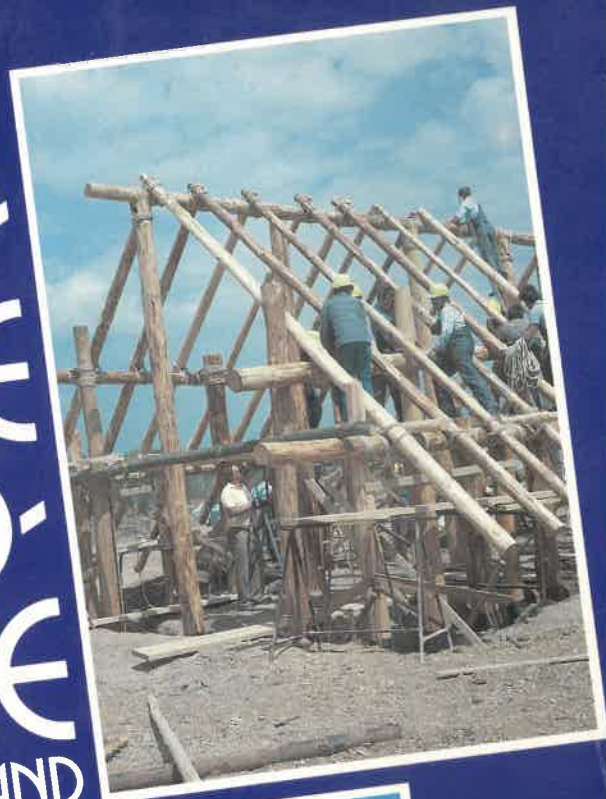


Experimentelle Archäologie in Deutschland

# EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE IN DEUTSCHLAND



T  
E  
1

Beiheft 4 · 1990

Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland

EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE  
IN  
DEUTSCHLAND

Sonderausstellung:

Staatliches Museum für Naturkunde und Vorgeschichte, Oldenburg  
vom 27. 5. 1990 bis 23. 9. 1990

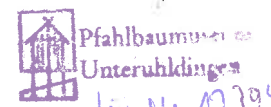
Westfälisches Museum für Archäologie, Münster  
vom 27. 1. 1991 bis 28. 4. 1991

Römer- und Pelizaeus-Museum, Hildesheim  
vom 19. 5. 1991 bis 17. 8. 1991

ARCHÄOLOGISCHE MITTEILUNGEN AUS NORDWESTDEUTSCHLAND

BEIHEFT 4

# EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE IN DEUTSCHLAND



Herausgegeben vom  
Staatlichen Museum für Naturkunde und Vorgeschichte Oldenburg

Oldenburg 1990

Gefördert mit Mitteln des Landes Niedersachsen,



der Niedersächsischen Sparkassenstiftung und  
der LzO-Stiftung: Kunst und Kultur

„Experimentelle Archäologie in Deutschland“, Begleitschrift zu einer Ausstellung des  
Staatlichen Museums für Naturkunde und Vorgeschichte Oldenburg

Bearbeitung und Redaktion: Dr. Mamoun Fansa unter Mitarbeit von  
Barbara Renken und Joachim Döring

Ausstellungsplanung,  
Gestaltung und Ausführung: Arnold Brunßen, Mamoun Fansa, Heide Frerichs,  
Elke Heege, Hermann Hinners, Ralf Ising, Wolfgang Knust,  
Hermann Lange, Marion Martens, Karl Otto Meyer,  
Barbara Renken, Zofia Sass, Holger Schieck,  
Sabine Schmauder, Reinhard Schneider, Viola Siebert,  
Klaus Sternberg, Heinz-Günter Vosgerau, Susanne Wilkens

Titelentwurf: Heidi Beilstein

CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek

*Experimentelle Archäologie in Deutschland* : [Begleitschrift zu  
einer Ausstellung des Staatlichen Museums für Naturkunde und  
Vorgeschichte Oldenburg] / [Bearb. u. Red.: Mamoun Fansa,  
Unter Mitarb. von Barbara Renken u. Joachim Döring]. -  
Oldenburg : Isensee, 1990

(Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland : Beiheft ; 4)  
ISBN 3-920557-88-3

NE: Fansa, Mamoun [Bearb.]; Staatliches Museum für Naturkunde und  
Vorgeschichte <Oldenburg>; Archäologische Mitteilungen aus  
Nordwestdeutschland / Beiheft

ISSN 0170-5776

© 1990 Verlag Isensee, Oldenburg - Alle Rechte vorbehalten  
Gedruckt bei Isensee in Oldenburg

## Inhalt

<i>Mamoun Fansa</i> Experimentelle Archäologie in Deutschland Einleitung .....	11
<i>Ralf Ising</i> Das Experiment auf den Sockel gehoben Überlegungen zur Ausstellungstechnik.....	18
<b>Bauen und Siedeln</b>	
<i>Karl Böhm und Herbert Weny</i> Rekonstruktion eines linienbandkeramischen Bauernhauses für die Landesgartenschau Straubing 1989 .....	22
<i>Helmut Luley</i> Die Rekonstruktion eines Hauses der Rössener Kultur im Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen.....	31
<i>Michael Gebühr</i> Experiment: Ursachen für die Räumung Fünens im 5. Jahrhundert n. Chr. ....	45
<i>Frank M. Andraschko, Jost Lohmann und Ulrich Willerding</i> Paläo-Ethnobotanik in Rekonstruktion und Experiment im Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen.....	55
<i>Frank M. Andraschko</i> Experimentelle Archäologie im Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen .....	71
<i>Klaus Goldmann</i> Das Museumsdorf Düppel - ein Feld für die experimentelle Archäologie.....	75
<b>Von der Aussaat bis zum Verzehr</b>	
Landwirtschaftliche Produktionsweisen von der Steinzeit bis zum Mittelalter	
<i>Jutta Meurers-Balke</i> Experimente zur ur- und frühgeschichtlichen Landwirtschaft.....	80
<i>Jutta Meurers-Balke und Jens Lüning</i> Experimente zur frühen Landwirtschaft Ein Überblick über die Kölner Versuche in den Jahren 1978-1986 .....	82
<i>Jutta Meurers-Balke und Jens Lüning</i> Experimente zur Verarbeitung von Spelzgetreiden .....	93

<i>Wolf-Rüdiger Teegen, Erika Hellmich und Gabriele Schulz</i> Getreidemahlen auf einer Trogmühle.....	113
<i>Maria Pfaffinger und Robert Pleyer</i> Rekonstruktion eines linearbandkeramischen Backofens .....	122
<i>Achim Werner</i> Backöfen der Jungsteinzeit Vom Ausgrabungsbefund zur originalgetreuen funktionstüchtigen Rekonstruktion .....	126
<i>Marco Adameck, Svenja Broocks, Anne Jensen und Verena Tilch</i> Versuche zum Brotbacken in der späten Bronzezeit Zur Rekonstruktion des Backofens von Neu-Ulm .....	131
<i>Karl-Ernst Behre</i> Ackerbau-Experimente in der unbedeichten Salzwassermarsch .....	139
<i>Elsbeth Lange und Hubert Illig</i> Paläo-ethnobotanische Befunde aus dem Feldflorareservat bei Luckau-Freesdorf/Niederlausitz .....	143
<i>Werner Plarre</i> Erhaltung historischer Kulturpflanzen .....	149
<i>Werner Plarre</i> Potentielle Rückzüchtung eines mittelalterlichen Weideschweins .....	158
<i>Roswitha Betzold</i> Zubereitung von bäuerlichem Essen Erfahrungen nach mittelalterlichem Vorbild.....	166
<b>Transport zu Wasser und zu Lande</b>	
<i>Hajo Hayen</i> Ein Vierradwagen des dritten Jahrtausends v. Chr. - Rekonstruktion und Nachbau .....	172
<i>Detlev Ellmers</i> Schiffsarchäologische Experimente in Deutschland.....	192
<i>Marco Adameck, Marquardt Lund und Kai Martens</i> Der Bau eines Einbaums Zur Gebrauchsfähigkeit von geschliffenen Feuersteinbeilen .....	201
<b>Wieviel Aufwand für ein Grab?</b>	
<i>Johannes Müller</i> Die Arbeitsleistung für das Großsteingrab Kleinenkneten 1 .....	210
<i>Jens Schulze-Forster und Dirk Vorlauf</i> Experimenteller Nachbau eines spätbronzezeitlichen Hügelgrabes auf den Lahnbergen bei Marburg .....	220

<i>Achim Werner</i> Versuche zur Rekonstruktion provinzial-römischer Brandbestattungen vom Typ Bustum..	227
--	-----

## Steingeräte im Einsatz

<i>Cornelia Schütz, Andreas Tillmann, Jürgen Weiner, Karl Heinz Rieder und Günter Unrath</i> Das Ingolstadt-Experiment: Zerlegung von Damwild mit Steinartefakten Mit einem Beitrag zur Foto- und Videodokumentation von Jan Weinig und Achim Werner .....	232
<i>Karl Böhm und Robert Pleyer</i> Geschliffene Geräte aus Felsgestein des älteren und mittleren Neolithikums aus Altbayern: Herstellung, Schäftung, praktische Anwendung .....	257
<i>Jürgen Weiner</i> Noch ein Experiment - zur Schäftung altneolithischer Dechselklingen .....	263
<i>Michael Meier</i> Das Arbeiten mit neolithischen Felsgesteinbeilen .....	273
<i>Harm Paulsen</i> Die Herstellung von oberflächenretuschierten Dolchen und Pfeilspitzen .....	279

## Waffen erfinderischer Jäger

<i>Stephan Veil</i> Die Nachbildung einer Jagdlanze der Neandertaler aus Lehringen, Ldkr. Verden .....	284
<i>Ulrich Stodiek</i> Jungpaläolithische Speerschleudern und Speere - ein Rekonstruktionsversuch .....	287
<i>Harm Paulsen</i> Schußversuche mit einem Nachbau des Bogens von Koldingen, Ldkr. Hannover .....	298

## Formen und Brennen

Keramikherstellung von der Steinzeit bis zum späten Mittelalter	
<i>Wolfgang Czysz</i> Geschichte und Konstruktion alter Töpferscheiben.....	308
<i>Wolfgang Czysz</i> Keramiköfen in der Vor- und Frühgeschichte .....	315
<i>Monika Lüdtke und Kim Dammers</i> Die Keramikherstellung im offenen Feldbrand Mit einem Beitrag über archäologische Untersuchungen von Feldbränden .....	321

<i>Wiebke Künnemann</i> Brennversuche in einem vorgeschichtlichen Keramikbrennofen. Hitzacker 1989 .....	328
<i>Arne Lucke</i> Brennversuche und Langzeitexperiment mit einem rekonstruierten zweikammerigen Grubenofen des Typs Hasseris .....	333
<i>Volker Arnold</i> Der eisenzeitliche Lochplattenofen von Weddinghusen/Dithmarschen: Umfeld, Beschreibung, Nachbauten, Versuche, Deutung .....	345
<i>Gudrun und Gunter Böttcher</i> Herstellung mittelalterlicher Töpferware im Museumsdorf Düppel .....	355

## Bronzegießer und Eisenschmiede

Frühe Metallgewinnung und Verarbeitung

<i>Dirk Vorlauf</i> Technische Bemerkungen zur Herstellung der bronzenen Ringgehänge aus dem Hortfund von Allendorf .....	364
<i>Dirk Vorlauf</i> Ein bronzenes, zweiseitiges „Rasiermesser“ der älteren Urnenfelderzeit im archäologischen Experiment .....	371
<i>Frank Nikulka</i> Eisenerzverhüttung im Experiment Zur Erforschung eines fast vergessenen vor- und frühgeschichtlichen Handwerks .....	377
<i>Hermann Holsten und Frank Nikulka</i> Eisenerzverhüttung als Forschungsprojekt: Planung, Durchführung, Auswertung .....	379
<i>Hermann-Volker Garbers</i> Experimentelle Eisenverhüttung oder der Versuch, den alten Schmelzern auf die Schliche zu kommen .....	394
<i>Ernst Giese</i> Rekonstruktionsversuch einer frühmittelalterlichen Esse .....	405

## Leute machen Kleider

Frühgeschichtliches Spinnen und Weben

<i>Klaus Tidow</i> Frühgeschichtliche Wollgewebe aus Norddeutschland - ihre Verbreitung und Herstellung .....	410
<i>W. Haio Zimmermann</i> Webhäuser im ersten und frühen zweiten Jahrtausend n. Chr. in Mittel- und Nordeuropa. .	418

<i>Klaus Tidow</i> Das Weben am Gewichtswestuhl .....	422
<i>Bernd Engelhardt und Elisabeth Weickmann</i> Archäologische Bodenspuren eines Gewichtswestuhls der frühen Eisenzeit mit einem Beitrag über Webversuche .....	424
<i>Annelies Goldmann</i> Das Weben am Rundwestuhl .....	427
<i>Annelies Goldmann</i> Das Ausrüsten von Wollgeweben .....	432
<i>Heidi Stolte</i> Technik des Brettchenwebens .....	434
<i>Heidi Stolte</i> Versuch der Musternachbildung eines Brettchengewebes: Teilstück der Manipel von Sankt Ulrich .....	438
<i>Brigitte Freudenberg</i> Vom Vlies zum Faden .....	450
<i>Ingeborg Klempau</i> Experimentieren mit Pflanzenfarben .....	453
<i>Heike Marx und Michael Meier</i> Trageversuche mit einem eisenzeitlichen Frauenkleid und einer bronzezeitlichen Männertracht .....	457

## Aus der Chemiewerkstatt der Antike

<i>Hermann Mesch</i> Das Werler Briquetage und seine experimentelle Erprobung im Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen .....	464
<i>Andreas Kurzweil und Dieter Todtenhaupt</i> Das Doppeltopf-Verfahren - eine rekonstruierte mittelalterliche Methode der Holzteergewinnung .....	472
Verzeichnis der Leihgeber .....	480

# Experimentelle Archäologie in Deutschland

## Einleitung

Mamoun Fansa

Seit Jahrhunderten wird mit Hilfe von Experimenten versucht, vor- und frühgeschichtliche Verhältnisse verschiedener Kulturen zu rekonstruieren. Experimentelle Archäologie heißt, Theorien und Überlegungen über bestimmte technische Probleme in ihrer Funktion zu prüfen.

Das Experimentieren muß im Zusammenhang mit Rekonstruktionsversuchen gesehen werden. Eine strikte Trennung zwischen Rekonstruktion und Experiment ist meines Erachtens nicht zu sehen. Mit Hilfe der experimentellen Archäologie soll versucht werden, den Originalzustand annähernd zu erreichen; Rekonstruktion bedeutet Rückführung auf den Originalzustand. Die Endphase des Experimentierens ist gleichzusetzen mit einem Rekonstruktionsergebnis.

Um dem Experimentieren einen wissenschaftlichen Charakter zu geben, muß mit dem Verständnis naturwissenschaftlicher Arbeitsweise gearbeitet werden. Das Ziel muß präzise formuliert, Versuche oder Experimente müssen nach naturwissenschaftlichen Grundlagen und Vorschriften aufgebaut werden. Die Ausgangsposition für die experimentelle Archäologie bilden die Befunde, Funde und historischen Quellen (Texte, Darstellungen). Daraus entwickeln sich Fragestellungen, die sich mit Materialeigenschaft bzw. Materialbeschaffenheit, mit Herstellungsverfahren oder mit Funktionen beschäftigen. Ferner müssen die Lagerung im Boden und die verschiedenen Umwelteinflüsse analysiert werden. Anschließend beginnt das Experiment. Dazu gehört die Vorexperimentier-

phase, in der forschungsgeschichtliche Überlegungen mit einbezogen und die Vorbereitungen zur Hauptphase des Experimentes abgeschlossen werden. Das Experiment selbst läuft nach dem vorgegebenen Schema ab. (Abb. 1) Um Zufälle auszuschließen und mehrfache Messungen vornehmen zu können, muß das Experiment mehrmals wiederholt werden. Parallel zu diesen Tätigkeiten soll das gesamte Experiment fachgerecht dokumentiert werden. Schließlich versucht man, die Ergebnisse zu analysieren, die entweder die Bestätigung der vorhandenen Theorien oder neue Erkenntnisse bzw. Ergänzungen darstellen. Anschließend werden die sachlich zusammengefaßten Endergebnisse kulturhistorisch interpretiert und eingeordnet. Damit sind die Voraussetzungen für neue Fragestellungen und neue Forschungsansätze gegeben (Abb. 1).

Durch die experimentelle Archäologie werden nicht nur Vorgänge im Herstellungsprozeß vor- und frühgeschichtlicher Gerätschaften begreifbar gemacht, sondern auch Befunde aus Grabungen auf ihre ursprüngliche Funktion und ihre Interpretation hin überprüft, wie es z.B. im Freilichtmuseum Oerlinghausen und im Museumsdorf Düppel geschieht. Dort wurden Häuser nach einem Befund wieder aufgebaut, um die Bau- und Zerfallsprozesse beobachten zu können. In Dänemark wurde beispielsweise ein eisenzeitliches Haus nach einem Befund der Pfostenlöcher rekonstruiert und danach durch Feuer zerstört. Hier soll ein ursprünglicher Befund (Hausbrand) überprüft und analysiert werden (NESTLER 1982, 53).

Ein eindeutiger Beweis für bestimmte Vorgänge in der Herstellungstechnik von Geräten und den Lebensgewohnheiten aus der vor- und frühgeschichtlichen Zeit durch die experimentelle Archäologie kann nicht erbracht werden. Sie stellt lediglich eine Möglichkeit der Erklärung und Interpretation eines Sachverhaltes dar.

Mit Hilfe der experimentellen Archäologie wird die Vorstellung über die Leistung des früheren Menschen auf eine reale Basis gestellt und das Feld für freie Spekulationen eingeengt.

Deshalb wurde in den letzten 20 Jahren im Rahmen der experimentellen Archäologie gezielt und intensiv mit naturwissenschaftlichen Methoden gearbeitet. Charakteristisch

aber bei der experimentellen Archäologie ist die weitgefächerte interdisziplinäre Zusammenarbeit insbesondere mit der Ethnologie, Volkskunde und Technikgeschichte. In den letzten Jahrzehnten hat sich, parallel zur Archäologie und Ethnologie, ein neuer Wissenschaftszweig entwickelt, die Ethno-Archäologie. Sie ist, wie R. VOSSSEN beschreibt, „als ein Bindeglied zwischen diesen Kulturwissenschaften in der Öffentlichkeit bei uns noch wenig bekannt. Doch ihre Umrisse beginnen sich immer schärfer abzuzeichnen.“ Die Ethno-Archäologie hat nach VOSSSEN die Aufgabe, „Ethnologie und Archäologie wieder einander näherzubringen und mit vereinten Kräften den Zusammenhang zwischen Kulturentwicklung, Kulturveränderung und dem Absterben von Kulturbereichen und dem Aussterben ganzer Kulturen besser begreifbar zu lernen“. VOSSSEN führt einen neuen Begriff in der Kulturarbeit ein, die „lebendige Archäologie“: „Methodisch gesehen, umfaßt die Ethno-Archäologie die beiden unterschiedlichen Forschungsansätze ‚lebendige Archäologie‘ und ‚experimentelle Archäologie‘. Unter letzterer versteht man eine ebenfalls neue Forschungsrichtung.“ Um in diesem Zusammenhang im Sinne von A. LUCKE zu argumentieren: ein Forschungsbereich, in dem versucht wird, Arbeit, Produktion und Verhaltensweise des prähistorischen Menschen methodisch nachzuvollziehen sowie archäologische Befunde und Analysen systematisch und unter kontrollierten Bedingungen zu überprüfen (VOSSSEN 1990, 19 ff. und LUCKE 1988, 128 ff.).

Die experimentelle Archäologie hat mit den Pionierleistungen einzelner Personen begonnen, beispielsweise im Zusammenhang mit der Herstellung und dem Einsatz von Feuersteingeräten (POND 1930). Durch die zunehmende Beschäftigung der experimentellen Archäologie mit verschiedenen Problemstellungen wurden Zentren der experimentellen Archäologie in Europa mit unterschiedlichen Akzenten gegründet. Besonders wurde aber der Bereich der bäuerlichen Lebensweise Gegenstand des Experimentierens - Feldanbau, Ernte, Vorratshaltung, Kochen, Backen und verschiedene Handwerkstätigkeiten rückten in den Mittelpunkt. Eines der ältesten Versuchszentren der experimentellen Archäologie in Europa ist das Museumsdorf

Biskupin in Polen. Dort steht seit der Grabung und dem Wiederaufbau der ehemaligen eisenzeitlichen Siedlung 1934 die experimentelle Archäologie im Mittelpunkt. Die Rekonstruktion der Siedlung und des Museumsdorfes Biskupin sind in unserer Ausstellungskonzeption als beispielhafte frühe Versuche der experimentellen Archäologie als Vorbild eingeflossen. An dieser Stelle geht mein herzlicher Dank an Herrn W. Piotrowski für die Bereitstellung der Informationen. Stellvertretend für derartige Zentren soll hier das historischarchäologische Versuchszentrum in Lejre in Dänemark genannt werden. Dort ist in einer Broschüre folgende Erläuterung zu lesen:

„Mit der Entwicklung der industrialisierten Gesellschaft wurden bessere menschliche Bedingungen geschaffen, so aber auch neue Probleme (. . .). Das Wissen, das niedergeschrieben wurde, war häufig nur für Spezialisten, die ausführliches, vielleicht sogar selbsterlebtes Wissen über Ackerbau, Handwerk, Häuserbau und Naturverhältnisse hatten. Aber jahrtausendlang wußte jeder etwas über diese Dinge. Es ist deshalb eine entscheidende Absicht des Versuchszentrums, praktisches und handwerkliches Können und Erfahrungen in vielen Bereichen zu sichern. Die Bedingungen für möglichst gründliche und realistische wissenschaftliche Versuche sollen geschaffen werden. Das Versuchszentrum hat deshalb eine wichtige Funktion als Center für die internationale Forschung, die durch praktische nachahmende Versuche die Vorzeit erforscht. Gleichzeitig sollen vorzeitliche Verhältnisse für Publikum, Schüler und Freiwillige möglichst anschaulich dargestellt werden. Vergnügen und Wissen sollen einander ergänzen.“

Als vergleichbares Objekt in der Bundesrepublik läßt sich das Museumsdorf Düppel in Berlin heranziehen.

Die experimentelle Archäologie in den anglo-amerikanischen und skandinavischen Ländern hat ihre eigene Tradition (COLES 1976, ASCHER 1961), die sich als unabdingbare Denkrichtung im Bereich der Archäologie erwiesen hat. In der Bundesrepublik dagegen scheint das Verständnis für die experimentelle Archäologie immer noch im Anfangsstadium zu stehen. Es sollte angestrebt werden, mehr Versuchszentren wie das Museumsdorf Düppel zu gründen, aber auch vorhandene

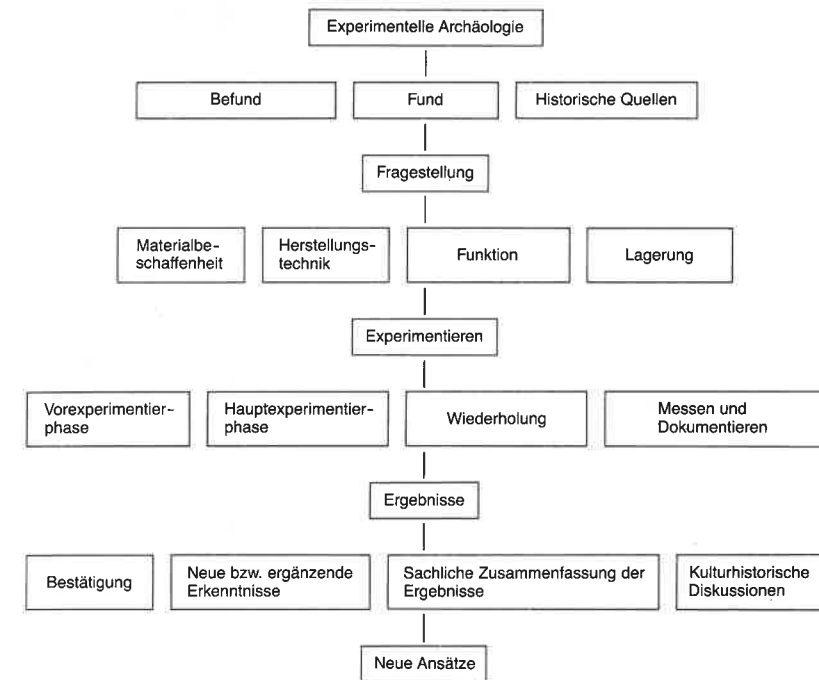


Abb. 1: Die Arbeitsweise der experimentellen Archäologie.

Einrichtungen zu unterstützen und auf das Niveau des Lejrer Modells zu stellen. Im Dritten Reich hatte die experimentelle Archäologie in Deutschland einen besonderen Stellenwert. Dies war begründet durch die auf die Vorgeschichtsforschung einflußnehmende nationalsozialistische Ideologie. Es wurde versucht, die experimentelle Archäologie in den Dienst der rassenideologischen Vorstellung des Nationalsozialismus zu stellen. Charakteristisch dafür ist die Entstehungsgeschichte des archäologischen Freilichtmuseums in Oerlinghausen oder auch des Pfahlbau-Museums am Bodensee. Mit Hilfe der experimentellen Archäologie wurden Schlußfolgerungen gezogen, die bis heute ihre Auswirkungen auf die Vorgeschichtsforschung erkennen lassen. Diese Tatsache hat dazu beigetragen, daß sich die deutschen Archäologen nach dem Zweiten Weltkrieg selten mit dem Thema der experimentellen Archäologie beschäftigt haben.

Erst in den 70er Jahren wurde verstärkt von jüngeren Wissenschaftlern die experimentelle Archäologie als Beweismittel für die am grünen Tisch entwickelten Interpretationen bestimmter Sachverhalte der vorgeschichtlichen Zeit eingesetzt. Eine Ausstellung über „Experimentelle Archäologie in Deutschland“ ist bisher nicht gezeigt worden. Es ist sehr schwer, laufende Prozesse im Rahmen einer Ausstellung vorzuführen. Um das inhomogene Material als Ausstellungsinformation aufbereiten zu können, müssen dafür grundlegende didaktische und pädagogische Überlegungen entwickelt werden (s. Beitrag ISING). Es ist in der Tat nicht leicht, beispielsweise den gesamten Arbeitsprozeß bei der Herstellung von Eisen in einem Eisenverhüttungssofen zu demonstrieren. Daher wird versucht, möglichst viele Endprodukte als Exponate in der Ausstellung zu zeigen. Die Ausstellung wird im wesentlichen aus Exponaten (Originalfunde,



Ergebnisse der Experimente, wie z.B. Eisenverhüttungsöfen, Webstuhl, Wagen, Schiff, Steingeräte usw.) bestehen. Als Ergänzung zu Schauobjekten kommen Schautafeln mit Graphiken, Tabellen, Fotos und Erläuterungstexten hinzu.

Ziel der Ausstellung ist es,

- die bisher von verschiedenen Institutionen und Privatpersonen der Bundesrepublik durchgeführten archäologischen Experimente an einem Ort zusammenfassend darzustellen,
- als Forum die Spannweite der bisher durchgeführten Experimente aufzuzeigen, um Anregungen für weiterführende Aktivitäten zu vermitteln,
- neben den kulturgeschichtlich interessierten Kreisen das technisch interessierte Publikum anzusprechen,
- Verfahren und Ergebnisse experimenteller Archäologie für Schulen und freie Besuchergruppen didaktisch aufzubereiten und vorzustellen und
- durch Begleitveranstaltungen die Möglichkeit zu geben, Kollegen aus dem Fachbereich zusammenzuführen, um Informationen über experimentelle Archäologie auszutauschen.

Die experimentelle Archäologie beschäftigt sich mit zwei Bereichen: zum einen mit der Rekonstruktion der Lebensbereiche, wie z.B. Rekonstruktion von Besiedlungsvorgängen, Gräbern, Häusern und Siedlungen (mit den dazugehörigen Schutzeinrichtungen wie z.B. Erdwerken), zum anderen mit Materialien unterschiedlicher Art, wie z.B. der Herstellung von Geräten und Arbeitsmaterialien (Teer, Wolle, Steinbeile usw.).

Die Ausstellung wird ausschließlich Experimente vorstellen, die von oder unter Anleitung von Archäologen durchgeführt wurden und von einer relevanten Fragestellung sind. Dank der Teilnahme von 35 Ausstellern kann ein weitgefächertes Themenspektrum gezeigt werden:

- Bauen und Siedeln
- Von der Aussaat bis zum Verzehr - landwirtschaftliche Produktionsweisen von der Steinzeit bis zum Mittelalter
- Transport zu Wasser und zu Lande
- Wieviel Aufwand für ein Grab?
- Steingeräte im Einsatz
- Waffen erfinderischer Jäger

- Formen und Brennen - Keramikherstellung von der Steinzeit bis zum späten Mittelalter
  - Bronze gießen und Eisenschmiede - frühe Metallgewinnung und -verarbeitung
  - Leute machen Kleider - frühgeschichtliches Spinnen und Weben
  - Aus der Chemiewerkstatt der Antike
- Innerhalb dieser Themenkreise werden verschiedene Experimente zugeordnet.

Im Bereich der *Siedlungs- und Hausbauexperimente* sind zwei Schwerpunkte angesetzt. Einen Schwerpunkt stellen Experimente mit dem Wiederaufbau von Häusern dar, z.B. die Rekonstruktion eines Hauses der Rössener Kultur von H. LULEY auf dem Gelände des Museumsdorfes Oerlinghausen. Dieses Experiment konzentrierte sich in der ersten Phase auf die Rekonstruktion mit dazugehörigen Bauberechnungen und Mengenangaben des Materials, Zeitaufwand und andere soziale und wirtschaftliche Faktoren. Die zweite Phase beschäftigt sich mit dem Langzeitexperiment, d.h. der ständigen Beobachtung des Hauses und Messungen des Zerfalls durch Umwelteinflüsse und andere Faktoren. Der Beitrag von ANDRASCHKO, WILLERDING und LOHMANN geht auf diese Problematik gezielt ein. Die gewonnenen Informationen sind wichtig für die Berechnungen der vorgeschichtlichen Siedlungsdauer. Das Museumsdorf Düppel ist auf dem ehemaligen Gelände des mittelalterlichen Dorfes Düppel entstanden. Interessant ist bei diesem Projekt nicht der Wiederaufbau der Häuser und die Untersuchung der Siedlungsstrukturen, sondern das Hauptziel der Betreuer dieses Museums ist es, das Leben in einem mittelalterlichen Dorf zu erforschen und durch die experimentelle Archäologie begreifbar zu machen.

Im zweiten Schwerpunkt geht es um den Einsatz von modernen Arbeitsgeräten im Bereich der Auswertung, wie z.B. dem Computer, der es erlaubt, Theorien nach ihrer Wahrscheinlichkeit zu berechnen. Bei der Arbeit mit statistischen Formeln kann eine präzise Aussage zu bestimmten Sachverhalten gemacht werden. Es handelt sich hier um Experimente, die mit Hilfe des Computers strukturiert und analysiert werden können. M. GEBÜHR hat für diese Ausstellung ein Rechenmodell (Simulationsprogramm) erarbeitet.

GEBÜHR überprüft mit seinem Simulationsprogramm die Siedlungsentwicklung auf der Insel Fünen anhand von archäologischen Befunden und Funden aus der vorrömischen Eisenzeit und römischen Kaiserzeit.

Der Bereich *Landwirtschaft und Nahrung* nimmt in dieser Ausstellung und in seinem Begleitheft den größten Teil ein. J. LÜNING und J. MEURERS-BALKE beschäftigen sich seit Jahrzehnten mit Landwirtschaftsexperimenten. Sie versuchten, zusammen mit Kölner Studenten unter definierten Rahmenbedingungen einzelne Arbeitsabläufe der Landwirtschaft in der Jungsteinzeit nachzuahmen, ihre Ergebnisse zu messen und mit den archäologischen Befunden zu vergleichen. Im zweiten Experiment wurde von der Kölner Gruppe die Frage nach dem Einsatz von bäuerlichen Geräten in der bandkeramischen Zeit bei dem Entspelzungsprozeß analysiert. E. PLEYER und M. PFAFFINGER haben nach einem Ofenbefund aus einer bandkeramischen Siedlung in Bayern einen Backofen wieder aufgebaut und in Betrieb genommen. Ebenfalls konnte J. WERNER einen Ofen der Späten Jungsteinzeit rekonstruieren und erproben. Ein Brotfen aus der Bronzezeit wurde von M. ADAMECK, S. BROOCKS, A.-JENSEN und V. TILCH wieder aufgebaut. Bei allen Ofenrekonstruktionen und Brotbackversuchen wurden überwiegend Überlegungen aus der Völkerkunde herangezogen.

K.-E. BEHRE beschreibt die Landwirtschaftsexperimente in der nordwestdeutschen Wurtregion unter dem Einfluß des salzigen Seewassers.

Seit einigen Jahren versucht W. PLARRE, im Museumsdorf Düppel verschiedene Rückzuchtungsaspekte zu untersuchen. Ihm ist es gelungen, Pflanzen auf die Zeit um das 14. Jh. rückzuzüchten. In den letzten Jahren war die Rückzuchtung eines Weideschweins auf die Zeit des 15. Jh.s gelungen. E. LANGE und H. ILLIG beschäftigten sich mit mittelalterlichem Feldanbau, beobachteten bei der Dreifelderwirtschaft die Pflanzenentwicklung und verglichen sie mit den Ausgrabungsfunden.

Im Bereich des *Transportwesens* werden zwei Experimente im Schiffbau vorgestellt. D. ELLMERS beschreibt, wie anhand eines bearbeiteten Rengeweihes ein späteiszeitli-

ches Boot rekonstruiert werden kann. ELLMERS beweist, daß mit den damaligen Werkzeugen und Materialien ein derartiges Boot hergestellt werden konnte. M. ADAMECK, M. LUND und K. MARTENS haben in ihrem Einbaumexperiment zwei Ziele verfolgt: zum einen die Überprüfung der Effektivität unterschiedlich geschliffener Feuersteingeräte und zum anderen die Herstellung eines fahrtüchtigen Einbaumes mit diesen Geräten. H. HAYEN rekonstruierte mit Hilfe verschiedener Wagenteile, die in Mooren in Nordwestdeutschland gefunden worden sind, einen der ältesten Wagen Europas. Bei dem Nachbau galt es, in erster Linie die handwerklichen Tätigkeiten zu demonstrieren und die Belastbarkeit von Achsen zu überprüfen.

Das *Bestattungswesen* regte ebenfalls zu einigen Experimenten an. J. MÜLLER berechnete mit Hilfe eines Simulationsprogramms die Arbeitsleistung der Menschen in der Jüngerer Steinzeit für den Bau des Großsteingrabes in Kleinenkneten bei Wildeshausen. D. VORLAUF und J. SCHULZE-FORSTER haben einen Grabhügel der Späten Bronzezeit nachgebaut. Wichtig war hier die Verwendung von Hilfsmitteln, die der damaligen Zeit entsprachen. Die Ergebnisse zeigten, daß es, gegenteiligen Behauptungen zum Trotz, nicht sehr aufwendig ist, einen Grabhügel zu errichten. A. WERNER hat sich mit einem Langzeitexperiment beschäftigt, das aus zwei Phasen besteht. Phase 1 befaßte sich mit der Verbrennung eines Schweines und den dazugehörigen Beigaben, wobei mehrere Faktoren dokumentiert wurden, wie z.B. Verbrennungsdauer und Brennmaterial. Phase 2 wird sich mit der Dokumentation der Ausgrabung dieser Grube auseinandersetzen, um einen Vergleich mit den Originalfunden der damaligen Zeit durchzuführen.

Die Bearbeitung von *Steinmaterial* für die Herstellung von Holzbearbeitungsgeräten ist immer Gegenstand der experimentellen Archäologie gewesen. Über die Herstellung von Faustkeilen und anderen Feuersteingeräten wurde häufig berichtet. Deshalb wurden für die Ausstellung Teilaspekte der Feuersteinbearbeitung, der Bearbeitung von Felsgestein, aber auch der funktionale Einsatz der Steingeräte, in den Mittelpunkt gestellt. J. WEINER versuchte, anhand von Ge-

brauchsspuren bestimmte Schäftungstechniken an einer bandkeramischen Dechselklinge zu beweisen.

J. WEINER, A. TILLMANN u.a. dokumentieren den Zeitaufwand beim vollständigen Zerlegen eines Damhirsches mit extra dafür hergestellten Feuersteingeräten. Anschließend wurden die Gebrauchsspuren systematisch analysiert, sowohl an den Gerätschaften als auch an den Tierknochen. M. MEIER beschreibt den Einsatz von unterschiedlichen Steinbeilen und Äxten beim Baumfällen. Er benutzte für dieses Experiment Originalbeile aus der Jungsteinzeit. R. PLEYER zeigt mit seinen gesondert für die Holzbearbeitung hergestellten Steinbeilen die verschiedenen Handwerkstechniken und den Umgang mit derartigen Geräten im Hausbau.

H. PAULSEN dokumentiert die Feinheit der Feuersteinbearbeitung beim Herstellen von Feuersteindolchen.

Organisches Material war für die vor- und frühgeschichtlichen Menschen häufig ein guter Ersatz für die Steingeräte. Es gilt, in diesem Bereich Funktionen von *Waffen* aus organischem Material zu prüfen und den Zeitaufwand für die Herstellung zu beschreiben. S. VEIL zeigt, wie mit einfachen Mitteln eine Eibenholzlanze in der Altsteinzeit erstellt wurde. Dabei hat er den Zeitaufwand festgehalten.

H. PAULSEN hat nach der Herstellung eines Eibenbogens Schußversuche in den Mittelpunkt seines Experimentes gestellt. U. STODIEK rekonstruierte eine Speerschleuder (Altsteinzeit) aus Geweih und Holz und überprüfte den Einsatz, um die Funktion dieses Gerätes zu belegen.

*Keramik* nachzuahmen ist immer wichtiger Teil der experimentellen Archäologie gewesen, zumal völkerkundliche Untersuchungen in diesem Bereich zugrunde liegen. A. LUCKE überprüfte die Funktionen der sog. zweikammerigen Grubenöfen der jüngeren Eisenzeit. Dabei untersuchte er ebenfalls den Zerfall derartiger Öfen, um sie mit dem Originalbefund vergleichen zu können. Als ein weiteres Experiment im Bereich der Keramikherstellung muß der Beitrag von V. ARNOLD erwähnt werden. Er versuchte mit mehreren Experimenten, Funktionen eines nachgebauten Ofens zu erschließen. Bis

jetzt haben die Experimente, was ihre Deutung angeht, nicht zur endgültigen Klärung beigetragen.

