass sich diese hervorragend zum Ausheben der Pfostenlöcher, aber auch zum Abstechen von Grassoden oder Plaggen eignen.

Die im Pavloviens besonders auffälligen Sägen können, zu Kompositgeräten zusammengestellt, äußerst gut zum Ernten von langen Gräsern verwendet werden. Ihre gezackten Schneiden rupfen harte Grasstängel sehr viel besser ab, als glatte Schneidekanten. Experimente mit solchen „Grassicheln“ haben gezeigt, dass damit innerhalb kürzester Zeit größere Mengen harter Gräser, die zum Überdecken von Hütten geeignet sind, geschnitten werden können (Abb. 3).

Ausgehend von diesen Überlegungen war es daher naheliegend, den Versuch zu unternehmen, Winterbehausungen mit einem Grasdach zu rekonstruieren (Abb. 4). Die verschiedenen Grabungsbefunde von Hütten des Pavloviens aber auch anderer jungpaläolithischer Fundorte dienten dabei als Grundlage. Ethnographische Vergleiche halfen bei der Planung technischer Details. Durchgeführt wurde das Experiment im Rahmen eines Workshops unter Mithilfe der Schulklasse 4b und deren Lehrern des BRG und BORG St. Pölten (Realgymnasium, 8. Schuljahr) im Freilichtteil des Niederösterreichischen Landesmuseums für Urgeschichte in Asparn an der Zaya am 23. und 24. Juni 2003.

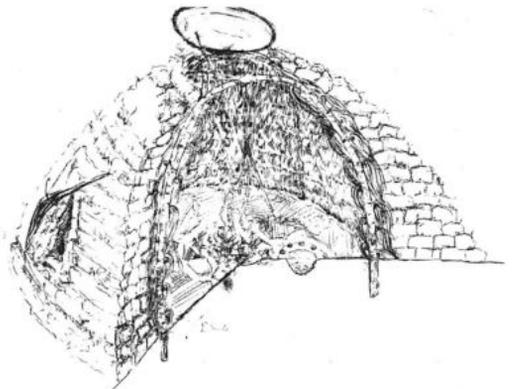


Abb. 4: *Zeichnung der vorliegenden Hüttenrekonstruktion.*



Abb. 5: Aufgerichtete Hauptstangen.

## Rekonstruktion

Basierend auf Grabungsbefunden sind sowohl für den Durchmesser als auch für die Höhe der Hütte 3,5 m festgelegt worden. Der Standplatz wurde von Bewuchs befreit und planiert.

Als Baumaterial für das kuppelförmige Grundgerüst dienten frisch geschlagene, entästete Birkenstämme. Verwendet wurden acht Hauptstangen mit einem Basisdurchmesser von 8-10 cm, die auf 6 m abgelängt und im unteren Teil zum Schutz vor Verrottung bis in etwa 1 m Höhe entrindet und im Feuer angekohlt worden sind. Die Stangen wurden in etwa 30-40 cm tiefen Pfostengruben verankert, die in regelmäßigen Abständen ausgehoben worden waren (Abb. 5). Die aufragenden Stämme wurden kuppelförmig gebogen und durch das Einflechten von dünneren Stangen miteinander verbunden. Als Flechtwerk für



Abb. 6: Kuppelförmiges Grundgerüst.

die Wände dienten 40 Birkenstämme mit einem Basisdurchmesser von 4-6 cm, sowie die zuvor abgetrennten Äste (Abb. 6). Um den Innenraum gegen hineinsickerndes Wasser abzudichten und ein Durchrieseln von Erde aus den Grassoden zu verhindern, wurden die eingeflochtenen Birkenhölzer überlappend mit etwa 70 cm langem Schnittgras dicht behängt. Ungefähr 150 m vom Bauplatz entfernt sind schließlich die Grassoden gestochen worden, die nach ihrem Transport zur Hütte sorgfältig geschichtet wurden. Die Kuppelwände sind an der Basis 40-50 cm breit und verzüngen sich nach oben stetig (Abb. 7).

Als Eingangskonstruktion dienten einfache, in die untersten Reihen der Grassoden gerammte Birkenstämme, die sich am oberen Ende gegenseitig abstützen. Am Scheitel der Hütte wurde ein Loch für einen Rauchabzug freigelassen (Abb. 8).



Abb. 7: Aufschichten der Grassoden.



Abb. 8: Fertig gestellte Hütte am 24.06.2003.



Abb. 9: Ausgebesserte Hütte am 01.07.2003.



Abb. 10: Eingestürzte Hütte am 05.08.2003.

## Probleme

Der Standplatz für die Hütte wurde uns vom Museum vorgegeben und lag leider nicht auf gewachsenem Boden, sondern auf schuttverfülltem Grund. Dies führte dazu, dass sich die Hauptstangen in ihren Pfostengruben unter dem großen Gewicht der Grassoden bewegen konnten und schließlich nachgaben. Dadurch verschob sich der Eingangsbereich und der hintere Teil der Hütte sackte ein.

Diese Beschädigung konnte eine Woche später in achtstündiger Arbeit ausgebessert werden. Dabei wurde der betroffene Bereich abgedeckt, ausgerichtet und neu gedeckt (Abb. 9). Außerdem ist die Basis der Hüttenwände auf 70-80 cm verbreitert worden, indem zusätzliche Grassoden geschichtet wurden, um weiteren Drehbewegungen der Hütte entgegenzuwirken.

Leider ist es nicht gelungen, die Hauptstangen im Boden zu stabilisieren, so dass die Nordseite der Hütte nach 42 Tagen einstürzte (Abb. 10).

## Schlussfolgerungen

Auch wenn das Experiment letztlich missglückte, besteht deshalb keine Notwendigkeit, das Konzept einer pavlovienzeitlichen Winterbehausung mit Grassodendach zu verwerfen. Die wesentlichen Schwachstel-

len der vorliegenden Rekonstruktion liegen klar auf der Hand und lassen sich bei erneuten Versuchen vermeiden:

Für den Standort ist ein verfüllter Boden nicht geeignet. In gewachsenem Boden hätten die Pfostengruben dem Druck der Hauptstangen standhalten können. Außerdem können die frisch geschlagenen Hauptstangen für das Grundgerüst einen wesentlich größeren Durchmesser haben, da sie erstaunlich leicht zu biegen sind.

Es muss auch berücksichtigt werden, dass die Winter im Pavlovien kalt genug waren, um zumindest die äußere Schicht der Grassoden dauerhaft gefrieren zu lassen. Dies stabilisiert die Hütte, und führt durch die mit der Kälte verbundene Dehydrierung zu einer Verringerung des Gewichtes der Dachkuppel, was ihre Lebensdauer nicht unerheblich verlängern dürfte.

Im Experiment verwendetes Material:

- acht Birkenstangen (Basisdurchmesser 8-10 cm),
- 40 Birkenstangen (Basisdurchmesser 6-8 cm),
- abgetrennte Seitenäste,
- 100 m<sup>2</sup> ca. 70 cm hohes maschinell geschnittenes Gras,
- insgesamt ca. 250 qm Grassoden.

Im Experiment verwendetes Werkzeug:

- Spaten,
- Schaufeln,
- Erdbohrer,
- Mähbalken.

Im Experiment benötigte Arbeitszeit:

- 1,5 Arbeitstage für die Errichtung mit 34 Jugendlichen und fünf Erwachsenen,
- 1 Arbeitstag für die Reparatur mit sechs Erwachsenen,

mit modernem Werkzeug, aber ohne Erfahrungswerte für den Bau, und langem Transportweg für die Grassoden.

Paläolithisches Werkzeug, das für die anfallenden Arbeiten verwendet werden kann:

- Bäume schlagen und Entästen: grobe Abschlüge, Geröllgeräte,
- Stämme entrinden: Klingen und Abschlüge, Geweihhacken,
- Grasschneiden: Kompositgeräte mit geschäfteten Rückenmessern,
- Graben der Pfostenlöcher: Knochengeräte, Grabstöcke aus Hartholz,
- Abstechen der Grassoden: Knochen- und Geweihgeräte,
- Transport der Grassoden: Tragen, Bahren, Kraxen aus Holz und Häuten, oder bei kurzen Wegen von Hand aus, durch „weiterreichen“.

## Literatur

- EINWÖGERER, Th. 2000: Die jungpaläolithische Station auf dem Wachtberg in Krems. NÖ, MPK 34. Wien 2000.
- JELÍNEK, J. 1986: Das Dach über dem Kopf. Die Anfänge der menschlichen Architektur. Brno 1986.
- SVOBODA, J. 1991: Dolní Věstonice II – Western Slope. ERAUL 54, 1991.

- KLÍMA, B. 1963: Dolní Věstonice. Praha 1963.
- KLÍMA, B. 1995: Dolní Věstonice II. ERAUL 73, 65, 1995.
- KLÍMA, B. 1997: Pavlov I Northwest, In: Svoboda, J. (Hrsg.), Dolní Věstonice Studies 4. Brno 1997.

Abbildungsnachweis:

Abb.1: Umzeichnung nach Svoboda 1991. Abb. 2 u. 3; 9: Foto: Th. Einwögerer. Abb. 4: Zeichnung: M. Weinhofer. Abb. 5-7: Foto: Schüler BRG u. BORG, St. Pölten, 4b. Abb. 8: Foto: M. Händel. Abb.10: Foto H. Windl.

## Anschriften der Verfasser

Mag. Thomas Einwögerer  
Mitterkilling 4  
3141 Kapelln  
AUSTRIA

e-mail: thomas.einwoegerer@tele2.at

Dipl.-Ing. Marc Händel  
Im Rundling 8  
29485 Großwitzerze  
e-mail: marc.haendel@gmx.de

Österreichische Akademie der Wissenschaften  
Prähistorische Kommission  
Fleischmarkt 22  
1010 Wien  
AUSTRIA



# Early Lime Plaster Technology in the Near East: experimental work at the Lemba Experimental Village, Cyprus

Gordon D. Thomas

## The Lemba Experimental Village: Introduction

The Lemba Experimental Village is part of the Lemba Archaeological Project (hereafter referred to as the LAP) which has been carrying out research in the south west of Cyprus for over twenty-five years (Fig. 1). It is a project hosted by the University of Edinburgh, Scotland and has been investigating the early prehistory of that part of the island for over thirty years (PELTENBURG 1982). This has been achieved through a combination of excavation, survey, the specialist studies of artefacts and ecofacts and also, experimental archaeology. The LAP has been investigating the archaeology of the early settlement of Cyprus during the tenth millennium BC and the succeeding Neolithic and Chalcolithic pe-



Fig. 2: View of the Lemba Experimental Village from the south showing the main experimental structures.

riods. To date, three main sites have been excavated at Lemba, (PELTENBURG 1985) Kissonerga (PELTENBURG 1998) and Mylouthkia (PELTENBURG 2003) from which substantial remains of the Chalcolithic period have been uncovered and which also have evidence of earlier occupations. These are settled, farming, village communities with a strong architectural tradition. They date to between 3800-2000 BC and are the main focus of the programme of experimental archaeology which was initiated at Lemba in 1989 (THOMAS 1989; 1999; 2000). In particular, the programme of experimental archaeology has been involved with the study of the early architecture of the period (Fig. 2) which is characterised by circular, freestanding buildings with either mud or stone and mud-mortared walls and a flat earth roof (THOMAS 1998). Considerable evidence about the structure of these buildings was forthcoming in the form of the foundations and layout of the internal space, the disposition of burnt roofing timbers and postholes on the floor and the preserved elements of mud from the roof lying throughout the destruction debris of the buildings. From the middle phases of the Chalcolithic we also have the remains of floors, wall surfaces and hearths made out of hard, good quality lime plaster.

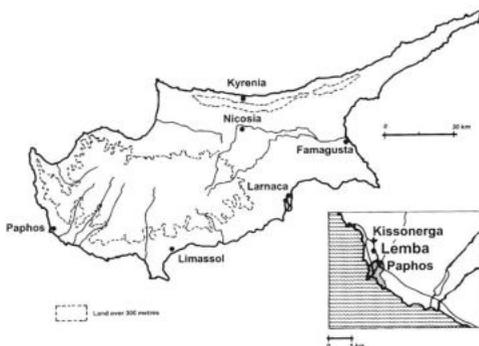


Fig. 1: Map showing the location of the Lemba Experimental Village in Cyprus.



*Fig. 3: View of an experiment in progress into site formation processes. In this case a building which has been burned down is being excavated. The building has been cut in half and some of the materials recovered from it can be seen in the area around the excavation.*

There are two main themes to the programme of experimental archaeology. The first of these is the study of prehistoric building methods and the types of materials that were being used in prehistory (THOMAS 1999; 2000). The experimental replication of five structures has been carried out using the methods and materials which are typical of the three main archaeological phases of the Chalcolithic. In particular, the experiments have examined the different types of walling ranging from solid mud to stone, the different types of foundations used, roofing designs, hearths and, plaster finishes on walls and floors. The second main theme of the experimental work is the study of archaeological site formation processes. To this end, three further buildings have been constructed which are being used to study the effects of the construction, decay and collapse of buildings on the formation of archaeological sites (Fig. 3). So far, one building has been burnt down and another allowed to collapse. In both cases the buildings have been excavated in order to determine the nature of the archaeological deposits which result from such events. Then this information can be used as comparative material for the future excavation of other archaeological sites.

Further material was also acquired through the excavation of buildings from a traditional village abandoned in the 1960s. These excavations give a slightly greater time-depth aspect to the study. With these buildings it has been possible to relate the archaeological deposits building up around the houses with observed processes of decay and collapse.

This is the background to the experimental work at Lemba. As mentioned earlier, I would like to look at one particular aspect of that work with respect to the use of building materials in prehistory and that is lime plaster making.

#### Lime Plaster Technology: the process

Lime plasters are made from limestone and are structured in the same way as their parent material with the same strengths and weaknesses. A good plaster will, chemically and in its crystalline composition, be indistinguishable from the parent material and may only be identifiable as an artificial product by its context and the complete lack of any micro-fossils. In practice, however, it is rare to find a completely pure plaster as it is frequently mixed with marly clays and aggregate formed from the partially calcined, broken fragments of limestone. The process of making these plasters requires an advanced knowledge of how materials can be altered through industrial activity in a way which cannot be deduced from purely natural phenomena. Its appearance by 12 500 BC in the Near East is a remarkable achievement.

The production of lime plaster requires a very specific and controlled cycle of activity. Pure limestone is the preferred base material although experiments have demonstrated that derived limestone deposits, such as kafkalla, are equally suitable. Limestone, which is almost pure calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ), is first burnt in a kiln with temperatures sufficiently high (800-900 °C)

to drive off all the carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ) leaving only calcium oxide ( $\text{CaO}$ ) or quicklime as it is more commonly known. The calcination process must be maintained for several hours at this temperature in order to be successful. The quicklime is slaked in water ( $\text{H}_2\text{O}$ ) over several days or weeks to allow carbonation to take place producing calcium hydroxide ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) or slaked lime. This is a reactive and, potentially, explosive process in which a chemical bond takes place releasing heat and creating a new stage in the material. It is in an inherently unstable state and must be kept under water protected from carbon dioxide in order to allow complete carbonation to take place. The slaked lime paste can be stored in this manner for some considerable period of time before use. At the end of this process the slaked lime is in the form of a paste which can be mixed with an aggregate and spread or applied like a plaster or cement. The exposure of the slaked lime paste to the air allows contact with carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ), the element removed during the initial burning process, which is then recombined with the calcium hydroxide ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) to form calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ). At this stage the water is expelled from the matrix during the chemical reaction leaving only the calcium carbonate (ASHURST 1988, 1-4). It has now returned to its original form but has, in the interim, been exploited and reshaped into a man-made artefact. Pure lime plaster, however, is still quite porous and does not have any great strength. The addition of an aggregate material to the slaked lime paste serves to increase the bulk of the matrix and to stabilise it into a more uniformly coherent mass. There is no shrinking of the material during the final carbonation or setting of the plaster as it achieves hardness through chemical carbonation with the air and not through drying out as is the case with clays. When applied to walls and floors, therefore, it forms a very strong and durable surface. Smoothing out or floating of the

plaster serves to raise the finer and purest elements to the surface where it can form a very smooth, polished, insoluble finish. The coarser aggregate elements are concealed beneath this surface and, in section, there is an obvious gradation of the elements from coarse aggregates bonded with lime mortar through to a fine surface layer of pure lime plaster. Under microscopic examination the distinctive microstructure of lime plaster consisting of microscopic spherical particles can be seen (KINGERY et al. 1988, 221). This is clearly different from the parent material and is one of the characteristic features of lime plaster. On a macroscopic scale, then, the absence of clay laminations, the hardness of the material, the density and whiteness of the matrix and the almost complete absence of any organic material or other identifying features such as micro-fossils are all characteristic features of lime plasters and can be used in their identification.

#### Lime Plaster Technology: the debate

Much of the original identification of the early lime plasters in the Near East was carried out by the team of Gourdin, Kingery, Vandiver and Prickett in the early seventies and eighties (GOURDIN, KINGERY 1975. KINGERY et al. 1988). In their two important and groundbreaking articles the team alerted us to this early use of a complex pyrotechnic process. This was later picked up by a team excavating the important aceramic Neolithic site at 'Ain Ghazal in Jordan where evidence of major changes were detected between the Pre-Pottery Neolithic A period and the Pre-Pottery Neolithic B period (hereafter referred to as PPNA and PPNB) in the Levant (ROLLEFSON et al. 1992, 469). Many major sites, including Jericho and Beidha were also abandoned between these two periods and the prevailing assumption was that environmental change had brought about the devastating col-

lapse of Neolithic society. ROLLEFSON et al. (1992), however, rejected this assumption observing that changes were not universal, which would have been the case were it a natural event, but were culturally induced. Their conclusions have sparked a debate about the nature of this technology and about its impact on the development of the Neolithic in the Levant.

They make several assumptions and claims about the role of plaster technology and its importance in bringing about change in Neolithic PPN society. Firstly, the purity of the lime plaster samples was assumed. It was claimed that the process of making the plaster would consume huge amounts of fuel in the form of timber to keep the kilns burning for several days at temperatures of around 900° C. This would also require large amounts of manpower.

The lime plaster industry is thought to have emerged as a complex industry during the Natufian phase in the Levant with evidence of lime plaster kilns coming from the site of Hayonim Cave dated to c10 400-10 000 BC (KINGERY et al. 1988, 223). There is some evidence that it was known by at least the epi-palaeolithic Geometric Kebaran (c12 000 BC) although it had limited application and was only widely used later on in the Neolithic. ROLLEFSON et al. (1992) observe that by the PPNB phase in the southern Levant the use of lime plaster for various architectural features, particularly floors, "... was a virtual dictum ... and this entailed a colossal drain on local stands of trees for fuel." (1992, 468). They see a link between the requirements of lime plaster production and animal husbandry as being key elements in the dramatic changes which were affecting society and the environment during the PPNB- Yarmukian sequence at 'Ain Ghazal. They argue that deforestation to produce fuel for lime plaster production made more land available for grazing goats which kept the fragile soils exposed to constant erosion and degraded the

landscape to such an extent that agricultural potential was diminished and patterns of settlement collapsed. The increasing scarcity of fuel and timber dictated the abandoning of lime plaster production and initiated changes in settlement and building types. As evidence for this they cite the increasing reduction in building timber post size between the PPNB and the PPNC from on average 50.0-60.0 cm to an average of 15.0-20.0 cm. A corresponding reduction in room size is also explained by the lack of suitable long timbers to span the greater widths of the earlier period buildings. Floors were also made from a mixture of mud and crushed chalk or small quantities of lime. Estimates of the amount of lime plaster in use during the Neolithic of the Levant are indeed impressive. RONEN et al. (1991) have analysed floors from the Neolithic village of Yiftahel in the southern Levant and estimate that quantities of 1.6 tons for a thin plaster floor and up to 7 or 8 tons for a thick floor are not uncommon. They describe floors with a layered structure and a high density finishing or surface layer which has been compacted and smoothed with a float. Chemical and X-ray analysis of numerous plasters by KINGERY et al. (1988) indicate that this tradition extended from the Southern Levant up to South Anatolia during the Neolithic. They also assert that the firing of limestone to make quicklime requires heating at high temperatures of 800-900° C for several days with the consumption of 2-4 tons of fuel for every ton of quicklime produced. If this is the case then clearly vast amounts of timber would be required and the picture of massive deforestation proposed by ROLLEFSON et al. (1992) could well have been true. It is, however, based on a misunderstanding of the nature of prehistoric plasters.

Their conclusions were that the industry which produced these massive lime plaster floors led to large scale deforestation and ultimately to environmental degradation which was one of the key factors in the ap-

parent collapse of late Neolithic society in the Levant. KINGERY et al. (1988, 241) also speculated that the existence of such an industry might have led to craft specialisation or the formation of elite groups of people whose sole function was producing lime plaster. This was said to be due to the complex and specialist nature of the process. Craft specialisation is considered to be one of the key developments in the emergence of urban civilisation in the Near East and so its roots are of particular significance.

There is now growing evidence from excavations at the site of Tatlisu-Akanthou in Cyprus that the lime plaster industry appeared very early on in the prehistory of the island during the first stages of the aceramic Neolithic period probably in the 9<sup>th</sup> millennium BC (ŞEVKETOĞLU 2000). If these dates are confirmed then Cyprus is clearly in the forefront of the adoption and development of the lime plaster technology in the Near East. However, it is curious that this technology virtually vanishes from the archaeological record and did not reappear in Cyprus until so late in the prehistoric sequence many thousands of years after it had reached its floruit in the Levant. There may be cause to suggest that it re-emerged in the Middle Chalcolithic period in Cyprus as a result of internal cultural developments but this would surely be ignoring the clear contacts which existed between the Ghas-sulian/Beersheva complex in the Levant around 3500 BC and the Early Chalcolithic sites of the island. That it was involved with a specialised building type is significant and there is always the danger that similar buildings also existed in earlier Chalcolithic periods but have not yet been located. However, on present evidence, the technology does appear to re-emerge only in the middle of the Chalcolithic sequence and it may well be that it is somehow tied in to the development of the Kissonerga great roundhouse buildings sequence. Certainly groups of cultural traits can be transmitted between cultures as part of a com-

plex of related beliefs, behaviour and artefacts (THOMAS 2004). It may be tempting to see this happening during the Middle Chalcolithic period with the Kissonerga Great Roundhouse and its associated features reflecting such an occurrence. Whatever the nature of that link may be, though, can only be a matter of speculation and it may be prudent to await the uncovering of further evidence before such speculations are voiced. It is clear the lime plaster industry was an important cultural element in the early and later prehistory of Cyprus. Its importance for the early prehistory of the Near East in general has already been indicated. Therefore, experiments at Lemba with the production of lime plaster floors and wall finishes have provided an insight into some aspects of the technology which has relevance to considerations outwith Cyprus.

Microscopic analysis of lime plasters from sites in the Levant by GOREN, GOLDBERG (1991) has revealed that previous analysis based only on chemical identifications can be misleading by failing to distinguish between limestone and lime plaster both of which appear as  $\text{CaCO}_3$ . It is the appearance of the crystals and the presence of microfossils under the microscope which can determine the composition of the plaster and the extent of the use of true burnt lime. In many cases they were able to determine that burnt lime formed a much smaller percentage of the total bulk of the plasters than was thought to be the case with 30 % being a more realistic figure for most samples. They also suggest that firing temperatures for the production of lime were never as high or as prolonged as has been claimed. This alters considerably our perception of the picture of the Neolithic catastrophe painted by ROLLEFSON et al. (1992) and has significant implications for our interpretation of conditions in prehistory. The role of lime production in the process of deforestation and the view that such a complicated technology must imply craft specialisation are both called into question.



*Fig. 4: A lime burning kiln at Lemba in the process of firing. The kiln is 1.0 m in diameter.*

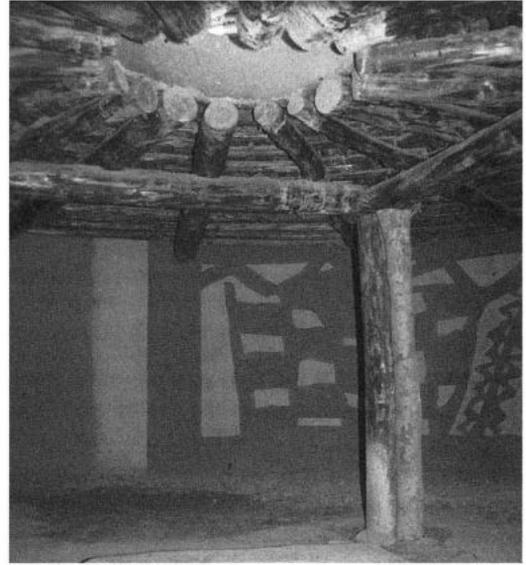
### Lime Plaster Technology: the experiments at Lemba

The experiments with lime plaster making which were carried out at Lemba were done in order to test some interesting aspects of early lime plaster production. In particular, analysis has shown that the lime plaster used in Chalcolithic Cyprus was not pure and contained large amounts of uncalcined material. Some of the observations and claims made by GOURDIN et al. (1975) for the earlier lime plaster industries of the Levant were kept in mind.

The experiments, therefore, were designed to test four main questions:

1. To see if the high temperatures and firing times are, indeed, essential.
2. To see if the amounts of material and fuel needed are as high as proposed.
3. To determine the amount of labour and the level of skills needed in the production of lime plaster.
4. To test the necessary level of purity needed to produce the floors and wall plaster observed on site.

In order to replicate the kind of conditions that would have prevailed in prehistory, the material used in the production of the lime plaster was acquired locally from adjacent outcrops of calcareous rich stone and from locally gathered timber. The material was fired in pit kilns similar to the types of pits found all over Chalcolithic sites.



*Fig. 5: The interior of one of the larger experimental structures at Lemba showing a floor, hearth and wall surface made from lime plaster. The walls have been painted with red ochre with decorations taken from Chalcolithic pottery.*

The kilns were fired over several hours during which time temperatures of 800-900° C were recorded at the centres of the kilns only. The kilns were allowed to burn and cool down over 24 hours (Fig. 4). Upon opening the kilns it was clear that the stones at the centre of the kiln had calcined while the stones along the edges had only burned. After slaking the calcined stone in water over several weeks a lime putty was successfully produced.

To test the use of the plaster it was decided to create lime plaster floors, a hearth and wall surfaces similar to those found on excavated sites of the Middle Chalcolithic period. The largest of the replica structures built at Lemba, Roundhouse 1, was initially built using materials and techniques apparent in the Middle Chalcolithic period so it was selected as the structure into which the plaster experiments would be inserted (Fig. 5). The lime putty was made into a mortar using the pulverised and broken stone from the kiln firings which had not

completely calcined. The mortar was, therefore, a mixture of lime putty and semi-calcined or unburnt stone. A large solid plaster floor with radial plaster ridges and a central square platform hearth were all built using the experimental plaster and following building methods identified in excavation. The interior walls of the building were also rendered with a lime plaster and painted using red ochre in a pattern similar to one found on a Chalcolithic ceramic building model. Plaster features were also inserted into Roundhouse 2 in a fashion similar to that from the Late Chalcolithic period. Analysis of the plaster used to create the features in both of houses revealed a signature similar to that from the prehistoric plasters. This indicates that the methods of the experimental manufacture of the plaster and the techniques used to create the features were similar to those used in prehistory. From these experiments a clearer view of prehistoric lime plaster technologies could be reached:

1. Large amounts of finished lime plaster could be created using low level techniques.
2. Relatively small amounts of pure lime putty were used.
3. Kiln temperatures did reach 900°C but only at the core and only for a few hours.
4. Relatively small amounts of fuel were used. The amount of fuel needed to produce this floor and hearth, for example, was the equivalent of a small tree.

Returning to the papers by GOURDIN, KINGERY (1975), KINGERY et al. (1988) and ROLEFSON et al. (1992) several observations can now be made. Their assumptions about the production of lime plaster can be shown to be incorrect or based on assumptions which exaggerate the demands and resource needs of such a technology. It was not labour intensive; it did not consume large amounts of fuel and stone; and it was not time consuming. The basic premises about this part of their arguments, therefore, fail.

Quality plaster floors and architectural features could be produced using low level technology and skills that were available within prehistoric society. Lime plaster technology did not necessarily result in massive deforestation and environmental degradation and, therefore, was not instrumental in the changes that happened within early Neolithic society in the Levant between the PPNA and the PPNB. The reasons for the environmental changes that took place must be sought elsewhere.

The contribution of experimental archaeology can go some way towards resolving this conflict. With the creation of a massive plaster floor and mural in RH1 at the LEV some expertise with the low level production of lime plaster was gained and a knowledge of effective quantities and methods of production was developed. It has been shown how a very solid and authentic floor can be created using large amounts of crushed limestone and cobbles for the foundation and by reducing the lime content of the plaster paste by up to 50 % through the addition of ground kafkalla without reducing the effectiveness of the final product. Indeed, the creation of a floor foundation and plaster in this manner produces a more durable surface than would be the case if a very pure lime plaster was used. This would not have the stability afforded by the addition of an inert filler nor the strength provided by the cobble and grit foundation. The massive lime plaster floors at Kissonerga and Lemba do appear to have been constructed in this manner with a stone base set in a matrix of low density lime plaster which grades to a higher density nearer the surface indicating working of the material while still damp to bring the finer elements to the surface. An analysis of one sample kindly provided by Dr. Yuval Goren (in THOMAS in prep.) also indicates large amounts of uncalcined lime within the paste as well as the addition of an inert material such as powdered limestone or kafkalla. This he explains as a de-

liberate addition or as a result of incomplete calcination of the limestone during the firing process. Certainly our experiments with kiln firing bear this out quite well where suitable temperatures were only maintained for very short periods of a couple of hours and in which most of the fired material had to be pulverised together before slaking resulting in the inclusion of uncalcined powder in the quicklime. By mixing this with 50% powdered kafkalla the total lime content was further reduced and was probably much nearer 30% by the time it was laid as a floor. The quantities of fuel used were also roughly equal to the amounts of stone being burned rather than the 2-4 times greater suggested by ROLLEFSON et al. (1992) and KINGERY et al. (1988). Therefore, by decreasing the amount of fuel used through shorter firing times and by reducing the total amount of lime paste in the plaster, a large floor and other fixtures with an estimated volume of 1500 litres (c 12 000 kg) was created using only 408 litres (c 3264 kg) of lime paste and the equivalent in fuel of one small tree. It was also carried out easily by two persons with no experience in this technology but with some knowledge of modern plastering methods.

## Conclusions

Such experiments hardly give confidence in the claims of massive deforestation as a result of lime plaster production or in the underlying assumption of craft specialisation being made by KINGERY et al. (1988) and ROLLEFSON et al. (1992). Clearly, these massive floors and plaster fixtures were important features in prehistoric architecture in both the Levant and Cyprus but they were, by their nature, long-lived elements of these buildings and would only have been made from time to time. The demands on local stands of timber would have been negligible and could realistically have been achieved through scavenging

and through the daily channels of fuel procurement. In the area around Lemba it is possible to collect branches and discarded timber from mature groves and stands of trees. The situation in prehistory would have been equally straightforward where, despite greater demands on timber for fuel supplies, the lower densities of settlement would have ensured larger stands of natural forest cover within walking distance of the site. The rate of replacement of buildings in prehistory and the frequency with which new ones were constructed cannot accurately be gauged. However, it is known that buildings such as the ones found in Cyprus and across the Levant can have a very long lifespan of hundreds of years with careful maintenance. Even with replacement on a 20-30 year cycle and the addition of several new structures to the site on an annual basis, the construction process did not place great demands on society. In any society the construction of a building on the scale of some of the buildings discovered at Kissonerga (PELTENBURG 1998) was a major undertaking but, as experience with experimental reconstruction has shown, this could be achieved gradually over a period years. Such a low level demand for house construction would also lead to an equally low level of demand for plaster production. This is not a situation which would argue well for craft specialisation in which demand must be high in order to justify the concentration of a few individuals in one area of production alone. Admittedly, specialisation can exist on a more periodic basis with certain individuals being responsible for certain tasks within a society over and above their more routine involvement in daily activities. However, Rollefson's argument that wealth and labour within society were organised to support specialist craftsmen cannot be sustained on the basis of the lime plaster industry alone. By investigating the realities of lime plaster production through experimental archaeology at the LEV and with the help of the

analysis of prehistoric plasters by GOREN et al. (1991) the role of the lime plaster industry as the mechanism of deforestation, environmental degradation and agricultural change as well as its place in society as a focus for craft specialisation is called into question. The links between these aspects of prehistoric society in the Levant must now be set aside and a new framework proposed. It is tempting to see craft specialisation appearing during the early Neolithic with the benefit of hindsight from later periods. However, other modes of production within society must be investigated. The whole question of environmental change is also a highly complex and contentious issue which cannot be assigned to any one cause whether it is culturally induced or natural. A variety of contributory factors and resource-use patterns or strategies should be considered to give a more balanced and useful picture. This can only be done within the context of long-term and broadly based projects of fieldwork and research in the Near East.

## Summary

Experimental work replicating the manufacture of prehistoric lime plaster floors at the Lemba Experimental Village in Cyprus has shed new light on the impact that this technology may have had on changes during the early prehistoric PPNA to the PPNB transition across the Levant. Theories that the amount of timber, stone and manpower needed to sustain such an industry led to environmental degradation and the collapse of Neolithic society are called into question on the basis of the experimental results. The question of the emergence of craft specialisation as a result of the complexity of the industry is also discussed.

## Zusammenfassung

Wiederholt ausgeführte archäologische Experimente gaben Aufschluss über die Herstellung prähistorischer Kalkstein-Pflasterungen auf Fußböden. Ausgangspunkt der Untersuchungen war das „Lemba Experimental Village“ auf Zypern. Der kontinuierliche Einsatz der Experimente demonstrierte die Auswirkungen der Entwicklung der Technik zur Herstellung von Kalksteinpflastern für das frühe präkeramische Neolithikum über den gesamten Raum der Levante.

Verschiedene Forschungstheorien beschäftigten sich in der Vergangenheit mit dem Aspekt, dass eine große Menge an Bauholz, Steine und körperlicher Leistung gebraucht werden müsste, um eine solche Industrie aufrechtzuerhalten. Der Frage, ob dies zu einer Schädigung der Umwelt führte und zum Zerfall der neolithischen Gesellschaft beigetragen hat, wurde im Experiment nachgegangen.

Die Frage, ob die Verbreitung dieses spezialisierten Handwerks als Resultat der Komplexität dieser Industrie zu werten ist, wird aktuell diskutiert.

## Bibliography

- ASHURST, J., ASHURST, N. 1988: Mortars, Plasters and Renders. Practical Building Conservation, English Heritage Technical Handbook, vol 3. Aldershot 1988.
- BANNING, E. B., BYRD, B. F. 1987: Houses and the changing residential unit: domestic architecture at PPNB 'Ain Ghazal, Jordan. Proceedings of the Prehistoric Society 53, 1987, 309-325.
- GOREN, Y., GOLDBERG, P. 1991: Petrographic thin sections and the development of neolithic plaster production in northern Israel. Journal of Field Archaeology 18, 1991, 131-138.

- GOURDIN, W. H., KINGERY, W. D. 1975: The beginnings of pyrotechnology: Neolithic and Egyptian lime plaster. *Journal of Field Archaeology* 2, 1975, 133-150.
- KINGERY, W. D., VANDIVER, P. B., PRICKETT, M. 1988: The beginnings of pyrotechnology, part II: production and use of lime and gypsum plaster in the pre-pottery Neolithic Near East. *Journal of Field Archaeology* 15, 1988, 219-240.
- PELTENBURG, E. J. 1982: Recent Developments in the Later Prehistory of Cyprus. *Studies in Mediterranean Archaeology*, Pocket-book 16. Aström, Goteborg 1982.
- PELTENBURG, E. J. (Hrsg.) 1985: Lemba Archaeological Project 1. Excavations at Lemba Lakkous 1976-1983. *Studies in Mediterranean Archaeology* 70, 1. Goteborg 1985.
- PELTENBURG, E. J. (Hrsg.) 1998: Excavations at Kissonerga Mosphilia, 1979-1992; Lemba Archaeological Project, Volume II.1A, *Studies in Mediterranean Archaeology*, vol. LXX.2, Jonsered. Sweden 1998.
- PELTENBURG, E. J. (Hrsg.) 2003: The Colonisations and Settlement of Cyprus. Investigations at Kissonerga-Mylouthkia 1976-1996. Lemba Archaeological Project Vol III.I, *Studies in Mediterranean Archaeology* vol LXX:4. Sävedalen 2003.
- ROLLEFSON, G., SIMMONS, A., KALAF, Z. 1992: Neolithic cultures at 'Ain Ghazal, Jordan. *Journal of Field Archaeology* 19, 4, 1992, 443-470.
- RONEN, A., BENTUR, A., SOROKA, I. 1991: A plastered floor from the Neolithic village, Yiftahel (Israel). *Paléorient* 17, 2, 1991, 149-155.
- ŞEVKETOĞLU, M. 2000: Archaeological Field Survey of the Neolithic and Chalcolithic Settlement Sites in Kyrenia District, North Cyprus: Systematic Surface Collection and the Interpretation of Artefact Scatters, *British Archaeological Reports International Series* 834. Oxbow, Oxford 2000.
- THOMAS, G. 1989: Prehistoric building traditions and methods. In: Peltenburg, E. J. (Hrsg.), *Early Society in Cyprus*. Edinburgh 1989, 62.
- THOMAS, G. 1998: The structural components of buildings. In: Peltenburg, E. (Hrsg.) 1998, *Excavations at Kissonerga Mosphilia, 1979-1992; Lemba Archaeological Project, Volume II.1A, Studies in Mediterranean Archaeology*, vol. LXX.2, Jonsered 1998, 54-64.
- THOMAS, G. 1999: The role of research and education in site management at the Lemba Experimental Village, Cyprus. *Conservation and Management of Archaeological Sites* Vol. 3 Numbers 1 and 2, 1999, 109-123.
- THOMAS, G. 2000: The Lemba Experimental Village, Cyprus. *Rescue of Cultural Heritage. Projects around the Mediterranean*. Schriften des Hornemann Instituts, Band 3 Vol 3. Euro-med Heritage Exhibition. Hildesheim, Hamburg 2000, 120-124.
- THOMAS, G. with P. Croft 2003: The Chalcolithic Settlements. In Peltenburg, E. J. (Hrsg.), *The Colonisations and Settlement of Cyprus. Investigations at Kissonerga-Mylouthkia 1976-1996*. Lemba Archaeological Project Vol III.I, *Studies in Mediterranean Archaeology* vol LXX:4. Sävedalen 2003, 107-127.
- THOMAS, G. 2004: House Form and Cultural Identity in Chalcolithic Cyprus. In Clarke J. (Hrsg.), *Archaeological Perspectives on the Transmission and Transformation of Culture in the Eastern Mediterranean*. Oxbow, Oxford.
- THOMAS, G. (in prep.): *The Archaeology of Prehistoric Buildings: the Lemba Experimental Village*. Cyprus.

Proofs of illustrations:  
Alle Bilder: Verfasser

Anschrift des Verfassers

Dr. Gordon D. Thomas  
Archaeology  
School of Arts, Culture and Environment  
The University of Edinburgh  
Old High School  
12 Infirmary Street  
Edinburgh EH 1 1LT  
SCOTLAND, UK.

# Fünf Versuche zur Produktionstechnik vorgeschichtlicher Basaltlavareibsteine

Vera Holtmeyer-Wild, Achim Bömerich\*

Die Versuchsreihe wurde in einem Steinbruch in der Umgebung von Mayen in der Eifel durchgeführt. In dieser Gegend wurden seit dem Neolithikum bis in die Mittelaltenezeit Getreide<sup>1</sup>-Reibsteine aus Basaltlava<sup>2</sup> hergestellt (Abb. 1) und in weite Gebiete Westdeutschlands und der Niederlande exportiert. Die bei Mayen anstehende Lava ist aufgrund ihrer Porosität und Härte für die Herstellung von Reib- und Mühlsteinen besonders geeignet und wurde auch in späteren Zeiten zu diesem Zweck verwandt. Durch den Basaltlavaabbau in modernen Tiefbrüchen ist ein umfangreiches Fundmaterial von Reibsteinen unterschiedlichster Typen und Fabrikationsstadien geborgen worden (Abb. 1; HOLTMEYER-WILD 2000).

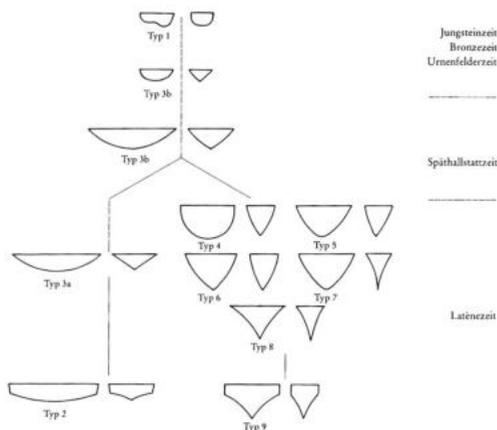


Abb. 1: In Mayen gefundene Reibsteintypen und deren vermutete chronologische Abfolge.

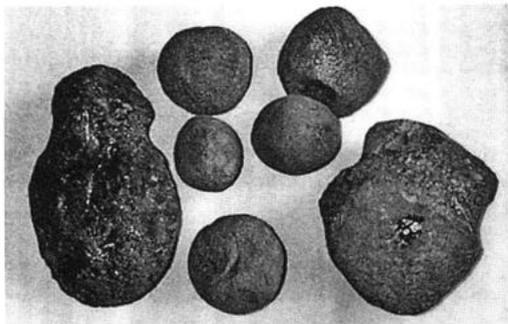


Abb. 2: Sog. "Hartbasalthämmer" (Rillenbeile) und Kugeln aus dem gleichen Material, die als abgenutzte Schlagsteine gedeutet werden.

Diese Funde werfen verschiedene Fragen zu ihrer Herstellungstechnik auf, welche experimentelle Antwortversuche nahelegen. Da keine älteren Experimente unter kontrollierten Bedingungen vorlagen,<sup>3</sup> waren die nachfolgend beschriebenen Versuche die ersten ihrer Art. Sie sollten, nach gründlicher Untersuchung der Schlagspuren an den Originalen, Hinweise auf die zugehörigen Herstellungswerkzeuge liefern. Da aus diesem Anlass auch prähistorische Werkzeuge nachgebildet wurden, ließen sich ferner Anhaltspunkte gewinnen zur Handhabung und Funktionsweise dieser Arbeitsgeräte sowie zu deren Effizienz und dem benötigten Zeitaufwand.<sup>4</sup>

## Überlieferte Werkzeuge

Steinwerkzeuge sind aus allen Bereichen der Grubenfelder in großer Zahl überliefert. Sie bestehen sämtlich aus einem sehr viel härteren Material als die Reibsteine selbst (sog. „Hartbasalt“), das im näheren Umfeld am Laacher See und im Tal der Netze gewonnen werden konnte.<sup>5</sup> Als Werkzeugform sind grob zugehauene Rillenbeile mit stumpfwinkliger Schneide zu nennen (Abb. 2), die in diesem Zusammenhang häufig als „Hartbasalthämmer“ bezeichnet worden und in sehr verschiedenen Größen (1 bis 16 kg) aufgetreten sind (HÖRTER et al. 1951,

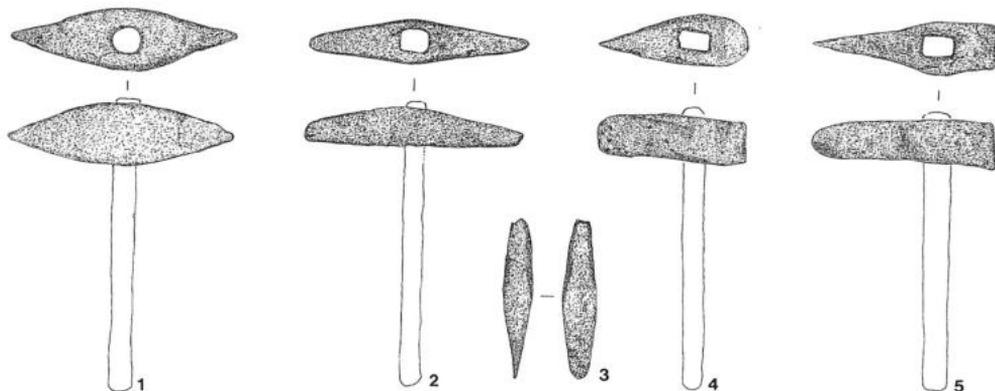


Abb. 3: Eisenwerkzeuge aus dem Mayener Grubenfeld, für die eine latènezeitliche Datierung vorgeschlagen worden ist.

17). Die vorhandenen Fundzusammenhänge sind als hallstattzeitlich anzusehen, doch macht die große Menge an Streufunden eine längere Laufzeit wahrscheinlich. Ebenfalls in großer Zahl und häufig zusammen mit den Beilen haben sich Kugeln aus dem gleichen Rohmaterial gefunden (Abb. 2), für welche Größen zwischen 6 und 10 cm Durchmesser angegeben werden (HÖRTER et al. 1951, 18). Für diese Kugeln wird vermutet, dass ihre Form durch das kontinuierliche Abarbeiten eines Basaltbrockens bei einer Nutzung als Schlaginstrument zustande kommt (HÖRTER et al. 1951, 31. HÖRTER 1994, 19).

Vorgeschichtliche Metallwerkzeuge sind aus den Steinbrüchen nur sehr selten bekannt geworden. Das Eifelmuseum in Mayen beherbergt fünf Fundstücke (Abb. 3; Inv.-Nr. 437; 2238; 2239; 2241; 2243), die als „latènezeitlich“ in der Literatur abgebildet sind (OESTERWIND 2000, 34 Abb. 1; 35 Anm. 8).

Neben der geringen Zahl ist auch der Quellenwert der fünf Geräte nicht unproblematisch. Zwar sind sie bereits mehrfach als „latènezeitlich“ publiziert worden (HÖRTER et al. 1951, 16 Abb. 12; 18 ff. OESTERWIND 2000, 34 Abb. 1; 35 Anm. 8), doch findet sich für vier von ihnen in den Inventarbüchern des Mayener Museums lediglich

die Angabe: „Eisenzeit?“. Nur in einem Fall (Inv.-Nr. 437; Abb. 3,5) wird auf das zugehörige Fundbuch verwiesen, in welchem zu lesen ist: „Gefunden auf den Steingruben der Gebrüder Bläser am Ostbahnhof. Dort wurden öfter kleine Mühlsteine und in der Nähe auch Hallstattgefäße gefunden“ (Fundbuch im Eifeler Landschaftsmuseum Mayen I, 215). Die Latènedatierung basiert vermutlich auf der Beobachtung, dass Spaltrillen am noch anstehenden Gestein in jüngeren vorgeschichtlichen Abbauzonen aufgrund ihrer Form von den gefundenen Zweispitzen (Abb. 3,1 und 2) herrühren können (HÖRTER et al. 1951, 18 ff.), nicht jedoch im strengen Sinne auf gesicherten Fundzusammenhängen.

#### Der Befund an den Reibsteinen

Im Fundmaterial können sieben Reibsteinformen unterschieden werden, die alle als Unterlieger angesprochen werden und die sich verschiedenen Zeitstufen zuweisen lassen (Abb. 1; HOLTMEYER-WILD 2000, 15 ff.; 24 ff.). Die Läufer sind in unbenutztem Zustand schwierig zu identifizieren und müssen nicht unbedingt aus Basaltlava hergestellt worden sein (HOLTMEYER-WILD 2000, 22).

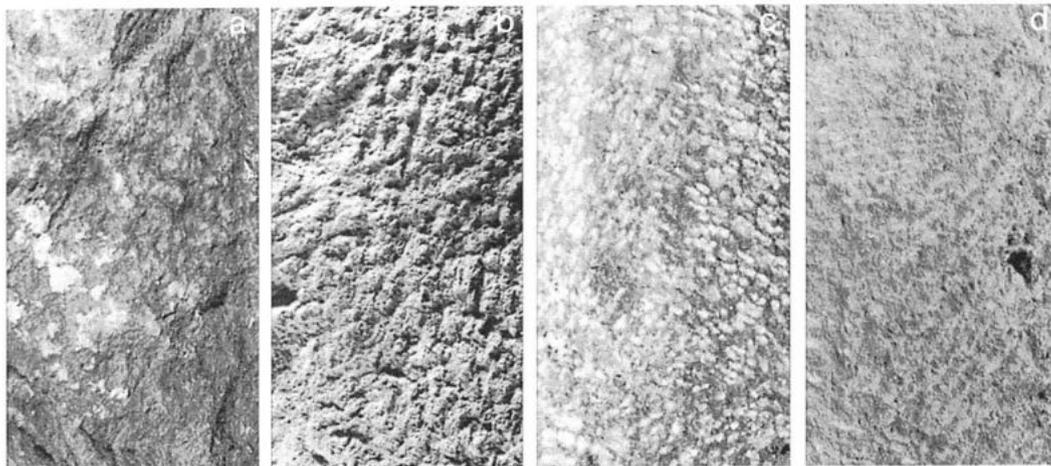


Abb. 4: Vier verschiedene Werkzeugspuren an vorgeschichtlichen Reibsteinen. a – bossierte Partie. b – bossierte Partie. c – geglättete Partie. d – geglättete Partie (HOLTMEYER-WILD 2000, Kat.Nr. 111, 23, 27, 197).

Im Gegensatz zu vielen Fundorten im Bereich anderer Gesteinsvorkommen, an denen sich Reibsteine oft nur in bereits gebrauchtem Zustand durch ihre plangeschliffene Nutzfläche erkennen lassen, sind bei den Mayener Funden auch die Seitenflächen sorgfältig bearbeitet. Auf diesen können sich die Schlagspuren von Herstellungswerkzeugen auch dann erhalten, wenn sie auf der Reibfläche durch eine spätere Nutzung des Reibsteins bereits zerstört sind. Diese „Schlagmarken“ sind auf der dunklen Lava, bedingt durch die Zerstörung des Kristallgefüges auf der Gesteinsoberfläche, als hellgraue bis weiße Verfärbung und durch die große Witterungsbeständigkeit des Materials auch heute noch außerordentlich gut zu erkennen. Durch ihre Betrachtung lassen sich einerseits Rückschlüsse auf die verursachenden Werkzeuge ziehen, andererseits ist oft auch die Arbeitsrichtung, aus welcher der prähistorische Steinmetz sein Werkstück in Angriff genommen hat, gut zu erkennen. Abb. 4 gibt die verschiedenen Werkzeugspuren wieder, die durch gründliche Dokumentation des Fundmaterials beobachtet werden konnten (HOLTMEYER-WILD 2000, 30 ff.): Auf Abb. 4a sieht man eine bossierte

(d. h. durch das Entfernen größerer Abschläge in die gewünschte Form gebrachte) Fläche, auf der, bedingt durch die Arbeitstechnik, keine oder nur vereinzelte Schlagmarken zu sehen sind. Sie lässt sich in dieser Gestalt an der überwiegenden Mehrzahl aller Rohlinge und an den unfertigen Stellen der Halbfabrikate beobachten. Abb. 4b zeigt ebenfalls eine bossierte Partie ohne sichtbare Schlagmarken, die jedoch gegenüber Abb. 4a ein kleinflächigeres und tieferes Relief aufweist. Diese Oberflächenstruktur tritt nur sehr selten auf (an sieben von 316 Funden), wobei die Form der entsprechenden Werkstücke meist schon sehr deutlich herausgearbeitet ist. Fünf von ihnen gehören dabei dem Reibstein-Typ 9 an und ein Exemplar dem Typ 2; bei dem siebten Stück ist die Spitze beschädigt, es kann zu Typ 5 oder 6 gehört haben.

Auf Abb. 4c und 4d sieht man zwei fertig bearbeitete Oberflächen, die, nachdem alle größeren Gesteinsreste entfernt sind, über und über mit Schlagmarken bedeckt sind. Die auf Abb. 4c gezeigten Schlagmarken treten dabei sehr viel häufiger auf und sind rund bis längsoval sowie manchmal nahezu rechteckig. Sie zeigen Längen zwischen 1,3

und 4,0 cm und Breiten zwischen 0,3 und 2,5 cm. Daneben gibt es sehr selten besonders dünne und klar umrissene Schlagmarken (Abb. 4d). Sie besitzen ähnliche Längen wie die auf Abb. 4c gezeigten Schlagmarken, sind jedoch mit Breiten zwischen 0,2 cm und 1,0 cm erheblich dünner. Diese Werkzeugspuren wurden dreimal an Reibsteinen des Typ 9 beobachtet und zweimal an Exemplaren des Typ 2.

## Voraussetzungen und Fragestellungen

Der Feststellung der Werkzeugspuren an den Reibsteinen folgte die Frage, welche Geräte diese Spuren hinterlassen haben. Eine Möglichkeit zur Beantwortung bildete die Analyse der Schlagspuren selber: Für die auf Abb. 4b und 4d gezeigten Gesteinsoberflächen ließ sich annehmen, dass diese mit Metallwerkzeugen bearbeitet worden sind. Die Oberfläche auf Abb. 4b zeigt tiefe und steile Einkerbungen, die als Spur eines Steinwerkzeugs in der harten Basaltlava nicht denkbar sind; auf Abb. 4d bildete die geringe Breite der Schlagmarken den Grund für diese Annahme. Für die Oberflächen auf Abb. 4a und 4c war es weitaus schwieriger, eine Aussage zu treffen. Vor der Durchführung der Versuche ließ sich für sie nur feststellen, dass sowohl Stein- als auch Metallwerkzeuge in Betracht zu ziehen waren. Aber auch für Abb. 4b und 4d waren mehrere Formen von Eisenwerkzeugen denkbar. Weiterreichende Antworten waren nur auf experimentellem Wege zu erzielen: Indem im Versuch getestete Geräte, deren Spuren keine Entsprechungen im archäologischen Fundmaterial fänden, ausgeschlossen werden könnten oder um zu weiterführenden Hypothesen zu gelangen. Da hierfür auch mit Nachbildungen vorgeschichtlicher Werkzeuge zu arbeiten war, schlossen sich weitere Fragestellungen an. Von Interesse war z. B. die Funktionsweise dieser Werkzeuge bei ihrem Arbeitseinsatz. Weiterhin konnte auf diese Weise eine Vor-

stellung von dem zur Reibsteinherstellung benötigten Zeitaufwand gewonnen werden, was wiederum wichtig ist für Fragen zur Arbeitsorganisation. Und schließlich konnte die Zuweisung der Werkzeugspuren auch datierungsrelevant sein, da zwei der beobachteten Schlagspuren (Abb. 4b und 4d) auf bestimmte Reibsteintypen begrenzt sind.

## Die Versuchsreihe

Die fünf Versuche wurden im Jahr 1994 in einem kleinen Privatsteinbruch ca. 4 km nordöstlich von Mayen durchgeführt, dessen Besitzer Wilhelm Wissen (Kottenheim) vorgeschichtlichen Fragen großes Interesse entgegenbringt.<sup>6</sup> Der Bruch liegt im heutigen Abbaubereich „Kottenheimer Winfeld“, in dem etliche Fundstellen prähistorischer Reibsteinrohlinge nachgewiesen sind (HOLTMEYER-WILD 2000, 86 f.), so dass die Gleichheit des Steinmaterials gewährleistet war. Die Arbeiten am Stein wurden von dem heutigen Steintechniker und Steinmetzmeister Achim Bömerich durchgeführt, der zu dieser Zeit bereits ein im Basaltlavabereich erfahrener Steinmetzgeselle war.

## Versuch 1 (26.3.)

### Aufbau:

Der erste Termin sollte vor allem aufschlussreich sein im Hinblick auf den Aufbau und auch den Aufwand weiterer Experimente. Zu diesem Zweck sollte ein Reibstein mittlerer Größe nach dem Vorbild eines Originalfundes (Abb. 5; HOLTMEYER-WILD 2000, 68 Kat. Nr. 134; Taf. 10) angefertigt werden. Es sollte ein breites Spektrum an modernen Werkzeugen zum Einsatz kommen, auch wenn diese teilweise keine Entsprechungen im archäologischen Fundmaterial besaßen, um möglichst viele verschiedene Schlagspuren beobachten zu können.

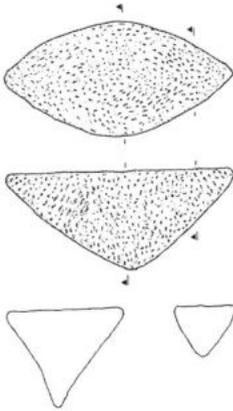


Abb. 5: Der prähistorische Originalfund, der als Vorbild für die in den Versuchen hergestellten Reibsteine diente (HOLTMEYER-WILD 2000, Kat.Nr. 134).

#### Ablauf:

Als erster Arbeitsschritt wurde die Form des prähistorischen Originals durch eine Papierschablone auf den Rohblock übertragen. Dies geschah mithilfe einer im Steinbruchgelände anstehenden Tonschieferkreide, deren Verwendung in prähistorischer Zeit zwar nicht überliefert, aber ebenso wie diejenige anderer natürlicher Farbmittel denkbar ist (HÖRTER et al. 1955, 19. HOLTMEYER-WILD 2000, 45). Die anschließende Fertigung des Reibsteins (Abb. 6) nahm etwa dreieinhalb Stunden in Anspruch und ließ sich in drei verschiedene Phasen einteilen:

1. Herstellung des Rohlings aus einem geeigneten Rohblock (Dauer ca. 30 min.).  
Als Werkzeuge wurden der „Schlag“ (Abb. 10c) und die größere „Durchhau“ benutzt. In beiden Fällen handelt es sich um moderne Spaltwerkzeuge im Basaltlavabereich, die in ihrer Zweckform (mit Schäftungsloch und einer Schneide) den auf Abb. 3,4 und Abb. 3,5 gezeigten, möglicherweise prähistorischen Werkzeugen ähneln.
2. Genaueres Herausarbeiten der Form (Dauer ca. 120 min.).  
Die angestrebte Form wurde durch zunehmend feineres Bossieren des Werk-

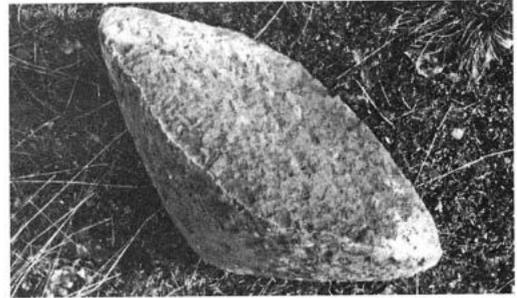


Abb. 6: In Versuch 1 mit modernen Werkzeugen hergestellter Reibstein.

stücks herausgearbeitet. Dabei fand vor allem die „Zweispitz“ Verwendung (Abb. 10h), die als mögliches vorgeschichtliches Werkzeug überliefert ist (Abb. 3,1 und 3,2) und in annähernd gleicher Form, als typisches Bossierwerkzeug, auch heute noch zum Arbeitsgerät des modernen Steinmetzen gehört. Daneben wurden der „Fäustel“ (Abb. 10a) und die Schneide der „Durchhau“ eingesetzt, die in dieser Funktion allerdings beide ihrer heutigen Gebrauchsweise zweckentfremdet wurden. Während es sich bei der „Durchhau“ um ein modernes Spaltwerkzeug handelt, wird der „Fäustel“, ähnlich dem bekannteren „Klöpfel“, zur Übertragung des Schlages auf ein meißelartiges Werkzeug benutzt. Der Grund für die andere Handhabung war der Wunsch nach möglichst vielen verschiedenen Werkzeugspuren.

3. Feinbearbeitung der Oberfläche (Dauer ca. 60 min.)  
Hierfür wurde die „Flächt“ eingesetzt (Abb. 10e), ein modernes Werkzeug zur Oberflächenglättung, sowie die „Zweispitz“ (Abb. 10h), obwohl diese eigentlich ein Bossierwerkzeug darstellt. Weiterhin wurde wieder der „Fäustel“ (Abb. 10a) in seiner zweckentfremdeten Funktion verwandt. Schließlich wurde ein im Gelände gefundener Hartbasaltbrocken (Abb. 10f) als Schlagstein benutzt, da er die vermutete Ausgangsform der häufig gefundenen Hartbasaltkugeln (Abb. 2) besaß.

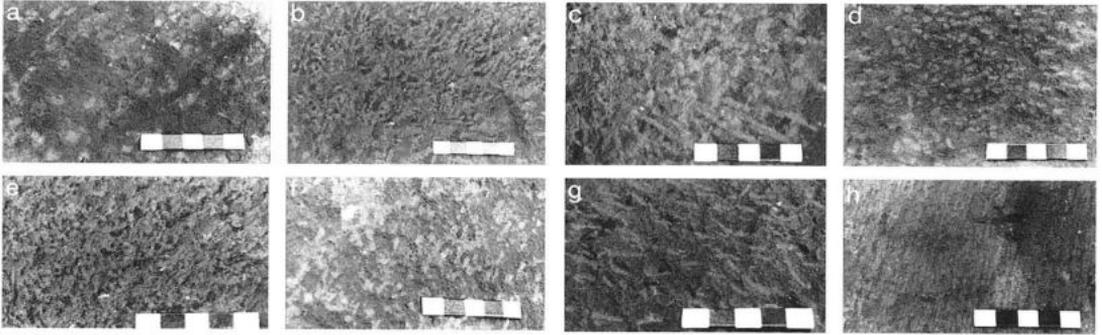


Abb. 7: Schlagspuren der in Versuch 2 getesteten Werkzeuge. a – Schlag. b – Pflastersteinhammer. c – Durchhau. d – Fäustel. e – Kieselstein. f – Hartbasaltbrocken. g – Zweispitz. h – Flächt.

#### Auswertung:

Nach Abschluss aller Arbeiten war der geringe Zeitaufwand von einem halben Arbeitstag erfreulich, da unter diesen Umständen die Durchführung weiterer Versuche möglich war. Als schwierig erwies es sich, beim abwechselnden Gebrauch der Werkzeuge, deren jeweilige Schlagspuren auseinanderzuhalten, so dass an einen separaten Einsatz der Geräte gedacht werden musste.

#### Versuch 2 (27.3.)

##### Aufbau:

Aus Versuch 1 ergab sich als Forderung, den Einsatz der einzelnen Werkzeuge auf verschiedene Gesteinsoberflächen zu verteilen. Deshalb wurden nun acht ca. 30 x 30 cm große Flächen bruchrauen Gesteins mit verschiedenen Geräten geglättet. Verwendung fanden wiederum die sechs Werkzeuge vom Vortag (s. o.) sowie ein etwa faustgroßer Kieselstein. Zusätzlich wurde als weiteres Werkzeug mit Schäftungsloch und einer Schneide ein kleiner „Pflastersteinhammer“ benutzt (Abb. 10g).

##### Ablauf:

Acht hinreichend große Flächen, die sich an umherliegenden Gesteinsbrocken oder den Basaltlavaschienen im Steinbruchgelände fanden, wurden mit den genannten Werkzeugen geglättet.

#### Auswertung:

Es konnten vier Werkzeuge ausgesondert werden, deren Schlagmarken keine Ähnlichkeit mit denjenigen an den Reibsteinen zeigen: Der „Schlag“ (Abb. 7a) und der Kieselstein (Abb. 7e) bewirken eine kleinteilige und stumpfe Oberflächenstruktur, die am Fundmaterial nicht beobachtet werden kann. Auch die langen, sehr dichten und extrem schmalen Schlagmarken der „Flächt“ (Abb. 7h) finden keine Entsprechung an den Reibsteinen. Eine grundsätzliche Ähnlichkeit mit Abb. 4c besitzen zwar die Spuren der „Durchhau“ (Abb. 7c), doch sind diese insgesamt größer als an den Reibsteinen.

Große Ähnlichkeit zu Abb. 4c weisen die Schlagmarken des „Fäustels“ auf (Abb. 7d). Dies verwundert, da der heutige „Fäustel“ nicht zur Oberflächenbearbeitung genutzt wird (s. o.). Den auf Abb. 4c gezeigten und denjenigen des „Fäustels“ vergleichbare Schlagmarken finden sich auch unter den Spuren des Hartbasaltbrockens (Abb. 7f).

Schwierig war anhand der kleinen Flächen ein Vergleich der auf Abb. 7b und 7g gezeigten Spuren des „Pflastersteinhammers“ und der „Zweispitz“. Sie sollten daher erneut beobachtet werden.

In Versuch 2 deutete sich auch ein wichtiger Zusammenhang an: Das Bild, welches die Gesamtheit der Schlagspuren auf einer geglätteten Gesteinsoberfläche hinterlässt,

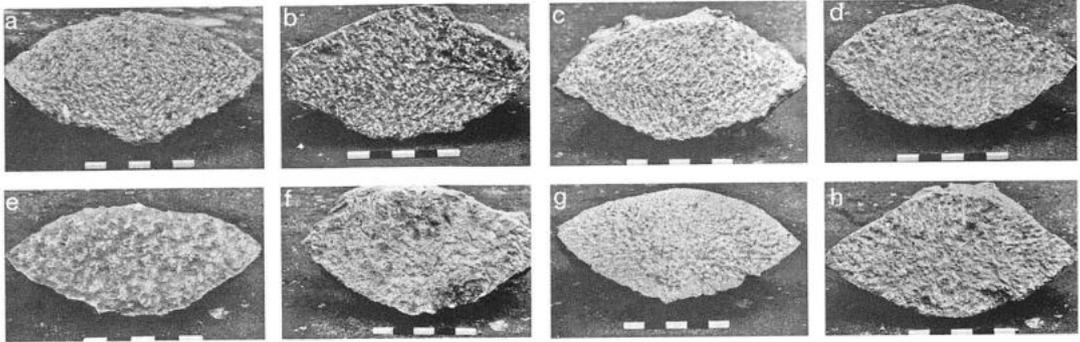


Abb. 8: Schlagspuren der in Versuch 3 getesteten Werkzeuge. a, b – Fäustel. c, d – Rillenbeil. e, f – Hartbasaltbrocken. g, h – Zweispitz. Auf den Abbildungen a, c, e, g wurde die gesamte Oberfläche mit dem getesteten Werkzeug herausgearbeitet, auf den Abbildungen b, d, f, h wurde die Fläche zuvor mit einem modernen Schlageisen bossiert.

wird stark geprägt vom Umriss dieser Oberfläche. Dieser Umriss bedingt, in welcher „Richtung“ der Steinmetz sein Werkstück sinnvollerweise bearbeitet. Auf den mandelförmigen Reibflächen der jüngeren Reibsteintypen ergibt sich dadurch oft eine rautenförmige Anordnung der Schlagspuren, die an fertig gestellten Stücken wie ein gegenständiges „Fischgrätmuster“ wirkt (z. B. Abb. 5; Abb. 8a.c; Abb. 9a.b). Aus diesem Grund war die Form der zu behauenden Fläche bei weiterführenden Versuchen unbedingt zu berücksichtigen.

Versuch 3 (31.5., 1.6. und 10.6.)

Aufbau:

In Versuch 3 wurde der Umriss der Testfläche der Reibfläche des Originalfundes auf Abb. 5 angeglichen. Nach der Formübertragung durch die Papierschablone (s. o.) wurden mithilfe moderner, elektrischer Arbeitsgeräte insgesamt zwölf „Reibflächenrohlinge“ hergestellt. Anschließend wurde die Hälfte dieser Blöcke mit einem modernen, hartmetallbestückten Spitzeisen behauen, das eine sehr ähnliche Oberflächenstruktur hinterlässt wie die langsamere „Zweispitz“. Der Grund hierfür war die Vermutung, dass ein Werkzeug verschiedene

Schlagspuren hinterlassen kann, je nachdem, ob es zum Herausarbeiten der Form oder nur zur letzten Glättung einer Oberfläche eingesetzt wird. Durch die Anfertigung von zwei verschiedenen Testflächen für jedes Werkzeug (eine bruchraue und eine bereits bossierte) ließen sich die jeweiligen Spuren untereinander und mit den Originalen vergleichen.

Für Versuch 3 wurden weiterhin zwei Werkzeugfunde nachgebildet, für die eine prähistorische Datierung in Frage kommt. Das eine war das so häufig überlieferte Rillenbeil aus Hartbasalt (Abb. 2), das andere ein kleines keilförmiges Werkzeug, das, falls es keinen jüngeren Setzkeil darstellt, theoretisch als eisenzeitlicher Meißel in Betracht kommt (Abb. 3.3). Als Vorbild für das Rillenbeil diente ein Fund im Museum Mayen mit einer 12 cm langen Schneide und einem Gewicht von 5 kg (Inv.-Nr. 2234). Für die Kopie wurde der Hartbasalt mit modernen Geräten bearbeitet und in einer Astgabel unterhalb der (rein dekorativen) Weidenrinde mit modernem Kupferdraht geschäftet (Abb. 10d), da das Werkzeug in diesem Versuch in erster Linie funktionieren sollte, und eine Ausdehnung der Fragestellungen bis zur originalen Schäftung weitere Versuche erfordert hätte. Von dem meißelartigen Werkzeug (Eifelmuseum

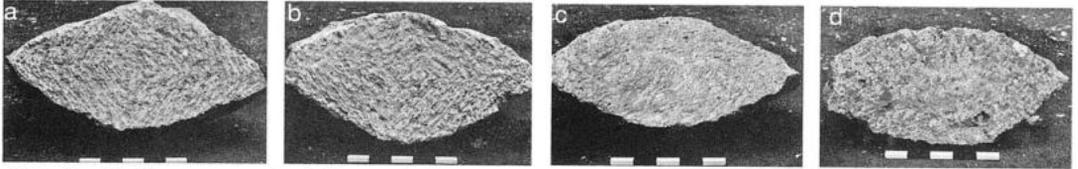


Abb. 9: Schlagspuren der in Versuch 3 getesteten Werkzeuge. a, b – Pflastersteinhammer. c, d – Meißelartiges Werkzeug, nachgeschmiedet. Auf den Abbildungen a, c wurde die gesamte Oberfläche mit dem getesteten Werkzeug herausgearbeitet, auf den Abbildungen b, d wurde die Fläche zuvor mit einem modernen Schlageisen bossiert.

Mayen, Inv.-Nr. 2243; Abb. 3.3) wurde eine Kopie aus einem modernen Werkzeugstahl geschmiedet (Abb. 10b). Da für die Vorgeschichte von sehr unterschiedlichen Metallzusammensetzungen auszugehen ist, wurde hierfür ein Typ mittlerer Härte gewählt (Bez.: 45 WCRV 7).

Die übrigen verwandten Werkzeuge wurden in ihrer modernen Form beibehalten, da ihre Zweckformen (mit Ausnahme des Fäustels) durch alle Epochen hindurch große Ähnlichkeit zeigen. So sind z. B. die Abweichungen zwischen der benutzten modernen „Zweispitz“ (Abb. 10h) und den möglicherweise vorgeschichtlichen Stücken (Abb. 3.1.2) nicht größer als die Unterschiede der beiden Fundstücke untereinander.

#### Ablauf:

Es wurde jeweils eine bruchraue und eine zuvor bossierte „Reibfläche“ mit den folgenden Werkzeugen geglättet: dem „Fäustel“

(Abb. 10a), dem nachgeschmiedeten Meißel (Abb. 10b), dem Rillenbeil (Abb. 10d), dem Hartbasaltbrocken (Abb. 10f), dem „Pflastersteinhammer“ (Abb. 10g) und der „Zweispitz“ (Abb. 10h). Der nachgeschmiedete Meißel wurde dabei mit dem „Fäustel“ bedient.

#### Auswertung:

Als überraschend gut zu handhaben erwies sich das Rillenbeil (Abb. 10d). Seine Schlagspuren ähneln Abb. 4c sehr stark, und zwar sowohl auf der vorher bossierten Oberfläche (Abb. 8d) als auch dort, wo die gesamte Fläche mit ihm herausgearbeitet wurde (Abb. 8c). Völlig ungeeignet zur Oberflächenbearbeitung war hingegen der Hartbasaltbrocken (Abb. 10f). Da er ungeschäftet direkt in der Hand geführt wurde, bereitete die Kraftübertragung des Schlages Probleme, so dass die Arbeit mit ihm abgebrochen werden musste. Zu diesem Zeit-

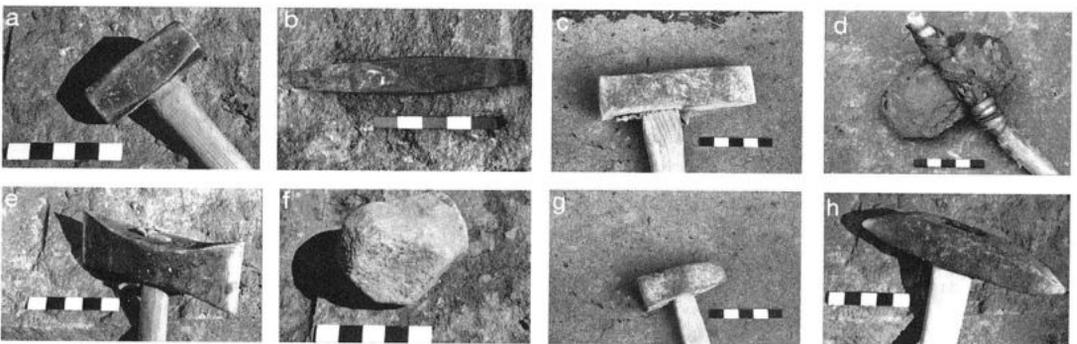


Abb. 10: In den Versuchen eingesetzte Werkzeuge. a – Fäustel. b – Meißelartiges Werkzeug, nachgeschmiedet. c – Schlag. d – Rillenbeil. e – Flächt. f – Hartbasaltbrocken. g – Pflastersteinhammer. h – Zweispitz.<sup>9</sup>

punkt zeigten eine fertig gestellte (Abb. 8f) und eine begonnene Oberfläche (Abb. 8e) keine Ähnlichkeit mit den Originalen.

Gut vergleichbar mit den Schlagmarken auf Abb. 4c sind wiederum die Schlagspuren des „Fäustels“. Zwar wird dieser im heutigen Steinmetzhandwerk nicht zur Oberflächenbearbeitung eingesetzt, doch liegt vielleicht gerade darin der Grund für seine „altmodischen“ Arbeitsspuren: Der heutige „Fäustel“ hat keine eigentliche Schneide, sondern nur vier stumpfe Kanten, die im Versuch zur Flächenbearbeitung eingesetzt wurden. Da vorgeschichtliche Eisenwerkzeuge nicht aus gleichbleibend hartem Stahl bestanden, mussten sie ständig nachgehärtet werden, und waren zwischendurch oft lange stumpf. Es ist möglich, dass dieser Effekt hier experimentell hervorgerufen wurde. Dass es aber auch Metallwerkzeuge in einem schärferen Zustand gab, belegt die Abb. 4d. Ihr ähneln die Schlagspuren des „Pflastersteinhammers“ (Abb. 9a,b) und diejenigen des nachgebildeten Meißels (Abb. 9c,d). Damit ist aber nicht gesagt, dass die Schlagmarken auf Abb. 4d von genau diesen Werkzeugformen stammen müssen. Da einerseits derartige Spuren an den Originalen sehr selten sind (s. o.) und andererseits die Überlieferung der experimentell eingesetzten Werkzeugformen unsicher und ohne Parallelen ist, ist die Situation ungleich schwieriger zu beurteilen als für die Steinwerkzeuge.

Der Oberfläche auf Abb. 4b entspricht im Versuch am ehesten diejenige der „Zweispitz“ (Abb. 8g,h). Da derartige Geräte in den Steingruben gefunden worden sind (Abb. 3.1.2), sind sie als verursachendes Werkzeug denkbar, doch ist durch die geringe Fundmenge Vorsicht geboten. Eine Ähnlichkeit zwischen den Versuchsflächen und den Reibsteinen trat überall dort stärker hervor, wo die Oberfläche nicht zuvor bossiert wurde, sondern ganz mit dem jeweiligen Werkzeug auf das entsprechende Niveau heruntergearbeitet wurde (Abb. 8a,c; 9a,c). Dies spricht dafür, dass

häufig beide Arbeitsgänge (Bossieren und Glättung) mit ein und demselben Werkzeug bewältigt wurden.

#### Versuch 4 (30.9.)

##### Aufbau:

In einem (abschließenden) Versuch sollte ein kompletter Reibstein nach dem Vorbild von Abb. 5 mit dem Rillenbeil angefertigt werden. Das Werkzeug sollte in seiner vermuteten Funktion überprüft und die Schlagspuren unter möglichst originalen Bedingungen erneut beobachtet werden. Es wurde dieselbe Nachbildung eingesetzt, die bereits für Versuch 3 angefertigt worden war (s. o.; Abb. 10d).

##### Ablauf:

- 11.08h-12.14h: Anzeichnen und Zuhauen des Rohlings (Abb. 11d)
- 12.14h-12.54h: Pause
- 12.54h-15.00h: Genaueres Herausarbeiten der Form (Abb. 11b)
- 15.00h: Zerschlagen des „Hartbasalthammers“

##### Auswertung:

Die Handhabung des Rillenbeils funktionierte problemlos, doch zerbrach bei einem kräftigen Schlag seine Schneide. Es wurde beschlossen, das Experiment zu einem späteren Termin zu wiederholen.

#### Versuch 5<sup>7</sup> (14.10.)

##### Aufbau:

Für die Versuchswiederholung wurden vier neue „Hartbasalthämmer“ unterschiedlicher Größe angefertigt (Abb. 11c), die in der gleichen Weise geschäftet wurden wie in den vorangegangenen Versuchen. Diesmal wurden keine konkreten Funde als Vorbilder herangezogen, da auch die Originalfunde keine genormten Maße aufweisen, sondern in den verschiedensten Größen



Abb. 11: Versuch 4 und 5. a – Handhabung des Rillenbeils. b – Herausarbeiten der Rohform. c – verschiedene Größen nachgebildeter Rillenbeile. d – Herausarbeiten der Rohform. e – Rohling. f – Glättung. g – Glättung. h – zwei Abschläge.

auftreten (s. o.), und da sich die Länge der Schneide durch zunehmendes Abarbeiten der Beile ohnehin stark verändern kann (HÖRTER et al. 1951, 18).

#### Ablauf:

- 10.30h-11.14h: Anzeichnen und Zuhauen des Rohlings (Abb. 11e)
- 11.14h-12.15h: Genaueres Herausarbeiten der Form
- 12.15h-13.31h: Pause
- 13.31h-14.23h: Glättung der Reibfläche (Abb. 11f)
- 14.23h-16.30h: Glättung der Seitenflächen (Abb. 11g)

#### Auswertung:

Die Herstellung des Reibsteins nahm weniger als fünf Stunden in Anspruch, was gegenüber Versuch 1 keinen wesentlichen Mehraufwand bedeutet. Für die vorgeschichtliche Zeit wird man eine noch kürzere Zeitspanne veranschlagen, da dem prähistorischen Steinmetz sein Werkzeug vertrauter war. Im Versuch war die Arbeit mit den „Hartbasalthammern“ anstrengender als mit modernen Geräten, doch mag dabei die Gewohnheit eine wichtige Rolle spielen. Sie waren aber genauso effektiv wie die modernen Werkzeuge: Durch richtiges Ansetzen ließen sich Abschläge von über 20 cm Länge abtrennen (Abb. 11h). Für die verschiedenen Arbeitsschritte eig-

nete sich jeweils ein Beil am besten, das im Vergleich zum heute für diese Arbeit passenden Gerät größer und schwerer war als jenes; das Eigengewicht des Werkzeugs erhöhte die Effektivität des Schlagges wesentlich. Die Schlagspuren der vier Rillenbeile glichen den in Versuch 3 erzeugten Schlagmarken (Abb. 11f).

#### Ergebnisse

Durch den Vergleich der experimentell hervorgerufenen Schlagspuren (Abb. 7, 8, 9) mit den Originalen (Abb. 4) wird für die am Fundmaterial sehr häufig beobachteten Spuren auf Abb. 4c eine Verursachung sowohl durch Stein- als auch durch (in prähistorischer Zeit weichere und daher stumpfere) Metallwerkzeuge für möglich gehalten. Während die Form der Metallwerkzeuge nicht näher bestimmt werden kann, kommen als Steingeräte die häufig aufgefundenen Rillenbeile aus Hartbasalt (sog. „Hartbasalthämmer“; Abb. 2) in Frage. Aufgrund der einfacheren Herstellung und ihrer häufigen Überlieferung wird für diese auch der größere Anteil angenommen. Für die ebenfalls häufigen „Hartbasaltkugeln“ (vermutl. abgenutzte Schlagsteine; Abb. 2) wird diese Funktion wegen der schlechten Eignung zur Flächenbearbeitung abgelehnt.<sup>8</sup> Die seltenen Schlagspuren auf Abb. 4b und

4d werden durch Eisenwerkzeuge hervorgerufen sein: Abb. 4b vermutlich durch eine Zweispiß (Abb. 3.1.2) und Abb. 4d eventuell durch einen Meißel (Abb. 3.3) oder ein einschneidiges Werkzeug mit Schäftungsloch (Abb. 3.4.5). Da solche Spuren bis auf eine Ausnahme nur an den Reibsteintypen 2 und 9 auftreten (Abb. 1), sind sie als wichtiges Argument für eine späte Datierung dieser Typen zu sehen (vgl. HOLTMEYER-WILD 2000, 25 ff.). Überhaupt keine Feinbearbeitung weist die auf Abb. 4a gezeigte Fläche auf: Eine derartige Oberfläche lässt sich an frisch gespaltenem oder nur grob behauenen Gestein auch heute noch beobachten und ist durch entsprechend schwere Werkzeuge sowohl aus Stein als auch aus Eisen denkbar.

Mit einem nachgebildeten Rillenbeil wurde ein ganzer Reibstein nach dem Vorbild eines Originalfundes (Abb. 5) angefertigt (Abb. 11). Der Vorgang dauerte etwas weniger als fünf Stunden im Vergleich zu dreieinhalb Stunden bei einer ebenfalls durchgeführten Anfertigung mit modernen Werkzeugen (Abb. 6). Ein geübter vorgeschichtlicher Steinhauer konnte somit ein bis zwei Reibsteine am Tag herstellen, so dass die Reibsteinproduktion (auch für den Export) entweder als Saisonarbeit einer größeren Gemeinschaft oder auch durch eine oder mehrere kleine und spezialisierte Gruppen denkbar ist. In der „vorgeschichtlichen Basaltlava-industrie“, wie die Mayener Fundstellen oft bezeichnet werden, arbeiteten mit Sicherheit keine riesigen Menschenmassen.

Das Rillenbeil erwies sich als effektives Arbeitsgerät, zu dessen Funktionsweise interessante Beobachtungen möglich waren: Die Nachbildungen mussten, trotz moderner Kupferdrahtumwicklung, im Verlauf der Arbeiten mehrfach nachgeschäftet werden. Die in der Literatur vorgeschlagene „Zweigschlingenschäftung“ (in einem gebogenen Weidenast: HÖRTER et al. 1951, 16 f. Abb. 12) erscheint daher als vorgeschichtliche Lösung ungeeignet. Unnötig war, entgegen unserer vorherigen Annahme, ein Nach-

schärfen der „Hartbasalthämmer“: Dieses geschah durch die Arbeit an der ebenfalls recht harten Lava von selbst und erforderte keinen eigenen Arbeitsschritt.

#### Five Experiments on the Production of prehistoric Saddle-Querns from Basalt Lava

The series of experiments were carried out in 1994 in a quarry close to Mayen in the Eifel. In this area saddle-querns were produced during all prehistoric periods, from the neolithic down to the Middle La Tène (Fig. 1) and were exported from there to large parts of Western Germany and the Netherlands. The lava quarried at Mayen is well suited to making querns and millstones and was used for this purpose in later times as well (CRAWFORD, RÖDER 1955). From the ancient quarries various broken saddle-querns in different stages of manufacture are known as well as finds of antique tools. Most of these are grooved axes of hard basalt as well as stone balls of the same material, which are supposed to be the ball-shaped rests of hammerstones (Fig. 2). Iron tools are very rare: the implements in Fig. 3 are the only finds. An Iron Age date has been supposed, but sealed find complexes do not exist.

By making comparisons between impact scars it was hoped the experiments would give some idea as to which tools the saddle querns were made with. Therefore, copies were made where the tool finds had no parallels in the modern stone-cutters equipment. Thus observations could also be made concerning the function of these reconstructed tools as well as the time it took to work with them.

During the first experiment a saddle-quern was made, based on the model of a prehistoric find (Fig. 5) but with modern tools to give an idea of the time which would have to be spent on further experiments and to observe as many different impact scars as possible (Fig. 6).

During experiments 2 and 3 a total of 20 lava surfaces were faced with nine different tools in different manners in order to find out with which tools the impact scars could have been made (Fig. 7-10). After this the impact scars on the original finds were interpreted in the following way: Fig. 4a shows a lava surface which is still very raw and which can be produced by a stone tool as well as by an iron hammer. For Fig. 4b an iron implement is supposed, perhaps a double-pointed hammer. Impact scars as on Fig. 4c may have been caused by a grooved axe of hard basalt as well as by an iron tool with a blunt blade. The impact scars on Fig. 4d must have been caused by an iron tool, possibly a chisel or an as yet undiscovered implement.

Because the grooved axes of hard basalt are the most widespread tool-finds in the quarries at Mayen, it was the aim of the experiments 4 and 5 to produce a whole saddle-quern with these tools to test them for their supposed function (Fig. 11). The process was successful and lasted four hours and fifty minutes in comparison to three and a half hours with modern tools in the first experiment. Although it was more exhausting to work with the basalt axes than with today's equipment it was just as effective. With the right handling there were detached fragments from a length of more than 20 cm (Fig. 11h) and a block of basalt lava of 50 x 50 cm could be halved with such a grooved axe.

It will be necessary to reflect upon the hafting of the grooved axes, for which no archeological evidence exists. Although in the experiments the tools were supplementally lashed by a modern copper wire, they had to be very often rehafted within their cleft. The balls of hard basalt, which are often found together with the grooved axes, cannot be seen any more, as a result of the tests, to be instruments used to face saddle-querns. Maybe they were used for the production of the grooved axes.

## Anmerkungen

- \* Vera Holtmeyer-Wild: Archäologische Fragestellungen und Aufzeichnung, Achim Bömerich: Steinmetzarbeiten.
- 1 Als Hauptmahlgut werden Zerealien angenommen, doch können auch andere Substanzen auf den Reibsteinen verarbeitet worden sein.
- 2 Der Begriff „Basaltlava“ ist keine korrekte mineralogische Bezeichnung, sondern es werden darunter eine Reihe makroskopisch ähnlicher (dunkelgrauer und poriger) Vulkanite zusammengefasst. In der archäologischen Literatur hat sich diese Handhabung als sinnvoll erwiesen, da diese Gesteine von ihren prähistorischen Bearbeitern aufgrund ihrer gemeinsamen Materialeigenschaften ausgewählt wurden und da sich auch heute ohne naturwissenschaftliche Untersuchungen ihre genaue Herkunft oft nicht bestimmen lässt (vgl. HÖRTER 1994, 11. HOLTMEYER-WILD 2000, 3). Die bei Mayen anstehende und in den Versuchen verwandte Lava ist mineralogisch als Leuzit-Tephrit anzusprechen.
- 3 Die einmaligen Tests mit originalen Reibsteinen und Herstellungswerkzeugen durch HÖRTER et al. (1951, 8 f.; 19) können in diesem Zusammenhang nicht als Versuche im modernen Sinne gewertet werden.
- 4 Die Versuchsserie wurde im Rahmen einer Gesamtaufnahme des Mayener Reibsteinmaterials vorgenommen und hat bereits in diesem Zusammenhang schriftliche Erwähnung gefunden (HOLTMEYER-WILD 2000, 45 ff.). Hier soll sie einer am experimentellen Aspekt interessierten Leserschaft vorgestellt werden und als Anregung für weitere Versuche zu einem Themenbereich dienen, der auch in diesen Kreisen bisher nur wenig Beachtung gefunden hat.
- 5 Eine Herkunft aus dem Lavastrom des „Hochsimmer“ (Hauyn-Leuzitit) im Nettetetal wird durch vergleichende Dünnschliffuntersuchungen vermutet, während eine Produktion aus dem Leuzitbasalt des „Lorenzfelsens“ am Ostufer des Laacher Sees auch archäologisch nachgewiesen ist (HÖRTER et al. 1951, 27 ff.).
- 6 Für seine umfangreiche Hilfe danken wir Herrn Wissen herzlich.
- 7 Für eine Videodokumentation von Versuch 5 sowie für viele Hilfestellungen bei der Anfertigung der Rillenbeile schulden wir Herrn Willi Bömerich (Obermendig) herzlichen Dank.
- 8 Das Problem der Handhabung tritt aber nur bei der Flächenbearbeitung auf; um Abschlüge von einem kleineren Werkstück abzutrennen, sind Schlagsteine wirkungsvolle Werkzeuge. Es ist denkbar, dass die „Hartbasaltkugeln“ mit der Herstellung der „Hartbasalthämmer“ in Verbindung stehen (HÖRTER et al. 1951, 18; 31).

- 9 Auf der parallelen Abbildung in HOLTMEYER-WILD 2000, 51 Abb. 13 ist unter 13c und 13g versehentlich die „Durchhau“ statt der angegebenen Werkzeuge „Schlag“ und „Pflastersteinhammer“ gezeigt; dies sei nun durch die Abb. 10 der vorliegenden Arbeit berichtigt.

## Literatur

- CRAWFORD, O.-G.-S., RÖDER, J. 1955: The Quern-quarries of Mayen in the Eifel. *Antiquity* 29, 1955, 68-76.
- HÖRTER, F. sen., MICHELS, F.-X., RÖDER, J. 1951: Die Geschichte der Basaltlavaindustrie von Mayen und Niedermendig. Teil I: Vor- und Frühgeschichte. *Jahrbuch für Geschichte und Kultur des Mittelrheins und seiner Nachbargebiete* 2/3, 1950/51, 1-32.
- HÖRTER, F. sen., MICHELS, F.-X., RÖDER, J. 1955: Die Geschichte der Basaltlavaindustrie von Mayen und Niedermendig. Teil II: Mittelalter und Neuzeit. *Jahrbuch für Geschichte und Kultur des Mittelrheins und seiner Nachbargebiete* 6/7, 1954/55, 7.
- HÖRTER, F. jun. 1994: Getreidereiben und Mühlsteine aus der Eifel. Ein Beitrag zur Steinbruch- und Mühlengeschichte. Mayen 1994.
- HOLTMEYER-WILD, V. 2000: Vorgeschichtliche Reibsteine aus der Umgebung von Mayen. Reibsteine aus Basaltlava. *Vulkanpark-Forschungen* 3. Mainz 2000.

- OESTERWIND, B.-C. 2000: Mayen – Zentrum der Mühlsteinherstellung in der Römerzeit. In: *Steinbruch und Bergwerk. Denkmäler römischer Technikgeschichte zwischen Eifel und Rhein. Vulkanpark-Forschungen* 2. Mainz 2000, 33-57.

## Abbildungsnachweis

Abb. 2: HÖRTER 1994, 20.

Abb. 3: OESTERWIND 2000, 34 Abb. 1.

Alle anderen Abbildungen: Vera Holtmeyer-Wild, Köln

## Anschriften der Verfasser

Vera Holtmeyer-Wild  
Domgrabung Köln  
Roncalliplatz 2  
50667 Köln

Email:  
Vera.Holtmeyer.Wild@dombauverwaltung-koeln.de

Achim Bömerich  
Laacherstr. 61  
56743 Mendig



# Gedanken und Erfahrungen bei der Rekonstruktion prähistorischer Kupferverhüttungsanlagen in der Steiermark, Österreich

Daniel Modl

## Vorbemerkung

Der vorliegende Beitrag ist ein Teilaspekt einer Diplomarbeit, die vom Verfasser am Institut für Archäologie der Universität Graz im Jahr 2003 begonnen wurde. Demnach handelt es sich hierbei um einen Zwischenbericht eines noch nicht abgeschlossenen Projektes (vgl. MODL 2005).

## Einleitung

Im 2. Jt. v. Chr. entwickelte sich der Ostalpenraum zu einem bedeutenden Kupferproduzenten für die Versorgung des mitteleuropäischen Metallmarktes. Entlang eines 300 km langen und 25 km breiten geologischen Bandes, das als „Nördliche Grauwackenzone“ bezeichnet wird und sich vom Inntal bis südlich von Wien erstreckt, reihen sich unterschiedlich große Kupferlagerstätten auf (WALACH 1993, 18), die die Rohstoffbasis für eine blühende Kupferindustrie bildeten. Der Höhepunkt der Kupfergewinnung wurde dabei im Ostalpenraum (Niederösterreich, Steiermark, Salzburg, Tirol, Trentino-Südtirol) mit der Entstehung frühindustrieller Produktionsstrukturen in der mittleren und späten Bronzezeit erreicht, wobei die relative Einheitlichkeit der Konstruktion der Verhüttungsanlagen bemerkenswert ist, die auf eine überregionale Organisation mit entsprechender „Standardisierung“ der Arbeit und Ausbildung hinweist.

So sind allein auf österreichischem Gebiet ca. 400 solcher Verhüttungsplätze bekannt (PREBLINGER et al. 2000, 368). Durch die Gründung des „Arbeitskreises Johnsbachtal“, 1975, durch G. Sperl und etwas später, im Jahr 1979, des interdisziplinären „Arbeitskreises Paltental“, unter der Leitung des Archäometallurgen H. Preßlinger, mit dem Archäologen C. Eibner und dem Geophysiker G. Walach, gelang es in den letzten 25 Jahren über 60 solcher Anlagen in der Obersteiermark, im Palten-, Liesing- und Johnsbachtal (PREBLINGER et al. 1980, 131 ff.) durch engagierte Prospektionstätigkeit zu entdecken und teilweise, wenn auch nicht vollständig, zu ergraben. Abgerundet wird das Bild durch die neuen Ergebnisse der Grabungskampagnen von S. Klemm am mittelbronzezeitlichen Schmelzplatz S1 in der Eisenerzer Ramsau und die Bestandsaufnahme aller dortigen archäologischen Fundstellen (KLEMM 2003, 11 ff.).

Die dort aufgenommenen montanhistorischen Geländezeugnisse bzw. Überreste lassen sich dabei in drei Bereiche gliedern: die Reste der Bergbaue, die Aufbereitungs- und Verhüttungsplätze sowie die dazugehörigen talnahen Siedlungen, die als Art Basislager für die Berg- und Hüttenleute dienten (PREBLINGER, EIBNER 1989b, 235).

Mit einem so reichhaltigen Fundmaterial, das alle montanistischen Bereiche erfasst, fand der Verfasser es gerechtfertigt, den technischen Produktionsablauf, von der Gewinnung des Kupfererzes bis hin zum fertigen Endprodukt, auf experimentalarchäologischem Weg nachzuvollziehen. Hauptziel der Forschungen ist jedoch keine Auswertung im Sinne einer umfassenden Fund- und Befundaufnahme, sondern die Präsentation, Interpretation und praktische Umsetzung einer selektiven Quellenauswahl, um dadurch ein anschauliches Gesamtbild der urgeschichtlichen Kupfergewinnung und -verarbeitung für die Steiermark zu erarbeiten.

Neben technischen Einzelheiten sollen hierbei auch Fragen zu Rohstoffverbrauch und

Produktivität, Arbeitsdauer und -organisation gestellt und wenn möglich beantwortet werden, auch wenn z. B. die Rekonstruktion einer Entwicklungslinie der Verhüttungstechnik von sulfidischen Kupfererzen mit genauen quantitativen Angaben nach wie vor nur spekulativ erfolgen kann.

Im Rahmen dieses Beitrages soll jedoch nicht auf Röst- oder Verhüttungsexperimente eingegangen werden, sondern auf das „Stiefkind“ dieser meist spektakulären Versuche, die bautechnische Ausführung solcher Anlagen, speziell der Schachtöfen, unter experimentellen Bedingungen.

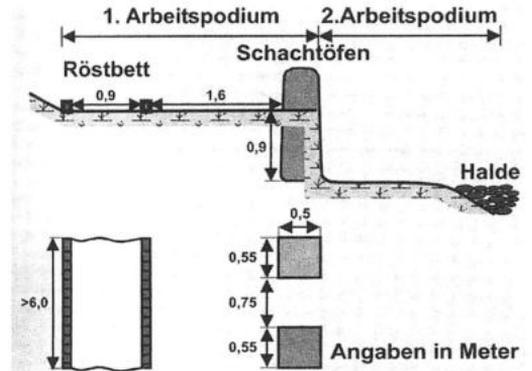


Abb. 1: Grundschema einer bronzezeitlichen Verhüttungsanlage nach montanarchäologischen Untersuchungen.

### Archäologischer Befund

Alle Verhüttungsanlagen, die bis heute im Bereich der Ostalpen archäologisch ergraben wurden, lassen ein relativ einheitliches und normiertes Schema erkennen, in Bezug auf ihre Dimensionen und ihre Bauausführung (Abb. 1 und 2); Unterschiede lassen sich nur im Alter, den Abmessungen und dem Vorhandensein von verschiedenen Schlackentypen nachweisen (PREBLINGER et al. 1988, 341 ff.).

Hierfür waren naturräumliche, bautechnische und metallurgische, aber auch ganz praktische Faktoren ausschlaggebend.

Als Beispiel kann für die Steiermark der mehrfach untersuchte urnenfelderzeitliche Verhüttungsplatz „Versunkene Kirche“ ( $^{14}\text{C}$ -Datierung:  $1200 \pm 200$  v. Chr./Thermolumineszenzdatierung:  $730 \pm 270$  v. Chr. (HAUSTEIN 2004, 31 ff.)), Gemeinde Trieben, genannt werden (Abb. 3-5), der in der Erforschung solcher Anlagen eine zentrale Rolle spielt und es uns zusammen mit den Befunden anderer Fundstellen (u. a. Mautern/Frauenbachmündung, Meilerplatz, Flitzen II) ermöglicht, allgemeine Aussagen bezüglich der Bauform solcher Anlagen zu machen (PREBLINGER et al. 1988, 341 ff. PREBLINGER, EIBNER 1989b, 235 f.).

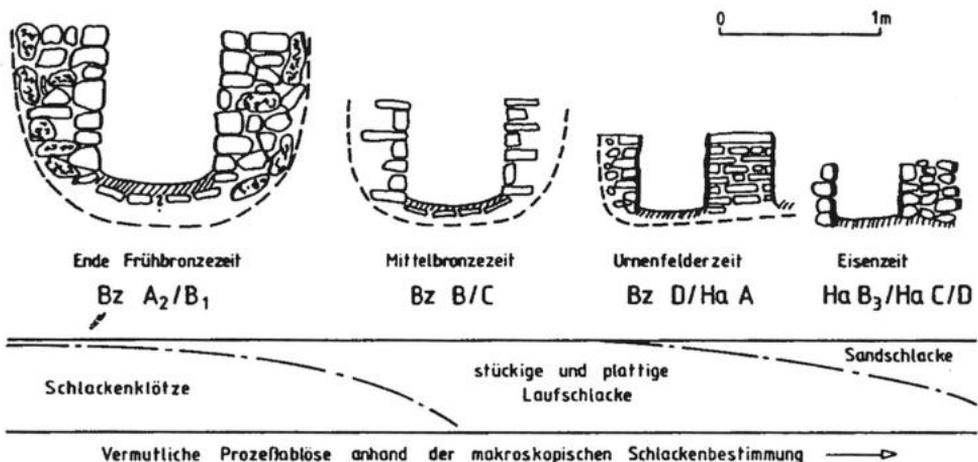


Abb. 2: Veränderung bzw. zeitliche Entwicklung der Bauform von Schachtöfen.

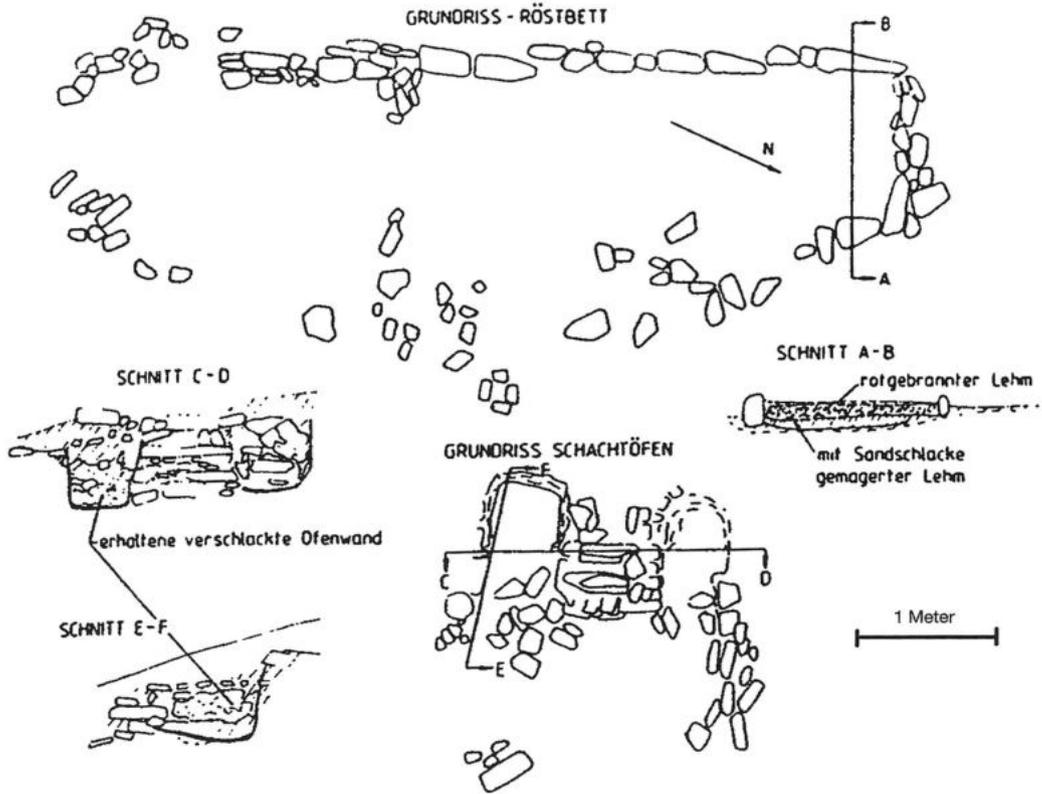


Abb. 3: Zusammenstellung der montanarchäologischen Grabungsergebnisse von der Verhüttungsanlage „Versunkene Kirche“, Gemeinde Trieben.

Zuerst wurde hier in einen geneigten Hang von ungefähr 30-40 % Steigung eine Terrassenstufe gegraben und dadurch zwei Arbeitspodien mit ca. 0,8-0,9 m Höhenunterschied geschaffen (Abb. 1), die in der Folge mit gestampftem Lehm planiert wurden. Auf die obere Plattform und parallel zum Hang wurde ein langgestrecktes Röstbett (> 6,0 x 0,9 m) gesetzt, das durch schwere (ca. 20 kg), hochkant gestellte und teils behauene Gneise eingefasst wurde, die wiederum mit gemagertem Lehm ausgekleidet waren. Des Weiteren war das Röstbett in mehrere Segmente unterteilt worden, wobei die innere Sohle über einen mehrschichtigen Aufbau mit gestampftem oder mit Schlackensand gemagertem Lehm verfügte (Abb. 3).

Aufgrund statischer und thermischer Vorteile wurden in die darunter liegende Hangstufe zwei als Zwillingsöfen konzipierte Schachtöfen gesetzt (Abb. 1). Als Baumaterial diente hierfür Grünschiefer, der aufgrund seiner Feuerfestigkeit und Spaltbarkeit ausgewählt wurde und von einem 500 m entfernten Ausbiss herangeschafft werden musste (PREBLINGER et al. 1998, 25 ff.). Als Bindemittel verwendete man Ton, der aus tonigen Lagen im Grauwackenschiefer stammte, in der Nähe anstand und mit natürlichen Zuschlägen, wie Quarz, Glimmer und Kalzit und synthetischem wie feinkörnigem Laufsclackensand (PREBLINGER, HARMUTH et al. 2001, 224 f.) und Holzkohle, gemagert wurde. Die Verwendung von Kalk als mineralisches Bindemittel konnte



Abb. 4: Ansicht der zwei Kupferschmelzöfen und der Zwischenmauer in der „Versunkenen Kirche“, Gemeinde Trieben.



Abb. 5: Öfen und Röstbett der „Versunkenen Kirche“, Gemeinde Trieben, während der Nachuntersuchung 2003.

dabei in einer Mauer zwischen den beiden Öfen (Abb. 4) nachgewiesen werden (PREBLINGER et al. 2000, 372 ff.).

Die rechteckige Grundfläche der Schachtöfen mit den Maßen von 0,54 x 0,40 m bzw. 0,52 x 0,48 m wurde zunächst mit ca. 50 kg schweren Basissteinen in U-Form abgesteckt; der größte Stein der Ofenbasis wog 61 kg und stammte aus der Zwischenmauer der beiden Öfen. Im Anschluss daran wurden in Schalenbauweise die 1-2 kg schweren Ofensteine teilweise in Läufer- und Bindertechnik mit dem tongebundenen Mörtel vermutlich auf eine Höhe von 0,9-1,50 m aufgemauert, wobei die durchschnittliche Breite der Steinschale im unteren Bereich ca. 20 cm beträgt. Der Raum dahinter wurde jeweils mit dem lehmigen Aushubmaterial sowie Laufsclacken, alten Ofensteinen und Keramikscherben hinterfüllt. Eine Hitzeeinwirkung durch Feuerrötung lässt sich dabei bis zu 20 cm in die Verfüllung hinter der Steinpackung nachweisen (Abb. 5). Die Ofensteine selbst waren mit einer ca. 1 cm dicken Schlackenschicht überzogen, wobei die Wände, die noch auf einer Höhe von 80 bzw. 56 cm (an der Rückwand: Ofensohle – „Trittsteinoberkante“) in situ erhalten waren, eine Schlackenhaut auf ca. 30-40 cm Höhe aufwiesen (Abb. 3).

Die konkave Sohle der Öfen bestand aus einer in den Stampflehm Boden des unteren Podiums vertieften, mindestens 10 cm starken Holzkohlelage als Isolierschicht, die vielleicht die Bodenfeuchtigkeit abhalten sollte und verhinderte, dass Schlacke und Metall sich in der Sohle einbrannten. Ein Abstichloch im Bereich der Sohle wurde nicht gefunden, stattdessen musste die Ofenbrust nach jedem Schmelzvorgang neu zugestellt werden. Der Bereich vor dem Ofen wurde zusätzlich noch mit alten Ofensteinen gepflastert. Anhand mehrerer Umbau- und Neubauphasen und den Schlackemengen lässt sich eine jahre-, wenn nicht sogar jahrzehntelange, intensive Nutzung der metallurgischen Anlage konstatieren.

Bis auf die etwas hangabwärts liegende Schlackenhalde (Abb. 1), die auch als Müllhalde diente, da man unter den Schlackenstücken auch Knochen, Keramik und defekte Arbeitsgeräte fand (Klopfsteine, Gebläseteile), wurden noch im näheren Umkreis des Schmelzplatzes und auf günstigen Terrassen direkt darüber und etwas abseits, Suchschnitte und Grabungsquadranten abgesteckt. Die Ergebnisse dieser jüngsten Nachuntersuchungen stehen noch aus und werden mit hoffentlich weiteren Grabungen Aufschlüsse über das nähere Umfeld des Schmelzplatzes geben.

## Fragestellung

Am Beginn der Forschung lagen immer die Bauformen und Dimensionen der Schmelzaggregate und die dort angewandte Metallurgie im Vordergrund der bergbauarchäologischen Problemstellung. In den letzten Jahren jedoch lag der Schwerpunkt bei der Beprobung und Untersuchung der Baumaterialien und Bautechniken.

Diese naturwissenschaftlichen Untersuchungen konnten jedoch keine quantitativen Werte, wie den Material- oder Zeitaufwand für den Bau solcher Anlagen liefern. Auch hatte man bislang nicht versucht, solche Schmelzhütten in ihrer originalen Größe mit möglichst authentischen Werkzeugen und Materialien und eng an einen konkreten Befund angelehnt, wiederzuerichten. Man beschränkte sich oft nur auf den Bau eines einzelnen Schachtofens, ohne dabei genauere, quantitative Angaben zu machen (vgl. WOELK et al. 1998, 263 ff. WOELK et al. 2002, 4 ff.) oder errichtete überhaupt ein in seinen Dimensionen verkleinertes Modell (vgl. ANSTEE 1966, 3 ff. BÖHNE 1968, 53 ff. TYLECOTE, MERKEL 1985, 4 ff. HERDITS 1993, 35 ff.; 1997a, 26 f.; 1997b, 231 ff. OTTAWAY 1994, 192 ff. PREBLINGER, EIBNER 1996, 10 ff.).

Es fehlten auch Langzeitbeobachtungen, wie sich die Schmelzaggregate durch ihre Benutzung und durch die Witterung und Erosion veränderten. So sollten auch neben der Haltbarkeit die Reste der verfallenen Experimentalöfen mit dem konkreten archäologischen Befund auf Übereinstimmung verglichen werden.

In der Diplomarbeit des Verfassers war der Ofenbau aber zunächst gar kein zentraler Aspekt der Untersuchungen, doch bereits in den ersten Vorversuchen zeigte sich, dass die Auswahl der Rohstoffe für den Bau und die sorgfältige Ausführung eines solchen Schachtofens für einen positiven Abschluss der folgenden Verhüttungsversuche mitentscheidend sein sollten.

In der Folge sollen deshalb allgemeine Baukriterien herausgearbeitet werden, wobei es hier aufgrund des Erhaltungszustandes der Schachtofen einen großen Interpretationsspielraum gibt, da jede bauliche Interpretation des Grabungsbefundes im allgemeinen mehrere Modellvarianten zulässt.

Als Vorbild und Originalbefund für die Bau-simulation einer solchen Anlage diene der montanarchäologisch und geochemisch gut untersuchte Schmelzplatz „Versunkene Kirche“ (Abb. 3-5), wobei auch hier durch die immer limitierenden Faktoren Platz, Zeit und Geld kleine Änderungen vorgenommen werden mussten.

## Planung und Vorbereitung

Nachdem ein Arbeitskonzept erarbeitet war, begann die Suche nach einem geeigneten Gelände und Baumaterialien. Auf dem Privatgrundstück meines Fachkollegen und in der Folge Mitarbeiters M. Brandl am nördlichen Stadtrand von Graz fand der Verfasser jene günstigen Bedingungen vor, die auch für einen prähistorischen „Ofenbauer“ entscheidend bei der Wahl des Platzes gewesen wären. Eine geeignete Hanglage, ein kleiner Bach mit Lagerstätten von relativ feuerfestem Lehm und Schwemmkegel mit Sand und Kies in unterschiedlichen Körnungen und einem Nadelwald als Quelle für Brenn- und Bauholz sowie zur Herstellung von Holzkohle. Wie auch der Grünschiefer und die Gneise an der „Versunkenen Kirche“ nicht anstehend waren und in nahen Brüchen abgebaut wurden, musste auch das Steinmaterial für das Projekt erst zum Experimentiergelände gebracht werden. Um das Verhalten unterschiedlicher Steinarten unter großer thermischer und chemischer Belastung zu beobachten, wurden für den Ofenbau verschiedene Gesteinssorten herangezogen. Neben originalen Steinmaterialien aus der Grauwackenzone wurden auch andere



Abb. 6: Grabungsgerät und Weidenkorb.

Gneise, Granite, Quarze und Schiefer aus der Steiermark mit einem Gesamtgewicht von 550 kg verwendet. Als Hauptmaterial diente jedoch ein feuerfester Gneis, der die hohen thermischen Belastungen von bis zu 1400° C ertragen konnte und von einer Steindeponie stammte, die durch den Bau des Herzogbergtunnels an der A2 bei Mooskirchen entstand. Von dort wurden insgesamt 1,5 t Gneise zwischen 1 und 40 kg Gewicht abgebaut und direkt mit einem Kleinlaster zum Experimentiergelände geschafft, so dass keine zeitlichen Angaben zum Brechen der Steine und ihrem Transport gemacht werden können.

Angaben können dagegen sehr wohl zur Herstellung des tongebundenen Ofenmörtels gemacht werden. Der bei ca. 1000-1100° C schmelzende Ton wurde direkt aus dem nahegelegenen Bachbett entnommen und entsprechend den Analysen in einer Erdgrube mit den natürlichen und synthetischen Magerungen bzw. Zuschlägen (Korngröße 0,1-0,5 cm) vermischt, bis eine weitere Homogenisierung der Masse nicht mehr gut möglich war. Dadurch wurde auch die Rissbildung beim Schwinden des Tons auf ein Minimum gesenkt, so dass kaum zusätzliche Ausbesserungen nach dem Trocknen und Brennen des Ofens mehr notwendig waren. Innerhalb von drei Stunden wurde so durch zwei Personen 1,5 t Lehmmörtel vorbereitet.

## Der Nachbau

Auf dem kleinen Hang wurde dann ein 3,50 x 5 m großes Rechteck mit Schnüren abgesteckt, von Laub und Bewuchs befreit und nach dem Befund abgegraben, so dass zwei Arbeitspodien geschaffen wurden. Als Zeitpunkt für das Abgraben wurde der Mai gewählt, da hier der lehmige Boden noch feucht und somit weich war. Die Arbeiten wurden mit zuvor hergestellten Holzspaten, Erdhacken und Weidenflechkörben ausgeführt (Abb. 6), wobei für etwaiges Wurzelwerk auch ein Bronzebeil zum Einsatz kam. Da organische Funde solcher Geräte in der Steiermark fehlen, „borgte“ man sich ähnliches Fundmaterial aus dem restlichen Österreich und Deutschland. An den freien Nachbildungen könnte man Kritik üben, doch beeinflussen sie nicht die erzielten Leistungen.

Insgesamt wurden 9,5 t Erde innerhalb von 26 Stunden durch zwei Personen damit bewegt. Diese Mengen- und Zeitangabe ist jedoch nicht so ohne weiteres auf damals umzumünzen, da die prähistorischen Ofenbauer sicher versuchten, ein bereits natürlich terrassiertes Stück Hang zu verwenden. Aus akutem Platzmangel konnte der Verfasser die seitlichen Begrenzungen der Anlage jedoch nicht sanft auslaufen lassen und musste zur Sicherung und gegen die Erosion des Hanges, entgegen dem Originalbefund, hölzerne Pfosten an drei Seiten einlassen.

Da es dem Verfasser auch wichtig war, optisch eine Entwicklung bei den Schachtofen darzustellen und die baulichen Unterschiede zwischen den zeitlich verschiedenen Schachtofentypen herauszuarbeiten, wurden nicht zwei identische Zwillingsofen errichtet (Abb. 9). Der linke Schachtofen, in der Folge „Ofen I“, ist der urnenfelderzeitliche Schachtofentyp, wie wir ihn uns in der „Versunkenen Kirche“ vorzustellen haben, der rechte „Ofen II“ stellt dagegen die ältere mittelbronzezeitliche Variante dar (Abb. 2) und wurde nach den Dimensionen

(0,55 x 0,65 cm Grundfläche) und den Charakteristika eines zweiten Schmelzplatzes, und zwar „Kohlanger 2“, Gemeinde Johnsbach, errichtet (PREBLINGER et al. 1988, 341. PREBLINGER, EIBNER 1989a, 8); die Bauausführung beider Schachtföfen ist jedoch identisch.

Entsprechend der archäologischen Vorgabe wurde in die Hangstufe ein 2,30 x 0,95 m großer Einschnitt gegraben, der die beiden Schachtföfen aufnehmen sollte. Auf eine Drainage des Untergrundes, wie sie uns am Grabungsbefund anderer Schmelzplätze oftmals nachgewiesen wurde (vgl. EIBNER 2002, 13. HERDITS 1997b, 11), verzichtete man und dementsprechend wurden die verschiedenartig aufgebauten Sohlen der beiden Öfen direkt auf den lehmigen Untergrund gesetzt. Während die Sohle des Ofens I aus einer 10-15 cm starken Holzkohlelage bestand, die in den mit Lehm gestampften Untergrund eingetieft wurde, verfügte die Sohle des Ofens II über eine zusätzliche Auskleidung mit Steinplatten, bei einer dünneren Holzkohlelage.

Entlang einer schon vorher in den lehmigen Boden eingeritzten Grundrisslinie wurden dann die ca. 40 kg schweren Basissteine gesetzt. Die Lagen darüber bestanden aus abwechselnd hochkant und flach gesetzten, ca. 1-5 kg schweren Steinen. Wenn einer der unregelmäßigen Steine nach langer Suche und Probieren nicht für die vorgesehene Stelle passte, wurde er mit einem steinernen Rillenschlägel zurechtgeschlagen. Alle verbauten Steine wie auch der Lehm wurden dabei einzeln am Bauplatz abgewogen.

Zumeist in zwei Reihen gesetzt, ergab sich daraus eine Wandstärke, die zwischen 15 und 25 cm differierte und durch die Läufer-Binder-Technik größere Festigkeit bekam und den erheblichen Druck des Hanges abfangen konnte. Dadurch entstanden zwei voneinander unabhängige, U-förmige Schalen, die nur durch einzelne große Steine verbunden waren. So war es auch möglich, bei allfälligen Reparaturen einen



Abb. 7: Hinterfüllen der Steinschale mit Kies und Lehm auf der Höhe des steinernen Tragbalkens.

Ofen abzutragen ohne den anderen in Mitleidenschaft zu ziehen. Der Raum hinter der Steinschale wurde mit dem lehmigen Aushubmaterial und dem Bruchschutt vom Behauen der Ofensteine und Bachkies (Korngröße 0,2-3 cm) verfüllt – insgesamt 1,7 t Material – und zu einer einheitlichen Masse verdichtet (Abb. 7), die eine Drainage-Funktion gegenüber hangseitigem Wasser hat.

#### Unbekannte Variablen

Auf einer Höhe von 40 cm wurde dann jeweils auf die Enden der U-förmigen Schalen ein länglich geformter Stein als ein Art „Tragbalken“ gesetzt. Auf ihm konnte man die weitere Ofenbrust mit einer durchschnittlichen Stärke von 10-15 cm auf jede beliebige Höhe gleichmäßig und ohne Verschalung aufbauen (Abb. 7). Der Schachtofen blieb demnach im unteren Teil offen (Öffnung mit ca. 40 x 40 cm) und musste für die Verhüttung komplett mit Steinen und stark gemagertem Lehm verschlossen werden, wobei man zuvor ein Abstichloch und die Keramikdüsen in die Vorderwand einsetzte. Die Öffnung, die dabei jedes Mal gasdicht zuzumauern war, war zwar recht groß, hatte jedoch den Vorteil, dass man jede Stelle des Ofeninnenraumes von



Abb. 8: Die halbfertigen Öfen: Verschmieren der inneren Fugen.



Abb. 9: Die beiden rekonstruierten Schachtöfen (links: Ofen I, rechts: Ofen II) in Vorderansicht.

oben oder unten (bei Höhen zwischen 1 und 1,50 m) für Reparaturen erreichen (Abb. 8) und die Schmelzprodukte oder -abfälle leichter entnehmen konnte.

In diesem Zusammenhang muss jedoch auch darauf hingewiesen werden, dass diese hypothetische Bauausführung mit Steinbalken und darauf aufgebauten Ofenwand lediglich eine Arbeitsvariante darstellt, da bis heute keine (?) Hinweise auf eine aufgemauerte Ofenbrust vorliegen, ja meist nicht einmal eine größere Menge von gebranntem oder verschlacktem Ofenlehm (mit Düsenabdrücken) oder die dazugehörigen Steine vorhanden sind (vgl. LORSCHIEDER et al. 2003, 302 ff.). Da auch die Funde von Keramikdüsen und Gebläseteilen selten sind – vielleicht aber auch nur eine überlieferungsbedingte Lücke darstellen – könnte auch an einen Betrieb mit natürlichem Zug bei entsprechender Höhe des Ofens gedacht werden oder einem Gebläse, das von vorne bei offener Brust annähernd auf Bodenniveau und in etwas Abstand auf und nicht in die Chargierung wirkt, doch dagegen spricht wiederum der Umstand, dass die Wände der Schachtöfen bis zu mehreren Dezimetern hoch verschlackt waren. Die Argumente für und gegen eine Interpretation der archäologischen Befunde als „Schachtöfen“ und die damit verbundene reduzierende Prozessführung (vgl. MOESTA, SCHLICK 1989, 5 ff.

LORSCHIEDER et al. 2003, 301 ff.) könnte in der Folge noch weiter ausgeführt und gegeneinander abgewogen werden, doch bietet dieser Beitrag nicht den Platz hierfür.

Die ausgegrabenen Überreste repräsentieren also weder die vollständige Form, die genauen Dimensionen noch die tatsächlichen Verhüttungsprozesse, die in den Öfen stattfanden, da zunächst der Schmelzprozess, dann der Mensch und später die Witterung und Erosion wesentliche Teile des Ofens veränderten oder zerstörten. Und auch die Öfen selbst besitzen einen Hang zur „Selbsterstörung“. Vom nicht so hart gebrannten Schachtende fallen innerhalb kürzester Zeit und ohne entsprechenden Schutz vor Regen, Wind und Frost, Steine auch ins Schachtinnere und können z. B. den Ofenboden in Mitleidenchaft ziehen.

Aufgrund dieses lückenhaften Erhaltungszustandes müssen alle Rekonstruktionsvorschläge und „Designs“ als hypothetisch gelten und lassen viele Variablen offen (vgl. REHDER 1989, 305 ff.), die jedoch alle Einfluss auf den Schmelzprozess haben und auf die nun kurz eingegangen werden soll. Ein entscheidender Punkt bei der Rekonstruktion eines Schachtofens ist natürlich die Frage nach dessen ursprünglicher Höhe. Vollständig erhaltene vorgeschichtliche Exemplare gibt es nicht, da der Oberteil der Schächte und die Vorderwand, die nicht

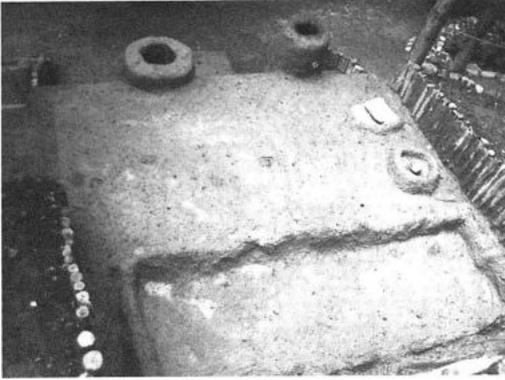


Abb. 10: Blick auf das obere Arbeitspodium kurz nach der Fertigstellung mit Röstbett und Klopstein bzw. Schiebemühle.

im schützenden Erdreich eingebettet waren, immer verstürzt waren und der Rest nur auf einer Höhe von ca. 30-90 cm erhalten ist. Rückschlüsse über die ursprüngliche Höhe könnte man noch aus der Menge der vorhandenen Ofensteine ziehen. Doch ihr teilweises Fehlen oder ihre zu geringe Zahl lassen großen Interpretationsspielraum. So schwanken auch die Berechnungen der Originalhöhe zwischen 0,40 und 1,50 m Höhe (PREBLINGER, EIBNER 1993, 30. OTTAWAY 1994, 99). Dementsprechend entschied sich der Verfasser, beim Maximum zu beginnen – im Fall von Ofen I mit einer Höhe von 1,50 m und für Ofen II von 1,20 m – und die Höhen im Laufe der Experimente immer weiter herabzusetzen, um so eine optimale und praktikable Schachthöhe zu ermitteln.

Auch die Frage, ob sich der Ofenschacht nach oben hin leicht verjüngte oder ob der Schacht nahezu senkrecht war, lässt sich nicht mit absoluter Sicherheit beantworten. Für eine konische Form sprechen jedoch bautechnische, praktische und metallurgische Aspekte. So verleiht die konische Form dem Ofen mehr Stabilität und verhindert das Hängenbleiben der Schüttung und fördert auch ihre Verteilung. Auch das Verhältnis von Ofeninnengrundfläche zu Ofenvolumen hat einen Einfluss auf den

Kamineffekt, damit auf den Gasdurchsatz und in der Folge auf die Schmelzreaktion (vgl. WOELK et al. 1998, 265 f.).

Auch über Form, Größe und somit Steigung der Ofenwände zur Gicht hin herrscht Unklarheit. In der Regel wurde bei den meisten Experimenten (vgl. HERDITS 1997b, 231 ff. WOELK et al. 2002, 11) bei unterschiedlicher Schachthöhe die Gichtweite im Verhältnis zur Schachtsohlenweite mindestens um ein Viertel oder auch bis zur Hälfte der Sohlenweite verkleinert.

#### Fertigstellung und Ermittlung quantitativer Werte

Bereits während der Aufmauerung des Schachtes wurden Spalten zwischen den einzelnen Ofensteinen mit dem Lehmörtel sauber verfugt (Abb. 8). Die Außenseite der Öfen wurde mit einer dicken Lehm-schicht von teilweise 3 cm Dicke verkleidet. Dadurch wurden auch die vier, 20-40 cm langen Schamotterrohre unter der Ofensohle und auf Höhen von 0,25, 0,60 und 1,10 m verdeckt, die 5-10 cm in den Ofen ragten oder mit der Ofeninnenwand abschlossen und die Temperaturmessfühler (Platin-10% Rhodium/Platin - Typ S) schützen sollten (Abb. 7). Aufgrund der nicht freistehenden Bauausführung war es jedoch nicht möglich, Rohre in die Hinterwand einzusetzen, um von dort Messergebnisse zu bekommen; dieses Problem sollte noch dringend behoben werden. Weitere Messpunkte sind das Abstichloch, die beiden Düsen und ein weiteres Schamotterrohr auf ca. 30 cm Höhe in der Ofenvorderwand.

Mit dem Rest (450 kg) des vorher gut 2 t schweren Steinmaterials konnte gerade noch das auf 1 x 3 m verkleinerte Röstbett ausgelegt werden, das im Anschluss daran mit gemagertem Lehm ausgekleidet wurde (Abb. 6). Diese Auskleidung bot nach dem Röstprozess die Möglichkeit, das Erz vollständig wieder herauszulesen. Neben dem

Röstbett befindet sich auf der oberen Plattform des Weiteren eine Unterlagsplatte mit Klopstein sowie eine Schiebemühle mit flachovalem Läufer für die Zerkleinerung des Erzes. Der Klopstein wurde dabei mit einem Lehmwulst umgeben, um das Wegspringen des Erzes zu vermeiden.

Insgesamt 2,05 t Steine und 1,5 t Lehmörtel wurden innerhalb von 19 Stunden von zwei Personen für die unterschiedlich hohen Zwillingsöfen und die Begrenzungen des 1 x 3 m großen Röstbettes benötigt und verarbeitet. Für einen einzelnen Ofen, je nach Form, Höhe und Dimensionen, waren so zwischen 600-700 kg Steine und ca. 400-500 kg Lehm als Mörtel und Verkleidung benötigt worden. Diese Menge konnte auch innerhalb eines Tages von einer Person zu einem Schachtofen aufgeschichtet werden, wenn bereits die Baumaterialien am Bauort vorhanden und aufbereitet waren. Wenn beide Öfen zugleich von einer Person gebaut wurden, schaffte man gut 40-50 cm Ofenwand täglich.

Nach acht Tagen trockenem Wetter war der Lehm soweit angezogen, dass die Öfen mit Astwerk und größeren Holzscheiten (max. Durchmesser 8 cm und 30 cm Länge) der Fichte über mehrere Stunden gebrannt werden konnten. Durch die noch in den Öfen enthaltene Feuchtigkeit entwickelte sich erst nach gut einer Stunde unter starker Rauchentwicklung ein richtiger Zug. Nun wurden sie bis zum Rand mit Holzscheiten gefüllt und vorerst sich selbst überlassen. Innerhalb kürzester Zeit und nur mit natürlichem Zug heizten sich die Öfen auf über 800° C auf und verziegelten langsam in ihrem Inneren. Nach sechs Stunden und ca. 120 kg verbrauchtem Holz wurde das „Tempern“ der Öfen abgebrochen, da jene bei der Verhüttung ohnehin vollständig gebrannt werden. Bis zum nächsten Morgen waren die Öfen dann ausgekühlt, wiesen durch die starke Magerung nur wenige Risse auf und wären nach einer kurzen Reparatur für die ersten Verhüttungsexperimente bereitgestanden.

## Zusammenfassung und Ausblick

Die Arbeiten an den Zwillingsöfen und am Röstbett – obwohl nur ein Nebenprodukt der Forschungen des Verfassers – erbrachten allgemeine quantitative Angaben und in Verbindung mit der ersten Vorversuchsreihe die Erkenntnis, dass die prähistorischen Ofenbauer durch Benutzung feuerfester Rohstoffe, gute Materialkenntnis, sorgfältige Ausführung derselben und eine ausgeklügelte Ofengeometrie, ein einfaches, jedoch höchst effizientes Schmelzaggregat entwickelten. Dabei waren Schachtofen und Röstbett aufeinander abgestimmt, was ein schnelles und praktisches Arbeiten ermöglichte. Die Tradierung dieser Bauinformationen, wie z. B. der Ofendimensionen, kann leicht mündlich erfolgen, z. B. durch Angabe von Körpermaßen oder durch persönliche Erfahrung gewonnen werden.