Die Verarbeitung von *Metall* ist eine aufwendige und komplizierte Technik. Wie arbeitsreich und schwierig die Herstellung von schmiedbarem Eisen ist, zeigen zwei Experimente. H.V. GARBERS versuchte, mit einem nachgebauten eisenzeitlichen Rennofen die Problematik der Eisenverhüttung nachzuvollziehen, und H. NIKULKA und H. HOLSTEN experimentierten mit einem nachgebauten Eisenverhüttungssofen, um schmiedbares Eisen zu gewinnen. E. GIESE benutzte historische Quellen Darstellungen aus dem 9. Jahrhundert, um einen Blasebalg für die Eisenverarbeitung zu erstellen.

Der Blasebalg ist außerdem eines der wichtigsten Instrumente der Eisenverhüttung. Sein Aussehen und seine Funktion könnten durch dieses Experiment belegt werden. D. VORLAUF beschäftigte sich mit der Herstellung von Gußformen für bronzzeitliche Ringgehänge. Wie aufwendig dieses Gußverfahren ist, läßt sich anhand der Dokumentation dieses Experimentes darstellen. Ebenfalls überprüfte er die Funktion von bronzzeitlichen Rasiermessern und zeigt verschiedene Einsatzmöglichkeiten derartiger Messer.

*Textilgeräte* als vollständige Instrumente sind uns aus der vor- und frühgeschichtlichen Zeit nicht bekannt. So läßt sich die Webeinrichtung lediglich anhand von Webkanten und Webgewichten rekonstruieren. Es bleibt immer noch Raum für Spekulationen, der nur durch weiteres Experimentieren eingeschränkt werden könnte. Aus der Jungsteinzeit, der Eisenzeit und dem Mittelalter sind einige Webgewichte bekannt. H. ZIMMERMANN und K. TIDOW haben anhand von Bodenverfärbungen und den vorhandenen Webgewichten aus dem frühen Mittelalter einen Gewichtwebstuhl rekonstruiert und Gewebe darauf hergestellt, die den früh- und hochmittelalterlichen Geweberesten vergleichbar sind. A. GOLDMANN ist der Herstellung der nahtlosen Stoffbahnen auf der Spur: Anhand von Gewebekanten wurde im Museumsdorf Düppel ein sog. Endlosstoff auf einem Rundwebstuhl gewebt. Brettchenweben ist eine Technik der vorge-

schichtlichen Zeit, läßt sich aber ebenfalls nicht durch Gerätschaften belegen. Der früheste Beleg dafür stammt aus dem 8. Jahrhundert aus Schweden. Dieser Befund diente H. STOLTE dazu, einen Manipel des Bischofs Ulrich von Augsburg nachzuweben, um die Einzelheiten dieser Technik vorzuführen.

Die *Chemie* spielte in der Vor- und Frühgeschichte bei der Herstellung bestimmter Materialien eine große Rolle. Für A. KURZWEIL und D. TODTENHAUPT war eine Grube in dem Siedlungsdorf Düppel in Berlin die Ausgangsbasis ihrer Versuche, Teer herzustellen. Wie kompliziert dieses Verfahren ist, wird anhand der systematischen Beschreibung dieses Experimentes deutlich.

Zu den wichtigsten Nahrungselementen des Menschen gehört das Salz. H. MESCH hat, ausgehend von Funden aus Werl in Westfalen, kaiserzeitliche Salzgewinnungsöfen rekonstruiert und Salzblöcke gewonnen.

Experimentelle Archäologie heißt u.a. Fakten analysieren, messen, dokumentieren und Ergebnisse daraus zu erzielen. An dieser Stelle sei es mir erlaubt, bei einigen Experimentatoren, die an dieser Ausstellung mitgearbeitet haben, einige Anmerkungen anzumelden; bei der Bearbeitung der Ausstellungs- und Kataloginformationen ist mir aufgefallen, daß die Experimentatoren oftmals nur ihr Endprodukt im Auge gehabt haben. Die Ausgangsbedingungen jedoch wurden nicht auf eine solide Basis gestellt. Ein vollständiger Versuchsaufbau, wie man es von der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise kennt, wurde nicht angewandt, die einzelnen Experimentierphasen unzureichend dokumentiert. Dennoch soll diese Begleitschrift der experimentellen Archäologie als Wegweiser dienen und einen Grundstock für diesen relativ jungen Wissenschaftszweig bilden.

Die Ausstellung ist als Wanderausstellung geplant. Sie wird nach Oldenburg in Münster, Hildesheim und an anderen Orten in Deutschland sowie in der Republik Ungarn zu sehen sein.

Da die Experimente nicht in ihren laufenden Prozessen im Rahmen einer Ausstellung gezeigt werden können, wurde anlässlich der Ausstellung ein Video-Film über einige Expe-

perimente erstellt und kann als zusätzliche Medien zur Erläuterung bestimmter Abläufe eingesetzt werden. Der Film ist über das Staatliche Museum für Naturkunde und Vorgeschichte in Oldenburg zu erhalten.

Für die Unterstützung bei der Verwirklichung dieser Ausstellung und der Begleitschrift sei an dieser Stelle den Leihgebern für die Bereitstellung der Exponate, den Autoren, die mit großem Enthusiasmus mitgearbeitet haben, und den nachfolgenden Institutionen gedankt:

- dem Sozialamt und dem Arbeitsamt Oldenburg für die personelle Verstärkung,
- dem Land Niedersachsen, der Niedersächsischen Sparkassenstiftung, der LZO-Stiftung: Kunst und Kultur und der Oldenburgischen Landesbank für die finanzielle Unterstützung.

Besonders danke ich Herrn Prof. Dr. Detlef Hoffmann für die didaktische Beratung und die Betreuung der Ton-Dia-Schau.

Abschließend möchte ich noch dem Verlag Isensee für die reibungslose Zusammenarbeit danken.

#### Literatur:

- ANDRASCHKO, F.M. (1989): Experimentelle Archäologie I - Mitteilungen aus dem Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen.
- ASCHER, R. (1961): Experimental Archaeology. - American Anthropologist (Menasha) 63,4: 793-816.
- COLES, J. (1976): Erlebte Steinzeit - Experimentelle Archäologie. München.
- GOLDMANN, K. (1985) (Hg.): Biskupin: Ein polnisches Pompeji. Ausstellung des Staatl. Archäol. Museums in Warschau. Berlin.
- LEJRE (Broschüre o.J.): Historisch-Archäologische Versuchsanlage.
- LUCKE, A. (1988): Brennversuche im Sinne experimenteller Archäologie. - R. Vossen (Hg.): Töpferei- und Keramikforschung. B.1: 128-141. Bonn.
- MÜLLER VON, A. L. u. ORGEL-KÖHNE, A. (1980): Museumsdorf Düppel. Berlin.
- NESTLER, A. (1982): Reduktion und Rekonstruktion archäologischer Befunde. Arbeiten zur Urgeschichte des Menschen. Band 6. Frankfurt/M. Bern.
- POND, A. (1930): Primitive methods of working stone based on experiments of H.L. Skavlem. Beloit, Wisconsin.
- VOSSEN, R. (1990): Reisen zu Marokkos Töpfern. Hamburg.

## Das Experiment auf den Sockel gehoben

Überlegungen zur Ausstellungstechnik

Ralf Ising

„... auf den Sockel gehoben ...“ meint die Präsentation von Experimenten, die entweder als abgeschlossen gelten und vor einiger Zeit durchgeführt wurden oder zur Zeit noch andauern. „... auf den Sockel gehoben ...“ heißt ebenfalls, daß die Experimente für den Museumsbesucher sicht- und erfahrbar gemacht werden und ihre Bedeutung innerhalb der bestehenden archäologischen Befundsituation erkennen lassen.

Ausstellungen über die Darstellung von manuellen Tätigkeiten, die nicht nur ein endgefertigtes Produkt ausstellen, sondern die Tätigkeit und dabei auch ihre eigenen Bedingungen sichtbar überprüfen, also einen Versuch beschreiben, sind selten. In diesem Begleitheft wird dieser Situation in der Form Rechnung getragen, daß die spezifischen Gestaltungsprobleme aus architektonischer Sicht auch einmal veranschaulicht werden sollen.

### Die Rahmenbedingungen

Die zur Verfügung stehende Ausstellungsfläche bei Planungsbeginn in Oldenburg betrug als Brutto-Ausstellungsfläche ca. 700 qm auf zwei Geschoßebenen. Bei den weiteren Standortwechseln mußte aus Gründen des Leihverkehrs und der zu erwartenden Transportprobleme von einer zwangsmäßigen Ver-

ringerung des Exponatumfangs von mindestens 15 % ausgegangen werden.

Der Gesamtumfang der zu präsentierenden Versuche lag zwischen 50 und 60 Ausstellungsbeiträgen, wobei diese Anzahl zwar im Begleitheft, jedoch nicht sämtlich in der eigentlichen Ausstellung, ihre Darstellung fand. Einige dieser Beiträge wurden von denselben Experimentatoren ausgeführt oder mußten als Teilversuche zu einem zusammenfassbaren Gesamtversuch gesehen werden.

Das Ausstellungsvorhaben hatte sich der Aufgabe zu stellen, zusätzlich zur Darlegung der Versuche, die archäologischen Exponate in ihrer Vielfalt auch in ihren jeweiligen historischen Bezügen zu zeigen und sie dabei nicht nur den vergangenen Lebenszusammenhängen, sondern auch bleibender Aktualität zuzuordnen, um auch bei dem nicht fachlich vorgebildeten Besucher Interesse zu wecken. Dieses hieß, die Informationsflächen von Objekten und Texten zusätzlich dadurch zu füllen, daß Geschehnisse und Situationen verglichen, bewertet und hinterfragt wurden.

Der gewählte Darstellungsumfang und die zuvor genannten Rahmenbedingungen führten zur konzeptionellen Entscheidung für eine „Messe der Experimente“. Unabhängig von festgelegter Zeitepoche, Wissenschaftsstand oder Qualitätsbeurteilung der Experimentdurchführung sollten die Versuche zu einzelnen Schaubereichseinheiten, die eine sinnvolle thematische Zusammengehörigkeit erkennen lassen, in ihrer Vielfalt gebündelt präsentiert werden.

Die Ermittlung des Platz- und Möblierungsbedarfes war somit eine gravierende Aufgabenstellung für die Präsentation der Versuchsgruppen. - Warum?

### Die Exponate der Experimente

Abgesehen von einzelnen der Öffentlichkeit noch nicht so bekannten Versuchen beherbergt die Ausstellung zu 80 % abgeschlossene Versuche, die in irgendeiner Form (Fachberichte oder Freilicht-Demonstrationen) in der BRD bereits publiziert sind. Folglich war die Übersicht und die Voraussetzung gegeben, zunächst einzelne Versuche gut einzuordnen bzw. zu vergleichen. Waren für die Ausstellung mehr oder weniger die Expe-

perimentatoren als Lieferanten ihrer eigenen Dokumentation beabsichtigt, so zeigten sich doch erhebliche Qualitätsunterschiede in der Nachvollziehbarkeit ihrer Versuchsreihen, die schließlich neue Aufgaben an die Mitarbeiter des Ausstellungsvorhabens stellen sollten.

Bei einer möglichen Einteilung der Experimentatoren ergäben sich diejenigen,

- die in einer Institution professionell Versuchsreihen durchführen,
- die mit wissenschaftlichen Arbeiten professionell betraut sind, und
- die ausschließlich das Experimentieren aus ihrer handwerklichen Fähigkeit heraus, unterstützt von phantasievолlem und pragmatischem Handeln, aufbauen.

Die Qualität und die Bedeutung des Experimentes kann in allen 3 Gruppierungen dem gleichen Anspruchsniveau genügen, das Dokumentationsmaterial jedoch für eine vergleichende Darstellung innerhalb einer Museumsausstellung zu unterschiedlich sein. Es zeigte sich, daß das zur Verfügung gestellte Material bei den Ergebnissen zu Versuchen der ersten Gruppierung besser geordnet und deutlich erkennbar war. Die somit erforderliche Ergänzung und Aufbereitung des unvollständigen Materials für die Ausstellung sollte nicht nur Zeit und Geld, sondern auch unvorhergesehenen Platz innerhalb der einzelnen Informationsflächen kosten.

Der möglicherweise unterschiedliche Dokumentationscharakter für den Betrachter forderte bei der Möblierung einen laufenden Wechsel zwischen verschiedenen großen Vitrinen, Schautafeln und Großobjektpräsentation auf Sockeln und Podesten. Bis hierhin war diese Aufgabenstellung für Museumsausstellungen vielleicht alltäglich, hätte nicht die selbst auferlegte Absicht bestanden, jedem Experiment in seiner Besonderheit gerecht zu werden. Die Entscheidung, eine „Messe der Experimente“ zusammenzustellen, beinhaltete die Möglichkeit, Experimente in ihrer Unterschiedlichkeit aneinanderzureihen. Es bedeutete den Vorzug, den archäologischen Fund bzw. Befund und das dazugehörige Experiment mal stärker als formales Design, mal mehr als faszinierende Idee eines Handwerkers oder sogar auch als ausgefeiltes Produkt einer langen und begrenzten Entwicklungsstudie zu präsentieren. Die fachlich notwendige Kompetenz und das

Erkennen der Komplexität eines Versuchablaufes wurde gestützt durch die enge Mitarbeit einzelner Experimentatoren.

### Die Räume

Den Kern der Ausstellung bildet in Oldenburg ein zweigeschossiger Saal, bestehend aus einer unteren Ebene mit 2 Säulengängen und einer darüber liegenden oberen Ebene aus 2 schmalen Galeriegängen mit achsial angeordneten Treppenläufen. Dem Ausstellungsbeginn in der oberen Ebene folgen den umfassenderen Lebensbereichen des Menschen, wie Wohnen und Ernähren, die einzelnen Gruppierungen in der unteren Ebene mit Geräten, technischen Einrichtungen und Materialbearbeitungen.

Auf seinem Weg in die Ausstellung erhält der Besucher eine Gesamteinführung in die Ausstellungsthematik auf einer Podesterweiterung des Haupttreppenhauses. Ohne schon an der Schwelle des Kassenbereiches zu stehen, kann er sich hier in Ruhe über Absicht, Gliederung und thematische Aspekte informieren. Zwischen diesem „Vorraum“ und den einzelnen Schaubereichen innerhalb der Ausstellung ist ein kleiner 20sitziger Vorführraum für eine Ton-Dia-Schau oder Videoschau installiert.

Eine für das Oldenburger Staatliche Museum seltene Konstellation war die Ausweisung einer Freifläche neben dem Hauptgebäude. Weder sollte auf sperrige Großobjekte verzichtet werden noch auf pflanzliche Versuchsobjekte. Im einzelnen waren dieses ein langer schwergewichtiger Einbaum, Blattpflanzen, Getreide und zwei Ofenrekonstruktionen aus Lehm. Trotz räumlicher Trennung von der Kern-Ausstellungsfläche im Museum werden die Experimente in beiden Ausstellungsbereichen thematisiert. Pädagogische Führungen und Nachstellungen einzelner Experimentierphasen ergeben hier einen „hautnahen“ Beschäftigungsbereich für Besucher. Die Aufstellung der Exponate bzw. Anpflanzung wurde vorwiegend von den Experimentatoren selbst vorgenommen. Die Aufgabe der Ausstellungstechnik lag einerseits in der Schaffung der dazu notwendigen Informationsflächen (z. B. gärtnerische Arbeiten, Schutzdacherrichtung) und andererseits der organisatorischen Umnutzung zu Verweilräu-

men der Besucher (z. B. Freihaltung von Feuerwehrezufahrten, Parkflächen, Beschilderung).

#### Die Möblierung

Auf die Raumnutzung bezogen, verfolgte die Möblierung im wesentlichen zwei Motive. Erstens galt es, über 2 Geschoßebenen hin eine Übersicht zu schaffen zur Differenzierung der einzelnen Schaubereiche im Raumgefüge; zum andern galt es, die Darstellung der einzelnen Experimente an einen Schaubereich so zu binden, daß man schnell erkennt, wenn ein neues Schaubereichsthema beginnt. Dem ersten Gestaltungsmotiv wurde Rechnung getragen in der Aufstellung von sog. Signaltürmen. Die Übersichtlichkeit im Raumgefüge wurde durch Symbole erreicht, die am Kopfende von quadratischen Säulen angebracht wurden und durch eine größere Höhe, über die Schautafeln hinweg, den einzelnen Schaubereich markieren. Um aber gleichzeitig die verschiedenen Räume in einer Geschoßebene auszumachen, wurden die abgrenzenden Schautafeln derart aufgestellt, daß durch das Blickfeld immer eine möglichst große Transparenz zwischen den Tafeln gewährleistet wurde. Eine sich frei entfaltende Landschaft einzelner „Messe-Stände“ fand so eine deutliche Ausprägung. Zur Realisierung des zweiten Motivs, der inhaltlichen Bindung, wurden mehrere Prinzipien angewendet. Zum einen wurde für jeden Schaubereich eine eigentypische Form der Möbelstellung erarbeitet, und zum andern wurden die verschiedenen Schautafeln eines Bereiches mit einem einheitlichen Farbstreifen am unteren Ende der Schautafeln etikettiert.

Die einzelnen Möbelemente sind aus Gründen der Funktion als Wanderausstellung leicht an Gewicht und schnell montierbar konstruiert. Das gesamte Möbelsystem wurde im Museum kostengünstig entwickelt und hergestellt. Die schlichte Gestaltung der einzelnen Formen lenkt nicht ab von der Vielfalt des Ausstellungsgutes. Dem Wunsch nach einem einheitlichen Bauprinzip konnte im wesentlichen nachgekommen werden. Unter den Schautafeln wurde der Einführungsteil des Schaubereiches hellblau ausgeführt und erhielt nur eine Standbreite von

ca. 60 cm je Tafel. Die eigentliche Experimentdarstellung erfolgte auf 90 cm breiten Schautafeln, in dunkler abgestufter Farbgebung. Alle Tafeln besitzen eine einheitliche Gesamthöhe. Schrankwandvitrinen (zwei hintereinanderstehende Schautafeln mit Sichtfensterauschnitt) und die Tischvitrinen sind durch die eindeutige Zuordnung stets neben einer Experiment-Schautafel aufgestellt und besitzen somit ein Teilmaß dieser als Abmessung. Das gleiche gilt für die Sockel und Podeste. Alle anderen Möbel sind in ihren Abmessungen Sondergrößen und dem Einzelexponat angepaßt.

Als Besonderheit der Möblierung wurden auf beiden Ausstellungsebenen Infotheken in Form eines Lesepultes aufgestellt. Sie dienen der Ergänzung der jeweils dargestellten Experimente.

Ob die oben beschriebene Gestaltung ein praktikables ist und erfolgreiches Konzept war, wird einerseits durch die Besucher und andererseits durch die Handhabung als Wanderausstellung erst unter Beweis gestellt werden.

#### Anschrift des Verfassers:

Ralf Ising, Dipl.-Ing. d. Architektur und Raumplanung  
Staatliches Museum für Naturkunde und Vorgeschichte  
Damm 40/44  
D-2900 Oldenburg



## Bauen und Siedeln

## Rekonstruktion eines linienbandkeramischen Bauernhauses für die Landesgartenschau Straubing 1989

Karl Böhm und Herbert Weny

Im Januar 1985 beschloß der Rat der niederbayrischen Stadt Straubing, sich um die Landesgartenschau 1989 zu bewerben. Der Zuschlag erfolgte im Juni des gleichen Jahres. Straubing liegt an der Donau inmitten der Lößlandschaft des „Gäuboden“. Seit den Anfängen bäuerlicher Lebensweise wird der Raum intensiv agrarisch genutzt und gilt als die Kornkammer Bayerns.

Landwirtschaft und Gartenbau haben historisch einen gemeinsamen Ursprung am Beginn der Jungsteinzeit vor über 7000 Jahren. Das Wissen um die Anfänge der Landwirtschaft im Straubinger Raum und die Kenntnis vergleichbarer Bauten in den Freilichtmuseen von Asparn und Oerlinghausen legten den Grundstein für die Idee, ein typisches Langhaus der frühen Jungsteinzeit nach Ausgrabungsbefund in Originalgröße zu rekonstruieren.

Beabsichtigt war, mit diesem Blickfang das breitgefächerte Publikum des gärtnerischen Großereignisses mit dem umfangreichen Wissen der Archäologie über die Anfänge bäuerlicher Lebensweise in Berührung zu bringen.

### Vorbildbefund

Als Ausgangsbefund für die Rekonstruktion bot sich ein linienbandkeramischer Hausgrundriß an, der vom Landesamt für Denkmalpflege 1980 in Lerchenhaid, am westli-

chen Stadtrand von Straubing, freigelegt worden war (CHRISTLEIN 1981; wissenschaftliche Bearbeitung: BRINK 1989).

Bei der Rekonstruktionsvorlage handelt es sich um einen sog. Großbau des Typs 1 b nach Modderman mit beachtlichen Ausmaßen. Der dreigliedrige Grundriß maß in seiner Längsachse 36,4 m (gemessen jeweils an der Außenseite der Firstpfosten).

Seine Breite schwankt zwischen 6,10 m (Nordwestgiebel) und 6,80 m (Südostgiebel, östlicher Eckpfosten ergänzt).

Der langgestreckte Pfostenbau ist in charakteristischer Weise klar gegliedert: Fünf parallele Längsreihen von Pfostenlöchern sind so angeordnet, daß 4 Längsschiffe entstehen. Diese langen, durchlaufenden Konstruktionseinheiten sind aus funktionalen Gründen in 3 unterschiedliche Hausteile gegliedert, nach der überregional typischen Ausrichtung im Gelände bezeichnet als Nordwestteil, Mittelteil, Südostteil.

Die mittlere der fünf Pfostenreihen, die Firstpfostenreihe, weist insgesamt 18 Pfostenlöcher auf, von denen im Südostteil 8 als 4 Paare (Doppelpfosten) dicht beieinander standen. Die Endpunkte der Firstpfostenreihe waren deutlich im Befund beider Giebfelder auszumachen.

Im Abstand von 1,5 m wird die Mittelreihe beiderseits von je einer weiteren Pfostenreihe so begleitet, daß Anzahl und Anordnung der Pfosten mit ihr korrespondieren.

Die beiden äußersten Reihen weichen von diesem Schema ab. Sie sind dichter gestellt, nehmen wenig Rücksicht auf Querfluchten, stehen aber parallel zur Firstreihe und bestehen aus 34 bzw. 35 markanten Pfosten. Ihr Abstand zur Mittelreihe weitet sich im Südostteil, im Bereich der Doppelpfosten beiderseits um etwa eine Pfostenbreite. Dies ergibt 2 Außenschiffe von knapp 1 m lichter Breite.

Für den Aufbau der Häuser des 6. Jahrtausends gibt es einen klaren Kanon, der einen großen Einfirstbau anstrebt, bestehend aus 2 breiteren und 2 schmälere Längsschiffen, achsensymmetrisch zur Firstpfostenreihe. Der Länge nach ist der Großbau in 3 funktionale Einheiten gegliedert, die am Grabungsbefund abzulesen sind:

- Nordwestteil, in unserem Beispiel mit knapp 11 m (= 30% der Gesamtlänge), mit abweichendem Giebel- und Außenwand-aufbau

- Mittelteil, etwa 16 m (= 45%), Fachwerkwand

- Südostteil, knapp 9 m (= 25%) mit doppelten Pfostenstellungen bei den inneren 3 Längsreihen und Fachwerkwand.

Der Erhaltungszustand des Vorbildbefundes war insgesamt durch Erosion stark beeinträchtigt. Die vorhandenen Pfostentiefen schwankten zwischen 10 und maximal 30 cm unter dem obersten Planum nach Entfernen der Pflugschicht. Damit sind nach gängiger Vorstellung etwa 1 m bis zum historischen Lauffhorizont dem Bodenabtrag zum Opfer gefallen. Die als dunkle Verfärbungen registrierten Pfostenlöcher waren auch kaum geeignet, Aussagen über die Stärke der ehemals darin aufgestellten Stämme zu treffen. Ebenso war in den wenigsten Fällen festzulegen, wo innerhalb der Pfostengrube der eigentliche Pfosten stand.

Den Nordwestteil umschließt an den 3 Außenseiten ein Wandgräbchen, in dem sich deutlich kräftigere Pfosten abzeichnen. Ihre Zwischenräume in der Wandflucht sind mit dünneren Stämmen oder gespaltenen Teilen davon ausgefüllt. Gleiches gilt für den Giebel, in dessen Wandgräbchen sich klar die Standspuren der mittleren 3 tragenden Pfosten abzeichnen. Sie sind außerdem Bestandteil der 3 Längsreihen durch das ganze Haus. In der Quergliederung entstehen im Inneren 4 rechteckige Felder, von denen 3 annähernd gleich groß sind (mit jeweils rund 2 m nutzbarer Länge), während der südlichste von ihnen, am Übergang zum Mittelteil, erheblich größer ausfällt (3,4 m Länge).

Zum Mittelteil hin schließt sich der sog. Korridor an, dessen südliche Begrenzung betont schräg zur Längsachse verläuft. Der Mittelteil des Hauses (ca. 16 m = 45%) wird von 6 Feldern gebildet. Auf den Korridor folgt der zweite große Freiraum des Hauses. Dieses „Wohnzimmer“ hat einen unregelmäßigen Grundriß mit 3 - 3,5 m Länge und etwa der gleichen Nutzfläche wie das 4. Feld im Nordwestteil. Die restlichen 4 Felder in der Mitte des Hauses sind einigermaßen ähnlich mit 2-2,5 m Länge zwischen den Pfosten.

Der Südostteil umfaßt 3 Felder, die von nahe beieinander stehenden, sich aber nicht berührenden Doppelpfosten in den 3 mittleren Längsreihen eingefast werden. Der einzige besser erhaltene Befund in der Firstreihe ergab 70 cm Abstand, gemessen von der Mitte

zu Mitte Pfosten, d.h. einen Zwischenraum von rund 1 Pfostenstärke.

Regelmäßig wiederkehrende Details, wie die unterschiedlich tiefe Einbindung bestimmter Reihen oder verschiedene Durchmesser gab der Grabungsbefund nicht her.

Die Pfosten der Firstreihe waren nicht tiefer eingegraben als die zwei begleitenden Seitenreihen, eher war das Gegenteil der Fall. Insgesamt entstand der Eindruck, als seien kleinere Abweichungen in Tiefe, Dicke und Ausrichtung eher vom Wuchs des verwendeten Baumaterials als von der Konstruktion diktiert.

### Rekonstruktion

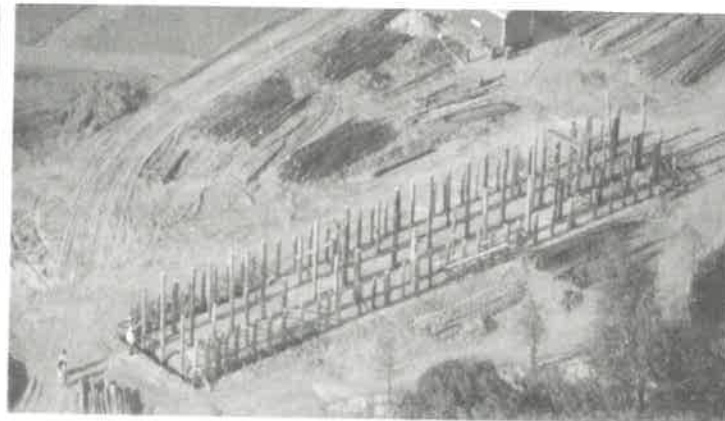
Die theoretische Rekonstruktion dieses typischen linienbandkeramischen Langhauses und die bauliche Ausführung in Originalgröße entstand in Zusammenarbeit zwischen dem Kreisarchäologen und einem Architekten des Landratsamtes Straubing-Bogen. Ziel des Projektes konnte es nicht sein, detaillierte Hausforschung zu betreiben. Die Rekonstruktion aufgehender Bauteile orientierte sich an den gängigen Vorschlägen in der Literatur, über die im Grundsatz weitgehend Einigkeit herrscht.

Nach unseren Erfahrungen darf der Schritt, ein zeichnerisches oder kleinmaßstäbliches Modell in die Originalgröße zu übertragen, nicht unterschätzt werden. Nur im Maßstab 1:1 sind praktische Lösungen gefordert, über die man sich im Modell mit einigen Klebstoffpunkten hinwegmogeln könnte. Es fällt dem Baumeister am Ende des zweiten Jahrtausends n. Chr. schwer, sich angesichts moderner Geräte und Baumaschinen in die Probleme des 6. Jahrtausends v. Chr. hineinzu-denken. Während des Aufbaues entstand aber bald ein Gefühl für die klare Konzeption, die einfach, aber keineswegs primitiv ist. Selbst wenn uns der Sinn und Zweck einiger Grundrißdetails nicht rational verständlich wird, müssen doch manche Schreibtischvorschläge als zwanghafte und damit unrealistische Befundumsetzung abgelehnt werden. Am ganzen Gebäude herrscht eine zwingende Einheit von Funktion, Konstruktion und Form.

Große Bedeutung für unsere Vorarbeiten hatten Erfahrungen des niederösterreichischen



1



2



3

Abb. 1: Ausgrabungsbefund von Straubing-Lerchenheid (Luftbildaufnahme O. Braasch 1980, Freigabe-Nr. Reg.v.Obb. Gs 300/8605-80).

Abb. 2: Rekonstruktion der tragenden Pfosten auf dem Gelände der Landesgartenschau Straubing 1989.

Abb. 3: Rohbau (Foto: K. Böhm 1988).

Freilichtmuseums Asparn a.d. Zaya mit einem schon zwei Jahrzehnte existierenden linienbandkeramischen Gebäude.

Ziel des Aufbaues war in erster Linie, für die Besucher einen Eindruck von der Größe und dem äußeren Erscheinungsbild der frühesten (Bauern-)Häuser in Süddeutschland zu geben.

Das Grundkonzept sah vor, die Pfostenlöcher möglichst genau vom Grabungsbefund auf den Bauplatz zu übertragen und darin senkrechte Stämme zu errichten. Auf diesen sollten in Astgabeln oder Kerben horizontale Unterzüge, Pfetten, zu liegen kommen und die Ständer miteinander der Länge nach verbinden. Auf den Pfetten war vorgesehen, rechtwinklig in der Dachschräge Rofen (Sparren) aufzubinden, die das Dach aussteifen. Sie bilden gleichzeitig das Konstruktionsgerüst für die Dachdeckung.

Die Neigung des Daches und damit die Höhenverhältnisse der tragenden Pfosten wird von der Art der Dachdeckung bestimmt. Sie ist bei Verwendung von Stroh oder Schilf mit mindestens 45 Grad, besser 50 Grad einzurichten, um ein rasches Abfließen von Regen und Schnee zu gewährleisten. Nimmt man an, daß im Inneren des Hauses auch dicht an den Außenwänden ein aufrechtes Stehen möglich war und orientiert dies für die Gartenschau-Rekonstruktion an heutigen Körpergrößen, so entsteht ein Bau mit 2 m Wandhöhe im Bereich der äußeren Längspfostenreihe und einer Firsthöhe von ca. 5,15 m über Laufhorizont.

#### Planung

Im November 1986 stellte der Kreisarchäo-

loge das Projekt erstmals dem Planungsteam der Gartenschau vor. Es wurde von den federführenden Gartenarchitekten sofort begrüßt und in kürzester Zeit in das Gesamtkonzept übernommen. Dadurch entstanden allerdings zwingende Vorgaben, die erste Abstriche an einer vorbildgetreuen Rekonstruktion bedeuteten: Das Gartenschau-Gelände liegt in der Talau der Donau, auf grundwassernahem, wechselnd feuchtem Kies- und Sanduntergrund, d.h. in einem für das Vorbild völlig untypischen Siedlungsgelände. Außerdem zwang das bereits festgelegte Wegenetz und die insgesamt beschränkt bebaubare Fläche, das geplante Gebäude in Ost-West-Richtung anzulegen, während die typische Ausrichtung der Grabungsbefunde Nordwest-Südost ist. Nach einer positiven Entscheidung des Kreistages über die Finanzierung des Projektes im November 1987 konnte bei den Jahresversammlungen der Waldbauern-Vereinigungen erfolgreich um Holzspenden geworben werden.

Das Veranstaltungsumfeld Landesgartenschau und die vom Finanzaufwand abhängige Realisierbarkeit steckten einen engen Rahmen, der leider zu einigen Kompromissen führen mußte. So wurde der Gesamteindruck des Gebäudes mit seinen gewaltigen Dimensionen zum Hauptanliegen der Erbauer.

Aus den genannten Gründen mußten wir beim Bau auf gespendetes Holz zurückgreifen. Dies bedeutet, daß es sich dabei überwiegend um Nadelholz handelte. Es fehlten damit weitgehend die konstruktionsfreundlichen Astgabeln. Die wenigen verfügbaren Eichen reichten gerade für die Schauseite der Giebelwände. Unter der Leitung von Architekt und Archäologe lief die Baumaßnahme mit einem engagierten, archäologisch vorgebelasteten, örtlichen Bauleiter und einer festen Gruppe von 8 ABM-Kräften. Für Zuarbeiten kam eine Jugendarbeitslosen-Initiative zum Einsatz. Den „Rohbau“ des Hauses erstellten bis zu 80 Mann des Technischen Hilfswerks (THW) an zwei Samstagen im Mai 1988.

Aus dem Grabungsbefund und archäologisch-architektonischen Überlegungen entstand zunächst ein Modell im Maßstab 1:50. Ihm folgte der eigentliche Bauplan mit Stückliste und Bauzeitenplan. Von Anfang an war uns klar, daß die theoretischen Vorgaben nur

Rahmen und angestrebtes Ziel beim Umsetzen in die Praxis sein konnten. Das Endergebnis würde mehr vom Materialangebot und der Eigendynamik des wachsenden Projektes beeinflusst sein, ähnlich den Abläufen vor 7000 Jahren.

Der theoretische Holzbedarf nach der Stückliste zum Bauplan:

- Mittelpfosten: 14 Stck. 6,5 m lang, Ø 25-50 cm;
- Seitenpfosten: 28 Stck. 4,5 m lang, Ø 20-50 cm;
- Doppelpfosten: 12 Stck. 3,5 m lang, Ø 20-50 cm;
- Außenpfosten: 68 Stck. 3,2 m lang, Ø 20-40 cm;
- Pfetten: 185 lfd. Meter, Ø ca. 16 cm, ØLängen: 6 m und mehr;
- Sparren: 96 lfd. Meter, Ø ca. 14 cm, Längen um 6 m;
- Querhölzer („Dachlatten“): 1260 lfd. Meter, Ø 10 cm;
- Palisaden: 750 lfd. Meter, Ø 10-20 cm, Längen 2,3-4,5 m;
- Speicherboden: 4 Unterzüge, 6 m lang, Dm 14 cm, 50 Bodenriegel, 8 m lang, Ø 12 cm.

Gebaut werden sollte mit modernen Werkzeugen, aber ohne Metallverbindungen. Erst während der Gartenschau kamen Erfahrungen über die praktischen Möglichkeiten der Zimmerei mit dem Steinbeil hinzu (vgl. Aufsatz PLEYER S. 257).

Nach Anlieferung der gespendeten Bäume an der Baustelle begann die Auswahl geeigneter Hölzer anhand des Bauplanes und der Stückliste. Alle Stämme wurden von Hand entrindet, nach dem Bauplan einem Pfostenloch zugewiesen, entsprechend mit einer Nummer versehen und abgelängt. Wegen des grundwassernahen Standortes erhielten alle Ständerpfosten einen Teeranstrich in der Länge der Einbindetiefe. Pauschal wurden die notwendigen Mengen an Pfetten, Rofen und dünnen Hölzern für das Dach vorbereitet.

Im Gelände haben wir den Grundrißplan, der weitestgehend dem Befundplan entspricht, auf den Bauplatz übertragen, die einzelnen Pfostenstandorte eingemessen und markiert. Die fünf Längsfluchten der Pfostenreihen dienten als Grundachsen, leichte Abweichungen im Befundplan wurden bereinigt, da

fast ausschließlich gerade gewachsene Nadelholzstämmen zur Verfügung standen. In bandkeramischer Zeit werden die Abläufe ähnlich gewesen sein: ein Bauplatz wird freigeräumt, die Längsachse des Hauses in der traditionellen Himmelsrichtung festgelegt, die Proportionen des Neubaus und die 4 Parallelen zur Firstachse werden abgesteckt, die Gebäudeteile umrissen und die Standorte der Pfosten z.B. durch Schrittmaße entlang der Fluchten am Boden markiert. Sodann mußten geeignete Bäume in notwendigem Umfang ausgesucht, gekennzeichnet und nach Baufortschritt gefällt werden. Nach praktischen Erfahrungen mit dem Steinbeil ist es nötig, die Stämme möglichst schlagfrisch zu verarbeiten, auch wenn dadurch ein höheres Gewicht bewegt werden muß. Zwischenlagern am Bauplatz scheint uns weniger wahrscheinlich als eine unmittelbare Abfolge: fällen - zurichten - entrinden - aufstellen bzw. einbauen.

#### Aufbau

Der eigentliche Baubeginn des Hauses im Gelände der Landesgartenschau Straubing war am Samstag, 7. Mai 1988. 20 Mann des THW begannen der Reihe nach mit einem motorgetriebenen Mastlochbohrer die Pfostenlöcher auszuheben. Durchmesser 50 cm, Tiefe der Außenreihen ca. 1,3 m, für die 3 Innenreihen ca. 1,5-1,6 m. Da die großen Pfosten auf gleiche Länge vorbereitet waren, mußten die Pfostenlöcher durch Ausgleichen der Sohle mit Kies auf einigermaßen gleiche Tiefe angepaßt werden.

Im Löß bereitet das Ausheben der Pfosten gruben mit einfachen Grabwerkzeugen keine Schwierigkeiten. Das Angleichen der Pfostenoberkante bzw. der Astgabeln auf eine Höhe je Längsreihe ist, anstelle des aufwendigeren Arbeitens mit dem Steinbeil, leichter über ein Verändern der Pfostenlochssole möglich. Das Aufrichten selbst 6-7 m langer Stämme im Pfostenloch ist von Hand und ohne Kran zu bewerkstelligen, wie alljährlich in Bayern zum 1. Mai mit viel höheren (Mai-)Bäumen bewiesen wird.

Bei der Rekonstruktion setzte ein Teleskopkran die einzelnen Stämme in ihre Löcher; verbaute Stammdurchmesser ca. 27-37 cm. Am Abend des 7. Mai waren 120 Pfosten ge-

setzt, ausgerichtet und in den Pfostenlöchern mit verdichtetem Einfüllmaterial stabilisiert. In der folgenden Woche mußten bei den Doppelpfosten im SO-Teil an der Giebelseite Korrekturen von Hand vorgenommen werden, die aus Hektik und mangelnder Übersicht zwischen Haufen von Bohrgut am Ende des 1. Einsatztages entstanden waren. Im NW-Teil hob ein kleiner Lkw-Ladebagger das Wandgräbchen zwischen den Hauptpfosten der Außenwände aus. Die Palisadenwand aus vollen Stämmen wurde von Hand gesetzt.