Auch für den Ofenbau selbst waren kein besonderes Geschick oder viele und spezielle Werkzeuge notwendig. Lediglich eine hölzerne Schaufel, ein Tragekorb und ein Rillenschlägel waren erforderlich, den Rest erledigten die besten Werkzeuge überhaupt: die eigenen Hände.

Erstaunlich für den Verfasser war der geringe Zeitaufwand für den Bau der Anlage. Innerhalb von eineinhalb Wochen (bei einem achtstündigen Arbeitstag) konnte eine Schmelzhütte bei zwei Arbeitern mit Röstbett und Schachtofen einsatzbereit sein; wobei jedoch ein Großteil der Arbeit aus dem Abgraben und dem Beschaffen und Vorbereiten der Baustoffe bestand. Entsprechend dieser kurzen Bauzeit der Anlagen stellt sich uns jedoch die Frage, wie wertvoll diese Öfen waren und wie schwierig es gewesen wäre, sie umzulagern?

Doch mit dem Bau der Schmelzaggregate war ja nur der erste, aber auch vielleicht wichtigste Schritt getan. Weitere wichtige metallurgische Infrastruktur und die Anlage schützende Einrichtungen mussten noch für eine solche Schmelzhütte in direktem oder näherem Umkreis geschaffen werden.

Ein Bereich zur Erz- und Schlackenzerkleinerung, Kohlemeiler, Hang- bzw. Böschungsbefestigungen, Drainagegräben für das vom Hang herunterlaufende Regenwasser, aber auch Unterkünfte für die prähistorischen Schmelzer und eine, wie auch immer geartete Überdachung der Schmelzanlage.

Gerade eine Überdachung der Anlage in einem Gebiet mit plötzlichen Wetterumschwüngen ergibt Sinn (vgl. EIBNER 2002, 13). Auch die sehr gedrängte Bauform und andere praktische Gründe sprechen für das Vorhandensein eines Daches. Archäologische Hinweise dafür stehen trotz so manchen Pfostenlochs oder Unterlagsteins jedoch nach wie vor noch aus (vgl. HERDITS 1997b, 6 ff.), so dass man über das genaue Aussehen nur spekulieren kann. Diese Strukturen im Umfeld der Schmelzanlagen und Schlackenplätze nachzuweisen, wird ein wichtiges Desiderat der weiteren Forschungen sein, um ein komplettes Bild eines bronze- bzw. urnenfelderzeitlichen Schmelzplatzes zu gewinnen.

Vorliegender Beitrag konnte nur einen kurzen und noch lange nicht abgeschlossenen Einblick in den Bau solcher Anlagen geben und muss deswegen, wie dem Verfasser auch bewusst ist, noch viele Antworten schuldig bleiben. Die von vielen Faktoren bestimmte richtige Geometrie und optimale „Aerodynamik“ des Ofens werden sich erst durch die Verhüttungsexperimente ergeben. Trotzdem wollte ich hier allgemeine technische Kriterien des Ofenbaues herausarbeiten, die bisher gewonnenen Ergebnisse präsentieren und zur Diskussion stellen und hoffe auf weiterführende Beobachtungen, aber auch kritische Stellungnahmen der Leser.

## Literatur

- ANSTEE, J. W. 1966: Copper smelting experiments. *Journal of the Historical Metallurgy Society* 1, 7, 1966, 3-12.
- BÖHNE, C. 1968: Über die Kupferverhüttung der Bronzezeit, Schmelzversuche mit Kupferkiesen. *Archaeologia Austriaca* 44, 1968, 49-60.
- EIBNER, C. 2002: Verachtet mir die Meister nicht! – Gedanken zum Experiment als Instrument zur Erforschung der Urzeit. *Archäologie Österreichs* 13,1, 2002, 11-15.
- HAUSTEIN, M. 2004: Die Thermolumineszenzdatierung einer alten Metallhüttenschlacke aus dem Paltental. *Res montanarum* 33, 2004, 31-33.
- HERDITS, H. 1993: Zum Beginn experimentalarchäologischer Untersuchungen einer bronzezeitlichen Kupferverhüttungsanlage in Mühlbach, Salzburg. *Archaeologia Austriaca* 77, 1993, 31-38.
- HERDITS, H. 1997a: Experimentalarchäologische Untersuchungen zur bronzezeitlichen Verhüttung sulfidischer Kupfererze. *Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft* 18, 1997, 21-31.
- HERDITS, H. 1997b: Ein bronzezeitlicher Kupferverhüttungsplatz in Mühlbach/Hochkönig (Salzburg) (ungedruckte Diplomarbeit Universität. Wien 1997).
- KLEMM, S. 2003: Montanarchäologie in den Eisenerzer Alpen, Steiermark. *Archäologische und naturwissenschaftliche Untersuchungen zum prähistorischen Kupferbergbau in der Eisenerzer Ramsau*. Mit Beiträgen von J. Resch †, H. Weinek, H. Proske, B. Emmerer, E. Steinlechner, P. Trinkaus, W. Gössler, R. Drescher-Schneider. *Mitteilungen der Prähistorischen Kommission der Akademie der Wissenschaften* 50. Wien 2003.
- LORSCHIEDER, F., MASS, A., STEININGER, D. 2003: Frühe Kupferproduktion – archäologischer Befund und Experiment. Versuche zur Fahl-erzverhüttung in einem einzigen Ofengang. In: Stöllner, Th., Körlin, G., Steffens, G., Čiorny, J. (Hrsg.), *Man and Mining – Mensch und Bergbau. Der Anschnitt* 114, 16, 2003, 301-307.
- MODL, D. 2005: Vom Kupfererz zur Bronzenadel – Experimentalarchäologische Untersuchungen zur urgeschichtlichen Kupfergewinnung und -verarbeitung im Bereich der heutigen Steiermark (ungedruckte Diplomarbeit an der Universität Graz. Graz 2005).
- MOESTA, H., SCHLICK, G. 1989: The furnace of Mitterberg. An oxidizing Bronze Age copper process. *Bulletin of the Metals Museum* 14, 1989, 5-16.

- OTTAWAY, B. S. 1994: Prähistorische Archäometallurgie. Espelkamp 1994.
- PREBLINGER, H. 1987: Montanarchäologie im Paltental. Untersuchungsergebnisse von bronzezeitlichem Bergbau und bronzezeitlicher Verhüttung. Da schau her 8, 1, 1987, 6-10.
- PREBLINGER, H. 2002: Der Bau metallurgischer Anlagen in der Spätbronzezeit. Res montanarum 28, 2002, 5-10.
- PREBLINGER, H., EIBNER, C. 1989a: Bautechnische Ausführung bronzezeitlicher Kupferhütten. Montanarchäologische Grabungen an drei Verhüttungsplätzen. Da schau her 10, 1, 1989, 7-9.
- PREBLINGER, H., EIBNER, C. 1989b: Bronzezeitliche Kupferverhüttung im Paltental. In: Hauptmann, A., Pernicka, E., Wagner, G. A. (Hrsg.), Old World Archaeometallurgy. Der Anschnitt 44, 7, 1989, 235-240.
- PREBLINGER, H., EIBNER, C. 1993: Prähistorischer Kupfererzbergbau und die Verhüttung der Erze. In: Preßlinger, H., Köstler, H. J. (Hrsg.), Bergbau und Hüttenwesen im Bezirk Liezen (Steiermark). Kleine Schriften der Abteilung Schloss Trautenfels am Steiermärkischen Landesmuseum Joanneum 24, 1993, 25-36.
- PREBLINGER, H., EIBNER, C. 1996: Während des Schlossfestes 1995 in Trautenfels: Experimentelle Schmelzversuche mit Kupfererzpellets in einem Schachtofen. Da schau her 17, 3, 1996, 10-14.
- PREBLINGER, H., EIBNER, C., WALACH, G., SPERL, G. 1980: Ergebnis der Erforschung urnenfelderzeitlicher Kupfermetallurgie im Paltental. Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 125,3, 1980, 131-142.
- PREBLINGER, H., WALACH, G., EIBNER, C. 1988: Bronzezeitliche Verhüttungsanlagen zur Kupfererzeugung in den Ostalpen. Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 133, 7, 1988, 338-344.
- PREBLINGER, H., MAYER, A., NILICA, R. 1998: Beurteilung bronzezeitlicher Ofensteine aus einem Schachtofen zur Rohkupfererzeugung. Res montanarum 19, 1998, 25-27.
- PREBLINGER, H., EIBNER, C., HARTMUTH, H., LETH, I. 2000: Baustoffe, Feuerfestmaterialien und Keramiken im bronzezeitlichen Hüttenbetrieb. Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 145, 9, 2000, 368-376.
- PREBLINGER, H., HARMUTH, H., PROCHASKA, W., EIBNER, C. 2001: Metallurgische Schlacken – ein Sekundärrohstoff in der Bronzezeit. Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 146, 5, 2001, 222-226.
- REHDER, J. E. 1989: High temperature technology in antiquity. A sourcebook on the design and operation of ancient furnaces. In: Hauptmann, A., Pernicka, E., Wagner, G. A. (Hrsg.), Old World Archaeometallurgy. Der Anschnitt 44, 7, 1989, 305-315.
- TYLECOTE, R. F., MERKEL, J. F. 1985: Experimental smelting techniques: achievements and future. The British Museum, Occasional Papers 48, 1985, 3-20.
- WALACH, G. 1993: Montanarchäologische Bodendenkmale. In: Preßlinger, H., Köstler, H. J. (Hrsg.), Bergbau und Hüttenwesen im Bezirk Liezen (Steiermark). Kleine Schriften der Abteilung Schloss Trautenfels am Steiermärkischen Landesmuseum Joanneum 24, 1993, 15-24.
- WOELK, G., GELHOIT, P., BUNK, W. 1998: Reconstruction and operation of a Bronze Age copper-reduction furnace. In: Hauptmann, A., Rehren, Th. (Hrsg.), Metallurgica Antiqua. Der Anschnitt 72, 8, 1998, 263-277.
- WOELK, G., WOELK, P., GELHOIT, P., BUNK, W., BACHMANN, H.-G. 2002: Rekonstruktion, Bau und Betrieb eines bronzezeitlichen Kupferreduktionsofens. Zeitschrift zur Geschichte des Berg- und Hüttenwesens 8, 1, 2002, 4-35.

#### Abbildungsnachweis

Abb. 1: PREBLINGER 2002. Abb. 2, 4: PREBLINGER et al. 1988. Abb. 3, 6: PREBLINGER 1987. Abb. 5-10: Fotos des Verfassers (Abb. 5: mit freundlicher Genehmigung H. Preßlinger).

#### Anschrift des Verfassers

Daniel Modl  
 Institut für Archäologie  
 Universitätsplatz 3/II  
 8010 Graz  
 AUSTRIA

e-Mail: celticpark@sms.at

# Zum Verhalten von Spurenelementen und Legierungsbestandteilen in Kupfer bei der Weiterverarbeitung des Metalls

Emanuela Jochum Zimmermann,  
Marianne Senn und Adrian Wichser

## Einleitung

Schon im 19. Jh. wurde vermutet, dass die chemische Zusammensetzung von Metallfunden auf ihre Herkunft schließen lässt (PERNICKA 1989, 625). Dabei wird von dem archäologischen Konzept ausgegangen, dass Objekte mit derselben Metallzusammensetzung aus demselben Rohmaterial gefertigt wurden und damit das Metall, z. B. das Kupfer, von derselben Lagerstätte oder zumindest aus derselben Werkstatt stammt (PERNICKA 1995, 85). Obwohl diese Idee in der Folge immer wieder aufgegriffen wurde, wiesen verschiedene Forscher auch oft auf die Schwierigkeit dieser Annahme hin (PERNICKA 1989, 626-628. OTTAWAY 1994, 157).

Zum einen ist die Zusammensetzung der Erze einer Lagerstätte nicht homogen, sondern kann stark schwanken. Zum anderen ist auch die Analysenunsicherheit ein Problem, vor allem, wenn es sich um ältere Analysenreihen handelt.

Dazu kommen noch weitere Faktoren, die die Zusammensetzung der Spurenelemente im Kupfer beeinflussen. Im Wesentlichen lassen sie sich mit vier Prozessschritten verknüpfen: Veränderungen können bei der Verhüttung der Erze, bei der Raffination und beim Schmelzen des Rohkupfers und zuletzt bei der Weiterverarbeitung des gegossenen Objektes (Hämmern, Glühen, Schmieden) auftreten.

Das Verhalten der Spurenelemente im Verhüttungsprozess ist durch mehrere Untersuchungen ziemlich gut bekannt. Zu erwähnen sind an dieser Stelle z. B. die Forschungen von PERNICKA (1989; 1995), die es ermöglichen, gewisse Aussagen zu den Spurenelementen in den Verhüttungsprodukten zu treffen. Es scheint gesichert, dass einige Spurenelemente wie z. B. Silber, Bismut, Cobalt und Nickel für die Herkunftsbestimmung von Kupfer wichtig sein können (PERNICKA et al. 1993, 33. PERNICKA 1995, 77, Tab. 8). Andere Elemente wie Arsen, Blei und Antimon sind zwar ebenfalls typisch für bestimmte Lagerstätten, werden aber sehr stark durch den Verhüttungsprozess beeinflusst. Die Untersuchungen ermöglichen es sogar, bis zu einem gewissen Maße, die Zusammensetzung des Kupfers zu „errechnen“, wenn die Zusammensetzung des Erzes bekannt ist (PERNICKA 1995, 112, Abb. 53).

Über die Einflüsse der Weiterverarbeitung von Kupfer auf seinen Spurenelementegehalt gibt es bis jetzt nur sehr wenige Forschungen. Von Arsen ist z. B. bekannt, dass es beim Hämmern im warmen Zustand aus dem Metall „getrieben“ werden kann (MCKERREL, TYLECOTE 1972).

Ähnlich sieht es auch für den Schmelz- und Gussvorgang aus. „Je weiter die Bearbeitung und Läuterung des Metalls fortschreitet, um so schwieriger wird eine Zuordnung zum Erz“ (SCHULZ 1983, 10). Feststellungen dieser Art tauchen in der archäometallurgischen Literatur immer wieder auf. In den wenigsten Fällen sind sie aber durch Versuche oder Analysen belegt, sondern fußen auf Vermutungen.

## Fragestellung

Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurde untersucht, wie sich einzelne Legierungsbestandteile und Spurenelemente bei wiederholtem Aufschmelzen einer Kupfermischung verhalten.

Element	g/100 g
Ag	0,34
As	0,54
Co	0,11
Fe	0,04
Ni	1,31
Pb	0,1
S	< 0,2
Sb	1,07
Sn	2,16
Zn	0,02

Tab. 1: Analyse einer spätbronzezeitlichen Bronzenadel (Savognin-Padnal GR, SP72/49). Die Ergebnisse sind mit Kupfer auf 100 % zu ergänzen (Analyse EMPA, Dübendorf; Methode ICP-OES).

Eine Beantwortung dieser Frage könnte helfen zu beurteilen, wie aussagekräftig Spurenelement-Analysen für die Lagerstättenforschung bzw. die Herkunftsfrage des Kupfers sind. Außerdem wird der Spurenelementgehalt oft dazu verwendet, Objekte als zusammengehörig zu klassieren. Wenn aber der Schmelzprozess einen großen Einfluss auf die Zusammensetzung hätte, wäre es möglich, dass auch Objekte mit unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung aus demselben Rohmaterial hergestellt wurden. Aus diesen Gründen erschien es uns wichtig, dieser Frage mit einigen Versuchen genauer nachzugehen.

## Experiment

### Vorbereitungen

In einem ersten Schritt musste eine Metallmischung hergestellt werden, die als Ausgangsmischung für die Gussversuche dienen konnte. Als Berechnungsgrundlage diente die chemische Zusammensetzung eines spätbronzezeitlichen Nadelfragmentes (SP72/49) aus der Siedlung Savognin-Padnal in Graubünden/Schweiz (FASNACHT

1999, 270) (Tab. 1). Der Padnal liegt etwas südlich vom Dorf Savognin im Oberhalbstein, einem Tal mit zahlreichen Kupferlagerstätten. Die Besiedlung des Hügels dauerte von der frühen bis in die späte Bronzezeit. Unter dem Fundmaterial fanden sich reichlich Hinweise für die Verarbeitung von Kupfer und Bronze sowie zahlreiche Bronzeobjekte. Von den meisten wird eine Herkunft aus den nahe gelegenen Lagerstätten angenommen. Beim analysierten Objekt handelt es sich mit ziemlicher Sicherheit um einen Import, da im Oberhalbstein keine Erze mit so hohen Arsen- und Antimongehalten anstehen (FASNACHT 1999, 268-272). Anhand der Ergebnisse dieser Analyse wurden mehrere Chargen zu je einem halben Kilo für die Gussversuche angefertigt.

Die einzelnen Metalle lagen jeweils in einer handelsüblichen Reinform vor. Beim Kupfer handelte es sich z. B. um ein Elektrolytkupfer, das Verunreinigungen in sehr geringen Mengen enthalten kann. Einzig Arsen lag nicht in metallischer Reinform vor, sondern war bereits mit Kupfer legiert (Arsenbronze mit 30 Massen% Arsengehalt). Es war nicht möglich, schon im Labor eine Legierung herzustellen, aber die einzelnen Bestandteile der Ausgangsmischung konnten im Institut für Metallforschung der ETH Zürich<sup>1</sup> abgewogen werden. Legiert wurden sie beim ersten Aufschmelzen im rekonstruierten Ofen (s. u.). Dieses Vorgehen verursachte, dass mit einem mehr oder weniger großen Verlust einiger Bestandteile zu rechnen war. Da es bei diesem Versuch um das relative Verhalten der Spurenelemente ging, war dieser Ausgangsverlust von untergeordneter Bedeutung. Nicht in die Mischung aufgenommen wurde Schwefel.

### Experimentverlauf

Das erste Schmelzen der einzelnen Bestandteile der Ausgangsmischung und die weiteren Güsse wurden im Freien durchgeführt. Dazu wurde die Rekonstruktion

einer spätbronzezeitlichen Schmelzanlage verwendet. Sie besteht aus verschiedenen archäologisch nachgewiesenen Teilen. Der Aufbau des Ofens wurde in der Bilanz 2001 bereits ausführlich beschrieben, weshalb an dieser Stelle nur darauf verwiesen werden soll (JOCHUM ZIMMERMANN et al. 2003, 81).

Vor dem ersten Guss wurden die Metalle in einen Tiegel aus Ton geschichtet, wobei darauf geachtet wurde, dass die Spurenelemente und die Legierungsbestandteile von allen Seiten mit Kupfer bedeckt waren. Damit sollte ein vorzeitiges Verdampfen der flüchtigen Bestandteile verhindert werden. Anschließend wurde das Metall im Ofen ein erstes Mal aufgeschmolzen. Für die Versuchsanordnung war es wichtig, dass im Ofen eine reduzierende Atmosphäre herrschte. Während des ganzen Aufheizprozesses blieb deshalb das Metall im Tiegel von Holzkohle bedeckt. Beim Aufschmelzen von Metalllegierungen in oxidierender Atmosphäre ist mit z. T. erheblichen Verlusten von Spurenelementen wie Antimon, Arsen, Bismut, Blei oder Zink zu rechnen (HALL et al. 1998, 549).

Während des Schmelzprozesses wurde die Temperatur des Metalls bzw. der Schmelze mit Hilfe eines tragbaren Temperaturmessgerätes regelmässig kontrolliert und aufgezeichnet.<sup>2</sup> Dazu wurde die Messsonde mit Hilfe eines Quarzröhrchens vorsichtig durch die Kohlschicht in den Tiegel geschoben, wobei darauf geachtet wurde, möglichst wenig von der Kohlenabdeckung zu verschieben.

Der erste Schmelzprozess dauerte 33 Minuten.<sup>3</sup> Danach wurde der Tiegel aus dem Feuer geholt und der Guss durchgeführt. Dazu wurde das flüssige Metall in einfache Formen aus Sand, vermischt mit Leinöl, gegossen. Auf diese Weise wurden annähernd quadratische Blöcke von ca. 3 x 3 x 1 cm hergestellt. Die Form wurde so gewählt, um eine möglichst schnelle und effiziente Formherstellung zu gewährleisten und die Probengewinnung zu vereinfachen.

Von dem gegossenen Metall wurde jeweils ein Block als Probe herausgenommen, der Rest des Metalls wurde aufgesammelt und direkt wieder in den noch heißen Tiegel gelegt. Dieser wurde dann wieder in den Ofen gesetzt und der nächste Schmelzvorgang begonnen.<sup>4</sup>

Auf diese Art wurden zehn Schmelzvorgänge und Güsse vorgenommen. Vom Metall, Tiegel und der entstandenen Schlacke wurden Proben genommen. Im Zuge dieser Vorstudie konnte nur das Metall analysiert werden.

#### Analysen: Methode und Resultate

Die Metallproben aus den zehn Gießversuchen wurden anschließend an der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA mit Hilfe der optischen Emissionsspektrometrie mit einem induktiv gekoppelten Argon-Plasma (ICP-OES) analysiert (KLÄNTSCHI et al. 1996, 97 ff.; 324-328 mit Fallbeispiel). Diese Methode wird häufig zur Quantifizierung der chemischen Zusammensetzung in archäologischen Buntmetallproben verwendet (SEGAL, KLONER 1994, 737-742. NOELTE 2002. BOURGARIT, MILLE 2003, 1538-1555). Mit ICP-OES können Haupt-, Neben- sowie Spurenelemente in einem großen Konzentrationsbereich gleichzeitig bestimmt und quantifiziert werden.

Das Messprinzip basiert auf folgenden Vorgängen: Die Probe wird in Lösung gebracht. Anschließend wird die Messlösung in einem Vernebelungssystem zu einem Aerosol zerstäubt und mit Hilfe eines Argon-Gasstromes in die Atomisierungseinrichtung, das Plasma, überführt. Im mehrere tausend Grad heißen Plasma werden die chemischen Verbindungen atomisiert und die Atome durch die hohe Energie des Plasmas angeregt. Unter Ausstrahlung (Emission) von Photonen (Licht) fallen die Atome in den Grundzustand zurück. Diese Emissionen haben eine elementspezifisch

genau definierte Energie und werden über ein optisches Gitter mit anschließender Verstärkung detektiert. Heute wird zur Detektion ein echt simultanes Spektrometer mit CCD-Detektor-Design benutzt.<sup>5</sup>

Die oben beschriebenen Blöcke aus den Umgüssen wurden zersägt. Aus der frisch gesägten Metalloberfläche wurden Späne gebohrt. Um die Späne in Lösung zu bringen, wurden ca. 0,15 g Probenspäne mittels einer Säuremischung aus Salpeter- und Salzsäure auf einer Heizplatte unter leichtem Kochen gelöst. Anschließend wurden die Probelösungen mit verdünnter Salzsäure auf 25 ml aufgefüllt. Zur Messung der Hauptelemente musste die Probelösung 1000mal verdünnt werden. Die Spurenelemente konnten direkt aus der Aufschlusslösung bestimmt werden. Zur Kalibrierung bzw. Quantifizierung der Elemente wurden Standardlösungen mit definierten Mengen des gesuchten Elementes herangezogen. Die zusätzlich bestimmten Gehalte aus den zertifizierten Kontrollproben wurden bei nahezu allen Elementen wieder gefunden (zu den Kontrollproben s. KLÄNTSCHI et al. 1996, 325). Abweichungen wurden bei Wismut, Eisen, Mangan und Phosphor festgestellt. Der Grund für die Abweichungen der Gehalte bei Wismut, Mangan und Phosphor liegt in ihrer Nähe zur Nachweisgrenze. Sowohl in den Proben wie in den Standardreferenzmaterialien streuten die Eisen- und Chromgehalte z. T. recht stark (Abb. 1, 4 zu den Gehalten in den Proben). Eine Begründung für diese Schwankungen steht zurzeit aus. Diese Gehalte sollten jedoch zurückhaltend interpretiert werden.

### Interpretation

Diese Versuchserie mit zehn Güssen und Analysen stellt eine Vorstudie zur Problematik des Verhaltens der Spuren- und Legierungsbestandteile während der Verarbeitung dar. Die kleine Datenbasis macht

eine statistische Auswertung unmöglich. Aber auch mit diesen wenigen Analysen lassen sich bereits erste Vermutungen über Trends treffen. Unter den Umgüssen weist Umguss 2 (2-1 in Tab. 2) so starke Abweichungen in den Elementgehalten von allen anderen Güssen auf, dass die Abweichungen möglicherweise nur für die beprobte Stelle und nicht für das ganze Stück relevant sind. Die Abweichungen, die durch diesen Datensatz entstehen, werden deshalb nicht kommentiert.

### Verunreinigungen

Bei den Analysen wurden neben den in der ursprünglichen Metallmischung enthaltenen Elementen auch noch eine Reihe weiterer gemessen, die im Folgenden als Verunreinigungen bezeichnet werden (Tab. 2). Ihre Herkunft ist im Einzelfall nicht untersucht und zu klären.

Neben geringen Mengen von Calcium und Aluminium weisen die Proben auch Verunreinigungen durch Schwefel, Silizium, Chrom und stark schwankende Anteile von Bismut auf. Die Anteile dieser Elemente sind durchweg sehr klein und liegen bei allen unter 0,01 Massenprozent (Abb. 1).

Ein Teil der Verunreinigungen könnte aus dem verwendeten Kupfer stammen. Allerdings war es im Vorfeld dieser Untersuchung nicht möglich, dessen exakte Zusammensetzung zu analysieren. Das verwendete Elektrolytkupfer sollte nur sehr geringe Mengen an Verunreinigungen enthalten.

Eine weitere Quelle für die Verunreinigungen könnten der Tiegel oder die Holzkohle sein. Aus dem Tiegel, bzw. dem Magerungsbestandteil Sand könnte z. B. das Silizium stammen. Untersuchungen haben gezeigt, dass der Einfluss des Brennmaterials auf den Spurenelementgehalt des Kupfers bei der Verhüttung eher gering ausfällt (TYLECOTE et al. 1977, 305, 326-327).

Im Einzelfall bleibt also abzuklären, woher die Verunreinigungen stammen können.

Element	Nachweisgrenze	Metallmischung	1_1	2_1	3_1	4_1	5_1	6_1	7_1	8_1	9_1	10_1
Massenanteil in g/100g (%)												
Ag	0,00003	0,34	0,3	0,36	0,21	0,25	0,26	0,25	0,27	0,24	0,23	0,26
As	0,00008	0,54	0,37	0,5	0,32	0,31	0,31	0,3	0,32	0,29	0,26	0,3
Co	0,00001	0,11	0,09	0,07	0,08	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06
Fe	0,0002	0,04	0,055	0,024	0,024	0,018	0,02	0,025	0,029	0,021	0,016	0,031
Ni	0,00004	1,31	1,2	0,9	1,3	1,3	1,3	1,2	1,3	1,3	1,4	1,2
Pb	0,00005	0,1	0,1	0,15	0,08	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,05	0,06
Sb	0,00003	1,07	0,99	1,45	0,84	0,82	0,87	0,8	0,89	0,77	0,7	0,85
Sn	0,00008	2,16	3,1	4,6	2,4	3,1	3	2,7	3	2,7	2,4	2,7
Zn	0,00005	0,02	0,018	0,014	0,011	0,009	0,007	0,007	0,006	0,005	0,005	0,004
Mg	0,00007		<	<	<	<	<	<	<	0,0001	<	<
Al	0,00003		0,0005	0,0007	0,0004	0,0005	0,0004	0,0005	0,0004	0,0003	0,0005	0,0004
Bi	0,00008		0,002	0,008	0,003	0,001	0,007	<	<	<	<	0,001
Ca	0,00003		0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001
Cr	0,00004		0,006	0,001	0,002	0,002	0,003	0,004	0,005	0,003	0,002	0,006
S	0,0013	<0,2	0,006	0,01	0,006	0,007	0,007	0,007	0,009	0,008	0,008	0,01
Si	0,00003		0,003	0,004	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003

Tabelle 2: CP-OES-Analysen der zehn Umgüsse im Vergleich mit der Ausgangsmischung (Experiment-Nr. 30803). Die Ergebnisse sind mit Cu auf 100 Massen% zu ergänzen, Mn, Cd und P lagen unterhalb der Nachweisgrenze (< bezeichnet Gehalte unter der Nachweisgrenze). Umguss 2 (2-1) zeigt so starke Abweichungen in den Gehalten, dass sie möglicherweise nur für die beprobte Stelle und nicht für das ganze Stück relevant sind.

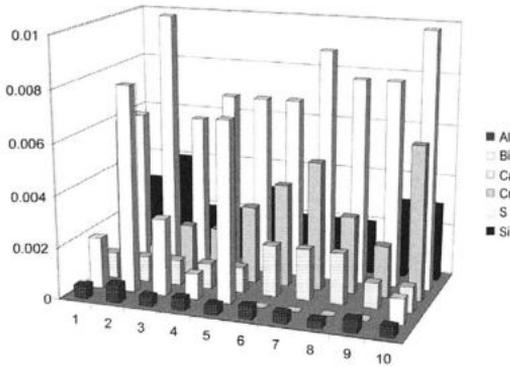


Abb. 1: In der Kupferlegierung tauchen verschiedene Verunreinigungen auf, die nicht aus der Ausgangsmischung stammen müssen.

Dies ist vor allem bei Elementen wie Bismut, die für die Herkunftsbestimmung des Kupfers herangezogen werden können, von Bedeutung. Sollte sich herausstellen, dass es durch das Gießen zu Anreicherungen von Bismut im Metall kommen kann, hätte das weitreichende Konsequenzen.

#### Spurenelemente

Die Untersuchungen der absichtlich beigemischten Spurenelemente ergab teilweise interessante Aspekte. Einige der Metalle wie Antimon, Nickel und Silber wiesen mehr oder weniger starke Schwankungen auf, während andere wie Zink, Cobalt und Blei klare Tendenzen erkennen ließen. Im Folgenden werden die Analyseergebnisse der einzelnen Elemente besprochen.

#### Silber

Die Silbergehalte nehmen tendenziell ab.<sup>6</sup> Wenn man die schwankenden Gehalte berücksichtigt,<sup>7</sup> ist insgesamt mit einem Verlust von 25-30 % des Silbers zu rechnen. Dabei scheinen die ersten Güsse oder Schmelzprozesse einen größeren Einfluss auf den Silbergehalt des Kupfers zu haben als die folgenden. Insgesamt reduzierte sich das Silber in den zehn Schmelzprozessen von 0,34 Massen% auf 0,23-0,26 Massen%.

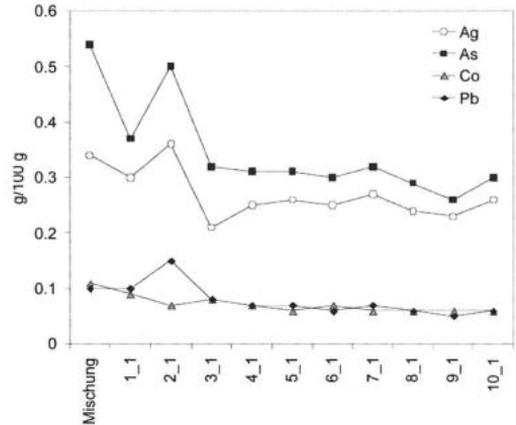


Abb. 2: Die Legierung verarmt während des Umgießens kontinuierlich an Silber, Arsen, Cobalt und Blei. Die Probe von Guss 2 weicht von dieser Tendenz ab.

#### Arsen

Der Anteil an Arsen blieb in den Proben nach einem ersten Absinken relativ konstant.<sup>8</sup> Beim ersten Aufschmelzen der Metalle kommt es zu einem Verlust von etwa 30 % des Arsens, bei den weiteren Schmelzvorgängen sind die Verluste geringer. Insgesamt gehen während der zehn Güsse fast 50 % des Arsengehalts verloren, die Gehalte sinken von 0,54 Massen% auf 0,30 Massen%. Für die Ausgangsmischung wurde, wie erwähnt, eine Kupfer-Arsen-Mischung benutzt, was heißt, dass das Arsen in gelöster Form vorlag. Weshalb beim ersten Aufschmelzprozess der Verlust trotzdem höher lag als bei den darauffolgenden, bleibt (noch) unklar.

Arsen hat mit 613 °C einen niedrigeren Schmelzpunkt als Kupfer, weshalb in früheren Publikationen darauf hingewiesen wurde, dass Arsen nur bedingt zur Herkunftsbestimmung des Kupfers herangezogen werden dürfe (PERNICKA 1995, 77). Es wurde immer wieder vermutet, dass Arsen beim wiederholten Aufschmelzen der Metallmischung verdampfe und deshalb als Indiz für eine Herkunftsbestimmung problematisch sei. Unsere Versuche zeigen, dass die Verluste bei wiederholtem

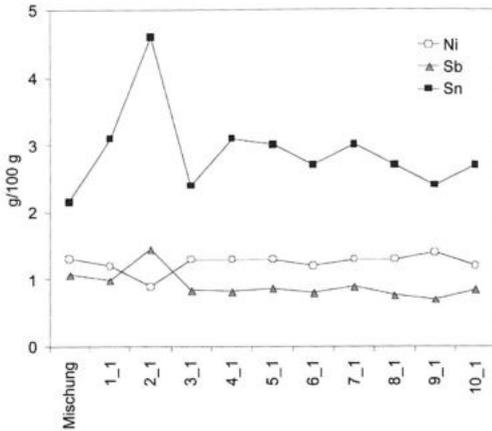


Abb. 3: Der Nickelgehalt der Legierung bleibt konstant, während der Antimon- und Zinngehalt tendenziell leicht zurückgehen. Die Probe aus Umguss 2 (2-1) weicht auch hier von diesen Tendenzen ab.

Erhitzen und Schmelzen des Kupfers nicht gravierend sind. Vielmehr scheint das erste Aufschmelzen der kritische Moment zu sein, der die größte Einbuße des flüchtigen Metalls bewirkt.

Die geringen Verluste von Arsen bei wiederholtem Aufschmelzen in reduzierender Atmosphäre bestätigen Experimente aus den frühen 70er Jahren von MCKERREL und TYLECOTE (1972, 210). Während sie beim Flüssighalten von Arsenkupfer über mehrere Stunden in leicht reduzierender Atmosphäre nur geringfügige Verluste beobachten konnten, waren die Verluste beim Schmelzen und heiß Bearbeiten in oxidierender Atmosphäre beträchtlich.

#### Blei

Beim ersten Aufschmelzen und damit Legieren der Metallmischung bleibt der Bleigehalt von 0,1 Massen% konstant. Nach einem außergewöhnlich hohen Wert bei der Probe des zweiten Gusses nimmt der Bleigehalt langsam auf 0,06 Massen% ab, was etwa der Hälfte des Ausgangswertes entspricht.

#### Cobalt

Bei Cobalt lässt sich eine Reduzierung von etwa 20-25 % des Gesamtanteils bei den ersten zwei Güssen beobachten, von 0,11 Massen% zu 0,07 Massen%. Danach sind die Verluste geringer, bis nach zehn Schmelzvorgängen mit 0,06 Massen% noch etwa 55 % des ursprünglichen Cobaltgehaltes vorhanden ist.

#### Nickel

Beim Nickelgehalt lässt sich über die zehn Güsse (abgesehen vom schon oben besprochenen Ausreißer Probe 2-1) nur ein sehr geringfügiger Verlust von ursprünglich 1,3 Massen% zu 1,2 Massen% Nickel beobachten.

#### Antimon

Auch beim Antimon waren die Verluste beim wiederholten Aufschmelzen gering, wobei die Werte bei den ersten drei Schmelzvorgängen am meisten abnehmen (mit Ausnahme Probe 2-1), von 1,07 Massen% in der errechneten Ausgangsmischung zu 0,70-0,85 Massen% bei den letzten Umgüssen.

#### Zinn

Etwas überraschend waren die Ergebnisse beim Zinn: In allen Proben war der Gehalt höher als in der Ausgangsmischung. Woran das liegt, ist noch unklar. Zinn neigt zu Seigerungserscheinungen, das heißt, es kann sich in gewissen Bereichen innerhalb des Objekts anreichern. Ob das der Grund für die hohen Werte bei dieser Untersuchung ist, bleibt abzuklären. Metallographische Analysen werden zeigen, wie sich das Zinn beim Abkühlungsprozess in der Probe verteilt hat.

#### Eisen

Die Veränderungen beim Eisengehalt dürfen wegen der analytischen Unsicherheiten nicht interpretiert werden.

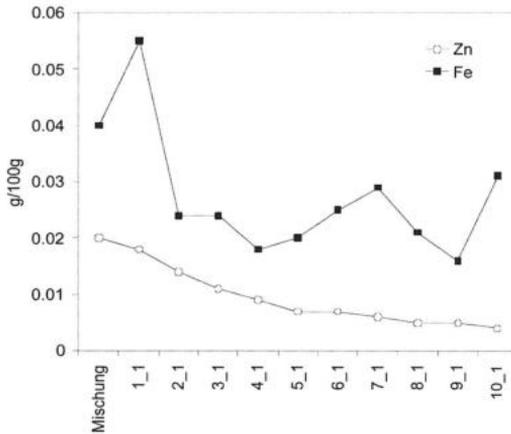


Abb. 4: Zink nimmt im Laufe der Umgüsse kontinuierlich ab, während Eisen wie Chrom (Abb. 1) starken Schwankungen unterliegt.

### Zink

Die wohl deutlichsten Ergebnisse lieferte das Zink. Da es mit 418 °C einen deutlich niedrigeren Schmelzpunkt als das Kupfer hat, war mit Verlusten zu rechnen. Die klare Tendenz erstaunt dennoch. Trotz der reduzierenden Atmosphäre im Ofen und des Umstandes, dass das Zink im Kupfer gelöst war, kam es bei wiederholtem Aufschmelzen zu beträchtlichen Verlusten von Zink. Dabei reduzierte sich der Anteil von 0,02 Massen% Zink in der Ausgangsmischung auf 0,004 Massen% beim zehnten Guss.

### Zusammenfassung

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass es bei sämtlichen untersuchten Spurenelementen außer Zinn zu einem Verlust bei wiederholtem Aufschmelzen und Umgießen kommt. Dieser fällt aber von Metall zu Metall sehr unterschiedlich aus. Während die Analysenwerte von Nickel und Antimon stark schwanken und nur eine geringfügige Abnahme des Gehaltes beobachtet werden kann, wird der Arsengehalt anscheinend vor allem durch die ersten Schmelzvorgänge stark beeinflusst,

danach bleibt er jedoch relativ konstant. Ein ähnliches Verhalten belegen auch Silber und Cobalt, die nach einer größeren Abnahme bei den ersten Schmelzvorgängen nur noch geringe Verluste zeigen. Blei nimmt mit einigen Schwankungen im Laufe der Schmelzvorgänge ab. Die deutlichsten Ergebnisse liefert Zink. Mit jedem Aufschmelzen und Gießen nimmt der Gehalt kontinuierlich ab.

### Ausblick

Wie es scheint, hat das Aufschmelzen und Gießen des Metalls in einer reduzierenden Atmosphäre einen geringeren Einfluss auf die Spurenelemente, wie vielfach vermutet. Dennoch kann gesagt werden, dass gerade bei einigen Spurenelementen, die als geeignet für die Herkunftsbestimmung gelten (PERNICKA 1995, 77, Tab. 8), eine deutliche Abnahme beim wiederholten Aufschmelzen beobachtet werden kann. Dies sind vor allem Silber, Cobalt und Blei. Dagegen weisen Nickel und Antimon, die ebenfalls zur Herkunftsbestimmung herangezogen werden, kaum Verluste auf. Wir sind uns bewusst, dass diese Versuchsreihe nur erste Tendenzen aufzeigen kann. Um diese zu bestätigen, sind weitere Experimente nötig, damit die Datenbasis deutlich vergrößert werden kann. Außerdem ist es nötig abzuklären, welche weiteren Einflüsse auf den Spurenelementgehalt während des Schmelz- und Gussprozesses bestehen.

In Zukunft wären unter anderem folgende Punkte zu klären: In welchem Umfang werden Elemente vom Tiegel oder vom Brennmaterial wie der Holzkohle beim Schmelzen in das Metall aufgenommen? Außerdem ist zu untersuchen, welchen Einfluss der Aufbau des Ofens auf das Verhalten der Spurenelemente hat. Es ist anzunehmen, dass in einem oxidierenden System oder in einem völlig geschlossenen Tiegel andere Ergebnisse zu erzielen sind.

Daneben wird es nötig sein, die chemischen Analysen durch metallographische Analysen zu ergänzen. Dadurch soll u. a. festgestellt werden, wie sich die einzelnen Elemente innerhalb der Proben verteilen.

Experiment A hofft, die Versuchsreihe in Zukunft fortsetzen zu können und die Kenntnisse über das Gießen und dessen Einfluss auf den Spurenelementgehalt von Kupfer zu erweitern. Derartige Experimente werden es in Zukunft ermöglichen, den Aussagewert von Spurenelementanalysen für die Herkunftsbestimmung des Kupfers zu präzisieren.

## Anmerkungen

- 1 Prof. P. Uggowitzer und Chr. Wegmann vom Institut für Metallforschung/ETH sei an dieser Stelle herzlich für ihre Hilfe gedankt.
- 2 In den ersten Minuten wurde die Temperatur nur sporadisch kontrolliert, ab der 15. erfolgten die Messungen jede Minute.
- 3 Üblicherweise dauert der Aufschmelzprozess für den ersten Guss aufgrund des „kalten“ Ofens und Tiegels länger als bei den weiteren Güssen. Die folgenden Schmelzprozesse dauerten jeweils weniger als 20 Minuten.
- 4 Dadurch konnte der Aufheizprozess wesentlich beschleunigt werden.
- 5 In KLÄNTSCHI et al. (1996, 325) wurde zur Detektion noch ein simultanes Spektrometer benutzt.
- 6 Abgesehen von der bereits oben besprochenen Probe 2-1, die sogar einen höheren Silbergehalt hat als die Ausgangsmischung.
- 7 Dabei könnte es sich um Seigerungserscheinungen handeln (SCHUMANN 1991, 364, 657).
- 8 Auch hier lieferte die Probe 2-1 ungewöhnliche Werte.

## Literatur

- BOURGARIT, D., MILLE, B. 2003: The elemental analysis of ancient copper-based artefacts by inductively-coupled-plasma-atomic-emission spectrometry: an optimised methodology reveals some secret of the Vix crater. *Measurement science and technology* 14, 2003, 1538-1555.
- FASNACHT, W. 1999: Prähistorischer Kupferbergbau im Oberhalbstein und dessen Spuren in der bronzezeitlichen Siedlung Savognin-Padnal (GR). In: Della Casa, Ph. (Hrsg.) *Prehistoric alpine environment, society, and economy. Papers of the international colloquium PAESE '97 in Zurich. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie* 55. Bonn 1999, 267-276.
- HALL, M. E., BRIMMER, S. P., LI, F., YABLONSKY, L. 1998: ICP-MS and ICP-OES Studies of Gold from a late Sarmatian Burial. In: *Journal of Archaeological Science* 25, 1998, 545-552.
- JOCHUM ZIMMERMANN, E., KÜNZLER WAGNER, N., KUNNERT, U. 2002: Zurück zur Gussform! Zum Einfluss des Gussformmaterials auf die Mikrostruktur eines gegossenen Bronzeobjektes. *Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz 2002. Heft 1, Oldenburg* 2002, 79-91.
- KLÄNTSCHI, N., LIENEMANN, P., RICHNER, P., VONMONT, H. 1996: Elementanalytik. Instrumenteller Nachweis und Bestimmung von Elementen und deren Verbindungen. Heidelberg 1996, 97-128.
- MCKERREL, H., TYLECOTE, R. F. 1972: The working of copper-arsenic alloys in the Early Bronze Age and the effect on the determination of provenance. *Proceedings of the Prehistoric Society* 38, 1972, 209-218.
- NOELTE, J. 2002: ICP Emissionsspektrometrie für Praktiker, Grundlagen, Methodenentwicklung, Anwendungsbeispiele, VCH 2002.
- OTTOWAY, B. S. 1994: Prähistorische Archäometallurgie. Espelkamp 1994.
- PERNICKA, E. 1989: Erzlagerstätten in der Ägäis und ihre Ausbeutung im Altertum: Geochemische Untersuchungen zur Herkunftsbestimmung archäologischer Metallobjekte. *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz* 34, Teil 2, 1989, 607-714.
- PERNICKA, E. 1995: Gewinnung und Verbreitung der Metalle in prähistorischer Zeit. *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz* 37, Teil 1, 1995, 21-129.
- PERNICKA, E., BEGEMANN, F., SCHMITT-STRECKER, S., WAGNER, A. 1993: Eneolithic and Early Bronze Age copper artefacts from the Balkans and their relation to Serbian copper ores. *Prähistorische Zeitschrift* 68, 1993, 1-57.
- SCHULZ, H.D. 1983: Zuordnung von Kupfer-Metall zum Ausgangserz. Möglichkeiten und Grenzen der Methode. *Prähistorische Zeitschrift* 58, 1983, 1-14.

- SEGAL, I., KLONER, A. 1994: Multi-element Analysis of Archeological Bronze Objects Using Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry: Aspects of Sample Preparation and Spectral Line Selection. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 9, 1994, 737-742.
- TYLECOTE, R. F., GHAZNAVI, H. A., BOYDELL, P. J. 1977: Partitioning of Trace Elements Between the Ores, Fluxes, Slags and Metal During the Smelting of Copper. *Journal of Archaeological Science* 4, 1977, 305-333.
- SCHUMANN, H. 1991: *Metallographie* (13. neu bearbeitete Auflage). Stuttgart 1991.

#### Anschriften der VerfasserInnen

Emanuela Jochum Zimmermann  
ExperimentA – Abteilung für Urgeschichte  
Karl-Schmid-Str. 4  
8006 Zürich  
SWITZERLAND

Marianne Senn, Adrian Wichser  
EMPA, Zentrum für Kulturgüteranalytik  
Überlandstr. 129  
8600 Dübendorf  
SWITZERLAND

# Spätbronzezeitliche Holzbearbeitungswerkzeuge und ihre praktische Verwendung bei der Errichtung von Blockbauten am Salzberg in Hallstatt

Wolfgang Lobisser



Abb. 1: Zwei bronzezeitliche Blockwannen der Grabung 1939.

## Die archäologischen Befunde

Zwischen 1984 und 1995 konnten im Zuge von archäologischen Untersuchungen auf hochalpinen Weideplätzen (über 1500 m Seehöhe) im Dachsteingebiet insgesamt 12 Hüttenfundamente bzw. Rastplätze nachgewiesen werden, die durch Radiokarbondatierungen von Holzkohleproben zwischen 1515 und 1030 v. Chr. in Benutzung gestanden haben (MANDL 1996, 38-50). Die noch erhaltenen Fundamente aus Legsteinen zeigen Breiten zwischen 3 und 5 m, sowie Längen von bis zu 7 m und weisen weitgehend auf Blockbaukonstruktionen hin. In manchen Fällen scheinen an diese Blockbauten vor allem im Süden überdachte Arbeitsplätze mit Feuerstellenbereichen angeschlossen gewesen zu sein. Bei den Rekonstruktionsarbeiten im Sommer 2002 wollten wir ein denkbare Modell eines derartigen Blockbaues im Maßstab 1:1 errichten. Möglich wurden die Rekonstruktionsarbeiten nicht zuletzt durch außergewöhnlich glückliche Befundumstände: Im Zuge des Salzabbaus waren seit dem 19. Jahrhundert im Hallstätter Hochtal mehrfach Blockbaukonstruktionen aus der späten Bronzezeit angefahren worden (BARTH 1976), die man in den gewachsenen Boden eingetieft hatte. Zwei dieser prähistorischen Anlagen wurden wissenschaftlich ausgegraben und dokumentiert (HOCHSTETTER 1879. MORTON 1940).

Der Befund von 1878 zeigte noch bis zu 2 m hoch erhaltene Holzwände und zählt somit wohl zu den besterhaltenen Holzbauten aus der europäischen Urgeschichte (BARTH 1998). In eine etwa 2 m tiefe Baugrube von 6 auf 6 m wurde ein Holzkasten in Blockbauweise eingesetzt, dessen Ostseite nach oben hin ausladend schräg gearbeitet war. Man verwendete Rundstämme von 18 bis 25 cm Durchmesser aus Fichte, Tanne und Lärche, die an ihren Enden jeweils an ihrer Oberseite lagerig ausgehackt worden waren, so dass der jeweils obere Stamm in den unteren eingesetzt werden konnte. In diesen Blockbau wurde nun ein Ständerbau eingesetzt. An zwei Seiten hat man diese unten mit rechteckigen Zapfen versehen und in eng an den Wänden anliegende Schwellbalken eingearbeitet. Zusätzlich waren einige der Ständer durch Spreizen gesichert. Im Innern der Anlage wurden unter anderem mehrere Holznägel mit Längen bis zu etwa 30 cm aufgefunden. Die oben gewaltsam abgebrochenen Ständerhölzer haben auch eine Dachkonstruktion getragen, von der bei einer Nachgrabung im Jahr 1897 auch noch wesentliche Teile, vor allem Reste von Dachschildeln, geborgen werden konnten (ENGL 1898). Das Fundmaterial landete im Naturhistorischen Museum Wien, wo ein Großteil der Holzarten bestimmt wurde (BURGERSTEIN 1901).



Abb. 2: Rekonstruierte Bronzewerkzeuge: Lappendechsel, Tüllenhammer, Lappenbeil, Absatzbeil, Tüllenbeil, Lanzettmeißel, schmaler und breiter Tüllenmeißel.



Abb. 3: Die ersten zwei Balkenlagen mit den seitlich geschlitzten Türrändern.

### Fragestellungen und Arbeitsziele

Ein Ziel unserer Arbeiten war es, auf der Basis der hochalpinen Almhüttenbefunde im Dachsteingebiet sowie der Blockwannebefunde vom Salzberg in Hallstatt das Modell eines Wohnhauses der späten Bronzezeit zu entwerfen, um so der Schaustelle im Bergwerk, die spätbronzezeitlichen Salzabbautechniken zeigt, ein Pendant obertägig entgegenzusetzen, das dem Besucher einen Eindruck vom Wohnen in dieser Zeit vermitteln kann. Auch wenn sich Blockbauten in der Regel archäologisch viel schwieriger nachweisen lassen als z. B. Gebäudestrukturen mit in den Boden eingetieften Pfosten, dürfen wir doch davon ausgehen, dass diese Konstruktionsmethode vor allem in Gebieten mit reichen Nadelholzbeständen eine große Rolle spielte. Gerade diese Gebiete finden sich wiederum oft im inneralpinen Bereich, wo steinige Böden, die lediglich von dünnen Humusschichten überlagert werden, das Eingraben von Pfosten sehr beschwerlich gestalteten.

Beim Aufbau wurden ausschließlich Werkzeuge aus Bronze verwendet, die nach Vorbildern aus dem Gebiet um Hallstatt angefertigt worden waren (LOBISSER 2001, 66-68). Der Werkzeugsatz umfasste schwere mittelständige Lappenbeile, Absatzbeile, Tüllen-

beile, Lappendechsel, breite und schmale Stemmebeile und Schnitzmesser. Es galt herauszuarbeiten, welche Werkzeugtypen bei welchen Arbeitsschritten und Holzverbindungstechniken am vorteilhaftesten eingesetzt werden konnten.

Die Konstruktion wurde anhand der aus den Blockwannebefunden bekannten Holzverbindungstechniken konzipiert; bekannt sind uns einfache Verkämmungen, Anblattungen, Zapfen und Zapfenlöcher, Nuten und Schlitz, sowie Holznagelverbindungen. Unser Modell trägt ein so genanntes Ansdach (LUKAS 1993, 11), bei dem die Balken der Längsseite ab einer lichten Höhe von etwa 240 cm nach innen einziehen, um so die Auflage für ein Schindeldach zu bieten.

### Die Aufbauarbeiten

Als Unterlage für den Schwellbalkenkranz brachten wir eine etwa 20 cm hohe Lage aus Kalkbruchsteinen an, die das Holz etwas von der Traufzone absetzen und so garantieren sollte, dass die Bauhölzer nach den vor Ort häufigen Niederschlägen zwischendurch regelmäßig ordentlich abtrocknen könnten (MANDL 1996, 38-49). Mit dieser Bruchsteinlage war es außerdem möglich, Unebenheiten des Baugeländes auszugleichen und durch unterschiedlich große Ecksteine den Schwellbalkenkranz in die Waagerechte zu bringen. Nachdem

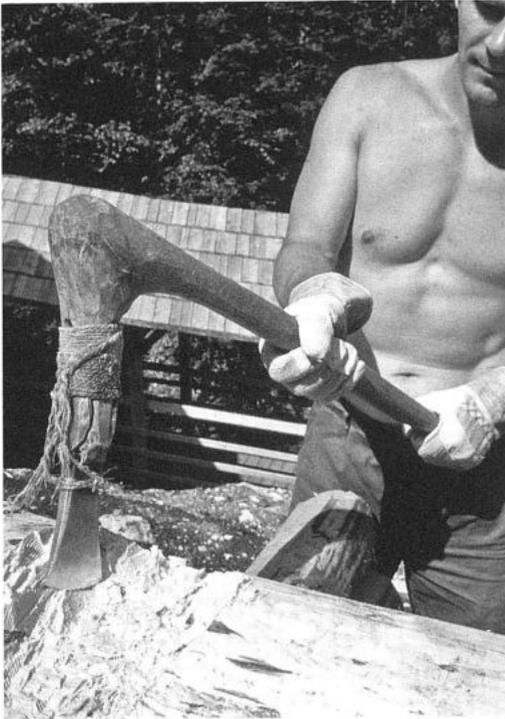


Abb. 4: Beim Verkämmen der Wandbalken kamen Lappen- und Absatzbeile zum Einsatz.

die Balken derart auf den vier Ecksteinen aufgebracht und an den Eckbereichen durch halbseitige Ausnehmungen an den beiden Längsbalken verblockt waren, haben wir die Steinlagen an den Seitenbereichen geschlossen.

Im Türbereich haben wir zwei Ständerbalken unten mit Zapfen versehen und in entsprechende Zapfenlöcher in den Schwellbalken eingelassen. Seitlich wurden in diese Ständer ca. 9 cm breite, nach innen schmaler werdende Schlitzte eingearbeitet, die die an diesen Bereichen von zwei Seiten her konisch zugehackten Wandbalken aufnehmen und im Verband halten würden. Das Anfertigen der Zapfenverbindungen erfolgte mit Tüllenstemmbeiteln, die auch bei den seitlichen Schlitzten zur Anwendung kamen. Nun wurden die einzelnen Balkenlagen des Blockbaues der Reihe nach aufgebracht. Für die halbrun-



Abb. 5: Beim Blockpfetten- oder Ansdach werden die Längsbalken ab der gewünschten Raumhöhe nach innen versetzt aufgelegt und bilden so die Dachkonstruktion.

den Ausnehmungen des Blockverbands haben wir die mittelständigen Lappenbeile, aber auch die etwas kleineren Absatzbeile eingesetzt, wobei sich letztere durch eine stärkere Klingenvölbung an den dünneren Enden der Rundstämme besser bewährten. An den dickeren Enden griffen wir lieber zu den schwereren Lappenbeilen. Insgesamt wurden auf diese Art und Weise 12 Balkenlagen mit einer Gesamthöhe von etwa 240 cm übereinander gelegt und an den Ecken miteinander verkämmt. Direkt unter der zwölften Längsbalkenlage wurden im Mittelbereich des Hauses zwei Binderbalken eingearbeitet, die verhindern sollen, dass etwa bei allzu großer Schneelast das Dach die Seitenwände nach außen drücken könnte.



Abb. 6: Vorbereitungen zum Auflegen der Firstpfette.

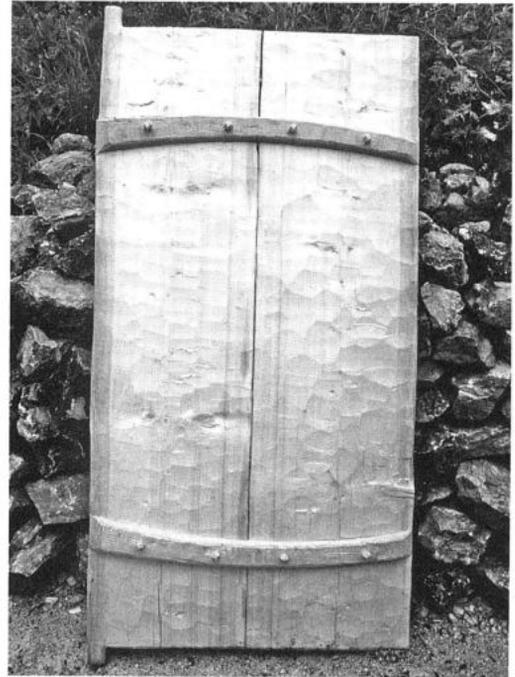


*Abb. 7: Mit einem Dorn aus Bronze wurden Löcher in die gespaltenen Lärchenschindeln eingebrannt.*

*Abb. 8: Die Schindeln wurden mit Nägeln aus Eschenholz an den Pfettenbalken befestigt.*

Die Ständer im Türbereich reichen bis zur elften Balkenlage und sind in diese von unten her durch Zapfen und Lochverbindungen eingetieft, so dass sich eine lichte Türhöhe von etwa 170 cm ergab. Die beiden obersten Lagen sind anschließend wieder durchgehend gearbeitet und bieten derart eine stabile Auflage für die Dachkonstruktion.

Die Dachkonstruktion selbst besteht aus einer Ansdachkonstruktion, die auch als Blockpfettendach bekannt ist (LUKAS 1993, 19). Dabei werden ab der gewünschten Raumhöhe die längsseitigen Bauhölzer der einzelnen Balkenlagen nach innen versetzt auf sich kontinuierlich verkürzende Querbalken aufgelegt, wobei die Blockverbindungen beibehalten werden. Dadurch bilden diese Längsbalken eine gute Auflage für das Dach; der Faktor der Versetzung bestimmt im Folgenden den Dachwinkel. Diese Methode der Dachkonstruktion eignet sich vor allem für Dachdeckungen, die sehr flache Winkel erlauben, wie z. B. Rinden- oder Legschindeldächer. Letztere konnten archäologisch nachgewiesen werden (ENGL 1998).



*Abb. 9: Der Hauseingang ist durch eine Wendebohlentür aus Tannenholz mit gewölbten Gratleisten aus Eschenholz verschließbar.*

Diese scheinbar sehr einfache Dachkonstruktion gestaltete sich im Bau jedoch aus mehreren Gründen erstaunlich kompliziert: Erstens sind die Balken an ihren Enden unterschiedlich dick, zweitens sollten die Balkenlagen an den Giebelseiten dicht gearbeitet werden, drittens sollte der dabei entstehende Dachwinkel konstant bleiben, wobei viertens der Abstand der Längsbalken zueinander nicht zu sehr differieren sollte, damit die Überlappungen des Schindelmaterials ein dichtes Dach garantieren können. Die Komplexität dieser Konstruktion wurde uns erst direkt beim Bau bewusst. Damit alle oben genannten Punkte erfüllt werden konnten, war vorab eine penible Sichtung der zur Verfügung stehenden Balken mit einer genauen Festlegung der Reihenfolge ihrer Verwendung notwendig. Nur so konnten Abweichungen sofort mit dem nächstfol-



Abb. 10: Die Fugen zwischen den Balkenlagen wurden mit frischem Moos abgedichtet.

genden Balken korrigiert und damit in konstruktionsverträglichen Maßen gehalten werden. An einigen Stellen wurden die Längsbalken mit großen Holznägeln gegen ein Verrutschen nach außen gesichert. Die untersten Längsbalken des Daches wurde außerhalb der Seitenwände auf die elfte Querlage der Giebelseiten aufgelegt und ermöglichten so ein kleines Vordach. Die Holzschindeln wurden radial aus Lärchenholz gespalten, wobei ihre Länge – wie aus den archäologischen Vorbildern erschießbar – in etwa 70 cm betrug. Weil das Gebäude an einer etwas exponierten Stelle steht, wollten wir die Dachschindeln nicht wie bei der Blockwannenkonstruktion nur auflegen, sondern zusätzlich sichern. Bereits bei der Blockwannenkonstruktion waren wir auf den Problemkreis „Bohren von Löchern mit spätbronzezeitlichen Techniken“ gestoßen (LOBISSER 2001, 72). Um die Dachschindeln mit Holznägeln befestigen zu können, wurden diese mit Löchern versehen, die mit im Feuer erhitzten Bronzestangen eingebraunt wurden. Für diese Technik haben wir keinerlei Vorbilder aus der Archäologie, jedoch kennen wir sie aus ethnologischen Parallelen (HIRSCHBERG, JANATA 1966, 113), so dass ihre Anwendung in der Bronzezeit durchaus denkbar ist.

Die Befestigung der Schindelbretter erfolgte durch gespaltene Eschennägel von etwa 5 cm Länge, die durch die gebrannten

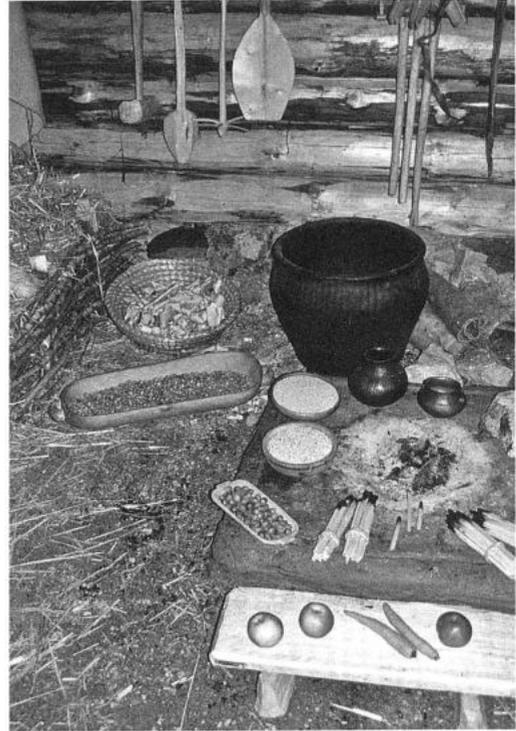


Abb. 11: Eine Lagerstätte, eine Feuerstelle sowie nachgebaute Gegenstände aus Keramik, Holz und Leder vermitteln einen Eindruck von spätbronzezeitlichen Wohnverhältnissen.

Löcher in die Längsbalken der Dachkonstruktion gehämmert wurden. Hier haben wir die Löcher mit spitzen Ahlen aus Bronze leicht vorgebohrt. Die einzelnen Schindellagen wurden jeweils doppelt und versetzt, bei einer Mindestüberlappung der jeweils unteren Lage von etwa 10 cm, aufgelegt. Gegen starke Windstöße wurden die Schindellagen zusätzlich mit Fichtenstangen beschwert.

Die Türöffnung wurde mit einer Wendbohlentür aus Tannenholz ausgestattet, deren Bretter mit dem Lappendecksel in Form gebracht wurden. Als Quersicherung haben wir nach Vorbildern von Wagenradfundstücken aus der Schweiz (HÖNEISEN 1989, 23-27) gewölbte Gratleisten aus Eschenholz eingearbeitet, wobei sich die Tüllenstempel als sehr nützlich erwiesen.



*Abb. 12: Zu besonderen Anlässen werden am Salzberg in Hallstatt prähistorische Handwerkstechniken vorgeführt.*

Das Abdichten der Fugen zwischen den Bauhölzern erfolgte mit frisch geerntetem Moos, das zu länglichen Walzen eingerollt und mit Hilfe von vorne flach zugearbeiteten Holzwerkzeugen verdichtet wurde. Die Fugen zwischen den Fundamentsteinen wurden mit Lehm verschmiert.

Insgesamt wurden alle Arbeiten, mit Ausnahme der Fällarbeiten und des Transports der großen Bauhölzer zur Baustelle, mit rekonstruierten Werkzeugen in „bronzezeitlicher“ Technik durchgeführt. Dabei wendeten vier Personen 40 Arbeitstage zu jeweils acht Stunden auf. Insgesamt ergibt sich so eine Gesamtarbeitszeit von 1280 Stunden. Aus Fäll- und Transportversuchen mit bronzezeitlichen Techniken (LOBISSER 2001, 68) können wir hochrechnen, dass wir für diese Arbeitsschritte noch einmal etwa 250 Arbeitsstunden aufwenden müssten. Somit hätten sich in diesem Fall etwa 1530 Arbeitsstunden für ein Wohnhaus mit einer Innenfläche von ca. 24 m<sup>2</sup> ergeben.

Im Innenbereich wurde ein Wohnszenario nachgestellt, das neben einer Lagerstätte aus Flechtwerk und Stroh auch einen niederen Lehmherd, sowie zahlreiche Gegenstände und Halbfertigprodukte aus Holz, Keramik, Textil und Hirschgeweih umfasst.