Das Einrammen der Pfosten in Löß ist nicht möglich. Wo erhalten, spricht der Befund für ein stumpfes, horizontales Ende der Ständer. In der Pfostengrube ist eine möglichst breite, ebene Auflage auf der Sohle günstiger als eine Spitze. Dafür war ein entsprechendes Zurarbeiten des Stammes nach dem Fällen notwendig.

Eine gleichmäßige Firstgabelhöhe ist von der Konstruktion her nicht so zwingend, wie dies unserem geradlinigen Ordnungsdenken entspricht. Trotzdem erleichtert es die Deckung, wenn die Pfettenauflager einigermaßen in einer Flucht liegen. Das Ausrichten der Stämme, das gilt auch für weniger gerade gewachsene Laubbäume, ist am einfachsten über die Tiefenkorrektur der Pfostensohle zu erreichen. Durch Peilen über die jeweiligen Endpfosten einer Reihe kann eine beliebige Pfettenachse leicht eingerichtet werden. Danach, möglicherweise erst nach dem Aufbringen der Pfetten, wird die Einfüllung im Pfostenloch verdichtet. Die Stämme stehen dann bei einer Einbindetiefe von ca. 1/4-1/5 der Gesamthöhe so fest, daß eine Längs- oder Queraussteifung aus statischen Gründen nicht notwendig ist. Nach einem Statikutachten reichen im Löß ca. 1,4 m Pfostenlochtiefe für unsere Rekonstruktionsmaße aus. Dieser Wert wird von gut erhaltenen Grabungsbefunden im Löß noch übertroffen. Die Einbindetiefe der Pfosten ist weniger von ihrer Länge als von den horizontalen und vertikalen Kräften sowie der sog. Momentenbeanspruchung (Biegung) abhängig, die direkt und über die Dachkonstruktion auf sie wirken. Über Rofen und Pfetten ist in beiden Dachhälften jeweils der mittlere Pfosten einer Querreihe mit dem zugehörigen Firstpfosten, aber auch mit Pfosten der Außenwand, verbunden. Dadurch muß die Hauptlast der hori-

zontalen Windkräfte von den Wandpfostenreihen aufgefangen werden. Dem trägt die Konstruktion durch mehr Pfosten in den Wandreihen Rechnung. Die größte lotrechte Kraft wirkt auf die beiden mittleren Längsreihen. Es fällt auf, daß auch bei unserem Vorbildbefund und einigen anderen Grundrissen genau diese Reihen etwas tiefere Pfostenlöcher aufweisen. Ob dies tatsächlich ausgeklügelte bandkeramische Statik widerspiegelt, wollen wir nicht entscheiden.

Insgesamt wirkt die bandkeramische Architektur eher großzügig bis überdimensioniert. Die Dachkonstruktion als Satteldach steht außer Frage. Da auch die Endpfosten der Firstreihe an beiden Schmalseiten klar zu erkennen sind, scheidet ein Walm aus. Waagerechte Rundhölzer, sog. Pfetten, verbinden die oberen Enden der Pfosten in Längsrichtung. Ihre durchlaufende Länge muß sich nicht auf einen ganzen Bauteil erstrecken, notwendig ist nur das Überbrücken von mindestens 1 Feld. Die Pfetten müssen nicht einmal auf einem Pfosten aneinanderstoßen oder sich überlappen. Wieder bestimmten Materialangebot und Transportgewicht einzig und allein die Ausführung.

Als Auflager für die Pfetten sind Astgabeln ideal. Bei der Rekonstruktion mit Nadelholz mußten wir auf eingesägte Kerben ausweichen. Als Pfetten haben wir Fichtenstangen von ca. 15-20 cm Durchmesser verwendet.

Eine Woche nach dem Setzen der Pfosten kam es zu einem Großeinsatz des THW mit bis zu 70 Mann. Zunächst erhielten alle Firstpfosten V-förmige Kerben in der oberen Stirnseite, in die der Kran die Firstpfetten einlegte.

Ohne Rücksicht auf historische Möglichkeiten mußten wir uns bei allen Holz-Holz-Verbindungen für Seilbünde nach den bewährten Richtlinien des THW entscheiden. Als Bindematerial wählten wir ein Kunstfaserseil mit hanfähnlicher Oberfläche von 10 mm Stärke, das rasch und unbegrenzt zur Verfügung stand. Für den gesamten Bau wurden davon über 8 km (!) verbraucht.

Es zeigte sich, daß für die Verbindung von geradem Ständerende und Pfette mit Seil weitere tiefe Kerben am Stamm notwendig waren, um der Verbindung als Widerlager zu dienen. Das Herstellen einer größeren Kerbe im Pfostenende ist mit dem Steinbeil zwar möglich, aber sehr aufwendig, da die Längs-

fasern von der Seite her durchtrennt werden müssen. Es spricht daher am meisten für die Verwendung von Laubholzstämmen, die Astgabeln in entsprechender Höhe aufweisen. Gleichzeitig bietet die Verzweigung einem Seilknoten Halt. In welchem Umfang solche Bäume für den Bau eines ganzen Dorfes aus Langhäusern im Urwald des 6. Jahrtausends zur Verfügung standen, entzieht sich unserer Kenntnis.

Astabzweige an den hohen Pfosten, die wenigstens während der Bauzeit am Stamm blieben, aber auch später von Nutzen sein konnten, erleichtern das Besteigen und Arbeiten in Firsthöhe. Ebenso wäre ein Steigbaum oder ein Gerüst aus zusammengebundenen dünnen Stämmen im Rahmen der bandkeramischen Fähigkeiten denkbar. Jedenfalls scheint uns eine gerüstartige Grundzelle, wie in der Literatur als Erklärung für den sog. Korridor erdacht, als unnötig. Sie wäre, da standortgebunden, für weiter entfernt liegende Bauteile ohne Nutzen (Masuch und Ziessow 1983, 241 ff.). Auf unserer Baustelle standen Kranhilfe, ein Fahrgerüst und Steigeisen zur Verfügung.

Bei den 4 seitlichen Längsreihen sollte das gleiche Prinzip - Ständer mit Kerbe oder Astgabel und eingelegter Pfette - zur Anwendung kommen, wie es auch für eine zeitgemäße Rekonstruktion unbedingt zu fordern ist. Leider blieb uns in dieser Bauphase keine Zeit mehr, um bei den Fichtenstämmen Versuche mit den günstigsten Seitenkerben anzustellen. Unter Zeitdruck und der Gefahr, 70 Mann umsonst aktiviert zu haben, fiel die Entscheidung, die Pfetten wie im Gerüstbau abgehängt zu befestigen. Obwohl die Konstruktion erprobt ist und mit den Mitteln des 6. Jahrtausends machbar wäre, scheidet diese Bauweise aus. Der hohe Aufwand an Bindematerial ist nicht zu vertreten. Wir mußten diese Entscheidung treffen, da die THW-Männer keinen weiteren Tag mehr zur Verfügung gestanden hätten und unser Zeitplan gründlich durcheinander gekommen wäre. So aber waren am Abend des zweiten Samstag im Mai die Arbeiten am Grundgerüst des Hauses nach Aufbinden aller Pfetten und Rofen abgeschlossen. Einteilige Rofen, leider wieder glatte Fichtenstangen in ca. 80-90 cm Abstand auf die Pfetten gebunden, bilden die Unterkonstruktion für das Dach. Bei Verwendung von Lauffholz kann man sich

vorstellen, daß Rofen - über Astabzweige gestützt - in die Pfetten eingehängt und dadurch Bindematerial gespart wurde.

Im Laufe der folgenden Woche mußte eine größere Menge Rundhölzer von 5-10 cm Durchmesser mit einem Abstand von 45 cm (Anweisung der Schilfdecker) horizontal wie Dachlatten aufgebunden werden.

Der hohe Aufwand an Seilen entspricht mit Sicherheit nicht dem historischen Vorbild. Bleibt die Frage, wie die Verbindungen am Original hergestellt wurden. Neben erprobtem pflanzlichem und tierischem Bindematerial muß angesichts der benötigten Menge z.B. am Dach an andere konstruktive Lösungen gedacht werden. Von den Werkzeugen her müßte das Durchlochen (Ausstanzen) und Bohren von Holz, auch der Bau einfacher Verzapfungen und die Verwendung von Holznägeln, beherrscht worden sein.

Die Doppelpfosten des SO-Teiles haben wir entsprechend den Vorschlägen in der Literatur als Unterbau für ein Zwischengeschoß rekonstruiert, auch wenn diese Lösung nicht überzeugt hat. Wo der Befund ausreichend gesichert war, waren beide Pfosten eines Paares gleich tief eingegraben. Nimmt man entsprechend gängiger Interpretation an, daß jeweils einer der Doppelpfosten die Dachkonstruktion trägt, der andere aber erheblich kürzer war, um ein Zwischengeschoß aufzunehmen, so konnte nicht festgestellt werden, welcher der beiden Stämme der längere war. Die Funktion eines Obergeschosses auf den Doppelpfosten des Südostteiles wird sicherlich im Lager-/Vorratsbereich zu suchen sein. Das Argument, die Nähe zum mutmaßlichen Haupteingang ins Haus spräche dagegen, ist unverständlich. Eher ist der kurze Transportweg im Haus zu berücksichtigen und das für den Rauchabzug sowieso offen gebaute Giebeldreieck als Luke zum Speicher.

Wenn die Zugangsöffnung einigermaßen ausreichend zu durchschreiten war, bleiben aus baulichen Gründen nur die Giebelseiten, wobei der Nordwestgiebel mangels Unterbrechung im Palisadenbefund ebenfalls ausscheidet. Neben einem Haupteingang im Südostgiebel sind aber kleine Schlupflöcher unter dem Dachüberstand an den Längswänden nicht auszuschließen und wahrscheinlich. Bei der Rekonstruktion mußte wegen des Besucherflusses eine zweite Tür im Palisadengiebel

gegenüber dem historischen Eingang eingebaut werden.

Die Dachdeckung mit Schilf haben wir komplett an eine Spezialfirma aus dem österreichischen Burgenland vergeben. Von dort, vom Neusiedler See, kam auch in 2 LKW-Zügen mit Anhänger das notwendige Rohmaterial für eine 25 cm dicke Schicht. Es war die einzige Möglichkeit, mit einem vertretbaren Aufwand und kalkulierbarem Rahmen eine Weichdeckung zu erhalten. Wir haben diesen Bereich weitgehend aus den historisch getreuen Überlegungen ausgeklammert. Die Schilfbündel wurden auf die Querhölzer aufgebunden und von außen her so bestoßen, daß eine gleichmäßige Dachoberfläche entstand. Von ihr können Niederschläge rasch in Fallrichtung entlang der Halme ablaufen. Den Dachüberstand haben wir in der Horizontalen mit 1,4 m gebaut, gemessen von der Außenseite der Hauswand bis zur äußersten Dachkante. Diese ist bis 1,0 m über den Boden herabgezogen. Die äußere Lehmwand bleibt völlig trocken. Größere Regenmengen werden von einem Gräbchen unter der Traufe aufgefangen, das die typische hausbegleitende Längsgrube andeutet.

Der Dachüberstand an den Giebelseiten ist mit gut 1 m für die Lage des Hauses in Ost-West-Richtung zu knapp bemessen, um die Lehmwand ausreichend gegen Schlagregen zu schützen.

Nach Abschluß der Deckung bot der luftige Raum unter dem riesigen Schilfdach (ca. 450 qm) einen angenehm kühlen, hellen Eindruck, der allerdings bald einer düsteren, geschlossenen Halle weichen mußte.

Der Aufbau der Wände zwischen den tragenden Pfosten der Außenreihen ist aus vielen Funden verziegelter Lehmbrocken (sog. Hüttenlehm) mit Abdrücken von Rutengeflecht gut bekannt.

Erste praktische Erfahrungen mit dem Werkstoff Lehm, die uns viel Lehrgeld sparten, erhielten wir bei einem Lehmkurs im „Fränkischen Freilandmuseum Bad Windsheim“. Flechtwerk-Konstruktionen als Tragwerk innerhalb eines Gefaches, Ansatz und Verarbeiten des Lehm-Verputzes, wird dort nach rezenten Vorbildern an historischen Fachwerkhäusern praktisch vermittelt.

Das Rutengeflecht als Grundlage des Lehmverputzes zwischen den Außenwandpfosten



Abb. 4: Das fertige Hau von NW vor der Eröffnung der Landesgartenschau.

ist in senkrechten Rillen der Ständer eingeklemmt. Haselnußzweige von rund 2 cm Durchmesser wurden je nach lichter Weite des Gefaches um 2-3 senkrechte Staken (ca. 5 cm Durchmesser) gewunden, die einfach in den Boden gesteckt waren. Als Erfahrungswerte haben sich hier Abstände von 30-50 cm ergeben. Das Auskehlen der seitlichen Rillen in Faserrichtung ist nachweislich mit einem Schuhleistenkeil gut zu bewerkstelligen. Das fertige Rutengeflecht eines Gefaches ist in sich sehr stabil. Die Verarbeitung frisch geschnittener oder wenige Tage alter Haselruten geht mit einer Gartenschere rasch von der Hand. Die durchschnittlich 1 m breiten Gefache von 1,8 m Höhe flochten 2 Mann in jeweils rund 3 Std.

Läßt man, wie an mehreren Stellen unseres Baues ausgeführt, Teile eines Wandgefaches unverputzt, entsteht eine Art vergittertes Fenster.

Direkte Lehmentnahme neben dem Haus,

wie bei den Vorbildern üblich, war wegen des falschen Standortes im Sand und Kies des Donautales nicht möglich. Der Löß aus einer Straubinger Ziegeleigrube wurde in einer großen Mörtelwanne mindestens 24 Stunden eingesumpft. Danach kam der Brei in einen elektrischen Zwangsmischer, wurde gleichmäßig durchgeknetet und mit gebrochenem Sand (2-3 mm Körnung) gemagert. Das Ganze kam dann erneut in die Wanne, wo es mit kurz geschnittenem Stroh vermengt und schließlich von Hand in die Flechtwände gestopft wurde. Nach zwei Fehlversuchen, bei denen die Mischung zu weich und der Strohannteil zu gering war, klappte der Ansatz, und es entstanden massive Wandgefache. Der Aufbau ist sehr arbeitsintensiv. Die Wände müssen während des Austrocknens immer wieder nachgearbeitet und entstehende Trockenrisse geschlossen werden.

Die grundsätzliche Anordnung der tragenden Elemente in 5 Längsreihen, aus denen sich 4



Schiffe ergeben, spricht nicht gegen eine innere Querteilung mit leichten Flechtwerk/Lehmwänden, für die es Befundhinweise bei besserem Erhaltungszustand gibt. Sie müssen keineswegs in den Boden eingetieft gewesen sein, da sich das Lehmfachwerk der Außenwände auch nicht im untertägigen Befund abzeichnet. Wir haben den Übergang Mittelteil/Doppelpfostenteil mit einer Lehmwand abgeteilt, die in halbfertigem Zustand blieb, um den Wandaufbau zu zeigen. Nach unseren Erfahrungen wird die Bauzeit historisch wohl ein Jahr über in der wärmeren Jahreszeit gedauert haben. Die Rekonstruktion war Ende November 1988 abgeschlossen.

Für die Gestaltung des unmittelbaren Hausumfeldes konnte der Lehrstuhl für Geobotanik der Technischen Universität München gewonnen werden. Hier entstand eine Kleinschifflandschaft mit sogenannten Ruderalpflanzen, die, teilweise zeitlich gestaffelt, ein Bild von der Entwicklung der nicht kultivierten Flora seit der Jungsteinzeit gaben und das Bild der sicherlich zu ordentlichen und geradlinig-modernen Dachflächen abmilderten. Kleine Felder mit den frühen Getreidesorten und dem Lein lagen in Sichtweite des Hauses.

Die Winterstürme des Jahres 1990 hat das Haus ohne nennenswerten Schaden überstanden. Durch Auffrieren feuchter Lehmstellen platzten im zweiten Winter einige kleinflächige Stellen in der SO-Giebelwand und im Sockelbereich ab. Sie können bei Bedarf ohne Probleme nachgebessert werden. Im Palisadenteil sind einige Lehm-Rupfen-Dichtungen ausgebrochen. An den Längswänden hat sich das Lehmfachwerk unter dem überstehenden Dach gut erhalten. Sicherheitshalber mußten wir die Seilverbindungen immer wieder kontrollieren und durch den Holzschwund gelockerte Bündel nachziehen.

Leider ist das viel bestaunte Gebäude aus nichttechnischen Gründen in seinem Erhalt stark gefährdet, u.a. vom ganz normalen Vandalismus im jetzt frei zugänglichen Areal einer ehemaligen Gartenschau.

#### Literatur:

- BRANDT, D.V. (1986): Von der Grabung zur Rekonstruktion - ein neues Modell von den Anfängen des Hausbaues im Rheinland. - Das Rheinische Landesmuseum Bonn. Berichte aus der Arbeit des Museums 1, 1 ff..
- BRANDT, D.V. (1986): Fortschritte im Hausbau. - Das Rheinische Landesmuseum Bonn. Berichte aus der Arbeit des Museums 6, 87 ff..
- BRINK, H. (1989): Studien zu Siedlungen der jüngeren Linienbandkeramik in Niederbayern. Ungedr. Dissertation Universität Bochum.
- CHRISTLEIN, R. (1981): Hausgrundriß des späten 5. Jahrtausends v. Chr. aus Straubing, Niederbayern. - Das archäologische Jahr in Bayern 1980, 56 f. Vgl. auch Übersichtsplan ebda. 17, Abb. 3, Hausgrundriß rechts unten.
- MODDERMAN, P.J.R. (1970): Linearbandkeramik aus Elsloo und Stein (= Nederlandse Oudheden 3).

#### Anschrift der Verfasser:

Karl Böhm M. A.  
Kreisarchäologe

Herbert Weny  
Architekt

Landratsamt Straubing-Bogen  
Postfach 0463  
D-8440 Straubing

## Die Rekonstruktion eines Hauses der Rössener Kultur im Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen

Helmut Luley

Rekonstruktionen können dazu beitragen, die Interpretation von ur- und frühgeschichtlichen Baubefunden auf ihre Verlässlichkeit hin zu überprüfen. Sie bieten allerdings keine schlüssige Beweiskraft, was schon allein auf das Fehlen von Informationen über prähistorische Baupraktiken zurückzuführen ist. Versuche sollen dagegen neue Möglichkeiten aufzeigen und wichtige Interpretationshilfen zur Beurteilung einer Theorie oder Idee liefern. Ziel ist es, mit Hilfe von bekannten Bedingungen, z.B. gleiche Baumaterialien und ein entsprechender Gerätebestand, die technologischen und funktionalen Möglichkeiten eines Bauunternehmens anhand von Versuchsreihen zu ergründen.

Praktische Erfahrungen mit Rekonstruktionen konnten bislang in ausländischen Freilichtmuseen gesammelt werden (COLES 1973).

Vor allem die Gebäudeanlagen des Museumsparkes „Moesgaard“ bei Aarhus in Jütland, des „Historisk Arkæologisk Forsogscenter“ (HAF) in Lejre bei Roskilde auf Seeland oder des britischen Projektes „Butser Ancient Farm“ in Hampshire können hier als herausragende Beispiele angeführt werden.

Dagegen hatte der Aufbau ur- und frühgeschichtlicher Haustypen in den Freilichtanlagen des Museums für Urgeschichte des Landes Niederösterreich in Asparn a.d. Zaya oder dem „Weald and Downland Open Air Museum“ Singleton (Sussex), um nur einige zu nennen, in erster Linie museumspädago-

gische und öffentlichkeitswirksame Bedeutung und stand nur bedingt unter einer experimentellen Fragestellung.

Die wenigen Nachweise über Rekonstruktionsverfahren und Testprogramme sind bislang über den Status eines Vorberichtes nicht hinausgegangen. Ein Grund wird darin zu suchen sein, daß solche Experimente, wenn sie sinnvoll durchgeführt werden sollen, langfristig realisierbar sein müssen. Im Fall einer Gebäudeuntersuchung - wo Quoten für Standsicherheiten, Dacherosionen und Verwitterungen ermittelt werden - muß man mit Zeiträumen von mindestens 10 bis 20 Jahren rechnen.

Das seit dem Frühjahr 1978 im Aufbau befindliche „Archäologische Freilichtmuseum“ in Oerlinghausen hat es sich zur Aufgabe gemacht, einen Überblick über den prähistorischen und frühgeschichtlichen Hausbau in Form von Rekonstruktionen in natürlicher Größe zu vermitteln, verbunden mit Informationsausstellungen, die den Grabungsbefund, dessen Zeitstellung, Auswertung und Aufbauweise näher erläutern sollen (LULEY 1983 und 1985a). Zu den bereits abgeschlossenen Rekonstruktionen zählen ein Sommerzelt der altsteinzeitlichen Rentierjäger, ein aus drei Korbhütten bestehender Siedlungsplatz der Mittelsteinzeit, ein trapezförmiges Langhaus jungsteinzeitlicher Bauern der Rössener Kultur, ein vierschiffiges Wohn-Stall-Haus mit nebenstehendem Speicherbau der älteren Bronzezeit und ein frühgeschichtlicher Siedlungsausschnitt der sächsischen Zeit mit schiffsförmigem Hallenhaus, Grubenhaus, vieleckigem Speicherrost, Eisenverhüttungsplatz und Schmiede.

Das in den ersten Jahren des Museumsaufbaues nur auf die Gebäudenachbildungen abgefaßte Konzept stand unter erheblichen finanziellen und personellen Schwierigkeiten, wie auch zeitlichem Druck. Unter den rein musealen Gesichtspunkten, die eine möglichst baldige Teilöffnung der Freilichtanlage vorsahen, war wenig Platz für experimentelles Arbeiten vorhanden. Daß trotz aller genannten Schwierigkeiten die Rekonstruktion eines Rentierjägerzeltes und eines trapezförmigen Langhauses möglich wurde, haben wir in erster Linie Studenten und Mitarbeitern des Institutes für Ur- und Frühgeschichte der Universität Köln und dem Forschungsprojekt Aldenhovener Platte zu verdanken. Hieraus

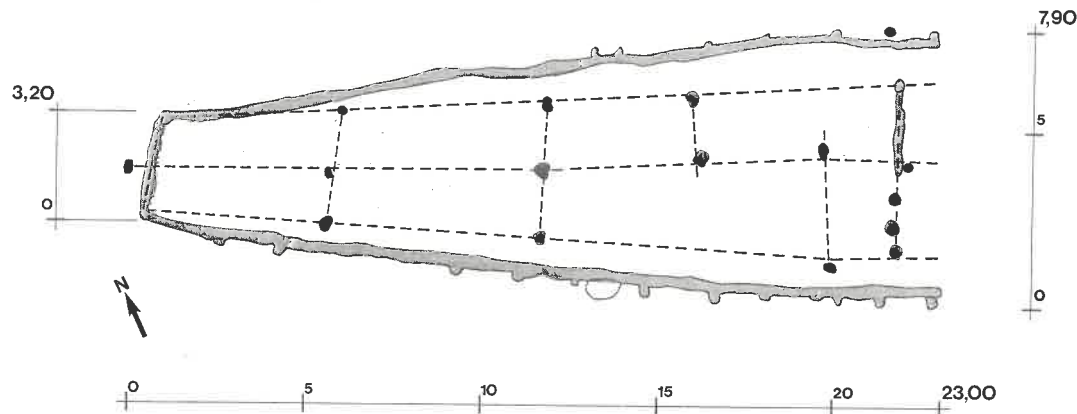


Abb. 1: Grundriß des Hauses 9 von Inden 1 (nach Kuper 1979, Abb. 22) M 1:

resultierende aufbaupraktische Erfahrungswerte und ein bautechnisches Datenmaterial bildeten die Teilgrundlage einer Dissertation über den urgeschichtlichen Hausbau in Mitteleuropa, die im Frühjahr 1990 von der Math.-Naturw. Fakultät der Universität zu Köln angenommen wurde (LULEY 1990).

Die Rekonstruktion einer Zeltanlage nach den Grabungsbefunden von Poggenwisch bei Hamburg wurde in Anlehnung an Erfahrungswerte, die F. Hampl im Freilichtmuseum in Asparn a.d. Zaya, Niederösterreich, gesammelt hatte, aufgebaut (HAMPL 1972). Neben verschiedenen Fragen zur Aufbautechnik, der Präparierung und Haltbarmachung der Zeltdecke stand die Beförderungsart des Sommerzeltes auf dem Testprogramm (LULEY 1985b).

Wesentlich umfangreicher war der Katalog zur Durchführung einer Gebäuderekonstruktion. Dabei fiel die Wahl auf einen Gebäudetyp der Rössener Kultur. Die Begründung ist in erster Linie im Informationsstand, aber auch in der Baugestalt zu suchen. Das Projekt „Siedlungsarchäologie des Neolithikums auf der Aldenhovener Platte“ im rheinischen Braunkohlerevier erbrachte neben den altneolithischen, weilerartigen Plätzen Langweiler 2 und 9 und der mittelgroßen Gruppensiedlung Langweiler 8 eine Siedlung der Rössener Kultur (Inden 1) mit trapezförmigen Hausgrundrissen unterschiedlicher Größe. Die ausreichende Finanzierung wie auch das Problem der Bereitstellung einer genügend

großen Standfläche für den Aufbau eines Hauses im Maßstab 1 : 1 schränkten das „Grundrißangebot“ erheblich ein. Aufgrund ausreichender Dokumentationsunterlagen bot sich der Grundriß Nr. 9 der Siedlung Inden 1 an. Obwohl er, verglichen mit den übrigen Baubefunden der Siedlung, augenscheinlich plump wirkt, was für die Rössener Bauweise als nicht gerade vorbildlich zu bezeichnen ist, weist der Grundriß dagegen einen verhältnismäßig guten Erhaltungszustand auf. Bei dem Bau handelt es sich nach R. Kuper (1979) um ein trapezförmiges Langhaus mit Vorraum vom Typ 1 b. Seine Länge beträgt ca. 23,00 m, die Breiten im Nordwesten 3,20 m und im Südosten 7,90 m (Abb. 1). Die Hauptelemente bestehen aus drei Längsreihen in den Boden eingegrabener Rundpfosten und wandbegleitender Außenpfosten. Die leicht konvex gebogenen Längswand- und unterschiedlich breiten Querwandgräben enthielten Spuren von senkrecht eingesetzten Spaltbohlen. Detaillierte Untersuchungen ergaben, daß die Wände in Palisadenbauweise an den Lang- und Schmalseiten des Gebäudes erheblich tiefer eingegraben waren als das Innengerüst (KUPER 1979).

#### Vorüberlegungen zur Rekonstruktion

Gegenüber den schon mehrfach vorgelegten Rekonstruktionsmodellen bandkeramischer

Häuser (WATERBOLK u. MODDERMAN 1958-1959, SOUDSKY 1969, MEYER-CHRISTIAN 1976, von BRANDT 1980, MASUCH u. ZIESSOW 1983, HABELITZ u. TRÖSCHEL 1988) liegen bislang über den Rössener Bautyp neben einer Modellbeschreibung (v. BRAND 1986) nur Teilrekonstruktionen in Form von Querschnitten (GÜNTHER 1976) und Wanddetails (KUPER 1979) vor (Abb. 2). Ihre trapezoide Baugestalt stellt zudem gegenüber den gleichmäßig rechteckigen Grundrißformen der Bandkeramik weitaus höhere Anforderungen an die Gefügerekonstruktion und Bauausführung.

Der Bereich der an den Befund gebundenen Rekonstruktion ist äußerst eng. Das liegt an der lückenhaften Beschaffenheit der freigelegten Hausgrundrisse und an einem mehr oder weniger starken Höhenverlust durch Bodenerosion, von denen bis auf wenige Ausnahmen sowohl neolithische als auch metallzeitliche Siedlungsplätze betroffen sind. Zudem bieten die den Grundrissen zu entnehmenden Pfostengrubendurchmesser und vereinzelt beobachtete Pfostenverfärbungen keine ausreichende Sicherheit, korrekte Größenordnungen der damals verwendeten Bauhölzer ermitteln zu können. Außerdem hatte der Pfosten innerhalb der Grube je nach Beschaffenheit des Bodenmaterials einen Spielraum, der sich heute nicht mehr bestimmen läßt. Nicht aus der Befundlage hervorgehende bauliche Einzelheiten, wie Trauf- bzw. Wandhöhen, Hausquerschnitte und Dachkonstruktionen, finden ihre Ergänzung durch architektonisch-konstruktive Überprüfungen und im Bedarfsfall durch volkskundliche und ethnologische Vergleichsobjekte. Die auf diesem Wege gewonnenen Ergebnisse, die praktische Ausgrabungstätigkeit und die theoretische Arbeit finden sodann in Zeichnung und Modell ihren Eingang (Abb. 3 u. 4). Sie sind wiederum Grundlage für die Rekonstruktion in natürlicher Größe. Sie stellt eine Möglichkeit dar, noch vorhandene Fehlerquellen aufzudecken und zu beseitigen.

Der Anlaß zu bauen liegt in zwei Grundmotiven begründet: einerseits im praktischen, andererseits im repräsentativen Bauzwang (BEDAL 1978). Auf urgeschichtliche Maßstäbe bezogen bedeutet der praktische Bauzwang in erster Linie, verschiedenen Schutzbedürfnissen und Nutzungsarten nach-

zukommen. Das zweite Motiv läßt sich zunächst aus der Grundrißgestalt ableiten, wobei hier an die Großbauten mit ihren stattlichen Hauslängen und materialverbrauchenden Holzbauweisen zu denken ist. Repräsentation drückt sich auch in der handwerklichen Ausführung der Konstruktion und äußeren Baugestalt aus. Letzteres läßt sich zumindest anhand von Wandlehmfragmenten mit unterschiedlichen Flächenverzerrungen nachweisen. Plastische Wandgestaltungen, wie etwa ein modellierter Tierkopf, der vermutlich als Giebelzierde verwendet wurde, und eingeritzte Winkelmuster auf den Wandflächen deuten auf ein starkes Schmuckbedürfnis hin.

Standardisierte Grundrisse, wie sie bislang für die Bandkeramik und Rössener Kultur aus ganz Mitteleuropa vorliegen, lassen den Schluß zu, daß bei der Erstellung eines Gebäudes eine Zusammenarbeit von spezialisierten Handwerkern, den zukünftigen Bewohnern sowie Nachbarn und anderen Dorfbewohnern stattgefunden hat. Dabei werden die „Spezialisten“ vor allem die Ausführung der Gefüge- und Konstruktionsarbeiten (Baustruktur) übernommen haben. Hier wird eine Mitwirkung der Bewohner als weitgehend ge-

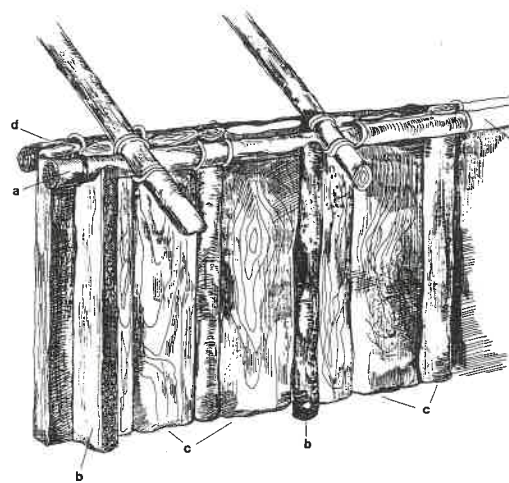


Abb. 2: Rekonstruktionsversuch einer Spaltbohlenwand, mit Dachaufbau (nach Kuper 1979, Abb. 11) ergänzt.  
a) Traufpfette; b) Außenpfosten (z.T. Hälblinge); c) Spaltbohlenwand; d) aussteifende Holzbänder.

ring zu bewerten sein. Ihnen fällt dagegen neben Materialbeschaffungen und verschiedenen kleineren Bauausführungen die Beteiligung bei der Anordnung der Räume (Raumstruktur) und Verwendungsart (Funktionsstruktur) zu. So leiten sich die differenzierten Raumaufteilungen und Hauslängen aus den Wünschen und Notwendigkeiten der Bewohner ab, sie bleiben aber regional- oder objektbezogen. Demgegenüber steht die Grundrißgestalt in der Bautradition, deren Überlieferung bzw. technische Entwicklung durch spezialisierte Handwerker wesentlich beeinflusst wurde.

#### Bautechnische Notwendigkeiten zur Rekonstruktion

Im wesentlichen bleiben die Aussagen über das Aufgehende eines Rössener Hauses spekulativ, auch dann noch, wenn man sich

gleich von vornherein einer „urtümlich rustikalen“ oder technisch überfrachteten Rekonstruktionsweise entsagt. Direkte Anhaltspunkte über das Aussehen des Dachkörpers verdanken wir hausförmigen Tonmodellen. Überwiegend sind Steilgiebel und Satteldächer dargestellt. Sieht man von Einzelheiten und Besonderheiten des Modellkörpers einmal ab, die sicherlich durch künstlerische Triebkraft beeinflusst wurden, kann als wesentlicher Sachverhalt hervorgehoben werden, daß bei den aus Mitteleuropa vorliegenden Modellen der Dachneigungswinkel  $45^\circ$  beträgt. Genau dies ist die Mindestdachneigung, die stroh- und rohrgedekte Dächer besitzen müssen, wenn sie eine optimale Dichtigkeit erreichen sollen. Bei entsprechender Verarbeitung des Deckungsmaterials in Schauben- bzw. Strohbündeltechnik kann eine Lebensdauer vom max. 70 Jahren bei entsprechender Pflege angenommen werden.

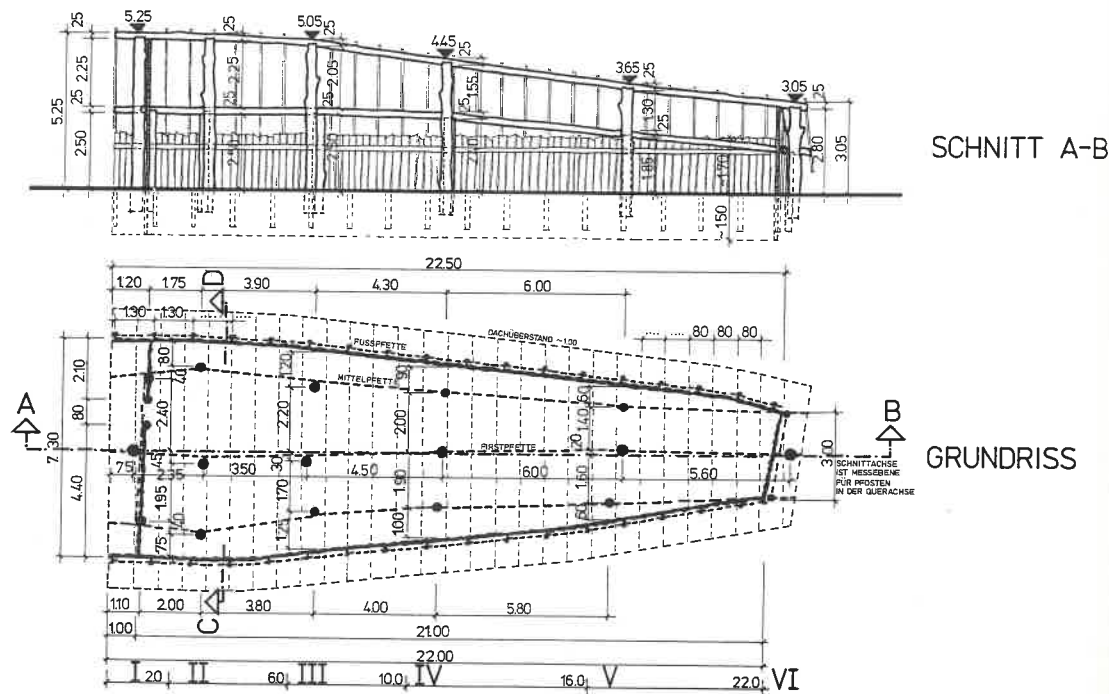


Abb. 3a: Rekonstruktionszeichnung: Inden 1, Bau-Nr. 9. Grundriß und Längsschnitt.

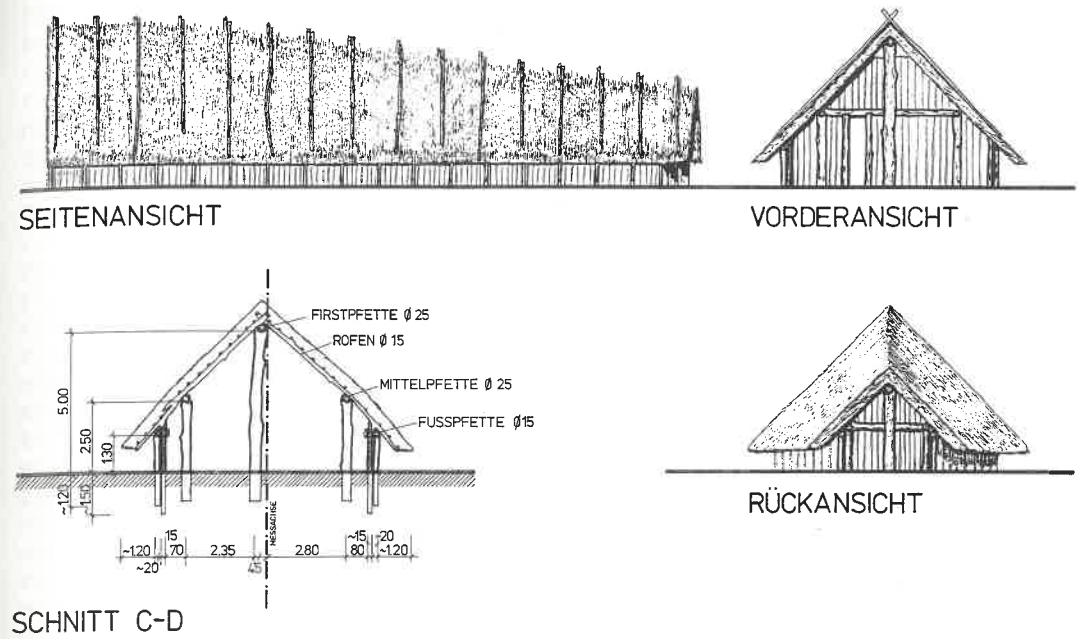


Abb. 3b: Rekonstruktionszeichnung: Inden 1, Bau-Nr. 9, Querschnitt und Ansichten.

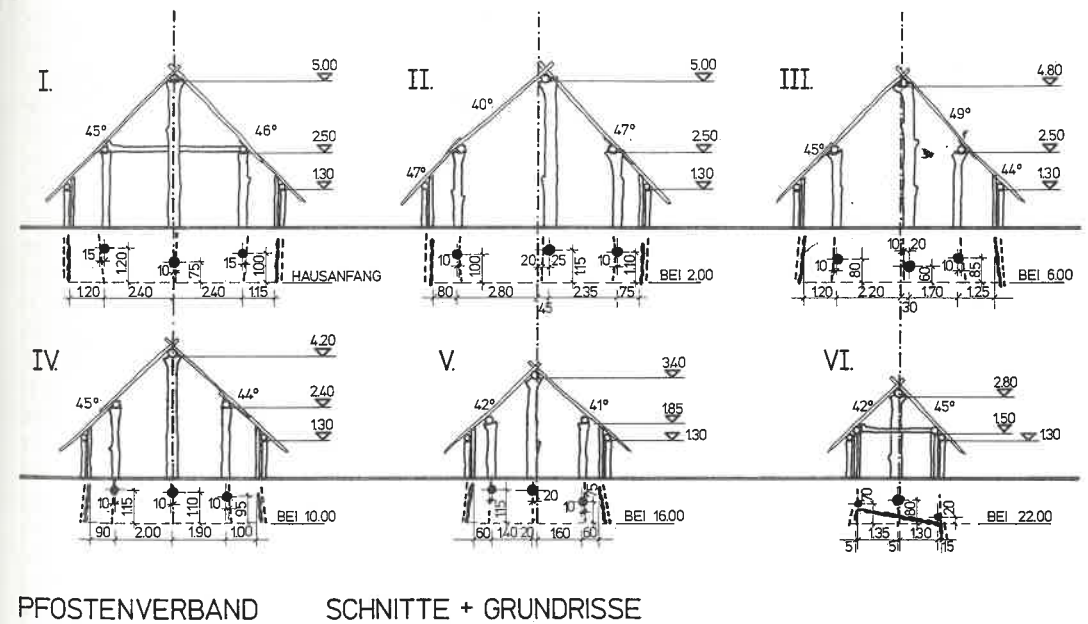


Abb. 3c: Rekonstruktionszeichnung: Inden 1, Bau-Nr. 9, Pfostenverband, Schnitte und Grundrisse.

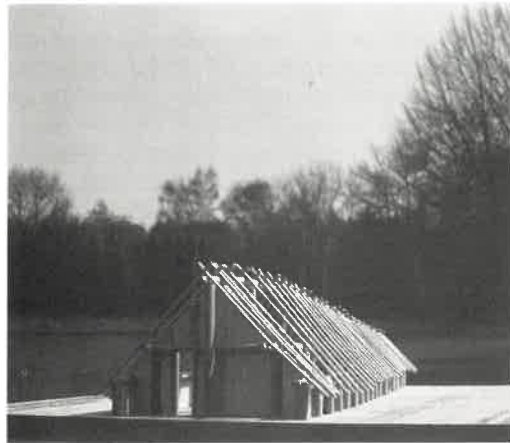


Abb. 4a: Rekonstruktionsmodell: Inden 1, Bau-Nr. 9. SO-Giebel- und Längsseitenansicht.



Abb. 4b: Rekonstruktionsmodell: Inden 1, Bau-Nr. 9. NW-Giebel- und Längsseitenansicht.

Die Unterkonstruktion bilden die Dachhölzer (Rofen), auf denen in kurzem Abstand Dachlatten befestigt sind. Sie liegen auf den horizontal verlegten Langhölzern (Pfetten) auf, die ihrerseits ihr Auflager auf den First-, Mittel- und Wandpfosten finden. Zum Prinzip des Pfettendaches haben sich bereits eingehend B. Trier (1969), zuletzt W. Meyer-Christian (1976) und A. Masuch u. K.-H. Ziessow (1983) geäußert. Hervorgehoben sei an dieser Stelle nur die Einfachheit seiner Konstruktion und die Variabilität seiner Ausführung. Neben einer Dachneigung von mindestens 12° bis weit über 40° läßt sich das

Pfettendach über beliebig gestaltete Grundrisse errichten. Je nach Notwendigkeit lassen sich Rofen verlängern bzw. auswechseln. Die Lagerung der Rofen kann dabei unterschiedlich sein, entweder an der Fuß- bzw. Traufpfette fest und an der Firstpfette beweglich gelagert oder umgekehrt. In beiden Fällen werden die Mittel- und Fußpfetten durch vertikale Kräfte beansprucht.

Bei der Beantwortung der Frage nach der ursprünglichen Wandhöhe spielen die Faktoren Tragfähigkeit und Witterungsschutz eine herausragende Rolle. Zum einen muß sie dem vertikalen Druck der Dachlasten und zum anderen den horizontal wirkenden Windkräften widerstehen. Ferner schützt die Wand vor jeglichen klimatischen Unbilden und verbessert die Lebensbedingungen innerhalb des Hauses. Die ideale Wandhöhe kann aus statischen Gründen und den vom vorherrschenden Klima gestellten Forderungen als so klein wie möglich angenommen werden. Die tatsächliche Höhe der Wände hängt im wesentlichen von der Raumfunktion und etwaigen konstruktiv notwendigen Querverstrebungen ab, die zumindest im Bereich zwischen den beiden Mittelpfostenreihen eine notwendige Kopffreiheit von max. 2,00 m erforderlich machen. Daraus ergibt sich eine Mindestwandhöhe von 0,80 m.

Bei der Durchführung der Bauvorhaben werden die neolithischen Bauleute eine ausreichende Belastbarkeit der Konstruktionselemente angestrebt haben. Voraussetzung waren eine gute Kenntnis der Eigenschaften und Eignung der verwendeten Hölzer. Die Tatsache, daß in der Mehrzahl für wichtige Konstruktionselemente Harthölzer verwendet wurden - diese spezifizierten Holznachweise stammen aus „holzführenden“ Feuchtbodensiedlungen -, kann für den gesamten prähistorischen Hausbau allgemein angenommen werden. Zumindest überwiegt der Anteil der Eichenbauhölzer, was sich mit den hervorragenden technologischen Qualitäten dieses Holzes begründen läßt. Zudem kommt noch der nahe Wuchsort als Bauholzlieferant zur Siedlung hinzu. Grenzen der Bauausführung setzen neben den zur Verfügung stehenden Baumaterialien die Transportmöglichkeiten, die Arbeitstechniken, die Standorte und im entscheidenden Maße die Kondition des Menschen. Wie aus der Massenberechnung zum Bau Nr. 9 zu entnehmen ist, mußten ca.

39 fm Holz bewegt werden (Abb. 5). Die dabei anfallenden Gewichte einzelner Bauelemente wird man nach Möglichkeit niedrig gehalten haben. Dies konnte dadurch geschehen, daß bereits am Holzeinschlagplatz die Stämme auf entsprechende Längen zugeschlagen wurden. Die zur Herstellung von Spaltbohlenwänden erforderlichen Stämme von mindestens 0,50 m Mitteldurchmesser erreichten auch bei entsprechendem Längenzuschnitt noch Gewichte von über 1,2 t, was einen Transport nur mit erheblichem Aufwand möglich machte. Einfacher ließen sich dagegen die aus den Derbhölzern entnommenen Spaltbohlen befördern, die ein wesentlich geringeres Gewicht von ca. 60-225 kp aufweisen. Neben den in größerer Zahl benötigten schwachdimensionierten Hölzern der Wände und des Dachgerippes stellen die zum inneren Konstruktionsgerüst

gehörenden First- und Mittelpfosten diejenige Gruppe dar, deren Verbauung hinsichtlich der Schwere der Hölzer (max. 346 kp) den Neolithikern offenbar Probleme bereitete. Zumindest werden, legt man nach J. Coles (1973) die Zugleistung eines Mannes am Seil mit 25 kp fest, für das Aufrichten von Firstpfosten mit Längen von 5,80 m und Durchmesser von bis zu 0,30 m, 13 bis 14 Arbeitskräfte benötigt. Wohlgermerkt beziehen sich die Angaben der Materialmengen und Holzdimensionen auf die Gebäuderkonstruktion. Sie sind somit hypothetisch, dennoch dürfen sie der Realität recht nahe kommen.

Zur Lösung statischer Probleme am Bau werden eine Reihe von Erfahrungsgrundsätzen eine große Rolle gespielt haben. Im Vordergrund stand dabei die richtige Bemessung einzelner Bauteile und die Ermittlung

NR.	ANZAHL	BAUTEIL	LÄNGEN IN M		HOLZSTÄRKEN						GEWICHTE (EICHE)		
			INZELN	GESAMT	Ø cm	15	20	25	30	50	kp/m	INZELN	
1	2	Firstpfosten	5,80	11,60								59,7	786
2	1	Firstpfosten	5,80	5,80					5,80			59,7	374
3	1	Firstpfosten	5,80	5,80					5,80			59,7	374
4	1	Firstpfosten	4,20	4,20					4,20			59,7	250,7
5	1	Firstpfosten	3,60	3,60					3,60			59,7	215
6	6	Mittelpfosten	3,30	19,80					19,80			59,7	197
7	2	Mittelpfosten	3,20	6,40				6,40				61,5	132,8
8	2	Mittelpfosten	2,65	5,30				5,30				61,5	110
9	2	Wand-Mittelpfosten	2,40	4,80				4,80				61,5	87
10	30	Wandpfosten	2,10	63,00			9,00					26,5	60
11	1	Firstpfette	3,20	3,20				3,20				61,5	132,8
12	2	Mittelpfette	3,20	6,40				6,40				61,5	132,8
13	1	Firstpfette	3,60	3,60				3,60				61,5	149,4
14	2	Mittelpfette	3,60	7,20				7,20				61,5	149,4
15	1	Firstpfette	4,40	4,40				4,40				61,5	182,6
16	1	Mittelpfette	4,60	4,60				4,60				61,5	191
17	1	Mittelpfette	4,00	4,00				4,00				61,5	146
18	1	Firstpfette	6,00	6,00				6,00				61,5	249
19	1	Mittelpfette	5,80	5,80				5,80				61,5	240,2
20	1	Mittelpfette	6,40	6,40				6,40				61,5	253
21	1	Firstpfette	6,40	6,40				6,40				61,5	253
22	1	Mittelpfette	5,80	5,80				5,80				61,5	240,2
23	1	Mittelpfette	5,90	5,90				5,90				61,5	245
24	2	Querriegel	5,00	10,00			10,00					26,5	132,5
25	1	Querriegel	4,80	4,80			4,80					26,5	114
26	1	Querriegel	3,70	3,70			3,70					26,5	92
27	1	Querriegel	3,20	3,20			3,20					26,5	85,8
28	1	Querriegel	2,80	2,80			2,80					26,5	69
29	2	RA-1 Traufpfetten	23,00	46,00			46,00					26,5	157 (bei 600m Länge)
30	14	Rofen	6,20	86,80			86,80					11	100,5
31	12	Rofen	6,10	73,20			73,20					11	91,5
32	10	Rofen	5,60	56,00			56,00					11	81
33	10	Rofen	4,10	41,00			41,00					11	67,5
34	12	Hölzer für 34,50 m Spaltbohlenwände (Längs)	6,00	72,00					72,00			166,4	199,4
35	3	Hölzer für 6,80 m Spaltbohlenwand (Querswand)	7,30	21,90					21,90			166,4	124,7
36	2	Hölzer für 2,00 m Spaltbohlenwand (Querswand)	5,40	10,80					10,80			166,4	84,8
140 Pcs. Summe: Laufender Meter				666,70			168,00	159,80	85,00	49,80	104,10		
Einzelholzstärken					in m <sup>3</sup>	4,744	5,018	4,176	1,521	2,044			Bau-Nr. 9, Typ 1 b mit Spaltbohlenwände
Summe: Einzelholzstärken					in m <sup>3</sup>			37,902					Inden 1 (42)

Abb. 5: Massenberechnung: Inden 1, Bau-Nr. 9.

von Kräfteinheiten, die gewährleisten sollten, daß Belastungen und Spannungen, die ein Bauwerk angriffen, sich gegenseitig aufhoben. Hierzu fehlen archäologische Belege. Die Statik bietet aufgrund der durch Architekturzeichnung und Modell ermittelten Konstruktionsweise die Möglichkeit, entsprechende Abmessungen und Querschnitte von Bauelementen zu berechnen. Da statische Größen wie Eingrabbtiefe und Pfostendurchmesser aus eingangs geschilderten Gründen fehlen, ergeben sich für ein analytisches Verfahren folgende Fragestellungen:

1. Wie groß sind die Belastungswerte dachtragender Hölzer, und wie stark müssen die Pfostenquerschnitte gewählt werden?
2. Wie hoch sind die Wind- und Schneelasten, und wie wirken sie sich auf die Konstruktion aus?
3. Müssen Diagonal- oder Querhölzer für die Wandaussteifung angebracht werden?
4. Wie hoch ist die ideale Wandhöhe, um Horizontalkräfte aus Wind gering zu halten?
5. Wie tief müssen die Gerüstpfosten und die Wandelemente eingegraben sein, um eine ausreichende Standfestigkeit des Gebäudes zu erreichen?

Die statischen Untersuchungen, deren Einzelnachweise und Detailberechnungen hier aus Platzgründen nicht dargestellt werden können, ergaben zusammengefaßt für die Lastenermittlung ein Pfettendach-Konstruktionssystem, bei dem die Rofen mit den Pfetten eine zugfeste Verbindung eingehen. Hierbei wird der Abtrag horizontal wirkender Lasten über die Wandpfosten in Verbindung mit der eingetieften Spaltbohlenwand vorgenommen. Die Pfetten erhalten so die größte vertikale Last. Die Ausführung dieser Konstruktionsart dürfte somit in der Lage sein, Normkraftverformungen, die sich bei den Pfostenköpfen um ungefähr 1,8 cm bewegen, zu übertragen. In diesem Fall würden auch einfache Verbindungsarten, wie sie von W. Meyer-Christian (1976) in der Art von Aufbindungen mit Lederstreifen, Hanfseilen u.a. vorgeschlagen werden, ausreichen. Die Werte werden ermittelt an einem Vertikalschnitt mit Wandpfostenhöhe von 0,80 m und Firstpfostenhöhe von 4,05 m. Für die Abmessungen in der Längsrichtung fanden die Stützweiten 5,50-6,50-7,10 m und der klein-

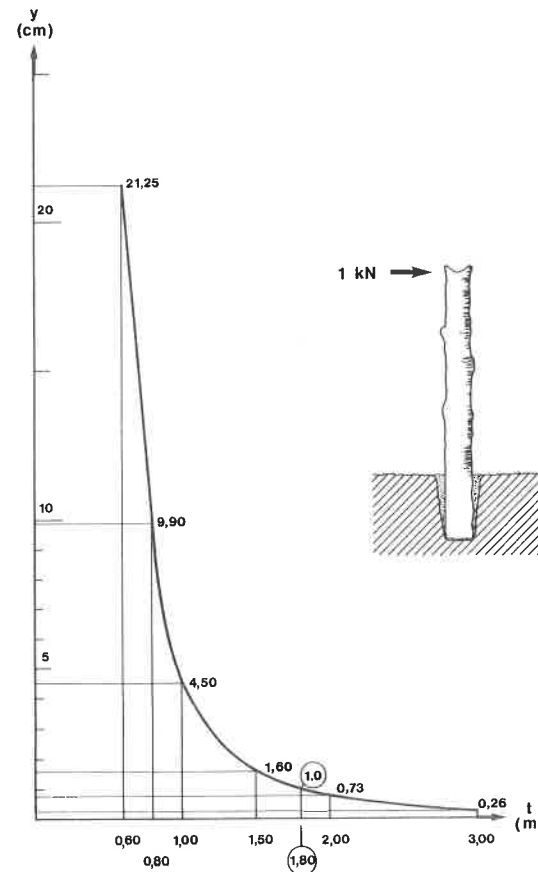


Abb. 6: Ermittlung der Reaktionswerte: Kopfauslenkung ( $y$ ) in cm infolge 1 kN Horizontalkraft in Abhängigkeit von der Eingrabbtiefe (Beispiel: Firstpfosten).

ste Wert um 2,00 m Berücksichtigung. Folglich blieb die Frage nach der Eingrabbtiefe der Gerüstpfosten noch offen. Hierbei sollte die Reaktion der Kopfauslenkung auf der Basis des oben geschilderten Konstruktionssystems ermittelt werden. Die Berechnungen erbrachten erstaunliche Werte: Schon die Veränderung der Eingrabbtiefe von 0,80 m auf 1,00 m erhöhte die Tragfähigkeit um praktisch 100%. Die Einheitsauslenkung von 1 cm, was nach den statischen Ermittlungen etwa der Tragfähigkeit der Wandpfosten entspricht, wird bei einer Tiefe von 1,80 m erreicht (Abb. 6).

## Planung und Ausführung der Rekonstruktion

Der Durchführung des Experimentes gingen noch folgende Fragen voraus:

1. Welcher Zeitaufwand kann für die Materialbeschaffung (Fäll- und Transportarbeiten) und für den Bauablauf zugrundegelegt werden?
2. Können während der Bauplanung die Reihenfolge der Aufbau- bzw. Konstruktionschritte festgelegt werden?
3. Wieviel Arbeitskräfte mußten für die Materialbeschaffung und für die Bauausführung eingeplant werden?
4. Lassen sich die Lebensdauer der Gebäuderekonstruktion bzw. einzelner Bauelemente und die damit einhergehenden Zerstörungsmechanismen, denen die Objekte ausgesetzt sind, nachweisen?

Dem Hausbau gingen im Herbst 1978 die Standortwahl im Museumsgelände, die Vorbereitung des Baugrundes (Rodung) und für einen zügigen Ablauf der Materialbeschaffung die Besichtigung des Holzeinschlages und der Weidenstandorte voraus.

Aufgrund der vorgenannten Rekonstruktion mußten insgesamt 670 laufende Meter bzw. ca. 38 fm Derbholz für die Bauausführung bereitgestellt werden (Abb. 5). Für das Innengerüst, die Rofen und Spaltbohlenwände wurden 35 Eichen gefällt. Zum Fällexperiment standen parallel- und quergeschäftete Beilnachbildungen zur Verfügung. An zusammen fünf Derbholzgruppen mit mittleren Durchmessern von 15, 20, 25, 30 und 50 cm wurde jeweils ein Einschlagversuch durchgeführt. Die Auswahl der Hölzer geschah dabei nicht nach ihrem Lebensalter, sondern nach ihren Stammdurchmessern, ihrer Stammhöhe und Wuchsform. Der dabei ermittelte zeitliche Arbeitsaufwand konnte dann auf den notwendigen Bedarf der Gruppe hochgerechnet werden. Das notwendige Zerteilen der gefällten Eichen auf Maximallängen und ebenso das Entrinden geschah direkt am Holzeinschlag. An dem Einschlag waren 3 Arbeitskräfte, täglich 10 Stunden lang, 6 Tage beschäftigt.

Für den Transportaufwand konnten keine absolut sicheren Ergebnisse erzielt werden. Hier fehlen in erster Linie Angaben zur Transporttechnik und Entfernung vom Holzeinschlag zum Bauplatz. In unserem Fall wurde

der Holzbedarf in einem Einzugsbereich von ca. 300 m gedeckt (Holzlagerplatz). Hölzer von ca. 200-350 kp mußten in 11 Fällen von max. 14 Personen gerückt werden. Für den Transport der übrigen Bauhölzer (135 Elemente) waren dagegen in der Regel 8 Arbeitskräfte notwendig. Insgesamt führten 8 Personen auf der Grundlage eines zehnstündigen Arbeitstages in 3 Tagen den Haupttransport durch (insgesamt 240 Std.). Ebenfalls mit unsicheren Faktoren behaftet war die Berechnung der Arbeitsdauer, die bei der Beschaffung von Weidenzweigen (Bindematerial) und der Bearbeitung der ungeheuren Kronenholzmengen (Dachlattung) anfielen. Im ersten Fall waren 4 Personen damit beschäftigt, in einem Aktivitätsradius von 5 km ausreichendes Bindematerial zu beschaffen. Die „Ernte“ der Silberweidenbestände nahm 4 Arbeitstage bei einem 10 Std.-Tag in Anspruch (insgesamt 160 Std.). Das Vorbereiten der Dachlatten füllte einen Tag aus, an dem 4 Personen 10 Std. lang arbeiteten (insgesamt 40 Std.). Für die benötigte Dacheindeckung mußte aus Langstrohmateriale Schilfrohr eingekauft werden. Nach den Angaben der Lieferanten mußte für die benötigte Menge von ca. 300 Bund eine Fläche von ca. 0,5 ha geerntet werden. Der dabei geleistete Arbeitsaufwand von 60 Stunden wurde modernen Ertragstabellen entnommen (4 Arbeitskräfte: ca. 10 Std. = 1,5 Tage). Der Baubeginn war durch die auf das Winterhalbjahr 1978/79 beschränkten Fälzeiten zwangsläufig festgelegt. Während Ende Februar die Materialbeschaffungen durchgeführt wurden, konnten im darauffolgenden Monat die Vorbereitungen für den Bauplatz beginnen.

Die Erdarbeiten, bei denen bis zu 45 m Wandgräben und 18 Pfostengruben ausgehoben werden mußten, nahmen für 4 Arbeiter, bei einem 10 Std.-Tag, einen Arbeitstag ein (insgesamt 40 Std.).

Für den Aufbau der Konstruktionshölzer (Pfosten und Pfetten) und der Spaltbohlenwände arbeiteten 5 Personen 15 Tage lang täglich 10 Stunden (insgesamt 750 Std.). Zusätzlich waren zum Aufrichten der First- und Mittelpfosten und Hochziehen der Pfetten 9 bis 10 Hilfskräfte erforderlich. Sie wurden nach Bedarf angefordert und für max. 2 Stunden pro Tag 11mal eingesetzt (insgesamt 220 Std.). Die bis zu 253 kp schweren und max. 6,10 m



1



2



3



4



5



6

Abb. 7.1: Aufbau einer Mittelposten-Reihe, davor z.T. entrindetes Bauholz.  
Abb. 7.2: Angekokelter Firstpfosten in der Pfostengrube. Das eingefüllte Erdmaterial wird durch zusätzliches Schlemmen verdichtet.  
Abb. 7.3: Fertiggestellte Innengerüstkonstruktion. Querliegender Pfosten für die Ermittlung der Höhe.

Abb. 7.4: Konstruktionsgerüst mit provisorisch aufgelegten Rofenhölzern.  
Abb. 7.5: Blick auf die Wand- und Mittelpostenreihe und provisorisch aufliegenden Rofenhölzer.  
Abb. 7.6: Blick auf den NW-Giebel mit der noch unverfugten Spaltbohlenwand.



1



2



3



4



5



6

Abb. 8.1: Blick auf die südöstliche Giebelseite. Mit frischem Weidenmaterial wird die die Dacheindeckung tragende Lattung befestigt.  
Abb. 8.2: Einbinden der südwestlichen Dachhälfte mit Reetmaterial.  
Abb. 8.3: Verputzen der Fugen zwischen den Spaltbohlen.

Abb. 8.4: Innenansicht mit Blick auf den kleinen NW-Giebel.  
Abb. 8.5: Mit Reet eingedeckte Flächen im Bereich des NW-Giebels.  
Abb. 8.6: Frühzeitiger Wintereinbruch 1979, kurz nach Fertigstellung der Rössener Hausrekonstruktion.

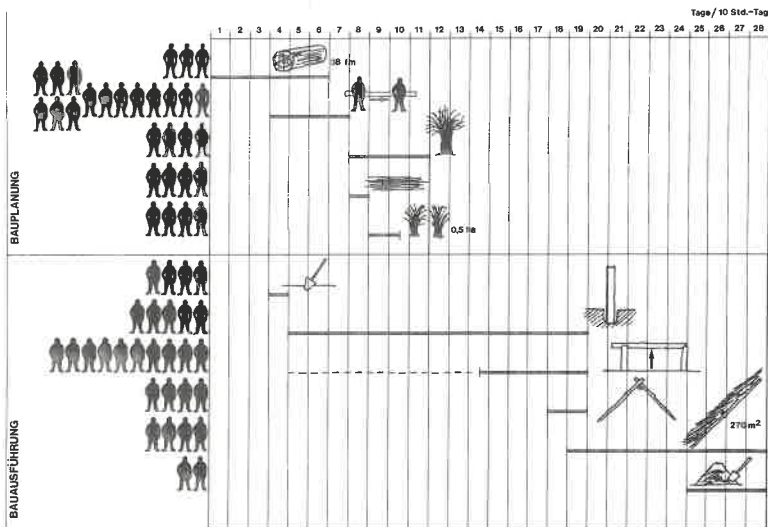


Abb. 9: Zeittafel der einzelnen Aufwendungen bei der Planung und Ausführung der Hausrekonstruktion.

langen Pfetten werden per Seilzug über die ausgearbeiteten Pfostenköpfe hochgezogen. Dabei regelten die fünf ständig am Rohbau beschäftigten Arbeitskräfte den organisatorischen und mechanischen Ablauf der schwierigen Arbeiten. Mit schräg gestellten Langhölzern, die als Gleitrampen dienten, und zusätzlichen Stützen, die an den entgegengesetzten Seiten der Pfosten lehnten, um seitlichen Schub zu verhindern, wurde das Auflegen der Pfetten erleichtert. Die für die Realisierung der Baugestalt zuständigen „Spezialisten“ legten nach jedem Jochabschnitt mit „Rofenlehren“ (Schwachholzstangen) die Dachneigung und die Ansatzpunkte für die anschließend zu setzenden Bauelemente fest. Im Anschluß daran konnten die im Durchmesser ca. 0,15 m starken Rofenhölzer auf Länge gearbeitet werden und paarig - an jeder Dachseite 23 - verlegt werden. Sie wurden am First mit Bastfasern zusammengebunden und an der Fußpfette fest verschnürt. Dieser Vorgang, an dem 4 Personen beteiligt waren, ließ sich innerhalb von 2 Tagen durchführen (insgesamt 80 Std. bei einem 10 Std.-Tag). Mittels der Kronenholzbestände wurde ein entsprechend dichtliegendes Dachlattennetz den Rofen aufgebunden. Für die Dachdeckerarbeiten ließen sich 4 Arbeitskräfte einarbeiten, von denen jeweils zwei eine

Dachhälfte zugewiesen bekamen. Für die einzudeckende Fläche von ca. 270 m<sup>2</sup> wurden 10 Arbeitstage benötigt (insgesamt 400 Std. bei einem 10 Std.-Tag). Zum Verfugen der Spaltbohlenwände und für das Anlegen des Estrichbodens waren zum Schluß 2 Arbeiter max. 4 Arbeitstage, insgesamt 80 Std. beschäftigt. Die Gesamtleistung und der Zeitaufwand hingen wesentlich von der Planung und Organisation des Bauvorhabens ab. Da einige Tätigkeiten sich problemlos mit anderen gleichzeitig verrichten ließen, konnte bei einer Mannschaftsgröße von max. 10 Personen (Bauplanung: 8; Bauausführung: 10) der gesamte Aufbau des Gebäudes in ca. 25 Tagen abgeschlossen werden (Abb. 7-9). Nach heutigen Maßstäben würden zur Errichtung dieses Hauses etwa 6 Wochen benötigt.

Die Frage der Aufbau- bzw. Konstruktionschritte läßt sich nur hinlänglich beantworten. Sie wäre nach den Erfahrungen, die bei der Errichtung des Hauses gemacht wurden, Aufgabe von spezialisierten Arbeitskräften, die zumindest Einblick in die Bautechnik bei anderen Bauvorhaben erhalten haben. Im Grunde werden die meisten Probleme nach J. Coles (1973) mit gesundem Menschenverstand gelöst worden sein.

## Bauphysikalische Funktionen und Nutzungsmöglichkeiten

Zunächst wurden Daten über Feuchtigkeit und Temperatur über einen Zeitraum von drei Jahren (1982-1984) gesammelt, um Aussagen über das „Innenklima“ dieses Hauses machen zu können.

Da der gesamte Innenraum ein Luftvolumen von ca. 453 m<sup>3</sup> besitzt, bestehen bereits wesentliche Probleme in der Beheizung. Das Dach besitzt die Eigenschaft, von der Außenluft durchspült zu werden, wobei die Differenzen zwischen den Zuständen äußerer und innerer Luft kurzfristig ausgeglichen werden. Die Wände sind massiv der Feuchtigkeit ausgesetzt. Temperaturunterschiede und Differenzen in der relativen Luftfeuchte zwischen Innen- und Außenraum führen zur Wanderung des Wassers durch die Holzwand. Abhilfe schaffen Dachüberstände, die - wie bei diesem Haus - ca. 0,60-0,80 m betragen und somit einen ausreichenden konstruktiven Holzschutz darstellen. Weitere feuchtigkeitsbildende Faktoren stellen der Lehmestrich dar, der keine Dämmung gegen die Bodenfeuchtigkeit aufzuweisen hat, ebenso ein mehr oder weniger großer Abstand, der zwischen den Außenwänden und der Dachhaut besteht.

Für die Messungen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit wurde eine Feuerstelle betrieben, und die Werte wurden mittels Hygrothermographen erfaßt. Der Kurvenverlauf der

Meßinstrumente zeigte insgesamt ein einheitliches Bild. Bemerkenswert war der geringe Temperaturunterschied der Außentemperatur gegenüber der Raumwärme. Im Mittel lagen die Werte außen um 1-3 Grad niedriger. In den Sommermonaten konnte festgestellt werden, daß im Bereich der Feuerstelle die Temperatur im Schnitt 6-8 Grad zunahm. Dabei lag die Erwärmung des übrigen Raumes um nur 3 Grad über dem Mittelwert. Obwohl in den Wintermonaten ständig zwei Feuerstellen betrieben wurden, konnten extreme Temperaturschwankungen mit Kaltlufteinwirkung und strengen Nachtfrösten einen sofortigen Wärmeabfall nicht verhindern. Dabei konnten nur in Herdnähe (max. Radius der Strahlungswärme 3,00 m) annähernd „wohnliche“ Verhältnisse mit Temperaturen um 10-12 Grad erreicht werden. Im übrigen Hausbereich herrschten dagegen Temperaturen um den Gefrierpunkt.

Eine nicht immer zu verhindernde Rauchentwicklung, zumindest beim Anfachen der Herdfeuer, wirkte sich nicht negativ auf die „Wohnqualität“ aus. Aufgrund der günstigen Lage des Gebäudekörpers zur Hauptwindrichtung zog der Rauch fast senkrecht zur Decke und wanderte zum Großteil unterhalb der Firstpfette in Richtung Nordost-Giebelseite oder wurde durch Freiräume innerhalb der Eindeckung hinausgedrückt. Offensichtlich förderte die Neigung des Firstes den zügigen Austritt des Rauches aus dem Innenbereich des Hauses (Abb. 10).

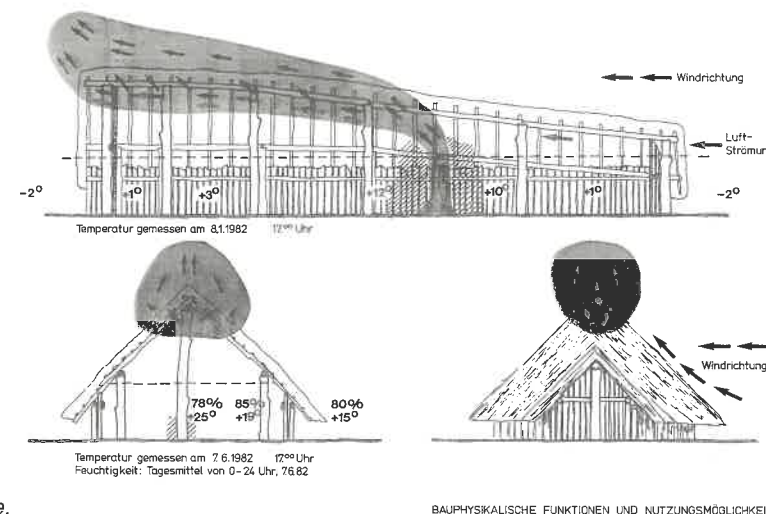


Abb. 10: Graphische Darstellung der Rauchentwicklung und Führung innerhalb des Dachbereiches (siehe auch Abb. 8f.). Eingezeichnete Prozent- und Gradwerte beziehen sich auf die Messungen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit beim Betreiben einer Feuerstelle.

## Lebensdauer der Gebäuderekonstruktion

Wie eingangs bereits gesagt, benötigen die Testprogramme zur Untersuchung der Lebensdauer verschiedener Baumaterialien längerfristige Zeiträume. Demnach kann an dieser Stelle noch kein abschließender Bericht vorgelegt, sondern nur auf wenige augenfällige Verfallserscheinungen hingewiesen werden. So zeigen sich an der Dacheindeckung großflächige Verrottungen, die z.T. zu Beschädigungen an der darunterliegenden Firstpfette führten. Die Undichtigkeit der Dacheindeckung ist an der der Witterung am meisten ausgesetzten SO-Seite erheblich größer als auf der gegenüberliegenden NW-Seite. Neben verfaulten Lagen bereiten der Moosbefall und Bereiche mit Blätter- und Astwerkabdeckung weitere Probleme, so daß die darunterliegenden Auflagehölzer mehr und mehr der Feuchtigkeit ausgesetzt sind. Gegenüber den Dachbereichen weisen die im Boden eingegrabenen Konstruktionshölzer und Wandelemente Schäden von untergeordneter Größe auf. Zumindest hat sich das Konservieren der Hölzer durch Ankohlen im Erdbereich als positives Verfahren herausgestellt.

### Anmerkung:

\*) Für die Realisierung der Hausrekonstruktionen ist neben dem Museumsamt des Landschaftsverbandes Westfalen-Lippe dem Landesverband Lippe zu danken, mit deren Hilfe die umfangreichen Aufbau- und Einrichtungsmaßnahmen, aber auch Personal und Gerätschaften finanziert werden konnten. Für hilfreiche fachliche Beratung sei Herrn Restaurator H. Schutter, Steinwedel, gedankt, der in unermüdlichen Einsätzen den „Bau-leuten“ mit Rat und Tat zur Seite stand.

### Literatur:

- BEDAL, K. (1978): Historische Hausforschung. Münster.  
BRANDT VON, D. (1980): Die linearbandkeramischen Häuser des Siedlungsplatzes Langweiler 8. Diss. Aachen.  
BRANDT VON, D. (1986): Fortschritte im Hausbau. Ein neues Modell in der urgeschichtlichen Abteilung: Haus der Rössener Kultur. - Das Rheinische Landesmuseum Bonn. Berichte aus der Arbeit des Museums 6: 87-90.  
COLES, J. (1973): Archaeology by Experiment. London.

- GÜNTHER, K. (1976): Die jungsteinzeitliche Siedlung Deiringsen/Ruploh in der Soester Börde. - Bodenaltertümer Westfalens 16. Münster.  
HABELITZ, M. u. TRÖTSCHEL W. (1988): Zur Rekonstruktion eines bandkeramischen Hauses aus Rössing. - M. Fansa: Vor 7000 Jahren - Die ersten Ackerbauern im Leinetal - Wegweiser zur Vor- und Frühgeschichte Niedersachsens 15: 70-78. Hildesheim.  
HAMPL, F. (1972): Probleme des spätpaläolithischen Zeltbaues. - Archaeologia Austriaca 52: 65-92.  
KUPER, R. (1979): Der Rössener Siedlungsplatz Inden 1. Diss. Köln.  
LULEY, H. (1983): Ur- und frühgeschichtlicher Hausbau im Freilichtmuseum. Ein vorläufiger Bericht. - Archäologische Informationen 6: 65-68.  
LULEY, H. (1985a): Das „Archäologische Freilichtmuseum“. - Der Kreis Lippe. Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland 11: 79-89.  
LULEY, H. (1985b): Wohnen in der Steinzeit. Vor- und Frühgeschichte in westfälischen Museen. Münster.  
LULEY, H. (1990): Urgeschichtlicher Hausbau in Mitteleuropa. Grundlagenforschung, Umweltbedingungen und bautechnische Rekonstruktionen. - Diss. Uni. Köln (Druck in Vorbereitung).  
MASUCH, A. u. ZIESSOW, K.-H. (1983): Überlegungen zur Rekonstruktion bandkeramischer Häuser. - Frühe Bauernkulturen in Niedersachsen. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 1: 229-260.  
MEYER-CHRISTIAN, W. (1976): Die Y-Pfostenstellung in Häusern der Älteren Linearbandkeramik. - Bonner Jahrbücher 176: 1-25.  
SOUDSKY, B. (1969): Étude de la maison néolithique. - Slovenská Archeológia 18: 5-96.  
TRIER, B. (1969): Das Haus im Nordwesten der Germania libera. (Veröffentlichungen der Alttertumskommission im Provinzialinstitut für westfälische Landes- und Volkskunde 4).  
WATERBOLK, H.T. u. MODDERMAN P.J.R. (1958-1959): Die Großbauten der Bandkeramik. - Palaeohistoria 6-7: 163-171.

### Anschrift des Verfassers:

Dr. Helmut Luley  
Lippisches Landesmuseum  
Ameide 4  
D-4930 Detmold

## Experiment: Ursachen für die Räumung Fünens im 5. Jahrhundert n. Chr.

Michael Gebühr

### A. Fragestellung: Warum werden die Küstengebiete fundarm?

Ausgangspunkt für das hier beschriebene Experiment ist ein eigentümliches Phänomen, das sich in verschiedenen Landschaften rings um die westliche Ostsee, aber auch an der deutschen Nordseeküste, beobachten läßt: Im 5. Jahrhundert n. Chr. werden die archäologischen Zeugnisse selten und nehmen erst gegen 800 n. Chr. an Zahl wieder zu. Dies gilt in besonderem Maße für Grabfunde, während Hortfunde noch über längere Zeit hinweg deponiert werden. Die Ursachen sind umstritten; es ist an politisch motivierte Wandervorgänge, ökologisch bedingte Siedlungsverlagerungen (etwa durch den Anstieg des Meeresspiegels) zu denken, aber auch an veränderte Verhaltensweisen des Menschen, die uns Gräber und Siedlungen schlechter erkennen oder zeitlich einordnen lassen und deshalb eine Siedlungslücke nur vortäuschen.

Besonders auffallend ist der Fundrückgang in Schleswig-Holstein und auf der dänischen Insel Fünen (von einer Siedlungskammer im Südosten der Insel abgesehen). Für Schleswig-Holstein mit der Landschaft Angeln zwischen Schlei und Flensburger Förde meint man, in Anlehnung an frühe Schriftquellen - besonders den englischen Kirchenhistoriker Beda -, die Ursachen zu kennen: Sachsen, Angeln und Jüten wandern nach Britannien aus, das später den Namen eines der Stämme übernimmt: „Eng“land. Für das kontinentale Herkunftsgebiet der Angeln behauptete Beda, es läge noch heute (das

heißt im 8. Jahrhundert) verlassen da. Dazu paßt, daß botanische Untersuchungen für diese fundarme Epoche einen Rückgang der Siedlungsanzeiger und eine Zunahme des Waldes anzudeuten scheinen.

Fünen zeigt im 4. Jahrhundert - also unmittelbar vor dem Fundrückgang - im Fundgut eine starke Ähnlichkeit zu der Landschaft Angeln in Schleswig. Möglicherweise gehörte die Insel damals zum Stammesgebiet der Angeln und erlitt ein gleiches Schicksal wie die Nachbarregion: den Exodus eines großen Teils der Bevölkerung.