## Zusammenfassung

Im Sommer 2002 haben Archäologen am Salzberg in Hallstatt nach archäologischen Vorbildern aus dem Dachsteingebiet (MANDL 1996, 38-50) das Architekturmodell eines Wohnhauses der späten Bronzezeit mit den Grundmaßen 4,5 auf 6,5 m erbaut, wobei ausschließlich originalgetreue Werkzeuge aus Bronze nach Vorbildern aus der späten Bronzezeit zur Anwendung kamen. Der Nachbau des Blockhauses erfolgte vor Publikum und stellte für den laufenden Tourismusbetrieb der SALINEN AUSTRIA eine zusätzliche Attraktion dar.

Bereits in den Sommermonaten der Jahre 2000 und 2001 hatten in Hallstatt Experimente zur spätbronzezeitlichen Holztechnologie stattgefunden. Dabei wurde im Rahmen des Projekts ARCHEOLIVE ein bronzezeitlicher Blockwannenbau nach archäologischen Befunden von 1878 und 1939 rekonstruiert (HOCHSTETTER 1879. MORTON 1940. BARTH, LOBISSER 2002. LOBISSER 2001).

Die Errichtung des Blockhauses im Sommer 2002 bot einerseits die Gelegenheit, die Erfahrungen der Vorjahre zu vertiefen, andererseits konnten weitere Versuche zu neuen Fragestellungen vorgenommen werden. Bei den Rekonstruktionsarbeiten kamen vor allem Baumaterialien und Werkzeuge zum Einsatz, die sich archäologisch argumentieren ließen. So wurden wissenschaftlich auswertbare Daten gewonnen, auf deren Basis Einsatz, Verwendungsmöglichkeiten und Leistungsfähigkeit der Werkzeuge der Bronzezeit besser eingeschätzt werden können.

## Summary

In the summer of 2002 a group of archeologists constructed the model of a Late Bronze Age living house measuring 4,5 by 6,5 m using nothing else but bronze tools modelled after Late Bronze Age findings. The reconstruction of the building with walls constructed in log-cabin style was done as a performance in front of the audience and built an additional attraction for the tourist program of the SALINEN AUSTRIA in the salt mines.

There had been some reconstruction work before in the summer month of 2000 and 2001 when experiments concerning Late Bronze Age wood technology took place. Within the scope of the EU-projekt ARCHAEOOLIVE a log-cabin style basin discovered in 1878 was reconstructed. Several experiments have proved that excellent storable cured ham could have been produced in this basins.

As far as possible woodwork was carried out using construction materials and tools, that could be argued archaeologically. The data obtained by these archaeological experiments served to better judge the range of applications, use and efficiency of Bronze Age tools. The reconstruction of the living house in 2002 served to consolidate the results of the former years, but gave also the possibility to go further with new experiments concerning new questions.

## Literatur

- BARTH, F. E. 1976: Weitere Blockbauten im Salzbirgtal bei Hallstatt. *Archaeologia Austriaca*, Beiheft 13, Festschrift Pittioni I, 1976, 538-545.
- BARTH, F. E. 1998: Bronzezeitliche Salzgewinnung in Hallstatt. *Mensch und Umwelt in der Bronzezeit Europas*. Kiel 1998, 123-128.
- BARTH F. E., LOBISSER, W. 2002: Das EU-Projekt Archaeolive und das archäologische Erbe von Hallstatt. *Veröffentlichungen aus dem Naturhistorischen Museum in Wien*, Neue Folge 29. Wien 2002.

- BURGERSTEIN, A. 1901: Mikroskopische Untersuchung prähistorischer Hölzer des Kaiserlich und Königlichen Naturhistorischen Hofmuseums in Wien. *Annalen Naturhistorisches Museum Wien* 16, 1901, 170-177.
- ENGL, I. 1898: *Mitteilungen Anthropologische Gesellschaft Wien* 28, 1898, 24-25.
- HIRSCHBERG W., JANATA, A. 1966: *Technologie und Ergologie in der Völkerkunde*. Berlin 1966 (2. und erweiterte Auflage 1980).
- VON HOCHSTETTER, F. 1879: Covellin als Überzugspseudomorphose einer am Salzberg bei Hallstatt gefundenen keltischen Axt aus Bronze. *Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch – Naturwissenschaftliche Klasse* 79, Band I, 1879, 122-129.
- HÖNEISEN, M. 1989: Die bronzezeitlichen Räder der Schweiz. In: Schüle, A. et. al. (Hrsg.), *Das Rad in der Schweiz vom 3. Jt. v. Chr. bis um 1850*. Ausstellungskatalog Zürich 1989, 23-30.
- MANDL, F. 1996: Das östliche Dachsteinplateau. In: Cerwinka, G., Mandl, F. (Hrsg.), *Dachstein, Vier Jahrtausende Almen im Hochgebirge* Band 1. *Mitteilungen der Anisa* 17, Heft 2/3, 1996.
- LOBISSER, W. 2001: Zur Rekonstruktion eines spätbronzezeitlichen Blockwandbaus am Salzberg in Hallstatt. *Archäologie Österreichs* 12, Sonderheft 2001, 61-75.
- Lukas, E. 1993: *Heimatliches Bauen*. Ein Fachwörterbuch. St. Pter ob Justenburg 1993.
- MORTON F. 1940: Die Entdeckung eines neuen vorgeschichtlichen Berghauses. *Kali, verwandte Salze und Erdöl* 10, 1940, 156-157.

Abbildungsnachweis

Abb.1: Foto: Friedrich Morton

Abb. 2-11: Fotos: Wolfgang Lobisser

Abb.12: Foto: Mathias Kucera

Anschrift des Verfassers

Mag. Wolfgang Lobisser

VIAS- Vienna Institute for Archaeological Science, Interdisziplinäres Forschungsinstitut für Archäologie der Universität Wien  
Franz-Kleingasse 1  
1190 Wien  
AUSTRIA

e-Mail: <wolfgang.lobisser@univie.ac.at>



# Experimentalarchäologische Rekonstruktion der Brettchenwebereien aus dem Salzbergwerk in Hallstatt

Karina Grömer

Archäologischer Hintergrund: Hallstatt und die Textilreste

Hallstatt, im österreichischen Salzkammergut gelegen, ist der namengebende Fundort für die ältere Eisenzeit. Es handelt sich bei dem berühmten Gräberfeld und dem Salzbergwerk um einen der bedeutendsten prähistorischen Fundorte in Österreich,<sup>1</sup> u. a. auch deshalb, da es durch die Konservierung im Salz gute Erhaltungsbedingungen für organische Materialien gibt. Es sind neben Holzresten, Seilen, Lederresten etc. auch eine Anzahl von Textilfragmenten erhalten. Die Funde ermöglichen einen Blick in die Welt vor 3.000 Jahren, der in dieser Form bei den meisten archäologischen Fundstellen nicht möglich ist.

Die Textilien aus Hallstatt

Ein kurzer Überblick über die im Salzbergwerk Hallstatt gefundenen Textilien soll nun die rekonstruierten Brettchengewebe in den Gesamtkontext einbinden. Die Textilreste, die bis 1991 im Salzbergwerk von Hallstatt gefunden wurden, wurden bisher von H. J. Hundt und K. v. Kurzynski bearbeitet, ein Textilsymposium in Hallstatt im Juni 2004 brachte ebenfalls neue Ergebnisse.<sup>2</sup>

Textilien wurden aus dem gesamten prähistorischen Bergbau in Hallstatt geborgen. Die meisten davon kommen jedoch aus der so genannten Ostgruppe (8. Jh. - ca. 350 v. Chr., ältere Eisenzeit, Hallstattzeit).

Nur sehr wenige Gewebereste sind spätbronzezeitlich (1500-1000 v. Chr.) und stammen aus der Nordgruppe.

Die Textilien aus dem Salzbergwerk bestehen fast ausschließlich aus Wolle, nur wenige aus Flachs (bzw. Hanf). Die Textilreste sind teils extrem fein und sehr hochwertig; sie wurden großteils in Körperbindung (mit diversen Köpervarianten) gefertigt, einige auch in Leinen- und wenige in Panamabindung. Es ist auch nachgewiesen, dass bereits künstlich gefärbt wurde, z. B. mit Färberwaid. Sowohl die natürlichen Farbschattierungen der Wolle als auch die gefärbte Wolle wurden für unterschiedliche Musterungen verwendet, etwa für karierte und gestreifte Stoffe.

Ein- und mehrfarbige Bänder in Gitterwebtechnik (bzw. Bandweberei) sind genauso belegt wie einfarbige sowie aufwändig gemusterte Brettchengewebe.

Es sind an den Textilresten viele konstruktive Details wie Nähte, Säume oder auch Flickungen erkennbar, jedoch sind sie leider zu kleinstückig, als dass ganze Gewänder rekonstruierbar wären.

Die gemusterten Brettchengewebe<sup>3</sup>

Die Ausgangsbasis für die Brettchenwebexperimente waren drei Brettchenbänder aus dem hallstattzeitlichen Kernverwässerungswerk (8.-4. Jh. v. Chr.). Sie wurden bei den Ausgrabungen des Naturhistorischen Museums Wien unter F. E. Barth in den Jahren 1990-1993 zutage gefördert.

Die drei für die Experimente herangezogenen Borten werden nur in einer Kurzbeschreibung hier vorgestellt, soweit dies für die Rekonstruktion von Bedeutung ist.

Die Farbbeschreibungen beruhen auf der jetzt an dem Gewebe erkennbaren Farbe. An einer Farbanalyse, die klären soll, wie die Farben ursprünglich aussahen, bzw. ob und wie sie durch die Lagerung im Salzbergwerk verändert wurden (besonders die Olivtöne), wird derzeit gearbeitet.



Abb. 1: Salzbergwerk Hallstatt: Brettchenge-webe „Ärmelborte“ (Borte I).

Alle drei Borten wurden mit vierlöchrigen Brettchen gewoben.

Borte I (Abb. 1) – Borte aus Brettchenge-webe mit 21 Brettchen:

Kettfäden aus feinem, scharf gedrehtem Z-Zwirn, Wolle. Schuss aus Rosshaar.

Farben: blaugrün, braunschwarz, helles olivgrün.

Muster: randlich 4 bzw. 2 Brettchen nur blaugrün bespannt, ein braunschwarzer Strang grenzt das Musterfeld ab. Im Musterfeld wechseln einander das schräge Mäandermuster und das gefüllte Dreieck ab. Das Muster wird von hell olivgrünem Zwirn gebildet, der „Hintergrund“ bei den jeweils vier äußeren Musterkettsträngen aus olivgrün, bei den fünf innersten aus braunschwarz.

Die Borte war mit blaugrünem, doppelt genommenem Garn zusammengenäht („Ärmelborte“) und mit grobem, doppelt genommenem hell olivgrünem Zwirn an einem groben Gewebe angenäht. (Sekundäre Verwendung der Borte, da im Vergleich zum Brettchenge-webe sehr grobe Naht?)

Breite: 1,3 cm; Umfang ca. 22 cm.

Kernverwässerungswerk 1990. Naturhistorisches Museum Inv. Nr. 89.832.

Borte II (Abb. 2) – Brettchenwebborte mit 13 Brettchen:

Kette aus feinem Z-Zwirn. Kette und Schuss aus Wolle. Zwei Teile erhalten.

Farben: dunkelgrün, dunkelbraun, braungelb und hellolivgrün, Schussfaden dunkelbraun.



Abb. 2: Salzbergwerk Hallstatt: Brettchenwebborte (Borte II).

Muster: außen je ein Brettchen mit dunkelgrüner, dann eines mit dunkelbrauner Kette. Im Musterfeld gegenständige gefüllte Dreiecke. Das Muster wird aus braungelben Fäden gebildet, der „Hintergrund“ bei fünf Musterkettsträngen aus hellolivgrünen, bei vier aus dunkelbraunen Fäden.

Bei einem Bortenstück war ein Ende mit dunkelgrünem Zwirn zu einem Rollsaum umgenäht.

Breite: 0,9 cm; Länge: 8,4 cm bzw. 5,1 cm. Kernverwässerungswerk 1993. Naturhistorisches Museum Inv. Nr. 90.186

Borte III (Abb. 3) – Brettchenwebborte mit 12 Brettchen:

Kette aus feinem S- und Z-Zwirn. Kette und Schuss aus Wolle.

Farben: gelb, braunschwarz und olivgrün, Schussfaden braunschwarz.

Muster: außen wird ein einzelner gelber Faden mitgeführt, der nicht verwebt, sondern nur vom Schuss umschlungen und gehalten wird. Das Musterfeld wird an beiden Seiten von einem Brettchen mit braunschwarzer Kette umschlossen, außen an der dem einzelnen gelben Faden entgegengesetzten Seite sind noch zwei Brettchen mit olivgrüner Kette vorhanden. Das Muster, ein Rautenmuster mit Kreuzfüllung, wird von gelben Fäden gebildet, der „Hinter-



Abb. 3: Salzbergwerk Hallstatt: Brettchenwebborte (Borte III).

grund“ besteht im Musterfeld bei den beiden äußeren Brettchen aus olivgrün, bei den vier inneren aus braunschwarz.  
 Breite: ca. 1,2 cm; Länge: 12,5 cm.  
 Kernverwässerungswerk 1991. Naturhistorisches Museum Inv. Nr. 89.870.

### Die Brettchenwebtechnik

Bei dieser Technik<sup>4</sup> werden als Webgerät an den Ecken gelochte, meist quadratische Brettchen verwendet. Archäologische Funde von urgeschichtlichen Brettchen gibt es aus Keramik, Knochen oder Holz. Nach ethnografischen Quellen wurden u. a. auch Brettchen aus Leder verwendet.

Die Anzahl und die Stärke der Kettfäden bestimmt die Breite des Gewebes, wie dies auch bei anderen Webarten der Fall ist. Es können beliebig viele Brettchen verwendet werden, in der Ur- und Frühgeschichte wurde etwa beim „Prachtmantel“ von Thorsberg in Deutschland im 3./4. Jh. n. Chr. mit 178 Brettchen gewebt.<sup>5</sup>

Ab einer gewissen Brettchenanzahl (spätestens ab 50 Brettchen) empfiehlt es sich jedoch aufgrund der Handhabbarkeit, das Gewebe auf einem Webrahmen oder Webstuhl aufzuspannen.

Bevor man mit der Brettchenweberei beginnt (Abb. 4 und 5), müssen die benötigten Kettfäden in der gewünschten Anzahl und Länge vorbereitet werden. Dann werden die Kettfäden einzeln durch die Löcher der Brettchen gezogen. Wenn die Kette gespannt und befestigt ist, so dass die Brettchenflächen parallel stehen, kann mit dem Eintrag des Schussfadens begonnen werden. Die Kettfäden sind es auch, die dann im gewobenen Band sichtbar sind. Der Schussfaden taucht nur an den Umkehrstellen auf, wo die Drehrichtung der Brettchen geändert wurde. Außerdem werden durch das Weben die vier Kettfäden der einzelnen Brettchen zu einer Schnur zusammengedreht (eine Ausnahme bilden gewisse Spezialtechniken).

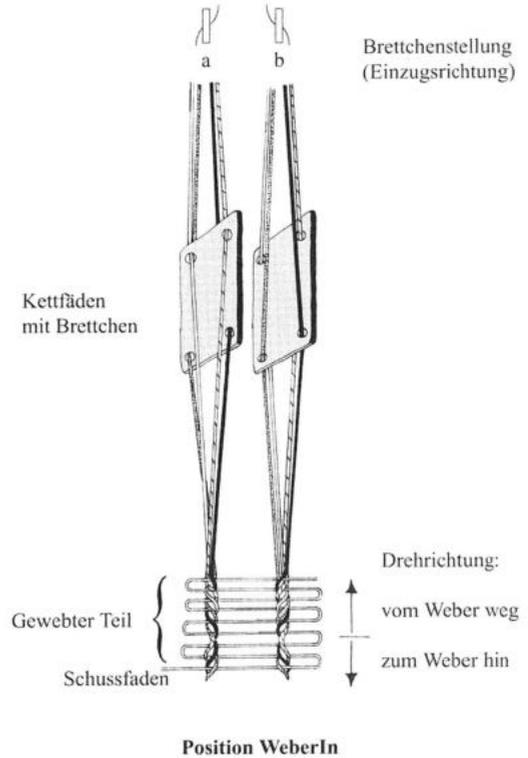


Abb. 4: Schema der Brettchenweberei.

Beim Weben werden die Brettchen der gespannten Kette um je eine Vierteldrehung gedreht, wodurch das Webfach gebildet wird. Durch diese Drehungen werden jeweils andere Kettfäden an die Oberseite gebracht. Die Verschnürungsrichtung der Kettfäden – S- oder Z-Verschnürung – wird durch die Einzugsrichtung und Drehrichtung der Brettchen bestimmt. Da durch die Drehungen auch der Kettvorrat verdreht wird, sollte man von Zeit zu Zeit die Drehrichtung ändern. Diese Drehrichtungsänderungen sind es auch, die komplexere Musterungen erlauben und die charakteristisch für die Brettchenweberei sind. Die Kombination und Anordnung färbiger Kettfäden, mit denen die Brettchen bezogen sind, sind primär ausschlaggebend für die Musterung. Die Richtung, in welche die Brettchen gedreht werden, ist ebenfalls eine wesentliche Möglichkeit zur Motivgestal-

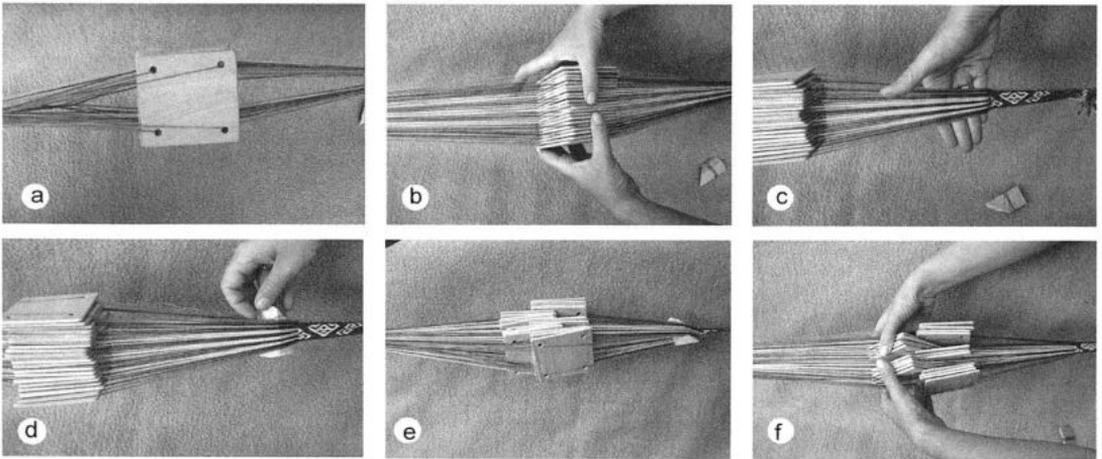


Abb. 5: Brettchenweben: a – Webfach; b – Drehung um eine Vierteldrehung; c – Anschlagen des Webfaches; d – Durchziehen des Schussfadens; e – Teilen der Brettchen in verschiedene Pakete; f – Drehen einzelner Pakete in verschiedene Richtungen.

tung. Dreht man alle Brettchen abwechselnd vor und zurück, ergeben sich etwa bei entsprechender Bespannung Zickzack- oder Rautenmuster. Ein wesentliches Merkmal der Brettchenweberei ist, dass bei der Umkehr der Drehrichtung das Muster in Längsrichtung des Gewebes gespiegelt wird.

Bei den Hallstattmotiven ist es nötig, in einem Arbeitsvorgang einzelne Brettchen vor-, andere zurückzudrehen, bevor man den Schussfaden durch das Webfach führt (Abb. 5). Auch das Klappen der Brettchen um die eigene Achse führt zu derartigen komplexen Mustern.

### Experimente

Im Zuge der Experimente und Webproben ergaben sich immer neue Fragestellungen. Hierbei werden nur die wesentlichsten behandelt, da dies sonst den Rahmen der vorliegenden Arbeit sprengen würde.

### Fragestellungen:

- Erstellung eines Aufzeichnungssystems: „Musterschrift“

- Weben mit handgesponnenem Wollgarn: Vor- und Nachteile
- Vorbehandlung der Garne; Behandlung der Garne während des Webens
- Unterschiede bei der Verwendung verschiedener Brettchenmaterialien: Keramik, Leder, Holz
- Verwendung von Rosshaar als Schussfaden: Auswirkungen auf das Gewebe
- Arbeitsaufwand für die Gewebe

### Musterschrift und Analyse der Brettchengewebe

Zuerst war es wichtig, für die hallstattzeitlichen Brettchengewebe ein Aufzeichnungssystem zu schaffen, damit die Muster analysiert und nachgearbeitet werden konnten. Es gibt sehr viele Aufzeichnungssysteme für Brettchenwebmuster; ab einem bestimmten Schwierigkeitsgrad und bei gewissen Spezialtechniken kreieren viele Brettchenweber ihre eigenen Musterschriften.<sup>6</sup>

In diesem Fall war es mir ein Anliegen, in jeder Phase des Webens eine nachvollziehbare optische Aufbereitung zu haben.

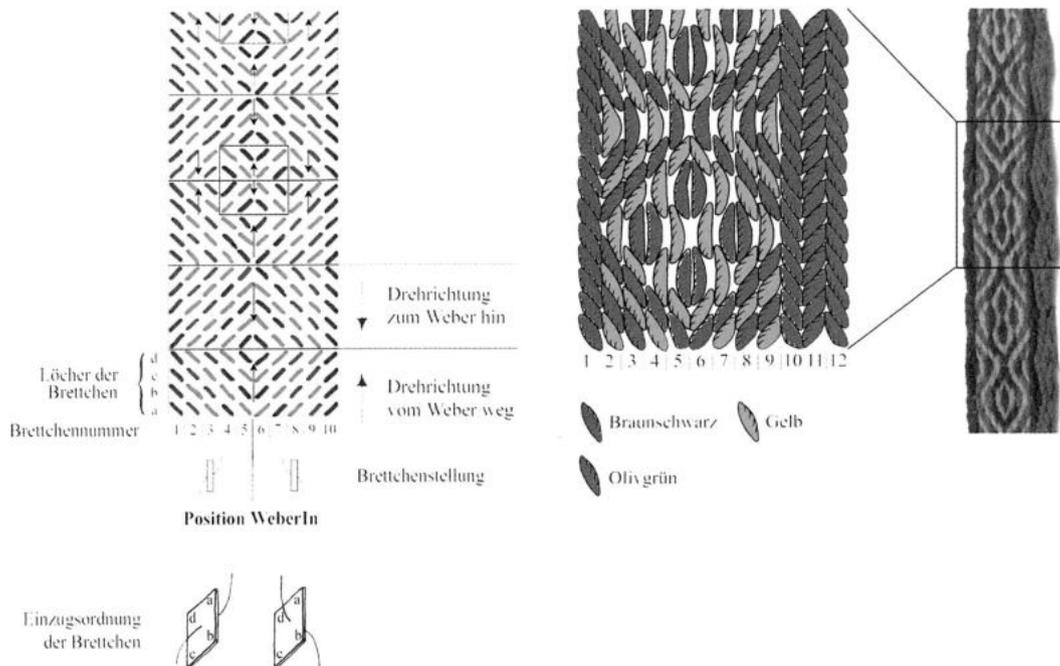


Abb. 6: Webschrift gegenübergestellt dem fertigen Gewebe, dargestellt anhand Motiv von Borte III und einfachem Rautenmuster.

Die folgende Musterschrift (Abb. 6) gibt im Prinzip das Aussehen des fertigen Bandes wieder. Es ist zunächst die Zwirnrichtung und Farbe der Kettfäden im fertigen Gewebe durch die Zeichen / bzw. \ in der Grafik dargestellt. Außerdem gibt es Zusatzinformationen, etwa in welcher Farbfolge und Einzugsrichtung die Brettchen bespannt sein müssen, bzw. in welche Richtung die Drehung erfolgen muss (Pfeile).

Jede Zahl unter der Grafik und die sich darüber befindende Strichreihe stellt ein Brettchen dar. Die ersten vier Zeilen geben die Bespannung der Brettchen wieder, der Einfachheit halber mit a-d für die jeweiligen Löcher (vier Löcher beim quadratischen Brettchen) der einzelnen Brettchen bezeichnet.

Das schematisierte Zeichen unter den Zahlen gibt die Grundstellung der Brettchen beim Beginn des Webvorganges an (die Einzugsordnung), wobei die Brettchen aufgestellt sind (d. h. die Kante nach oben zum Weber zeigt). Jede Zeile stellt einen

Drehvorgang dar, der mit dem Durchführen des Schussfadens endet. Das Ganze ist dargestellt auf kariertem Papier.

Es ist somit ständig nachvollziehbar, an welchem Abschnitt des Gewebes gerade gearbeitet wird. Man muss nur in der angegebenen Reihenfolge die Brettchen drehen, entweder alle gemeinsam oder in verschiedene Pakete sortiert einzelne vor oder zurück!

### Beispiel

Die Brettchen werden nun folgendermaßen bezogen (Abb. 6): Beginnend mit Brettchen 1 werden die vier Löcher mit Kettfäden in den Farben bestückt, die in der Grafik in der jeweiligen Zeile aufscheinen. Man achte jedoch auf die Einzugsrichtung (von hinten bzw. von vorne). Sobald die Brettchen bezogen sind, stellt man sie auf, so dass die Kante nach oben zum Weber zeigt.

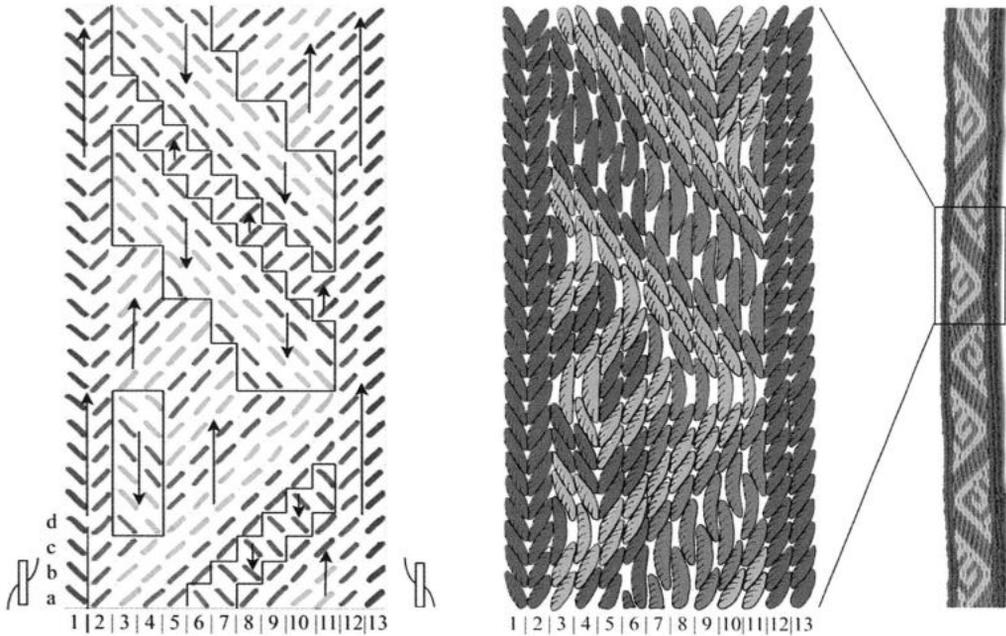


Abb. 7: Hallstatt Borte II: Grafische Darstellung, Musterschrift und Rekonstruktion.

Werden die Brettchen viermal gedreht (in Richtung vom Weber weg) und nach jeder Drehung der Schussfadens durchgeführt, erscheinen nacheinander die ersten vier Zeilen der Musterschrift. Nun wird in der angegebenen Folge entweder vom Weber weg ( $\uparrow$ ) oder zum Weber hin ( $\downarrow$ ) gedreht, um das gewünschte Muster zu erhalten.

Der musterbildende Faden läuft jeweils bei der Drehung vom Weber weg durch das hintere obere Loch, bei der Drehung zum Weber hin durch das vordere (näher beim Weber liegende) obere Loch.

Beim vorliegenden Beispiel, bei Borte III mit zusätzlicher einfacher Raute (Abb. 6), werden zunächst alle Brettchen viermal vom Weber weg, fünfmal zum Weber hin gedreht, womit das Rautenmuster entsteht. Im nächsten Schritt das hallstattzeitliche Muster: Hierbei wird dreimal vom Weber weg gedreht, danach die Brettchen in zwei Pakete geteilt: Brettchen 1-3 und 8-10 werden am Kettstrang vor (zum Weber hin) geschoben, Brettchen 4-7 nach hinten.

Das „hintere“ Paket wird zum Weber hin, das „vordere“ vom Weber weg gedreht. Nach Eintrag des Schussfadens wird der Vorgang einmal wiederholt. Danach werden die Brettchen 1-3 und 8-10 nach hinten verschoben, die anderen nach vorne. Wiederum wird das hintere Paket zum Weber hin, das vordere vom Weber weg gedreht. Die Drehungen und Schussfadeneinträge erfolgen zweimal. Beide Pakete können nun wieder zusammengeschoben werden, denn es werden nun alle Brettchen dreimal zum Weber hin gedreht. Nach diesen zehn Zeilen ist eine Mustersequenz der hallstattzeitlichen Borte III fertig, die nun beliebig oft wiederholt werden kann.

Die Motive der Borten I und II sind weitaus komplizierter (vgl. Musterschriften Abb. 7 und 8). Hierbei müssen nach jedem Schusseintrag die Brettchen umsortiert werden, je nachdem, ob sie vor- oder zurückgedreht werden. Dabei werden wiederum verschiedene Pakete gebildet.

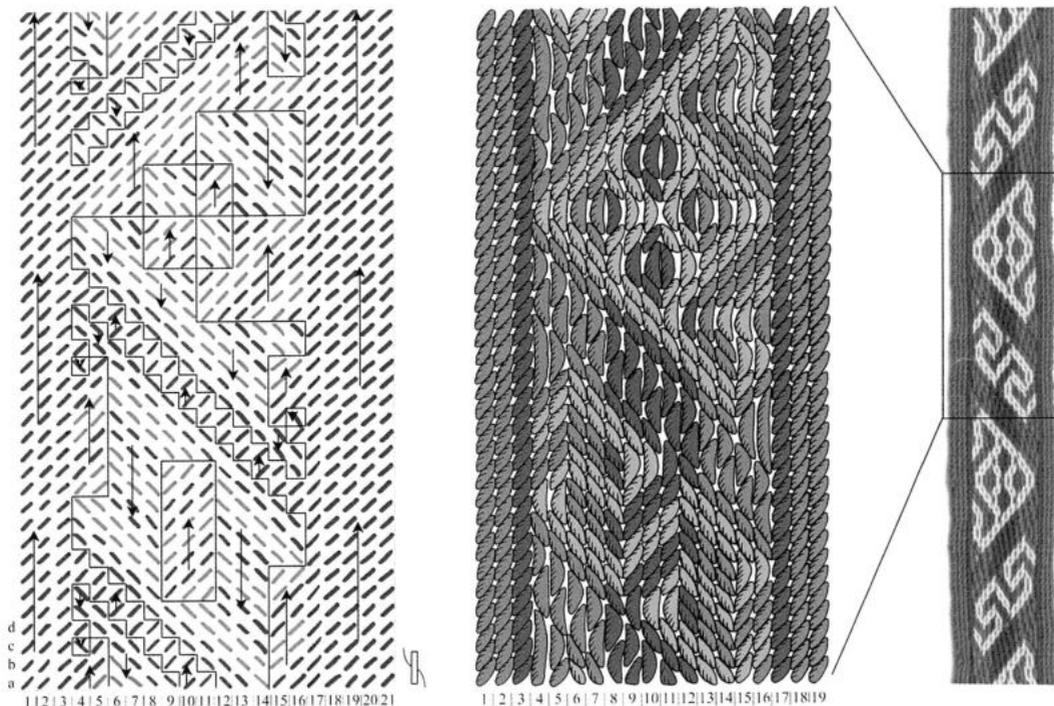


Abb. 8: Hallstatt Borte I: Grafische Darstellung, Musterschrift und Rekonstruktion.

Die Analyse und Nacharbeitung ergab also, dass die Muster verschiedene Schwierigkeitsgrade hatten. Auch im Webschema ist zu sehen, dass das Motiv von Borte I am kompliziertesten ist (Abb. 8). Es ist weit entfernt von der einfachen Grunddrehdynamik beim Brettchenweben, bei der alle Brettchen gemeinsam gedreht werden. Diese komplizierten Drehvorgänge lassen nun die Frage aufkommen, wie in der Hallstattzeit diese komplexen Muster geplant, wie die Drehabfolgen gemerkt und vielleicht auch weitergegeben wurden (es sind bei Borte I ca. 70 verschiedene Drehsequenzen!). Möglicherweise geschah dies durch Lieder oder Abzählreime. Ob es jedoch ein Aufzeichnungssystem für komplizierte Motive in der Hallstattzeit gab, ist nicht zu beantworten. Interessant ist in diesem Zusammenhang jedoch ein ethnografischer Beleg aus der Türkei, wo es „Musterbücher“ aus Filzlappen für den Einzugs der

Webereien gibt. Jedes Filzplättchen stellt ein Brettchen dar; die Wollfäden werden mit einer Nadel in die Ecken der Filzbrettchen eingezogen, um die Farbabfolge und die Einzugsrichtung zu illustrieren.<sup>7</sup>

#### Nachwebung mit handgesponnener Wolle

Die ersten Rekonstruktionen der hallstattzeitlichen Muster wurden mit modernen, leicht zu verarbeitenden Baumwollgarnen angefertigt. Der wichtige nächste Schritt war das Weben mit handgesponnenem Wollgarn, aus dem auch in der Hallstattzeit die Originale gefertigt wurden (Abb. 9). Eine wesentliche Grundvoraussetzung für die Webversuche ist eine gute Beherrschung des Brettchenwebens im Allgemeinen und der hallstattzeitlichen Motive im Besonderen, da nicht nur interessant ist, wie das Muster gewoben wurde, sondern auch

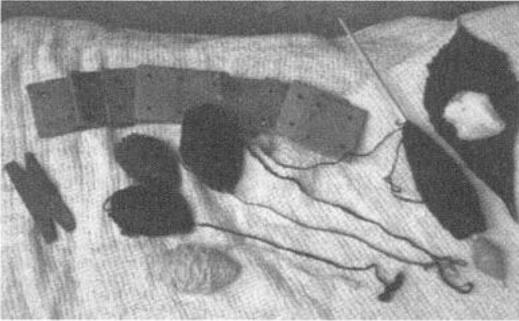


Abb. 9: Experiment zum Weben: Keramikbrettchen, Lederschiffchen, Rindertalg und hand-gesponnene Wolle.

einige darüber hinausgehende Fragen zu beantworten sind. Viele dieser Fragen stellen sich besonders wegen der dünnen Wollgarne, die bei den Originalen verwendet wurden, da diese Fäden in ihrer Feinheit schwer herzustellen und zu verweben sind. Die bei der Herstellung der Borten benötigten Arbeitsschritte werden nun zur Abklärung der Fragestellungen der Reihe nach durchgegangen und die bei den Experimenten dazu gemachten Beobachtungen wiedergegeben.

### Spinnen/Fadenmaterial

Die Fäden der originalen Brettchenge-webe sind sehr fein (bei Borte I sind es 84 Fäden auf 1,3 cm Breite), es handelt sich um feinen, scharf gedrehten Zwirn.

Die Experimente haben gezeigt, dass sehr gute Fingerfertigkeit und die Verwendung von ausgesuchter Wolle wichtig ist, damit man so feine Fäden spinnen kann. Es ist etwa nur schwer möglich, diese Fadenqualität mit Wollvlies mit kurzer Stapellänge zu erreichen. Es müssen also eher die langhaarigen feinen Partien des Vlieses verwendet worden sein, die zudem gut vorbereitet, d. h. etwa sorgfältig gekämmt worden sein müssen.

Ein wesentlicher, technisch bedingter Punkt ist, dass die Drehung der Brettchen beim Weben die ursprüngliche Verdrehung des Fadens beeinflusst, die er beim Spinnen oder Zwirnen erhalten hat (S- oder Z-Garn). Diese Originalzwirnung des Fadens wird durch das Weben entweder verstärkt oder abgeschwächt. So können sehr schwach gedrehte Fäden wieder „aufgedreht“ werden und reißen. Es liegt auch in der Arbeitsweise, dass sich die Fäden beim Weben aneinander reiben, so dass sich locker gesponnenes Garn ebenfalls aufraut und verfilzt.

Die Experimente zeigten also, dass mit stark gedrehten (fast überdrehten) Fäden gearbeitet werden muss. Dies ist auch bei den Originalborten aus Hallstatt zu beobachten, die, wie bereits erwähnt, sehr scharf gezwirnte Fäden aufweisen.

Ein Problem ergibt sich hierbei dadurch, dass sehr stark gedrehte Fäden oft in sich oder mit anderen Fäden verdrehen. Durch Versuche und durch volkskundliche Hinweise aus dem oberösterreichischen Mühlviertel<sup>B</sup> wurde festgestellt, dass es vorteilhaft ist, wenn die Fäden nach dem Spinnen auf eine Haspel abgewickelt und in gespanntem Zustand gewässert werden. Nach dem Trocknen sind die nach wie vor stark gedrehten Fäden steifer und gut zu verwenden.

### Kette schären

Beim Schären der Kette, dem Abhaspeln des benötigten Kettfadenstranges, sind prinzipiell zwei Möglichkeiten denkbar:

1. Wenn ein komplizierterer mehrfärbiger Fadeneinzug notwendig ist, dann wird zuerst der Kettfadenstrang in entsprechender Länge abgehaspelt. Danach werden die Fäden einzeln durch die Löcher der jeweiligen Brettchen geführt. Wichtig dabei ist, dass während des Einfädels die Brettchenstellung sowie die Einzugordnung beachtet wird.

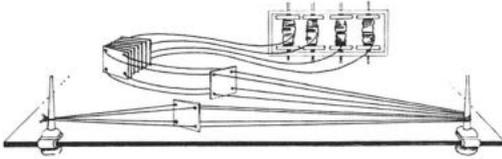


Abb. 10: Schematische Abbildung zum Kettenschären.

2. Eine zweite Möglichkeit ist jene, bei der alle Fäden gleich durch die Löcher des ganzen Packens Brettchen gezogen werden. Beim Schären der Kette wird der Strang mit allen Brettchen weitergezogen und in jeder „Reihe“ ein Brettchen abgelegt (Abb. 10).

Diese Methode empfiehlt sich dann, wenn alle (oder ein Großteil der) Brettchen mit den selben Farben in der selben Reihenfolge bespannt werden müssen. Das lästige Sortieren der Fäden, das Entwirren und Einrichten beim Aufspannen fällt dann weg. Dies ist besonders bei handgesponnenen feinen Wollfäden von Vorteil, weil sich diese beim einzelnen Durchfädeln und Sortieren etc. leicht verfilzen, verheddern und reißen. Bei den Hallstatt-Textilien kann beobachtet werden, dass alle Bänder mit Farbsequenzen gefertigt wurden, die diese Art des Kettenschärens erlauben. Möglicherweise geschah dies mit Absicht, da der Vorgang bei der zweiten Methode viel einfacher und nicht so strapazios für die Fäden ist.

## Weben

Sobald der Kettstrang an beiden Enden verknotet, befestigt und gespannt ist, kann mit dem Weben begonnen werden. Die Webproben mit handgesponnener Wolle wurden nach den archäologischen Belegen mit Holz- und Keramikbrettchen<sup>9</sup> sowie nach völkerkundlichen Hinweisen mit Lederbrettchen durchgeführt. Prinzipiell sind beim Weben alle drei Brettchenmaterialien gut zu verwenden.

Die Lederbrettchen haben den Vorteil, dass sie sehr dünn sind. Die archäologisch bezeugten Keramik-, Holz- und Knochenbrettchen sind jeweils dicker. Die dünnen Lederbrettchen sind bei einem Gewebe mit 21 Brettchen – wie etwa Borte I – besser handhabbar, da sie mit den Händen gut umfasst werden können. Ein Gewebe mit 21 Brettchen ist so auch noch ohne eine Hilfsvorrichtung wie Webrahmen oder Webstuhl problemlos zu fertigen. Es genügt, die Kette einfach zwischen zwei Fixpunkten zu spannen.

Das Leder muss nicht vollkommen steif, jedoch formstabil sein. Ein gewisses Maß an Flexibilität ist durchaus von Vorteil, wenn man damit zu arbeiten gewöhnt ist. Bei den Holz- und Keramikbrettchen ist etwas mehr Abrieb an den Fäden feststellbar als bei Lederbrettchen, besonders wenn sie noch nicht oft gebraucht wurden. Als Ergebnis kann aber angemerkt werden, dass das Material der Brettchen abgesehen vom Abrieb und Aufrauen trotzdem keinerlei allzu große Auswirkung auf das Weben oder das fertige Gewebe hat.

Bei einem weiteren Experiment wurde versucht, die Abnutzung der Fäden durch „Abrieb“, der beim Drehen der Brettchen entsteht, zu vermindern. Dazu wurde eine so genannte Schlichte aufgetragen, die Fäden wurden mit Rindertalg eingefettet (Abb. 11). Besonders bei den Keramikbrettchen konnte beobachtet werden, dass sich die Brettchen bei Kettfäden mit Schlichte aus Rindertalg besser drehen lassen, da sie besser rutschen und so das Fadenmaterial nicht sehr beschädigen. Ein Nachteil ist aber, dass die Fäden schon durch das Einfetten und noch mehr durch das Weben aufgeraut werden. Das alles gibt dem fertigen Band insgesamt ein unregelmäßigeres Aussehen.

Beim Nachweben hat sich bei den komplizierten hallstattzeitlichen Mustern die Methode bewährt, bei der die Brettchen gruppenweise oder auch einzeln vor (vom

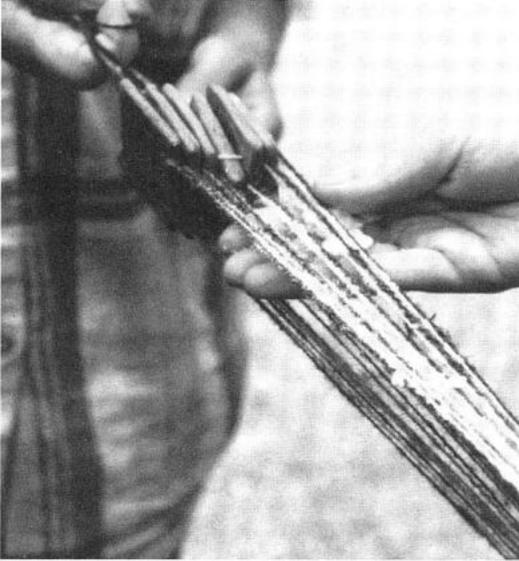


Abb. 11: Auftragen der Schlichte: Einfetten der Fäden mit Rindertalg.

Weber weg) bzw. zurück (zum Weber hin) gedreht werden. Dabei werden die Brettchen in Paketen angeordnet. Diese Pakete wurden dann in die jeweilige Richtung gedreht. Nach dem Durchführen des Schussfadens werden die einzelnen Brettchen, die die Drehrichtung ändern, zwischen den „vor“- und „zurück“-Paketen hin- und hergeschoben.

Eine andere Möglichkeit der Änderung der Verdrillungsrichtung der Kettfäden ist das Klappen der Brettchen um die eigene Achse. Damit wird gleichsam die Grundeinstellung der Einzugsrichtung geändert. Anschließend werden alle Brettchen in eine Richtung gedreht. Nach jedem Schuss muss dann wieder das Brettchen, dessen Drehrichtungsänderung gewünscht wird, geklappt werden.

Ob nun die Brettchen, in Paketen unterteilt, in verschiedene Richtungen gedreht wurden oder ob die Klapptechnik angewandt wurde, ist im fertigen Band nicht zu sehen. Es ist daher nicht zu entscheiden, welche der beiden Techniken in der Hallstattzeit verwendet wurde. Beide Techniken

können natürlich auch kombiniert werden. In welcher Technik auch immer diese Art der Musterung gefertigt wurde: Man benötigt ein hohes Maß an Konzentrationsfähigkeit und räumliches Denken.

Das bei Originalborte I als Schussfaden verwendete Rosshaar erwies sich beim Weben als sehr praktikabel. Es wurden bei den Experimenten von den langen Schweifhaaren jeweils zwei parallel in das Webfach eingelegt. Rosshaar ist viel steifer als Wolle, es verstärkt dadurch das Gewebe. Durch diese Verstärkung wird das Gewebe stabiler, es kann sich nicht mehr so gut der Breite nach einrollen. Diese Formstabilität in Querrichtung bei gleichzeitiger Flexibilität in Längsrichtung ist v. a. für Saumbesätze oder auch für Gürtel von Vorteil. Es verwundert daher nicht, dass Borte I, die offensichtlich als Besatz für einen Ärmel verwendet wurde, in Querrichtung (Schussfaden) mit Rosshaar versteift wurde.

Letztendlich eine weitere Beobachtung (buchstäblich) am Rande: Wenn die seitlichen einfarbig bezogenen Brettchen unabhängig vom Musterfeld kontinuierlich als „Rand“ oder „Einfassung“ in eine Richtung weitergedreht werden, dann wellt sich das fertige Band nicht auf oder verzieht sich, sondern ist flach und homogen. Außerdem ergibt es eine schöne Webkante, wie das auch bei den Hallstattborten zu beobachten ist.

#### Zeitprotokoll

Zum Abschluss nach den großteils handwerklichen Ergebnissen der Experimente noch einige Anmerkungen: Es haben sich natürlich auch Gedanken zum Arbeitsaufwand aufgedrängt, anders ausgedrückt: „Wieviel Zeit benötigte man, um eine bestimmte Borte herzustellen?“

Betrachtet man die Muster der Brettchenwebborten aus Hallstatt (Abb. 12) rein



Abb. 12: Experiment zu den Brettchenwebereien aus Hallstatt: Vergleich der Rekonstruktionen.

theoretisch, so ist die Tatsache nicht erkennbar, dass man für das Weben von Borte I fast dreimal soviel Zeit wie für Borte II und mehr als sechsmal soviel Zeit wie für Borte III benötigt. Es könnte dies ein Schlüssel dafür sein, wie „kostbar“ die einzelnen Borten in der damaligen Zeit waren.

Für die Prohebänder wurde eine Kette mit einer Länge von 1,30 m angefertigt: Das fertige Band misst ca. 90 cm. Durch das Weben läuft die Gesamtlänge etwas ein, es können die letzten ca. 30 cm aufgrund der Brettchen auch nicht mehr verwoben werden. Die Zeitangaben geben Durchschnittswerte an, da im Bandverlauf jeweils bei mehreren gleich langen Abschnitten die Zeit abgenommen wurde. Eine wesentliche Voraussetzung war, dass bereits von jedem Muster einige Meter vorher gewebt wurden, um zu gewährleisten, dass das Muster bereits gut beherrscht wurde, um somit ein flüssiges Arbeiten zu ermöglichen.

#### Borte I:

Gewebt mit 21 Brettchen

- Kette schärfen: 8 min.
- Einfädeln: 20 min.
- Kette einrichten: 10 min.
- Weben: pro Sequenz (ca. 10 cm). 1 h 30 min.

- Beobachtung: Nach zwei Sequenzen ist der Kettvorrat unregelmäßig verdreht: Die äußeren vier Brettchen wurden nur in eine Richtung gedreht, so dass die Kette schon sehr dicht verdreht und dadurch stark gespannt ist.

Die übrigen Fäden wurden durch das symmetrische Muster in verschiedenen Abständen vor- und zurückgedreht, so dass sich die Kettfäden jeweils durch den Arbeitsvorgang wieder entwirren.

Durch die unterschiedliche Verdrehung des Kettvorrates erreichen die Kettfäden eine ungleichmäßige Spannung, die sich nachteilig auf den Webvorgang auswirkt. Daher muss von Zeit zu Zeit die Drehrichtung der äußeren Schnüre geändert werden. Dies ist am Original nicht erkennbar, möglicherweise wurde der Kettvorrat per Hand entwirrt – eine sehr zeitraubende Arbeit.

Für das hallstattzeitliche Original, die „Ärmelborte“ mit vier Mustersequenzen, Originallänge ca. 22 cm, würde man also zum Weben (gerechnet nach den Mustersequenzen, da in der Nachwebung stärkeres Garn verwendet wurde) ca. sechs Stunden benötigen.

#### Borte II:

Gewebt mit 13 Brettchen

- Kette schärfen, durchfädeln, einrichten: 35 min.

#### Weben:

- Ca. 10 cm Band, nicht fest angeschlagen: 25 min.
- Entwirren des verdrehten Kettvorrates: 10 min.
- Ca. 10 cm fest angeschlagen: 30 min.

#### Borte III:

Gewebt mit 12 Brettchen

- Kette schärfen, durchfädeln, einrichten: 30 min.

#### Weben:

- 10 cm locker angeschlagen: 15 min.
- 10 cm fest angeschlagen: 20 min.

Die Zeitangaben sind natürlich nur Annäherungswerte an die individuelle Geschwindigkeit und das Geschick der ausführenden Person.<sup>10</sup> Nach etlichen Vorarbeiten mit den Hallstattmustern und jahrelanger Webpraxis, dürften die Zeitangaben jedoch ungefähr die auch damals benötigte Zeit wiedergeben.

### Zusammenfassung Experimente

Die Experimente zu den Brettchenwebborben aus Hallstatt haben gezeigt, dass neben der handwerklich perfekten Ausübung der Weberei auch den Personen einiges abverlangt wurde, die die Fäden hergestellt haben. Es erfordert sehr gute Fingerfertigkeit und die Verwendung ausgesuchter Wolle, um so feine Fäden spinnen zu können. Damit die Garne (Zwirne) den extremen Belastungen besonders beim Brettchenweben standhalten, bedürfen sie darüber hinaus besonderer Behandlung.

Die Fäden müssen beim Spinnen sehr stark überdreht und gewässert werden, um ihnen besondere Festigkeit zu verleihen und dem Umstand vorzubeugen, dass sich die Fäden beim Brettchenweben wieder aufdrehen und dadurch locker werden und reißen.

Versuche zum Behandeln der Fäden mit Fett (Rindertalg) waren nicht sehr zufriedenstellend, da die Fäden mehr aufgeraut werden als beim „Trockenweben“. Das Material der Brettchen (Keramik, Leder oder Holz) hat keinerlei große Auswirkung auf das Weben oder das fertige Gewebe.

Die Kombination von verschiedenen vor- und rückwärts gedrehten Brettchen bei einem Schuss zeugt vom großen räumlichen Verständnis und Konzentrationskraft der oder des Ausführenden.

### Summary

The saltmines of Hallstatt in Austria, dating from the Iron-age, provide excellent conditions for the preservation of organic mate-

rials. Not only have wooden items, relics of food or leather been found, but also fragments of textiles, woven fabrics, strings, cords and ropes.

The figured tablet-woven bands have been of great interest to archaeological experiments. They were found during the excavations by the Museum of Natural History Vienna (Dr. F. E. Barth, 1989-1994) in the Kernverwässerungswerk (Hallstatt-Age, about 8.-4. century BC).

For the technique of tablet-weaving usually thin square tablets made of wood, bone, clay or inflexible leather with holes in the corners were used. With this technique it was possible to produce very strong bands and ribbons, which could be used as belts, straps or as braids for the decoration of clothes.

The weaving-process is started by turning the tablets round a quarter. A weft thread is put through the open shed, but the weft is not visible in the final band. The design of the finished band is made by the different colours of the warp yarn which are heddled in the tablets. The direction of the rotation of the tablets results in different patterns too. In turning the pack of tablets forward and backward, you can get interesting designs.

The tablet woven bands from Hallstatt show very elaborate motifs. For those patterns it is necessary not to turn the whole pack of tablets, but singular tablets have to be turned in different directions before the weft is used.

The base of the experiments are three tablet woven bands with complicated patterns from the Saltmines of Hallstatt. Analysis brought to light that the bands were weft with four-holed tablets.

Reproduction of the tablet woven bands showed us that the three patterns have different degrees of difficulty. Even the drawing of Band I shows the complicated work, which is much harder than the simple way of tablet weaving. The combination of different directions of rotation gives

us a glimpse of the power of concentration and the three-dimensional understanding of prehistoric people.

The next step after weaving the Hallstatt-patterns with modern cotton yarn was to try hand-spun woolen threads like the original bands. The experiments showed the perfect skills spinning a hand-operated spindle. It needs well-selected wool and outstanding manual skills to produce such extremely fine threads which were used in the Hallstatt-age. Nevertheless the threads require some special treatment to bear the extreme conditions during the weaving process.

The threads of the original tablet woven bands from Hallstatt are very fine twisted yarn (Band I has 84 threads on a width of 1,3 cm). The experiments with hand-spun wool showed that during spinning the threads overtwisted that much that they had to get watered to increase their strength. If they didn't have enough stability, the threads would be untwisted and might break during the weaving process.

Some experiments dealt with the pretreatment of the threads with fat (tallow), but they were not satisfying, because the threads got rougher than by weaving without any treatment. The tablet weaving with hand-spun wool was tried with tablets made of wood and clay (as archaeological finds) and leather (as ethnographical tablets). As a result we now know, that the material of the tablets didn't have a lot of effect on the weaving process or the finished band.

Another interesting question during the experiments arised concerning the expenditure of work: how much time is needed to reproduce the patterns? Considering the patterns of tablet woven bands from Hallstatt only theoretically will not provide any satisfactory result. The reproduction showed that the time needed for band I is three times higher than band II and 6 times higher than band III. Maybe, these facts can give us some indications of the value of the bands in prehistoric times.

## Anmerkungen

- 1 Zu Hallstatt, allgemeiner Überblick, s. BARTH, LOBISSE 2002, mit weiterführender Literatur.
- 2 Siehe im Literaturverzeichnis unter HUNDT und VON KURZYNSKI. Zum Symposium 2004 s. BILCHLER, P. et al. (Hrsg.) 2005.
- 3 Nach GRÖMER 2001, 50 f.
- 4 Grundlegend zur Brettchenweberei: SCHLABOW 1957; 1965. JOLIET-VAN DEN BERG, M. U. H. 1975. COLLINGWOOD 1982. CROCKETT 1982. STOLTE 1990.
- 5 SCHLABOW 1965.
- 6 Siehe die verschiedenen Angaben bei CROCKETT 1982. JOLIET-VAN DEN BERG, M. U. H. 1975. STAUDIGL 2000 sowie auf den Webpages im Internet.
- 7 KOSSWIG 1967, 15.
- 8 Freundlicher Hinweis von Fr. Anna Riener, Altbäuerin am Landgut z'Oberwinkl, Altenberg bei Linz, Oberösterreich.
- 9 Hinweise und Abbildungen zu archäologischen Funden von Originalbrettchen s. unter GRÖMER 2001, 51 f., Abb. 5.
- 10 Die textilen Techniken wie Spinnen und Weben werden in der Literatur meist als ausschließlich weibliche Tätigkeiten gesehen, obwohl nicht bewiesen werden kann, wer letztendlich die Textilien hergestellt hat. Ethnografische Beispiele aus Nordafrika etwa lehren uns, dass durchaus auch Männer diesen Tätigkeiten nachgehen.

## Literatur und Internet

- BARTH, F. E., LOBISSE, W. 2002: Das EU-Projekt Archaeolive und das archäologische Erbe von Hallstatt. Veröffentlichungen aus dem Naturhistorischen Museum Wien N. F. 29, Wien 2002.
- BILCHLER, P., GRÖMER, K., HOFMANN-DE KEIJZER, R., KERN, A., RESCHREITER, J. 2005: „Hallstatt-Textiles“ – Technical analysis, scientific researches and experiments on Iron Age textiles. British Arch. Reports. Int. Series 1351, 2005.
- CROCKETT, C. 1982: Weben mit Brettchen. Wien 1994.
- COLLINGWOOD, P. 1982: The Techniques of Tablet Weaving. London 1982.
- GRÖMER, K. 2001: Brettchenwebereien aus dem Salzbergwerk in Hallstatt. Archäologie Österreichs 12, Sondernummer 2001, 49-58.
- GRÖMER, K. 2005: The textiles from the prehistoric saltmine at Hallstatt. In: Bichler, P. et al. 2005, 17-40.
- HUNDT, H.-J. 1987: Vorgeschichtliche Gewebe aus dem Hallstätter Salzberg. Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums

- Mainz 6, 1959, 66 ff.; 7, 1960, 126 ff.; 14, 1967, 38 ff.; 34, 1, 1987, 261 ff.
- HUNDT, H.-J. 1970: Gewebefunde aus Hallstatt. Webkunst und Tracht in der Hallstattzeit. Krieger und Salzherren. Hallstattkultur im Ostalpenraum. Mainz 1970.
- JOLIET-VAN DEN BERG, M., JOLIET-VAN DEN BERG, H. 1975: Brettchenweben. Eine Anleitung zum Bänderweben mit vielen Beispielen textiler Strukturen aus Vergangenheit und Gegenwart. Bern, Stuttgart 1975.
- KOSSWIG, L. 1967: Über Brettchenweberei, insbesondere in Anatolien. Baessler Archiv, N. F. Berlin 1967, 15.
- VON KURZYNSKI, K. 1996: „... und ihre Hosen nennen sie bracas“. Textilfunde und Textiltechnologie der Hallstatt- und Latènezeit und ihr Kontext. Internationale Archäologie 22. Espelkamp 1996.
- VON KURZYNSKI, K. 1998: Neue Textilien aus den eisenzeitlichen Salzbergwerken von Hallstatt und vom Dürrnberg (Österreich). Textiles in european Archaeology. GOTARC Series A/1. Report from the 6th NESAT-Symposium 7th-11th May 1996. Göteborg 1998.
- SCHLABOW, K. 1957: Die Kunst des Brettchenwebens. Veröffentlichung des Fördervereins Industrie-Museum Neumünster e. V. 1, 1957.
- SCHLABOW, K. 1965: Thorsberger Prachtmantel. Veröffentlichungen des Fördervereins Industrie-Museum Neumünster e. V. 5, 1965.
- STAUDIGL, O. 2000: Zauber des Brettchenwebens. Print on demand 2000.
- STOLTE, H. 1990: Technik des Brettchenwebens. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 4. Oldenburg 1990.
- <http://members.aon.at/textile-techniken/>  
Homepage der Autorin mit Informationen über textile Techniken in der Archäologie allgemein und vielen Brettchenwebmustern. Weiterführende Literatur zu den Textilen Techniken.
- <http://www.steinmaus.de/Mittelalter/weben>  
Seite mit ausführlichen Beschreibungen der Brettchenweberei. Besonders interessant ist die ausführliche Linkliste zu 40 Brettchenwebpages aus verschiedenen Ländern.
- <http://home.t-online.de/home/kfm.laitenberger/>  
Seite mit Pflanzenfarben, Brettchenweben, Stabdoppelgewebe. Ein kleiner Brettchenwebkurs ist angeschlossen, viele Beispiele sowie Links zu anderen Brettchenwebpages im Internet.
- Abbildungsnachweis:  
Abb. 1-3: Johann Reschreiter, Naturhistorisches Museum Wien. Abb. 4, 9, 12: Karina Grömer. Abb. 5: Stefan Grömer. Abb. 6-8: Karina und Peter Grömer. Abb. 10: nach SCHABLOW 1957. Abb. 11: Peter Grömer.

#### Anschrift der Verfasserin

Mag. Karina Grömer  
Hasenöhrlstr. 71/2/4  
1100 Wien  
AUSTRIA

# Rennofenversuche am Sachsenhof in Greven – ein Erfahrungsbericht

Bernhard Reepen, Hermann-Josef Drexler

Es ist wissenschaftlich belegbar, dass die Menschen seit über 2500 Jahren mittels Rennöfen Raseneisenerz in schmelzbares Eisen umwandelten. Bei diesem Verhüttungsprozess wird in einfachen Lehmöfen Eisenoxid  $Fe_2O_3$  durch Holzkohle unter anderem zu Eisen reduziert. Die Nutzung der Rennofentechnik konnte in afrikanischen Ländern noch bis zur Mitte des vorigen Jahrhundert nachgewiesen werden (CELIS 1991). Wie eindrucksvolle Bilder zeigen, gewann man dort mit regional unterschiedlichen Öfen das notwendige Eisen zur Herstellung von Werkzeugen und Waffen. In Europa befassen sich heute einige Arbeitsgruppen mit der Rennofentechnik. Ziel ist es, erneut ein Wissen für diesen Prozess zu erarbeiten, da schriftliche Überlieferungen nicht zur Verfügung stehen.



Abb. 1 Getestete Ofentypen. 1 – Thijs van de Manakker-Ofen; 2 – Scharmbeck-Ofen; 3 – Espevej-Ofen, Mod. 1.

In der nachfolgenden Arbeit werden Ergebnisse von Versuchen dargestellt, die sich mit sechs Aspekten der Rennofentechnik befassen:

- Bauform der Öfen,
- Körnung der Holzkohle und des Raseneisenerzes,
- Unterschiedliche chemische Zusammensetzung der Raseneisenerze,
- Schlacke als Zuschlagstoff,
- Temperaturführung,
- Optimierung des Espevej-Ofens.

Um umfangreiche Details zu diesen Kriterien zu erhalten, wurden bis heute neun Rennofenversuche mit drei verschiedenen Ofentypen durchgeführt.

## Bauform der Öfen

Der Hauptunterschied der verschiedenen Ofentypen (Abb.1) besteht in der Düsen-Anordnung und der Düsen-Anzahl, der Verwendung von Ofenklappen und ihrem Arbeitsvolumen.

Der Ofentyp „Thijs van de Manakker“ wurde von Herrn Thijs van de Manakker (VAN DE MANAKKER 2004) entwickelt und besitzt un-



Abb. 2: Luppenauflage.

Typ	Höhe (cm)	Durchmesser (cm)		Volumen (m <sup>3</sup> )
		oben	unten	
Scharmbeck	120	24	58	0,16
Espevej - 1	125	18	40	0,09
Espevej - 2	97	24	52	0,12
Thijs van de Manakker - 1	95	26	34	0,07
Thijs van de Manakker - 2	120	42	70	0,3

Abb. 3: Maße der verwendeten Öfen.

terhalb der zwei rechtwinklig angeordneten Düsen je eine Auflage (Abb. 1, 1), auf der sich die Lupe stabilisieren kann. Dieser Ofen besitzt kein Schlacke-Reservoir.

Der Scharmbeck-Ofen (WEGEWITZ 1994) besitzt vier im Winkel von 90° angeordnete Düsen und ein Schlacke-Reservoir (Abb. 1, 2).

Der dritte getestete Ofen – Espevej-Ofen-Mod. 1 – besitzt im Original (KRISTENSENS 1987) nur eine Düse in der aus Lehm gefertigten Ofenklappe und ein Schlacke-Reservoir (Abb. 1,3). Er wurde von uns durch Verwendung einer zweiten Düse im Winkel von 90° zur Ofenklappe modifiziert und so für weitere Versuche verwendet. Auf weitere Optimierungen dieses Ofentyps wird im späteren Teil dieses Berichtes eingegangen.

Das Arbeitsvolumen (Abb. 2) der verschiedenen Öfen schwankt zwischen 0,07 m<sup>3</sup> und 0,3 m<sup>3</sup>. Bei der von uns benutzten Belüftung mit zwei Blasebälgen (je 0,1 m<sup>3</sup> Luftvolumen) konnte festgestellt werden,

dass die Öfen in ihrem Betriebsverhalten grundsätzlich vergleichbar waren. Die Temperaturkonstanz im Ofenraum war jedoch abhängig vom eingesetzten Blasebalg-Luftvolumen. Die Blasebälge wurden dabei kontinuierlich eingesetzt, um die Temperatur im Bereich der Düsen über 1000° C konstant zu halten. Bei den beiden Öfen mit Frontklappe konnte zum Ende des Reduktionsprozesses der Einsatz der Blasebälge reduziert werden, da dann aufgrund der hohen gespeicherten Energie im Ofenraum (Lehmmantel und Sandisolierung) durch den eigenen Zug ausreichend Luft zur Verbrennung der Holzkohle zur Verfügung stand. Um einen gleichmäßigen Prozess gewährleisten zu können, war es notwendig, eine kontinuierliche und ausreichende Luftzuführung zu erhalten. Anhand der Temperaturverläufe in den verschiedenen Zonen des Ofens (LUND, JOUITIJÄRVI 2000) stellten wir den Einfluss von Ofengröße und Luftstrom fest. Bei dem in Anlehnung an den Thijs van de Manakker-Ofen gebauten

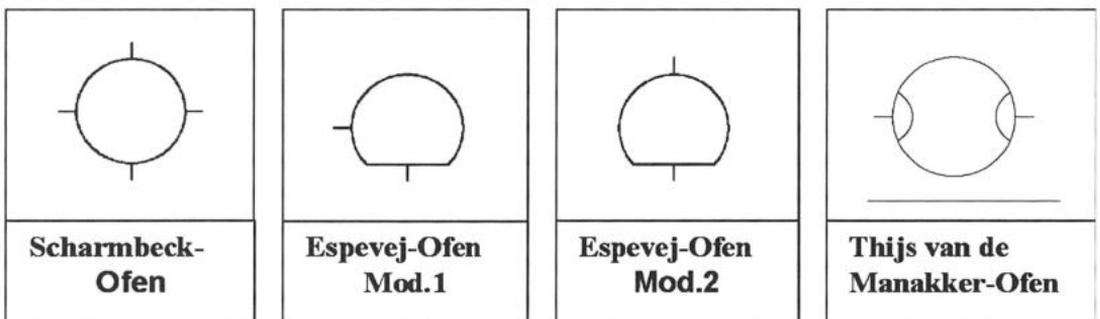


Abb. 4: Düsenanordnung.