Falls diese Vermutung zutrifft, stellt sich die Frage nach den Ursachen einer solchen Wanderung. Gewiß waren günstige Rahmenbedingungen vorhanden: Etwa die desolante militärische Situation des Römischen Reiches allgemein und Britanniens im besonderen sowie das ermunternde Beispiel erfolgreicher Wanderzüge der südlicher siedelnden Goten. Neben allgemeiner Raublust kommen aber auch weitere Gründe in Betracht: Etwa ab 300 n. Chr. ein Wechsel hin zu feuchtem und kühlem Klima, das durch Vernässung der schweren Jungmoränenböden die landwirtschaftlichen Nutzflächen nachhaltig verringerte; oder kriegerische Unruhen, die seit dem Ende des 2. Jahrhunderts und verstärkt im 4. Jahrhundert die Ostseeküsten verwüsteten.

Schließlich mag aber auch, unabhängig von diesen äußeren Anlässen, eine gewisse Eingengesetzlichkeit des Siedlungsgeschehens zu einer Notsituation beigetragen haben, die zur Auswanderung führte. Im Tierreich sind gelegentlich bei spezialisierten Beutegreifern und ihren Beutetieren sonderbare Populationsschwankungen festzustellen: Wenn die Beutetiere selten werden, so verringert dies nachhaltig die Zahl der sie bejagenden Beutegreifer; daraufhin kann sich die Population der Beutetiere kräftig erholen, was wiederum einen Anstieg der Beutegreiferpopulation zur Folge hat; diese wiederum dezimiert die Beutepopulation usw. Ist das System erst einmal durch einen äußeren Anlaß in Schwingungen versetzt (eine Tierseuche, ausgefallene klimatische Bedingungen), so entwickeln sich die Kurven beider Populationen wie leicht gegeneinander versetzte Sinusschwingungen. Auf historische Situationen angewendet, entspräche die menschliche Besiedlung dem Beutegreifer und das exploitierte Biotop dem



Beutetier - mit dem Unterschied, daß dem vernunftbegabten Menschen andere Mittel zur Krisenbewältigung zur Verfügung stehen: Zum Beispiel das Ausweichen auf andere Ernährungsmöglichkeiten, künstliche Beschränkung der Fortpflanzung und - wo dies nicht ausreichend oder zu spät geschieht - Verdrängungskrieg und Abwanderung. Die vieldiskutierte Frage, inwieweit menschliche Entscheidungen derartigen biologischen Sachzwängen unterliegen, soll hier nicht aufgegriffen werden. Das Beispiel aus der Biologie gab aber Anlaß, zumindest hypothetisch auch den „Kritischen Raum“ als Ausgangspunkt einer Völkerbewegung in die Erklärungsmöglichkeiten für den Fundrückgang im 5. Jahrhundert einzubeziehen.

#### B. Fallbeispiel Fünen: Der archäologische Befund

Für eine Fallstudie bot sich die dänische Inselgruppe von Fünen, Langeland und Ærø in der westlichen Ostsee an. Hier liegt ein abgegrenzter Naturraum vor, der dank der denkmalpflegerischen Tätigkeit des dänischen Archäologen Erling Albrechtsen zumindest für eine der archäologischen Quellengattungen ganz außerordentlich intensiv erschlossen wurde:

Von über 200 Fundplätzen, die annähernd gleichmäßig über die Inseln verteilt liegen, sind aus der Zeit zwischen 300 v. Chr. und 500 n. Chr. insgesamt über 3.600 Gräber veröffentlicht. Siedlungsfunde sind nicht zuletzt wegen der heutigen intensiven landwirtschaftlichen Nutzung der fruchtbaren Böden bisher nur in geringem Umfang getätigt worden. Doch auch in Anzahl, Größe und regionaler Verteilung der Friedhöfe spiegelt sich das Siedlungsgeschehen wider, sofern nicht bestimmte Selektionsfaktoren das Bild entscheidend verzerren; nach heutigem Kenntnisstand ist dies aber nicht der Fall.

Eine Analyse des Fundstoffs auf Fünen zeigt nun ganz allgemein folgende Tendenzen:

1. Die Anzahl der Gräber ist im 3. und 2. Jahrhundert v. Chr. recht niedrig. Sie steigt um Christi Geburt leicht, um 200 n. Chr. stark an (Abb. 1). Leichte Schwankungen in der Kurve könnten historische Ursachen haben, sie mögen aber auch auf unsere nicht immer

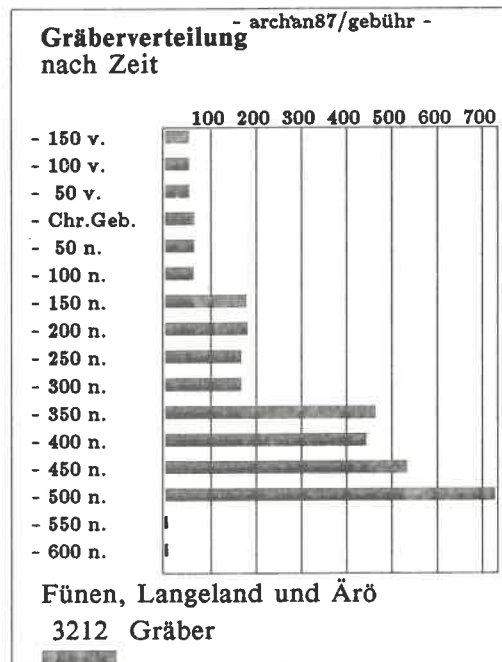


Abb. 1: Fünen, Langeland, Ærø. Verteilung der datierten Gräber auf die Zeit vom 3. Jahrhundert v. Chr. bis zum 6. Jahrhundert n. Chr.

sehr scharfen Datierungsmöglichkeiten zurückzuführen sein.

Um 400 bricht dann die Gräberkurve nahezu schlagartig ab. Auch hier ist angesichts unserer groben Datierungsmöglichkeiten, die bestenfalls Epochen von der Dauer eines Dreivierteljahrhunderts fassen können, möglicherweise mit einem etwas gemilderten, wenn auch starken Rückgang zu rechnen.

2. Die regionale Verteilung zeigt den Übergang von zahlreichen kleineren Gräberfeldern in Küstennähe hin zu wenigen, aber durchschnittlich größeren Gräberfeldern in einiger Entfernung von der Küste (Abb. 2-5)<sup>1</sup>. Man kann dies mit einer zunehmenden Kriegs- und Unruhezeit erklären, die die bedrohte Bevölkerung zwingt, in sicherer Entfernung von der Küste in größeren Siedlungen Schutz zu suchen und häufig ihre Habseligkeiten zu vergraben.

3. Vom 1. Jahrhundert n. Chr. an fließen verstärkt Bunt- und Edelmetalle aus dem Römi-

schen Reich als Handelsgut, Sold oder Geschenke in das Ostseegebiet und gelangen hier unter anderem in Gestalt von Grabbeigaben in den Boden. Damit werden Hinweise auf den Wohlstand der Bestatteten gegeben. Es hat demnach den Anschein, als ob auf eine Blütezeit im 2. und beginnenden 3. Jahrhundert n. Chr. eine deutliche Verschlechterung gegen Ende des 3. Jahrhunderts folgt (Abb. 6). Einige wenige reiche Gräber zeigen, daß dies nicht allein mit einer veränderten Beigabensitte erklärt werden kann.

4. Aus Nachbarregionen gewinnen wir den Eindruck, daß vom 4. Jahrhundert n. Chr. an allgemein die Tendenz besteht, eher leichte sandige Böden zu besiedeln. Dies wird mit dem Übergang zu einem feuchteren Klima erklärt, das die schweren Böden siedlungsgünstig werden läßt.

5. Vom 5. und 6. Jahrhundert n. Chr. sind nur wenige Grabfunde, aber dafür mehrere reiche Hortfunde besonders aus dem Südosten Fünens bekannt.

Damit sind die wesentlichen Beobachtungen genannt, die unserer Analyse zur Verfügung stehen, und die eine Hypothese erklären muß, will sie zum Befund nicht in Widerspruch geraten.

#### C. Ein Modell: „Grenzen des Wachstums“ als Erklärungsvorschlag

Diese Hypothese lautet verkürzt: Die Besiedlung der Insel Fünen mündete zwangsläufig in einer Krise, als die Grenzen des Wachstums erreicht und überschritten wurden. Anhand eines Besiedlungsmodells soll die Hypothese überprüft werden.

Es ist klar, daß verschiedene Faktoren auf den Besiedlungsgang einwirken, die sich wechselseitig beeinflussen: Durch eine wachsende Bevölkerung wird die Ertragsfähigkeit des Bodens stärker beansprucht, dies hat Einfluß auf die Ernten, diese wiederum beeinflussen den Entschluß, die Bewirtschaftung zu intensivieren oder die Siedlung zu verlassen und haben Folgen für Ökologie, Wohlstand und „demographisch relevantes Verhalten“, so zum Beispiel für die Häufigkeit von Eheschließungen. Solche Wechselwirkungen, will man sie genauer studieren und nicht bloß aus - im Einzelfall stets anders ge-

lagerten - Analogien ableiten, erfordern entweder über Jahrzehnte hinweg höchst aufwendige Versuche - oder aber umfangreiche Rechenoperationen, die angesichts unserer vagen Kenntnis damaliger Verhältnisse in zahlreichen Variationen wiederholt werden müssen, um jene Kombination von Bedingungen und Verknüpfungen zu finden, die den archäologischen Sachverhalt am besten erklärt. Dies aber ist die optimale Voraussetzung für den Einsatz eines Rechengerätes, genauer: der Computersimulation.

In der Wiederholbarkeit des Versuchs, der unter Laborbedingungen beobachtet werden kann, und in der Möglichkeit einer Kontrolle durch den archäologischen Befund sind die klassischen Bedingungen eines Experimentes gegeben, erweist sich die Computersimulation als legitimes Element experimenteller Archäologie.

#### I. Prämissen

Der Simulationsversuch geht von folgenden Prämissen aus:

1. Fundkarten, Fundhäufigkeit und Reichtum der Grabbeigaben repräsentieren in etwa damalige Besiedlungs- und Lebensverhältnisse.

Unsere Datierung stimmt in groben Zügen.

2. Die in den Rechner programmierten ernährungswirtschaftlichen Regeln stehen nicht in Widerspruch zu wissenschaftlichen Erkenntnissen.

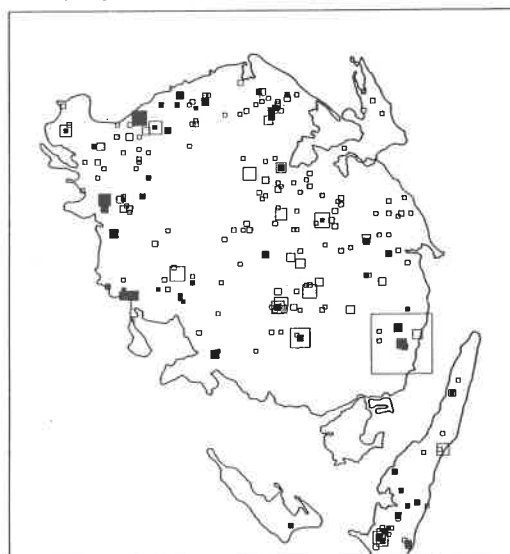
3. Für die damalige Bevölkerung auf Fünen gilt folgendes:

a) Sie vermehrte sich nach Möglichkeit bis an die jeweilige - ggf. durch bestimmte Verhaltensweisen „gepufferte“ Hungergrenze.

b) Die Bevölkerung ernährt sich überwiegend durch Ackerbau und Tierhaltung aus dem eigenen Lande; auswärtige Nahrungsressourcen, etwa über Handel, Industriearbeit oder durch unvergütete Hilfe von außen, stehen nicht in entscheidendem Maße zur Verfügung.

c) Es herrscht hinsichtlich der kleinräumigen Besiedlungsvorgänge für die überwiegende Mehrheit der Bevölkerung kein zentraler Wille und keine weitschauende Planung (die Gesamtheit der Entscheidungen einer Menge sind leichter zu simulieren als die Willkür eines einzelnen).

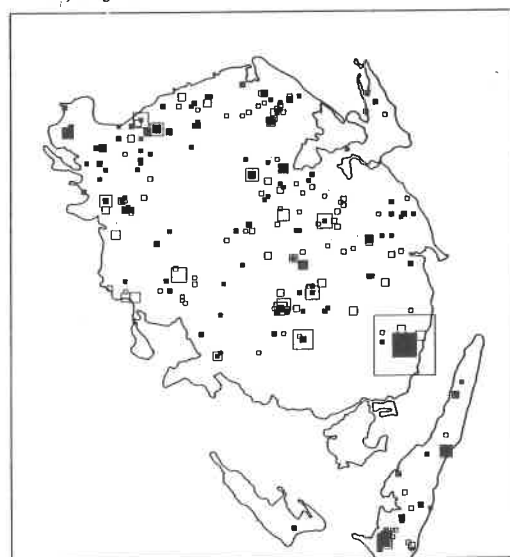
Fünen, Langeland und Ärö. Vorrömische Eisenzeit.



■ 3. - 1. Jahrhundert vor Christus  
□ Gräber insgesamt  
1 10 50  
○ □ Gräber pro Friedhof

Abb. 2: Fünen, Langeland, Ærö. Verteilung der Grabfunde des 3. bis 1. Jahrhunderts v. Chr. (schwarze Signatur).

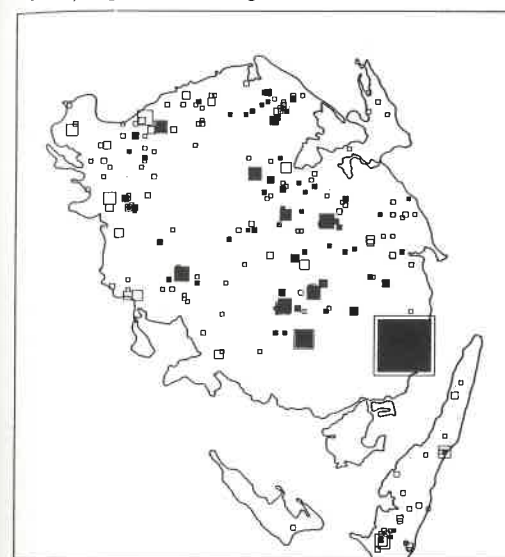
Fünen, Langeland und Ärö. Ältere Kaiserzeit.



■ 1. und 2. Jahrhundert nach Christus  
□ Gräber insgesamt  
1 10 50  
○ □ Gräber pro Friedhof

Abb. 3: Fünen, Langeland, Ærö. Verteilung der Grabfunde des 1. und des 2. Jahrhunderts n. Chr. (schwarze Signatur).

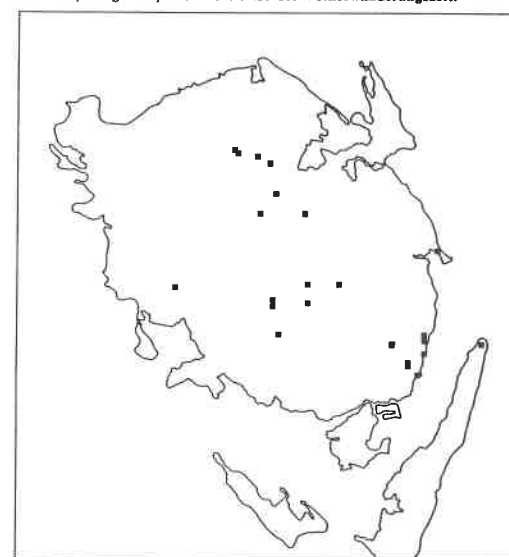
Fünen, Langeland und Ärö. Jüngere Kaiserzeit.



■ 3. und 4. Jahrhundert nach Christus  
□ Gräber insgesamt  
1 10 50  
○ □ Gräber pro Friedhof

Abb. 4: Fünen, Langeland, Ærö. Verteilung der Grabfunde des 3. und des 4. Jahrhunderts n. Chr. (schwarze Signatur).

Fünen, Langeland, Ärö. Hortfunde der Völkerwanderungszeit.



■ 5. und 6. Jahrhundert nach Christus  
Insgesamt 50 Hortfunde

Abb. 5: Fünen, Langeland, Ærö. Verteilung der Hortfunde des 5. und des 6. Jahrhunderts n. Chr.

d) Wirtschaftliche Not ist auch in der Eisenzeit Fünens für große Bevölkerungsteile ein Anlaß, das Siedlungsgebiet zu verlassen. Eingehende Untersuchungen haben wahrscheinlich gemacht, daß diese Prämissen im hier erörterten Fall in ausreichendem Maße gegeben sind.

## II. Versuchsanordnung:

### Das Modell und seine Parameter

Ziel der Simulation ist es, ein in Gesetzen und Eingabewerten sinnvoll erscheinendes Siedlungsmodell zu finden, das sich, ausgehend von einer durch den Befund vorgegebenen Startsituation (vermutete Besiedlung Fünens im 3. Jahrhundert v. Chr.) im Laufe der Jahrhunderte entsprechend der in den Fundkarten beobachteten Entwicklung verändert und sowohl in der Siedlungsverteilung als auch in der Siedlungsintensität der Realität

gleich, soweit wir diese durch die uns erhaltenen archäologischen Hinterlassenschaften (im wesentlichen Fundkarten und Gräberzahlen) rekonstruieren können. In dem Maße, wie dies gelingt, kann das Modell den Befund erklären helfen. In dem Maße wie dies nicht gelingt, erweist sich die dem Modell zugrunde liegende Hypothese als veränderungsbedürftig bzw. kann als falsch ausgeschlossen werden.

Das Modell basiert auf der Annahme einer überwiegend landwirtschaftlich tätigen Bevölkerung, die jeweils bis an die Subsistenzgrenzen zu wachsen trachtet (siehe oben). Diese Bevölkerung plant nicht sinnvoll über Generationen hinaus, sondern reagiert auf das Biotop und seine ernährungswirtschaftlichen Möglichkeiten.

Das Modell verändert sich in Zeittakten, die jeweils einem Jahrzehnt entsprechen sollen. Das Arbeitsgebiet wird in lauter Quadrate von je ca. 7 km Kantenlänge untergliedert.

Diese Quadrate nennen wir Felder; sie sind die kleinste räumliche Einheit des Systems. Die Startsituation geht von einer Population um 200 v. Chr. aus, die unter optimalen ökologischen und ökonomischen Bedingungen in Verteilung und Dichte der aus den Grabfunden der vorrömischen Eisenzeit II und III rekonstruierten Bevölkerung des Arbeitsgebietes gleicht.

Das System wurde in seinen logischen Verknüpfungen unter Berücksichtigung rezenter Analogiewerte entworfen und dann so lange modifiziert, bis ein „sinnvoll“ funktionierendes Modell entstand. Dieses Modell beruht auf den wechselseitigen Verknüpfungen von variablen Werten (= Parameter) für jedes einzelne Feld und wird durch Steuerwerte verändert, die zu Beginn des Simulationslaufs festgelegt werden und von da an das Modell als Konstanten steuern. Sie stellen gewissermaßen die Mikrometerschrauben dar, mit de-

nen zu Beginn des Laufes „gezielt“ werden kann.

Von da an läuft die Simulation ohne jeden äußeren Einfluß über acht Jahrhunderte und gleicht einem Pfeil, der durch die geöffneten Fenster von drei Häusern (die Fundkarten der vorrömischen, früh- und spätrömischen Eisenzeit: Abb. 2-4) geschossen werden soll, um im vierten Haus eine Zielscheibe zu treffen (die Karte der Hortfunde in der Völkerwanderungszeit: Abb. 5). Je nach Ergebnis kann man von Lauf zu Lauf die Feineinstellung der Steuerwerte korrigieren. Die Zahlen sind in erster Linie als Verhältniszahlen aufzufassen: ein Feld mit der Bevölkerungszahl 30 bedeutet nicht mehr, als daß hier doppelt so viele Menschen leben wie auf einem Feld mit der Bevölkerungszahl 15.

Für jedes Feld existieren 8 Parameter, von denen 6 in jedem Zeittakt veränderte Werte annehmen können<sup>2</sup>.

1. Ein Landschaftswert soll die „unveränderli-

che“ geologische Natur des Feldes wiedergeben. Schwere Böden erhalten hohe Werte, leichte dagegen niedrige; sie schwanken zwischen 25 für sandige Uferstreifen und 65 für besonders schwere Lehm- und Mergelböden. Der Landschaftswert hat Einfluß auf die Wahl eines neuen Siedlungsortes, auf die Wirtschaftsweise und auf die Regenerationsfähigkeit des Bodens. Im übrigen erlauben und fördern hohe Landschaftswerte den Ackerbau und intensive Bewirtschaftung, während niedrige Landschaftswerte die siedelnde Bevölkerung eher zu Tierhaltung und extensiver Bewirtschaftung veranlassen. Darüber hinaus erschöpfen sich schwere Böden nicht so schnell wie leichte und regenerieren sich rascher. Im Simulationsprotokoll (Abb. 6) finden sich Angaben zu den durchschnittlichen Landschaftswerten besiedelter Felder unter der Rubrik „Bodenart“.

2. Ein weiterer Wert gibt Auskunft über die *Ertragsfähigkeit* oder die Erschöpfung des Bodens. Die Werte schwanken zwischen 4 und 99; sie stellen reine Verhältniszahlen dar (doppelt so hoch = doppelt so ertragreich). Die Ertragsfähigkeit ist abhängig vom jeweiligen Landschaftswert sowie von der Kopfzahl und Wirtschaftsweise der siedelnden Bevölkerung. Je mehr Menschen um so intensiver Ackerbau treiben, desto rascher sinkt der Ertragswert. Er beeinflusst den Wohlstand der Bevölkerung, der wiederum das Bevölkerungswachstum steuert. Durch Steuerwerte kann festgelegt werden, ob sich die Ertragsfähigkeit wüst gefallenen Bodens linear oder exponential regeneriert. In den hier beschriebenen Läufen wird von einer Regeneration ausgegangen, die exponential verläuft, dergestalt, daß sich die Ertragsfähigkeit anfangs rasch, später langsamer verbessert, um sich schließlich asymptotisch dem Höchstwert anzunähern.

3. Die *Bevölkerungszahl* ist ebenfalls eine reine Verhältniszahl. Verzehnfacht dürfte sie der historischen Realität nahekommen. Die Bevölkerungszahl ist in erster Linie abhängig vom Wohlstand der Bevölkerung. Wächst dieser, so folgt die Bevölkerungszahl nach. Sie beeinflusst andererseits den Ertragswert. Je mehr Menschen in einem Feld siedeln, desto rascher erschöpft sich die Ertragsfähigkeit des Bodens. Mit wachsender Kopfzahl wächst auch die Wahrscheinlichkeit für den Entschluß der Bevölkerung, sich zu teilen, zu

filialisieren und teilweise das bisher bewohnte Feld zu verlassen. Die Bevölkerungszahl bestimmt auch den Umfang der „archäologischen Hinterlassenschaft“ der simulierten Bevölkerung. Im Protokoll (Abb. 6) findet sich die Summe der Bevölkerungszahlen aller Felder unter der Rubrik „Bevölkerung“ und die durchschnittliche Bevölkerungszahl pro Feld unter der Rubrik „Dichte“.

4. Die *Wirtschaftsweise* schwankt zwischen „intensiv“ und „extensiv“, wobei „intensiv“ die Bevorzugung von Ackerbau, bei „extensiv“ die Bevorzugung von Tierhaltung einschließt. Der Wert 99 besagt, daß man äußerst intensiven Ackerbau, der Wert 0, daß man extensive Tierhaltung treibt. Die Wirtschaftsweise ist abhängig von Landschaftswert und Ertragsfähigkeit des Bodens, aber auch von der bisher ausgeübten Wirtschaftsweise der hier siedelnden Menschen sowie der augenblicklich im gesamten Arbeitsgebiet dominierenden Ernährungswirtschaft; die letztgenannten Verknüpfungen sollen eine Tendenz zu konservativen Verhaltensweisen berücksichtigen, da man nicht davon ausgehen kann, daß sich die Bevölkerung sofort optimal an neue Verhältnisse anpaßt. So stellen die vorzunehmenden wirtschaftlichen Veränderungen einen Kompromiß dar zwischen dem, was notwendig ist, und dem, was alle tun. Eine hohe Wirtschaftsintensität erhöht den Wohlstand und erschöpft eher die Böden.

Darüber hinaus neigt in unserem Modell eine Gesellschaft, die überwiegend extensive Tierhaltung treibt, eher zu einer Verlegung des Siedlungsraums als Menschen, die sich vorwiegend durch intensiven Ackerbau ernähren und insgesamt mehr in das bewirtschaftete Biotop investiert haben. Bei Siedlungsverlagerungen wird von den landsuchenden Umsiedlern berücksichtigt, ob das neue Areal in seiner Bodenart die gewohnte Wirtschaftsweise erlaubt und begünstigt. Im Zuge einer Siedlungsverlagerung oder Filialisierung verringert sich die Wirtschaftsintensität um 10%, da man zum Zweck der Wanderung eher die Tierhaltung ein wenig begünstigt. Unterschreitet der Wohlstand einen festgesetzten Schwellwert, so kann die Bevölkerung hierauf durch Intensivierung der Wirtschaftsweise reagieren, sofern Bodenart und -zustand dies sinnvoll erscheinen lassen. Auf diese Weise wird die Subsistenzkrise hin-

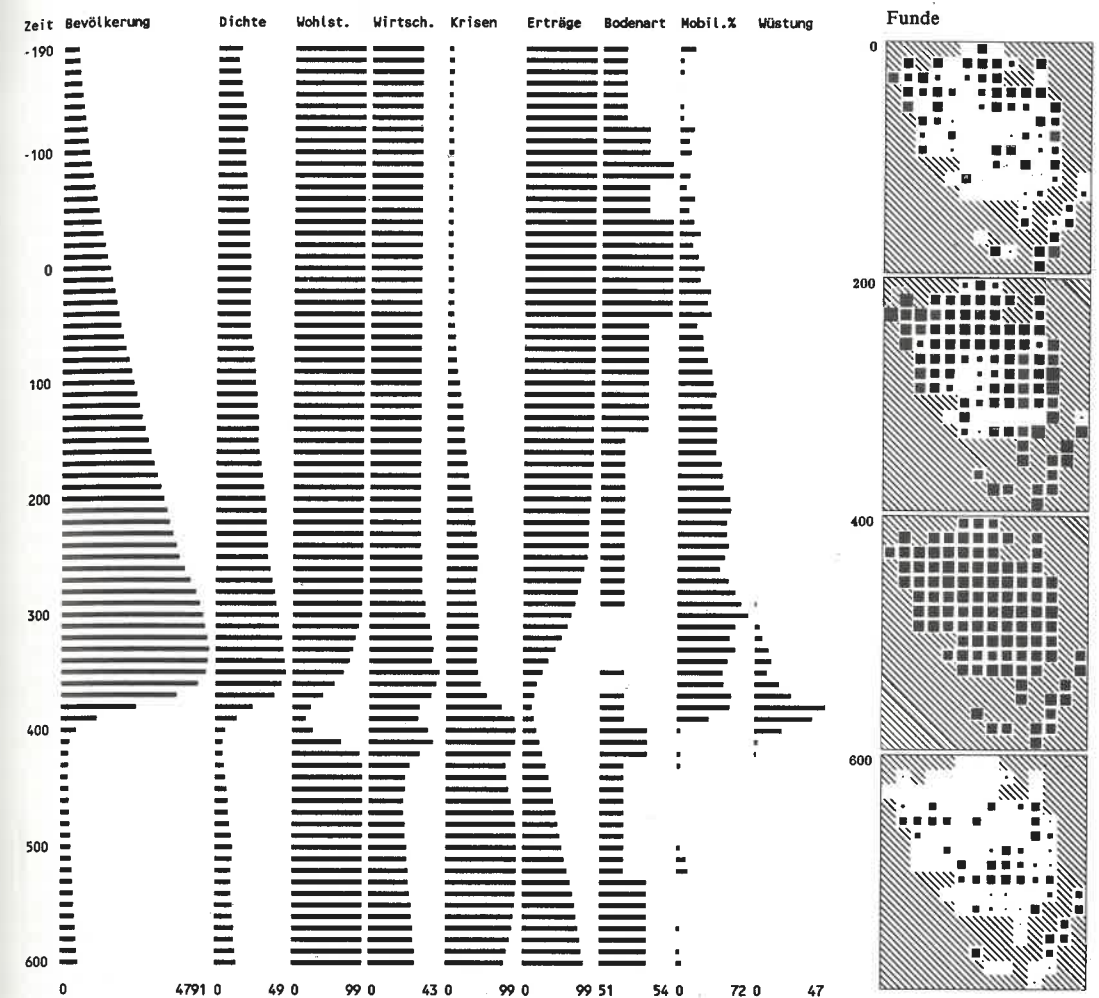


Abb. 6. Simulationslauf für die eisenzeitliche Besiedlung auf Fünen, Langeland und Ærø. Oben: Versuchsprotokoll. Links: Entwicklungskurve einzelner Parameter. Rechts: Verteilung der simulierten Funde in der Landschaft. Vgl. dazu die tatsächlichen Fundkarten Abb. 2-5.

ausgeschoben. Das Wachstum hält noch für kurze Zeit an, mündet aber dann um so wahrscheinlicher in einen rapiden Siedlungsrückgang. In Abb. 6 finden sich die Durchschnittswerte der Ernährungswirtschaft unter der Rubrik „Wirtsch.“.

5. Mit „Wohlstand“ wird ein Wert bezeichnet, der aus Wirtschaftsweise, Ertragsfähigkeit des Bodens und Bevölkerungszahl resultiert und seinerseits das Bevölkerungswachstum

bestimmt. Intensive Bewirtschaftung und hohe Ertragsfähigkeit erhöhen den Wohlstand, eine wachsende Populationsdichte vermindert ihn. Die Zahlenwerte schwanken zwischen 1 = totale Verarmung und 99 = optimale Lebensbedingungen (für die Bevölkerungsvermehrung). Der obere Wert wird häufig, der untere so gut wie nie erreicht. Der Wohlstand beeinflusst negativ die Konfliktbereitschaft sowie die Entscheidung, den

Wohnsitz zu verlagern. Im Zuge von Filialisierungen oder Siedlungsverlagerungen sinkt der Wohlstand als „Wanderungsverlust“ um 10%. Schließlich führt ein erhöhter Wohlstand auch zur erhöhten Wahrscheinlichkeit archäologischer Hinterlassenschaften in den simulierten Fundkarten.

Dieser Parameter stellt gewissermaßen einen „Puffer“ zwischen der Ertragsfähigkeit des Bodens und dem Bevölkerungswachstum dar. Damit wird eine gewisse Reaktionsträgheit simuliert, wie sie wohl auch in der Realität bestanden haben wird. Konkret bedeutet dies beispielsweise: die Ertragsfähigkeit des Bodens nimmt ab; einen Zeittakt danach wirkt sich dies auf den Wohlstand aus, doch während dies geschieht, geht das Bevölkerungswachstum noch ungestört weiter. Erst im darauffolgenden Zeittakt schlägt der verminderte Wohlstand auf das Bevölkerungswachstum durch und verlangsamt dieses. Eine solche Pufferung des Bevölkerungswachstums (aber auch der Hungergrenze) kennen wir aus Populationen der frühen Neuzeit: Die Gründung einer Familie setzt einen bestimmten Wohlstand voraus; erst dann werden Kinder angeschafft. So ist in ländlichen Gegenden Frankreichs im 18. und 19. Jahrhundert der Besitz eines eigenen Hofes die Voraussetzung für eine Eheschließung. Es spricht manches dafür, daß in der Eisenzeit bei den Bewohnern Norddeutschlands und Dänemarks ähnliche Verhaltensmuster bestanden.

Im Simulationsmodell ist ein solcher wirtschaftlicher Leistungsnachweis dem Wohlstandswert vergleichbar. Die Bevölkerung wächst in Abhängigkeit von der Subsistenzgrundlage, vermehrt sich aber nicht mehr bis unmittelbar an die Hungergrenze, sondern hat sich gewissermaßen ein Polster geschaffen, das Krisenfälle bis zu einem gewissen Grade „ausfedern“ kann. Andererseits führt die hieraus resultierende Reaktionsträgheit auch zu einem verspäteten Reagieren auf die Veränderung der ökologischen Rahmenbedingungen. Obwohl sich diese verschlechtern, vermehren sich die Menschen im Vertrauen auf den erworbenen Wohlstand.

6. Die „Konfliktbereitschaft“, ein Wert, der Aggression und Streß anzeigen soll, kann zwischen den Werten 5 und 99 variieren; sie steigt mit sinkendem Wohlstand und orientiert sich an der Konfliktbereitschaft der Ge-

samtbevölkerung. Darüber hinaus erhöht sie sich im Zuge einer Siedlungsverlagerung. In unserem Simulationsmodell hat die Konfliktbereitschaft keinen Einfluß auf das Geschehen: Kriegerische Unruhen sind nicht Gegenstand der hier durchgespielten Hypothese. Die Wahrscheinlichkeit derartiger Vorgänge läßt sich aber an hohen Werten dieses Parameters ablesen. Hierdurch wird deutlich, wann „die Zeit reif“ wäre für historische Entscheidungen größeren Ausmaßes wie kriegerische Auseinandersetzungen oder Wanderungen. In Abb. 6 ist der Durchschnittswert in der Spalte „Krisen“ ablesbar.

7. Die *Funde* eines Feldes häufen sich im Laufe der Besiedlung so lange an, bis sie durch eine Karte „abgefragt“ und ausgedruckt werden und damit als gehoben gelten. Danach setzt die weitere Anreicherung des Feldes mit „archäologischen Hinterlassenschaften“ erneut ein. Die Zahlen, die sich dabei für ein Feld addieren, sind abhängig von Wohlstand und Kopfzahl der dort siedelnden Bevölkerung; sie nehmen mit der Länge der Besiedlung zu, bis sie ausgedruckt und gelöscht werden.

### III. Steuerwerte

Zu diesen Parametern treten 12 Steuerwerte, durch die der Experimentator zu Beginn des Versuchs den Simulationslauf beeinflussen kann; sie betreffen Fragen, die wir bei unserem derzeitigen Kenntnisstand nur unzureichend beantworten können:

1. Wie stark neigt die Bevölkerung allgemein zur Vermehrung? (Gibt es eine hohe Kindersterblichkeit, lange Stillzeiten, ein Heiratsverbot für Witwen usw.?)

2. Wie stark wird der Boden erschöpft? (Gibt es Brandrodung? Betreibt man eine Dreifelderwirtschaft? In welchem Umfang wird Melioration des Bodens durchgeführt?)

3. Wie groß ist die Bereitschaft, die Siedlung zu verlagern? (Reagiert man rasch auf eine Verschlechterung der Ertragslage durch Aufgabe der Siedlung oder „klebt man an der Scholle“ und versucht eher, durch Intensivierung die Erträge zu steigern?)

4. Wie groß ist die Bereitschaft, zu filialisieren? (Entsendet die Siedlung ihren Bevölkerungsüberschuß frühzeitig zur weiteren Kolo-

nisierung oder bleibt man nach Möglichkeit zusammen?)

5. Wieviel Felder weit dürfen die Siedler im Landesinneren umziehen (ein Feld = ca. 7 km)? (Wandert man über weite Strecken oder bleibt man der Region und den Nachbarn treu?)

6. Inwieweit wird die Küste gegenüber dem Landesinneren bevorzugt? (Gilt die Küste als besonders beliebt, weil sich hier durch Fischfang und Handel „die Fruchtbarkeit des Landes mit der des Meeres vereint“, oder bedeutet die Küste eher Gefahr durch Naturkatastrophen und Überfälle?)

7. Inwieweit ist man bereit, Zuwanderer aus überfüllten oder ertragsarmen Siedlungsgebieten aufzunehmen? (Dürfen die Zuwanderer einen bestimmten Prozentsatz nicht überschreiten? Schottet man sich gegen eine - die Erträge zusätzlich mindernde - Zuwanderung völlig ab?)

8. Startwert für den Wohlstand? (Die Simulation beginnt nicht bei einer „Stunde Null“, sondern „mit fliegendem Start“; sollen die Siedler zu Beginn der Simulation aus einer günstigen ökonomischen Situation oder aus einer Krise kommen?)

9. Startwert für die Ertragsfähigkeit der Böden? (Sind die Böden noch weitgehend „jungfräulich“ und ertragreich oder aus einer vorangegangenen Bewirtschaftung bereits stark erschöpft?)

10. Exponentielle Erholung unbesiedelter Böden um welchen Wert? (Ist die Erschöpfung des Bodens von der Art, daß er sich rasch oder daß er sich nur allmählich erholen kann?)

11. Intensivierung der Landwirtschaft bei Unterschreiten welcher Wohlstandsschwelle? (Soll schon bei einer ersten Stagnation oder Verminderung der Erträge mit Intensivierungsmaßnahmen begonnen werden, oder reagiert die Bevölkerung konservativ und zögernd erst bei deutlichen Wohlstandseinbußen?)

12. Welche Zufallszahl? (Bei allen Entscheidungen handeln die Menschen der Simulation nicht wie Maschinen, sondern haben je nach Dringlichkeit der Situation in einem gewissen Rahmen die Möglichkeit, sich den Sachzwängen zu widersetzen oder sich gelegentlich in der Beurteilung der Sachlage zu irren. Mit unterschiedlichen Zufallszahlen - bei sonst unveränderten Steuerwerten - kann

der Simulationsverlauf im Einzelfall durchaus variieren. Hierdurch wird die Streubreite der Simulationstendenz erkennbar; man kann auf diese Weise auch ermitteln, ob ein bestimmtes Simulationsergebnis eher einen seltenen Ausnahmefall darstellt.

- Das hier beschriebene Modell ist eine zum Zwecke der Ausstellung reduzierte und vereinfachte Fassung eines wissenschaftlichen Programms, das in über 1000 Läufen entwickelt worden ist; dieses Programm kennzeichnet den derzeitigen Stand der Bemühungen und ist durchaus verbesserungsfähig. Für Anregungen und Hinweise ist der Autor dankbar.

### IV. Aussagen der Untersuchung

Das Experiment erlaubt verschiedene Aussagen. Zum ersten gibt es Auskunft darüber, ob der beobachtete Fundrückgang durch das hier beschriebene Modell einer negativen ernährungswirtschaftlichen Entwicklung erklärt werden kann. Zum zweiten kann man beobachten, auf welche Art und in welchem Umfang eine bestimmte Veränderung der Rahmenbedingungen (Steuerwerte) Einfluß auf die Gesamtentwicklung nimmt. Auf welche Steuerwerte reagiert das Modell sensibel und auf welche träge (d.h. welche Steuerwerte sind wichtiger und bei welchen darf man sich eher irren)?