	Erz Hörstel	Erz H.	Luppe H.	Erz Friesoythe	Erz F.	Luppe F.
			13.07.03			15.07.02
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Fe	52,7	44,8	90,8	38,6	68,2	85,6
SiO <sub>2</sub>	5,8	17,4	4	16,1	9,3	7,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5	1,2	0,3	2,4	1,1	0,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2	1,5	3,7	3,4	1,8	2,1
CaO	0,3	0,2	0,3	0,8	0,8	0,6
K <sub>2</sub> O	0,05	0,2	0,3	0,3	0,1	0,3
C	1,5	0,3	0,03	5	n.b.	0,04
Glühverlust	15,1	16,4	n.b.	20,5	17	n.b.
Fe/SiO <sub>2</sub>	9,1	2,6		2,4	7,3	

Abb. 5: Raseneisenerze und Luppen.

Ofen, der von uns – nicht den Vorgaben entsprechend – zu groß (0,3 m<sup>3</sup>) gebaut war, stellten wir fest, dass mit zwei Blasebälgen (je 0,1 m<sup>3</sup>) eine ausreichende Luftzufuhr nicht sichergestellt werden konnte. Die Temperatur in diesem Ofen schwankte während des Versuches so stark, dass der Prozess nur mit großer Mühe aufrecht erhalten werden konnte.

Bei kleineren Öfen und zu großer Luftzufuhr führte die Luftmenge zu einem zu starken Abkühlen im Schlackebereich. Die Schlacke erstarrte und verschloss die Luftdüsen.

#### Körnung der Holzkohle und des Raseneisenerzes

Der Einfluss der Körnung der Holzkohle konnte während des Betriebes in Abhängigkeit vom Schachtdurchmesser eindeutig nachgewiesen werden. Lag die Körnung der Holzkohle im Durchschnitt zwischen 2 cm und 5 cm, war ein kontinuierlicher Prozess sichergestellt. Bei größeren Stücken bildeten sich durch diskontinuierliches Nachsacken Hohlräume, wodurch das Nachbrennen der Kohle unterbrochen wurde und es zu Temperaturabsenkungen kam.

Den gleichen Einfluss besitzt auch die Körnung des Raseneisenerzes. Waren die Stücke etwa haselnuss- bis walnussgroß,

waren die Ergebnisse am günstigsten. Mit pulverförmigem Raseneisenerz konnte keine schmiedbare Luppe erzeugt werden. Um den Ofeneinfluss bei den weiteren Versuchen zu minimieren, wurde der Espevej-Ofen, Mod. 1 benutzt. Aufgrund seiner Bauart mit der Frontklappe konnte dieser Ofen mehrmals verwendet werden. Es war daher möglich, bei den folgenden Versuchen den Einfluss von in ihrer chemischen Zusammensetzung unterschiedlichen Raseneisenerze zu prüfen.

#### Chemische Zusammensetzung der Raseneisenerze und Luppen

Dazu wurden Versuche mit Erzen von zwei verschiedenen Fundorten durchgeführt (Friesoythe, Kr. Cloppenburg und Hörstel, Kr. Steinfurt). Die Analyse verschiedener Proben eines Fundortes zeigte, dass der Eisengehalt zwischen 39 % und 68 % schwankte. Es wurden ebenfalls große Unterschiede im SiO<sub>2</sub>- und P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Gehalt festgestellt

Da sich bei dem Rennofenprozess neben schmiedbarem Eisen als Hauptprodukt die Schlacke, das Fayalit (2FeOxSiO<sub>2</sub>), bildet, ist das Verhältnis von Fe zu SiO<sub>2</sub> im eingesetzten Raseneisenerz von ausschlaggebender Bedeutung. Das bedeutet, dass

Ofentyp	Erztyp	Schlacke		Luppe	Luppe	schmiedbar
		(kg)	(kg)	(kg)	(%)	
Scharmbeck	F.	28,0		5,7	20,4	nein
Espevej Mod.1	F.	7,5	9,5	2,2	12,9	ja
Espevej Mod.1	F.	20,0		0,5	2,5	nein
Espevej Mod.1	F.		12,0	1,0	8,3	ja
Espevej Mod.1	F.	15,0	3,2	1,7	9,1	ja
Manakker Mod.2	H.	45,0	3,5	2,7	5,6	ja
Manakker Mod.1	H.	54,5	5,3	13,7	22,9	ja
Espevej Mod.1	H.	25,5	2,5	7,3	26,1	ja
Espevej Mod.2	H.	39,0	2,7	4,0	9,6	ja

Abb. 6: Versuchsausbeuten.

das Verhältnis von Eisen zu SiO<sub>2</sub> im eingesetzten Raseneisenerz deutlich über 1,9 liegen muss. Dieses Verhältnis schwankte bei den verwendeten Typen zwischen 2,4 bis 9,1 (Fayalit 1,9). Bei den Versuchen lag das Verhältnis von Raseneisenerz zu Holzkohle gewichtsmäßig bei 1 : 1,2.

Trotz der Schwankungsbreiten des Eisen- und Siliziumgehaltes der eingesetzten Raseneisenerze war kein signifikanter Einfluss auf die Ausbeute festzustellen.

Auffällig war jedoch der größere Schlackefluss bei dem Erz aus Hörstel (Kr. Steinfurt). Welchen Einfluss hier der unterschiedliche Gehalt an Ca, P und Al hat, muss noch geklärt werden.

### Schlacke als Zuschlagstoff

Bei den verschiedenen Versuchen fiel neben der kompakten Luppe immer ein großer Anteil verschiedener Schlacken an. Diese Schlacken, die in ihrer Konsistenz variierten, waren vom Eisengehalt sehr unterschiedlich.

Dieser schwankte je nach Zusammensetzung und Konsistenz von 48 % bis 58 %. Die eisenhaltige Schaumslagge wurde als gezielter Zuschlagstoff den Versuchen zugemischt. Es konnte noch nicht eindeutig nachgewiesen werden, dass durch Zugabe von eisenhaltiger Schlacke die prozentuale Eisen-Ausbeute in der Luppe

	Erz-1	Erz-2	Luppe	Laufschlacke	Ofenschlacke	Schaumslagge
			13.07.03	13.07.03	13.07.03	13.07.03
Fe	52,7	44,8	90,8	48,7	51,9	58,2
SiO <sub>2</sub>	5,8	17,4	4	26,6	24,1	22,9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5	1,2	0,3	2	1,5	1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2	1,5	3,7	2,6	2,8	1,8
CaO	0,3	0,2	0,3	1,7	1,5	1
K <sub>2</sub> O	0,05	0,2	0,3	0,8	0,5	0,3
C	1,5	0,3	0,03	0,02	0,04	0,06
Glühverlust	15,1	16,4	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Abb. 7: Eisengehalt und prozentualer Anteil der Begleitstoffe (Erz: Fundort Hörstel).

Datum	30.06.2001	15.09.2001	14.09.2004
Messung	°C	°C	°C
1	790	640	1200
2	930	670	810
3	1070	770	820
4	900	590	1030
5	975	740	950
6	940	740	1050
7	1180	675	1070
8	1100	670	1160
9	850	650	1150
10	910	640	1160
11	1000	630	1180
12	1050	650	1200
13	990	630	700
14	950	570	500
15	610	1050	700
16	600	1250	940
17	700	1280	950
18	620	1150	950
19	600	900	1070
20	690	1200	1000
21		1130	910
22		1150	
Ausbeute(%)*	12,9	2,5	5,6

\*Luppenausbeute im Vergleich zum eingesetzten Eisen

Abb. 8: Schwankende Temperaturführung.

gesteigert werden konnte und welchen Einfluss der Schlackezusatz auf den gesamten Schlackefluss hat.

### Temperaturführung

Ein weiterer interessanter Aspekt der Untersuchungen war der Einfluss der Temperaturführung während der Rennofenversuche. Dabei waren die Messpunkte immer im vorderen Bereich des Ofens. Bei den angegebenen Temperaturprofilen handelt es sich um Messungen im unteren Bereich des Ofens. Aufgrund der Messtechnik konnte nicht kontinuierlich in der Mitte, sondern nur im äußeren Bereich der Schlacke gemessen werden. Es wurden zwei verschiedene Temperaturprofile gefahren. Bei der einen Versuchsgruppe wurde im Messbereich der Schlackenzone ein konstanter

Temperaturverlauf zwischen 1000° C und 1200° C gefahren, bei der zweiten Versuchsgruppe schwankte die Temperatur zwischen 600° C und 1200° C.

Die Ergebnisse der Versuchsreihen zeigten eindeutig, dass bei stark schwankenden Temperaturen bei dieser Versuchsanordnung die Ausbeuten deutlich schlechter waren als bei konstanter Fahrweise. Weiterhin ist festzuhalten, dass bei den verwendeten Raseneisenerzen im Schlackebereich eine Temperatur von mindestens 1000° C notwendig ist, um einen optimalen Schlackeabfluss zu gewährleisten. Dieser Schmelzbereich ist jedoch von der jeweiligen chemischen Zusammensetzung der Schlacke abhängig.

### Optimierungen der Öfen

Der Espevej-Ofen, der nach Grabungsbefunden eine Frontklappe mit einer Düse besessen hat, wurde in modifizierter Form mit einer zusätzlichen seitlichen Düse (Mod. 1) in mehreren Versuchen am Sachsenhof in Greven benutzt. Die Ergebnisse waren in Abhängigkeit zum eingesetzten Eisenerz und der Fahrweise sehr positiv.

Der Vorteil dieser Ofenform bestand in der Verwendung einer Frontklappe, die es ermöglichte, dass zum einen die Prozessführung (Schlackeabfluss) geregelt gefahren werden konnte, und zum anderen nach Beendigung der Versuche die Lupe unter Erhalt des Ofens entnommen werden konnte. Beim Betrieb dieses Ofens ist die Isolierung des Schlackeraumes zu Beginn des

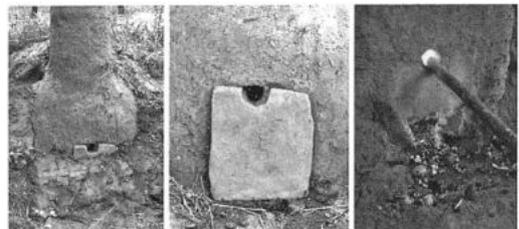


Abb. 10: Espevej-Ofen, Mod. 2: Klappenanordnung und Isolierung.

Datum	19.08.2000	16.09.2001	15.07.2002	12.07.2003	13.07.2003	31.08.2003
Messung	° C	° C	° C	° C	° C	° C
1	900	850	1040	1165	1000	1000
2	950	910	1070	1070	1030	1000
3	1000	1010	1100	1100	1050	1050
4	1020	1060	1030	1220	1050	1070
5	980	1130	1050	1220	1070	1100
6	990	1150	1080	1185	1050	1130
7	950	1040	1100	1150	1060	1160
8	1000	1120	1090	1180	1050	1180
9	980	1050	1140	1200	1100	1100
10	950	1120	1190	1280	1150	1090
11	980	1050	1200	1150	1280	1120
12	990	1130	1250	1250	1180	1200
13	940	1110	1160	1250	1030	1180
14	980	1200	1140	1220	1140	1230
15	970	1130	1140	1220	1100	1250
16	990	1200	1210	1150	1150	1220
17	1000	1170	1040		1120	1230
18	990					1250
Ausbeute (%)*	20,4	8,3	9,1	22,9	26,1	9,6

\*Luppenausbeute im Vergleich zum eingesetzten Eisen

Abb. 9: Konstante Temperaturführung.

Prozesses von besonderer Bedeutung. Durch vollständige Isolierung mit einer Sandschüttung wurde in kurzer Zeit ein stabiles Temperaturprofil im Ofen erreicht. Nach ca. 4 Stunden Prozesszeit konnte der untere Teil der Frontklappe entfernt werden. Durch diese Maßnahme war man in der Lage, gezielt Schlackeabfluss zu erreichen, um dadurch den Prozess zu verlängern und eine kompaktere Luppe zu erhalten. Dieses Verfahren ist der Methode des Schlacke-Reservoirs gefüllt mit Holz oder Stroh vorzuziehen, da eine große Gefahr des Erstarrens der Schlacke auf der kälteren Stroh- oder Holzunterlage besteht und es vorzeitig zum Prozessabbruch kommen kann, da die Düsen irreversibel verstopfen. Bei der offenen Fahrweise hat man jedoch unterhalb der Luppe glühende Holzkohle, welche die Temperatur auf hohem Niveau stabilisiert. Dadurch kann durch gezieltes Abfließen und Ausräumen der Schlacke ein längerer Betrieb des Ofens ermöglicht werden.



Abb. 11: Schlackefluss.



Abb. 12: Stahlnagel.

Diese Ofenform mit der geteilten Frontklappe hat einen weiteren Vorteil, da am Ende des Prozesses die Luppe aus dem Ofen gezogen und der Ofen wieder verwendet werden kann. Durch Reparaturen nach dem Gebrauch bleibt der Parameter Ofen weitgehend konstant. Auf diese Weise wurden bisher sechs Versuche im selben Ofen gefahren.

#### Schmiedeversuche

Von den Luppen der neun Versuche wurden durch Alfred Bullermann exemplarisch drei auf ihre Schmiedbarkeit überprüft. Die drei Proben unterschieden sich in ihren Eigenschaften vollständig. Man erhielt Gusseisen, weiches Eisen und Stahl. Aus den beiden schmiedbaren Luppen wurde während des Schmiedens durch Verdichten und langsames Ausschmieden über einen Barren ein fertiger Nagel geschmiedet.



Abb. 14: Schmiededeablauf von Luppe bis zum Nagel.

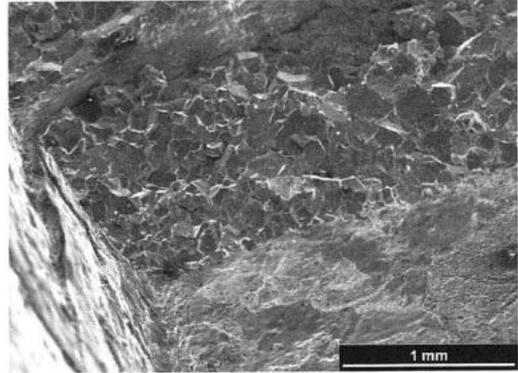


Abb. 13: REM-Aufnahme der Bruchfläche.

Erste Analysen der geschmiedeten Proben zeigten einen sehr niedrigen Kohlenstoffgehalt und einen hohen Phosphoranteil. Aufgrund des verhältnismäßig großen Phosphor-Gehaltes ist die hohe Brinell-Härte zu erklären (GESELLSCHAFT F. ELEKTROMETALLURGIE 1969). Weitere metallurgische Untersuchungen sollen Aufschluss über die Eisenzusammensetzung geben und Hinweise erbringen, welche Einflussparameter diese unterschiedlichen Ergebnisse beeinflussen.

#### Ausblick

Aufgrund der durchgeführten Versuche werden wir bei zukünftigen Untersuchungen eine weitere Modifikation, den Espevej-Ofen, Mod. 2, einsetzen. Bei diesem wird im Winkel von 180° zur Frontklappe je eine Düse eingesetzt, so dass durch Verwendung von zwei Düsen durch diese Veränderung eine gleichmäßige Belüftung und damit eine gleichmäßige Temperaturführung im Ofen gewährleistet werden kann. Unterhalb der Düsen werden in Anlehnung an den Ofen von Thijs van de Manakker zur gezielten Luppenauflage zusätzlich zwei Lehmnasen angebracht. Mit dieser Ofenmodifikation werden die zukünftigen Untersuchungen bezüglich der verschiedenen Raseneisenerze und der verschiedenen Brennmaterialien wie Holzkohle und Torf fortgeführt.

## Abstract

During the last three years 9 experiments were done to analyse the influence of three different smelting oven types, the particle size of charcoal and iron, the iron content of different iron ore types, the influence of supplements like slag and the influence of the temperature during the smelting process on the yield in iron.

## Danksagung

Holzkohle wurde von der Fa. Chemviron Carbon zur Verfügung gestellt.

Die Analysen und mikroskopischen Aufnahmen wurden durchgeführt von der BASF Coatings AG, Münster, Oberflächenanalytik, der BK Werkstofftechnik, Prüfstelle für Werkstoffe GmbH, Bremen, der Fachhochschule Münster, Abt. Analytik, Prof. Dr. A. Janssen, den Stahlwerken Bremen, Spektral-Labor und der Thyssen-Stahl AG, Chemische Analytik.

Die Luppen wurden auf Schmiedbarkeit von Alfred Bullermann, Schmiedemeister und Diplom-Designer geprüft.

Den Herren Bullermann und Thijs van de Manakker danken wir für die fachlichen Diskussionen.

## Literatur

CELIS, G. (Hrsg.) 1991: Eisenhütten in Afrika. Museum für Völkerkunde. Frankfurt am Main 1991.

KRISTENSENS FORLAG 1987: Danmarks længste udgravning. Arkæologi på naturgassens vej 1979-1986. København 1987.

GESELLSCHAFT F. ELEKTROMETALLURGIE (Hrsg.) 1969: Einfluss und praktische Anwendung der Legierungselemente bei Stahl und Guss-eisen. Düsseldorf 1969.

LUND, J., JOUTTIJÄRVI, A. 2000: Eisenverhütungsversuche am Museum Moesgard, Dänemark. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 37. Oldenburg 2000, 53-69.

VAN DE MANAKKER, T. 2004: <http://www.limburgsmuseum.ab-c.nl/collectie/ijzer/>

WEGEWITZ, W. 1994: Das Abenteuer der Archäologie: erlebte Vorgeschichte. Oldenburg 1994.

Abbildungsnachweis:

Alle Abbildungen: Liesel Drexler und Bernhard Reepen

## Anschrift der Verfasser

Bernhard Reepen  
Burgstrasse 11  
48268 Greven

Dr. Hermann-Josef Drexler  
An der Bleiche 13  
D-48268 Greven

# Underwater Archaeology and Reconstruction of a Prehistoric Crannog in Loch Tay, Scotland

Nicholas Dixon

## Scottish Crannogs in Loch Tay

Loch Tay is one of 30,000 lochs in Scotland and is one of the largest with a length of 14 miles (22 kms) and a depth of 550 feet (170 metres) (Fig. 1). The islands in the loch add to the beauty and interest of the scenery and they have always been important for security. It is only 300 years since Priory Island, near Kenmore, was abandoned and it was the last inhabited artificial island of a tradition that began more

than 2500 years ago. The Crannogs of Loch Tay are the remnants of the history of this area. They are being excavated now with the aid of the most modern techniques of Underwater Archaeology which are bringing to light astonishing and exciting material preserved by the dark and peaty waters of the loch.

Lake dwellings are known throughout the Continent with those in Switzerland being the most common due to work carried out on them over 150 years (KELLER 1866). The Scottish crannogs are analogous in many ways and were as well known as the Continental sites in the nineteenth century (MUNRO 1882) but they became much less well known during the twentieth century. It is the task of the Scottish Trust for Underwater Archaeology, formed in 1989 to promote and develop Underwater Archaeology, to attempt to redress the balance.

## Location of crannogs

The slopes of the loch edge underwater can be very steep. However, the ends of the loch are shallower and it is here that the majority of the crannogs are located. Both ends have been affected by silt deposition which has created broad shallow areas. Numerous burns run into Loch Tay and they have been important in creating alluvial fans of sediments in the loch shallow enough to build crannogs upon. Not much further out from the sites the loch bottom drops off very steeply showing that the crannog builders of the past were well aware of the features and profile of the lochbed.

## The Crannogs of Loch Tay

In Loch Tay there are the remains of artificial island dwellings which were inhabited by the people who lived in this area over the last three thousand years. Even three hundred years ago it was known that the



Fig. 1: Location map of Loch Tay.



Fig. 2: Submerged crannog in Loch Tay.

loch contained the remains of a number of artificial islands. The early tradition spoke of 24 sites and gave approximate positions for 13. Five of the sites are islands and are well-known features in the landscape (DIXON 2000).

A survey of the loch carried out in 1979 (DIXON 1982) brought to light the definite remains of eighteen sites. They are in a superb state of preservation because they are submerged in the cold dark waters of the loch. One of these sites, Oakbank Crannog, has set a precedent as the first in Britain to be excavated underwater (DIXON 1981; 1991).

### Submerged Crannogs

There are thirteen submerged crannogs in the loch (Fig. 2). Oakbank Crannog, in Fearnan Bay on the north shore has been excavated underwater since 1980. In this site the reconstruction in the loch is based. Radiocarbon dates for Oakbank Crannog fall between 400 and 595 BC which is the Early Iron Age in Scotland. To the west, not far away from Oakbank, is another crannog with a radiocarbon date of 525 BC indicating that the two dwellings were inhabited at the same time.



Fig. 3: Excavating with the water dredge.

Underwater Archaeology and the excavation of Oakbank Crannog

When it comes to reconstruction the underwater archaeologist has many advantages over his terrestrial counterpart. The most obvious of these is the superb preservation of major structural features such as the piles and beams that represented the walls, floors and roof of the house or dwelling (Fig. 3). But these are only the obvious elements. The way of life of the inhabitants can also be reconstructed in great detail by the discovery of artefacts such as wooden domestic utensils, agricultural implements and wood-working tools. The surrounding environment and its exploitation can also be clearly presented through the analysis of pollen, macro-plant remains and insects. All of these elements together give a much clearer picture of life in prehistoric times than can ever be gleaned from dry-land sites.

Oakbank Crannog (Fig. 4)

The Early Iron Age site of Oakbank Crannog in Loch Tay was originally built of timber, utilising driven piles to create a

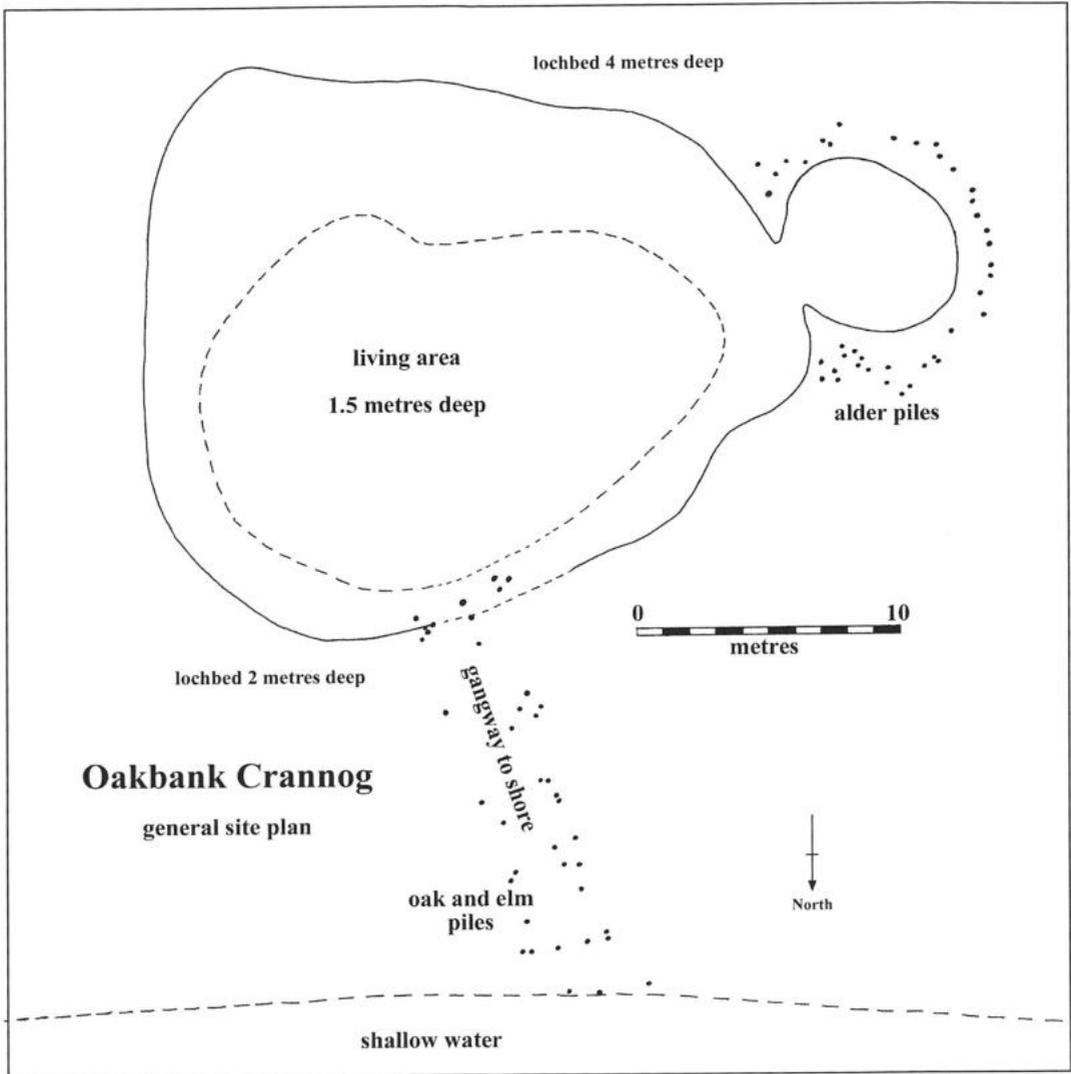


Fig. 4: Oakbank Crannog site plan.

platform above the water supporting a house or settlement (Fig. 5). The site was inhabited for as much as 200 years and contains the remains of at least six phases of building and rebuilding. The remains of an Iron Age house floor have been discovered. This floor has been preserved with the bracken and ferns laid down to make the house a comfortable place to live in. Around the floor are the upright stakes and piles, still complete with their bark, that

supported the walls and roof of the house. Forty elm and oak stumps mark the remains of a walkway which led to the shore. In the bracken and ferns are many of the objects that the people used in their everyday life. The stratigraphy of the site is clear and shows that it was initially constructed as a free-standing pile dwelling with open water underneath the platform. The mass of material remaining at Oakbank Crannog means that it is possible to reconstruct



Fig. 5: Piles and features underwater.

with great detail many aspects of the structure and the way of life of the inhabitants. So far, almost 2000 major timbers and many thousands of smaller pieces of wood have been recorded and sampled. It is very difficult to work out the different phases of occupation and building on the crannog, so detailed and accurate recording is needed to help the interpretation (Fig. 6).

### Structural Interpretation

Various levels of recognition of structural elements are evident at Oakbank Crannog. In some cases the function of a feature is clear and obvious. For example, the remains of a solid wooden floor were discovered (Fig. 7). They consisted of three layers of small alder trees lying parallel on

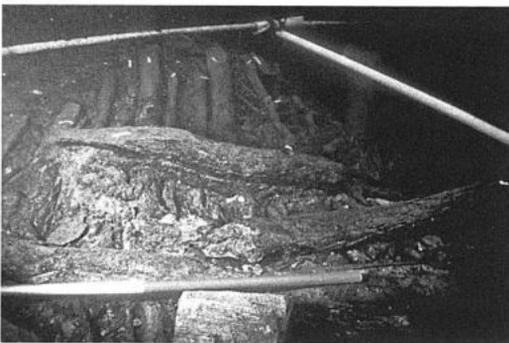


Fig. 7: Timber floor underwater.

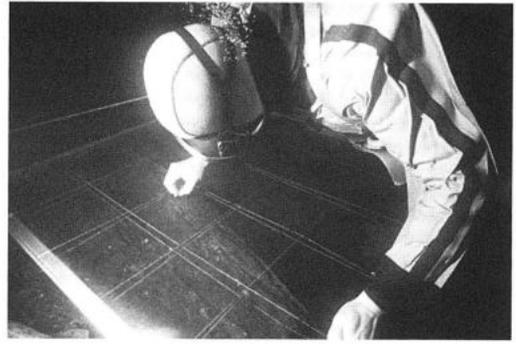


Fig. 6: Recording features at full-scale.

top of each other. Along one edge is a row of small stake points which must have supported a partition wall. The evidence for the floor and wall can be reliably interpreted and can therefore be easily and accurately reconstructed.

### Details of construction

The preservation of the tiniest detail on underwater sites means that correspondingly detailed reconstruction may be made of many aspects of the way of life of the crannog dwellers. One aspect of research which shows this is the examination of the tiny striations on the cut facets of pile points (SANDS 1997) (Fig. 8). These striations create a pattern and are caused by damage on the blade of the axe used to cut the points. They are unique to each



Fig. 8: Toolmarks on cut timber.



Fig. 9: Wooden dish with remains of butter.

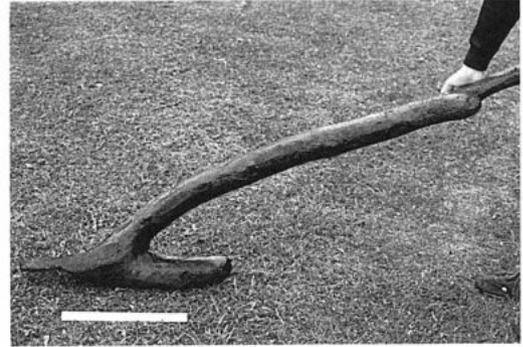


Fig. 10: Unique cultivation implement.

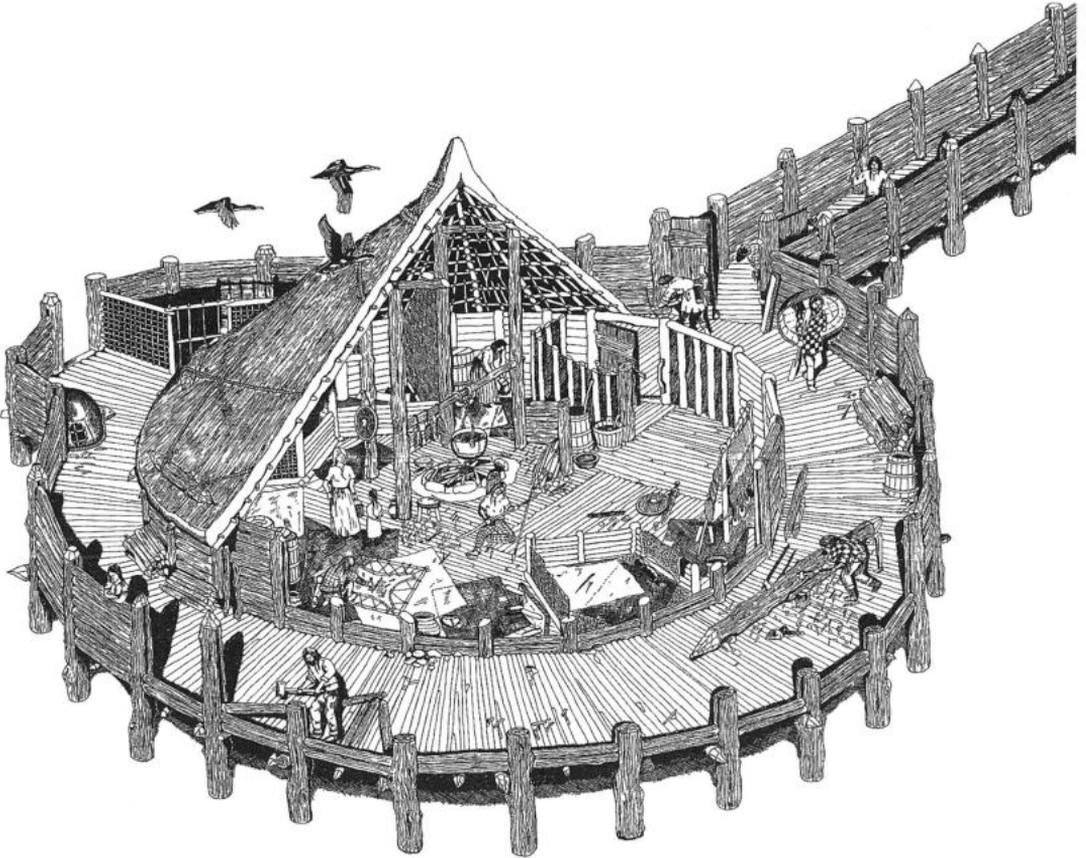
blade, like a fingerprint, and when the same pattern is observed on different timbers it indicates that they were cut using the same tool. In this way timbers, regardless of their spatial relationship, may be assigned to a single period of building carried out over a very short period of time as the blade damage and therefore the pattern of striations, changes rather quickly with use.

This detailed study has led on to the investigation of different types of timber and how effective early iron axes were in cutting them; the details of toolmaking and tool type; the reconstruction of tools; the skills of the crannog people in woodworking and timber building and even details of woodland management and coppicing. It has become clear that the crannog dwellers used mostly alder for piles with lesser, but still substantial, amounts of oak, a few elm and the occasional willow or other species. They valued hazel for hurdle-making and pine for making tapers to light the fire or to give a meagre light. Many other types were used quite specifically including dog-rose for a tiny wooden whistle, still preserved after 2500 years. Their knowledge and use of different types of wood for different purposes is being more accurately demonstrated all the time.

## Artefacts

At Oakbank Crannog there is pottery with burnt food still sticking to the inside, remains of the only pot discovered so far. It is clear that the inhabitants relied heavily upon wood to make their domestic utensils. Wooden plates and dishes, remains of a wooden cup for drinking, a wooden spoon, and a butter dish with remains of butter still sticking to the inside, have all been recovered (Fig. 9). Agricultural practice is indicated by the discovery of a unique cultivation implement; for example the presence of *Triticum Spelta*, an early form of wheat, five hundred years earlier than previously discovered in the north (Fig. 10). Animal bones, food remains and sheep droppings with parasite eggs still preserved in them have been found, as well as a fragment of fine textile not suspected from this early date in Scotland.

The evidence showing how early societies used the landscape as a resource is very clearly displayed in the mass of material excavated at Oakbank Crannog. It is clear that the crannog dwellers roved far and wide to collect plants and seeds for consumption and for use around the house. They put bracken and ferns on the floor to stop the chilly draught from the loch coming up through the gaps in the timbers.



*Fig. 11: Artist's reconstruction of Oakbank Crannog.*

Moss was packed into other drafty places to help keep the house warm. Moss has many uses and was the equivalent of the tissue nowadays.

#### Crannog Reconstruction in Loch Tay

The results of underwater excavation at Oakbank Crannog, namely the mass of detailed information about the structure and the way of life of the inhabitants, eventually led to the decision to reconstruct a crannog in Loch Tay. A number of three-dimensional paintings and drawings had already been created over the years and ultimately a model of the site was constructed (Fig. 11). It was necessary for

the sake of safety to work with engineers and we were lucky to find a company who was prepared to work with us to produce a site that was as true to the original site as possible and would not use any modern fastenings. Construction of the full-sized crannog began in June 1994 and the site was officially opened to the public in July 1997. It is likely that the ancient crannog builders would have substantially completed their sites between Spring and Autumn of one year, but they were familiar with the methods of working timber and ensuring a supply of raw materials.

The crannog consists of a free-standing timber platform supported by alder and oak piles, joined to the shore by a sixteen metre long timber walkway (Fig. 12). On



Fig. 12: Crannog with Iron Age inhabitants.

the platform there is a round house with wattle walls and internal partitions surrounding a central hearth. The floors are made of small alder trees laid parallel to each other, like those discovered at Oakbank, and they are covered with bracken from the hillside nearby.

#### Experimental Archaeology or Visitor Attraction

As with most reconstructions there are compromises in the construction based on the requirements of modern planning controls and building regulations. These apply if the site is to be opened to the public as in this case. The motivation for the project is to create a firm funding base for the continued operation of the Scottish Trust for Underwater Archaeology whose main aims are the training of young archaeologists in underwater techniques and carrying out more survey and excavation of crannogs, and other submerged sites, around Scotland. This includes finishing the excavation of Oakbank Crannog.

Elements of the project can be considered as 'experimental archaeology'. Of particular interest are the use of traditional materials and the way they stand up to the conditions in the loch, particularly the weather which can be harsh in winter. Discoveries have already been made regarding the dif-

ficulties of driving piles, between seven and nine metres long, into the lochbed in water that is up to three metres deep. Modern tools are mainly used for cutting the wood but experiments run in conjunction are showing how much effort would have been expended by the crannog builders of 2500 years ago.

While modern tools make it easier for present day builders, the materials used were probably more accessible locally in the past as the people were certainly involved in coppicing and woodland management – to ensure a supply of good straight timbers for piles and uprights and thin hazel for making hurdles.

While all of the details of the crannog reconstruction do not match exactly with the discoveries from Oakbank Crannog the overall effect is intended to be as close as possible. Methods and materials which would have been available in the past are used where practical. While there are compromises, much of the work is clearly based on the results of archaeological research from a site where the species, size and condition of timbers is still readily observed. The floors and wall uprights are accurate representations and many of the details of life on the crannog are very accurately portrayed. As work continues at Oakbank Crannog it is intended to incorporate new evidence into the reconstruction bringing it closer and closer to the condition of the original site.

#### Foundation

The timbers used to make the supporting piles for the site are mostly alder. On the original site there was a significant proportion of oak and a few other species were also represented. The walkway, surprisingly, was formed almost completely of elm. However, it is almost impossible to get good straight oak or elm trees in Scotland now as they are seen to have no com-



Fig. 13: Foundation structure.

mercial value so no-one makes the effort to manage the trees to keep them straight and knot-free. So, almost all of the piles in the reconstruction are alder (Fig. 13).

The distribution of piles in the reconstruction is very similar to the original site. This seems like massive overkill in strength to us now but the people in the past did not consider the economics of how much wood they used or the tolerances of thickness. It will be interesting to monitor the effects of time and wear on the uprights.

### Floor

The floor is the part of the crannog that is most easily compared to the original site. The photographs from Oakbank show small alder trees lying parallel to each other to form the floor and this has been replicated on the reconstruction. They are lashed to the underlying foundation structure (Fig. 14).

### Walls

The walls and partitions in prehistoric houses were often constructed of wattle hurdles made of hazel. Until last century coppicing of hazel was a major rural craft carried out throughout Britain latterly mainly as a supply of hurdles for sheep

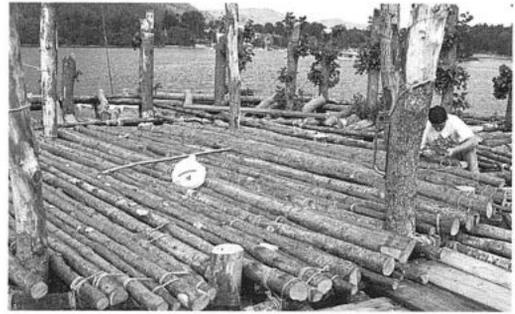


Fig. 14: New floor based on original timbers.

folds, pens and fences. It is still carried out in a few places in England but was abandoned in Scotland some years ago. Hazel rods were discovered at Oakbank Crannog as single rods in a bundle and woven into hurdles associated with a structural timber. Undoubtedly, it was used for partition walls and may have been used for outer walls of the house.

It was decided that the walls of the reconstructed crannog as well as inner partitions, the fence around the crannog and the walkway sides would all be made from hazel hurdles (Fig. 15). An area of old coppice was found and sufficient rods were extracted to complete the requirements of the reconstruction. The main problem in Scotland is always the supply of fresh hazel and collecting it is the most time-consuming part of the job.



Fig. 15: Hazel hurdle walls in position.

## Evidence for daub

To make outer walls weather-proof, especially in the severe winters of the Scottish Highlands, it is necessary to treat the hurdles in some way to stop the wind and weather penetrating the many holes in the interwoven panels. Under most circumstances in the past the hurdles were daubed with a mixture of clay, dung and straw, creating a wattle and daub wall, which is very effective and as good as lathe and plaster. But at Oakbank there is very little evidence of daub and certainly not enough to have covered the substantial areas of walling required to enclose the house.

Interestingly, the walls of a Neolithic houses at Charavines in France were made of thin rods and they had been stuffed with reeds and moss to keep the weather out (BOCQUET 1979). There is good evidence for moss at Oakbank and there is a ready supply on the nearby hillsides so this may have been one of the methods used to weather-proof the walls of the house. It is also likely that hides and skins would have been hung on the walls to stop the wind.

## Roof

To prevent rain from penetrating and snow from lying the reconstruction roof was built at an angle of 50 degrees. A strong ring-beam at the head of the wall supports the bottom of the roof-poles and an upper ring-beam supports them two-thirds of the way up. Twenty-four main roof poles were attached to the lower ringbeam at the head of the twenty-four main piles. They rested on the upper ringbeam. Twenty-four intermediate roofpoles were then attached to the lower ringbeam, between the piles, and again resting on the upper ringbeam. The main roofpoles all met at the top and were eventually held together with a sort of tiny ringbeam right at the top (Fig. 16).

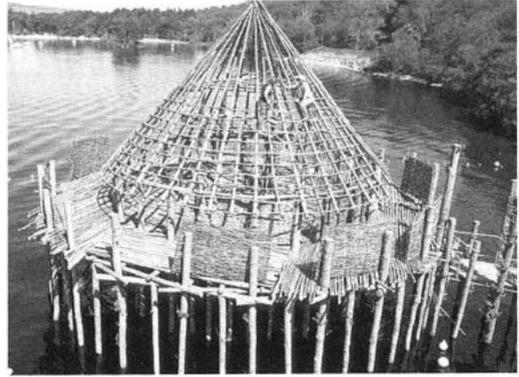


Fig. 16: Roof structure.

To support the thatch hazel purlins are tied and notched into the roofpoles. The purlins are lashed on with about two miles of modern rope but the original builders would have used rope made from straw, grass, heather, nettle or any other material that can be woven. Leather thong and animal intestines could also have been used.

## Thatching

Perhaps the most important element of the roof and possibly the whole structure is the thatch. This is what protects the structure of the crannog, as well as the inhabitants who live there, from the harsh Scottish weather. It can be seen in any abandoned building that the structure will remain basically intact until the roof collapses. If the roof covering is intact the underlying supports will be protected and the structure may stand for decades. However, once the covering of the roof is breached the elements can enter and by biological and mechanical breakdown the rest of the structure will soon fall down.

The roof is covered with reeds but this may not have been the covering on the original crannog (Fig. 17). Recent work suggests that bracken may have been used to thatch the crannog as long mature fronds of bracken which must have been collected



Fig. 17: Thatching the roof.

in the latter part of the year have been discovered. Bracken has been used in the past for roofing but it is time consuming and labour intensive. Straw was also discovered at the site and it could also have been used, as well as a number of other materials. It took 1.850 bundles of thatch to cover the roof. Normally the thatcher would attach the bundles of reed to the underlying structure with steel pins but at the reconstruction, to fit in with what is believed to be the practice of the past, each bundle was tied on.

#### Living areas

The house almost naturally divides up into functional areas by placing easily moved hurdles into the appropriate place producing a very modern open-plan dwelling. Sleeping compartments were probably made particularly warm and cosy and may have had internal roofs for extra insulation as well as storage (Fig. 18). It is likely that in preparation for winter all sorts of food-stuffs and agricultural supplies for the next season would be stored. Bags of grain and flour would be stacked with bags of nuts and fruits, such as hazelnuts, cherries and blackberries, dried for winter consumption. Straw and hay would be stored as food for the animals that were kept in the crannog over winter. Fish and meat may also have been smoked or dried to last until the next Spring and could have been hung around the upper ring beam.



Fig. 18: Upper sleeping level.

Other areas within the house would have been set aside for carrying out crafts such as woodworking, textile working or food processing. In the reconstruction there is a loom and a space for the weaver who has a back door to let in more light for working. Evidence from Oakbank Crannog shows that there was a special place for animals, just inside the door to the right. They would have been part of the living food supply for winter, would have helped to keep the place warm and would be protected through the harshest part of the year. The walkway around the outside of the house would be useful for storage of wood and materials which could be stacked outside. This would also have offered a sheltered place for a larger number of animals than could be kept inside the house. This may have been particularly important in times of trouble.

#### Hearth

In the centre of the house is the hearth made of stones on a base of clay (Fig. 19). This would have been the true living centre of the house. The stones around the fire stop the hot ashes from falling onto the wooden floor. The clay base prevents the heat from setting the floor underneath on fire. The fire was very important and kept the house warm both in winter and summer when, because of the thick roof



Fig. 19: *Sitting round the hearth.*

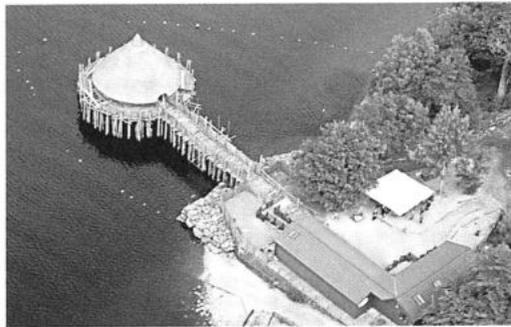


Fig. 20: *The Scottish Crannog Centre.*

thatching, the house would not be warmed by the sun. There is good evidence from Oakbank Crannog that the central area was surrounded by a small partition wall, probably made of hazel hurdles stuffed with moss or hung with skins, which would have helped to keep draughts out.

There is no smoke-hole in the roof. This is because the strength of the roof structure is maintained because it is a complete element. A hole would allow snow and rain to get into the heart of the thatch and rot it from the inside. It would also allow birds to enter and steal the thatch or build nests in it. Experiments with fires in the reconstruction show that there is no significant build-up of smoke even after many hours, perhaps because the roof is so high. The fire would probably have been kept burning for most of the time, certainly in winter.

#### Display centre and hands-on activities

The completion of the crannog does not mean that the project is finished. The people who lived on Oakbank Crannog also carried out many tasks on shore and ranged widely in the landscape around them. It is the aim of the Crannog Project to involve visitors and researchers at all levels with the craft skills and associated activities that may have been an integral part of the way of life of the crannog

dwellers. It is also necessary to explain the methods and techniques used to excavate Oakbank Crannog so that visitors know the background to underwater archaeology and how it contributes to our understanding of crannogs from the earliest times. That is the purpose of the display centre on shore (Fig. 20). Associated activities include fire-making, turning wood, rope making, spinning and weaving, making holes in stones and hurdle-making.

One of the most unexpected facets of the crannog is how cold it is in the house. For this reason every effort is made to stop drafts coming through the walls and floor. But the main method of keeping warm was, of course, the fire in the hearth in the centre of the living area. The clay hearth is very effective and even a small fire makes a big difference to the warmth of the house. But matches were not available and starting a fire was a skilled task. Visitors to the crannog are given demonstrations of fire-making, using a bow-drill, and can try it themselves, although it is by no means as easy as it looks.

#### Spinning and Weaving

Two spindle whorls were found at Oakbank Crannog, one of wood and one of stone showing that wool from the crannog dwellers' sheep was being spun on the

site. A number of drop spindles are available with wool from local sheep so that visitors to the site can try out this fundamental method of making woollen thread for weaving and spinning kits can be bought in the crannog shop.

One of the most interesting projects is weaving. A small fragment of textile was excavated from Oakbank Crannog and it was studied in detail. It proved to be a 2:1 twill which is a very fine and strong type of cloth used nowadays to make kilts. Prior to the excavation, cloth as fine as the Oakbank textile was not discovered in Scotland until the 13<sup>th</sup> century AD. The local weaver was intrigued by the cloth, and by the sort of loom that would be required to make it, so he did some research and built a loom that makes the same sort of cloth. The loom is made from wood and lashed together using materials that would have been available at the original crannog. It is situated inside the crannog reconstruction, near the back door, so that there is light available for the weaving to take place. It is an upright loom that employs three banks of warp threads that in turn are drawn forward to be interwoven with the horizontal weft. It is a complex and sophisticated machine and says much about the status of the people living on the crannog. The cloth that is produced is just like the original fragment and is a fascinating insight into one of the important tasks on the Iron Age site.

It is clear from the remains of spoil and waste material, as well as the cut-marks on artefacts and structural timbers, that the crannog dwellers were skilled craftsmen and woodworkers. A number of tools and machines have been set up at the Scottish Crannog Centre so that visitors will be able to enjoy the experience of trying out the same sort of tasks.

## Outreach and education

The Scottish Crannog Centre was set up by the Scottish Trust for Underwater Archaeology in an effort to fund the continuing excavations at Oakbank Crannog and to allow the other seventeen sites in the loch, and throughout Scotland, to be examined in more detail. A programme of public talks is carried out each year and an integral part of the Centre's work is to educate and enlighten everyone to the importance of Scotland's cultural heritage and the submerged parts of it in particular and the importance of Experimental Archaeology. In conjunction with the local Education Authorities an education pack has been produced and distributed to all the schools in the area. It covers the underwater excavation of Oakbank Crannog and its interpretation leading to the crannog reconstruction.

## Conclusions

Underwater archaeology, at one level, is a method of gaining insight into the structural details of buildings and other structures at a level unknown on dry land sites. The preservation of organic materials that would rot away very quickly on land gives a mass of evidence for the architectural elements of past communities but also, through environmental analysis, the much broader aspects of their whole way of life and interaction with past environments. This clear picture also allows experimental reconstruction at all levels and enables public observation and participation of aspects of life in the past in an educational and exciting way. It is hoped that in the future the way of life of past communities will become more understood by the public through the combination of Underwater Archaeology, Experimental Archaeology, Public Archaeology and Archaeology and Heritage.

## Zusammenfassung

Unterwasserarchäologie ist eine Methode – in diesem Beitrag wird nur ein Aspekt erfasst – Details über Gebäudestrukturen und andere Bereiche zu erfahren, die bisher im archäologischen Befund im herkömmlichen Sinne „an Land“ unbekannt waren. Ausschlaggebend ist die optimale Erhaltung des organischen Materials, das im Allgemeinen sehr schnell vergeht; sie liefert eine Fülle an Hinweisen auf architektonische Elemente vergangener Siedlungen und außerdem gemeinsam mit der Umweltforschung einen umfangreichen Einblick in das gesamte Leben und die Interaktion zwischen Mensch und Umwelt in der Vergangenheit. Im Vordergrund steht damit eine detaillierte Befunddokumentation – auch unter Wasser.

Diese Erkenntnisse erlauben experimentelle Rekonstruktionen in allen Bereichen und ermöglichen zusätzlich die Präsentation archäologischer Tätigkeiten in der Öffentlichkeit. Das Experiment eröffnet neue spannende und pädagogisch anwendbare Wege dafür, Laien und Interessierten die Vergangenheit nahe zu bringen. Es ist zu hoffen, dass die Komplexität der Vergangenheit in Zukunft besser verstanden und von einem breiten Publikum wahrgenommen wird. Wünschenswert ist eine Kombination aus Unterwasserarchäologie, experimenteller Archäologie, der musealen Archäologie und der Vermittlung der kulturellen Vergangenheit in der Öffentlichkeit.

## Bibliography

- BOCQUET, A. 1979: Lake Bottom Archaeology. *Scientific American* 240,2 1979, 48-56.
- DIXON, T. N. 1981: Preliminary excavation of Oakbank Crannog, Loch Tay: Interim Report. *The International Journal of Nautical Archaeology and Underwater Exploration* 10, 1981, 15-21.
- DIXON, T. N. 1982: A survey of crannogs in Loch Tay. *Proceedings of the Society of Antiquaries of Scotland* 112, 1982, 17-38.
- DIXON, T. N. 1991: The history of crannog survey and excavation in Scotland. *The International Journal of Nautical Archaeology and Underwater Exploration* 20, 1991, 1-8.
- DIXON, T. N. 2000: *The Crannogs of Loch Tay*. STUA Edinburgh 2000.
- KELLER, F. 1866: *The Lake Dwellings of Switzerland*, 1878 translation, Longmans, Green & Co. London 1866.
- MUNRO, R. 1882: *Ancient Scottish Lake Dwellings*. Edinburgh 1882.
- SANDS, R. 1997: *Prehistoric Woodworking. Wood in Archaeology*, Vol. 1. University College London. London 1997.

All illustrations are copyright of The Scottish Trust for Underwater Archaeology which can be abbreviated to STUA.

## Anschrift des Verfassers

Dr. Nicholas Dixon  
The Scottish Trust for Underwater Archaeology, School of Arts, Culture and the Environment – University of Edinburgh, High School Yards  
Infirmary Street  
Edinburgh, EH1 1LT.  
SCOTLAND



# Keramik und Eisen – Experimente zu latènezeitlichen Scherben mit eingefügten Eisenbändern

Anne Reichert

Das Ganglegg bei Schluderns im oberen Vinschgau (Südtirol, Italien), eine von Moränenschutt überlagerte, langgezogene Schieferfelskuppe, etwa 1140 m hoch, war seit der ausgehenden Jungsteinzeit von Menschen begangen. Künstlich geschaffene Terrassen und Reste von gemauerten Gebäuden seit der mittleren Bronzezeit sowie eine befestigte Siedlung aus der Latènezeit wurden von 1997 bis 1999 ausgegraben und eingehend untersucht (STEINER, GAMPER 1999; 2000).

Abbildung 15,8 im Grabungsbericht von 1998/99 zeigt eine Zeichnung von Scherben einer „Schüssel mit eisernen Ziernieten“ (GAMPER 2000, 653), vermutlich aus dem ersten Jahrhundert v. Chr. Hubert Steiner vom Vinschger Museum, Schluderns, schickte mir freundlicherweise eine genauere Beschreibung und mehrere Fo-

tos der Scherben. Allerdings sah ich darauf dann keine Niete, sondern ein durch einen Schlitz eingefügtes Eisenband.

## Beschreibung der Fragmente

Von einer spätlatènezeitlichen Schale mit etwa 32 cm Durchmesser blieben vier Scherben übrig, von denen je zwei aneinander passen (Abb. 1). Die Wanddicke der grautonigen Keramik beträgt 5 bis 7 mm, die Breite des leicht nach außen gezogenen Randes etwa 9 mm. Senkrecht zum Rand sind jeweils zwei Schlitz untereinander angebracht. Der obere, 28 mm vom Rand entfernt, ist 6 mm lang. In ihm steckt passgenau ein 1 mm dickes Eisenband, das umgebogen wurde und der Gefäßinnenseite (Abb. 2) direkt aufliegt. Es ist etwa 15 mm lang und hat am Ende leicht abgerundete Ecken. Auf der Außenseite des Scherbens ist das Eisen korrodiert. Der untere Schlitz in 20 mm Abstand ist noch im Ansatz vorhanden.

Auf dem anderen Scherbenpaar ist der untere Schlitz von 14 mm Länge ganz erhalten. Das in ihm steckende Metall ist vollständig korrodiert.

Die Fragmente liefern keine Aussage darüber, wie viele Schlitz insgesamt an der Schale angebracht waren und in welchem Abstand. Er muss jedoch mindestens 55 mm betragen haben.

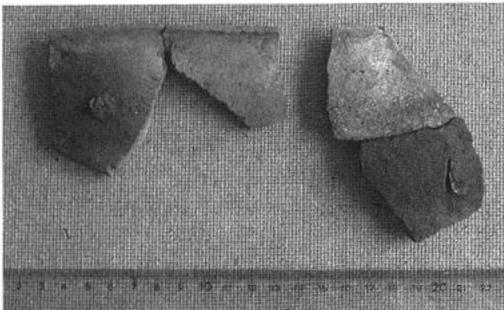


Abb. 1: Außenseite der spätlatènezeitlichen Keramikfragmente mit Korrosionsspuren.

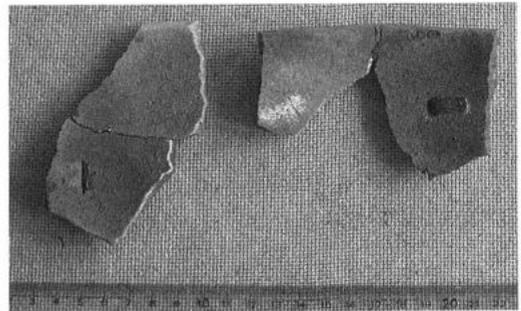


Abb. 2: Innenseite der Keramikfragmente, auf der ein umgebogenes, durch den Schlitz geschobenes Eisenband erhalten ist.

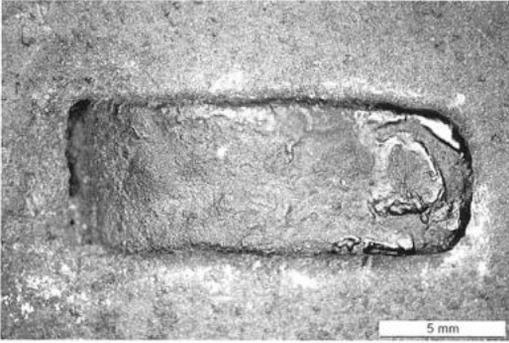


Abb. 3: Innenseite des Scherbens mit vollständig erhaltenem Eisenband im oberen Schlitz.

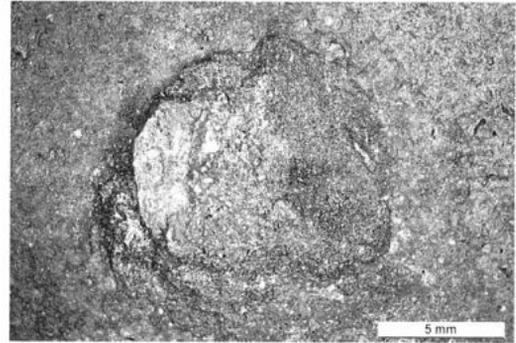


Abb. 4: Außenseite mit korrodierten Resten des Eisenbandes im oberen Schlitz.

### Morphologische Untersuchung

Mit dem Einverständnis des Archäologen vom Vinschger Museum und des zuständigen Denkmalamtes wurden die Keramikscherben in der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Dübendorf (Schweiz) mittels Stereolupe und Radiographie untersucht. Unter der Stereolupe können die Objekte in bis zu 66facher Vergrößerung betrachtet werden. Die Radiographie zeigt die Umrisse der Eisenfragmente und wie viel Metall in ihnen noch erhalten ist, ebenso die Form der Schlitzes in der Keramik, durch die die Eisenbänder eingefügt wurden.

Eine Analyse des Tonmaterials und der Magerung mit einer Korngröße von 0,2 bis 0,6 mm wurde aus Kostengründen nicht gemacht. Ebenso wenig wurde die Frage geklärt, ob es sich um aufgebaute oder auf der Scheibe gedrehte Keramik handelt. Leichte Wischspuren auf der Innenseite der Scherben könnten auf Letzteres deuten, ebenso die für eine doch recht große Schale geringe Wanddicke und die feinkörnige Magerung.

Abb. 3 zeigt das Eisenband im oberen Schlitz auf der Innenseite des Scherbens. Es ist 6,5 mm breit und 1 mm dick. Die ursprüngliche Dicke und Breite sind etwas geringer, da es von Korrosion umhüllt ist. Der Bandteil auf der Außenseite des

Scherbens ist nur im Bereich des Schlitzes noch vollmetallisch, der Rest ist korrodiert. Unter der Stereolupe sind die korrodierten erhaltenen Umrisse des Bandes zu sehen (Abb. 4).

Die Radiographie (Abb. 5) zeigt das Eisenband auf beiden Seiten des Scherbens. Das kurze Ende liegt außen. Der Schlitz in der Keramik ist oval. Die leicht gedrehte Radiographie (Abb. 6) zeigt das vollständig erhaltene Eisenband auf der Innenseite der Keramik und das kurze Ende des Bandes, das auf der Außenseite erhalten blieb. Es handelt sich also nicht um eine plattgeschlagene Zierniete, wie zunächst vermutet wurde (GAMPER 2000, 653).

Der an dem anderen Scherbenpaar erhaltene untere Schlitz ist linsenförmig und 14 mm lang. Unter der Stereolupe sind die Umrisse des korrodierten Bandrestes zu sehen (Abb. 7). Die Radiographie (Abb. 8) zeigt weiß den linsenförmigen Schlitz. Das korrodierte Metall wirft einen dunkelgrauen Schatten. Da die Schlitzes abgerundet sind, müssen sie vor dem Brennen der Keramik, also im lederharten Zustand, angebracht worden sein. Es handelt sich also keinesfalls um eine Flickung, wie wir sie von zahlreichen Beispielen kennen. Der seitliche Abstand der Schlitzes voneinander von mehr als 55 mm und die unterschiedliche Breite der Eisenbänder wären für eine Flickung auch ganz unüblich.

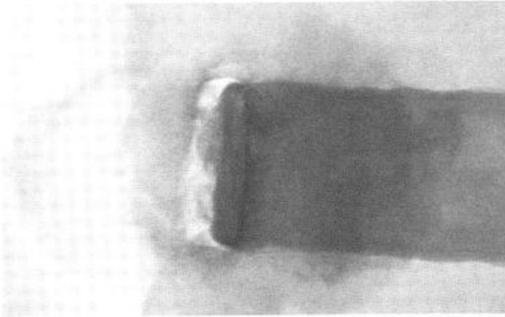


Abb. 5: Die Radiographie zeigt, dass der Schlitz (weiß) in der Keramik (hellgrau) oval ist. Das Metall (schwarz) zeigt das Eisenband auf beiden Seiten des Scherbens. Das kurze Ende liegt außen.

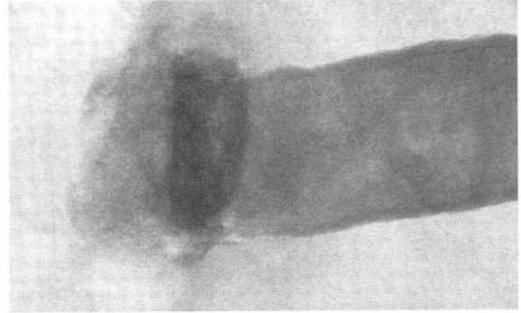


Abb. 6: Diese leicht gedrehte Radiographie zeigt die vollständige Innenseite des Bandes und das kurze Ende, das auf der Außenseite der Keramik erhalten blieb.

### Zum Experiment

Im Experiment sollten vor allem vier Fragen beantwortet werden:

Wann wurden die Eisenbänder eingefügt – vor oder nach dem Brennen der Schale?  
 Falls die Eisenbänder vor dem Brennen eingefügt wurden: Wie verhält sich Eisen beim Keramikbrand bei Temperaturen zwischen 800 und 900 °C?

Wie ist es möglich, Eisenbänder rechtwinklig umzubiegen, so dass sie einerseits passgenau durch den Schlitz geführt werden, andererseits der Gefäßinnenseite direkt aufliegen?

Welche Funktion könnten die Eisenbänder gehabt und wie könnte die Schale ausgesehen haben?

Die letzte Frage kann nur hypothetisch beantwortet werden. Bis jetzt liegen keinerlei Vergleichsstücke vor. Nieten als Verzierungselemente scheiden allein schon we-

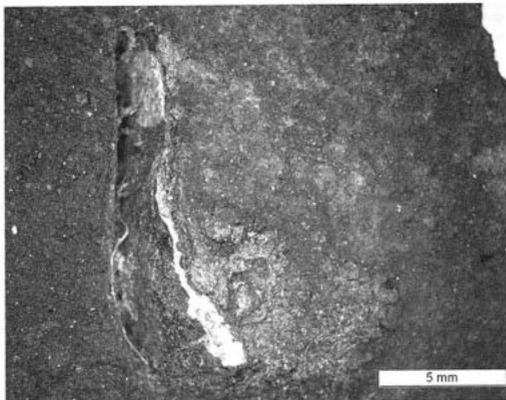


Abb. 7: Unterer Schlitz mit korrodiertem Bandrest.

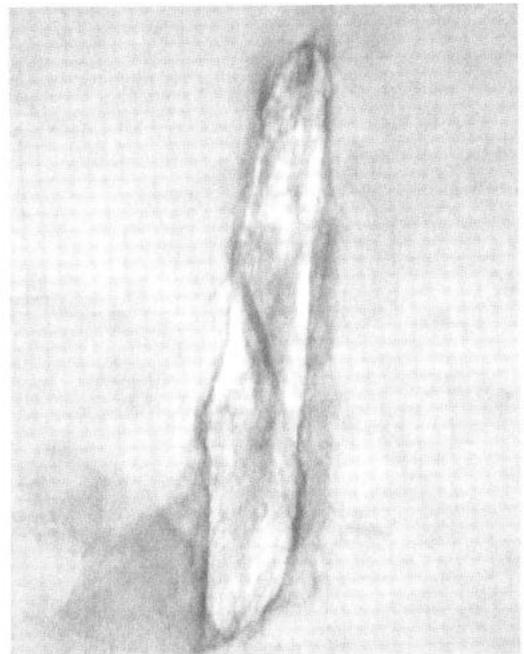


Abb. 8: Die Radiographie zeigt weiß den unteren linsenförmigen Schlitz. Das korrodierte Metall wirft einen dunkelgrauen Schatten.

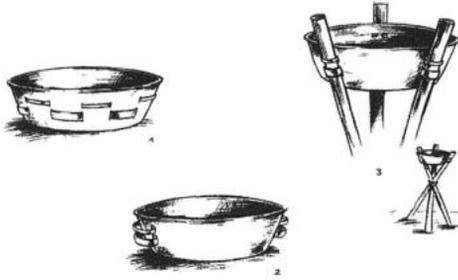


Abb. 9: Wie könnte die Schale mit eingefügten Eisenbändern ausgesehen haben?

gen der unterschiedlichen Bandbreiten aus. Da der noch vorhandene schmalere Bandrest auf der Außenseite nicht direkt an der Schale anliegt, könnten daraus horizontale Griffe oder Henkel konstruiert werden (Abb. 9, 2). Auch eine stationäre Aufstellung, etwa auf einem Dreibein (Abb. 9, 3), wäre denkbar. Das würde gleichzeitig die Gefahr mindern, dass die senkrecht zum Rand angebrachten Schlitzte bei gefüllter Schale ausreißen.

Thijs van de Manakker, mit dem ich bei der Tagung „Experimentelle Archäologie“ in Eindhoven (Niederlande) verschiedene Möglichkeiten diskutiert hatte, machte einen anderen Vorschlag. Er hat die Bänder als Lippen eines Eisenteils aufgefasst, an das er einen Haken genietet hat (Abb. 10). An dem Eisenteil könnten auch Ketten

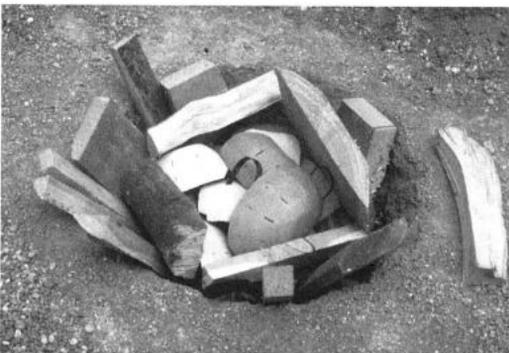


Abb. 11: Vorgeheizte Brenngrube mit eingelegten Holzscheiten und Tonstücken mit Schlitzten, zum Teil mit eingefügten Eisenbändern.

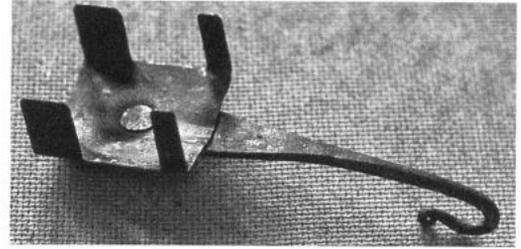


Abb. 10: Vorschlag eines holländischen Schmiedes: Könnten die Eisenbänder Lippen eines Eisenteils gewesen sein, an dem ein Haken (oder ein Henkel oder Ähnliches) befestigt war?

zum Aufhängen oder ein Henkel wie bei einem Eimer oder Ähnliches befestigt werden.

Ich gehe bei meinen Versuchen allerdings von getrennten Eisenbändern aus.

#### Erste Versuche

Zunächst töpferte ich mehrere Wandstücke, in die ich im lederharten Zustand Schlitzte von etwa 6 mm und 14 mm einarbeitete. Da Ton je nach Zusammensetzung beim Trocknen und Brennen um 10 bis 20 % schwindet, müssen die Schlitzte geringfügig größer sein, damit die Eisenbänder hineinpassen. Nachdem die Tonstücke getrocknet waren, steckte ich bei einigen U-förmig gebogene Eisenbänder als eine Art



Abb. 12: Brenngrube. Temperatur in der Grube 800 bis 900 °C.



Abb. 13: Ausräumen der über Nacht mit Sand abgedeckten Brenngrube.

Griff von außen durch die Schlitze, bog die Enden auf der Innenseite mit einer Zange um und zog den Griff wieder etwas nach außen. Die 1 mm dicken Eisenbänder in 6 mm und 14 mm Breite hatte der Schmiedemeister Andreas Schweikert, Mössingen-Talheim, angefertigt.

#### Brennen der Keramik

Beim Wochenende „Archäologie im Experiment“ des Schweizerischen Landesmuseums Zürich am 30.6./1.7.2001 wurde ein erster Brennversuch unternommen. Nach dem Vorheizen der Brenngrube wurde frisches Holz und die getrockneten Tonstücke eingelegt, davon einige mit eingefügten Eisenbändern (Abb. 11). Dann wurde alles vorsichtig mit weiteren Holzscheiten bedeckt. Nachdem Holzstücke und Tonteile durchgeglüht waren (Abb. 12), wurde die Grube am Nachmittag mit Sand abgedeckt. Am nächsten Morgen wurde die Grube geöffnet und die inzwischen abgekühlte Keramik herausgeholt (Abb. 13). Die Tonstücke waren hart gebrannt. Ein Wandstück mit eingefügten Eisenbändern war gerissen – vermutlich war der im lederharten Zustand eingearbeitete Schlitz zu knapp gewesen. (Beim Brennen schrumpft Ton, während sich Eisen beim Erhitzen



Abb. 14: Die Keramik ist hart gebrannt. Die vor dem Brennen als Griffe eingefügten Eisenbänder haben sich zum Teil stark verbogen.

ausdehnt.) Die anderen Stücke waren heil geblieben, aber die Griffe hatten sich stark verbogen (Abb. 14).

Damit lassen sich die Fragen 1 und 2 beantworten: Die Eisenbänder wurden wahrscheinlich erst nach dem Brennen der Keramik eingefügt, da sich Eisen bei den üblichen Brenntemperaturen zwischen 800 und 900 °C offenbar schon durch den Druck der darüber liegenden Holzscheite verbiegt.

#### Weitere Experimente

Danach versuchte ich, U-förmig gebogene Eisenbänder in die bereits gebrannten Scherben einzufügen. Einige Stücke zerbrachen dabei, weil die Schlitze beim Brennen um Bruchteile von Millimetern zu klein geworden waren. Auf der Innenseite bog ich die Enden etwa 15 mm lang mit einer Zange um und zog die Griffe dann wieder nach außen. Es gelang mir allerdings nicht, das Eisen so scharfkantig umzubiegen, dass es unmittelbar neben dem Schlitz auf der Keramik aufliegt wie bei dem latènezeitlichen Scherben. Außerdem erschien mir die Henkellösung nach diesen Versuchen weniger wahrscheinlich, da die Eisenbänder unangenehm scharfkantig in der Hand liegen.

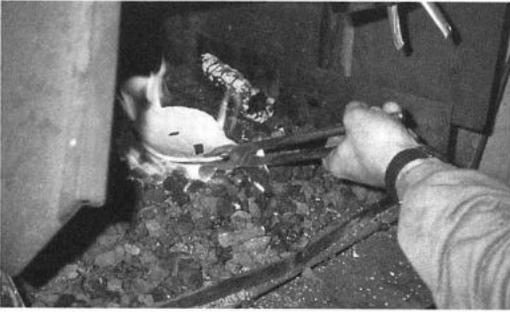


Abb. 15: Der Schmiedemeister erhitzt die Enden der eingefügten Eisenbänder, um sie danach umzubiegen.

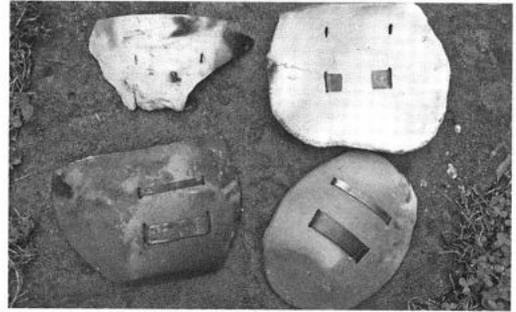


Abb. 16: Beim Umbiegen der erhitzten Eisenbänder gab es teilweise Risse in der Keramik.

Eine andere Hypothese wären zwei in Abständen um die Schale gelegte Schmuckbänder, entweder versetzt angeordnet wie auf der Zeichnung (Abb. 9,1) oder auch als breites und schmales Band jeweils übereinander.

Diese Möglichkeit probierte Andreas Schweikert aus (Abb. 15). Nachdem er die U-förmig gebogenen Eisenbänder durch die Schlitzte geschoben hatte, versuchte er, die im Schmiedefeuher erhitzten Enden umzubiegen bzw. auf dem Amboss vorsichtig umzuschlagen. Dabei gab es teilweise Risse in der Keramik (Abb. 16). Dennoch müsste es mit einiger Übung möglich sein, Eisenbänder als umlaufende Schmuckelemente an einer Schale anzubringen. Das Eisen könnte noch poliert oder im Feuer angefärbt werden.

### Fragen

Mit den bisherigen Experimenten konnten einige Fragen geklärt werden, andere bleiben offen. Waren die in die latènezeitliche Keramikschale eingefügten Eisenbänder Schmuckelemente? In welcher Form? Waren es Griffe? Befestigungselemente von Haken oder Henkeln? Welche Funktion hatten die Eisenbänder?

Gibt es irgendwo ein vergleichbares Stück – eine Keramikschale mit eingefügten Eisenbändern?

### Literatur

- GAMPER, P. 2000: Die latènezeitlichen Befunde und Funde. Der Schlern, Monatszeitschrift für Südtiroler Landeskunde, 74. Jg., 10, 2000, 633-662.
- REICHERT, A. 2002: Keramik und Eisen. Anzeiger AEAS 2002, 13-16. <http://www.prehist.unizh.ch/vereine>.
- SENN, M. 2001: Prüfbericht Nr. 417734, Morphologische Untersuchung, 11.4.2001. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA Dübendorf. Schweiz 2001.
- STEINER, H., GAMPER, P. 1999: Archäologische Untersuchungen 1997 am Ganglegg bei Schluderns. Der Schlern, Monatszeitschrift für Südtiroler Landeskunde, 73. Jg., 3, 1999.
- STEINER, H., GAMPER, P. 2000: Die Ausgrabungen 1998 und 1999 in der bronze- und eisenzeitlichen Siedlung am Ganglegg bei Schluderns. Stand der wissenschaftlichen Forschung. Der Schlern, Monatszeitschrift für Südtiroler Landeskunde, 74. Jg., 10, 2000.

### Abbildungsnachweis:

Abb. 3-8: Marianne Senn, EMPA Dübendorf.  
Abb. 9: Katja Reichert. Abb. 1, 2, 10-16: Anne Reichert.

### Anschrift der Verfasserin

Anne Reichert  
Experimentelle Archäologie/Archäotechnik  
Storchenweg 1  
76275 Ettlingen-Bruchhausen

# Experimentelle Archäologie in Roßhaupten

Klaus Wankmiller

## Allgemeine Vorüberlegungen zur Experimentellen Archäologie in Deutschland

Die Experimentelle Archäologie fristete lange Zeit eine stiefmütterliche Rolle im Kanon der geschichtlichen Forschungsgebiete. Lange Zeit galt der experimentelle Nachvollzug alter Kulturtechniken als Spielerei, die im Gegensatz zur traditionellen Wissenschaft stand. Erst als 1988 die Ausstellung „Experimentelle Archäologie in Deutschland“ im Landesmuseum für Natur und Mensch in Oldenburg einen Anfang nahm und von 1990 bis 2000 auf 28 Stationen in Deutschland, Ungarn, der Schweiz und in Dänemark über 450 000 Zuschauer anlockte (FANSA 2000), begann eine neue Wertschätzung, die nicht zuletzt in neuen Museen mit Museumspädagogik in Umhausen/Ötztal („Ötzi-Dorf“) und im Schnalstal/Südtirol nachvollziehbar ist. Auch in älteren, bereits bestehenden Museen, wie z. B. in Unteruhldingen am Bodensee und in Bad Buchau am Federsee in Oberschwaben, wurde dieses Konzept schon lange berücksichtigt. Absicht war und ist es, die nur spärlichen Überreste von Gräbern und Siedlungsspuren „durch Experimente und technische Geräte, Einrichtungen oder Vorgänge zu rekonstruieren, zu überprüfen und ihre Funktion zu erklären“ (FANSA 2000, 7). Die Wanderausstellung selbst gliederte sich in zehn Bereiche, die die Bandbreite der Experimentellen Archäologie zeigen (FANSA 1996).

- Bauen und Siedeln,
- von der Aussaat bis zum Verzehr,
- Transport zu Wasser und zu Lande,
- wie viel Aufwand für ein Grab,
- Steingeräte im Einsatz,
- Waffen erfinderischer Jäger,
- Formen und Brennen,
- Bronze gießen und Eisenschmiede,
- Leute machen Kleider,
- aus der Chemiewerkstatt der Antike.

Die Arbeitsweise der Experimentellen Archäologie gliedert sich in vier Schritte (FANSA 1996):

### 1. Schritt: Der Ausgangspunkt

Den Ausgangspunkt bilden

- Befunde (Hauspfosten usw.),
- Funde (aus Gräbern, Siedlungen usw.),
- historische Quellen (Texte, bildliche Darstellungen usw.).

Wenn aus diesen spärlichen Relikten keine weiteren Schlüsse mehr möglich sind, kann die Experimentelle Archäologie weitere Erkenntnisse bringen.

### 2. Schritt: Mögliche Fragestellungen

Von diesen Ausgangspunkten lassen sich Fragestellungen ableiten, die ein archäologisches Experiment notwendig machen:

- Wie ist ein Material beschaffen (Materialbeschaffenheit)?
- Wie konnte man das damals herstellen (Herstellungstechnik)?
- Wie lange brauchte man zur Herstellung einer Sache (Zeitaufwand)?
- Wie lange ließen sich bestimmte Materialien lagern (Lagerung)?

### 3. Schritt: Das Experimentieren

Um ein Experiment durchführen zu können, müssen viele Dinge bereitgestellt und geplant werden, um einen möglichst reibungslosen Ablauf zu gewährleisten (Vorexperimentierphase).

- Sind alle Vorbereitungen getroffen, kann das archäologische Experiment durchgeführt werden (Hauptexperimentierphase).

- Das Experiment sollte so angelegt sein, dass es jederzeit wiederholbar ist (Wiederholung).
- Wichtig ist, dass das Experiment dokumentiert und festgehalten wird (Dokumentation).

#### 4. Schritt: Das Ergebnis

Am Ende des Experiments kann

- eine Fragestellung bestätigt bzw. nicht bestätigt werden (Bestätigung),
- eine neue oder ergänzende Erkenntnis zu einer Fragestellung stehen (neue Erkenntnis),
- aus mehreren Experimenten eine sachlich zusammenfassende Ergebnisschau stehen (Zusammenfassung),
- ein Ansatz zu einer kulturgeschichtlichen Diskussion sein (Diskussion).

Um meinen Schülerinnen und Schülern ein „begreifbares“ Bild ihrer Heimatgeschichte zu vermitteln, habe ich mich in Zusammenarbeit mit Herrn Pankraz Walk, Koordinator der Arbeitsgemeinschaft Dorfgeschichte in Roßhaupten, entschlossen, Experimentelle Archäologie durchzuführen. Im Folgenden möchte ich die drei Projekte, die ich in den Jahren 2000 bis 2002 durchführte, und ihren geschichtlichen Hintergrund im Einzelnen darstellen.

#### 1. Roßhaupten als frühmittelalterlicher Eisenschmelzplatz

##### 1. Der Beginn des Eisenbergbaus im nördlichen Alpenvorland

Die erste und einfachste Art der Eisengewinnung war das Schmelzen von Eisen in Schmelzgruben an einem Berghang. Hier wurde mit Holzkohlefeuer und natürlichem Wind Eisenerz auf metallisches Eisen reduziert (WOLF 1986, 13). Funde dieser Art von Eisengewinnung gibt es z. B. in Österreich.

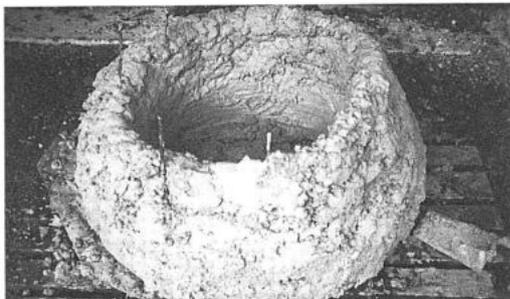
In der Steiermark, in Kärnten, im Burgenland, in Mähren, in der Oberpfalz, in Siebenbürgen (WOLF 1986) und in Norddeutschland (LEINWEBER 1996) wurden zahlreiche Überreste von Rennöfen aus der Spätantike ausfindig gemacht, die zeigen, wie flächendeckend sich die Verhüttung von Eisen ausgebreitet hat. Zahlreiche Funde in den Verhüttungsstätten zeigen Ofenschlacken, Fließschlacken, Eisenluppen, Tondüsen und Holzkohlereste. Spätestens in den letzten Jahrzehnten der römischen Besatzung Rätiens wurde auch im Voralpenraum Eisen in Rennöfen verhüttet.

#### 2. Rennöfen

Das bis ins Hochmittelalter einzige sinnvolle Verfahren zur Eisengewinnung in Mitteleuropa war das Schmelzen von Eisengestein in Rennöfen (AMREI, BINDER 1998, 370). Ein Rennofen wurde aus Lehm (teilweise auch mit Natursteinen gemauert) im Durchmesser bis zu 1 m etwa 100 bis 150 cm in die Höhe gebaut. Unten befand sich ein Feuerloch zum Anheizen mit Holzkohle. Tondüsen regelten die Luftzufuhr. Mit einem Blasebalg wurde Luft in den Ofen geblasen. Der Ofen wurde lagenweise mit Holzkohle und Eisenerz beschickt (WOLF 1986, 13 f.). Mit diesem Verfahren wurde eine Temperatur von 1200 °C bis 1300 °C erreicht. Es entstand ein kohlenstoffarmes, aber schiedbares Eisen (LEINWEBER 1996) neben der Eisenschlacke als Abfallprodukt. Der Schmelzpunkt von Eisen liegt bei 1528 °C. So musste der durch den Rennofen gewonnene Eisenschwamm „ausgeschmiedet“ (gereinigt) werden. In einer Feuerstelle wurde die so genannte Luppe erhitzt und durch Hämmern von Eisenschlackeresten befreit (AMREI, BINDER 1998, 360).

### 3. Roßhaupten als frühmittelalterlicher Eisenschmelzplatz

Die ersten geschichtlichen Funde in der Gegend zwischen Iller und Lech reichen in die ältere Eisenzeit zurück. Beim Maibaum-aufstellen 1935 fand man in einer Tiefe von 1,50 bis 2,50 m Eisenschlacke-reste in großem Umfang (RUMP 1977, 13). Ebenso wurden in der Folgezeit große Eisenschlacken-funde am alten Schulhausplatz und östlich des Friedhofs gefunden, deren Alter auf etwa 1500 Jahre geschätzt wird. Nach einer Katalogisierung des Gebiets um Füssen finden sich die größten Eisenschlacken-plätze um Roßhaupten. <sup>14</sup>C-Datierungen von zwei Holzkohleproben aus den Schlacken-halden von Roßhaupten ergaben ein Alter von etwa 1400 Jahren (SCHÖNER et al. 2000). Dies beweist, dass ab dem Jahr 600 Eisen hier verarbeitet wurde.



*Abb. 1: Der Rennofen gewinnt langsam an Höhe. Er ist auf einen Betonring (95 cm Durchmesser) aufgesetzt, damit er transportfähig ist. Damit der Lehm nicht abrutscht, werden Hasel- und Weidenstecken hereingesteckt.*

### 4. Das Experiment: Wir schmelzen Eisen

In den letzten Jahrzehnten wurden mehrere Eisenschmelzversuche in Rennöfen in Sachsen (LYCHATZ 1995), Lüneburg (GARBERS 1996), Salzwedel (LEINWEBER 1996), Österreich (HERDITS 1995) und Dänemark (LUND, JOUTTIJÄRVI 2001) durchgeführt und dokumentiert. Eine Gesamtschau legte NIKULKA (1995) vor. In Wolkenberg, im Bundesland Brandenburg, fand man 1000 Rennöfen (SPAZIER 2001), die in Notgrabungen teilweise dokumentiert wurden. Für den süddeutschen Raum liegen nur Rekonstruktionsbeschreibungen von Rennöfen in Baden-Württemberg (GASSMANN 2000) und Bayern (CZYSZ et al. 1998) vor. Dokumentierte Versuche fehlten bislang.

#### Der Ausgangspunkt

Durch die zahlreichen Eisenschlackenvorkommen in Roßhaupten und Umgebung liegt die Vermutung nahe, dass im Frühmittelalter hier ein alamannischer Eisenverhüttungsplatz war. Die Verhüttung er-

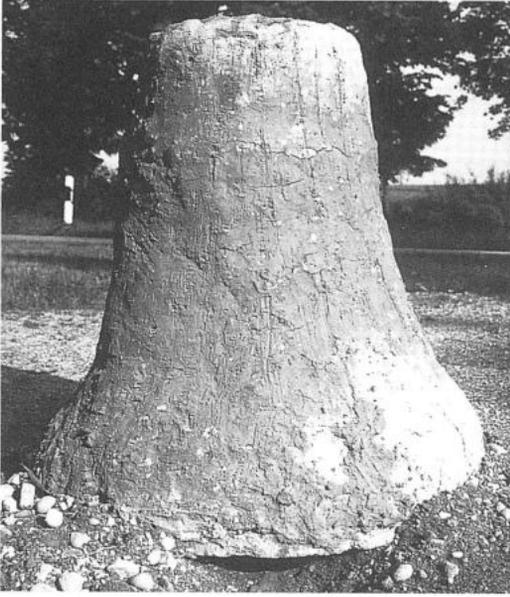
folgte in Rennöfen. Leider wurden die Rennöfen nach dem Verhüttungsprozess sofort zerstört, um an die Luppe zu gelangen. Aus Mangel an Funden, Versuchen und Rekonstruktionsbeschreibungen im süddeutschen Raum hielten wir es für notwendig, einen Rennofen zu bauen und zu versuchen, ob man Eisenerz aus einheimischen Bergen darin schmelzen kann.

#### Fragestellungen

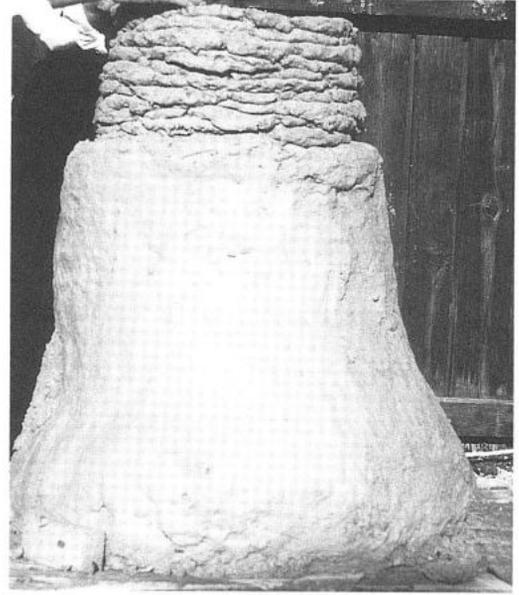
- Ist es möglich, aus einheimischem Lehm einen alamannischen Rennofen zu bauen?
- Kann man in einem solchen rekonstruierten Rennofen Eisen aus einheimischem Eisenerz schmelzen?
- Erreicht man die benötigte Temperatur von etwa 1300 ° C mit Hilfe eines Doppelblasebalgs?
- Ist dieses Eisen schmiedefähig?

#### Das Experiment – der Bau des Ofens

Da die Öfen in der Regel zerstört waren, suchten wir nach einer Lösung, wie man den Rennofen nach seinem Bau erhalten konnte. Wir beschlossen, ihn deshalb auf einen Betonring mit 95 cm Durchmesser zu bauen. So konnte der Ofen vom Schulgelände zum Schmelzplatz transportiert werden und später seinen Platz im Dorf-museum von Roßhaupten finden.



*Abb. 3: Der Ofen ist nun fertig und auf die vorbereitete Lehmgrube aufgesetzt. Das Loch unten wird zum Anheizen benötigt.*



*Abb. 2: Der Ofen ist durch sein Gewicht rechts abgerutscht. Um ihn zu entlasten, werden zunächst nur Lehmwürste aufgesetzt, die später zugeschmiert werden.*

Wichtig war es, Material aus der Umgebung nach historischem Vorbild zu verwenden. Der Lehm wurde aus dem Ettwieser Weiher gewonnen. Aus Stabilitätsgründen mengten wir ihm etwas Kies bei.

Am 02.05.2000 ging es um 8 Uhr los. In sechs Schichten zu je fünf Schülern trugen wir den Lehm auf den Betonring auf und zogen den Ofen langsam in die Höhe. Um dem Ofen die gewünschte Form zu geben, steckten wir Hasel- und Weideruten in den Lehmring (Abb. 1).

Gegen 14 Uhr hatten wir eine Höhe von ungefähr 85 cm erreicht. Wir stellten jedoch fest, dass sich durch das Gewicht des Lehms Risse im Ofen bildeten. Schnell fassten wir den Entschluss, dem Ofen eine Ruhepause zu geben. Mit nassen Leintüchern deckten wir ihn ab, damit er nicht zu schnell trocknete. Außerdem stellten wir fest, dass der Ofen einseitig abrutschte. Mit dieser baulichen Besonderheit waren wir in bester Gesellschaft, denn zahlreiche Abbildungen der Rekonstruktionsbeschrei-

bungen zeigen immer schräg abgerutschte Öfen. Das zunehmende Gewicht des Ofens verursachte die seitliche Verschiebung.

Am nächsten Morgen wurde die Strategie geändert. Wir formten Lehmwürste und setzten sie nun vorsichtig auf den Ofen auf (Abb. 2). Jetzt wurde das Gewicht nur langsam vergrößert und unser Ofen erreichte eine Höhe von 110 cm. Wieder wurde er mit nassen Leintüchern eingehüllt. In der folgenden Woche wurden die Risse sorgfältig zugeschmiert und dem Ofen eine zweite Haut (ca. 2 cm stark) aufgetragen. Die erste Haut war am Ofenfuß ca. 12 cm dick, oben nur noch 6 cm.

Nun stand der Ofen noch drei Wochen im Schulgelände zum Trocknen, bevor er am 26.05.2000 zum Kunspark an der Via Claudia mit einem Gabelstapler gebracht wurde. Hier wurde er auf eine vorher eingetiefte und mit Lehm verdichtete Grube aufgesetzt (Abb. 3). An einer Stelle ließen wir eine Öffnung zum Anheizen frei.

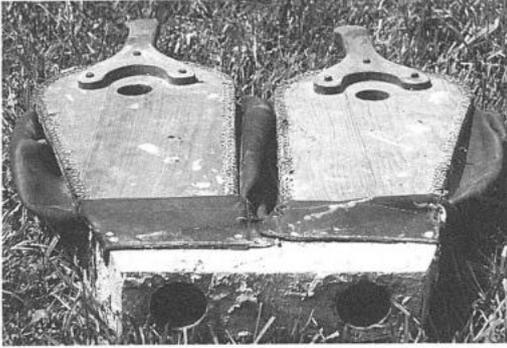


Abb. 4: Der römische Doppelblasebalg (von der Stadtarchäologie Kempten ausgeliehen) mit den zwei Öffnungen. Sie werden an die Tondüsen angesetzt.

### Die Vorbereitung der Heizphase

Um die erforderlichen 1300 ° C zum Eisenschmelzen zu erhalten, wurden zwei Tondüsen angefertigt, die zum Einblasen der Luft dienten. Dazu benötigten wir einen Blasebalg. Die alamannische Bauart aus Ziegenfell mit Holzstecken konnten wir nicht bauen. Wir bekamen jedoch von der Stadtarchäologie in Kempten freundlicherweise einen rekonstruierten römischen Doppelblasebalg ausgeliehen (Abb. 4), an den die beiden Tondüsen angepasst wurden.

Aus organisatorischen Gründen mussten wir auf herkömmliche Industrieholzkohle zurückgreifen. Ein Schaumeiler, der die Herstellung von Holzkohle verdeutlicht, ist in Schwabsoien zu besichtigen (Abb. 5).

Am Frauensee bei Lechaschau (Abb. 6) finden sich in und unterhalb einer Bergwand zahlreiche Gruben und Höhlen, die Zeugen des mittelalterlichen Bergbaus sind. Vom Frauensee aus sind sogar alte Abbauege mit im Fels eingetieften Fahrinnen auszumachen (Abb. 7).

Peter Nasemann aus Hohenschwangau holte für unseren Schmelzversuch 12 kg Eisenerz vom Hohen Straußberg und vom Älpeleskopf in den Ammergauer Bergen (Abb. 8).

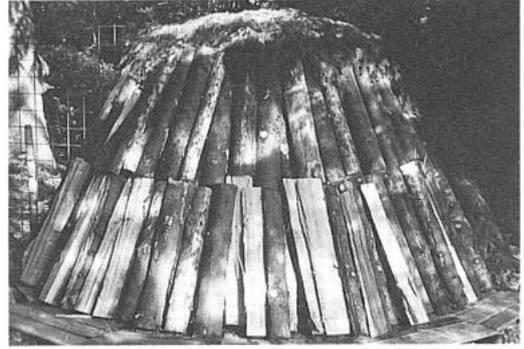


Abb. 5: Ein Schaumeiler in Schwabsoien. Er demonstriert, wie man früher Holzkohle gewonnen hat.

### Das Experiment – der Schmelzversuch

Am 27.05.2000 war es soweit. Wieder wurden die Schülerinnen und Schüler in sechs Gruppen eingeteilt. Um 6 Uhr traf sich die erste Gruppe zum Anheizen des Ofens. Durch die Öffnung an einer Grubenseite wurde mit Holzspänen der Ofen angeheizt. Langsam legten wir trockenes Holz nach. Gegen 6.30 Uhr waren es 5 kg. Jetzt begannen wir langsam mit dem Doppelblasebalg Luft in den Ofen zu blasen (Abb. 9). Im Abstand von je 30 Minuten wurden immer wieder 5 kg Holzkohle in den Ofen gegeben. Nach der feierlichen Eröffnung des archäologischen Experiments um 10.30 Uhr durch Bürgermeister Rudolf Zündt von Roßhaupten wurden die 12 kg Eisenerz zertrümmert und lagenweise mit Holzkohle in den Ofen gegeben. Durch ständiges Blasen wurde die Temperatur im Ofen vergrößert. Ab 12 Uhr wurde keine Holzkohle mehr zugegeben.

Die Lehmwand des Ofens verfärbte sich am späten Nachmittag vom ursprünglichen Grünocker fast weißlich. Die gelbliche bis ziegelrosa Innenverfärbung ließ uns schon ahnen, dass unser Experiment erfolgversprechend war, da durch den Schmelzprozess Schwefel frei wurde (Abb. 10).



Abb. 6: Eisenerzhöhlen oberhalb des Frauensees bei Lechaschau/Tirol. Hier wurde im Frühmittelalter und auch noch später Eisenerz abgebaut.



Abb. 7: Der alte Fahrweg vom Frauensee zu den Erzabbaustellen. Im Vordergrund sind Fahrriemen von Wagenrädern im Fels auszumachen.

Leider brannten die Leder unserer Blasebälge durch, weil sie Glutstücke einsaugten und in Brand gerieten. Um einen Temperatursturz durch mangelnde Luftzufuhr zu verhindern, waren wir gezwungen auf moderne Hilfsmittel zurückzugreifen. Ein Staubsauger wurde verkehrt an eine Tondüse angeschlossen und zur Belüftung des Ofens noch für eine Stunde verwendet. Zum Auskühlen brauchte der Ofen zwei Tage. Danach wurde mit dem Gabelstapler der Rennofen angehoben und ins Dorfmuseum von Roßhaupten gebracht, wo er nun Teil der Dauerausstellung geworden ist. In der Grube war das Ergebnis unseres Versuchs zu sehen: Eisenschlacke und die Luppe, aus der man nun Eisenstücke schmieden konnte (Abb. 11).

Der Kunstschmied Philipp Trenkle aus Pfronten demonstrierte vor Ort, wie aus der Luppe durch Erhitzen die überschüssige Schlacke herausgeschlagen werden konnte. Eine erste kurze Versuchsdokumentation erfolgte 2001 und schließlich 2002 (WANKMILLER 2001; 2002). In diesem Rahmen wird das Experiment schließlich ausführlich dokumentiert und ist jederzeit wiederholbar.

#### Das Ergebnis

Durch unser archäologisches Experiment haben wir bewiesen, dass man aus einheimischem Lehm sowie Hasel- und Weidenstecken einen Rennofen herstellen kann. Mit Holzkohle, Eisenerz und ausreichend Luftzufuhr gelang es, aus Eisenerz schmiede-



Abb. 8: Verschiedenes Eisenerz (teilweise verwittert) vom Hohen Straußberg und vom Älpeleskopf in den Ammergauer Alpen.

defähige Luppe zu bekommen. Die Temperatur von 1300 ° C ist mittels Blasebalg zu erreichen. Die Luppe kann durch Erhitzen von der überschüssigen Schlacke getrennt werden. Damit ist sie schmiedefähig.

Hiermit haben wir durch dieses archäologische Experiment bestätigt, dass die Alamannen in Roßhaupten und dem Altlandkreis Füssen Eisen mit ihren damaligen Arbeitsmitteln und Materialien schmelzen konnten.

## II. Römischer Straßenbau in Roßhaupten

Ein zweites, sehr wichtiges Kapitel in der Geschichte der Gemeinde Roßhaupten ist die römische Staatsstraße Via Claudia Au-



Abb. 9: Der angeheizte Ofen. Unten sieht man die Glut. Im Hintergrund der angesetzte Doppelblasebalg.

gusta, deren Überreste auch heute noch an vielen Stellen auszumachen sind. In den letzten Jahren gab es Versuche, den Tourismus auf die Spuren alter Römerstraßen zu lenken. Neben dem deutschen Teil der Via Claudia (LOKALE ARBEITSGRUPPE VIA CLAUDIA AUGUSTA 1998) wurden nun auch der österreichische Teil (VEREIN MIAR, AMT DER TIEROLER LANDESREGIERUNG ABTEILUNG KULTUR 2000) und ein Abschnitt im Feltrino (BENVEGNÚ, SAMMARIVA 2001) touristisch dokumentiert und erlebbar gemacht.



Abb. 10: Der verfärbte Innenrand des Rennofens. Deutlich ist die gelb-rosa Verfärbung (Schwefel) zu sehen, die den Erfolg des Experiments schon voraussehen lässt.



Abb. 11: Das Ergebnis unseres archäologischen Experiments: Die Luppe. Im oberen Teil sind noch Schlackenreste auszumachen, die durch Erhitzen ausgeschmiedet werden.

Mit meiner Klasse machte ich mich auch auf die Spuren der Via Claudia in der Gemeinde Roßhaupten. Für meine Schülerinnen und Schüler stellte sich die Frage, wie eine solche Straße damals aussah. Unser Ausgangspunkt war demnach der Wunsch, einen Schnitt durch die Via Claudia zu machen. Im Folgenden möchte ich wesentliche Punkte, die zur Erklärung unseres Experiments wichtig sind, kurz darstellen.

## 1. Kaiser Claudius – Erbauer der Via Claudia Augusta

Um den Bau der Via Claudia Augusta besser verstehen zu können, möchte ich zunächst kurz auf den Erbauer dieser Staatsstraße eingehen (KIERDOF 2001):

Tiberius Claudius Caesar Augustus Germanicus wurde am 1. August 10 v. Chr. in „Lugdunum“ (Lyon) geboren. Drusus, sein Vater, eroberte 15 v. Chr. das Voralpenland. Im Jahre 37 wurde Claudius Senator und Konsul, nach der Ermordung seines Neffen, des Kaisers Caligula, wurde er überraschend am 24. Januar 41 zum Kaiser ausgerufen. Nach einer ersten Phase der Machtstabilisierung erfreute er sich bald allgemeiner Beliebtheit. Ab dem Jahr 43 wurde unter seiner Regierungszeit Britannien erobert. Claudius war auch als Baumeister aktiv. Seine wichtigsten Werke waren (SCARRE 1996, 42-49):

- die Vergrößerung des Hafens Rom in Ostia, der so genannte „Portus Claudius“,
- der Bau von zwei Wasserleitungen für die Stadt Rom: „Aquae Claudiae“ (69 km) und „Aquae Anio Novus“ (87 km),
- das Stadttor „Porta Praenestina“ in Rom im Jahre 52 n. Chr. Dieses Tor führt Richtung Praenestina (dem heutigen Palästrina, der Partnerstadt Füssens) hinaus,
- der Bau der Staatsstraße „Via Claudia Augusta“ als Verbindung zu den nördlichen Provinzen in den Jahren 46 und 47 n. Chr.

## 2. Die Via Claudia Augusta

Der Bau und der Verlauf der Via Claudia Augusta gibt viele Rätsel auf. Leider gibt es über diese Staatsstraße – es ist übrigens die einzige nördlich der Alpen, die den Titel Staatsstraße trug (CZYSZ 1995) – keinerlei schriftliche Quellen bei römischen Geschichtsschreibern, die darüber Auskunft geben könnten. Gefunden wurden nur vier Meilensteine, von denen einer schon seit Jahren als verloren gilt.

Ein Meilenstein wurde bei Feltre (WALDE 1998, 309-313) in der Kirche von Cesiomaggiore 1786 als Teil des Altars entdeckt. Auf seiner Inschrift werden als Ausgangspunkt Altinum (heute Altino) und als Endpunkt die Donau genannt. Die Streckenlänge wird mit 350 römischen Meilen, also ca. 517 km angegeben.

Den zweiten heute bekannten Meilenstein fand man schon 1552 in Rabland bei Meran. Seine Inschrift nennt als Ausgangspunkt den Po, den Endpunkt wieder die Donau (WALSER 1983, 41-42).

Ein bei Ebers in Südtirol gefundener Meilenstein gilt heute als verloren (WALSER 1983, 58). Er belegt jedoch, dass die Via Claudia Augusta durch den Vinschgau führte. Im Januar 2003 entdeckte man einen weiteren Meilenstein in Nauders am Reschenpass. Auf ihm ist nur ein „XL“, vermutlich eine Meilenangebe, zu erkennen. In den überlieferten Inschriften wird angegeben, dass die Trassierung der Straße auf Wege zurückgeht, die bereits Claudius' Vater Drusus bei der Eroberung des Voralpenlandes im Jahre 15 v. Chr. benutzt hatte (WALDE 1998, 310). Eine Strecke von über 500 km Länge in zwei Jahren zu bauen, scheint unmöglich. Claudius verwendete sicher ältere Teile, die er natürlich instand setzen ließ (vor allem in den Alpen). Im Voralpenland handelte es sich weitgehend um einen Neubau.

In der neueren Forschung um die Via Claudia Augusta haben sich viele unterschiedliche Standpunkte herauskristallisiert, die



Abb. 12: Foto aus der Ausstellung „Via Claudia Augusta“ des Archivio della Societa Archeologica Claudia Augusta, das den Schnitt durch die Via Claudia bei Königsbrunn 1984 darstellt.



Abb. 13: Freigespülter Schotterdamm der Via Claudia abfallend zur Tiefentalschlucht bei Roßhaupten. Der linke tiefe Einschnitt ist die mittelalterliche Straßenführung.

zum einen an den beiden Ausgangspunkten zweifeln, zum anderen ergänzende Trassenführungen als Bestandteil der Via Claudia zu beweisen versuchen.

Die unterschiedlichen Thesen zeigen, wie kompliziert die Diskussion um den Verlauf der Via Claudia Augusta in der Zwischenzeit geworden ist. Letztendlich möchte ich mich einem Zitat von Joosten anschließen, der diese Streitpunkte noch einmal zusammenfasst: „Der Ausdruck Via Claudia Augusta bezeichnet also unseres Erachtens die direkte Verbindung von Oberitalien nach Raetien, gleichgültig, ob auf der Reschen- oder Brenneroute“ (JOOSTEN, KÜRZEDER 2000, 9).

### 3. Römischer Straßenbau

Der römische Straßenbau war eine technische Herausforderung, die uns auch heute noch in Staunen versetzt. Der Bau von Straßen diente der Erschließung des Landes und machte ein schnelles Bewegen von Truppen möglich.

Ein Schnitt durch den Damm der Via Claudia, der 1984 bei Königsbrunn durchgeführt wurde (CZYSZ 1985), zeigt den Aufbau der römischen Straße (Abb. 12). Ähnliches ergab auch ein Schnitt durch die Römerstraße bei Rammingen 1992 (KREUTLE 1996, 123).

Auf einer Schotterunterlage mit großen, unbehauenen Steinen wurde grober Steinschotter mit Mörtel aufgefüllt. Hierauf schüttete man Kies und feinen Schotter, der mit Wasser begossen wurde. Diese Oberschicht wurde mit Walzen festgestampft. Damit waren die Straßen fest genug, um mit Wagen befahrbar zu sein.

Die Straßen hatten eine Breite von bis zu 8 m. Links und rechts fiel die Dammwölbung ab. So entstanden Gräben zu beiden Seiten, die dem Abfluss von Regenwasser dienten. Zur Orientierung errichtete man immer wieder Meilensteine, die Entfernungen und Verdienste wichtiger Feldherren und Kaiser zeigten.

In Abschnitten von je einem Tagesmarsch wurden Straßenstationen mit Unterkunfts- haus und Stallungen errichtet. Vielleicht war die „Straßburg“ an der Mangmühle bei Roßhaupten eine solche Station. Dieser Flurname lässt auf eine solche Station schließen.

### 4. Das Experiment – Die Rekonstruktion eines römischen Straßenschnitts

Die Via Claudia Augusta kommt von Dietringen durch den heutigen Forggensee auf einem freigespülten Schotterdamm (Abb. 13) in das Gemeindegebiet von



Abb.14: Ansteigende Via Claudia am linken Ufer der Lechschlucht bei Roßhaupten.

Roßhaupten. Dort überquerte sie vermutlich auf einer Holzbrücke den Tiefentalgraben und stieg auf der Trasse der ehemaligen Bundesstraße B 16 wieder aus der Lechschlucht auf (Abb. 14). Weiter oberhalb ist sie gut als Hohlweg erkennbar und erreicht bald die so genannte „Straßburg“ bei der Mangmühle. Nun geht es nordwärts zum Hartenberg hinauf, wo vor ein paar Jahren ein Meilenstein aufgestellt wurde (Abb. 15). Kurz vor der Anhöhe sind östlich des Weges alte Materialgruben auszumachen, aus denen die Römer Kies für den Straßenbau holten (Abb. 16).



Abb. 16: Via Claudia (auf dem Fahrweg) südlich des Hartenbergs in der Gemeinde Roßhaupten. Die Löcher in der Wiese links neben dem Weg sind Materialgruben, aus denen die römischen Arbeiter Kies zum Bau der Via Claudia entnahmen.



Abb. 15: Neu errichteter Meilenstein auf dem Hartenberg bei Roßhaupten.

#### Der Ausgangspunkt

Das Interesse der Schülerinnen und Schüler an der Via Claudia Augusta ließ die Frage aufkommen, wie die Römer vor 2000 Jahren ihre Straßen bauten. Unser Plan war also zunächst, einen Schnitt durch den Damm zu machen.

#### Fragestellungen

- Wie bauten die Römer ihre Straßen?
- Welche Materialien wurden dazu benötigt?
- Warum finden sich in den Alpen und in Moorgebieten andere Straßenschnitte?

#### Das Experiment – ein Schnitt durch die Via Claudia

Aufgrund von Auflagen des Bayerischen Denkmalamtes für Denkmalpflege – Abteilung für Vor- und Frühgeschichte in Thierhaupten – bestand keine Möglichkeit, die Originaltrasse der Via Claudia zu durchschneiden. Außerdem wurde uns aufgetragen, für ein Experiment einen gebührenden Abstand von mindestens 100 m zu lassen, da der Verlauf der Straße nicht restlos gesichert sei.



Abb. 17: Rekonstruierter Schnitt durch die Via Claudia (unten grobe Steine, oben feiner Kies, teilweise mit Mörtel vermischt).

Wir wollten ein etwa 10 m langes Stück der Straße nach römischem Vorbild aufschütten. Doch wieder gab es Einwände gegen unser Vorhaben. Zum einen erhoben sich Bedenken der Grundeigentümer, zum anderen sah man die Gefahr, dass die Schülerinnen und Schüler zu schwer körperlich arbeiten mussten. Also reduzierten wir unser Experiment auf die Rekonstruktion eines Schnittes.

Auf eine Holzplatte, die dem Schnitt der Straße im Maßstab 2:1 nachgeschnitten wurde, brachten wir eine Flüssigkeit als Bindemittel für den Baukleber auf. Nach einer Trocknungszeit von zwei Tagen wurde auf dieser Holzplatte Baukleber aufgetragen, in den der vorher sortierte Lechschotter eingedrückt wurde. Wie im römischen Original wurden im unteren Teil der Straße große, dicke Steine verwendet, im oberen Teil feinerer Kies (Abb. 17). Wichtig war es, die Ablaufgräben links und rechts des Dammes darzustellen.

Am Ende der Pfingstferien 2001 wurde der transportable Schnitt der Römerstraße auf dem Kunstpark an der Via Claudia bei Roßhaupten der Öffentlichkeit übergeben und an einer Informationstafel über den römischen Straßenbau befestigt (Abb. 18). Auf dieser Informationstafel wird auch gezeigt, wie die Römer Straßen in Extremsituationen bauten: als Holz-Kies-Straße durch das Lermooser Becken und als Geleisestraße bei Biberwier.



Abb. 18: Schnitt im Maßstab 2:1 und Informationstafel am Kunstpark Via Claudia bei Roßhaupten.

### Das Ergebnis

Obwohl es uns leider nicht erlaubt wurde, einen Schnitt durch den Damm der Via Claudia zu machen, war unsere Schnittrekonstruktion ein Erlebnis, das uns den Bau einer römischen Straße verdeutlichte. Eine erste kurze Dokumentation erfolgte 2001 und schließlich 2002 (WANKMILLER 2001a; 2002). Eine ausführliche Darlegung der Problematik geschieht nun mit diesem Bericht.

## III. Brot aus einem römischen Ofen

Mit der Eröffnung des ersten Informationszentrums an der Via Claudia Augusta in Roßhaupten im Jahre 2002 wurde wieder ein historisches Experiment gesucht, um der Veranstaltung eine erlebbare Abwechslung zu verschaffen. Da es in unserer Gegend römische Villen gab, in denen man auf Eigenversorgung ausgerichtet war, entschlossen wir uns, einen römischen Backofen nachzubauen und darin Brot zu backen.

### 1. Ein römischer Brotbackofen

Einen Backofen aus dem Altertum zu bauen, war eines der ersten Experimente, das auf dem Weg der Experimentellen Archäologie durchgeführt wurde. In den Mu-



Abb. 19: Der so genannte „Weiße Bichel“ bei Roßhaupten. Auf seinem Gipfel wird eine römische Villa vermutet.

seen in Unteruhldingen (PFAHLBAUMUSEUM UNTERUHLDINGEN 1999), Umhausen (LEITNER 2001) oder Oldenburg (STEINERT, WIESE 2000) gehören sie zum festen Bestandteil der Museumspädagogik.

Oftmals gingen dem Ofenbau sogar Pflanzversuche voraus, die die Entwicklung der Anbauverfahren vom Wald-Feld-Bau (Schaffung von Ackerflächen durch Brandrodung), über den Feld-Gras-Bau (Wechsel von Anbauflächen mit Grasflächen, die für die Haustiere genutzt werden) bis hin zur Dreifelderwirtschaft (ein Wechsel von Brache – Wintergetreide – Sommergetreide) (BAUER 1998).

Der römische Brotbackofen besitzt folgende Konstruktion: Mit Weiden- und Haselstecken wurde ein Gerüst geflochten, das dem Ofen die Kuppelform gab. Gelegentlich fand man auch Tonnenöfen. Das Flechtgerüst wurde mit Lehm, der vorher mit Kuhmist (wegen der besseren Haftung des Lehms), gehäckseltem Stroh, Sand und Wasser vermischt wurde, innen und außen verputzt (STEINERT, WIESE 2000, 111). Häufig bekam der Ofen eine zweite Haut, um Risse zu vermeiden. Danach musste der Ofen trocknen. Risse wurden durch ein feines Lehmgemisch wieder zugeschmiert. Zuletzt musste man die Backfläche des Ofens anbringen. Nach einer wiederholten Trocknungsphase war der römische Ofen heizbereit.

## 2. Das Experiment – Teil I: Wir bauen einen römischen Brotbackofen

### Der Ausgangspunkt

In den römischen Villen im Altlandkreis Füssen und den Hütten von Greith in der Gemeinde Halblech fanden sich Öfen zum Brotbacken. Ein solcher Brotbackofen wäre demnach auch in der vermuteten römischen Villa auf dem „Weißen Bichel“ bei Roßhaupten (Abb. 19) aufzufinden, wenn diese einmal ausgegraben wird. Wir wollten daher in einem archäologischen Experiment versuchen, einen solchen Ofen nachzubauen.

### Fragestellungen

- Ist es möglich, einen Brotbackofen aus der Römerzeit aus Lehm und einem Rutengeflecht zu bauen?
- Welche Materialien und Bauweisen eignen sich dazu?
- Wie wurde ein solcher Ofen geheizt?

### Das Experiment – Der Ofenbau

Unsere Ausgangsfrage war, welchen Ofentyp wir bauen sollten. Da der Ofen grundsätzlich transportabel sein sollte – der Bau erfolgte wieder an der Schule, das Brotbackprojekt sollte am Dorfmuseum stattfinden, wo ein überdachter Ofenbau nicht möglich war – entschieden wir uns für den Tonnentyp. Am Mittwoch, den 22.05.2002, waren alle Materialien bereitgestellt.

Als Transportgrundlage diente eine Metallplatte. In diese konnten jedoch keine Löcher zur Befestigung der Weiden- und Haselruten gebohrt werden. Wir änderten daher den Bau des Ofens etwas ab: Mit zwei oben gerundeten Holzscheiben und einigen Latten errichteten wir eine so genannte „verlorene Schalung“, die – so planten wir – später beim Heizvorgang herausgebrannt wurde (Abb. 20). Diese Art von Schalung erlaubte es uns, beim Ofenbau nicht in den Ofen kriechen zu müssen. An den beiden Langseiten des Ofens wur-

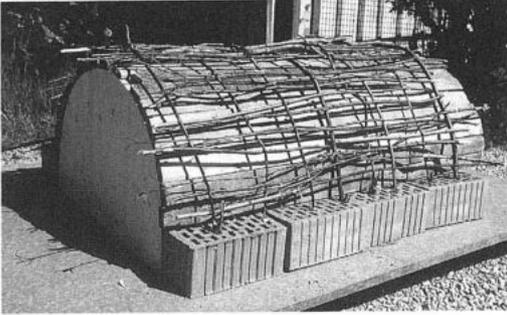


Abb. 20: Die „verlorene“ Schalung des Ofens mit dem Weidengeflecht. Die Ziegel dienen zur Stabilisierung des Geflechts und werden in den Lehm mit eingebaut, damit der Ofen später transportabel wird.



Abb. 21: Nach einer ersten Lehmschicht wird der Ofen mit Stroh bestreut. Darüber trägt man eine zweite Lehmschicht auf.

den gebrannte Ziegel gelegt (der später angebrachte Lehm wird durch den Heizvorgang ebenfalls gebrannt), die nun als Einsteckmöglichkeit für die dickeren Weiden- und Haselruten dienten. Dazwischen konnten nun dünnere Ruten eingeflochten werden. Damit war das Gerüst des Ofens fertig. Am nächsten Tag wurde die erste Lehmschicht aufgetragen bzw. in alter Verputzermanier der Lehm unter das Weidengeflecht auf die Schalung geworfen. Nun konnte der Ofen mit zerkleinertem Stroh bestreut werden. Gleichzeitig wurde wieder eine Lehmschicht aufgetragen (Abb. 21).

Nach ein paar Tagen der Trocknung merkten wir, dass der Ofen bereits so stabil war, dass man die „verlorene Schalung“ in Abänderung unseres Plans herausnehmen konnte. Jetzt musste die Hinterseite mit ungebrannten Lehmziegeln und Lehm zugemauert werden. Somit konnten wir den Ofen innen verputzen. Als Brandplatte (Auflage für die Brote) wurden Schamottesteine in den Ofen gelegt. Diese Auskleidung des Ofens fand sich schon bei den Kuppelöfen der Schussenrieder Siedlungen (STROBEL 1998).

Nun wurde erstmals ein kleines Feuer im Ofen gemacht, um den Trocknungsvorgang zu beschleunigen. Der Ofen hat übrigens (wie die antiken Vorbilder) keinen Kamin. Der Rauch zieht durch die Öffnung vorne ab.

Das Ergebnis

In leichter Abänderung („verlorene Schalung“) gelang es uns, einen römischen Brotbackofen zu rekonstruieren, der nun sogar transportabel war. Das Projekt selbst ist jederzeit wiederholbar. Nach einer kurzen Projektdarstellung in der Allgäuer Zeitung stellten sich sogar zwei Anrufer ein, die diesen Ofen als Pizzeria im Garten verwenden wollten. Die Ähnlichkeit zu heutigen Pizzeriaöfen in Italien ist verblüffend. Weitere Dokumentationen erfolgten 2002 und 2003 (WANKMILLER 2002; 2003).

### 3. Das Experiment – Teil II: Wir backen Brot nach römischem Vorbild

Der Ausgangspunkt

Nach dem erfolgreichen Bau des römischen Brotbackofens wurde dieser am 14.06.2002 zur Eröffnung des ersten Via Claudia Informationszentrums zum Dorfmuseum gebracht. Jetzt galt es nun erstmals Brot nach römischem Vorbild zu backen.

Fragestellungen

- Kann man in dem rekonstruierten römischen Backofen Brot backen?
- Funktioniert das Heizen mit fallender Hitze?
- Ist dieses Brot essbar?



Abb. 22: Mit passend ausgesuchten Steinen wird Getreide zu Mehl zerrieben.

Das Experiment – Wir backen Brot  
 Bevor wir uns ans Brotbacken machten, versuchten wir, wie die Menschen damals, das Getreide zu Mehl zu mahlen. Wir suchten geeignete Steine, von denen der untere eine Art Mulde bildete. Nun konnten Getreidekörner zu Mehl gemahlen werden (Abb. 22).

Als Rezept diente uns eine Vorlage des Badischen Landesmuseums Karlsruhe (STEINERT, WIESE 2000, 113-114), das die Herstellung von einfachem Fladenbrot beschreibt: Ausgangsprodukte sind nur feines Dinkel- und Weizenschrot und Wasser, die vermischt werden. Zur Geschmacksverbesserung können Gewürze hinzugegeben werden. Oftmals wurde dieses Fladenbrot mit Honig bestrichen. Als Beigabe wurden Äpfel, Nüsse und verschiedene Beeren gegessen.

Die Technik des Brotbackens zur Römerzeit ist als Heizen mit fallender Hitze bekannt. Der Ofen wird vorgeheizt. Der Lehm mantel des Ofens und der Schamottestein als Brotauflage speichern die Hitze. Nach einer ausreichenden Vorwärmzeit wird die Glut entweder komplett aus dem Ofen geholt (dann muss nach dem Einschleusen der Brote die Vorderseite des Ofens verschlossen werden, um den Hitzeverlust nicht zu groß werden zu lassen) oder nach hinten bzw. an die Seite des Ofens geschoben, wo sie noch nachwärmen kann.



Abb. 23: Der fertige Ofen ist angeheizt, das erste Brot kann probiert werden.

Die Brote konnten nun in den Ofen gelegt werden. Alle waren sehr überrascht, dass das Backen im Ofen relativ schnell ging und die Brote bald essbar waren (Abb. 23). Zur Freude der Versuchsteilnehmer war das Brot sehr schmackhaft.

#### Das Ergebnis

Unser archäologisches Experiment, römisches Brot in einem römischen Ofen wie vor 2000 Jahren zu backen, hatte großen Erfolg. Das Backen mit fallender Hitze gelingt ausgezeichnet und wird heute noch in Pizzaöfen angewandt. Unser Ofen ist jederzeit wieder einsatzfähig. Das darin gebackene Brot schmeckte ausgezeichnet.

#### Zusammenfassung und Dank

Nach anfänglichen Bedenken, in die „neue“ Erschließung von Geschichte durch die Experimentelle Archäologie einzusteigen, kann ich nach drei erfolgreichen Versuchen bestätigen, wie nachhaltig dieser Geschichtsunterricht die Schülerinnen und Schüler beeindruckt hat. Mit dieser „erlebbar“ Betrachtung von Geschichte kann ein Samen gelegt werden, der die Kinder an ihre unmittelbare Heimatgeschichte erinnert und vielleicht einmal später zu einer umfassenden Betrachtung von Geschichte auf den Wurzeln ihrer Region aufblühen lässt.

Vergessen möchte ich natürlich nicht, mich bei den zahlreichen Helferinnen und Helfern zu bedanken, die oft im Hintergrund blieben und anpackten, wenn es nötig war. Mein besonderer Dank gilt:

- allen Schülerinnen und Schülern der Grundschule Roßhaupten und deren Eltern, die tatkräftig in den letzten drei Jahren an diesen Projekten mitwirkten,
- Herrn Pankraz Walk, Koordinator der Arbeitsgemeinschaft Dorfgeschichte in Roßhaupten, der sehr viele Anregungen zu den Projekten brachte und unsere Arbeit tatkräftig unterstützte und begleitete,
- der Gemeinde Roßhaupten und Herrn Bürgermeister Rudolf Zündt, die sehr offen gegenüber dieser Art von Projekten waren und uns mit Hilfe von Gemeindearbeitern unsere Öfen stets pünktlich an den rechten Ort beförderten. So war es auch eine Selbstverständlichkeit, dass die Gemeinde Roßhaupten die Kosten für die Reparatur des römischen Doppelblasebalgs übernahm, der bei unserem Eisenschmelzversuch im Jahre 2000 beschädigt wurde,
- Herrn Peter Nasemann aus Hohenschwangau, der für unseren Eisenschmelzversuch das notwendige Erz aus den einheimischen Bergen besorgte,
- der Firma Ziegel-Schmid aus Marktoberdorf, die den Lehm bereitstellte,
- Herrn Reinhold Rief aus Wängle/Tirol für die Hinweise beim Aufsuchen alter Erzabbaustellen am Frauensee,
- Herrn Dr. Wolfgang Czysz vom Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege – Abteilung Vor- und Frühgeschichte in Thierhaupten - für seine Hinweise und seine Ermutigung, Experimentelle Archäologie selbst auszuprobieren,
- meiner Familie, die zahlreiche Stunden auf mich verzichten musste und bei allen Experimenten mitwirkte,
- dem Historischen Verein Alt Füssen, vor allem bei seinem Vorsitzenden Herrn Reinhold Böhm, für die Möglichkeit

über die Geschichte der Gemeinde Roßhaupten und die Experimentelle Archäologie referieren zu dürfen, für die Anwesenheit bei verschiedenen Experimenten, die belegt, dass diese neue Richtung der Geschichtsbetrachtung auch das Interesse erfahrener Regionalhistoriker findet, und nicht zuletzt für die Möglichkeit, drei Geschichtsprojekte in Roßhaupten im Altlandkreis Füssen dokumentieren zu können,

- dem Herausgeber von „Experimentelle Archäologie in Europa“, der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie e.V. Oldenburg in Zusammenarbeit mit dem Landesmuseum für Natur und Mensch für die Veröffentlichung dieses Beitrages, der dadurch einem breiten Leserkreis vorgestellt werden kann.

## Summary

This documentation gives an account of three tasks of experimental archaeology in Roßhaupten (district of Ostallgäu-Bavaria, Germany), which were carried out between the years 2000 and 2002. The first task confirms the possibility to smelt iron in a furnace with local materials (loam, ore, charcoal, ... ). The second task should demonstrate, how the Romans constructed and built their streets. The last one illustrates the production of bread in a reconstructed Roman oven.

## Literatur

- AMREI, H., BINDER, E. 1998: Mit Hammer und Zange an Esse und Amboss – Metallgewinnung und Schmiedekunst im frühen Mittelalter. Die Alamannen. Begleitband zur Ausstellung. Stuttgart <sup>3</sup>1998, 359-370.
- BAUER, U. 1998: Die Entwicklung von Anbauverfahren im Ackerbau. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 19. Oldenburg 1998, 21-33.

- BENVEGNÙ, F., SOMMARIVA, G. P. (Hrsg.) 2001: Radwandern auf den Spuren der Via Claudia Augusta im Feltrino. Feltre 2001.
- CZYSZ, W. 1985: Der antike Straßenbau in Westrätien. In: Petzet, M. (Hrsg.), Die Römer in Schwaben. Ausstellungskatalog Augsburg 1985. München 1985, 135-136.
- CZYSZ, W. 1995: Die römische Staatsstraße Via Claudia Augusta. In: Czysz, W., Dietrich, H., Weber, G. (Hrsg.), Kempten und das Allgäu – Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland 30. Stuttgart 1995, 163-167.
- CZYSZ, W., KRUMM, H., SCHMIDT, W. 1998: Ein frühmittelalterlicher Eisenverhüttungsplatz in Sulzbach. Das archäologische Jahr in Bayern (1997). Stuttgart 1998, 156-160.
- FANSA, M. (Hrsg.) 1996: Experimentelle Archäologie in Deutschland. Texte zur Wanderausstellung. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 13. Oldenburg 1996.
- FANSA, M. (Hrsg.) 2000: Experimentelle Archäologie und Museumspädagogik. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 29. Oldenburg 2000.
- GARBERS, H.-V. 1996: Frühe Eisentechnologie – Verhüttungsversuche mit eisenzeitlichen Rennöfen. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 13. Oldenburg 1996, 101-103.
- GASSMANN, G. 2000: Zur Eisenerzverhüttung in Heidenheim-Schnaitheim. Naturwissenschaftliche Untersuchungen des Fundmaterials und Rekonstruktion der Ofenanlagen. Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg (1999). Stuttgart 2000, 83-86.
- HERDITS, H. 1995: Experimente aus Österreich – Eine studentische Arbeitsgruppe am Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Wien. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 8. Oldenburg 1995, 29-36.
- JOOSTEN, H.-D., KÜRZEDER, Ch. (Hrsg.) 2000: Via Claudia – Stationen einer Straße. Großweil 2000.
- KIERDORF, W. 2001: Claudius. In: Clauss, M. (Hrsg.), Die römischen Kaiser – 55 historische Portraits von Caesar bis Iustinian. München 2001, 67-76.
- KREUTLE, R. 1996: Römische Straßen im Ulmer Raum. Römer an Donau und Iller – neue Forschungen und Funde. Ausstellungskatalog Ulm 1996. Sigmaringen 1996, 117-123.
- LEINWEBER, R. 1996: Eisengewinnung im 4. Jahrhundert n. Chr. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 13. Oldenburg 1996, 103-105.
- LEITNER, W. 2001: Das Ötzi-Dorf in Umhausen – Ein archäologischer Freilichtpark zur alpinen Jungsteinzeit. Schriftenreihe Ötztal Archiv Band IX, Imst 2001.
- LOKALE ARBEITSGRUPPE VIA CLAUDIA AUGUSTA / VIA RAETICA BAYERN (Hrsg.) 1998: Radwandern auf den Spuren der Via Claudia Augusta, St. Ottilien 1998.
- LUND, J., JOUTIJÄRVI, A. 2001: Eisenverhüttungsversuche am Museum Moesgård, Dänemark. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 37. Oldenburg 2001, 53-69.
- LYCHATZ, B. 1995: Rekonstruktionsversuch zur Eisenerzeugung im Rennofen mit eingetiefter Schlackengrube. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 8. Oldenburg 1995, 247-253.
- NIKULKA, F. 1995: Frühe Eisenerzverhüttung und ihr experimenteller Nachvollzug: Eine Analyse bisheriger Versuche. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 8. Oldenburg 1995, 255-310.
- PFahlbaumuseum Unteruhldingen (Hrsg.) 1999: Pfahlbaumuseum Unteruhldingen – Materialien für die Projektarbeit mit Schülern. Unteruhldingen 1999.
- RUMP, H.-U. 1977: Füssen – Historischer Atlas von Bayern – Teil Schwaben, Heft 9. München 1977.
- SCARRE, Chr. 1996: Die römischen Kaiser – Herrscher und Dynastien von Augustus bis Konstantin. Düsseldorf 1996.
- SCHÖNER, R., SCHOLZ, H., NASEMANN, P., KRUMM, H. 2000: Bergbauspuren und Schlackenhalde im Füssener Land und im Außerfern. In: Kettemann, O., Hoffmann, H. (Hrsg.), Droben im Allgäu, wo das Brot ein End' hat. Kronburg-Illerbeuren 2000, 90-100 (ebenso erschienen in: Jahrbuch des Historischen Vereins Alt-Füssen 2001, 137-147).
- SPAZIER, I. 2001: 1000 Öfen rauchten! – Eisenverhüttungszentrum Wolkenberg. Archäologie in Deutschland 1, 2001, 8-13.
- STEINERT, M., WIESE, E. 2000: Museumspädagogik in Oldenburg. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 29. Oldenburg 2000, 109-127.
- STROBEL, M. 1998: Zur Rekonstruktion von Kup-

- pelöfen und Herdstellen in den Aichbühler und Schussenrieder Feuchtbodensiedlungen Oberschwabens nach alten und neuen Befunden. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 19. Oldenburg 1998, 55-63.
- VEREIN MIAR/AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG ABTEILUNG KULTUR (Hrsg.) 2000: Entlang der Via Claudia Augusta – Zu Fuß, mit dem Rad oder mit dem Auto entlang der Via Claudia Augusta durch die Bezirke Reutte, Imst und Landeck – Kulturgüter in Tirol Nr. 4. Innsbruck 2000.
- WALDE, E. (Hrsg.) 1998: Via Claudia – Neue Forschungen. Telfs 1998.
- WALSER, G. 1983: Die römischen Straßen und Meilensteine in Raetien – Kleine Schriften zur Kenntnis der römischen Besetzungsgeschichte Südwestdeutschlands Nr. 29. Stuttgart 1983.
- WANKMILLER, K. 2001: Grundschnüler experimenter erfolgreich. Archäologie in Deutschland 2, 2001, 71.
- WANKMILLER, K. 2001a: Schnitt durch die Via Claudia. Archäologie in Deutschland 4, 2001, 72.
- WANKMILLER, K. 2002: Experimentelle Archäologie in Roßhaupten. Jahrbuch des Historischen Vereins Alt-Füssen 2002, 127-149.
- WANKMILLER, K. 2003: Virtuelle Römerstraße. Archäologie in Deutschland 3, 2003, 66-67.
- WOLF, H. 1986: Eisenerzbergbau und Eisenverhüttung in der Oberpfalz von den Anfängen bis zur Gegenwart. Hefte zur Bayerischen Geschichte und Kultur, Band 3. München 1986.