Der Besucher der Ausstellung kann sich diese Fragen durch Ausprobieren verschiedener Rahmenbedingungen selbst beantworten. Er kann

a) versuchen, Steuerwerte zu finden, die möglichst genau zu dem in der Realität beobachteten Fundablauf führen. Da hier unzählbar viele Kombinationen denkbar sind, die auch der Schöpfer des Programms nie sämtlich hat ausprobieren können, ist es durchaus möglich, daß bessere Ergebnisse erzielt werden als bisher bekannt waren. Daneben kann der Besucher

b) durch das Spielen mit den Steuerwerten deren Wirkung austesten. Und schließlich kann er

c) versuchen, einen Weg zu finden, der die Krise vermeidet und die Räumung der Insel aus ernährungswirtschaftlichen Gründen zumindest im hier beleuchteten Zeitraum unnötig machte.

Das bisherige Hauptergebnis des Experiments: Verschiedene Kombinationen der Rahmenwerte führen zu Ergebnissen, die der archäologischen Realität recht nahekommen (eines ist in Abb. 6 zu sehen): Die simulierte Bevölkerung Fünens (und der umliegenden Inseln) vermehrt sich infolge eines langanhaltenden Wohlstands im Laufe der ersten Jahrhunderte nach Christus zunehmend, erschließt von der Küste her das Inselinnere und erschöpft durch dauerhafte Bewirtschaftung nachhaltig das Biotop, dessen Erträge sich schließlich rasch vermindern. Die daraus resultierende Ernährungs- und Wirtschaftskrise kann durch eine vorübergehende Intensivierung der Landwirtschaft hinausgeschoben werden, die Folgen sind danach jedoch um so schlimmer. Auch das Ausweichen auf marginale Böden - die sich noch rascher erschöpfen - bringt keine spürbare Entlastung. Große Mobilität erfaßt die Region, und Hungerkatastrophen dezimieren die simulierte Bevölkerung, die ja das Arbeitsgebiet - den Bildschirm - nicht verlassen kann; in der Realität wird die regionale Mobilität in eine überregionale gemündet haben: die Völkerwanderung. Die wenigen Überlebenden (sie entsprechen im Falle der Völkerwanderung den Daheimgebliebenen) nehmen riesige verödete Gebiete in Besitz. Hier ist eine extensive, wenig Arbeitskraft benötigende Weidewirtschaft zur Versorgung der ausgedünnten Bevölkerung hinreichend. Das Biotop erholt sich schließlich rascher, als es die noch spärliche Restbevölkerung erschöpfen kann; daraus resultiert für letztere eine ausgedehnte Phase des Wohlstands, der jedoch durch die nachhaltige Zerstörung der Ordnung in der vorangegangenen Krise noch über eine längere Zeit bedroht ist: so wären die in der Realität beobachteten reichen Hortfunde erklärbar.

Realität - soweit aus dem archäologischen Befund erschließbar - und Simulation können also in Übereinstimmung gebracht werden. Das bedeutet, daß das Modell nicht falsch sein muß und die Hypothese einer ernährungswirtschaftlichen Krise das archäologische Fundbild bislang erklären kann - wenn gleich hier auch andere, im Simulationsmodell nicht berücksichtigte Faktoren gewiß eine Rolle gespielt haben werden.

Zukünftige Forschung wird durch genauere Kenntnisse den Spielraum für die Steuer-

werte weiter einschränken. Erlauben derartige Einschränkungen weiterhin einen realitätsähnlichen Simulationslauf, so wird die Hypothese erhärtet. Ist ein solches Ergebnis dann nicht mehr möglich, so ist das Modell widerlegt, die Hypothese falsifiziert, und man wird nach anderen Erklärungsmöglichkeiten suchen müssen.

#### Anmerkungen:

- 1) Eine Ausnahme macht ein großes Gräberfeld im Südosten Fünens in unmittelbarer Nähe eines Handelshafens; hier finden sich auch einige reiche Hortfunde des 5. und 6. Jahrhunderts n. Chr.
- 2) Die genauen mathematischen Verknüpfungen können hier nicht erörtert werden. Näheres findet sich demnächst bei M. Gebühr, Ursachen für den „Siedlungsabbruch“ auf Fünen im 5. Jahrhundert n. Chr. (im Druck).

#### Literatur:

- E. ALBRECHTSEN, Fynske Jernaldergrave I-V. Kopenhagen und Odense 1954-1973.  
 M. GEBÜHR und U. KAMPFMEYER, Überlegungen zum Einsatz von Kleinrechnern in der Ur- und Frühgeschichtsforschung. Acta Praehistorica et Archaeologica 11/12. Berlin 1980/81.

#### Anschrift des Verfassers:

Dr. Michael Gebühr  
 Archäologisches Landesmuseum der  
 Christian-Albrechts-Universität Kiel  
 Schloß Gottorf  
 D-2380 Schleswig

## Paläo-Ethnobotanik in Rekonstruktion und Experiment im Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen

Frank M. Andraschko, Jost Lohmann und  
 Ulrich Willerding

### 1. Einführung

Pflanzen gehören seit jeher zu den wichtigsten Ressourcen des Menschen. Neben Nahrung lieferten sie ihm beispielsweise Werkstoffe, Brenn- und Baumaterial oder auch Heildrogen, Farbstoffe sowie Schmuck. In jüngerer Zeit sind diese vielseitigen Nutzungsmöglichkeiten der Pflanze durch den Menschen allerdings stark in den Hintergrund getreten. Moderne Produkte aus Wissenschaft und Technik haben Naturstoffe bzw. Naturprodukte weitgehend ersetzt. Als Rohstoffe dafür werden allerdings in der Regel fossile Reste von Biomasse wie Kohle oder Erdöl verwendet.

Pflanzen sind zugleich aber auch wichtige Indikatoren für die Standortverhältnisse an ihren Wuchsorten. Dies gilt für ursprüngliche bzw. natürliche Biotope, denen der Mensch Pflanzen seines Bedarfs entnommen hat, ebenso wie für landwirtschaftliche Produktionsflächen.

Fossile Pflanzenreste, die bei archäologischen Ausgrabungen geborgen werden können, sind daher wertvolle Quellen für Erkenntnisse über frühe Ernährungs-, Lebens-, Produktions- und Umweltverhältnisse. Sie können zugleich auch Einblicke vermitteln in das Ausmaß, in dem der Mensch Formen entnehmender oder produzierender Wirtschaft betrieben hat (WILLERDING 1990).

Mit der Untersuchung derartiger Pflanzenreste, vor allem von Früchten, Samen und Höl-

zern bzw. Holzkohle, befaßt sich die Paläo-Ethnobotanik. Diese interdisziplinär orientierte Teildisziplin der Botanik ist auf engste Zusammenarbeit mit der Archäologie angelegt. Ihre Ergebnisse liefern wichtige Erkenntnisse zur Geschichte der Kulturpflanzen und Unkräuter, den Bedingungen des täglichen Lebens in der Vergangenheit sowie der Entwicklung von Landnutzungsstrukturen und damit auch der Umwelt (WILLERDING 1987a).

Das Archäologische Freilichtmuseum Oerlinghausen (AFM) bietet Gelegenheit für Rekonstruktionsversuche früher Anbau- und Nutzungsverhältnisse. Auf diese Weise kann dem Besucher dieses Museums etwas von der heute so dringenden Einsicht „auch Umwelt hat Geschichte“ vor Augen geführt werden. Neben diesem didaktischen Anliegen ergibt sich durch Beobachtung und Analyse der Rekonstruktion zugleich die Möglichkeit, die wissenschaftliche Berechtigung bzw. Haltbarkeit solcher Rekonstruktionen zu überprüfen. So kann durch Langzeitversuche gegebenenfalls zur Korrektur und Verbesserung des Kenntnisstandes beigetragen werden.

Zu den zentralen Fragestellungen der Paläo-Ethnobotanik gehört das Problem, in welchem Umfang der frühe Mensch durch Entnahme pflanzlicher Biomasse seine Umwelt beeinflusst bzw. verändert hat. Hier bietet das AFM mit seinen Rekonstruktionen von Gebäuden im Maßstab 1 : 1 einzigartige Möglichkeiten, zu einigermaßen realistischen Abschätzungen über den Bedarf an Baumaterial zu gelangen. Langzeituntersuchungen gewähren Einblicke in die Haltbarkeit des pflanzlichen Baumaterials, wodurch sich zusätzlich Erkenntnisse über den realen Bedarf an pflanzlichen Materialien ergeben können. Zugleich ist es möglich, unterschiedliche Formen der Verwendungs- und Konservierungstechnik zu prüfen, wiederum auch im Zusammenhang mit den Problemen hinsichtlich Qualität und Quantität des erforderlichen pflanzlichen Baumaterials. Interesse verdienen aber auch Fragen der Entnahmetechnik und vor allem, welche Naturräume als Lieferanten des Baumaterials überhaupt zur Verfügung stehen mußten. Auf diese Weise lassen sich wichtige Erkenntnisse darüber gewinnen, welche Anforderungen der selbst gewordene Mensch allein schon durch Haus-



Abb. 1: Das bronzezeitliche Gehöft wurde in einer Lichtung des Fichtenforstes errichtet (Zustand 1984).



Abb. 2: Nach weitergehender Rodung von Fichten ist Platz geschaffen für die Anlage kleiner Ackerflächen neben dem Gehöft (Zustand 1987).

bau und Errichtung von Abgrenzungen an den Naturraum gestellt hat.

Aber auch zahlreiche Probleme, die sich eher durch nur kurze Zeit erfordernde Experimente untersuchen lassen, können im AFM geklärt werden. Als besonders erfolgreich haben sich in diesem Zusammenhang die „Experimentellen Wochen“ erwiesen, die seit einigen Jahren im Programm des AFM stehen. Bei Mitarbeitern wie Besuchern des Museums stießen sie stets auf besonderes Interesse. Hier konnten beispielsweise Fragen behandelt werden, die sich mit der Verarbeitung früher Getreidearten, der Zubereitung von Mahlzeiten aus alten Kulturpflanzen und Wildkräutern, dem Fällen von Bäumen mit verschiedenen Steinwerkzeugen oder dem Meilern von Holzkohle befaßten.

Um die zahlreichen möglichen Aspekte paläo-ethnobotanischer Dokumentation und Forschung im AFM zu erfassen bzw. zu planen, wurde im Laufe der achtziger Jahre ein paläo-ethnobotanisches Projekt für das AFM Oerlinghausen begründet (ANDRASCHKO 1988). Im Rahmen dieses Projektes wurden die zunächst noch vorhandenen Reste eines Fichtenforstbestandes weitgehend entfernt (Abb. 1 u. 2). Es folgte die Anpflanzung von

Gehölzarten, die bezeichnend sind für den Zeitraum der jeweiligen Baugruppen (Abb. 3). Hierzu wurden neben allgemein vegetationsgeschichtlichen Daten vor allem auch die pollenanalytischen Befunde aus dem nahegelegenen Donoper Teich bei Detmold (POTT 1982) herangezogen. Vorgesehen ist sodann die Nutzung der neu angelegten Gehölzbestände nach alten, extensiven Methoden. Auf diese Weise werden allmählich Modelle alter Nutzungsformen entstehen, wie sie insbesondere Niederwald, Mittelwald, Kopfholz oder Schneitelbäume darstellen (u.a. BURRICHTER u. POTT 1983).

An die im AFM bereits vorhandenen Vorarbeiten anknüpfend, fand außerdem eine Erweiterung der Anbauflächen statt. Hier erfolgte der Anbau alter Kulturpflanzenarten, die bezeichnend waren für den in der zugehörigen Baugruppe erfaßten Zeitraum (Abb. 4 u. 5). Dabei wurde auch die Entwicklung einzelner bezeichnender Unkrautarten sowie ihr Konkurrenzverhalten beobachtet.

Bei allen Rekonstruktionsversuchen früher Äcker sowie holozäner Vegetationsformen und deren Nutzungsstrukturen ist allerdings zu beachten, daß die Ergebnisse durch die Lagebedingungen des AFM auf der Nord-

westabdachung der auf 294 m NN ansteigenden Barkhäuser Berge am Stadtrand von Oerlinghausen beeinflußt werden. Im Süden schließt sich die weite Sandfläche der Senne an, im Norden benachbart liegt der bereits zum Teutoburger Wald gehörende Schichtkamm des Tönsberges. Die im Gebiet des AFM anstehenden, nährsalzarmen Sandböden mit pH-Werten zwischen 3,5 und 4,5 schaffen ebenso wie die jährliche Niederschlagsmenge von 740 mm konkrete Wachsbbedingungen, die keinesfalls für alle Bereiche früher Landnutzung repräsentativ sein können. Daher wird versucht, in einzelnen Teilen des AFM eine gewisse Bodenverbesserung herbeizuführen.

Diese Fakten machen deutlich, daß es sich bei den Rekonstruktionen von Vegetationsformen und ihrer Nutzungsweise stets nur um Modelle handeln kann. Der Wert dieser Modelle ist allerdings sehr hoch anzusetzen. Zunächst dienen sie der Veranschaulichung

ehemaliger natürlicher bzw. anthropogener Vegetationszustände im Umkreis früher Siedlungen (WILLERDING 1990). Dies ist auch deswegen wichtig, weil Relikte alter Landnutzungsformen in unseren Landschaften leider immer seltener vorhanden sind (WILLERDING 1989). Außer diesem didaktischen Wert kommt Modellen, wie sie im AFM Oerlinghausen erstellt werden, ein großer heuristischer Wert zu. Erst der tatsächliche Anbau alter Kulturpflanzen oder der Einsatz alter Holznutzungsmethoden vermag die damit verbundenen Probleme, Randbedingungen sowie Folgen der Eingriffe aufzuzeigen. Dies gilt ganz entsprechend für Gebäude und Abzäunungen, für die pflanzliches Baumaterial Verwendung fand. Selbstverständlich bezieht sich der Modellcharakter nicht nur auf derartige, lange Zeit erfordernde Experimente, die die Notwendigkeit kontinuierlicher Beobachtungen und Analyse mit sich bringen. Er gilt verstärkt auch für Kurzzeitexperimente, wo -

Bereiche mit Umweltkonstruktionen im Archäolog. Freilichtmuseum Oerlinghausen.  
 a: Ausgehende Altsteinzeit um 10000 v.Chr., ältere u. jüngere Tundrenzzeit  
 b: Mittelsteinzeit um 6000 v.Chr., Boreal  
 c: Mittlere Jungsteinzeit um 4000 v.Chr., Atlantikum  
 d: Nachchristliche Eisenzeit, Subatlantikum  
 e: Bronzezeit um 1500 v.Chr., Subboreal  
 f: Vorrömische Eisenzeit um 400 v.Chr., Subatlantikum  
 g: Frühes Mittelalter um 700 n.Chr., Subatlantikum  
 n: Niederwälder mit Hasel und Hainbuche



Abb. 3: Im Rahmen des paläo-ethnobotanischen Programms für das AFM Oerlinghausen wurde damit begonnen, die zu den einzelnen Bautypen passenden Formen von Landnutzung und Vegetation zu rekonstruieren.



Abb. 4: Der Anbau von Emmer (*Triticum dicoccon*) vermittelt einen Eindruck vom Typ alter Getreidearten. Natürlich stellen sich sehr schnell auch Unkräuter ein, hier der Windenknöterich (*Fallopia convolvulus*) (1989).

wie bei jedem anderen Experiment - die Art der Fragestellung und damit auch die Festlegung der konkreten Versuchsbedingungen das Ergebnis bereits beeinflusst. Einige der bislang untersuchten Fragestellungen und der erreichten Ergebnisse werden nachfolgend mitgeteilt.

## 2. Rekonstruktionsversuche zum mesolithischen Hüttenbau

In den letzten Jahren hat sich die Zahl von Grabungsbefunden mesolithischer Siedlungsplätze in Mitteleuropa stark vermehrt (BLANKHOLM 1985; BOKELMANN 1971, 1981, 1985; BROATBENT 1979; GRAMSCH 1981; NEWELL 1981; PRICE u. BRINCH PETERSEN 1989). Sie können Anregungen für neue Rekonstruktionsversuche zum Bau und zur Deckung von Korbhütten bieten (LARSEN 1985). Deren Nachbau im AFM Oerlinghausen geht zurück auf eine Altgrabung



Abb. 5: Mohn (*Papaver somniferum*) trug bereits im Neolithikum zur Versorgung der Bevölkerung mit pflanzlichen Fetten bei (1989).

Schwanolds an den Rethlager Quellen (SCHWANOLD 1933), bedarf aber einer gründlichen Neubearbeitung. Im Rahmen der „Experimentellen Woche“ befaßte sich daher im Sommer 1988 eine Arbeitsgruppe (G. Brinkmöller, T. Grötemeyer und J. Lohmann) mit einem solchen Versuch<sup>1</sup>. Für die Gerüstkonstruktion einer Hütte der Maglemose-Zeit von Lavring Mose/DK sind Birke, Hasel und Kiefer nachgewiesen (SØRENSEN 1987). In Oerlinghausen wurden für die Rekonstruktion des Befundes von den Rethlager Quellen Birkengerüste in zwei unterschiedlichen Konstruktionen gewählt. Das Hauptaugenmerk galt jedoch dem Dachdeckungsmaterial. In Ulkestrup Lyng ist ein Farnrest (*Lastrea thelypteris*) aus Hütte I belegt, dazu auch noch Gelbe Teichrose (*Nuphar luteum*). Als Material zur Bedeckung der Behausung wird Reet oder Rohrkolben angenommen (ANDERSEN et al. 1982: 87/88). Bisherige Versuche im AFM mit Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*) und Quecke (*Agropy-*

*ron repens*) brachten für letztere die besten Ergebnisse. Die Hütten waren ohne statische Probleme leicht abzudichten und hielten mit dieser etwa 10 cm starken Grasauflage bis zu drei Jahre ohne wesentliche Reparaturarbeiten (Abb. 6). Erst große Schneelasten brachten sie zum Einsturz.

1988 wurden die Hütten erstmals mit Breitblättrigem Rohrkolben (*Typha latifolia*) und Wald-Simse (*Scirpus sylvaticus*) eingedeckt, wobei vermutlich auch die Binsen-Schneide (*Cladium mariscus*) brauchbar wäre<sup>2</sup>. In der ur- und frühgeschichtlichen Literatur werden beim Dachdeckungsmaterial durch alle Perioden hindurch die Begriffe Schilf, Reet und Rohrkolben oft synonym verwendet. Dabei wird meist nicht berücksichtigt, daß es sich hierbei um zwei völlig verschiedene Arten handelt, nämlich Rohrkolben (*Typha latifolia*) und Reet bzw. Schilfrohr (*Phragmites communis*). In zeichnerischen Rekonstruktionen sind häufig auch Rohrkolben als Dachhaut abgebildet. Dies war der Anlaß für unseren Versuch (Abb. 7).

Dabei standen zwei Fragen zur Debatte: Wie geeignet ist das Material nach Verwendbarkeit und Haltbarkeit, und welchen Eingriff in das Ökosystem stellt seine Verwendung dar? Der Rohrkolben eignete sich wegen seiner Länge von bis zu 1,70 m zwar sehr gut, schrumpfte frisch aufgebracht jedoch so stark, daß die Dachhaut lückig wurde. Wenn überhaupt, kann er nur in getrocknetem Zustand verwendet worden sein. Die Wald-



Abb. 6: Die Rekonstruktion mesolithischer Korbhütten von den Rethlager Quellen erwies sich als recht stabil. Dies gilt auch für die Dachbedeckung mit Halmen der Quecke (*Agropyrum repens*) (1986).



Abb. 7: Während der Experimentellen Woche im Sommer 1988 wurden die Korbhütten mit Rohrkolben (*Typha latifolia*) eingedeckt. Dieses Material erwies sich als weniger brauchbar.

Simse schrumpfte längst nicht in diesem Maße, war aber wegen ihrer geringeren Länge von maximal 80 cm weniger geeignet.

Bei einem Ovalgrundriß von 1,50 m x 2,30 m und einer rekonstruierten Firsthöhe von 1,70 m (LULEY 1981) ergibt sich für die Oerlinghausener Beispiele eine abzudeckende Dachfläche von ca. 12 m<sup>2</sup>. Für einen Quadratmeter gedecktes Dach mußten etwa 10 m<sup>2</sup> Uferbewuchs geschnitten werden, was pro Hütte einen Uferstreifen von 2 m Breite und 60 m Länge erforderlich macht. Das sind erste Anhaltspunkte zur Veranschaulichung des Materialbedarfs. Man sollte daher - auch aufgrund dieser gewaltigen Materialmengen - Versuche mit Tierhäuten nicht von vornherein ausschließen.

## 3. Langzeitbeobachtungen an Häusern zur Erhaltung von Holz und Hüttenlehm

In Oerlinghausen sind verschiedene Rekonstruktionen ur- und frühgeschichtlicher Groß-



Abb. 8: Direkt über der Bodenoberfläche läßt sich erkennen, daß am Firstpfosten des neolithischen Langhauses (Rössener Kultur) das Splintholz bereits nach acht Jahren weitgehend zerstört ist.

bauten errichtet worden (vgl. LULEY in diesem Band), an denen experimentelle Langzeitbeobachtungen durchgeführt werden können, um sie mit neueren Forschungsergebnissen zu vergleichen (z.B. LÜNING 1989; NIKOLOV 1989).

Am Firstpfosten des 1980 fertiggestellten Rössener Hauses sind in der Zwischenzeit ca. 3 cm des Splintholzes vergangen; das Kernholz ist noch völlig intakt (Abb. 8). Entsprechende Befunde ließen sich auch an einem Pfosten dieses Hauses erkennen (Abb. 9). In Spaltbohlen und Dachkonstruktion des Baues trat in den feuchten Jahreszeiten Pilzbefall auf. Es handelt sich dabei vorzugsweise um Weißfäule erzeugende Schichtpilzarten (*Stereum div. sp.*) und Porlinge (*Polyporaceae*).

Neben der Verwendung von Holz ist die von Lehm im Hausbau bis heute gebräuchlich; sie feiert im Architekturbereich eine regelrechte Renaissance (MINKE 1984 ff.; LESZ-



Abb. 9: Auch andere Pfosten des Rössener Hauses zeigen die Zerstörung des Splintholzes im Boden. Das festere Kernholz ist nach sieben Jahren dort noch nicht merklich angegriffen. Das führte im Bereich der Bodenoberfläche zu einer deutlichen Verringerung des Pfostendurchmessers.

NER u. STEIN 1987). In prähistorischen wie auch in noch erhaltenen Bauten ist der Lehm mit organischen Zuschlägen gemagert worden, wobei es sich oft um Druschreste oder Getreide-Häcksel handelt. Dieses Gemisch findet sich gebrannt oder ungebrannt in archäologischem Fundmaterial als Hüttenlehm (DAMMERS 1987). Bei noch erhaltenen Häusern aus Mittelalter und früher Neuzeit wird dieses Material als „Gefachelehm“ bezeichnet. Die eingehende Untersuchung derartigen Materials kann zu wichtigen Erkenntnissen führen, beispielsweise über frühere Umweltverhältnisse (LOHMANN 1987, WILLERDING 1987b) oder Bautechnik (LANDSCHAFTSVERBAND RHEINLAND 1986, WILLERDING 1991).

Man sollte davon ausgehen können, daß der prähistorische Mensch aufgrund seiner langen Erfahrung mit dem Baustoff Lehm, den er seit der Bandkeramik nutzte, in dessen Anwendung einen hohen Kenntnisstand er-

reicht hatte. Er müßte daher die Probleme, die der Einsatz dieses Werkstoffes mit sich bringt, in der Konstruktion des Hausgerüsts berücksichtigt haben. Daraus ergab sich für uns die Aufgabe, das Verhalten des Hüttenlehms in den Gefachen der rekonstruierten Oerlinghausener Häuser im Experiment zu beobachten, um die Schlüssigkeit des Nachbaus zu überprüfen.

Ein interessantes Beispiel hierfür ist im AFM das sächsische Hallenhaus, in dem die Gefache der Außenwand mit verschiedenen Lehmmischungen ausgeführt sind. Dabei - wie auch bei den Außenpfosten - zeigen sich bereits nach vier Jahren ernste Verfallerscheinungen. Offenbar nehmen die Gefache unabhängig von der Beschaffenheit ihrer Magerung aus dem Boden zuviel Feuchtigkeit auf, die zusammen mit den Auswirkungen des Frostes zu deutlichem Substanzverlust führt. Den Grund hierfür in einer falschen Zusammensetzung oder Konstruktion der Gefache zu suchen, ist wenig erfolgversprechend, da diese absichtlich mit unterschiedlichen Methoden erstellt sind.

Es liegt daher nahe, die Ursache in einer wenig auf Konservierung (CLAUSNITZER 1989) ausgerichteten Konstruktion des Gebäudes zu vermuten. Im späteren Fachwerkbau begegnete man diesem Feuchtigkeitsproblem mit dem Einsatz von Mauersockeln und Schwellbalken (GROSSMANN 1986; HINZ 1989). Für die Warendorfer Häuser ist ein solches Prinzip nicht belegt (WINKELMANN 1958).

Deshalb wurde für die Oerlinghausener Rekonstruktion ein anderer Vorschlag aufgegriffen (vgl. ANDRASCHKO in diesem Band). Das Dach sollte hier sowohl die Außenpfosten schützen als auch das Spritzwasser aus dem Traufgraben soweit irgend möglich von der Wandkonstruktion fernhalten. Für Oerlinghausen ergibt sich, daß bei einer durchschnittlichen Niederschlagsmenge von ca. 740 mm pro Jahr entlang der 30 m langen Längswand des Hauses etwa 80000 Liter Wasser jährlich versickern und verdunsten.<sup>3</sup> Unsere Erfahrungen zeigen, daß das Dach den Schutz von Pfosten und Wänden in dieser Form nicht gewährleisten kann. Die Gefache werden ganz erheblich belastet. Es ist also zu überdenken, ob die gewählte Dachkonstruktion aus dieser Sicht zufriedenstellen kann.

Ein anderer Aspekt ergibt sich für Präsenz und Repräsentanz pflanzlicher Makroreste in Hüttenlehmfunden im weiteren Sinne. Beispielsweise erkennt man auf Abb. 10 keimendes Getreide im Gefach des sächsischen Hallenhauses im Frühjahr 1987, ca. drei Wo-



Abb. 10: Aus den Druschresten, die dem Gefachelehm zur Magerung beigemischt worden waren, treiben bereits nach kurzer Zeit die Getreidekörner aus (1986).



Abb. 11: In den Resten eines rekonstruierten Keramikbrennofens der Eisenzeit sind auch drei Jahre nach seiner Auflassung die Spuren der Verziegelung deutlich.



chen nach Aufbringung der Lehmischung. In frühneuzeitlichem Fundmaterial konnte Lohmann (1987) angekeimte Getreidekörner nachweisen, ohne sicher klären zu können, ob sich der Keimvorgang noch auf dem Acker in der Ähre vollzogen hat oder ob die Keimung bei Herstellung des Gefachelehms ausgelöst wurde. Unsere Beobachtung deutet auf die zweite Möglichkeit.

Ein anderer Hinweis zum Problem von Präsenz und Repräsentanz zeigt sich am Material der Lehmwand eines aufgelassenen Keramikofens (vgl. ANDRASCHKO in diesem Band). Im Einwirkungsbereich des Brennraumes ist der „Hüttenlehm“ bis zu 8 cm tief verziegelt (Abb. 11 u. 12); die Maximaltemperaturen des Ofens lagen bei 1100° C. Dies führte zur Verkohlung der organischen Magerungsanteile. Im Außenbereich der Ofenkuppel ist der Lehm in seinem ursprünglichen Zustand mit den unverkohnten organischen Zuschlägen erhalten.

Damit können wir an einem Objekt beide Zustandsformen von Pflanzenteilen hervorragend beobachten und möglicherweise feststellen, nach welchem Zeitraum die unverkohlte Substanz zersetzt und damit archäologisch nicht mehr nachweisbar wäre. Unter

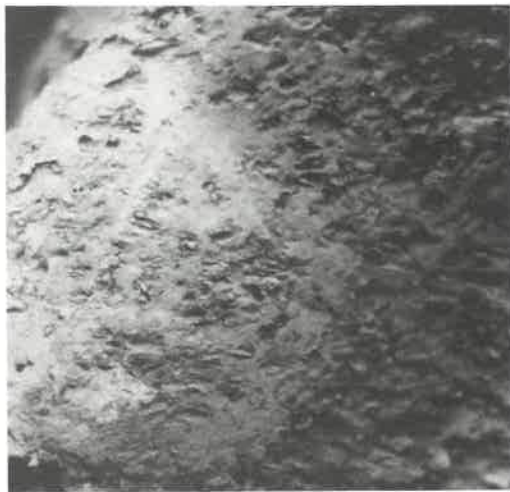


Abb. 12: Eine Detailaufnahme aus dem Wandbereich der Ofenkuppel zeigt, daß die pflanzliche Magerung in der Nähe der Brennkammer verkohlt ist. Nach außen hin folgen rötliche Ziegelreste und dann eine hellere Lehmzone. Dort liegen die Pflanzenteile des Magerungsmaterials in noch unverkohltem Zustand vor.

bestimmten Voraussetzungen kann man aus der ausschließlichen Präsenz verziegelten oder verkohlten Fundgutes auf den Zeitraum schließen, der bis zur Abdeckung und Konservierung des Befundes mindestens vergangen ist.

#### 4. Langzeitbeobachtungen über die Haltbarkeit von Hölzern in Zäunen

Ähnlich wie beim Einsatz von Holz im Hausbau ergibt sich auch für Holz, das zur Errichtung von Abgrenzungen verwendet wurde, die Frage nach der Haltbarkeit des Materials und damit auch nach der Funktionsfähigkeit des Zaunes. Für frühe Formen der Abgrenzungen kommen beispielsweise Knüppelzäune und Flechtwerkzäune in Betracht, wie sie u.a. durch zeitgenössische Abbildungen des Mittelalters und durch einige archäologische Befunde bezeugt sind. Daher bot es sich an, entsprechende Anlagen im Bereich des AFM Oerlinghausen genauer zu untersuchen.

Knüppelzäune werden hergestellt, indem bis zu armstarke Hölzer hinreichend dicht in die Erde gesteckt werden. Zur Stabilisierung des Zaunes tragen einige eingebaute querliegende Knüppel bei. Bei dieser Konstruktionsart steigt aus dem Boden Wasser in das Holz auf und fördert so Ansiedlung und Ausbreitung saprophytischer Pilzarten. Das Ausmaß der nach sechs Jahren feststellbaren Verpilzung läßt erkennen, daß selbst Sandboden, wie er im AFM gegeben ist, hinreichend viel Wasser enthält.

Zunächst hatten sich so verbreitete Pionierarten wie Spaltblättling (*Schizophyllum commune*) und Striegeliger Schichtpilz (*Stereum hirsutum*) eingefunden. Inzwischen sind andere, ebenfalls weitverbreitete Arten dazugekommen, so das leicht erkennbare Eckenscheibchen (*Diatrype disciforme*; Abb. 14), Kohlenbeere (*Hypoxylon fragiforme*; Abb. 15), Schmetterlingsporling (*Trametes versicolor*) und Buckeliger Porling (*Trametes gibbosa*). Wie stark die Verpilzung insgesamt fortgeschritten ist, zeigt sich vor allem im Herbst, wenn die Fruchtkörper des Hallimasch (*Armillaria mellea*) in großer Menge aus dem Holz hervorbrechen (Abb. 13). Verständlicherweise ist davon vor allem die untere Hälfte der Knüppel betroffen.

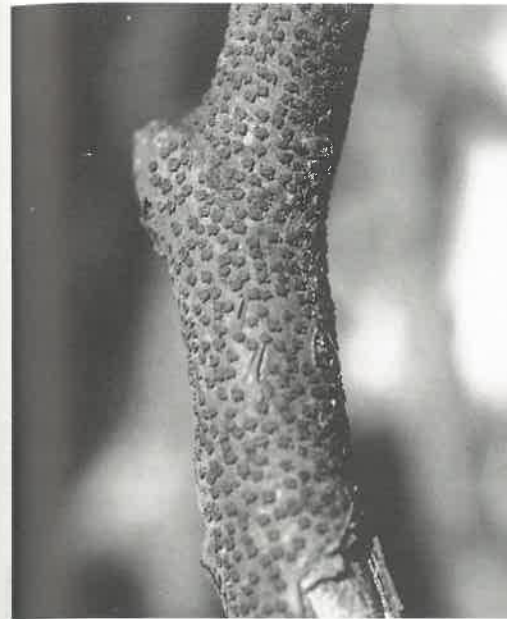


Abb. 13: Zur Abgrenzung des eisenzeitlichen Teiles wurde im AFM Oerlinghausen ein Knüppelzaun errichtet. Fünf Jahre nach seiner Errichtung ist das Holz bereits weitgehend verpilzt. Dies zeigt insbesondere der starke Befall mit Hallimasch (*Armillaria mellea*).

Als Möglichkeit, das Ernährungsspektrum durch das Angebot von Hallimasch zu erweitern, hätte ein derartiger Knüppelzaun vielleicht für etwas längere Zeit eine gewisse Bedeutung haben können. Nach sechs oder sieben Jahren dürfte er aber kaum noch geeignet gewesen sein, Menschen oder Tieren den unerwünschten Zutritt zu verwehren. So ein Zaun läßt sich zwar relativ schnell und billig errichten, wenn dazu lediglich Abfälle verwendet werden, die beim Entasten von Stammholz anfallen. Seine kurze Haltbarkeit wirft jedoch die Frage auf, ob es nicht möglich war, für eine etwas größere Dauerhaftigkeit solcher Anlagen zu sorgen. Die könnte es tatsächlich gegeben haben. Denn einzelne Knüppel, denen die Rinde fehlt, sind entweder frei von Pilzen oder zeigen allenfalls ein geringeres Ausmaß der Verpilzung. Daß früher durchaus auch entrindete Hölzer zu Bauzwecken verwendet worden sind, läßt sich beispielsweise an Abdrücken von Flechtruten im Hüttenlehm erkennen. Gelegentlich ist diese Beobachtung auch dadurch



Abb. 14: Das Eckenscheibchen (*Diatrype disciforme*) hat die Rinde zahlreicher Hölzer des Knüppelzaunes dicht überzogen. Nach sieben Jahren hat die Zerstörung des Knüppelholzes offenbar auch schon in den oberen, leichter austrocknenden Bereichen begonnen.



Abb. 15: An anderer Stelle gibt die Kohlenbeere (*Hypoxylon fragiforme*) Zeugnis von der fortschreitenden Zerstörung durch Pilzbefall (1989).

zu bestätigen, daß im Hüttenlehm noch geschälte Ruten verkohlt enthalten sind (WILLERDING 1991).

Auch bei Flechtzäunen ergibt sich die Frage, in welchem Zustand die Ruten Verwendung gefunden haben. Beobachtungen im AFM Oerlinghausen lassen folgendes erkennen: Werden frische Ruten, insbesondere von schmalblättrigen Weiden-Arten wie *Salix fragilis* oder *S. triandra* verwendet, so treiben sie recht schnell aus. Dies gilt insbesondere bei Errichtung des Flechtzaunes im Frühjahr oder Herbst. Wird Wasser auf andere Weise zur Verfügung gestellt, beispielsweise durch einen benachbarten Teich, so findet der Austrieb unabhängig von der Jahreszeit statt.

Somit kann sich recht schnell ein lebender Zaun entwickeln, der zu einer lebenden Hecke heranwächst. Durch Vögel oder Wind herantransportiertes Saatgut anderer Gehölzarten trägt - ähnlich wie bei den Benjes-Hecken - zu einer raschen Diversifizierung einer derartigen Hecke bei. Die Entstehung einer recht stabilen Form der Abgrenzung ist demnach innerhalb weniger Jahre möglich. Hier ist allerdings anzumerken, daß das prinzipiell auch bei einem Knüppelzaun möglich ist, sofern die sich in seinem Schutze ansiedelnden Gehölze nicht entfernt werden. Knüppelzaun und Flechtzaun wären in diesem Fall lediglich Anfangsstadien einer zunehmend dichten Hecke gewesen.

Ist jedoch beabsichtigt, lediglich einen Flechtzaun zu erstellen (Abb. 16), wie das u.a. aus zahlreichen zeitgenössischen Bildern des Mittelalters zu ersehen ist, empfiehlt sich eine andere Vorgehensweise. Die Errichtung des Zaunes sollte möglichst im Sommer stattfinden. Günstig wirkt sich auch die Verwendung gelagerter, trockener Ruten aus. Keine Probleme mit dem Austrieb von Flechtzäunen gibt es, wenn die Ruten entrietet worden sind.

Aus den bislang vorliegenden Beobachtungen über Zäune ergibt sich, wie durch gezielter Einsatz recht ähnlichen Baumaterials sehr verschiedenartige Formen der Abgrenzung hergestellt werden können.

##### 5. Meilerversuche

Holzkohle ist - wie auch der Hüttenlehm - meist im archäologischen Fundmaterial an-



Abb. 16: Ein Flechtzaun aus Weidenholz begrenzt den im Jahre 1988 angelegten Garten im Bereich der frühmittelalterlichen Anlage.



Abb. 17: Für die Errichtung des Grubenmeilers im Rahmen der Experimentellen Woche 1989 waren große Mengen von Knüppelholz sorgfältig zusammenzufügen.



Abb. 18: Nach Abdecken mit Sandsoden wurde der Grubenmeiler in Betrieb genommen.

zutreffen. <sup>14</sup>C-Datierungen dieses Fundgutes sind schon fast obligatorisch, jedoch sind andere Aussagemöglichkeiten zu ur- und frühgeschichtlicher Umwelt, Grabsitte und Wirtschaft (u.a. HILLEBRECHT 1982; KREUZER 1988; SCHWEINGRUBER 1976) bisher wenig ausgeschöpft.