Abbildungsnachweis:  
Alle Fotos: Verfasser

#### Anschrift des Verfassers

Klaus Wankmiller  
Schoberstadl 1  
6600 Reutte/Tirol  
AUSTRIA



# A (re-)construction of the boat shaped house of the HOME, Eindhoven (the Netherlands). Based on only facts?

Nadine Maria Lemmers

## The archaeological facts

The reconstruction of the boat shaped house is located in the Historical Open-air Museum Eindhoven (HOME) and based on the largest house plan from the excavation Blixembosch. The excavation of the original settlement took place in the years 1991 and 1992. The house plans are distinguishable through postholes, the only archaeological information for the reconstruction. The archaeological house plan suffered from erosion and equalisation and the excavation level is not corresponding with the original surface (ARTS 1991, 165-172; 1991a, 10-15; 1992, 15; 1993, 106-115).

The site Blixembosch lies north of the current city Eindhoven on a low situated sand plain containing the wide north-east end of an elongated wind-borne sand deposit ridge. This ridge with a fertile layer or es<sup>1</sup> runs from the southwest to the northeast. The isolated settlement had a strategic position in the landscape because of the higher location and the reach to water. The site has lied between three pools on poor nutrition, higher sandy soils. The settlement Blixembosch had one or two main buildings simultaneous (ARTS 2003, announcement). A property during this period exists of one main building surrounded by some annexes within a marked area. The largest house plan has the same orientation as the ridge.

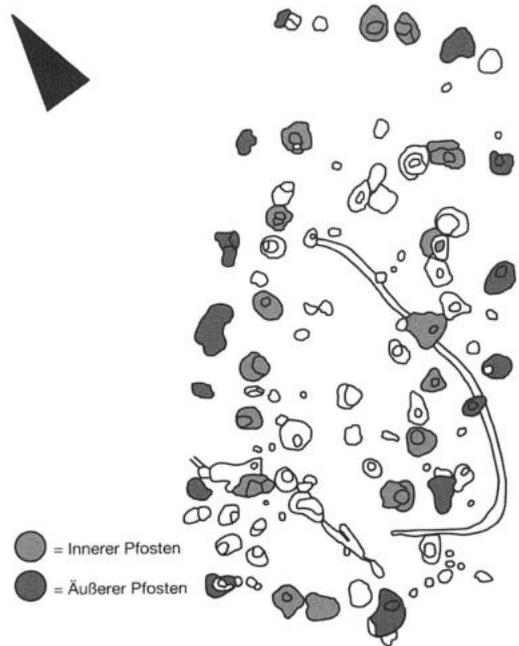


Fig. 1: Part of the surface drawing EHV-BX-91, drawing 2 with the largest house plan of the excavation without the surrounding disturbance.

The environment of the site can be reconstructed through research of archaeobotanic and archaeozoological remains. Remains of wood (VAN RIJN 1993) were determined whenever it was possible. The determined tree species<sup>2</sup> are used as raw material or are in their natural habitat. The researches on seeds (LUITJEN 1994) show the species birch, hazel, beech, oak and mountain ash. These species are an image of the natural landscape. The landscape has been open and relative dry with here and there some vegetation, as well confirmed by research on insect remains (ERVYNCK 1994). The forestation would have been scarcely. The archaeozoological remains did not contain remains of the natural fauna so these could not give use more data.

The largest house plan (Fig. 1) of Blixembosch has a total length of 25.2 metres.<sup>3</sup> The length is based on postholes; the real

Type of boat shaped houses	Type Gasselte	Type Dommelen
Shape of the house plan, determined through the outer posts	Truncated oval.	Truncated oval.
The trusses form an ...	An oval shape.	A rectangular shape.
Boat shape is determined by:	The posts.	Outer posts only.
Number of trusses is:	Unlimited.	3 to 6.
The walls are:	Curved.	Curved.
The trusses stand in ... line.	Curved.	Straight.

*Table 1: The features that differ between the type Gasselte and Dommelen.*

length is different because of the missing information of the walls. The length is defined by the distance between the two entries marked by two postholes at either end of the house plan. The width of the house plan is between the outer posts of the walls 11.8 metres and the distance between the posts of the trusses is 8.8 metres.

The house plan shows a double row of postholes in a truncated oval shape, so called 'boat shape'. At both ends of the house plan are two postholes standing close together at a distance of not more than a metre. The house plan has twelve postholes of inner posts in pairs of six trusses. The distances between the trusses are between 2.4 to 3.8 metres. The distances between the postholes of the trusses measure between 6.8 to 7.8 metres. The outer posts form a non-carrying wall and are located by approximate 2 to 3 metres distance from the trusses. The house plan shows that the corresponding outer posts are not certain in all cases. The coloured postholes are an interpretation but on the whole, the house plan will correspond.

In the period between 1000 and 1300 AD there are two types of boat shaped houses distinguishable, namely the type Gasselte (WATERBOLK, HARSEMA 1979, 227-266. HUIJTS 1992) in the north and the type Dommelen (THEUWS et al. 1990. VERHOEVEN, VREENEGOOR 1991, 57-72. VAN DOESBURG 2002, 151-163) in the south of the Nether-

lands. The two types are defined by means of certain features (Table 1). The type in the south has a limited number of three to six trusses. The curved walls determine the boat shape. The trusses form more of a square than an oval. Two heavy posts at either end of the house plan mark the entries. The doorposts stand in a straight line just as the inner posts but the outer posts stand in a curved line. The type Dommelen is smaller and shorter in comparison with the type Gasselte. The largest house plan of the excavation of Blixembosch with the six trusses has all the features of the type Dommelen and is placed in the type Dommelen A4 (VERHOEVEN, VREENEGOOR 1991, 57-72). The type Dommelen is common during the tenth to thirteenth century and the sherds found in the excavation can be dated between 750-800 AD to 1000-1050 AD. Therefore, the house plan can be dated in the eleventh century.

The largest house plan is usually seen as the main building. Different functions can be given to the main building, namely occupation, storage and stable the cattle. No proof has been found in the excavation to give any of these functions to the largest house plan. The house plan can be given the function occupation on the base that this is the largest plan. On the hand of other house plans can be given the function occupation and stable the cattle. The archaeozoological remains show that the

inhabitants of the settlement have had cattle (DE JONG 2003, announcement). The proof for agriculture through the seed of different domesticated species (LUIJTEN 1994) show a strong clue that also the function storage has played a large role within the settlement. The largest building must have played part of this role. The archaeological remains show no clues about a certain layout in the building. The functions occupation and stable the cattle give a certain reason to divide the building in two parts.

The entries of boat shaped houses are in discussion. The main idea is that the entries were at the two ends of the house plan. New ideas are being brought up. Some house plans show features that can give arguments for four entries. The irregularities of the house plan Blixembosch give some proof for an existence of four entries.

### The (re-)construction

These archaeological facts were the base for the reconstruction of the Historical Open-air Museum Eindhoven. A reconstruction is to put something in its original state but the past cannot be reconstructed. The real situation cannot be approached but a possibility of the past can be given to the public. A reconstruction is the only way to let the public see a building with a construction and an appearance similar to the past in a 3D manner. The buildings are built on a scale 1:1 and will give a similar picture as the people from the past may have had. These buildings are more realistic than miniatures, computer simulations or images of house plans. The reconstructions must be designed and built in close cooperation with archaeological institutes and universities. The archaeological institutes and universities must give continuous comments in designing, building and the use of the reconstruction. These specific reconstructions are built because of educational and recreational purposes. The

exterior must give a correct image of how it could have been in the past and the interior must be adjusted to the different functions of the building.

There are three different kinds of reconstructions. First, reconstructions are built to look like a building from the past. The public has to get images from the past through the building, the interior and the inhabitants. Other reconstructions are built with the purpose to use the same materials and technology that were used in this period in the past. These structures can tell more about the technology of building and construction. Thirdly, some structures are taken into use to function like in previous times. The use can show possible defects and errors in the buildings. The boat shaped building of the HOME is built to look like a boat shaped building. Invisible concessions are tolerated in such a case.

Invisible concessions are indeed made in the reconstruction. The posts are placed in a foundation of mortar. The posts in the basketwork are not trunks divided into halves but planks. The basketwork is fixed with a riveting machine. The woodwork is impregnated against rot and the thatched roof is fireproof. Under the turf on top of the roof lies synthetic building material.

Different concessions are made to make the building usable for the public. The fire extinguisher, the smoke detector and the emergency exits were compulsory. The entries were made wider so the building was also accessible for the wheelchair users. The lamps were essential for the lighting in spite of the two windows. The electric wire was vital for the lamps and the signs of the emergency exits.

The reconstruction aboveground is based on hypotheses and ideas. The construction must be based on archaeological remains, constructive assumptions and historical sources. The historical sources from this period are scarce and often the subject of these sources is the city and not the countryside. The archaeological re-

mains tell about the sizes, the proportions, the depth and the size of postholes. The information is scarce about this type of buildings. The construction is built on the base of some facts of the house plan. The design started with the fact that the house plan had twelve inner posts or six trusses and the two entrances at either end of the house plan. The distances between the posts of the trusses resemble the house plan. The total length is comparable with the house plan because these posts are based on the postholes of the entrances. Some archaeological facts are in contradiction with the design and the reconstruction of the museum. In the design, the distances between the trusses are equal but the house plan shows irregularities. The distances on the southwestern site are smaller. This change is not incorporated in the later drawings. Between the postholes of the entrances and the postholes of the trusses is a larger distance in the house plan than between the trusses themselves. The drawing shows a distance similar to the distances between the trusses. On the house plan, the trusses form almost a perfect rectangle and this shape is characterising for the type *Dom-melen*. The trusses of the design form a truncated oval more comparable with the type *Gasselte*.

The drawings are not based on the outer posts of the original house plan but on the presence of outer posts in other house plans. The designers found the proof in other boat shaped houses in the south of the Netherlands and probably other house plans gave an indication of the distance between the outer posts and the inner posts. The postholes in the plan show a bigger distance between the inner posts and the outer posts, namely two to three metres. The trusses in the drawing show beams of 30 centimetres comparable with archaeological facts but the building firm has chosen for the utilisation of trunks with a diameter of 40 centimetres.

The finds of the excavation point out that iron was available to the inhabitants of the settlement but iron was too valuable to use it in cases that wood could be an alternative. Probably, the production was local in this period. Iron nails and iron door fittings can be justified. The used wood for raw material is oak and spruce. The research of wood and seed do not provide evidence to justify the use of spruce.

The period goes with a certain technology. In this period, the saw is not yet in use and the axe is the most important tool for building constructions. The reconstruction shows marks of sowing and this is not justifiable. The level of technology is capable to place two queen posts with a corresponding tie beam on each truss (HARSEMA 1985, 210) but the choice for a collar beam for a roof construction can also be justified (HEIDINGA 1987, 51. HUIJTS 1992, 18). Some archaeologists show a construction with only trusses for this period (ZIMMERMANN 2002, 165). The reconstruction has a construction with two collar beams and this choice can be criticised because in this way the attic cannot be used because of the height of only 130 centimetres (HARSEMA 2003, announcement).

## Conclusion

The differences between the reconstruction and the archaeological facts are clear. The reconstruction resembles the type *Gasselte* and not the type *Dommelen*, typical for the south of the Netherlands. The museum is not to blame for these differences because of the circumstances and the HOME built a reconstruction to own abilities. From this mistake, the museum and other museum can learn to take more time for research and involving archaeologists. The differences between the design and the house plan would have been noticed and the mistake could have been prevented.

Lack of time and money both played a role in deferring too far from the ideal reconstruction. The thicker posts provide a totally different image than the drawings. The museum makes a blunder in this case. In the Netherlands there is a second reconstruction of a boat shaped building in Amersfoort-Schothorst from an earlier period in the Middle Ages and this reconstruction gives a primitive image of the construction through the use of natural connections. The reconstruction in the HOME could have given a totally different image to the public. It is a shame that this conflicting image is not given to the public visiting the two museums. The difference would have aroused questions.

The museum cannot change the reconstruction but can provide more correct information about the reconstruction. The public has to understand that this construction is just one of many possibilities. This article could be seen as a start of giving the correct information about reconstructions.

### Acknowledgements

I would like to express my gratitude to the following people. This article is the result of a training at the Historical Open-air Museum in Eindhoven in the summer of 2003. The writing of this article would not have been succesful without the support of the University of Groningen and the HOME. Especially I want to thank Dr. J. Bos (RuG) and Drs. R. Paardekooper (HOME) for their guidance. The employeers of the HOME would always answer my questions and there were many as a result of the lack of written sources.

The conversations with Ir. H. Strijbos, Drs. J. Flamman (University of Amsterdam), Drs. N. Arts (municipal archaeologist of Eindhoven) and Dr. O. Harsema (RuG) helped me with my research and without them I would not have been able to bring

my research to proper results. The building firm de Bont has sent me several drawings and notes from the construction and these were necessary to make a good comparison between the house plan and the construction.

### Annotations

- 1 In the Netherlands this fertile layer is called by this Dutch term.
- 2 Alder, birch, hornbeam, dogwood, hazel, beech, ash, holly, honeysuckle, apple, pear or hawthorn, plum, oak, willow and elm.
- 3 All measurements are taken from the surface drawing EHV-BX-91, number 2.

### Bibliography

- ARTS, N. 1991: Blixembosch: de voorspelling, testopgraving en betekenis van een verlaten middeleeuwse nederzetting te Eindhoven. *Westerheem* 40. Amsterdam 1991, 165-172.
- ARTS, N. 1991a: Veel belovende resultaten profopgraving Blixembosch. *Nieuwsbrief Archeologische Werkgroep Eindhoven* 3. Eindhoven 1991, 10-15.
- ARTS, N. 1992: De opgraving Blixembosch. *Nieuwsbrief Archeologische Werkgroep Eindhoven* 1. Eindhoven, 1992, 15.
- ARTS, N. 1993: Middeleeuwse hoeven op Blixembosch bij Eindhoven. In: Roymans, N., Theuws, F. (Hrsg.), *Een'en al zand. Twee jaar graven naar het Brabantse verleden. 's-Hertogenbosch* 1993, 106-115.
- HARSEMA, O. H. 1985: Het verleden herbouwd. Boerderijconstructies in prehistorie en middeleeuwen. In: Steehouwer, K. J., Warringa, A. H. C. (Hrsg.), *Archeologie in de praktijk: methoden en technieken voor de (amateur-) archeoloog*. Weesp 1985, 208-224.
- HEIDINGA, H. A. 1987: Medieval settlement and Economy North of the Lower Rhine. *Archaeology and history of Kootwijk and the Veluwe (the Netherlands)*. Assen 1987.
- HUIJTS, C. S. T. J. 1992: De voor-historische boerderijbouw in Drenthe. *Reconstructiemodellen van 1300 vóór tot 1300 na Chr.* Arnhem 1992.

- LUIJTEN, H. 1994: Zadenanalyse van waterputmonsters uit Eindhoven-Blixembosch-1991. Intern rapport. Eindhoven 1994.
- THEUWS, F. et al. 1990: Medieval Settlement at Dommelen. Amsterdam 1990.
- VAN DOESBURG, J. 2002: House plans from Late Medieval settlements in the Dutch central river area: looking for a needle in a haystack. In: Klapste, J., Tomasek, M. (Hrsg.), The rural house from the migration period to the oldest still standing buildings. Supplementum 15, Ruralia IV. Praag 2002, 151-163.
- VAN RIJN, P. 1993: De resultaten van het determinatie-onderzoek van de houtmonsters van Eindhoven-Blixembosch. Intern rapport. Eindhoven 1993.
- VERHOEVEN, A., VREENEGOR, E. 1991: Middeleeuwse nederzettingen op de zandgronden in Noord-Brabant. In: Bijsterveld, A. J. et al. (red.), Bewoning en samenleving in het middeleeuwse Noord-Brabant. 's-Hertogenbosch 1991, 59-72.
- WATERBOLK, H. T., HARSEMA, O. H. 1979: Medieval farmsteads in Gasselte (Province of Drenthe). *Palaeohistoria* XXI, Jaargang 29, Volume 21. Rotterdam 1979, 227-266.
- ZIMMERMANN, W. H. 2002: Kontinuität und Wandel in Hausbau südlich und östlich der Nordsee vom Neolithikum bis zum Mittelalter. In: Klapste, J., Tomasek, M. (Hrsg.), The rural house from the migration period to the oldest still standing buildings. Supplementum 15, Ruralia IV. Praag 2002, 164-168.

Proofs of illustration:

Fig. 1: Verfasserin

Anschrift der Verfasserin

Nadine Maria Lemmers  
 Haddingestraat 45/4  
 9711 KC Groningen  
 NETHERLANDS

# Koptische Nadelbindungstextilien im Museum der Kulturen Basel

Gudrun Böttcher

Auf die Sammlung koptischer Textilien im Museum der Kulturen Basel bin ich durch den Bericht „Nichtgewebte Textilien vor 1400“ von R. von Bültzingslöwen (VON BÜLTZINGSLÖWEN 1954) aufmerksam geworden. Die in diesem Bericht veröffentlichten Fotos haben mir gezeigt, dass diese Sammlung Nadelbindungstextilien enthält, deren Stichvarianten zu den „komplizierten Systemen“ (NORDLAND 1961) dieser Technik gehören. Frau Nabholz-Kartaschoff und Frau Hartmann vom Museum der Kulturen Basel gestatteten mir die Untersuchung der Textilien; ihnen sei nochmals ganz herzlich für ihr großes Entgegenkommen gedankt!

Zu dieser Sammlung koptischer Textilien gehören insgesamt 24 überwiegend vielfarbige Exemplare in Nadelbindung, darunter sieben Socken mit Unterteilung der Spitze, zwölf Socken mit ungeteilter Zehenspitze, zwei Pantöffelchen, ein Fragment einer Socke ohne Zehenspitze und zwei Fragmente, deren ursprüngliche Funktion nicht mehr erkennbar ist. Zwei Socken und die beiden Pantöffelchen sind aus Pflanzenfasern, die übrigen Stücke aus Wolle (evtl. auch Ziegen- oder Kamelhaar) unterschiedlicher Qualität, Stärke und Spinnrichtung gefertigt.

Die Stichvarianten aller 24 Stücke habe ich durch mühevolleres Verfolgen des Fadenverlaufs entschlüsselt und neun verschiedene Stichvarianten unterschiedlicher Stichtypen (HALD 1980) sowohl symmetrischer als auch asymmetrischer Stichtypen erhalten, die alle zu den „komplizierten

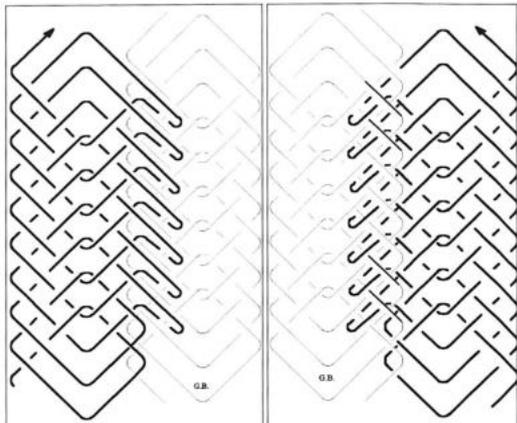


Abb. 1: a – Vorderseite der Stichvariante F(L)2.1UOO/UUOO. – b: Rückseite der Stichvariante F(L)2.1UOO/UUOO.

Systemen“ der Nadelbindung gehören. Bis auf zwei Varianten (Abb. 1a-2b) lassen sich alle gemäß E. HANSEN (1990) beschreiben. Für eine Ausnahme habe ich das Beschreibungssystem erweitert, da diese in gleicher oder ähnlicher Form unter Nadelbindungstextilien häufiger zu finden ist. Die in Abb.1a und 1b gezeigte Variante gehört zum Stichtyp III und eine einzelne Reihe lässt sich mit UOO/UUOO beschreiben. Die Verbindung einer neuen Reihe mit der Vorreihe erfolgt nicht mit den Schlaufenteilen der linken oder rechten Außenkante der zuletzt genähten Reihe, sondern mit den links der Reihenmitte liegenden Schlaufenteilen. Diese Schlingen sind, bezogen auf die linke Außenkante, die zweite für eine Verbindung geeignete Reihe von Schlingen. Als Bezeichnung für diese Art Verbindung habe ich „F(L) 2.1“ gewählt. „F“ bedeutet wie bei E. Hansen, dass die Schlaufen der Vorreihe von der Vorderseite her auf die Nadel genommen werden, „(L)“ steht für die Verbindung mit den Schlaufen der linken Seite der Vorreihe, „2.“ heißt, dass die Schlingen der zweiten für eine Verbindung geeigneten Reihe durchnäht werden, und „1“ steht für die Anzahl der Schlaufen, die durchnäht werden, im vorliegenden Fall eine Schlaufe. Es sind Nadelbindungstich-

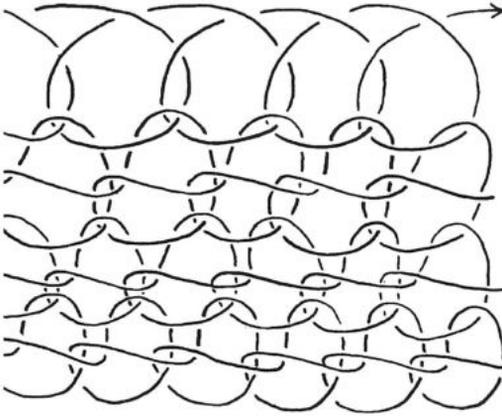


Abb. 2a: Inv. Nr. III 16705, Vorderseite.

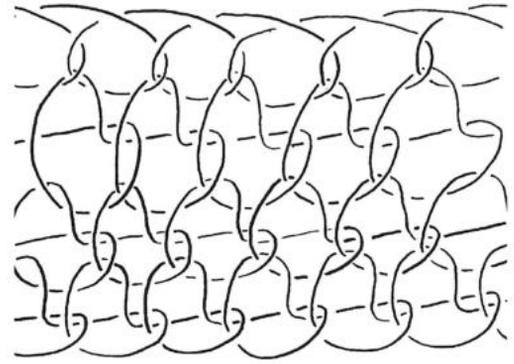


Abb. 2b: Inv. Nr. III 16705, Rückseite.

varianten vorstellbar, bei denen es noch weitere Reihen oben liegender Schlaufen gibt, die bei einer Verbindung durchnäht werden könnten. Diese können dann entsprechend von der Außenkante zur Mitte hin durchnummeriert werden.

Die andere, in Abb. 2a und Abb. 2b dargestellte Ausnahme tritt in dieser oder ähnlicher Art meines Erachtens so selten auf, dass ich sie nur anhand von Zeichnungen erläutere. Sie hat die Ausgangsreihe U/OU. Die Verbindung einer neuen Reihe erfolgt mit zwei Schlingen der Vorreihe, die auf der Rückseite der Arbeit aufgenommen werden. Der erste Stich der Verbindung ist in Abb. 3a dargestellt. Bei allen weiteren Stichen werden jeweils die nächstfolgende Schlinge der Vorreihe und erneut die beim letzten Stich zuerst aufgenommene Schlinge durchnäht (Abb. 3b). Um diese Stichvariante in die Tabelle aufnehmen zu können, habe ich sie provisorisch mit B(L)2.2U/OU beschrieben.

In einschlägiger Fachliteratur wurde lange Zeit über die Herstellungstechnik koptischer Textilien, insbesondere Socken, diskutiert, die aussehen, als seien sie aus „rechts verschränkten“ Maschen gestrickt. Intensive Untersuchungen (VON BÜLTZINGSLÖWEN 1954. BURNHAM 1972) haben ergeben, dass diese Textilien nicht gestrickt, sondern durch „Umfassendes Verschlingen“ (SEILER-BALDINGER 1991) hergestellt worden sind, einer gemäß O. Nordland „weniger komplizierten Technik“ der Nadelbindung. In diesem Zusammenhang ist die umfangreiche Sammlung koptischer Nadelbindungstextilien im Museum der Kulturen Basel von herausragender Bedeutung, da sie dokumentiert, dass unter den koptischen Nadelbindungstextilien die Stichvarianten der „komplizierten Systeme“ ebenso stark vertreten sind, wie die der „weniger komplizierten Techniken“.

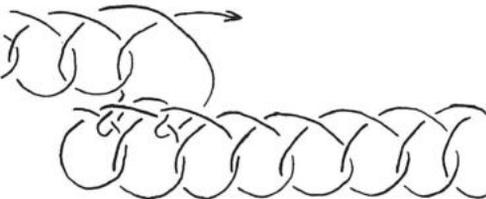


Abb. 3a: Inv. Nr. III 16705, 1. Verbindungsstich.

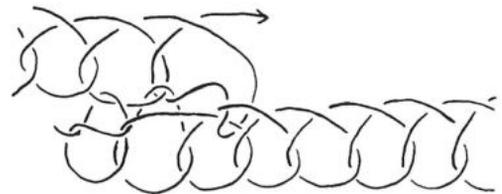


Abb. 3b: Inv. Nr. III 16705, 2. und alle folgenden Verbindungsstiche.

Stichtyp/ Stichvariante	Inv. Nr.
I/ B(L) 2.2 U/OU	III 16705
II/ F(L) 1 UO/UOO	III 14164, III 15449
II/ F(L) 2 UO/UOO	III 11895 (Abschluss)
II/ F(L) 2 UO/UOO	III 15450
II/ F(L) 3 UU/OOO	III 15493, III 15494
III/ F(L) 1 UOO/UUOO	III 15472
III/ F(L) 2 UOO/UUOO	III 2169, III 2136, III 14882, III 14883, III 14885, III 15448, III 15451, III 15473, III 15474, III 15476, III 15478, III 15479
III/ F(L) 2.1 UOO/UUOO	III 14884, III 15397, III 15475, III 15477, III 11895
III/ F(L) 4 UUU/OOOO	III 16703

Tab. 1: *Koptische Textilien in Nadelbindungstechnik (Vantsöm) im Museum der Kulturen Basel.*

Interessant war der Vergleich des vorliegenden, meines Erachtens repräsentativen, breiten Spektrums an Stichvarianten mit dem in Nordeuropa vorkommenden. Es zeigt sich, dass sowohl in Ägypten als auch in Nordeuropa eine große Vielfalt von Nadelbindungsstichvarianten genäht wurde. In beiden Regionen gehören die am häufigsten genähten Stichvarianten der „komplizierten Systeme“ den Stichtypen II und III an, und auch die Stichvarianten innerhalb dieser Stichtypen entsprechen einander. Auffallend ist, dass die Stichvariante F(L)2.1UOO/UUOO unter den koptischen Textilien relativ häufig vorkommt, während sie in Nordeuropa bisher nur einmal bei einem in die Wikingerzeit datierten (Strumpf-) Fragment aus einem Grab in Karelrien (VAHTER 1934) und in etwas abgewandelter Art (F(L)2.2UOO/UUOO) bei einem mittelalterlichen Fragment aus Müsen, Deutschland (BÖTTCHER 1991), gefunden wurde. Interessant ist auch, dass die Stichvariante des Stichtyps I, in der ein Babysöckchen dieser Sammlung (Inv. Nr. III 16705) genäht

ist, in sehr ähnlicher Form bei der Kopfbedeckung aus Dokkum (BÖTTCHER 1998) wiederzufinden ist; beide Textilien bestehen nicht aus Wolle, sondern aus Pflanzenfasern, und ihre Sticharten sind unter den mir bekannten historischen Nadelbindungstextilien bisher einmalig. Aus Gründen der Vollständigkeit sei hier noch erwähnt, dass das weiter oben erwähnte „Umfassende Verschlingen“ bei aus der Wikingerzeit stammenden Funden in Birka, Schweden, vorkommt (GEIJER 1938).

### Abstract

The Museum der Kulturen Basel has got a big collection of coptic textiles that includes 24 specimens, mostly socks, which are made in the technique of Nålebinding. The method in which each one was made is analysed and a comparison of the wide number of variations with those of Northern Europe is given.

### Literatur

- BÖTTCHER, G. 1991: Nadelbindungstechnik: Mittelalterlicher Textilfund in Müsen – Nachbildungsversuch. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 6. Oldenburg 1991, 331-338.
- BÖTTCHER, G. 1998: Eine fast verlorene Textiltechnik – Rekonstruktionsversuch einer Kopfbedeckung aus dem 19. Jahrhundert. Arbeitsblätter für Restauratoren 1, 98. Mainz 1998.
- VON BÜLTZINGSLÖWEN, R. 1954: Nichtgewebte Textilien vor 1400. Wirkerei- und Strickerei-Technik. Coburg 1954.
- BURNHAM, D. K. 1972: Coptic Knitting: An Ancient Technique. Textile history 3. Washington 1972.
- GEIJER, A. 1938: Birka III. Die Textilfunde aus den Gräbern. Uppsala 1938.
- HALD, M. 1980: Ancient Danish Textiles from Bogs and Burials. Kopenhagen 1980.
- HANSEN, E. 1990: Nålebinding: definition and description. Textiles in Northern Archaeology, NESAT III. Textile Symposium in York. London 1990.

- NORDLAND, O. 1961: Primitive Scandinavian Textiles in Knotless Netting. Oslo 1961.
- SEILER-BALDINGER, A. 1991: Systematik der Textilen Techniken. Baseler Beiträge zur Ethnologie 32. Basel 1991.
- VAHTER, T. 1934: Tuukkalan neulakinnas. Finska Fornminnesföreningens Tidskrift XL.

Abbildungsnachweis:  
Alle Abb.: Verfasserin

Anschrift der Verfasserin  
Gudrun Böttcher  
Borkumer Straße 46  
14199 Berlin

# Die Gugel und ihre Trageweisen im Experiment

Katrin Kania

Die Gugel ist eine extrem vielseitige Kopfbedeckung, wahrscheinlich sogar die vielseitigste Kopfbedeckung überhaupt. Besondere Beachtung wird ihr in der bisherigen Forschung jedoch nicht geschenkt. Dies ist ein Umstand, der geradezu ironisch anmutet, wenn doch in jeder Kostümgeschichte zu lesen ist, dass die Gugel enorm wichtig war und von jedermann getragen wurde. Dem folgt meist noch eine kurze Beschreibung und eine grobe Datierung – aber nicht mehr. Besonders im Vergleich mit der Anzahl abgebildeter Gugeln auf Bildern des späten Mittelalters fällt die sozusagen stiefmütterliche Behandlung der Gugel auf, denn hier finden sich erhebliche Mengen an Gugeln. Zahlreiche Trageweisen lassen zudem nicht sofort erkennen, dass hinter der abgebildeten kuriosen Kopfbedeckung eine Form der Gugel steht – so werden schnell eindeutige Belege übersehen. Nach dem Ende des 15. Jhs. wurde diese Kopfbedeckung schließlich von der Mode vergessen und findet sich nur noch vereinzelt. Aber selbst heute existieren noch Formen der Gugel, wenn auch sehr selten: nämlich als (gestrickte) Kindermützen und – laut allen gängigen Kostümkunde- und Kostümgeschichte-Büchern – im Habit der Geistlichen.

Im Rahmen meiner Magisterarbeit habe ich mich intensiv mit der Gugel, ihrer Geschichte und ihren Trageeigenschaften auseinander gesetzt. Zielsetzung der Arbeit war zum einen, einige Gugeln nachzunähen und dadurch Erkenntnisse über die benötigte Zeit zur Herstellung, die Trageeigenschaften und die Möglichkeiten ei-

ner Gugel zu gewinnen, zum anderen aber auch, über den Vergleich verschiedener Trageweisen mit mittelalterlichen Bildquellen nachzuweisen, dass die Gugel in verschiedenen Varianten eine extrem häufig verwendete Kopfbedeckung des späten Mittelalters war. Mehr und mehr zeichnete sich dabei ab, in wie vielen Aspekten des mittelalterlichen Lebens die Gugel vertreten war bzw. zu nennen ist. Um mit der großen Fülle unterschiedlicher Formen und Trageweisen sinnvoll arbeiten zu können, war eine Klassifizierung sowohl der Kragen- und Schwanzformen als auch der Trageweisen der Gugel unumgänglich.

Die Forschungslage zur Gugel ist nur auf den ersten Blick gut. Die meisten kostümkundlichen Artikel, die die Gugel zum Thema haben, berufen sich letztendlich auf die Werke von VON BOEHN (1925) aus dem ausgehenden 19. Jh., die wiederum auf vorangegangenen kostümkundlichen Büchern beruhen. Dies bedeutet allerdings, dass durch das Zitieren in jüngeren Werken der Eindruck entsteht, die Gugel sei gut und rezent erforscht; letztendlich werden aber nur die Erkenntnisse bzw. Thesen der frühesten Kostümkunden weitervermittelt. Die Seltenheit archäologischer Textilfunde wirkt sich ebenfalls erschwerend auf die Forschung aus. Nur in wenigen Fällen ist es möglich, eine im Boden erhaltene Textilie eindeutig als Kleidungsstück zu identifizieren. Auch die Publikationslage lässt hier zu wünschen übrig, obwohl die textilen Fundstücke aus den spätmittelalterlichen Latrinen oder aus anderen Kontexten sicherlich wertvolle Erkenntnisse für die Textilforschung liefern könnten. Wie in der Archäologie leider oft der Fall, sind die publizierten Stücke meist nicht in Monographien oder anderen Übersichtswerken zusammengefasst, sondern – häufig nur sehr knapp – in kleinen Aufsätzen oder Vorberichten vor allem in verschiedenen Zeitschriften publiziert; die Erwähnung von Vergleichsfunden beschränkt sich im Normalfall auf die bekannten Stücke von Her-

jølfsnes (NÖRLUND 1924) oder auf die Bocksten-Gugel (NOCKERT 1997). Auch Informationen über Gugeln in Museumsdepots oder anderen Archiven sind, bedingt durch die hohe Belastung der dort Beschäftigten, eher selten verfügbar. Das Ausfindigmachen möglichst vieler erhaltener Gugeln gestaltet sich somit schwierig. Die Kunstgeschichte, soweit es sich nicht explizit um kunsthistorische Realienforschung handelt, setzt sich mit den abgebildeten Kleidungsstücken üblicherweise nur wenig auseinander. Wichtiger sind dieser Fachrichtung der Stil des Künstlers und eventuelle Symbolgehalte, die durch Farbwahl oder die Abbildung bestimmter Gegenstände vermittelt werden sollen. Rein kunstgeschichtliche Literatur gibt damit nur wenig Hilfen bei der Erforschung mittelalterlicher Kleidungsstücke. Bei einem Versuch, Bildquellen selbst auszuwerten, wird schnell klar, dass mit den Abbildungen, auf denen Gugeln zu erkennen sind, ganze Bände gefüllt werden könnten: Hat sich der Betrachter erst einmal „eingesehen“, so lässt sich auf fast jedem Bild des späten Mittelalters, auf dem mehr als zwei Männer abgebildet sind, mindestens eine Gugel erkennen.

Für eine grundlegende Arbeit über Gugeln war es notwendig, eine leicht verständliche, eingängige Terminologie zu finden, um in Zukunft mit deren Hilfe Gugeln ohne Gefahr von Missverständnissen beschreiben zu können. Insbesondere die Bezeichnungen der verschiedenen Schwanzvarianten entstanden in der Bemühung, allgemein mit der entsprechenden Form assoziierte Begriffe zu verwenden. Bereits in der Forschungsliteratur etablierte Bezeichnungen sind „Gesichtsöffnung“, „Kragen“ und „Scheitel“. Alle übrigen Bezeichnungen werden hier neu definiert. Mit den durch Bildquellen belegten Kombinationen unterschiedlicher Kragenarten mit verschiedenen Schwanztypen entstehen Begriffspaare, die es erlauben, eine vorliegende Gugel eindeutig zu klassifizieren. Wie so häufig in

der Sachkultur bestehen natürlich auch hier Übergangsformen, die schwer eindeutig zu bestimmen sind.

Bei einer Gugel handelt es sich um eine kapuzenartige Kopfbedeckung mit angeschnittenem Kragenteil, der mindestens den Hals des Trägers bedeckt. Zusätzlich kann der Kragen die Schultern sowie die Brust und den oberen Teil des Rückens bedecken. Die Öffnungen der Gugel sind die Gesichtsöffnung, d. h. die Öffnung am vorderen Rand des Kopfteils, und eine Öffnung am unteren Rand des Kragens; bei einer geknöpfen Gugel ist das Kleidungsstück zusätzlich unter dem Kinn bis zum Kragenrand zu öffnen. Weiterhin ist eine Gugel auf mindestens zwei grundlegend unterschiedliche Arten tragbar und im Idealfall auch durch Bildquellen in den unterschiedlichen Trageweisen dokumentiert. Dies bedeutet z. B. mit dem Hals im Halsteil, A1-3, und mit der Gesichtsöffnung auf dem Kopf, B1-3, zwei Möglichkeiten, die mit allen Gugeln machbar sind (zur Klassifizierung der Trageweisen s. u.). Die Gugel kann einen Schwanz, d. h. einen am Hinterkopf angebrachten Fortsatz aufweisen, dies ist aber kein für die Definition zwingend notwendiges Merkmal. Die mittelalterliche Bezeichnung „gugel“ und ihre Varianten können hingegen eine Gugel im Sinne dieses Textes oder eine an einem anderen Kleidungsstück befestigte einfache Kapuze bezeichnen. Ähnlich ist unter dem mittelhochdeutschen „kappe“ entweder eine Kopfbedeckung oder ein langer Reisemantel zu verstehen. Bei letzterem ist davon auszugehen, dass er mit einer Kapuze ausgestattet war.

Die Gugel (Abb. 1) besteht aus einem Kopfteil (oft auch als Kapuze bezeichnet), der stets oben und hinten zusammengenäht ist. Flach ausgelegt ist dieser Teil meist mehr oder weniger rechteckig. An der vorderen Seite des Kopfteils befindet sich die Gesichtsöffnung; die unten liegende kurze Seite bildet, zusammen mit dem Ansatz des Kragens, den Halsteil. An der hinteren

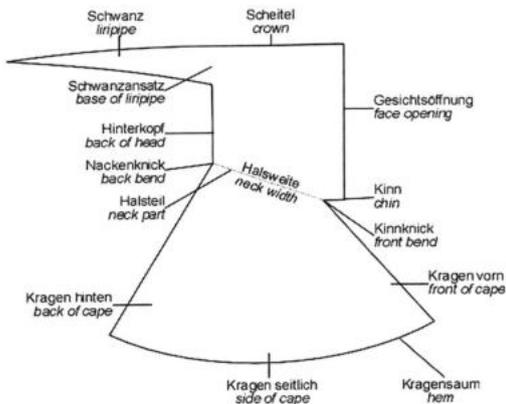


Abb. 1: Schemazeichnung einer Gugel und Bezeichnung der Teile.

oberen Ecke kann der Kopfteil, den anatomischen Gegebenheiten folgend, stark abgerundet sein. An den Kopfteil der Gugel angeschnitten, befindet sich eine Art Cape oder kurzer Umhang, der je nach Variante kurz und relativ eng nur den Hals und Halsansatz oder, weiter und länger geschnitten, auch Brust und Schultern bedeckt. Im Text wird dieser Teil Kragen genannt. Dieser angeschnittene Kragen kann rundum geschlossen sein oder in der vorderen Mitte mit Knöpfen oder Schnürung verschlossen werden. Bedeckt das Cape nur den Hals, ist von einer Halskragengugel die Rede. Werden auch die Schultern und der obere Teil von Brust und Rücken bedeckt, wird das Stück als eine Schulterkragengugel bezeichnet. Die Längen des Capes können vorn und hinten unterschiedlich sein. Ist der Kragen vorn durch Knöpfe oder Bänder verschlossen, wird das Exemplar als geknöpfte Gugel angesprochen. Meist ist das Cape durch einen oder mehrere eingesetzte Keile erweitert, bei der Schulterkragengugel üblicherweise vorn in der Mitte, bei der Halskragengugel und der geknöpfte Gugel links und rechts des Halses. Besonders in der gehobenen Tracht des 14. und 15. Jhs. wird der untere Rand des Capes, ebenso wie der Schwanz der Gugel, gern mit Zaddelung verziert.

Ebenso existieren Bildquellen von Gugeln, deren Kragen auf dem Rücken in einer Spitze ausläuft und mehr als den halben Rücken bedeckt und von Exemplaren, deren Schulterkragen an den Seiten, also über den Schultern, geschlitzt ist. Diese Formen der Gugel werden, da sie ansonsten nicht besonders abweichen, zu den Schulterkragengugeln gezählt. Ein noch als Gugelkragen tragbarer Kragen sollte seitlich und vorn bei nach unten hängenden Armen nicht über die Ellbogen hinausgehen.

Der Übergang zwischen Kapuze und Kragen entspricht der Linie zwischen Kinn- und Nackenknicke. Als Halsteil bezeichnet, ist er die engste Stelle der Gugel und gibt damit einige Auskunft über den Kopfumfang des Trägers. Bei den erhaltenen Gugeln liegt der Kinnknick in der Regel tiefer als der Nackenknicke; der Halsteil verläuft damit leicht schräg nach oben hinten. Da die Gugeln üblicherweise so aus dem Stoff gefertigt werden, dass die Gesichtsöffnung im Fadenlauf verläuft, die Linie zwischen Nacken und Kinn aber nicht im rechten Winkel dazu, dehnt sich der Stoff an dieser Stelle schräg zum Fadenlauf etwas. Die Halsweite bezeichnet damit den gemessenen Abstand zwischen Kinnknick und Nackenknicke. Der Überstand der Kapuze über den Halsteil, der bei voll aufgesetzter Gugel unter dem Kinn zu liegen kommt, ist entweder mit einer Naht oder – bei der geknöpfte Variante – mit Knöpfen bzw. einer Schnürung verschlossen. Dieser Teil wird im Folgenden Kinn genannt. Das Vorhandensein dieses Teils der Gugel ist für die Passform und für das Abschließen der Gugel rund um den Kopf des Trägers von entscheidender Bedeutung. Halsteil und Kinnknick sind bei den archäologisch belegte Gugeln oft beschädigt, stark beansprucht oder repariert, eine Folge häufigen Auf- und Absetzens der Gugel. Auch bei den nachgenähte Gugeln, insbesondere wenn sie eng anliegen, wird die Naht am Kinnknick am schnellsten beschädigt.

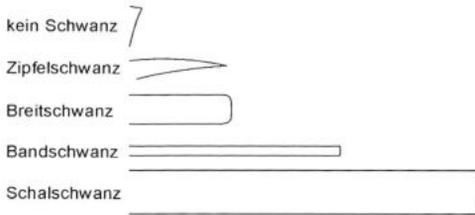


Abb. 2: Schemazeichnung der verschiedenen Schwanzformen bei Gugeln.

Am obersten Teil der Hinterkopfnah der Kapuze ist bei den meisten Gugeln ein unterschiedlich ausgeprägter Schwanz angebracht. Dieses Anhängsel der Gugel, in der Kostümliteratur oft als „Sendelbinde“ bezeichnet, wird meist als nutzloser, wenn nicht sogar störender Zierrat abgetan (HARRISON 1960, 50. SANDKLEF 1985, 21). Für die Schwänze der Gugeln existieren weiterhin die verschiedensten Bezeichnungen, u. a. „Schwanz“, „Zipfel“, „Sendelbinde“ und „Zopf“; der englische Terminus lautet „liripipe“. Eine logisch aufgebaute Terminologie, die zwischen den unterschiedlichen Schwanztypen unterscheidet, existiert jedoch bislang nicht. Da sich die Gugeln durch ihre Schwänze deutlich voneinander unterscheiden und die unterschiedlichen Formen auch Tragemöglichkeiten und Trageigenschaften merklich beeinflussen, wird im Folgenden eine neue Terminologie vorgeschlagen. Um möglichst große Klarheit zu erreichen und das intuitive Erfassen der Formen nach ihren Bezeichnungen zu ermöglichen, liegen den hier eingeführten Begriffen im Duden angeführte Wortbedeutungen zugrunde.

Bei sämtlichen Gugeln, die Schwänze besitzen, sind diese aus dem gleichen Material wie die Gugel selbst. Eine echte „Sendelbinde“, also die Identifikation eines seidenen Fundstückes als Gugelschwanz, ist mir nicht bekannt. Lediglich auf Bildern lassen sich möglicherweise als „Sendelbinde“ anzusprechende Schmuckbänder aus Zendal, dünnem, taftgebundenem Seidenstoff oder vergleichbar leichtem

Material mit vorwiegend zierendem Charakter identifizieren, allerdings scheinen sie an eher hutartigen Kopfbedeckungen befestigt zu sein, die wohl nicht mehr als Gugeln anzusprechen sind. Die chronologische Unterscheidung der Ausprägungen des Schwanzes greift m. E. nicht oder ist zumindest viel komplexer als oft vermutet, denn auch spätmittelalterliche Bilder zeigen noch Gugeln mit kurzen, tütenförmigen Zipfeln, die bei den üblichen Chronologien als frühe Formen angesprochen werden.

Der beschriebene Fortsatz am oberen hinteren Teil der Gugel wird hier grundsätzlich als Schwanz bezeichnet. Die verschiedenen Ausprägungen des Schwanzes können wie folgt beschrieben werden (Abb. 2): eine kurze tütenförmige, spitz zulaufende Variante als Zipfel oder Zipfelschwanz mit einer maximalen Länge von ca. 35 cm, die ca. 6-10 cm breite und ebenfalls kurze Form als Breitschwanz, eine schmale, lange Ausprägung als Bandschwanz mit einer ungefähren Breite von 1-4 cm und einer Länge von 60-100 cm und schließlich die sehr lange, breite Version des Schwanzes an Gugeln des 15. Jhs., in etwa so lang wie der Träger und ca. 12 cm oder breiter als Schalschwanz. Gugeln ohne Schwanz werden, der bereits gebräuchlichen kostümkundlichen Terminologie folgend, als Gugelhaube oder als schwanzlose Gugel bezeichnet. Wie bei allen modischen Kleidungsstücken liegen auch bei der Gugel Übergangsformen zwischen verschiedenen Ausprägungen des Schwanzes vor; bei diesen Mischtypen bietet sich eine Bezeichnung beispielsweise nach dem Schema „Mischform Bandschwanz/Zipfelschwanz“ an. Verhältnismäßig häufig findet sich eine Mischform zwischen Breitschwanz und Bandschwanz mit einer ungefähren Breite von 6-9 cm und einer Länge von 40-60 cm. Die Konstruktionsweise des Schwanzes variiert ebenfalls je nach Typ. Kurze Schwanzformen, also Zipfel- und Breitschwanz, können ohne Probleme vollstän-

dig an den Kopfteil der Gugel angeschnitten werden. Bei den Bandschwänzen als längeren Formen besteht die Möglichkeit, den Schwanz teilweise anzuschneiden und den Rest anzusetzen, wie dies bei der Bocksten-Gugel der Fall ist, oder den Schwanz vollständig anzusetzen (Beispiele dafür finden sich in Herjolfsnes). Der Schalschwanz scheint, den Bildquellen nach zu urteilen, stets vollständig angesetzt worden zu sein.

Auf Bildquellen findet sich die Gugel ohne oder mit nur angedeutetem Schwanz, mit Zipfelschwanz, mit Breitschwanz, mit Bandschwanz, mit einer Mischform aus Zipfelschwanz und Bandschwanz, mit Schalschwanz und mit gezaddeltem Schalschwanz.

Eine mögliche Entwicklungsreihe für die Gugel könnte mit einem rechteckigen Kopfteil beginnen. Diese Form entspricht der auf frühen Abbildungen erkennbaren rechteckigen Kapuze an Kleidungsstücken. Der nächste Schritt, die Verlängerung der hochstehenden Ecke, führt zu einem Zipfelschwanz. Durch erneute Verlängerung dieses Schwanzes entsteht mit einer gewichtsbedingten Verschmälерung die nächste Variante, der Bandschwanz, der sich etwa ab dem 14. Jh. finden lässt. Ebenfalls auf Bildquellen des 14. und 15. Jhs. findet sich der Breitschwanz. Im 15. Jh. wird der Gugelschwanz stark verlängert und verbreitert, was die Schalschwanzgugel mit meist mannslangem Schwanz ergibt. Durch das hohe Gewicht des Schalschwanzes ist es nicht mehr angenehm, die Gugel aufgesetzt mit nach hinten frei herabhängendem Schwanz zu tragen; bei der aus den Abbildungen ersichtlichen üblichen Länge würde der Schwanz außerdem hinter dem Träger auf dem Boden schleifen. So ergeben sich leichte Modifikationen der Trageweisen: Der Schwanz wird entweder um den Hals geschlungen, im Gürtel fixiert, über die Schulter gelegt oder alternativ die ganze Gugel über die Schulter gelegt getragen. In dieser Chronologie sind die Zipfel-

schwanzgugel und die schwanzlose Gugel als Durchläufer anzusehen, die vom Beginn der Entwicklung der Gugel bis ins 15. Jh. einschließlich getragen werden. Für die anderen Schwanzformen gilt, dass sie einmal eingeführt ebenfalls bis in die Endzeit der Gugel auf Bildquellen feststellbar sind, die Formenvielfalt der Gugel sich also nur erweitert. Eine Chronologie, die sich vor allem auf Bildquellen stützt, ist allerdings nach wie vor nur unter Vorbehalt anzuwenden, da das erste Auftauchen eines Kleidungsstückes in der Kunst lediglich den *terminus ante quem* für das Stück geben kann; auch besteht immer die Möglichkeit, dass sich altmodische Elemente in der Kunst finden, um dem Betrachter bestimmte Inhalte zu vermitteln.

Die früheste Kopfbedeckung aus Kapuze mit einem Kragen stammt von der Insel Orkney (HENSHALL 1952, 9-13). Das Fundstück wurde mittels der <sup>14</sup>C-Methode auf 250-615 n. Chr. datiert. Der Schnitt unterscheidet sich grundlegend vom Schnitt der anderen erhaltenen Gugeln (NOCKERT 1997, 94). Diese Tatsache, verbunden mit der frühen Datierung des Stückes aus Orkney, wirft die Frage auf, ob es sich dabei um eine Schulterkrägengugel ohne Schwanz oder eher um einen römischen Cucullus handelt. M. E. ist der Fund als eine Form des Cucullus anzusprechen, da der Schnitt weder einen annähernd rechteckigen Kopfteil noch einen Kinnknick, Nackenknick und Halsteil aufweist.

Eine eindeutige Gugel stammt aus Skjoldhamn. Es handelt sich wahrscheinlich um eine frühe Schnittvariante: Der Kopfteil besteht aus einem hochrechteckigen Stoffstück, das gleichzeitig den größten Teil des Kragens bildet, der vorne und hinten mit einem rautenförmigen Stück Stoff geschlossen wird. 1938 wurde die Tracht nach typologischen Anhaltspunkten in das späte 15. Jh. datiert (GJESSING 1938, 27; 40 f.; 74 f.; 78). In den 1980er Jahren wurden das Skelett und eine Probe der Wolldecke <sup>14</sup>C-datiert. Für das Skelett ergab die kali-

brierte Datierung 1000-1210 n. Chr., für die Textilprobe fiel das Ergebnis etwas jünger aus (ca. 1200-1300). Eine Erklärung für diese Diskrepanz wurde bis heute nicht gefunden (HOLCK 1988, 114 f.). Die Gugel aus Skjoldehamn ist als Schulterkragegugel ohne Schwanz zu klassifizieren. Auffällig ist die Ähnlichkeit in Maßen und Schnitt zu der Gugel aus Haithabu. Diese wird in das 9. oder 10. Jh. datiert (HÄGG 1991, 13). Auch wenn das Fundstück nicht mehr vollständig erhalten ist, kann es doch durch die offensichtlichen Parallelen zu der Gugel aus Skjoldehamn, nämlich den Zuschnitt aus einem ca. 20 cm breiten, langrechteckigen Streifen mit Erweiterung durch Keile, sicher als Gugel angesprochen werden. Zu klassifizieren ist die Gugel als Schulterkragegugel mit Band- oder Zipfelschwanz.

Aus Londoner Ausgrabungen sind drei Gugeln überliefert. Bei zwei Stücken handelt es sich um Reste von geknöpften Gugeln (Fundnummern 246 und 247), die in das späte 14. Jh. datiert werden. Ebenfalls in diese Zeit wird die Gugel mit der Fundnummer 174 eingeordnet, von der nur noch ein Streifen der Hinterkopfparte und der 30 cm lange, zipfelartige Schwanz vorhanden sind. Teile einer geknöpften Gugel traten auch aus einer um ca. 1400 datierten Schicht im niederländischen Dordrecht zutage. Von der Gugel ist noch der untere Teil des Kopfteils und ein Teil des Kragens erhalten. Leider ließ sich zu dem nur in einem Nebensatz erwähnten Stück nichts Näheres ausfindig machen (CROWFOOT, PRITCHARD, STANILAND 2002, 190-193).

Die größte Anzahl an erhaltenen Gugeln stammt aus der Ausgrabung Herjolfsnes in Grönland. Das Gräberfeld aus dem 14./15. Jh., das 1921 unter der Leitung von P. Nörlund ausgegraben und in einem umfassenden Bericht von ihm publiziert wurde (NÖRLUND 1924), beinhaltet den bisher größten archäologischen Kleidungskomplex. Im Grabzusammenhang dienten die Kleidungsstücke als Leichentücher; eine der

gefundenen Gugeln war z. B. um Füße und Beine eines Toten geschlungen. In den 1980er Jahren wurden die Textilien am dänischen Nationalmuseum in Kopenhagen rekonserviert und erneut untersucht. Aus der Grabung unter Nörlund stammen 17 Gugeln, sowohl Halskrage- als auch Schulterkragegugeln, von denen eine so schlecht erhalten war, dass sie nach der Bergung und Fundaufnahme weggeworfen wurde. Die Gugeln bestehen aus zwei gleichen Hauptteilen, verbunden durch Nähte am Scheitel, am Hinterkopf und unter dem Kinn. Bei einigen Exemplaren ist der Gugelschwanz z. T. an die Gugel angeschnitten und nur der untere Teil des Schwanzes extra zugeschnitten (NÖRLUND 1924, 152). Zwei der Gugeln sind mittlerweile <sup>14</sup>C-datiert, mit dem Ergebnis von ca. 1410 und ca. 1434 (DEGGIM, MÖLLER-WIERING 2001, 169). Nach einer Rekonservierung mit dazugehöriger erneuter Untersuchung der Textilien aus Herjolfsnes ist eine Publikation unter dem Titel „Woven into the Earth“ von E. ØSTERGÅRD (2004). Auffällig ist bei den Herjolfsnes-Gugeln ein Exemplar mit Halskrage (Fundnummer 72), das oberhalb der Einsatzkeile jeweils ein Loch aufweist. Möglicherweise dienten diese Öffnungen dazu, die Dehnbarkeit des Stoffes zu erhöhen, um den eng zugeschnittenen Halsteil über den Kopf ziehen zu können (NÖRLUND 1924, 160).

Bei der Gugel aus dem Bockstenmoor in Schweden handelt es sich um eine Schulterkragegugel mit langem Bandschwanz. Kapuze und Kragen wurden in einem Stück zugeschnitten und vorne durch einen Keileinsatz erweitert. Zudem ist der Kragen hinten noch durch einen kleinen Keil ergänzt, an den Seiten der Gugel sind zwei gerundete Stoffstücke angebracht. Eine eindeutige Erklärung für den Grund dieser schnitttechnischen Besonderheiten erweist sich als sehr schwierig (NOCKERT 1997, 63).

Aus der Lübecker Kloake der Fronerei auf den Schranken stammen drei Streifen aus mittelfeiner Wolle in Tuchbindung. Einer

der Streifen, diagonal zum Fadenlauf geschnitten, lässt noch Spuren einer Vorstichnaht erkennen; er war vermutlich an der Längsseite umgelegt. Ähnliche schmale Streifen dieser Länge mit Bearbeitungsspuren an den Kanten finden sich noch mehrfach im Lübecker Fundgut. Zur Frage nach dem ehemaligen Verwendungszweck wird die Deutung als Teile von Gugelschwänzen vorgeschlagen. Die Datierungen der Stoffstreifen weisen in die gleiche Richtung: Besonders viele der Tuchstreifen fanden sich in Schichten aus den ersten Jahrzehnten des 16. Jhs., einer Zeit, in der die Gugel aus der Mode verschwand. Bei einer Umarbeitung der abgelegten Gugeln zu neuen, modischeren Kleidungsstücken waren derartig schmale Stoffstreifen nur selten verwendbar und landeten so in Abfallgruben und Kloaken (JAACKS 1992, 135 f.).

Fragmente von Gugeln aus Fell, eine bisher unbekannte Fundgattung, fanden sich in einem Fehlboden des Mühlberg-Ensembles in Kempten (Allgäu). Bei den Stücken handelt es sich um Fragmente, bei denen noch der ovale Saum der Gesichtsoffnung erkennbar ist (ATZBACH).

Eine „Trauergugel“ aus schwarzem Samt mit hellerem Futter, in das 16. Jh. datiert, ist ebenfalls erhalten geblieben. Sie wurde bei einem Verkauf von Ausstattungsstücken eines Herrenhauses in Yorkshire, Nähe Barnard Castle, von einem Museum aufgekauft. Der Schnitt dieser „Trauergugel“ ist stark reduziert: Der Kragen fehlt vollständig, Kinn- und Nackenknicke sind nicht vorhanden. Der Kopfteil läuft unten in einer weichen Rundung aus, der Schwanz ist leicht gebogen und als Breitschwanz einzustufen (CRIPPS-DAY 1963, 155). Bei diesem Stück handelt es sich nicht mehr um eine Gugel, sondern um ein Gugelderivat. Der Begriff „Trauergugel“ ist in der kostümkundlichen Literatur allerdings bereits fest etabliert. Eine Alternative wäre die Verwendung der Bezeichnung „Trauerhaube“ für derartige Kopfbedeckungen.

Ein Problem bei der Identifizierung von Gugeln auf Bildquellen ist der große Variantenreichtum der Trageweisen. Nicht immer ist es möglich, eindeutig festzustellen, ob eine Kopfbedeckung noch als Gugel gelten kann oder ob hier bereits ein fester Hut vorliegt. Auch eine klare Differenzierung zwischen Kapuze oder Gugel ist anhand der Bildquellen nicht immer möglich. Weiterhin ist bei Frauen sehr schwierig zu unterscheiden, ob die Abgebildete eine Gugel aus weißem Stoff mit oder ohne zusätzlichem Schleier trägt oder ob es sich um ein entsprechend drapiertes Schleiertuch allein handelt. Auch andere Kopfbedeckungen können wie eine Gugel wirken, so z. B. die Leidstucha, die im österreichischen Bregenzerwald noch vereinzelt getragen wird (BÖNSCH 1981, 36-45). Letztere Schwierigkeit wird durch nicht kolorierte Darstellungen verstärkt, da Schleier meist weiß dargestellt wurden. Eine Identifikation als Gugel allein über die Farbe des dargestellten Stückes ist allerdings nicht vertretbar, da auch andersfarbige Schleier existierten bzw. für Frauen aus Randgruppen, wie Jüdinnen und Huren, teilweise sogar vorgeschrieben waren (IRSIGLER, LASSOTA 1984, 196).

Aufgrund der vielfältigen Variationen im Aussehen der Gugel und den mannigfaltigen Möglichkeiten, dieses Kleidungsstück zu tragen, ist eine Klassifikation der Trageweisen unbedingt notwendig. Aufgebaut wurde die nun folgende Struktur nach umfassenden Trageexperimenten und ist nicht nach dem Aussehen der fertig aufgesetzten Kopfbedeckung strukturiert, sondern nach der Art und Weise des Aufsetzens. Die erste Stufe besteht in der Einordnung nach den grundlegenden Kriterien A, B und C:

- A: Die Gugel wird auf dem Kopf getragen, der Hals befindet sich im dafür vorgesehenen Halsteil,
- B: die Gugel wird auf dem Kopf getragen, der Hals befindet sich nicht im dafür vorgesehenen Halsteil,
- C: die Gugel wird nicht auf dem Kopf getragen.

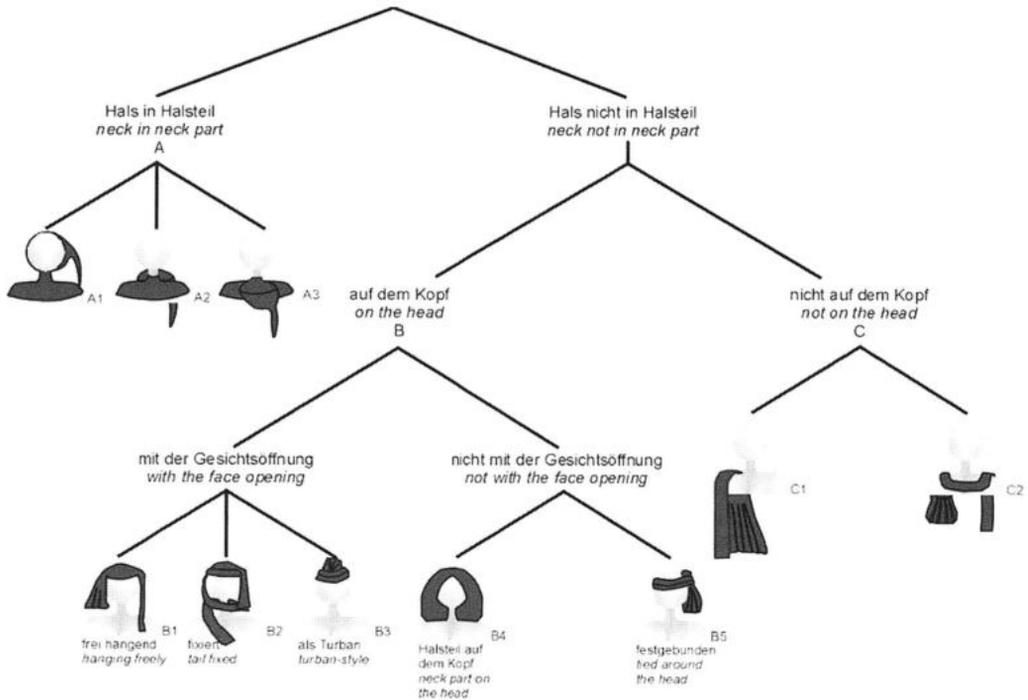


Abb. 3: Schema der möglichen Trageweisen.