Dabei können grundsätzlich mehrere Fundgattungen unterschieden werden: intentionell für den Gebrauch hergestellte Holzkohle und solche, die bei Bränden, oder als Rest von Scheiterhaufen bzw. Feuerstellen entstanden sind. Die zur Weiterverwendung aus dem Meiler stammenden Holzkohlen möchten wir als primäre Holzkohlen klassifizieren, während Reste aus Produktionsstätten, z.B. Rennfeuerverhüttungsplätze, Schmieden, Bronzeverarbeitung etc., in diesem Zusammenhang als sekundäre Holzkohlen aufgefaßt werden. Diese Klassifikation ergibt sich aus dem Ablauf des Herstellungsprozesses: In Meilern sind Holzkohlen das gewollte Produkt, wogegen sie beispielsweise bei der Rennfeuerverhüttung zur Gewinnung eines anderen Produkts eingesetzt werden. Sie werden also primär hergestellt und sekundär verwendet. Bei den meisten Holzkohlenfunden im archäologischen Fundgut handelt es sich freilich um Reste ganz anderer Genese. Es können beispielsweise Überreste vom Feuerholz eines Herdes oder vom Brand eines Hauses sein. Es empfiehlt sich jedenfalls, neben der Artbestimmung der Belege auch zu analysieren, wie das Fundgut jeweils entstanden ist. Auch derartige Einsichten können vielfach zu Erkenntnissen über die frühen Lebensverhältnisse beitragen. Interessant sind in diesem Zusammenhang die Fundverhältnisse ebenso wie der Erhaltungszustand der einzelnen Holzkohlenstücke. Aus letzterem lassen sich u.a. auch die Verkohlungsbedingungen erschließen. Dies ist natürlich besonders aufschlußreich, wenn es sich um Holzkohle handelt, die aus einem Meiler stammt. Auf diese Weise läßt sich u.a. erkennen, welche Qualität das zur Holzkohleherstellung verwendete Holz gehabt hatte. Im AFM Oerlinghausen wurde 1989 ein Grubenmeiler von 2 m Durchmesser und 1 m Tiefe über neun Tage betrieben. Beschickt war er mit trockenem, mannsarmstarkem Knüppelholz (Birke, Eiche, Buche; Abb. 17), abgedeckt mit Plaggen von Sandboden (Abb. 18)<sup>4</sup>. In der archäologischen Literatur



Abb. 19: Ein Schnitt durch den Grubenmeiler zeigt, daß das Holz unten in der Meilergrube wegen zu geringer Sauerstoffzufuhr offenbar weitgehend unverkohlt blieb. Lediglich die weiter oben befindlichen Knüppel wären zur Verwendung als Holzkohle geeignet.

werden Grubenmeiler vor allem mit der Metallverarbeitung in Verbindung gebracht (HINGST 1958; MASTALER 1986; PLEINER 1964). Die „Pirotechnica“ des Vanoccio Birinuccio aus Siena von 1540 liefert eine mittelalterliche Beschreibung; einen Überblick zur frühen Neuzeit bringt Kelley (1986). Jedoch sind Deutung der vorgeschichtlichen Befunde und deren Funktion experimentell bisher wenig geklärt.

Die Verkohlung in Platzmeilern wird in vielen volkskundlichen Freilichtmuseen vorgeführt, während die Betreibung eines Grubenmeilers technische Probleme aufwirft. Trotz Befehuerung durch einen in der Mitte befindlichen Quandelschacht (Abb. 17) ergaben sich Belüftungsprobleme. Der Verkohlungsgrad nahm vom Rand des Meilers nach unten hin deutlich ab (Abb. 19). Aus diesem Versuch läßt sich ableiten, daß auch ein Grubenmeiler zusätzlicher Be- und Entlüftungslöcher bedarf, um den Verkohlungsprozeß zu steuern. Zudem erwies sich die Abdeckung mit Sandsoden als unvorteilhaft, da diese zu oft ersetzt werden mußten.

Kontinuierliche Temperaturmessung während des Verkohlungsvorgangs und Untersuchung des dabei entstehenden Holzkohleprodukts können Grundlagen für den Vergleich mit dem archäologischen Fundmaterial bieten. Parameter wie Restfeuchte des zu verkohlenden Holzes, Brenndauer des Meilers, maximal erreichte Temperaturen, Temperaturverlauf u.a. lassen sich über diese Untersuchungen erschließen, so daß äußerst interessante Erkenntnisse über die Paläosituation anfallen.

#### 6. Zur Rekonstruktion frühmittelalterlicher Gärten

Im Streben nach einer möglichst ganzheitlichen Darstellungsweise wurde im AFM ein frühmittelalterlicher Garten im Bereich der sächsischen Hofanlage rekonstruiert und angelegt (Abb. 16 u. 20). Trotz der Tatsache, daß der archäologische Quellenstand zu diesem Problem wegen der großen Nachweisschwierigkeiten mehr als dürftig ist (VAN ES 1967; JANKUHN 1977; TAYLOR 1983; WILLERDING 1984), entschieden wir uns aus musealen Erwägungen für dieses Konzept.



Abb. 20: Die Beete des Gartens in der frühmittelalterlichen Anlage sind durch Bretter oder niedrige Flechtweidenwände begrenzt.

Aufgrund paläo-ethnobotanischer Untersuchungen und verschiedener historischer Quellen, wie dem „Capitulare de villis“ und dem „St. Galler Klosterplan“ ließ sich klären, welche Pflanzenarten in Frage kamen und wie etwa die Beete ausgesehen haben (Abb. 21 u. Tab. 1). Auf den Anbau von Arten wurde dann verzichtet, wenn ihr Nachweis nicht genügend gesichert erschien. Gartengröße, Wegeführung und auch das Mengenverhältnis der angebauten Arten mußten weitgehend hypothetisch bleiben.

Das Wort „Garten“ ist stammverwandt mit germanischen Wörtern, die sämtlich die Grundbedeutung einer Umzäunung haben. „Nach ursprünglicher Anschauung war es also offenbar der Zaun, der den Garten umschloß“ (zit. nach KROESCHELL 1984, 99; vgl. auch DÖLLING 1958 und MUCH 1967, 339). Um den Garten von den anderen Bereichen des Museums abzutrennen und ihn als „Garten“ zu kennzeichnen, wurde er mit einem Flechtzaun aus 5- bis 10jährigen Weiden umgeben. Verwendung fanden kurzzeitig getrocknete und zum Teil entrindete Weiden (*Salix fragilis*), um ein späteres Ausschlagen und den damit verbundenen Schattenwurf in den Garten zu vermeiden (s.o.). Bei der

Tab. 1: Zusammenstellung der im Museumsgarten angebauten Pflanzen. Die Ziffern geben den Wuchsort der Arten im Garten an; vgl. Abb. 21.

Deutscher Name	Lateinischer Name	Nr.	Verwendung
Bilsenkraut	<i>Hyoscyamus niger</i>	23	Giftige Arzneipflanze
Bohnenkraut	<i>Satureja hortensis</i>	8	Gewürz, Heilpflanze
Dill	<i>Anethum graveolens</i>	14	Gewürz, Heilpflanze
Gartenkresse	<i>Lepidium sativum</i>	7	Gewürz, Heilpflanze
Kerbel	<i>Anthriscus cerefolium</i>	15	Gewürz, Heilpflanze
Knoblauch	<i>Allium sativum</i>	13	Gewürz, Heilpflanze
Kohl	<i>Brassica oleracea</i>	3	Gemüse
Kümmel	<i>Carum carvi</i>	9	Gewürz, Heilpflanze
Lauch	<i>Allium porrum</i>	4	Gemüse
Liebstockel	<i>Levisticum officinale</i>	16	Gewürz, Heilpflanze
Marienkraut	<i>Lilium candidum</i>	22	Heil- u. Zierpflanze
Pastinak	<i>Pastinaca sativa</i>	2	Gemüse
Petersilie	<i>Petroselinum hortense</i>	10	Gewürz
Portulak	<i>Portulaca oleracea</i>	6	Gewürz, Salat
Rettich	<i>Rhaphanus sativus</i>	18	Gemüse, Heilpflanze
Salbei	<i>Salvia officinalis</i>	19	Gewürz, Heilpflanze
Schnittlauch	<i>Allium schoenoprasum</i>	11	Gewürz
Schwarzkümmel	<i>Nigella sativa</i>	17	Gewürz, Heilpflanze
Schwertlilie	<i>Iris germanica</i>	21	Heil- u. Zierpflanze
Sellerie	<i>Apium graveolens</i>	1	Gemüse, Heilpflanze
Thymian	<i>Thymus serpyllum</i>	12	Gewürz, Heilpflanze
Weinraute	<i>Ruta graveolens</i>	20	Gewürz, Heilpflanze
Zwiebel	<i>Allium cepa</i>	5	Gewürz, Gemüse

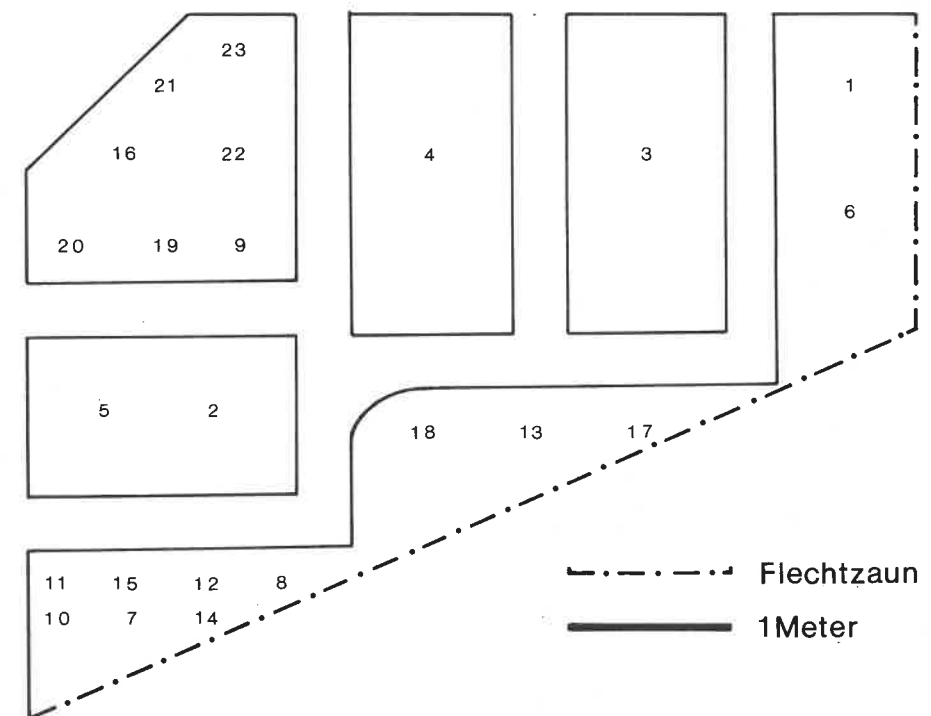


Abb. 21: Der Gartenplan vermittelt einen Einblick in die Anlageform des frühmittelalterlichen Gartens, die hier jedoch auch durch die zur Verfügung stehenden Raumverhältnisse beeinflusst wurde. Die Ziffern geben den Wuchsort der Arten an; vgl. Tab. 1.

Wegeführung im Garten wurde auf die Anlage eines zentralen Wegekreuzes verzichtet. Der Eindruck eines derart geplanten Gartens, wie er beispielsweise aus jüngerer Zeit als „Bauerngarten“ bekannt ist (DITTRICH 1984; STERN SCHULTE 1985; STIFTUNG 1981; WILLERDING 1989), sollte vermieden werden.

Die einzelnen Beete wurden in Form kleiner Hochbeete mit ca. 2 m<sup>2</sup> Grundfläche angelegt. Diese Beetform ist durch mittelalterliche Bild Darstellungen gut belegbar und dürfte auf einer langen Tradition beruhen. Hochbeete sollen einer starken Verunkrautung vorbeugen und die Nährsalzversorgung sichern. Die eine Hälfte der Beete ist mit einer vorlagengerechten Bretterschalung versehen. Bei der anderen Hälfte wurden aus 1- und 2-jährigen Weidentrieben, die beim Bau des Zaunes verblieben waren, Beetwände geflochten (Abb. 20). Diese Lösung liegt nahe, weil sie weit weniger Aufwand erfordert als das Zurichten eines Brettes. Die Beete sind daraufhin mit einer Mischung aus dünnen Zweigen, Blättern und Kompost verfüllt worden, um eine gute Nährsalzversorgung für zwei bis drei Jahre zu gewährleisten und die Entstehung eines Hortisols zu fördern. Es bleibt abzuwarten, ob das Weidengeflecht bis zur nächsten notwendigen Auffüllung der Beete stabil bleibt und diese Methode sich als tauglich erweist.

Ein weiteres Ziel ist die eigene Saatguterzeugung, um auf diese Weise die alten, z.T. aus Genbanken bezogenen Formen zu erhalten. Sie tragen dazu bei, der historischen Realität möglichst nahe zu kommen. Dies läßt sich u.a. an der alten Form der Petersilie (*Petroselinum crispum*) zeigen, die sich durch glatte Blätter von der modernen, mooskrausen Form unterscheidet.

## 7. Ausblick

Nach Erarbeitung des paläo-ethnobotanischen Projekts für das AFM Oerlinghausen konnten dort bereits zahlreiche Maßnahmen ergriffen werden, die den Informationswert für den Besucher vergrößert haben. Sie dienen sämtlich den beiden Hauptzielen des AFM, nämlich  
- der Dokumentation von Rekonstruktionen und

- der experimentellen Überprüfung dieser Rekonstruktionen.

Das AFM Oerlinghausen bekommt auf diesem Wege zusehends Gelegenheit, über den rein musealen Bereich weit hinausgehend sich auch als Forschungseinrichtung zu entwickeln. Dabei kommt es u.a. darauf an, die aufgrund archäologischer Ausgrabungsbefunde erstellten Rekonstruktionen des Hausbaus sinnvoll zu ergänzen durch Rekonstruktionen der Formen früher Landnutzung. Diese aus paläo-ethnobotanischen Forschungen abgeleiteten Vorstellungen betreffen die Nahrungswirtschaft ebenso wie die Versorgung mit pflanzlichen Rohstoffen für die verschiedensten Zwecke. Erst mit Hilfe derartiger, räumlich entstandener, begehbare und damit auch selbst erlebbarer Ensembles kann wohl das Ziel erreicht werden, beim Besucher wesentliche Einsichten zur Umweltgeschichte hervorzurufen.

Zugleich wird deutlich, daß Rekonstruktionen im Maßstab 1 : 1 es ermöglichen, wesentlich zur Lösung zahlreicher Fragestellungen beizutragen. Für den paläo-ethnobotanischen Bereich bezieht sich dies vor allem auf die Ernährung des Menschen und seine Versorgung mit pflanzlichen Rohstoffen für die Zeit seit dem Paläolithikum. Form und Ausmaß der Biomasseentnahme haben dabei eine ebenso große Bedeutung wie die Methoden der seit dem Neolithikum stattfindenden Biomasseproduktion auf den Feldflächen.

Bei allem sollte sich der Betrachter klar darüber werden, daß in den Rekonstruktionen Modelle vorliegen, die neben ihrem Wert zur Veranschaulichung eine große heuristische Bedeutung haben. Das AFM Oerlinghausen bietet zugleich im Rahmen seiner pädagogischen und wissenschaftlichen Programme schließlich auch die faszinierende Möglichkeit, das „Wissen schaffen“ erlebbar zu machen. Dies alles kann mit dazu beitragen, daß scheinbar allein rückwärts blickende Wissenschaften wie Archäologie und Paläo-Ethnobotanik in ihrem Stellenwert für die moderne Gesellschaft zutreffender betrachtet werden. Durch die Entwicklung neuer wissenschaftlicher Fragestellungen in Archäologie und Paläo-Ethnobotanik wird es an experimentell zu überprüfenden Aufgaben für das AFM Oerlinghausen auch in Zukunft keinesfalls mangeln.

Anmerkungen:

- 1) Dieser Abschnitt geht auf einen Arbeitsbericht von G. Brinkmüller zurück, für deren Engagement wir ihr und T. Grötemeyer, beide vom Seminar für Ur- und Frühgeschichte der Universität Göttingen, herzlich danken möchten.
- 2) Im Rahmen des paläo-ethnobotanischen Programms, das u.a. das Ziel verfolgt, dem Besucher alle verwendeten pflanzlichen Rohstoffe auch im Wuchs zu zeigen, werden diese Arten angebaut.
- 3) Für die Berechnung möchten wir Frau Claudia Bührig, Institut für Bau- und Kunstgeschichte der Universität Hannover, herzlich danken.
- 4) Für Beratung und Unterstützung danken wir Frau A. Sternschulte, M.A., vom Freilichtmuseum Detmold und dem dortigen Köhler sowie T. Werner, Seminar für Ur- und Frühgeschichte der Universität Göttingen. Er fand neben seinen Beleuchtungsversuchen mit Kienspänen nach Funden aus dem Hallstätter Salzberg noch Zeit für tatkräftige Hilfe im AFM Oerlinghausen.

## Literatur:

- ANDERSEN, K. et al. (1982): Maglemose hytterne ved Ulkestrup Lyng.- Nordiske Fortidsminder Serie B - Bind 7. Kopenhagen.
- ANDRASCHKO, F. (1988): Das paläo-ethnobotanische Programm des Archäologischen Freilichtmuseums in Oerlinghausen. - Lippische Mitt. aus Geschichte u. Landeskunde 57: 433-450.
- BLANKHOLM, H.P. (1985): Maglemosekulturens hyttegrundrids. En undersøgelse af bebyggelse og adfaerdsmonstre i tidlig mesolitisk tid. - Aarbøger for Nordisk Oldkyndighed og Historie 1984. Festschrift für C.J. Becker zum 70. Geburtstag: 61-77. Kopenhagen.
- BOKELMANN, K. (1971): Duvensee, ein Wohnplatz des Mesolithikums in Schleswig-Holstein und die Duvenseeegruppe. - Offa 28: 5-26.
- BOKELMANN, K. (1981): Duvensee, Wohnplatz 8. Neue Aspekte zur Sammelwirtschaft im frühen Mesolithikum. - Offa 38: 21-31.
- BOKELMANN, K. (1985): Duvensee - Wohnplatz 13. - Offa 42: Neumünster.
- BROATBENT, N. (1979): Coastal resources and settlement stability. A critical study of a mesolithic site complex in Northern Sweden.- Aun 3. Uppsala.
- BURRICHTER, E. und POTT, R., (1983): Verbreitung und Geschichte der Schneitelwirtschaft mit ihren Zeugnissen in Nordwestdeutschland. - Tuexenia 3: 443-453.
- CLAUSNITZER, K.-D. (1989): Historischer Holzschutz im Hochbau. Bremen.
- DAMMERS, K. (1987): Was uns Hüttenlehm zeigen könnte. - Vervielfältigtes Vortragsmanuskript Kongress UISPP, Mainz 1987.

- DITTRICH, W. (1984): Bäuerliche Gärten. Stuttgart.
- DÖLLING, H. (1958): Haus und Hof in westgermanischen Volksrechten. - Veröff.d.Altertumskommission Westfalen Bd. 11. Münster.
- ES, W.A. VAN (1967): Wijster. A native village beyond the imperial frontier 150-425 A.D.- Palaeohistoria 11. Groningen.
- GRAMSCH, B. (Hg.) (1981): Mesolithikum in Europa. 2. Internationales Symposium in Potsdam 1978. - Veröffentlichungen des Museums für Ur- und Frühgeschichte in Potsdam, Bd. 14/15. Berlin.
- GROSSMANN, G.U. (1986): Der Fachwerkbau. Köln.
- HILLEBRECHT, M.-L. (1982): Die Relikte der Holzkohlewirtschaft als Indikatoren für Waldnutzung und Waldentwicklung. Untersuchungen an Beispielen aus Südniedersachsen. - Göttinger Geograph. Abhandl. 79.
- HINGST, H. (1958): Vor- und frühgeschichtliche Eisenverhüttung in Schleswig-Holstein. - W. KRÄMER (Hg.): Neue Ausgrabungen in Deutschland: 258-267, Berlin.
- HINZ, H. (1989): Ländlicher Hausbau in Skandinavien vom 6. bis 14. Jahrhundert. - Beiheft 5 der Zeitschrift f. Archäologie des Mittelalters. Köln.
- JANKUHN, H. (1977): Einführung in die Siedlungsarchäologie. Berlin/ New York.
- KELLEY, D.W. (1986): Charcoal and charcoal burning. - Shire Archaeology 159. Aylesbury.
- KREUZER, A. (1988): Holzkohle-Funde der ältestbandkeramischen Siedlung Friedberg-Bruchenbrücken: Anzeiger für Brennholz-Auswahl und lebende Hecken? - H. KÜSTER (Hg.): Der prähistorische Mensch und seine Umwelt. Festschrift für Udelgard Körber-Grohne zum 65. Geburtstag. Forsch. u. Ber. zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg Bd. 31: 139-154. Stuttgart.
- KROESCHELL, K. (1984): Garten und Gärtner im mittelalterlichen Recht. - G. FRANZ (Hg.): Geschichte des deutschen Gartenbaus. Deutsche Agrargeschichte Bd. 6: 99-111. Stuttgart.
- LANDSCHAFTSVERBAND RHEINLAND (Hg.) (1986): Lehm im Fachwerkbau. Tagungsbericht Freilichtmuseum Kommern 1985. - Führer des Rhein. Freilichtmuseums Kommern Nr. 29. Köln.
- LARSEN, L. (1985): Of house and hearth. The excavation, interpretation and reconstruction of a Late mesolithic house.- In honorem Evert Baudou. Archaeology and Environment 4: 197-210. Umea.
- LESZNER, T. und STEIN, I. (1987): Lehm-Fachwerk. Alte Technik neu entdeckt. Köln.
- LOHMANN, J. (1987): Paläo-ethnobotanische Untersuchungen an Baumaterial von frühneolithischen Gebäuden aus der Oberpfalz. - Unveröff. Dipl.Arb., FB Biologie der Universität Göttingen.
- LÖNING, J., STEHLI, P. (1989): Die Bandkeramik in Mitteleuropa: von der Natur- zur Kulturland-

- schaft. - Spektrum der Wissenschaft: Verständliche Forschung. Siedlungen der Steinzeit: 110-121. Heidelberg.
- LULEY, H. (1981): Zelt, Hütte und Haus in der Steinzeit. - Schriften des Archäologischen Freilichtmuseums Oerlinghausen 1.
- MASTALER, W. (1986): Grubenmeiler der frühromischen Kaiserzeit von Mamerow, Kr. Güstrow. - Inform. des Bez.-Fachausschusses für Ur- u. Frühgeschichte Schwerin 26: 25-33.
- MINKE, G. (Hg.), (1984 ff.): Bauen mit Lehm. Schriftenreihe. Grebenstein.
- MUCH, R. (1967): Die Germania des Tacitus. 3. Auflage unter Mitarbeit von Herbert Jankuhn herausgegeben von Wolfgang Lange. Heidelberg.
- NEWELL, R.R. (1981): Mesolithic dwelling structures: fact and fantasy. - GRAMSCH (Hg.): 235-284.
- NIKOLOV, V. (1989): Das frühneolithische Haus von Sofia-Slatina. Eine Untersuchung zur vorgeschichtlichen Bautechnik. - Germania 67: 1-50.
- PLEINER, R. (1965): Die Eisenverhüttung in der „Germania Magna“ zur Römischen Kaiserzeit. - 45. Ber. d. RGK: 41-86. Mainz.
- POTT, R., (1982): Das Naturschutzgebiet „Hidder Bent - Donoper Teich“ in vegetationsgeschichtlicher und pflanzensoziologischer Sicht. - Abh. Westfäl. Museum Naturkde. 44, 3: 108.
- PRICE, T.D., BRINCH PETERSON, E. (1989): Ein Lagerplatz der Mittelsteinzeit in Dänemark. - Spektrum der Wissenschaft: Verständliche Forschung. Siedlungen der Steinzeit: 44-52. Heidelberg.
- SCHLICHTHERLE, H. (1989): Pfahlbauten: die frühe Besiedlung des Alpenvorlandes. - Spektrum der Wissenschaft: Verständliche Forschung. Siedlungen der Steinzeit: 140-152. Heidelberg.
- SCHWANOLD, H. (1933): Die mesolithische Siedlung an den Rethlager Quellen. - Mitteil. a.d. lipp. Geschichte u. Landeskunde Bd. 14: 94-114. Detmold.
- SCHWEINGRUBER, F.H. (1976): Veröffentlichungen über Untersuchungen prähistorischer Hölzer und Holzkohlen. - Cour. Forsch. Inst. Senckenberg 17: 29-58. Frankfurt/M.
- SØRENSEN, S.A. (1988): A Maglemosian Hut at Lavringe Mose, Zealand. - Journal of Danish Archaeology Vol. 6/1987: 35-62. Odense.
- STERNSCHULTE, A. (1985): Bauerngärten in Westfalen. - Siedlung und Landschaft Bd. 17: 39-106. Münster.
- STIFTUNG ZUM SCHUTZE GEFÄHRDETER PFLANZEN d(1981) (Hg.): Dörfliche Vegetation im Freilichtmuseum. Erhaltung gefährdeter dörflicher Pflanzengesellschaften und historischer Nutzpflanzenkulturen. Internat. Symposium im Rhein. Freilichtmuseum Kommern 1981. - Aus Liebe zur Natur Heft 3. Bonn.
- TAYLOR, Chr. (1983): The archaeology of gardens. - Shire Archaeology 30. Aylesbury.
- WILLERDING, U. (1984): Ur- und Frühgeschichte des Gartenbaus. - G.FRANZ (Hg.): Geschichte des deutschen Gartenbaus. Deutsche Agrargeschichte Bd. 6: 39-69. Stuttgart.
- WILLERDING, U. (1987a): Die Paläo-Ethnobotanik und ihre Entwicklung im deutschsprachigen Raum. - Ber. Deutsch. Bot. Ges. 100: 81-105.
- WILLERDING, U. (1987b): Zur paläo-ethnobotanischen Erforschung der mittelalterlichen Stadt. - Jahrbuch 1987 d. Braunschweig. Wiss. Ges.: 35-50.
- WILLERDING, U. (1989): Relikte alter Landnutzungsformen. - B. HERRMANN u. A. BUDDE: Naturwissenschaftliche und historische Beiträge zu einer ökologischen Grundbildung: 207-224. Hannover
- WILLERDING, U. (1990): Zur Rekonstruktion der Vegetation im Umkreis früher Siedlungen. - F.M. ANDRASCHKO u. W.-R. TEEGEN (Hg.): Gedenkschrift für Jürgen Driehaus. Mainz (im Druck).
- WILLERDING, U. (1991): Erste Ergebnisse paläo-ethnobotanischer Untersuchungen von Pflanzenresten und Hauslehm aus der Stadtwüstung Corvey. - H.G. STEPHAN: Studien zur Siedlungsentwicklung und -struktur von Stadtwüstung und Kloster Corvey (800-1680). - Denkmalpflege u. Forschung in Westfalen. In Druckvorbereitung, voraussichtlich 1991.
- WINKELMANN, W. (1958): Die Ausgrabungen in der frühmittelalterlichen Siedlung bei Warendorf (Westfalen). - W.Krämer (Hg.): Neue Ausgrabungen in Deutschland: 492-517. Berlin.

#### Anschriften der Verfasser:

cand. phil. Frank M. Andraschko  
Seminar für Ur- u. Frühgeschichte der  
Universität Göttingen  
Nikolausberger Weg 15  
D-3400 Göttingen

Dipl.-Biol. Jost Lohmann  
Archäologisches Freilichtmuseum  
Oerlinghausen  
D-4811 Oerlinghausen

Prof. Dr. Ulrich Willerding  
Calsowstr. 60  
D-3400 Göttingen

## Experimentelle Archäologie im Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen

Frank Andraschko

Die museale Präsentation von Hausrekonstruktionen in Originalgröße geht in Oerlinghausen bis in das Jahr 1936 mit der Eröffnung eines „cheruskischen Grenzbauernhofes“ zurück (STRÖBEL 1936). Diese Nachbauten, von Prof. Hans Reinerth und dem Heimatforscher Hermann Diekmann initiiert, erfuhren 1961 eine Auferstehung als „Germanengehört“ (DIEKMANN 1967), das - bei großem Publikumserfolg bis zur Brandzerstörung 1974 - fachlichen Anforderungen mit seiner pseudo-wissenschaftlichen und ideologisch eingefärbten Darstellungsweise keineswegs genügen konnte. Obwohl dies sicher machbar gewesen wäre, können aus beiden Anlagen keine Ansätze einer experimentellen Archäologie, wie sie in diesem Rahmen aufgefaßt wird, herausgefiltert werden.

Erst mit der Neukonzeption 1978/79 und dem völlig anders strukturierten Ansatz (LULEY 1985) unter fachlicher Leitung und wesentlicher Mitwirkung eines wissenschaftlichen Beirates ist dieser Aspekt zu fassen. Hier konzentrierte man sich auf Fragen des Hausbaus und Vorführungen (LULEY 1985, 80-81). Die Vorbilder für diesen Neubeginn finden sich beispielsweise im Versuchszentrum Lejre oder der Butser Ancient Farm (AHRENS 1987/88). Erste experimentelle Beobachtungen bei Errichtung der Bauten sind bereits vorgelegt (LULEY 1981, 1983, 1985 a).

Eine tragende Rolle im Museumskonzept kommt dem hier interessierenden Bereich seit der Einführung der „Tage der experimentellen Archäologie“ 1987 zu (ANDRASCHKO

1988, 1989). Dabei werden für Oerlinghausen die folgenden Ansätze unterschieden:

- Experimentelle Demonstration auf Basis bereits durchgeführter Experimente zu Anschauungszwecken für das breite Publikum.
- Experimentelle Beobachtungen, meist an 1:1-Rekonstruktionen verschiedenster Art, mit Rückschlüssen auf archäologisch relevante Hintergründe.
- Experimente mit problemorientierten Fragestellungen auf Grundlage von Funden und Befunden mit entsprechender Vorarbeit, Dokumentation und Auswertung auch über längere Zeiträume.

Beispielsweise haben sich Kenntnisse zur Haltbarkeit des rekonstruierten Rentierjägerzelttes (RUST 1958) über acht Jahre hinweg absichern lassen. Die in Oerlinghausen gewählte einfachste Baulösung mit einer Zelt- haut aus unbehandelten Fellen, die mit der Fellseite nach außen aufgebracht waren, überdauerte bei den derzeitigen Witterungsbedingungen maximal zwei Jahre. Dann lösten sich die Ren- und Hirschdecken auf.

Sehr schnell haben sich auch Resultate an den schräg stehenden Außenpfosten des im November 1986 fertiggestellten schiffsförmigen Hallenhauses ergeben. Die Rekonstruktion (ANDRASCHKO 1987) geht auf die Erkenntnisse zurück, die Wilhelm Winkelmann auf der Grabung in Warendorf bei der Aufdeckung eines frühmittelalterlichen Siedlungsplatzes in den fünfziger Jahren machte (WINKELMANN 1958); dort war die Schrägstellung der Außenpfosten der Hallenhäuser im Profil nachweisbar. Daraus ergaben sich verschiedene Rekonstruktionsmöglichkeiten (Abb. 1), von denen Variante A mit Abwandlungen für Oerlinghausen gewählt wurde. Beim Bau wurde das Dach nicht über die Außenpfosten hinweg geführt, so daß diese in der Dachtraufe stehen (Abb. 2) und damit einem erhöhten Wassereinfluß ausgesetzt sind. Die Folgen der daraus bedingten Holzbelastung sind schon nach drei Jahren zu erkennen (Abb. 2, zweiter Pfosten).

Vorwiegend zu Demonstrationszwecken wurde 1983 ein Töpferofen vom Typ Hasseris (BJØRN 1978/79) in Betrieb genommen. Nach acht Brennversuchen ist die Anlage seit 1985 nicht mehr in Benutzung, der allmähliche Verfall wird jedoch beobachtet und dokumentiert (Abb. 3). Zur Anschauung für

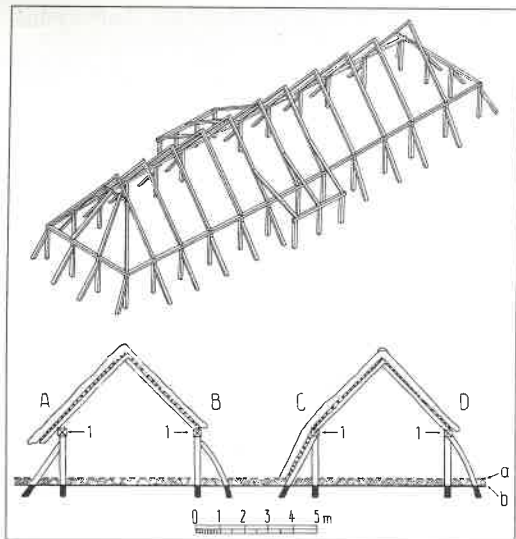


Abb. 1: Warendorf. Rekonstruktionsschema vom Gerüst eines Wohnhauses (Haus 7 Planquadrat C/D-6/7 Beilage 1). M. 1:200. (Nach Winkelmann 1958, Taf. 27.) Querschnitt der Wohnhäuser mit 4 verschiedenen möglichen Ausbildungen von Wand, Ansatzstelle der Strebe und Dach (A-D), 1 Rähm; a) mutmaßliches Niveau der alten Oberfläche zur Zeit des Bestehens der Siedlung; b) Ausgrabungsniveau (nach Winkelmann 1958, Taf. 27).

den Besucher ist im sogenannten „Webhaus“ auch eine Textilausstellung untergebracht, in der im Sommer gearbeitet wird (ANDRASCHKO 1989 a).

Ein Forum für Interessierte an experimenteller Archäologie ist 1987 mit einer Schwerpunktveranstaltung geschaffen worden. Die „Tage der experimentellen Archäologie“ finden jeweils im August und September statt. Die meist jüngeren Teilnehmer arbeiten unter großer Anteilnahme der Medien und Fachkollegen vor Publikum an verschiedenen Projekten. Das Museum stellt dabei Platz, Material, Unterkunft und Verpflegung und unterstützt die Projekte - soweit das gewünscht wird - auch in der theoretischen Vorbereitung, Dokumentation und Auswertung. Zur schnellen Publikation der Ergebnisse wurde eine eigene kleine Zeitschrift - ExArchaeo - gegründet, die auch anderen Beiträgen offensteht (ANDRASCHKO 1989 b). Gewünscht werden von den Teilnehmern eine problemorientierte Fragestellung mit entsprechendem Ex-

perimentierkonzept, gewisse praktische und theoretische Vorkenntnisse sowie die Bereitschaft zu kooperativem Engagement. Unter diesen Vorzeichen hat sich das Interesse an unserem Projekt sprunghaft gesteigert: Vier Teilnehmern im Jahre 1987 stehen nun über 30 aus dem gesamten Bundesgebiet 1989 gegenüber. Auch das Museum profitiert von dieser Veranstaltung durch viel höhere Besucherzahlen.

Ergebnisse dieses Projektes sind bereits in den Heften 1 und 2 von ExArchaeo vorgelegt worden, andere werden in diesem Katalog vorgestellt (vergl. Beiträge GIESE u. TROMMER; LULEY; MESCH; ANDRASCHKO, LOHMANN u. WILLERDING; MEIER u.a.).

1988/89 hat Kim Dammers eine Versuchsreihe mit Hüttenlehm zu Fragen seiner Zusammensetzung, Verwitterung, Feuereinwirkung durchgeführt, die noch andauert. Ebenso laufen Experimente der Göttinger Arbeitsgruppe mit Gabi Brinkmöller, Thomas Grötemeyer, Gudrun Kaaz, Mechthild Klamm, Thomas Werner und Gisela Wolf weiter. Sie befassen sich mit Konservierungstechniken, Speicherversuchen, Nahrungszubereitung, Getränkeherstellung und Beleuchtung.

Im November 1989 konnte im Rahmen einer AB-Maßnahme neben dem paläo-ethnobotanischen Schwerpunkt (ANDRASCHKO 1988 a; WILLERDING 1987) die Archäometallurgie als neues Vorhaben angegangen werden. Im Mittelpunkt stehen hier neben Schmiedeversuchen mit Damaststählen (vergl. GIESE u. TROMMER in diesem Band) Experimente zur Herstellung von Wootz-Stählen (YPEY 1982). Eingebunden in diesen Komplex war die Betreuung zweier Rennfeueröfen und eines Grubenmeilers zur Holzkohleherstellung (vergl. ANDRASCHKO, LOHMANN u. WILLERDING in diesem Band). Ganz am Beginn stehen auch Versuche zur Buntmetallgewinnung und -verarbeitung.

Als Nebenprodukt dieses Vorhabens zeigte sich schon, daß ein Schmied in der rekonstruierten frühmittelalterlichen Schmiede nach dem Warendorfer Befund schwierige Arbeitsbedingungen vorfindet. Vor allem die räumliche Enge, die Konstruktion der Esse und die große Feuergefahr beim Einsatz von Holzkohle beeinträchtigen das Tätigkeitsfeld erheblich. Dieser Bau sollte also vom ergologischen Standpunkt her noch einmal disku-

tiert werden. Kurzfristige Abhilfe schufen die Schmiede sich durch die Errichtung einer außerhalb liegenden Feldschmiede mit einer Esse aus Grassoden (Abb. 4), die sich archäologisch wohl nur mit großen Problemen nachweisen ließe.

Als Fazit dieses kurzen Überblicks bleibt: In Oerlinghausen soll eine Arbeitsplattform für experimentelle Archäologie geschaffen werden, wenn die musealen organisatorischen Rahmenbedingungen gefestigt werden können. Damit wäre ein Forschungsfeld für experimentelle Archäologie etabliert; erste Schritte sind bereits getan.

Für das Museum eröffnet sich die Chance zur schnellen musealen Präsentation der Ergebnisse bereits im Entwicklungsstadium für eine breite Öffentlichkeit; es wird direkt in die Forschung eingebunden. Besonders hervorzuheben ist aber auch die Umsetzung dieser Resultate in das umfangreiche museumspädagogische Angebot (ANDRASCHKO 1990 c; GRIEPENTROG 1989), wie es beispielsweise für das Salzsieden geplant ist. Damit können Kinder und im Rahmen von Kursveranstaltungen auch Erwachsene experimentelle Archäologie mit Kopf, Herz und Hand erleben und zu besserem Verständnis finden. Wenn es bei diesem Konzept gelingt, die Vereinfachungen und Gefahren falscher Darstellung bei Rekonstruktion und Experiment durch eine methodische Relativierung und Didaktisierung zu vermeiden oder zu verdeutlichen, ist sicher viel für dieses Anliegen gewonnen.

Für hilfreiche Unterstützung möchte ich danken: Dem Bauhof der Stadt Oerlinghausen, der Kreisbildstelle Lippe, der Landesbildstelle Westfalen, dem Fotostudio Hölz, Frau Sternschulte vom Westfälischen Freilichtmuseum Detmold, Herrn Christopher vom WDR, Regionalstudio Bielefeld, dem Arbeitsamt Detmold und allen, die mitgeholfen haben.

#### Literatur:

- AHRENS, C. (1987/88): Archäologische Rekonstruktionen. - Norsk Folkemuseums arbok 1987-88, Bind XXXII = By og Bygd. Festschrift til Arne Berg: 19-49  
ANDRASCHKO, F.M. (1987): Ein rekonstruiertes sächsisches Hallenhaus im Archäologischen



Abb. 2: Schräge Pfosten an der Rekonstruktion des schiffsförmigen Hallenhauses in Oerlinghausen drei Jahre nach der Fertigstellung. Am zweiten Pfosten ist deutlich das angegriffene Holz im Bereich der Dachtraufe zu erkennen.



Abb. 3: Töpferofen vier Jahre nach der Auflassung (1989). Der Feuerungskanal ist bereits eingebrochen, die Lehmkuppel noch erhalten.



Abb. 4: Komplex der rekonstruierten Warendorfer Schmiede in Oerlinghausen. Schmiedegebäude hinten rechts, Feldschmiede aus Birkenzäunchen und Rasenplaggen in der Bildmitte (Tage der experimentellen Archäologie 1989).