Die nächsten Tragemöglichkeiten, auf diesen Grundmerkmalen aufbauend, sind jeweils mit Ziffern gekennzeichnet. Im Folgenden eine kurze Charakterisierung der einzelnen, im Schema (Abb. 3) aufgeführten Möglichkeiten.

A1 kann als die „erste Grundtrageweise“ bezeichnet werden. Der Hals befindet sich im Halsteil, der Kragen bedeckt Hals und eventuell Schultern, die Kapuze bedeckt den Kopf. Der Rand der Gesichtsoffnung kann ohne weitere Modifikation nach vorne stehen oder in einer der folgenden Möglichkeiten getragen werden: einfach nach hinten umgeschlagen mit dem Stoffknick parallel zur Kante, einfach nach hinten umgeschlagen mit schräg verlaufender Kante (d. h. der obere Teil liegt über dem Scheitel, das Kinn ist nicht oder kaum mehr umgeklappt) oder aufgerollt. Der Schwanz kann einfach nach hinten herabhängen, an einem anderen Kleidungsstück fixiert sein oder einen Teil der Gugel, wie z. B. den

Kopfteil, umwickeln. Eine Sonderform für geknöppte Gugeln ist ebenfalls häufig auf Bildquellen zu sehen; dabei wird die Gugel wie A1, aber offen getragen und erinnert dann an ein Häubchen, wie es häufig mit holländischer Tracht assoziiert wird.

Die Trageweise A2 entspricht A1, nur ist die Kapuze nach hinten heruntergeschlagen. A3 entspricht Trageweise A2 umgekehrt, d. h. die Kapuze hängt vorn über der Brust herunter. Dies mutet auf den ersten Blick etwas seltsam an, ist aber äußerst vorteilhaft, wenn in der Gugel kleinere Gegenstände transportiert werden sollen. Der durch das Gewicht der Gugelfüllung entstandene Zug wirkt so nicht auf den Hals und Kehlkopf, sondern auf den Nacken, was als wesentlich angenehmer empfunden wird.

B1 ist die „zweite Grundtrageweise“. Die Gesichtsoffnung der Gugel wird wie ein Hut über den Oberkopf des Trägers gestülpt; der Schwanz der Gugel hängt frei herunter. Mögliche Richtungen, um die Gugel derar-

tig aufzusetzen, sind mit dem Kragen links oder rechts, vorn oder hinten bzw. auch schräg, wobei schräg aufgesetzte Gugeln auf Bildquellen nicht unbedingt klar zu erkennen sind. Die Gesichtsöffnung kann wieder unmodifiziert, umgeschlagen oder gerollt sein. Bei Halskrallengugeln mit zurückgeklappter Gesichtsöffnung kann der Kragen zwischen Kopfteil und Rand der Gesichtsöffnung eingeklemmt sein, so dass er fächerartig hochsteht. Bei Schulterkrallengugeln, die mit nach vorn gerichtetem Kragen aufgesetzt werden, muss der Kragen über den Kopf zurückgeklappt werden, um dem Träger nicht die Sicht zu nehmen. Bei nach vorn stehendem Kragen von entsprechend aufgesetzten Halskrallengugeln fungiert der Kragen wie ein Mützenschirm; auch mit einer Schulterkrallengugel ist dies möglich, wenn der Kragen entsprechend gelegt wird. Geknöpfte Gugeln können auch offen getragen werden.

B2 entspricht der Trageweise B1, jedoch ist der Schwanz der Gugel fixiert, d. h. entweder um die Gugel, um den Kopf oder um den Hals des Trägers geschlungen. Damit kann auch der Kragen in der gewünschten Position festgebunden werden.

Für die Trageweise B3 wird die Gugel genau so aufgesetzt wie für B1. Der Schwanz wird nun aber mehrmals so um den Kopf des Trägers geschlungen, dass der Kragen der Gugel komplett fixiert ist und ein mützenartiges oder turbanartiges Gebilde entsteht. Bei dieser Trageweise kann die Gesichtsöffnung sehr weit aufgerollt sein, so dass der gesamte Kopfteil in dem gerollten Wulst verschwindet und der nicht mit aufgerollte Rest des Kragens in fächerförmigen Falten nach oben aus dem Wulst heraussteht. Eine auffällige Sonderform ist die Gugel in dieser Trageweise mit um das Kinn geschlungenem Schwanz, meist einem Bandschwanz oder schmalem Schalschwanz.

Bei Trageweise B4 sitzt die Gugel mit dem Halsteil, also dem Bereich zwischen Kinn- und Nackenknicke, auf dem Kopf des Trägers. Diese Trageweise entsteht, wenn bei

einer Gugel in Trageweise A1 der vordere Saum des Kragens nach oben hinten über den Kopf gezogen wird wie beim Ablegen der Gugel, diese jedoch nicht vom Kopf genommen wird. Das Resultat sieht einem Schleiertuch sehr ähnlich. B4 ist besonders dann angenehm, wenn nach Anstrengung draußen in kalter Witterung ein geheizter Raum betreten wird, der Träger die Gugel aber nicht vollständig ablegen möchte, sondern schnell und problemlos wieder in A1 tragen will. So wird ein Hitze-stau unter der Gugel oder die Berührung mit der eventuell regennassen Außenseite verhindert. Wird der vordere Kragensaum gefasst und wieder nach unten gezogen, sitzt die Gugel erneut in Trageweise A1 bzw. A2, wenn die Kapuze nach hinten geklappt wurde.

Für B5 wird die Gugel mehr oder weniger zusammengefasst und, mithilfe des Schwanzes um den Kopf oder einen Hut gelegt, festgebunden oder einfach auf den Kopf gelegt. Je nach Gugeltyp sieht diese Trageweise völlig unterschiedlich aus.

In der Trageweise C1 wird die Gugel über die Schulter gelegt, der Kapuzenteil meist auf dem Rücken, der Schwanz hängt vorne über die Schulter lang herab oder ist durch einen Knoten verkürzt. Diese Trageweise ist auf Bildquellen nur in Verbindung mit Schalschwanzgugeln festzustellen; allein bei dieser Gugelform bietet der Schwanz genügend Gegengewicht, um zu verhindern, dass der Kapuzenteil herunterrutscht und zu Boden fällt.

C2 entspricht wiederum C1, nur wird der Schwanz über die Brust des Trägers gelegt und über die andere Schulter nach hinten gehängt. Auch diese Variante ist nur mit Schalschwanzgugeln möglich.

Die grundlegenden Variationen sind im Schema Trageweisen aufgeführt. Zu beachten ist allerdings, dass abhängig von Gugeltyp und Schwanz- bzw. Kragenart noch weitere, kleinere Variationen möglich sind. Aufgrund der Vielzahl der realisierbaren Trageweisen ist es nicht möglich, hier alle

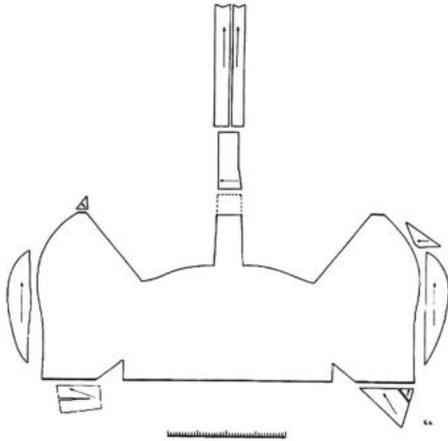


Abb. 4: Schnitt der Gugel aus dem Bocksten-Moor. Der abgebildete Maßstab entspricht 40 cm in der Realität. Die stärkere Linie kennzeichnet die Webkante des Stoffes.

erschöpfend aufzuführen und zu beschreiben. Tatsächlich ist die Variationsbreite so groß, dass es mit einer dafür einigermaßen geeigneten Gugel möglich ist, nahezu jede „weiche“ Kopfbedeckung nachzuahmen! Zusätzlich zu den hier angegebenen Trageweisen ist es möglich, eine Bundhaube oder einen Hut mit der Gugel kombiniert zu tragen. Da die Trageweisen der Gugel dabei gleich bleiben, wird auf diese Möglichkeiten hier nicht näher eingegangen.

Um Informationen über den Nähaufwand, die Schnitttechnik und die oben angeführten möglichen Trageweisen, aber auch über die Trageigenschaften zu gewinnen, wurden fünf Gugeln angefertigt. Die Auswahl sollte mehrere verschiedene Schwanzformen und beide Kragenformen beinhalten. Drei davon, die Bocksten-Gugel und die Gugeln London 246 sowie Herjolfsnes 72, wurden in Originalgröße nach den veröffentlichten Schnitten genäht. Zwei weitere Gugeln, beide mit Schalschwanz, wurden rekonstruiert. Eine dieser Gugeln ist schlicht, die andere hat eine Gesichtsöffnung mit Wulst. Diese Auswahl beinhaltet insgesamt zwei Halskragengugeln, eine davon geknöpft, und drei Schulterkragengugeln, eine davon gezad-

delt. Bei den Schwanzformen bieten Band- und Schalschwanz die größte Variationsmöglichkeit an Trageweisen. Daher wurden Zipfel-, Band- und Schalschwanz mit den nachgenähten Gugeln abgedeckt. Die zur Anfertigung benötigte Zeit wurde dokumentiert; der Zuschnitt ist dabei mit berücksichtigt.

Jede der Gugeln ist für bestimmte Variationen von Trageweisen besonders gut geeignet. Um die individuellen Vorzüge und Eignungen der einzelnen Gugeln herauszufinden, war ein intensives Tragen notwendig. Keine der angefertigten Gugeln ist den anderen überlegen – jede einzelne ist gleichermaßen als Schutz gegen Witterung und Sonne sowie gleichzeitig als vielseitige und dekorative Kopfbedeckung nutzbar.

Exemplarisch soll hier die Gugel aus dem Bocksten-Moor vorgestellt werden. Die Gugel wurde aus einem blauen Schurwollstoff in Körperbindung 2/2 nachgenäht. Die nachgenähte Version wurde in Originalgröße erstellt, allerdings ohne die angesetzten Bögen am Kragenrand und das zusätzliche dreieckige Stück auf der linken Seite der Gugel. Auch der v-förmige Zieraufnäher vorn wurde nicht nachgeschneidert (Abb. 4). Der auf den ersten Blick eigentümliche Schwung des Kragensaums führt zu einer äußerst ästhetisch verlaufenden Kragenlinie, wenn die Gugel in den Varianten A1-A3 getragen wird. Vielleicht wurde die Gugel aus einem nicht rechteckigen Reststück Stoff oder einem großen und mehreren kleinen Reststücken hergestellt, das es unmöglich machte, den Schnitt ungeteilt zuzuschneiden. Dafür spricht die Zweiteiligkeit des Einsatzkeils vorne und die mehrfache Teilung des Schwanzes. Möglicherweise wurden die halbrunden Ansatzstücke auch aus noch verbliebenen Resten nachträglich ange-setzt, um den Kragen der Gugel nach unten hin zu verlängern; dies würde die ansonsten nicht zwingend notwendige Symmetrie des Kragensaums mit dem Schwung nach oben und zurück erklären.

Der winzige Einsatzkeil hinten in der Gugel ist wirklich erst beim Nachnähen besonders auffällig. Das Dreieck mit einer Kantenlänge von ca. 3 cm ergibt einen in der fertigen Gugel kaum zu sehenden Einsatz. Warum dieses Stück als eigenständiger Teil der Gugel eingenäht wurde und nicht, um die zusätzliche Arbeit zu ersparen, der Kragenschnitt eine Winzigkeit verändert wurde, lässt sich nicht erklären – ein nennenswerter Verlust an Saumweite des Kragens wäre sicherlich nicht erfolgt. Sicherlich würde das winzige Stück am Einsatzkeil genau wie der hintere Keil kaum sichtbar sein. Eine Parallele zu derartigen, „unnötigen“ Einsätzen bietet die Sixtuskasel aus Vreden. Ein altes Heiligengewand wurde zu einer Kasel umgearbeitet, die aus 32 unterschiedlich dimensionierten Stoffstücken zusammengesetzt wurde. Eines davon hat (eingenäht) eine Länge von 1,5 cm und eine Breite von 0,5 cm. Die Teile, zwischen die dieses Stück genäht wurde, hätten auch ohne einen Einsatz aneinander gepasst. Das eingesetzte Teilchen ist damit weder nähtechnisch noch schnittechnisch erklärbar (WORCH 1997, 25).

Die Nähte wurden in kleinen Vorstichen ausgeführt, originale Stiche waren an der Gugel nicht erhalten. Die Nahtzugabe betrug ca. 1 cm, die bei dem verwendeten Schnitt bereits inbegriffen war. Die Nahtzugaben der fertigen Nähte wurden auseinander geklappt und innen mit Saumstichen fixiert. Die Gesichtsoffnung besteht, wie im Original, aus Webkante und musste daher nicht versäubert werden, auf Versäuberung im Inneren des Schwanzes wurde ebenfalls verzichtet. Der Kragensaum wurde einfach umgeschlagen und mit einem Heftfaden fixiert, danach ein zweites Mal umgeschlagen und ebenfalls mit Saumstichen festgenäht. Danach wurde der Heftfaden entfernt. Der Stoffverbrauch betrug 140 cm in der Länge und 76 cm in der Breite. Genäht wurde mit einem handelsüblichen gewachsten Leinenzwirn in blauer Farbe. Die benötigte Zeit für die Anfertigung betrug 3 Stunden 59 Minuten.



Abb. 5: Miniatur von Jehan de Grise, 14. Jh., im Vergleich mit der nachgenähten Bocksten-Gugel in Trageweise B1.

Das Ergebnis ist eine Gugel, die mit 70 cm Umfang an der Gesichtsoffnung sehr weit ist und auch mit zurückgeschlagenem Rand der Öffnung verhältnismäßig locker sitzt. Der Schwanz mit seinen 90 cm Länge kann dazu verwendet werden, die Gugel am Kopf zu fixieren, wie mehrfach auf Bildquellen zu sehen. Es sind nahezu alle möglichen Trageweisen mit dieser Gugel ausführbar, abgesehen von C1 und C2 – hierfür genügt das Gewicht des schmalen Bandschwanzes nicht. Damit gehört die Bocksten-Gugel zu den vielseitigsten Gugelformen. Die große Gesichtsoffnung lässt zudem zu, den Scheitelteil nach hinten über den Kopf zu klappen und damit eine häufig auf Quellen des 14. Jhs. abgebildete Trageweise nachzustellen. Diese Variante verengt die sehr weite Gesichtsoffnung stark. Auf Bildquellen ist die charakteristische schräge Linie, die vom Kinn auf den Scheitel führt, klar zu erkennen. Abb. 5 zeigt eine Bildquelle mit derartig getragener Gugel und die Nachstellung mit der Bocksten-Gugel. Die Eigenart des Schnittes mit sehr großer Gesichtsoffnung stützt somit die Datierung des Fundes in die Mitte des 14. Jhs.

Eine Kopfbedeckung kann außer zu praktischen Zwecken auch als schmückender Kleidungsbestandteil dienen. Im Folgenden sollen die verschiedenen Grundfunktionen, angelehnt an die Arbeit von FOLTIN (1963, 33-47), aufgelistet und die Eignung der Gugel zu den einzelnen Aspekten untersucht werden.

Bei großer Kälte oder starkem Wind ist es notwendig, den Kopf insgesamt und besonders die empfindlichen Ohren zu schützen. Um effektiv zu sein, muss das Kleidungsstück aus geeignetem Material bestehen und eng genug anliegen, um das Eindringen von Wind zu verhindern und die Wärme des Kopfes zu bewahren. Andererseits verhindert ein zu enger Schnitt die Bildung von isolierenden Luftpolstern zwischen Stoff und Haut, ist dem Ziel also wiederum abträglich. Wie bedeutend die Wärmeisolierung im Bereich des Kopfes ist, zeigen Untersuchungen zum Wärmeverlust: Ca. 30 % der Körperwärme gehen über den unbedeckten Kopf verloren (SCHULUNGSUNTERLAGEN 2002, 1).

Die Schulterkragegugel wärmt bei entsprechender Trageweise, das heißt A1 oder A2, den oberen Brust- und Rückenbereich, Hals und Nacken; bei aufgesetzter Kapuze in A1 zusätzlich Kopf und Ohren. Durch die geschlossene Bedeckung des zugluftempfindlichen Kragenbereichs wird Körperwärme sehr effektiv zurückgehalten. Bei der Halskragegugel werden nur Kopf, Hals und Nacken vor Kälte geschützt, bei hochgeschlossenen Kleidungsstücken wird der Übergang zwischen Oberbekleidung und Gugel aber ebenfalls effektiv vor Zugluft u. ä. geschützt. Eine Behinderung durch den langen Kragen entfällt, ebenso ist ein Hochwehen des Kragens mit entsprechender Sichtbehinderung nicht möglich.

Ein weiterer Verwendungszweck für Kopfbedeckungen ist der Schutz von Gesicht, Kopf und Haaren vor Regen oder Schnee. Besonders bei kühler Witterung besteht mit nassen Haaren eine erhebliche Erkrankungsgefahr, die durch den Schutz des Kopfes vermieden werden kann. Hierfür ist eine genügende Dichte des Materials bzw. wasserabweisende Ausrüstung im weiteren Sinne notwendig. Um auch das Gesicht vor der Nässe abzuschirmen, muss eine ausreichende Krempe, ein Schirm oder eine andere Vorkragung vorhanden sein.

Erfahrungsgemäß ist eine aus entsprechendem Stoff angefertigte Gugel durchaus ein adäquater Schutz gegen normalen Regen. Eine Regenjacke kann durch eine Schulterkragegugel teilweise ersetzt werden. Durch den Kragen werden wiederum Brust und Rücken geschützt, die Kapuze hält Kopf und Kragenbereich trocken. Entsprechend fetthaltige oder gewalkte Wolle oder ein fest gewebter, dichter Leinenstoff sind durchaus gut geeignet, um auch längere Zeit die Nässe vom Träger fernzuhalten. Die dem Regen schutzlos ausgesetzten Arme können unter einem genügend großen und weiten Schulterkragen ebenfalls teilweise geschützt werden, bei senkrecht fallendem Regen sind die nicht von der Gugel bedeckten Bereiche ohnehin nicht sehr dem Regen ausgesetzt. Nach längerer Zeit in leichtem Regen, in starkem Regen oder bei starkem Wind mit schräg fallenden Niederschlägen ist eine Gugel allein keine ausreichende Schutzkleidung mehr, fungiert aber als wertvolle Ergänzung zu anderer Regenkleidung.

Bei starkem Sonnenschein besteht die Gefahr, einen Sonnenbrand oder sogar einen Sonnenstich zu erleiden. Um effektiv davor zu schützen, muss nicht nur der Kopf unter Einschluss einer isolierenden Luftschicht geschützt werden, sondern nach Möglichkeit auch der Nacken, da dessen zu intensive Bestrahlung ebenfalls einen Sonnenstich hervorrufen kann. Ähnlich wie beim Schutz vor Regen ist auch ein Schirm über dem Gesicht nützlich, um die Augen vor Blendung zu bewahren. Mit einer Gugel lassen sich diese Bedingungen sehr gut erfüllen. Bei Trageweise B1, B2 oder B4, mit der Gesichtsoffnung auf dem Kopf und dem Kragen nach hinten aufgesetzt, ist der Kopf durch den Stoff am Hinterkopfteil der Gugel bedeckt. Der Kragen fällt locker über Hinterkopf und Nacken nach unten und beschattet diese sonnenempfindlichen Zonen, ohne eng anzuliegen und damit stark zu wärmen. Gegen Blendung



Abb. 6: Die nachgenähte Gugel 72 aus Herjolfsnes in Trageweise B2 als „Hut“.

durch die Sonne kann der Hinterkopf der Gugel nach vorne Richtung Stirn gezogen werden, bis ein kleiner „Schirm“ entsteht, und bei Bedarf mit dem Schwanz fixiert werden. Eine Halskragengugel kann auch in Trageweise B1 mit dem Kragen nach vorn aufgesetzt werden, so dass dieser einen Schirm über der Stirn bildet. Alternativ kann der Gugelschwanz unter dem Schulterkragen hindurch um den Kopf gewunden werden, wodurch der Abstand des Kragens zu Nacken und Schultern vergrößert und damit die Belüftung verbessert wird. Mit der nachgenähten Gugel aus Herjolfsnes ist es sogar möglich, einen „Hut“ aufzusetzen (Abb. 6).

Bei kriegerischen Auseinandersetzungen werden Kopfbedeckungen zum Schutz gegen Verletzungen getragen. Eine gefütterte, gesteppte Kapuze oder Gugel entsprechend den Gambesons der mittelalterlichen Kämpfer wäre dafür durchaus denkbar. Zu diesem Zweck reicht eine Kappe, die nur den Oberkopf bedeckt, jedoch vollständig aus; die Verwendung einer Gugel mit dem dazugehörigen Kragen scheint nicht besonders notwendig, außer als Unterfütterung unter einer Panzerhaube zum Schutz der Haut.

Durch Abschatten oder Abdecken von Teilen oder auch dem gesamten Gesicht kann die Identifizierung des Trägers verhindert werden. Auch hierfür eignen sich Gugeln, vorausgesetzt, der Schnitt ist genügend weit ausgeführt, um den Gesichtsteil nach vorne ziehen zu können. Besonders ausgeprägt ist dies bei den zur Trauer ins Gesicht gezogenen Gugeln zu sehen. Die Verknüpfung von Kapuzenkleidungsstücken mit der Erkennensverhinderung mag an Wörtern wie „Tarnkappe“ und „verkappt“ noch immer abgelesen werden, wobei offen bleiben muss, ob „Kappe“ in diesem Zusammenhang den Mantel mit Kapuze oder die Gugel bezeichnet. Die englische Heldengestalt Robin Hood ist ebenfalls nach der Kapuze oder Gugel benannt, die ihn bei Bedarf vor Erkennung schützte.

Schließlich dienen Zeichenfunktionen der Kleidung dazu, den Träger kenntlich zu machen. Mögliche Funktionen waren die Signalisierung von Macht und Autorität, Freiheit, der Zugehörigkeit zu einer Gruppe oder des Gemütszustandes.

Als Zeichen von Macht und Autorität sollen Kopfbedeckungen die Größe und Wichtigkeit des Trägers unterstreichen sowie den sozial niedriger gestellten Personen imponieren. Dieses Ziel kann durch Größe, Farbe, Material oder eine davon unabhängige Zeichenfunktion erreicht werden. Durch ihre Verbreitung in verschiedenen Formen durch alle gesellschaftlichen Schichten hindurch kann bei der Gugel die Betonung von Reichtum und Macht hauptsächlich durch Material, Schmuck (z. B. aufgenähte Perlen) und Trageweise erfolgen. Dass Gugeln prachtvoll, u. a. mit kostbaren Borten, ausgeschmückt wurden, ist aus Kleiderordnungen ersichtlich, aber auch von Bildquellen abzulesen. Die Trageweise als Turban (B3) bzw. mit der Gesichtsoffnung auf dem Kopf (B1 und B2) wirkt bei einer großen, am Schulterkragen und eventuell auch am Schwanz gezaddelten Gugel äußerst imposant.

Eine ähnliche Funktion wie die des Autoritätsbeleges ist die Freiheitsbezeugung durch die Kopfbedeckung. Diese ist bei der Gugel nicht nachzuweisen; im frühen Hochmittelalter trugen eher die bäuerlichen Unterschichten, die Mönche und die Narren Gugeln. Bei keiner dieser drei Gruppen lässt sich die Kopfbedeckung mit Freiheit in Verbindung bringen, im Gegenteil: Der Bauer steht in Abhängigkeit von seinem Grundherren, der Mönch ist durch seine Gelübde an den Orden und das Kloster gebunden. Lediglich dem Narren könnte Freiheit zugestanden werden; bedenkt man jedoch, dass die „natürlichen Narren“ – geistig behinderte oder geistesgestörte Menschen – auf Mitleid und Hilfe ihrer Umwelt angewiesen waren, relativiert sich deren Freiheit schnell wieder. Die vielzitierte „Narrenfreiheit“ ist eher darauf zurückzuführen, dass der Narr aussprechen und in gewissem Maße auch ausführen kann, was den vollständig in die soziale Struktur eingebundenen, geistig gesunden Individuen aufgrund der zu erwartenden Konsequenzen versagt bleibt.

In der menschlichen Gesellschaft bilden sich stets verschiedene soziale Untergruppen heraus. Die Zugehörigkeit zu einer solchen Gruppe (mögliche Kriterien: Alter, Geschlecht, Status, Stand, Beruf, Abstammung, Religion, politische Gesinnung) kann und wird gern durch die Kopfbedeckung gezeigt. Im Mittelalter bereits früh mit der Gugel assoziierte Gruppen sind Mönche und Narren, wobei die Gugeln der Narren charakteristischerweise nicht einen Schwanz, sondern zwei zu den Kopfseiten angebrachte Zipfel besitzen und so den Narren weithin sichtbar kennzeichnen. Die Assoziation mit diesen beiden Gruppen geht so weit, dass das heute verwendete Wort „gaulen“ laut dem Grimm'schen Wörterbuch direkt auf den Gugelnarren zurückzuführen ist (GRIMM, GRIMM 1935, Spalte 1052).

Eine durch die Gugel offenbarte Zugehörigkeit zu einer Altersgruppe lässt sich anhand der wenigen Bildquellen und schriftlichen

Überlieferungen, in denen Kinder eine Rolle spielen, schwerlich nachweisen. Auf keinen Fall war die Gugel nur dem männlichen Geschlecht vorbehalten, ab wann sie aber auch von Frauen allgemein getragen wurde, wäre noch nachzuweisen. Eine Anzeige des maritalen Standes lässt sich speziell an der Gugel ebenfalls nicht festmachen, diese Funktion übernahmen im Mittelalter vor allem Gebende und Schleierarten (BRÜGGEN 1989, 217. SCHUBERT 1993, 192). Auf Bildquellen bezeugt sind Gugelträger der Oberschichten, meist mit entsprechend schmückenden Gugelformen, genauso häufig wie Leute der Unterschichten und Randgruppen, die üblicherweise eher einfache, „funktionaler“ wirkende Gugeln trugen. In den Unterschichten hält sich die Gugel bis zum Ende des 15. Jh. und in den Beginn des 16. Jhs. hinein – vielleicht wegen der großen Zweckmäßigkeit der Kopfbedeckung, während die Oberschichten um 1500 recht schnell und geschlossen zum Tragen des Barett übergehen.

Die Zugehörigkeit zu einer Gruppe beinhaltet stets den Ausschluss aus anderen Gruppen. Der Mönch ist kein Mitglied im Kreise der weltlichen Personen, der Narr steht durch seinen Geisteszustand außerhalb der Gruppe der Gesunden, durch Gugeln gekennzeichnete Dirnen sind kein Teil der Gesellschaft ehrbarer Frauen. Allein die Gugel würde eine Unterscheidung jedoch nicht möglich machen; es sind zusätzliche Kennzeichnungen durch Variationen der Grundform notwendig. Bei den käuflichen Frauen ist dies häufig die Farbe – in Kleiderordnungen u. a. genannt wird ein fahles Gelb, die Farbe der erfüllten Liebe. Der Narr hat seine beiden „Eselsohren“, der Mönch, zumindest solange er sich an die Ordensvorschriften hält, eine Gugel aus einfachem, naturfarbenem oder schwarzem Tuch. Auch Henker wurden teilweise dazu verpflichtet, Gugeln zu tragen.

Auch der Gemütszustand kann durch die Kopfbedeckung signalisiert werden. Besonders wichtig ist in der westlichen Ge-

sellschaft stets das Zeigen der Trauer gewesen, da ein Todesfall in der Familie einschneidende Veränderungen in den sozialen Verhältnissen der Betroffenen bedeuten konnte. Bekannte und Freunde beziehungsweise Angehörige des Haushaltes zeigten durch die Trauertracht ihre Betroffenheit und ihr Mitgefühl. In der Trauerkleidung war die Gugel von großer Bedeutung, da sie die Möglichkeit bot, Kopf, Gesicht und Haare zu verhüllen.

Zusätzlich zu den bereits angeführten Funktionen besitzen zahlreiche Kopfbedeckungen auch eine Schmuckfunktion, die oft, wie z. B. bei der Königskrone, eng mit den Zeichenfunktionen verbunden ist. Auch wenn sich über Geschmack bekanntlich nicht streiten lässt, kann der Gugel ein gewisses ästhetisches Moment meiner Meinung nach nicht abgesprochen werden, vor allem in den weniger verhüllenden Trageweisen. Durch entsprechende Drapierung kann die Gugel Kopf, Hals oder Gesicht betonen und unterstreichen.

In Trageweise A1 kann durch das vollständige Verdecken von Hals und Haaren eine Einschränkung der erotischen Reize der Trägerin angeführt werden. Die diesbezügliche Eignung der Gugel wird besonders dadurch unterstrichen, dass bis in das 20. Jh. hinein bei verschiedenen Orden die Nonnen ähnliche Kopfbedeckungen trugen. Andererseits ist die Gugel hervorragend dazu geeignet, Aufmerksamkeit zu erregen: Ohne größere Probleme ist es möglich, jede Gugelvariante als eine auffällig hohe oder seltsam geformte Kopfbedeckung zu tragen.

Schutz vor Dämonen, bösen Geistern, allgemeinem Unheil und magischer Schutz vor Krankheiten wurde ebenfalls durch das Tragen von Kopfbedeckungen zu erreichen gesucht. Einen Beleg für diesbezügliche Verwendung der Gugel konnte ich nicht ausmachen.

Als letzte Funktion der Gugel ist die uneigentliche Nutzung anzusprechen. In Situationen, in denen das nötige Werkzeug oder

Gerät nicht zur Hand ist, behilft sich der Mensch durch Zweckentfremdung zugänglicher Gegenstände, die zwar nicht für die zu lösende Aufgabe konzipiert sind, aber – unter Umständen nach kleineren Änderungen oder Anpassungen – den neuen Zweck erfüllen. Eine Gugel jeder Art kann als Tasche für kleine, leichte Gegenstände verwendet werden, auch während sie auf dem Kopf getragen wird. Besonders geeignet ist natürlich die aufgesetzte Gugel mit zurückgeklappter Kapuze; sitzt die Kapuze auf dem Kopf, so kann in einem zipfelförmigen Schwanz ebenfalls kleineres Gut verwahrt werden. Bereits im christlichen Altertum wurden die Kapuzen der Mönche gerne als Aufbewahrungsort zweckentfremdet; eine Regel schrieb den Mönchen eigens vor, keine Gaben im Kukullus in Empfang zu nehmen (OPPENHEIM 1931, 144).

In Ermangelung einer Tasche, z. B. für Obst oder ähnliche nicht besonders große oder schwere Gegenstände, kann eine Gugel zur Behelfstasche umfunktioniert werden, indem der Schwanz um den Hals teil gewickelt wird und so die Kapuze eine Tasche bildet, die zwar im Arm getragen werden muss, aber durch das Zusammenhalten der Gegenstände den Transport erheblich erleichtert. Logischerweise ist ein genügend langer Schwanz für diese Zweckentfremdung zwingend notwendig. Ist der Schwanz lang genug und ausreichend stabil, ist auch eine Verwendung als Strick möglich. So kann mit Hilfe eines Gugelschwanzes z. B. ein im Wald gesammeltes Bündel Reisig zusammengezurt und zur Feuerstelle transportiert werden. Diese beiden Zweckentfremdungen sind nach meiner eigenen Erfahrung äußerst hilfreich in der entsprechenden Situation, und die verwendete Gugel nahm dabei keinen Schaden. Auf einer Miniatur von Jehan de Grise aus dem 14. Jh. schließlich sind Männer und Frauen dargestellt, die mit Hilfe ihrer Gugeln darum bemüht sind, Schmetterlinge zu fangen (Abb. 7); in der Erzählung vom Jungherren und dem treuen



Abb. 7: Ausschnitt aus einer Miniatur von Jehan de Grise, 14. Jh., mit Leuten beim Schmetterlingsfang unter Verwendung von Gugeln als Fangnetze.

Heinrich dient eine Gugel dazu, einen Vogel einzufangen. Ein in den Gugelschwanz gestecktes oder hineingeknotetes Gewicht könnte als Behelfswaffe dienen, ähnlich wie ein in den Ärmel der Frau eingeknoteter Stein als Waffe verwendet wurde (BRÜGGEN 1989, 88). Die Verwendung der Gugeln aus Herjolfsnes als Leichenumhüllungen kann ebenfalls in die Kategorie „Zweckentfremdungen“ eingeordnet werden. Auch auf dem Gebiet der Zweckentfremdung kann der Gugel damit eine durchaus erhebliche Vielseitigkeit zugesprochen werden.

Durch die Erfüllung notwendiger Bedingungen zum Schutz vor Kälte, Nässe, Hitze, Sonne und Erkennung (bzw. tief ins Gesicht gezogen auch als Einschlafhilfe durch Verdunkelung) sowie ihre hervorragende Eignung zur Zweckentfremdung ist die Gugel ein idealer Begleiter auf Reisen; ein Umstand, der auch durch die Erwähnung dieser Kopfbedeckung als Reise- und Botenkleidung unterstützt wird. Unterwegs lässt sich eine geschwänzte Gugel mittels Schwanz leicht am Gepäck oder am Kör-

per befestigen bzw. in zusammengelegter und -gerollter Form durch den Schwanz als handliches Päckchen fixieren.

Wer trug nun diese universelle Kopfbedeckung? Durch den ganzen untersuchten Zeitraum hindurch lassen sich Gugeln bei Bauern, Hirten, Bettlern, Pilgern und Mönchen nachweisen. Für diese Gruppen, die den unteren Schichten der Gesellschaft zuzuordnen sind, war sicherlich die Zweckdienlichkeit und die Schutzfunktion der Gugel von größter Bedeutung. Huren und Hurenwirte in Basel waren laut Verordnung dazu verpflichtet, Gugeln zur Kennzeichnung ihres Berufes zu tragen; Reisende und Jäger verwendeten sie als praktische Reisekleidung, Frauen und Männer der oberen Schichten als repräsentatives Kleidungsstück mit entsprechender Verzierung aus hochwertigen Stoffen. Simone Martini bildet Musiker ab, die zusätzlich zu einer kleinen weißen Bundhaube eine Halskraugugel tragen, mi-parti und in einer weiteren Farbe gefüttert. In Grönland, Island, Dänemark, in Deutschland, England und

den Niederlanden sind als Realien erhaltene Gugeln anzutreffen. Sie finden sich ebenso auf Bildquellen aus Deutschland, den Niederlanden, Frankreich und Italien. Immer klarer liegt hier ein paneuropäisches Kleidungsstück vor, das durch seinen hohen dekorativen Wert und seine großen praktischen Vorzüge die Garderobe aller Schichten beider Geschlechter erobert hat. Es trug vielleicht nicht jeder Gugel, aber jeder konnte sie tragen, keine gesellschaftlichen Schranken hinderten daran – allenfalls drohte eine Strafe wegen Verstoßes gegen die Kleiderordnung. Trotz der starken Assoziation mit Narren und Mönchen, besonders in der Epik des hohen Mittelalters, ist es nicht möglich, von einer Gugel als Kopfbedeckung auf Geschlecht, Alter, Status, Beruf oder Stand zu schließen. Eine wichtige und weit verbreitete Kopfbedeckung war die Gugel jedoch auf jeden Fall.

Bei den intensiven Trageversuchen bewährte sich die Gugel gegen unterschiedlichste Witterungsbedingungen und in den verschiedensten Situationen – eine auch in der heutigen Zeit praktische und gut tragbare Kopfbedeckung, die auf der Straße allerdings auch Aufmerksamkeit erregt.

## Summary

The medieval hood is an amazingly variable headdress, probably the most multifunctional piece of headgear there is. Although there is a wealth of late medieval pictures showing hoods in all possible ways of wearing, these are often not identified as such. At first glance, there is a lot of literature about medieval garments and costumes, but the hood is usually only mentioned, and very often the newer literature cites older books, a chain going back in time straight to the first costume history books of the late 19th century.

The goals of the master's thesis that is presented in this article were on the one hand the manufacture of a few hoods according

to archaeological sources in order to gain information about the process of manufacture. On the other hand, the comparison of the experimental hoods in various ways of wearing with medieval sources was expected to verify the existence of a multitude of depicted hoods in late medieval artwork.

The different forms of liripipes and capes as well as the different ways of wearing hoods were examined and divided into categories for easier classification.

Though the hood is mentioned in every book about costume history, very little is actually known. The extant garments are very few and often not yet published or published so long ago that the drawings and measurements are not too accurate. The small articles are hard to find as well. Art history usually concentrates on aspects of pictures other than the research of medieval costumes.

For a new book about hoods, a new definition of the terminology was necessary. Thus, new and descriptive words were chosen for the different forms of liripipes and capes. This may help to describe hoods in the future without further misunderstandings.

A hood is a garment consisting of a cape with a hood, the cape covering at least the wearer's neck. The shoulders, breast and upper back may also be covered. Furthermore, a hood as defined here can be worn in at least two different ways of wearing, e.g. A1-3 or B1-3 (cf. Abb. 3).

The hood consists of a more or less rectangular part covering the head and a short cape, not covering the shoulders, or a long cape, covering the shoulders. The neck part is usually on the bias of the fabric, as the back bend is almost always significantly higher than the front bend. On the back of the hood, a liripipe can be attached. In costume history books, this is often belittled as a fashionable but useless accessory; there was no logical terminology for the different forms of liripipes. Thus, a new one had to be introduced. On the extant hoods, all liripipes consist of the same

material as the hood itself (most often wool). The different forms of liripipes can be seen in the schematic drawing Abb. 2.

A possible line of evolution of hoods might start with a rectangular hood on a cape, similar to simple hoods on other garments. A prolonged upper back corner would be the next logical step, developing into a short pointed type liripipe. Growing ever longer but losing width, this becomes a ribbon type liripipe, approximately in the 14th century. A shorter, broad type liripipe can also be found in 14th century paintings. In the 15th century, the liripipe is often as long as the wearer and broader than before, called scarf type liripipe. Hoods with no or a pointed type liripipe can be found from the earliest hoods depicted until the end of the 15th century.

The earliest extant hoods are the hood from Skjoldehamn and the very similar hood from Haithabu in Germany. The Skjoldehamn textiles were dated by 14C to approx. 1200-1300, the hood from Haithabu dates to the 9th or 10th century. Several hoods were found in London, all dating to the 14th century, and 17 hoods come from Herjolfsnes in Greenland, 14th and 15th century.

There are many possibilities for wearing a hood, making hoods on pictures quite difficult to identify. Sometimes it is hard to see whether the garment is a „real” hood, a hood attached to a tunic, or a veil (for women).

The ways of wearing can be divided into three categories: A, worn on the head with the neck in the neck part; B, worn on the head, neck not in the neck part; and C, not worn on the head. The three categories can be seen in Abb. 3. Depending on cape and liripipe, some smaller variations are possible, and the look of the different ways also depends on the form and fabric of the hood. With the appropriate hood it is possible to imitate almost every headdress, including some hats – a quite remarkable fact!

The pictures show the author's replicas of the hood from the Bocksten Bog, Sweden, 14th century, and hood no. 72 from Her-

jolfsnes in Greenland, 14th or 15th century. Abb. 5 shows the Bocksten hood worn in the variation B1 compared to a 14th century miniature, Abb. 6 the hood from Herjolfsnes worn as a „hat” in B2.

Headdresses are traditionally used to signal social or marital status as well as protecting against wind and weather. In some cities, the hood was prescribed headwear for henchmen and prostitutes; until today, it is the symbol of the fool. Because it is possible to cover the head and parts of the face with a hood, it was also a typical headdress for mourners. Worn with the hood part not on the head, small light items can be transported securely and comfortably in the hood part, especially when worn back-to-front or taken off and knotted into a bag with the help of the liripipe. Abb. 7 shows hoods used as nets for catching butterflies – another possibility to use a hood.

The hood as a multifunctional headdress was worn against rain, cold, sun and wind or as a concealing garment by travellers, pilgrims, beggars, monks, herdsman and peasants throughout the middle ages. In the later middle ages, men and women of higher status adopted the hood as well. Extant hoods are known from Greenland, Iceland, Denmark, Germany, Great Britain and the Netherlands; hoods can be found on medieval artwork all over Europe. No social borders kept people from wearing hoods in various forms and made of cheap or expensive materials, according to wealth. In spite of the strong association of hoods with monks and fools especially in medieval literature, it is not possible to draw conclusions on the wearer's sex, age, social or marital status, or profession. The hood was widely in use and an important headdress. During the intensive experimental wearing, the hoods proved their value in different weather and situations – a practical, comfortable headdress, that is still a useful garment today, though it is quite conspicuous on today's streets.

## Literatur

- ATZBACH, R.: Leder und Pelz am Ende des Mittelalters und zu Beginn der Neuzeit. Die Funde aus dem Mühlberg-Ensemble in Kempten (Allgäu). Dissertation in Vorbereitung.
- VON BOEHM, M. 1925: Die Mode. Menschen und Moden im Mittelalter. Vom Untergang der alten Welt bis zur Renaissance. München 1925.
- BÖNSCH, A. 1981: Beispiele zur Kostümkunde: Die Trauertracht der Bregenzerwälderin. Begleitveröffentlichung zum wissenschaftlichen Film CT 1727 der BHWK. Wiss. Film (Wien) Nr. 26. Wien, Mai 1981, 36-48.
- BRÜGGEN, E. 1989: Kleidung und Mode in der höfischen Epik des 12. und 13. Jahrhunderts. Beihefte zum Euphorion 23. Heidelberg 1989.
- CRIPPS-DAY, F. H. 1963: A Herald's Mourning Hood. The Connoisseur 1963, 155-157.
- CROWFOOT, E., PRITCHARD, F., STANILAND, K. 2002: Textiles and Clothing c. 1150 - c.1450. Medieval Finds from Excavations in London 4. London 2002.
- DEGGIM, C., MÖLLER-WIERING, S. 2001: Die Gugel – eine mittelalterliche Seemannskleidung? Hansische Geschichtsblätter. Köln, Weimar, Wien 2001, 163-187.
- FOLTIN, H-F. 1963: Die Kopfbedeckungen und ihre Bezeichnungen im Deutschen. Deutsche Wortforschung in Europäischen Bezügen 3. Gießen 1963, 3-296.
- GJESSING, G. 1938: Skjoldehamndrakten. En senmiddelaldersk nordnorsk Mannsdrakt. Viking. Tidsskrift for norrøn arkeologi Bind II. Oslo 1938, 27-81.
- GRIMM, J., GRIMM, W. 1935: Deutsches Wörterbuch. Band IV/I, 6. Leipzig 1935.
- HÄGERMANN, D. 2001 (Hrsg.): Das Mittelalter. Die Welt der Bauern, Bürger, Ritter und Mönche. o. O. 2001.
- HÄGG, I. 1991: Die Textilfunde aus der Siedlung und aus den Gräbern von Haithabu. Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu 29. Neumünster 1991.
- HARRISON, M. 1960: The History of the Hat. London 1960.
- HENSHALL, A. 1952: Early Textiles found in Scotland. Proceedings of the Society of Antiquities of Scotland 86, 1952.
- HOLCK, P. 1988: Myrfunnet fra Skjoldehamn – mannlig same eller norrøn kvinne? Viking. Tidsskrift for norrøn arkeologi Bind LI. Oslo 1988, 109-116.
- IRSIGLER, F., LASSOTA, A. 1984: Bettler und Gaukler, Dirnen und Henker. Randgruppen und Außenseiter in Köln 1300-1600. Köln 1984.
- JAACKS, G. 1992: Kostümgeschichtliche Untersuchung der Lübecker Textilfunde. In: Bender Jorgensen, L., Munksgaard, E. (Hrsg.), Tidens Tand Nr. 5. Archaeological Textiles in Northern Europe. Report from the 4th NESAT Symposium. Copenhagen 1992, 134-140.
- NOCKERT, M. 1997: Bockstensmännchen och hans dräkt. Hallands Läns museer. Borås 1997.
- NÖRLUND, P. 1924: Buried Norsemen at Herjolfsnes. An Archaeological and Historical Study. Meddelelser om Grønland. København 1924.
- OPPENHEIM, P. 1931: Das Mönchskleid im christlichen Altertum. Römische Quartalschrift für christliche Altertumskunde und für Kirchengeschichte 28. Supplement. Freiburg im Breisgau 1931.
- ØSTERGÅRD, E. 2004: Woven into the Earth. København 2004.
- SANDKLEF, A. 1985: Bockstensmännchen. Fyndet, Konserveringen, Dateringene, Dräkterne, Myten. Bokförlaget Fabel. Stockholm 1985.
- SCHUBERT, G. 1993: Kleidung als Zeichen. Kopfbedeckungen im Donau-Balkan-Raum. Balkanologische Veröffentlichungen 20. Berlin, Wiesbaden 1993.
- SCHULUNGSUNTERLAGEN 2002: Österreichisches Rotes Kreuz zu Kälteschäden, aktuell-professionell Jahrgang 5, Nr. 4/2002; URL des Artikels im Internet: [www.st.redcross.or.at/aktprof/pdf/Fortbildung\\_12003.pdf](http://www.st.redcross.or.at/aktprof/pdf/Fortbildung_12003.pdf).
- WORCH, M. T. 1997: Dokumentation zur Konservierung der Sixtuskasche. In: Jägers, E., Lobbedey, U., Streiter, A., Weiland, E., von Wilckens, L., Worch, M. T. (Hrsg.), Die Sixtuskasche in Vreden. Untersuchung und Restaurierung einer mittelalterlichen Gewandreliquie. Denkmalpflege und Forschung in Westfalen 35. Bonn 1997, 20-40.

### Abbildungsnachweis:

Abb. 4: NOCKERT 1997, 63. Abb. 7: HÄGERMANN 2001, 326. Abb. 5 links: HÄGERMANN 2001, 320. Fotos: F. Pfeiffer. Alle übrigen Abb.: K. Kania.

### Anschrift der Verfasserin

Katrin Kania  
Buckenhofer Weg 54  
91058 Erlangen



# Vereinsbericht der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie (exar) für das Jahr 2004

Dirk Vorlauf

Wie in „Experimentelle Archäologie in Europa 2, 2003, 25“ angekündigt, wird von nun an jährlich ein ausführlicher Vereinsbericht vorgelegt. Einerseits ist damit beabsichtigt, neben der internen Dokumentation in den Protokollen der Mitgliederversammlungen und Vorstandssitzungen, Informationen über aktuelle Aktivitäten und Vorhaben des Vereins einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Andererseits sind die fortlaufenden Jahresberichte aber auch im Sinne einer Vereinschronik zu verstehen, wodurch jedem die Möglichkeit geboten wird, die Entwicklung von „exar“ detailliert verfolgen zu können.

## Vorstandsarbeit

Im Jahr 2004 wurden insgesamt drei Vorstandssitzungen in Deutschland abgehalten: am 14. Februar in Hochdorf/Enz, am 10. Juli in Frankfurt a. M. und am 15. Oktober in Hochdorf/Enz, am Rande der 2. internationalen exar-Jahrestagung. Im Wesentlichen galten die Sitzungen den Themen Öffentlichkeitsarbeit, Mitgliederwerbung, Ausbau und Pflege der exar-Website (<http://www.exar.org>), Veröffentlichungen, Vorbereitung der Jahrestagung und Mitgliederversammlung für 2004 und 2005 sowie Beteiligung an dem vom Landesmuseum für Natur und Mensch in Oldenburg geplanten Ausstellungsprojekt „HOLZ-KULTUR“.

## Veröffentlichungen

Heft 2 der Vereinszeitschrift „Experimentelle Archäologie in Europa“ wurde im Frühjahr 2004 ausgeliefert. Insgesamt waren an der Veröffentlichung 23 Autorinnen und Autoren aus mehreren europäischen Ländern beteiligt. Neben einem zweisprachigen Vorwort des Vorstands enthält der 163-seitige Band einen Beitrag zur Entstehungsgeschichte des Vereins und weitere 17 Aufsätze zu unterschiedlichen Themen der Experimentellen Archäologie.

Das vorliegende Heft 3 erforderte aufgrund seines Umfangs einen großen zeitlichen und finanziellen Aufwand. Da es sich bei der vorherigen Ausgabe bewährt hat, die eingegangenen Manuskripte für eine inhaltlich-redaktionelle Bearbeitung unter den Vorstandsmitgliedern aufzuteilen, wurde so auch für Heft 3 verfahren. Um den Vorstand diesbezüglich zu entlasten, soll später ein Beirat gewählt werden, der dann die fortlaufenden Redaktionsarbeiten übernimmt.

Auch die Bearbeitung der nächsten Ausgabe, Heft 4, konnte bereits Ende 2004 begonnen werden. Sehr wahrscheinlich lassen sich in diesen Band die Ergebnisse der exar-Jahrestagung in Hochdorf/Enz (D) und die der kommenden, für Oktober 2005 in Bozen (I) geplanten Tagung zusammen vorlegen.

Ergänzend zu den jährlichen Veröffentlichungen sind in unregelmäßigen Abständen erscheinende Sonderbände der Zeitschrift „Experimentelle Archäologie in Europa“ vorgesehen. In diesem Zusammenhang entstand schon 2003 die Idee, unter den gut 300 zwischen 1990 und 2003 im Ausstellungskatalog „Experimentelle Archäologie in Deutschland“, in den „Bilanzheften“ sowie in den ersten beiden Ausgaben der Vereinszeitschrift veröffentlichten Aufsätzen eine Auswahl zu treffen und diese sowohl in einem deutsch- als auch in einem zweiten, englischsprachigen Sonderband nachzudrucken. Das Vorhaben ge-

staltete sich jedoch aus mehreren Gründen ausgesprochen schwierig. Einerseits musste die Zusammenstellung der Aufsätze vom Umfang her, auch im Hinblick auf die spätere Übersetzung ins Englische, in einem wirtschaftlich und redaktionell vertretbaren Rahmen bleiben. Andererseits durften dabei die eigentlichen Ziele nicht außer Acht gelassen werden: So sollte die Wahl auf wissenschaftlich herausragende und gut verständliche Beiträge fallen, um neben Fachkreisen besonders auch ein internationales Publikum mit allgemeinem Interesse an archäologisch erforschter Kulturgeschichte anzusprechen. Außerdem sollten die Beiträge inhaltlich möglichst unterschiedliche Zeitstufen und Themen abdecken und sich mit der methodischen Vorgehensweise, den Zielen und den Aussagemöglichkeiten der Experimentellen Archäologie kritisch auseinandersetzen. In diesem Sinne wurden vom Vorstand 23 Beiträge ausgewählt, wobei die Erstveröffentlichungen von 14 Aufsätzen schon seit längerem im Buchhandel vergriffen sind. Inzwischen haben die Arbeiten an dem gut 300-seitigen deutschsprachigen Sonderband einen Stand erreicht, dass mit einer Veröffentlichung im Herbst 2005 zu rechnen ist. Sobald es der finanzielle Rahmen zulässt, wird dann die englischsprachige Ausgabe schnellstens folgen. Sonderband 1 mit dem vorläufigen Arbeitstitel „Von der Altsteinzeit über ´Ötzi´ bis zum Mittelalter. Ausgewählte Beiträge zur Experimentellen Archäologie in Europa von 1990-2003“ wird voraussichtlich folgende Einzelbeiträge enthalten: Vorwort des Vorstands; Helmut Luley, Die Rekonstruktion eines Hauses der Rössener Kultur im Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen; Jutta Meurers-Balke und Jens Lüning, Experimente zur frühen Landwirtschaft. Ein Überblick über die Kölner Versuche in den Jahren 1978-1986; Werner Plarre, Potentielle Rückzüchtung eines mittelalterlichen Weideschweins; Detlev Ellmers, Schiffsarchäologische Ex-

perimente in Deutschland; Ulrich Stodiek, Jungpaläolithische Speerschleudern und Speere – ein Rekonstruktionsversuch; Harm Paulsen, Schussversuche mit einem Nachbau des Bogens von Koldingen, Ldkr. Hannover; Arne Lucke, Brennversuche und Langzeitexperiment mit einem rekonstruierten zweikammerigen Grubenofen des Typs Hasseris; Pascale B. Richter, Experimentelle Archäologie: Ziele, Methoden und Aussage-Möglichkeiten; Heinz Juranek und Bettina Hoffmann, Rekonstruktion der Herstellungstechnik reliefverzierter Terra Sigillata; Andreas Kurzweil und Dieter Todtenhaupt, Chemische Technik im Mittelalter; Jánis Apals, Rekonstruktion der befestigten Inselsiedlung des 9. Jhs. in Arais (Lettland). Vorbericht; Jürgen Weiner und Alfred Pawlik, Neues zu einer alten Frage. Beobachtungen und Überlegungen zur Befestigung altneolithischer Dechselklingen und zur Rekonstruktion bandkeramischer Querbeilholme; Barbara R. Armbruster, Funktionale Analogien als Quellen für die Experimentelle Archäologie – Metalltechniken und Werkstätten aus Westafrika; Wolfgang F. A. Lobisser, Versuche zum Bau von dreilagigen Beinkämmen; Klaus Löcker und Johann Reschreiter, Rekonstruktionsversuche zu Bastschnüren und Seilen aus dem Salzbergwerk Hallstatt; Wolfgang F. A. Lobisser, Zum Nachbau eines linearbandkeramischen Brunnenkastens mit Werkzeugen aus Holz, Stein und Knochen; Anne Reichert, Zur Rekonstruktion der „Ötzi“-Schuhe; Martin Schmidt, Museumspädagogik ist keine Experimentelle Archäologie. Einige kurze Anmerkungen zu 14 Jahren museumspädagogischer Arbeit im Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen; Jørgen Lund und Arne Jouttijärvi, Eisenverhüttungsversuche am Museum Moesgård, Dänemark; Emanuela Jochum Zimmermann, Nina Künzler Wagner und Ursula Kunnert, Zurück zur Gussform! Zum Einfluss des Gussformmaterials auf die Mikrostruktur eines gegossenen Bronzeobjektes; Dirk

Vorlauf, Archäologischer Befund und Experimentelle Archäologie am Beispiel spätbronzezeitlicher Grabhügel auf den Lahnbergen bei Marburg; Rosemarie Leineweber, Brandneu. Verbrennung auf dem Scheiterhaufen – oder – Studie über branddefor mierte Beigaben aus Brandgräbern der römischen Kaiserzeit Innergermaniens; Dirk Vorlauf, Die „Europäische Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie e. V.“ und ihre Vorgesichte.

#### Jahrestagung 2004

Die 2. internationale exar-Jahrestagung fand vom 15.-17. Oktober 2004 in Hochdorf/Enz (D), in Zusammenarbeit mit dem dortigen Keltenmuseum, statt. Im Hinblick auf eine Beteiligung des Vereins an dem vom Landesmuseum für Natur und Mensch in Oldenburg geplanten Ausstellungsprojekt „HOLZ-KULTUR“ (s. u.) stand die Tagung unter dem Schwerpunktthema „Holz“. Abendvortrag am Freitag, 15. Oktober 2004: Dirk Vorlauf, Um 500 v. Christus – Neue Machtverhältnisse im eisenzeitlichen Europa.

Tagungsprogramm am Samstag, 16. Oktober 2004: Simone Stork, Leiterin des Keltenmuseums Hochdorf/Enz, Begrüßung; Mamoun Fansa, exar-Vorstandsvorsitzender, Begrüßung; Niels Bleicher, Optimale Anpassung oder Tradition? Technologische Aspekte antiker Bogenwaffen Mitteleuropas im Vergleich; Rudolf Walter, Gælle Rosendahl und Wilfried Rosendahl, Experimente zur Verwendung des „Mannheimer Bogens“ als Schießbogen; Matthias Becker, Ahorn, Buche, Haselnuss ... (Rekonstruktionsvorschläge für verschiedene hölzerne Gegenstände aus dem Fürstengrab des 3. Jh. n. Chr. von Gommern, Ldkr. Jerichower Land, Sachsen-Anhalt); Rosemarie Leineweber, Holzspuren (Nachbau der hölzernen Grabkammer aus dem Fürstengrab des 3. Jh. n. Chr. von Gommern, Ldkr. Je-

richower Land, Sachsen-Anhalt); Niels Bleicher, Holzanatomie und Seespiegel. Zwischenbericht zu einem Experiment zur Schichtgenese in einem Pfahlbaudorf am Bodensee; Katrin Staude, Experimente zur Konservierung und zum Brandverhalten von Eichenpfosten; Olaf Strutzberg, Feuer und Haus. Analysen zu abgebrannten Hausmodellen der Experimentellen Archäologie; Kai Schaake, Ein Holzbrunnen nach Vorbildern aus dem 13. und 14. Jahrhundert; Werner Schoch, Holzanatomie – ein erster Schritt zum Experiment; Anne Klammt, Zur Herstellung von Steingefäßen im Alten Ägypten; Katrin Kania, Gut betucht – Kopftuch und Gebende der Frau im Mittelalter; Tiberius Bader, Sind die prähistorischen Nachbauten glaubwürdig?

Im Anschluss an die Vortragsreihe wurde die zweite exar-Mitgliederversammlung abgehalten (s. u.). Danach fand ein Abendempfang durch Bürgermeister Peter Schäfer, Gemeinde Eberdingen, im Keltenmuseum Hochdorf/Enz statt. Abschließend führte Frau Simone Stork interessierte Tagungsgäste durch das Museum und stand für Fragen und Diskussionen zur Verfügung. Exkursion am Sonntag, 17. Oktober 2004: Ziel der Tagungsexkursion war die Heuneburg an der Donau. Nach einer Besichtigung und Führung im Freilichtmuseum folgte eine Führung durch das Heuneburgmuseum im nahe gelegenen Hundersingen.

#### Mitgliederversammlung 2004

Die zweite exar-Mitgliederversammlung fand am 16. Oktober 2004 in Hochdorf/Enz (D) am Rande der 2. internationalen exar-Jahrestagung statt. Neben den üblichen Vereinsformalien wurden alle im vorliegenden Bericht angesprochenen Punkte eingehend behandelt.

Aufgrund des Rücktritts von zwei Vorstandsmitgliedern musste das Amt des stellvertretenden Vorsitzenden und das des Schatzmeisters von der Mitgliederver-

sammlung durch Wahl neu besetzt werden. Der exar-Vorstand setzt sich daher seit dem 16. Oktober 2004 wie folgt zusammen: Vorsitzender Prof. Dr. Mamoun Fansa, Oldenburg (D), stellvertretender Vorsitzender Prof. Dr. Aleksander Bursche, Warschau (PL), zweite stellvertretende Vorsitzende Marlise Wunderli, Zug (CH), Schatzmeisterin Dr. Rosemarie Leineweber, Niephagen (D), Schriftführer Dr. Dirk Vorlauf, Weimar (Lahn) – Niederweimar (D).

### Jahrestagung 2005

Die 3. internationale exar-Jahrestagung wird vom 20.-23. Oktober 2005 in Bozen (I), in Zusammenarbeit mit dem dortigen Südtiroler Archäologiemuseum („Ötzi-Museum“), veranstaltet. Entsprechende Vorbereitungen befinden sich schon in einer fortgeschrittenen Phase. Wie üblich erhalten alle Vereinsmitglieder rechtzeitig detaillierte schriftliche Informationen sowie eine Einladung zur dritten exar-Mitgliederversammlung, die wiederum am Rande der geplanten Tagung stattfinden wird. Zudem sind weitere Informationen auch über die exar-Website (<http://www.exar.org>) zu erschließen.

Das Schwerpunktthema der Tagung lautet: Im Leben gebraucht – im Tod beigegeben. Persönliche Dinge des Alltags, der Tracht und der Grabsausstattung – ihre Herstellung und Verwendung im Experiment.

### Ausstellungsvorhaben

Das Landesmuseum für Natur und Mensch in Oldenburg (D) bereitet zurzeit die internationale und interdisziplinär angelegte Sonderausstellung „HOLZ-KULTUR – Von der Urzeit bis in die Zukunft. Ökologie und Ökonomie eines Naturrohstoffs im Spiegel der Experimentellen Archäologie, Ethnologie, Technikgeschichte und modernen

Holzforschung“ vor. Exar tritt in diesem Zusammenhang als wissenschaftlicher Hauptkooperationspartner auf. Dies bedeutet, dass vor allem inhaltliches Know-how und wissenschaftliche Einzelbeiträge verschiedener Vereinsmitglieder in die Ausstellung einfließen werden. Eine finanzielle Unterstützung des Projekts ist aufgrund der eingeschränkten Situation des Vereins nicht möglich.

Die Ausstellung wird von Januar bis Mai 2007 in Oldenburg und danach in weiteren in- und ausländischen Museen zu sehen sein. Das Grundkonzept und die Intention des Vorhabens sollen hier in kurzer Form wiedergegeben werden:

Holz war und ist einer der elementaren Naturrohstoffe der Menschheitsgeschichte. Noch immer steigt weltweit der jährliche Holzbedarf beständig an. Dies macht – mehr denn je – auf nationaler und internationaler Ebene eine zukunftsorientierte Auseinandersetzung mit ökologischen und ökonomischen Themen wie Klima, Umwelt, Wald, Nachhaltigkeit und innovativer Technologie erforderlich.

Die Nutzung von Holz hat jedoch neben vielen anderen Aspekten auch eine deutlich ausgeprägte kulturhistorische Dimension mit sehr großer zeitlicher Tiefe. So gehört Holz seit mindestens 400.000 Jahren – seit der archäologisch belegten Nutzung für Waffen und Werkzeuge sowie dem dauerhaften Gebrauch als Energieträger – zu den wichtigsten Rohstoffen.

Einerseits hat die Ausbeutung keiner anderen natürlichen Ressource nachweislich so früh zu einem derart gravierenden Eingriff in regionale und überregionale Ökosysteme und damit zu einer nachhaltigen Veränderung der Umwelt geführt. Andererseits belegen archäologische, ethnologische und technikgeschichtliche Zeugnisse aber auch, dass kaum ein anderer Rohstoff durch den Menschen vielfältiger, ideenreicher und kulturell prägender genutzt worden ist, als Holz.

Mit der Sonderausstellung „HOLZ-KULTUR – Von der Urzeit bis in die Zukunft“ werden die Wechselbeziehungen zwischen der Natur und dem Menschen am Beispiel eines der ältesten Werkstoffe der Menschheitsgeschichte dargestellt. Dabei verfolgt die Ausstellung einen ganzheitlichen Ansatz, der natur- und kulturwissenschaftliche Ergebnisse verschiedener Disziplinen miteinander in Beziehung setzt. Dies soll den Besucherinnen und Besuchern eine Standortbestimmung in der Gegenwart ermöglichen und ihnen vor allem auch Zukunftsperspektiven für einen sinnvollen ökologischen und ökonomischen Umgang mit der natürlichen Ressource Holz aufzeigen. Das Hauptaugenmerk liegt auf sechs eng miteinander verbundenen Schwerpunkten:

- Darstellung der seit prähistorischer Zeit durch den Menschen verursachten Eingriffe in das Ökosystem seiner Umwelt und daraus resultierende Folgen,
- Holz – einer der ältesten Werkstoffe der Menschheitsgeschichte – als archäologische, ethnologische und technikgeschichtliche Quelle für kulturgeschichtliche Aussagen,
- Holz als wichtige Datierungsgrundlage (Dendrochronologie,  $^{14}\text{C}$ -Datierung),
- Experimentelle Archäologie als Medium zur Erschließung und zur anschaulichen Präsentation von komplexen, in Verbindung mit Holz stehenden Vorgängen und Arbeiten,

- Darstellung der Zusammenhänge zwischen einem ökologisch und ökonomisch nachhaltigen Umgang mit dem Naturrohstoff Holz und verschiedenen Klima- und Umweltfaktoren,
- Darstellung ausgewählter Beispiele innovativer Holzforschung und Holztechnologie.

#### Schlussbemerkung

Im nunmehr dritten Jahr seit der Vereinsgründung am 30. August 2002 hat exar gut 100 Mitglieder aus 14 europäischen Ländern. Ihnen allen sei im Namen des Vorstands für die gute Zusammenarbeit im Jahr 2004 herzlichst gedankt.

Da sich der Verein trotz zahlreicher Aktivitäten noch in einer gewissen Aufbauphase befindet, konnten manche Ideen bzw. Vorschläge aus zeitlichen und vor allem auch aus wirtschaftlichen Gründen noch nicht umgesetzt werden. Grundsätzlich soll daher an dieser Stelle nochmals darum gebeten werden, Mitgliedsbeiträge und Spenden möglichst gleich zu Beginn eines Jahres einzuzahlen, um damit zu einer besseren finanziellen Planungssicherheit beizutragen.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Dirk Vorlauf  
Liebigstraße 9  
35096 Weimar (Lahn) – Niederweimar

**ISBN 3-89995-204-9**