- Freilichtmuseum in Oerlinghausen. - Aus westfälischen Museen 3. Jahrgang, Heft 2: 45-46.
- DEBS. (1988): Reconstructions at Archaeological Open-Air Museum Oerlinghausen. - Colloque International: Expérimentation en Archéologie. Bilan et Perspectives: 28-29. Beaune.
- DEBS. (1988 a): Das paläo-ethnobotanische Programm des Archäologischen Freilichtmuseums in Oerlinghausen. - Lippische Mitteilungen aus Geschichte und Landeskunde 57: 433-450.
- DEBS. (1989): The Archaeological Open-Air Museum, Oerlinghausen. - AEA Newsletter 24: 7-8. London.
- DEBS. (1989 a): Prähistorisches Weben im Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen. - Textilkunst international 17. Jahrg., Heft 2: 84-86.
- DEBS. (Hg.) (1989 b): ExArchaeo 1 - Mitteilungen aus dem Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen 1. Schriften des Archäologischen Freilichtmuseums Oerlinghausen 2. Oerlinghausen.
- DEBS. (1990): Ur- und Frühgeschichte in Schule und Museum. - F.M. Andraschko und W.-R. Teege (Hg.): Gedenkschrift für Jürgen Driehaus (in Druck). Mainz.
- BJØRN, A. (1978/79): Rekonstruktion einfacher Töpferöfen und Brennversuche. - Acta Praehistorica et Archaeologica 9/10: 7-11.
- DIEKMANN, H. (1967): Freilichtmuseum Oerlinghausen, Wegweiser durch die Siedlung Cheruskerhof mit Tönsberg zu Oerlinghausen. Detmold.
- GRIEPENTROG, M. (1989): Das museumspädagogische Programm des Archäologischen Freilichtmuseums Oerlinghausen. - ExArchaeo 1: 11-24.
- LULEY, H. (1981): Zelt, Hütte und Haus in der Steinzeit. - Schriften des Archäologischen Freilichtmuseums Oerlinghausen 1.
- DEBS. (1983) Ur- und frühgeschichtlicher Hausbau im Museum. Ein vorläufiger Bericht. - Archäologische Informationen 6 (1): 65-68.
- DEBS. (1985): Archäologisches Freilichtmuseum. - F. Hohenschweert (Bearb.): Der Kreis Lippe II: Objektbeschreibungen. Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland Band 11: 79-89. Stuttgart.
- DEBS. (1985 a): Wohnen in der Steinzeit. - Westfalen im Bild. Vor- und Frühgeschichte in westfälischen Museen, Heft 1, 2. Aufl. Münster.
- RUST, A. (1958): Die jungpaläolithischen Zeltanlagen von Ahrensburg. - Offa NF 15. Neumünster.
- STRÖBEL, R. (1936): Ein germanischer Hof um die Zeitenwende, wiederhergestellt in Oerlinghausen im Teutoburger Wald. - Germanenerbe: 50-53.
- WILLERDING, U. (1987): Anmerkungen zum Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen. - Aus westfälischen Museen 3. Jahrgang, Heft 1: 49-51.
- WINKELMANN, W. (1958): Die Ausgrabungen in der frühmittelalterlichen Siedlung bei Warendorf (Westfalen). - W. Krämer (Hg.): Neue Ausgrabungen in Deutschland: 492-517.
- YPEY, J. (1982): Europäische Waffen mit Damaszierung. - Archäologisches Korrespondenzblatt 12: 381-388.

Anschrift des Verfassers:

Frank Andraschko  
Seminar für Ur- und Frühgeschichte  
Nikolausberger Weg 15  
D-3400 Göttingen

## Das Museumsdorf Düppel - ein Feld für die experimentelle Archäologie

Klaus Goldmann

Im Süden von Westberlin, dicht an der Grenze zur DDR, liegt unweit des modernen Grenzüberganges Dreilinden/Drewitz das Museumsdorf Düppel. Es ist der Versuch, ein vollständig durch Ausgrabungen in seinen Grundrissen dokumentiertes Dorf aus der Zeit um 1200 n. Chr. pfeifengetreu an Ort und Stelle zu rekonstruieren und mit Leben zu füllen.

Über seine Entdeckung, die Interpretation der Grabungsfunde, die ersten Pläne zur Rekonstruktion bis zur Verwirklichung des Projektes als „Lebendiges Museum“ und „Archäologisches Versuchszentrum“ wird im folgenden berichtet.

Das Areal, auf dem das Museumsdorf gebaut wird, ist begrenzt durch einen heute weitgehend verlandeten See, das „Krumme Fenn“, der in alter Zeit eine schiffbare Verbindung zur Havel hatte, und seitlich jeweils durch die Trasse der Eisenbahnlinie Berlin-Potsdam, übrigens der ältesten Bahnstrecke Preußens, und den „Königsweg“, Teilstück eines der wichtigsten europäischen Verbindungswege, der Straße zwischen Warschau und Paris. Auf diesem Areal, das seit dem Mittelalter nur landwirtschaftlich genutzt wurde, befand sich während des Zweiten Weltkrieges eine Luftabwehr-Batterie, die mehrfach von alliierten Flugzeugen angegriffen wurde. Dabei fiel eine Bombe zufällig in eine alte Abfallgrube und schleuderte größere Mengen Scherben an die Oberfläche, die von Fachleuten als einheitlich erkannt wurden und aus der Zeit um 1200 n. Chr. stammten. Man registrierte damals die Fundstelle in den Akten.

Als nach dem Kriegsende die Völker Mitteleuropas mit dem Wiederaufbau ihrer zerstörten Städte begannen, erlebte die Archäologie einen großen Aufschwung: Man konnte zahllose neue Erkenntnisse aus der meist nicht durch Urkunden und Berichte dokumentierten Frühzeit der Städte gewinnen. Viel weniger Informationen gab es dagegen für den dörflichen Bereich, wobei im Berliner Raum auch die Frage besonders interessierte, wie die ersten Dörfer der sog. Ostsiedlung nach der endgültigen Unterwerfung des vorher wendischen Gebietes ausgesehen haben. In einem mehr als 150-jährigen Ringen hatten die wendischen Stämme zwischen Elbe und Oder nach dem großen Aufstand von 983 ihre Unabhängigkeit zu bewahren versucht, wurden aber schließlich durch die Übermacht der Feinde bezwungen. Das Land war damals völlig ausgeblutet, weshalb Neusiedler aus den westlichen Regionen, vorwiegend vom Niederrhein, angeworben wurden. Sie sollten das Land wieder in den blühenden Zustand versetzen, wie ihn Ibrahim-Ibn-Jacub für das 10. Jahrhundert beschreibt, aber auch später noch Bischof Otto von Bamberg, als er im 12. Jahrhundert seine Missionsreise nach Pommern unternahm. Trotz des hochgesteckten Zieles scheiterte dieser Versuch, vielleicht auch wegen widrigen Klimas: Jedenfalls versumpfte das alte Kulturland zunehmend, und die Humusdecke des neugeordneten Landes wurde in die Täler gespült. Es entstand in der Mark Brandenburg eine „Streusandbüchse“.

Diese umfassenden Fragestellungen aber auch Detailfragen zu faßbaren Unterschieden in dörflichen und städtischen Siedlungen der Übergangszeit veranlaßte die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), große Geldmittel für die Ausgrabung der im ehemaligen Gutsbereich „Düppel“ liegenden alten Dorfstelle bereitzustellen.

(Der Name „Düppel“ weist auf die Erstürmung der Düppeler Schanzen im Jahre 1864 im Krieg Österreichs und Preußens gegen Dänemark. Der preußische Prinz Friedrich Karl wurde für seinen Sieg mit dem Gutsbereich belehnt - der alte Name der Siedlung ist unbekannt).

Bis zum Jahre 1970 erfolgten umfangreiche Ausgrabungen, mit denen schließlich die gesamte Oberfläche freigelegt und erforscht wurde. Es ergab sich, daß zeitlich vor der zu-



Abb. 1: Grundriß eines absiden Hauses mit zurückgesetztem Eingang und Herdstelle während der Ausgrabung.

nächst erkannten Dorfanlage hier eine starke Befestigung in Gestalt einer hölzernen Doppelpalisade bestanden hatte. Wie ist dies zu erklären? Es ist bekannt, daß nach der Unterwerfung des heutigen Berliner Raums durch die Askanier in der Mitte des 12. Jahrhunderts der Herrschaftsbereich des Markgrafen von Meißen bis an dessen Grenze reichte. So war die direkt südlich von Berlin liegende Hochfläche des Teltow Meißener Besitz - es ist deshalb sehr naheliegend, daß die in direkter Nachbarschaft zur heutigen Grenzkontrollstelle zur DDR liegende Doppelpalisade die gleiche Funktion hatte: sie kontrollierte den Personen- und Warenverkehr auf einer wichtigen Nord/Süd-Europastraße. (Übrigens galten im Mittelalter ähnliche Regeln wie bis vor kurzer Zeit: ein Verlassen der „Transitstrecken“ wurde schwer geahndet.)

Kurz vor 1200 erweiterten die Askanier ihren Einflußbereich auf den Teltow, aus dem Grenzland wurde Hinterland. Die alte Kontrollstelle wurde bedeutungslos - ihr Platz schien aber geeignet, Neusiedler anzusetzen. Es wurde nach dem Schleifen eines Teils der Palisade ein Dorf errichtet, das sich in Form eines Hufeisens an den See des „Krummen Fenns“ lehnte und als repräsentative Eingangssituation sogar noch die Toranlage des Vorläuferbaus behielt. Diese Dorfform ist nun unbezweifelbar wendischen Ursprungs - verwandt mit dem sog. Rundling, wie er in der Bundesrepublik Deutschland heute z.B. in Dörfern des „hannoverschen Wendlandes“ an der Elbe belegt ist. Wer

aber erbaute und besiedelte das Dorf um 1200? Die archäologischen Funde - obwohl wenig zahlreich - lieferten genug Belege dafür, daß an diesem Platz aus dem Westen eingewanderte Neusiedler mit einheimischen Wenden im selben Dorf oder unter einem Dach gelebt haben. Frühdeutsche Keramik der Einwanderer gibt es ebenso wie Importware aus der Kiewer Rus.

Das Dorf „Düppel“ ist nach vielleicht einer Generation schnell aufgegeben worden; zum Kummer der Archäologen nicht abgebrannt oder anders zerstört, dann hätten sich mehr Zeugnisse der materiellen Kultur gefunden. Offenbar ist es einer planmäßigen „Flurbereinigung“ um die Mitte des 13. Jahrhunderts zum Opfer gefallen - wahrscheinlich wurden seine Bewohner in das neugegründete Zehlendorf - ein sog. Angerdorf - umgesetzt, denn dieser Kern des heutigen Bezirks der Großstadt Berlin entstand nach Ausweis der Funde zum gleichen Zeitpunkt, als „Düppel“ und andere benachbarte Weiler aufhörten zu bestehen. Da Häuser in dieser Periode nicht als Immobilien galten, sondern, wie heute noch alte Bauernhäuser in ethnographische Parks, einfach umgesetzt wurden und man allen Hausrat mitnahm, verbleiben dem Archäologen nur Standspuren und zufällig Verlorenes.

Die Ursache für die schnelle Aufgabe des Siedlungsplatzes ist nur zu vermuten: Es kann eine Rolle gespielt haben, daß eine Konzentration der Besiedlung auf größere Ortschaften die Kontrolle und Eintreibung der auch damals hohen Steuerlast der Bewohner erleichterte, es kann aber auch durchaus daran gelegen haben, daß das Areal um das alte Dorf in Folge eines weit entfernt angelegten Gewässerstaus, um Mühlen zu betreiben, versumpfte und die Bewohner deshalb ihrer Lebensgrundlage im Gartenbau und der Viehzucht beraubt wurden. Dann war die Umsiedlung zwangsläufig. Zehlendorf liegt auf der Grenzlinie der Böden, die später bevorzugt für Ackerbau genutzt wurden. Die Dorfstelle in „Düppel“ war bis in das 18. Jahrhundert zur Hälfte von Wasser bedeckt! Gegen Schluß der Ausgrabungen 1970 kam die Idee auf, am Ort des alten Dorfes die Häuser dort zu rekonstruieren, wo sie einst gestanden hatten, und damit auch dem Steuerzahler, dessen Mittel ja letztlich die Finanzierung des Projektes ermöglichten, bessere



2



4

Abb. 2: Der im Holz erhaltene Unterteil eines Brunnens während der Ausgrabung.

Abb. 4: Ein mittelalterliches Haus wird wieder aufgebaut.



3



5

Abb. 3: Mittelalterliche Teerschwelle, im Schnitt als Grube erkennbar.

Abb. 5: Blick auf die Gesamtanlage Düppel mit dem Haupteingang.



Rechenschaft abzulegen, als es sonst üblich ist. Im Normalfall wird zur Auswertung von Baufunden ein Architekt herangezogen, er wird um einen Rekonstruktionsvorschlag gebeten, der dann für Spezialisten und Institute in einer Auflage von vielleicht 600 Exemplaren gedruckt wird, von denen 300 unverkäuflich bleiben. Die Öffentlichkeit bleibt fast ausgeschlossen. Ein Wiederaufbau dieses Dorfes könnte auch die Möglichkeit ergeben, dem „Geldgeber Steuerzahler“ an einem für ihn einsichtigen Punkt darüber zu berichten, weshalb die Ausgrabung nötig war, welche Ergebnisse sie erbrachte und welchen Bezug zur eigenen Berliner Geschichte sie hat. So versuchten die Berliner Archäologen damals, Freunde und Geldgeber zu finden, um die Rekonstruktion zu verwirklichen. Das Projekt scheiterte zunächst im Frühjahr 1975, als eine spätere Übernahme des rekonstruierten Dorfes von den Staatlichen Berliner Museen abgelehnt wurde, weil damals diese Form der experimentellen Archäologie noch als „unseriös“ galt. Daraufhin gründeten die Berliner Prähistoriker eine Organisation, die die Rekonstruktion ohne staatliche Hilfe in Gang setzen wollte. Mit Hilfe der öffentlichen Medien (Fernsehen, Funk und Presse) wurde die Berliner Bevölkerung zum Besuch des Platzes aufgerufen, wurden erste Rekonstruktionsversuche vorgeführt und für die Mitgliedschaft in der Organisation geworben, die das Dorf bauen wollte. Nach zwei Tagen der „Offenen Tür“ hatten Mitte 1975 1200 Berliner ihren Beitritt erklärt und waren bereit, jährlich einen nicht unbedeutenden Jahresbeitrag zur Verwirklichung der Idee zu entrichten (Heute hat der Verein ca. 3000 Mitglieder).

Mit dieser Öffnung für die Öffentlichkeit änderte sich auch die ursprüngliche Planung: während zunächst nur eine Rekonstruktion des wendisch/deutschen Dorfes vorgesehen war, kamen nun zahlreiche Vorschläge aus der Berliner Bevölkerung, sich aktiv an dem begeistert aufgenommenen Vorhaben zu beteiligen. Man wollte helfen, die Handwerkstechniken des Mittelalters in allen Bereichen zu rekonstruieren und beim Wiederaufbau des Dorfes anzuwenden. Diese Angebote wurden von den Prähistorikern des Museums für Vor- und Frühgeschichte Berlin gern angenommen. Es bildeten sich seit 1975 zahlreiche Arbeitsgruppen, die heute etwa 200

Mitarbeiter haben und die verschiedene Themen mittelalterlicher technischer Kenntnisse systematisch bearbeiteten. Manche wissenschaftliche Publikationen sind aus dieser Zusammenarbeit von Archäologen und Laien entstanden und erschienen - das Museumsdorf Düppel ist heute ein international anerkanntes Versuchszentrum der „Experimentellen Archäologie“, das weitgehend ohne Entlohnung, also ehrenamtlich, betrieben wird. Ein solches ungewöhnliches Experiment ist allerdings wohl nur in einer Millionenstadt durchführbar, nicht aber auf dem freien Lande. Bis 1989 wurden im Museumsdorf Düppel zwölf Häuser, zwei Speicher, ein Brunnen und die Eingangspalisade rekonstruiert, mehr als die Hälfte des einst vorhandenen Baubestandes.

Mehrere Häuser sind 1980 und 1985 durch Brandstiftung vernichtet worden, den Wiederaufbau nach dem Brand von 1985 verdanken wir der großzügigen Amtshilfe der Kollegen vom Museum in Biskupin (Polen).

Wie andere Freilichtmuseen Europas hat auch das Museumsdorf Düppel sich nicht allein die Aufgabe gestellt, die historischen Baulichkeiten zu rekonstruieren, sondern es will neben der breiten Darstellung mittelalterlicher Handwerkstechniken auch dazu beitragen, andere Kulturgüter zu erhalten: Als solche müssen die ursprünglich artenreichen „Haustiere“ genauso bezeichnet werden wie die „Kulturpflanzen“, die mehr und mehr verlorengehen.

Dieser Komplex wird anschließend durch weitere Berichte behandelt.

Anschrift des Verfassers:

Dr. rer. nat. Klaus Goldmann  
Museum für Vor- und Frühgeschichte SMPK  
Schloß Charlottenburg  
Langhansbau  
D-1000 Berlin 19



## Von der Aussaat bis zum Verzehr

Landwirtschaftliche Produktionsweisen  
von der Steinzeit bis zum Mittelalter

## Experimente zur ur- und frühgeschichtlichen Landwirtschaft

Jutta Meurers-Balke

### Von der Aussaat bis zum Verzehr

Vor etwa 7.500 Jahren gingen die prähistorischen Menschen in Mitteleuropa dazu über, den größten Teil ihrer Nahrungsmittel durch den Anbau von Kulturpflanzen und die Haltung von Haustieren zu produzieren. In Abhängigkeit zu den naturräumlichen Voraussetzungen und mit der Entwicklung der landwirtschaftlichen Geräte und Verfahren entstanden differenzierte Wirtschaftsformen, die sich deutlich auch im archäologischen Fundstoff niederschlagen.

Archäologische Funde vermitteln einen Einblick in die Vielfalt landwirtschaftlicher Geräte, auch wenn das damalige Spektrum längst nicht vollständig überliefert ist; Grabungsbefunde lassen auf technische Verfahren und Arbeitsorganisation schließen. Wichtige Quellen zur Rekonstruktion der Landwirtschafts- und Nahrungsgeschichte sind die bei den Ausgrabungen geborgenen Pflanzen- und Knochenreste, deren Bestimmung und Auswertung durch Archäobotaniker und Archäozoologen recht detaillierte Erkenntnisse zum ur- und frühgeschichtlichen Ackerbau und zur Viehhaltung erbracht haben.

Das Bild, das sich aus diesen Mosaiksteinen zusammensetzen läßt, ist jedoch recht lückenhaft, besonders was die Verwendung längst in Vergessenheit geratener alter Techniken und Werkzeuge betrifft. Zu einigen der auftauchenden Fragen bietet die Überlieferung der europäischen Volkskunde und die Untersuchungen der außereuropäischen Völkerkunde Antworten an, zu anderen schweigen auch diese Quellen. An dieser Stelle setzt die experimentelle Archäologie an, die

im landwirtschaftlichen Bereich bereits auf eine längere Tradition zurückblicken kann (vgl. dazu COLES 1973).

Voraussetzung für den Anbau von Kulturpflanzen in Mitteleuropa war zu Beginn und ist noch heute die Schaffung und Erhaltung waldfreier Flächen. Aus diesem Grunde sind Rodungsexperimente, die sich mit der sachgerechten und effektiven Anwendung prähistorischer Beile und Äxte beschäftigen, im erweiterten Sinne zum landwirtschaftlichen Bereich zu zählen (siehe dazu Beiträge Pleyer). Auch die Durchführung und Wirkung der Brandrodung kann im Experiment überprüft werden.

Kontrollierte Freilandversuche eröffnen die Möglichkeiten, die Produktivität der in ur- und frühgeschichtlicher Zeit genutzten Kulturpflanzen in Abhängigkeit zu unterschiedlichen Böden sowie Klima- und Umweltbedingungen zu untersuchen. So konnten Ackerbauversuche in Norddeutschland und den Niederlanden die aus der archäobotanischen Analyse entwickelte Hypothese untermauern, daß ein beschränkter, aber gewinnbringender Anbau von den in den Marschsiedlungen nachgewiesenen Kulturpflanzen in der unbedeckten Salzwassermarsch möglich war (siehe Beitrag BEHRE). Mit der Getreideproduktion auf unterschiedlichen Böden und unter verschiedenen Klimabedingungen beschäftigen sich weitere Freilandversuche: z.B. Anbau von „jungsteinzeitlichen“ Getreidesorten auf Lößboden im Rheinland (Beitrag MEURERS-BALKE u. LÜNING), „eisenzeitlicher“ Getreideanbau auf Rendzina über Kreide in Südengland.

Die Durchführung und Auswertung landwirtschaftlicher Freilandexperimente zu archäologischen Fragenkomplexen unterliegen besonderen Schwierigkeiten. Der Versuchsrahmen ist von heutigen Bedingungen (wie z.B. vom heutigen Standort, dem heutigen Wetterverlauf und heute noch keimfähigen Saatgut) vorgegeben und unterscheidet sich damit von den in ur- und frühgeschichtlicher Zeit herrschenden Verhältnissen. Die nicht zu beeinflussenden Umweltbedingungen machen Langzeitversuche notwendig, während deren Verlauf die einwirkenden Faktoren so genau wie möglich gemessen und dokumentiert werden müssen. Erst vor diesem Hintergrund läßt sich der Einfluß abschätzen, den die den Versuchen zugrundeliegenden „an-

thropogenen Variablen“ (wie z.B. Bodenbearbeitungstechniken, Aussaatmodus, Ernteverfahren oder Fruchtwechsel) ausüben. Die Rekonstruktion dieser zeit- und kulturspezifischen „anthropogenen Variablen“ ist die Aufgabe von Experimenten, die sich mit der sachgerechten Handhabung archäologisch nachgewiesener landwirtschaftlicher Geräte (wie Pflüge, „Erntemesser“, Hacken usw.) und daraus resultierender Befunde (z.B. Pflugspuren, Ackerformen) beschäftigen.

Ein wünschenswertes Ergebnis von Anbauversuchen ist, eine Vorstellung von den potentiellen Ernteerträgen zu erhalten, die sich mit ur- und frühgeschichtlichen Landwirtschaftspraktiken erzielen ließen. Auch bei sorgfältiger Standortwahl und eng am archäologischen Befund orientiertem Versuchsaufbau sind als Ergebnis von landwirtschaftlichen Freilandversuchen nur relative Werte zu erwarten. Dies liegt insbesondere daran, daß „prähistorisches“ Saatgut nicht zur Verfügung steht und beim Experiment auf durch den Jahrtausende währenden Anbau in ihren Eigenschaften veränderte, heute keimfähige Landsorten zurückgegriffen werden muß. Rückzüchtungen durch Kreuzung von Kultur- mit Wildformen sowie Erhaltungszucht von Saatgut aus dem letzten Jahrhundert werden in Zukunft die im Experiment zu ermittelnden Grenzwerte noch deutlicher sichtbar werden lassen (siehe Beitrag PLARRE). Dieser Weg eröffnet nicht nur Erkenntnismöglichkeiten auf dem Gebiet der Kulturpflanzenproduktion, sondern vermittelt auch Einblicke in die Geschichte der Haustierhaltung (so wird z.B. im Museumsdorf Düppel durch Kombinationszüchtung eine den mittelalterlichen Wirtschaftsbedingungen angepaßte Schweinerasse (Weideschwein) angestrebt (siehe Beitrag PLARRE)).

Viele der in urgeschichtlicher Zeit bedeutsamen Kulturpflanzen spielen in der heutigen Landwirtschaft überhaupt keine Rolle mehr, oder sie sind nur noch von regionaler Bedeutung. Hier erfüllen Freilichtmuseen eine wichtige Aufgabe, indem sie - ebenso wie die eigens dafür geschaffenen Gen-Banken - durch kontinuierlichen Anbau die genetische Vielfalt zu bewahren helfen (siehe dazu auch Beitrag PLARRE und Beitrag ANDRASCHKO, LOHMANN u. WILLERDING). Durch die moderne Landwirtschaft werden nicht nur alte Kulturpflanzen verdrängt, son-

dern auch vielen bodenständigen, durch die in vor-industrieller Zeit praktizierten landwirtschaftlichen Verfahren bedingten Unkrautgesellschaften werden die Lebensräume genommen. Diese zu erhalten ist die primäre Zielsetzung von Feldfloraeservaten, die in Verbindung mit experimentellen Arbeiten darüber hinaus auch zur Überprüfung von in der Paläo-Ethnobotanik entwickelten Auswertungsmethoden dienen können (siehe Beitrag LANGE u. ILLIG).

Zwischen Ernte und Verzehr des Nahrungsmittels liegen eine Reihe von Arbeitsschritten; die archäologischen Funde und Befunde lassen eine Fülle von Alternativen erkennen, die Lagerung, Verarbeitung, Zubereitung, Backen und Kochen betreffen. Auch auf diesem Gebiet können systematische Experimente helfen, die in diesem Rahmen entwickelten Hypothesen zu bestätigen oder zu widerlegen.

So lassen Versuche mit steinernen Schiebmöhlen, deren Bruchstücke bei archäologischen Ausgrabungen bäuerlicher Siedlungen häufig gefunden werden, Zweifel daran aufkommen, daß diese - wie hypothetisch angenommen - zum Entspelzen von Spelzgetreiden verwendet wurden (siehe Beitrag LÜNING u. MEURERS-BALKE). Dagegen erbrachten Mahlversuche mit Sattel- und Trogmöhlen Ergebnisse, die ihre Eignung als Getreidemöhlen bestätigen (siehe Beitrag TEEGEN, HELLMICH u. SCHULZ).

Rekonstruktion der Form aus dem archäologischen Befund und Überprüfung der angenommenen Verwendung durch das Experiment vereinen die vorgestellten Beiträge über Backöfen, die aus der Jungsteinzeit (Beitrag PLEYER u. PFAFFINGER; Beitrag WERNER) und aus der späten Bronzezeit (Beitrag ADAMECK, BROOCKS, JENSEN u. TILCH) stammen.

Anschrift der Verfasserin:

Dr. Jutta Meurers-Balke  
Institut für Ur- und Frühgeschichte  
Albert-Magnus-Universität Köln  
Weyertal 125  
D-5000 Köln

## Experimente zur frühen Landwirtschaft

Ein Überblick über die Kölner Versuche in den Jahren 1978-1986

Jutta Meurers-Balke und Jens Lüning

### Einführung

Die archäologische Forschung definiert das Neolithikum (die Jungsteinzeit) als eine Periode, in der die Menschen begannen, ihre Nahrungsmittel selbst zu produzieren. Gekocht und gebraten hatte man schon früher, die Zutaten dazu waren jedoch der Natur entnommen, so wie sie dort angeboten wurden, wie man sie sammeln und erjagen konnte. Auch dieses geschah freilich nicht, wie viele annehmen, willkürlich und zufällig, sondern gezielt und dem jahreszeitlich wechselnden Angebot der Natur angepaßt. Dieses planmäßige Auswählen durch die paläolithischen und mesolithischen Jäger und Sammler wurde nun, im beginnenden Neolithikum, noch einen Schritt weitergetrieben; man griff in die natürliche Produktion ein, konzentrierte sich auf bestimmte Tier- und Pflanzenarten sowie Standorte, isolierte sie von ihrem natürlichen Umfeld, pflegte und hegte sie, veränderte dadurch bewußt und unbewußt ihre genetische Zusammensetzung und tat damit erstmals das, was wir gewöhnlich die Unterwerfung der Natur unter menschliche Zwecke und Absichten nennen. Dieser Vorgang begann vor etwa 10000 Jahren im Vorderen Orient und vor rund 7500 Jahren in Mitteleuropa.

Ackerbau und Viehzucht erforderten neue Techniken und Geräte. Der Boden mußte bearbeitet und das Unkraut gejätet werden (Pflug, Hacke, Spaten, Grabstock). Zäune für Felder und feste Häuser verhalfen der Holzbearbeitung zu einem großen Aufschwung (Äxte, Beile, Hämmer). Für Saatgut und Eßgetreide waren hölzerne oder aus Lehm gebaute Speicher in den Häusern und große Erdspeicher nötig. Das Getreide mußte gedroschen, entspelzt, gereinigt, gemahlen und zu Speisen wie Fladen, Brot, Brei und Suppen zubereitet werden (Dreschflegel, Mörser, Siebe, Mahlsteine, Gefäße).

Freilich bildete das Getreide nur die Grundnahrung. Dazu kam eine reiche Palette an Kulturpflanzen (Hülsenfrüchte, Lein, Mohn) und Wildpflanzen (Beeren, Nüsse, Pilze, Wurzeln, Gemüse) und natürlich die Fleischnahrung von Haus- und Wildtieren (Rind, Schwein, Ziege, Schaf, Jagdtiere aller Art). Kurzum, ein reicher und vielgestaltiger Speisezettel erforderte ebenso vielfältige Methoden und Geräte für Produktion und Verarbeitung; das bäuerliche Jahr war randvoll mit Arbeit gefüllt.

Viele dieser Tätigkeiten haben im archäologischen Fundstoff ihre Spuren und Überreste hinterlassen, andere nicht. Zu letzteren gehören meist alle Geräte aus Holz und anderen organischen Materialien, weil sie im Boden vergangen sind, wenn nicht günstige Umstände, wie Moore und Seen, kostbare Zeugnisse erhalten haben. Es gilt, diese Bruchstücke eines ehemals wohl organisierten bäuerlichen Arbeitsjahres wieder zusammenzusetzen, die Lücken zu ergänzen und herauszufinden, wie effektiv die steinzeitlichen Bauern gearbeitet haben, welche uns bekannten und uns unbekanntes Geräte und Verfahren sie angewendet haben.

Bei dieser Rekonstruktion ist die Überlieferung der europäischen Volkskunde und der schriftlichen Quellen von großer Bedeutung, auch wenn wir darin nur das Ende einer langen Kette von Veränderungen fassen, die seit der Jungsteinzeit geschehen sind. Gewagter ist ein Blick in die Völkerkunde, weil dort ganz andere Klima- und Bodenverhältnisse herrschen, ganz zu schweigen von der Vegetation. So war es zweifellos ein schwerer Mißgriff, die Verhältnisse des tropischen Wanderfeldbaus unbesehen auf die europäischen Lößgebiete zu übertragen und hier für

das Neolithikum ein „Wanderbauerntum“ zu rekonstruieren.

Ein dritter Weg führt über das archäologische Experiment. Auch hier lauern viele Fußangeln; wird doch der handelnde Archäologe mit Tätigkeiten und Aufgaben konfrontiert, für die er als Kind des Industriezeitalters in gar keiner Weise vorbereitet ist.

Gerade in dieser praktischen, durch wissenschaftliche Fragestellungen gesteuerten Arbeitsweise liegt jedoch auch der große Gewinn für die persönlichen und damit auch für die allgemeinen Erkenntnisse, ein zwar bescheidener, aber - wie viele Experimentatoren erfahren haben - dennoch außerordentlich fruchtbarer und durch nichts zu ersetzender Schritt näher heran an eine versunkene frühbäuerliche Welt.

### Voraussetzungen der Kölner Experimente

Die Kölner Versuche zur frühen Landwirtschaft basieren auf den archäologischen Erkenntnissen zur frühesten Bauernkultur des Rheinlandes, der Bandkeramik (LÜNING u.a. 1982). Wie die umfangreichen Untersuchungen verkohlter Pflanzenreste aus dieser Zeit zeigen (z.B. KNÖRZER 1986), spielte das Getreide die Rolle eines Grundnahrungsmittels. Zwei Weizenarten, Einkorn und Emmer, und die gleichbleibende Beimischung einiger weniger Unkräuter erlauben den Schluß, daß die frühen Bauern bereits über erprobte Verfahren zur Bodenbearbeitung, Aussaat, Pflege, Ernte und Reinigung des Getreides verfügten und sie routinemäßig anwendeten. Eine günstige Voraussetzung zur Anlage landwirtschaftlicher Experimente war ein rund 6000 m<sup>2</sup> großes Versuchsgelände im Hambacher Forst, das uns für die Dauer der Anbauversuche von der Rheinischen Braunkohlen AG zur Verfügung gestellt wurde. Das Versuchsgelände liegt in einem naturnahen Stieleichen-Hainbuchen-Wald, in dem seit karolingischer Zeit kein Ackerbau betrieben worden ist. Auch wenn die Artenzusammensetzung in keiner Weise mehr den von den bandkeramischen Bauern gerodeten Lindewäldern des Atlantikums entspricht, der heutige Bodenzustand der Hambacher Parabraunerde mit den Degradationsformen neo-

lithischer Schwarzerden nicht identisch ist und die chemischen und bodenphysikalischen Eigenschaften für den Pflanzenanbau wesentlich ungünstiger ausfallen als bei den bandkeramischen Böden, war dennoch die Möglichkeit gegeben, mit einer erstmaligen Rodung beginnend, über mehrere Jahre einen vollständigen landwirtschaftlichen Jahreszyklus mit Aussaat, Ernte und Bodenbearbeitung durchzuspielen.

Standen zunächst Fragen zum Ertrag der in der Bandkeramik angebauten Getreidearten und zur Produktivität des mit prähistorischen landwirtschaftlichen Verfahren bestellten Lößbodens im Vordergrund des Interesses, so erweiterte die praktische Beschäftigung den Fragenkatalog bald deutlich und machte den Experimentatoren klar, wie unvollständig unser heutiges Bild über die frühe Landwirtschaft in Mitteleuropa ist. Aus diesem Grunde wurden die Versuche auf den gesamten landwirtschaftlichen Jahreszyklus ausgedehnt: von der Aussaat des Getreides bis hin zum fertigen Brot (Abb. 1). Nicht alle Fragenkomplexe konnten dabei in exakt dokumentierten und wissenschaftlich auswertbaren Versuchsreihen bearbeitet werden; aufgrund unseres lückenhaften Kenntnisstandes blieben verschiedene Versuche auf dem Niveau des „Ausprobierens“ stecken. Es können in diesem Rahmen weder die archäologischen und volkskundlichen Grundlagen der Versuche noch ihr Aufbau, die Meßergebnisse und die wissenschaftliche Auswertung im Detail vorgelegt werden. Vielmehr sollen ein genereller Überblick den Rahmen der durchgeführten Experimente aufzeigen und einige Überlegungen und Ergebnisse zur frühen Landwirtschaft mitgeteilt werden.

Die Experimente wurden mit Mitarbeitern und Studenten des Instituts für Ur- und Frühgeschichte der Universität Köln durchgeführt.<sup>1</sup> In mehreren Seminaren wurden die Grundlagen diskutiert und in Vorversuchen endgültige Versuchsanordnungen erarbeitet. Darüber hinaus beschäftigten sich mehrere Kölner Magisterarbeiten mit experimentellen Themen: Fällen mit Steinbeilen (SCHARDT 1982; 1985), Pflügen mit hölzernen Ards (TEGTMEIER 1987 a; 1987 b), Ernte mit zusammengesetzten Erntemessern (FRANK 1983; 1985) und Herstellung und Benutzung von Kuppelöfen (WERNER 1986 a; 1986 b).

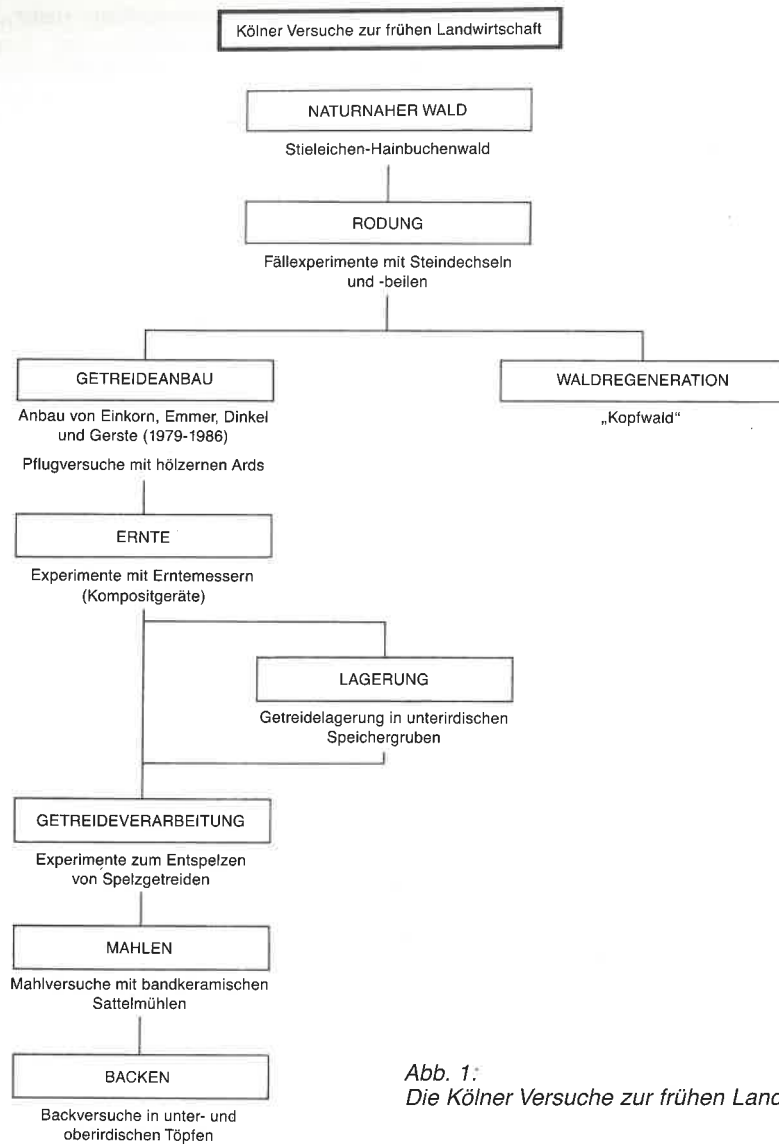


Abb. 1:  
Die Kölner Versuche zur frühen Landwirtschaft.

### Anbauversuche (1979-1986)

#### Fragestellungen

Es kann nicht das Ziel von Anbauversuchen sein, bandkeramischen Getreideanbau zu imitieren. Dazu fehlt es nicht nur an archäologischen Grundlagen, was z.B. das landwirtschaftliche Gerätespektrum und dessen angemessene Handhabung betrifft, sondern auch an den Voraussetzungen, welche die ersten Bauern im Rheinland zur Zeit des At-

lantikums hier vorfanden (Vegetation, Klima, Boden usw.). Des weiteren werden die Experimente von Menschen des 20. nachchristlichen Jahrhunderts durchgeführt, die eine über 7000jährige Geschichte vom Erfahrungsschatz der Bandkeramiker trennt. Allerdings können die Beobachtungen, die bei einem mehrjährigen Getreideanbau auf einer im Jahre 1978 angelegten Rodungsfläche in einem heutigen naturnahen Waldland gemacht werden konnten, dem Archäologen einen Einblick in die Bedingungen, Schwie-

rigkeiten und daraus resultierenden Notwendigkeiten einer „Landnahme“ gewähren. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse können die zum neolithischen Ackerbau existierenden Hypothesen überdacht und aus den praktischen Erfahrungen heraus möglicherweise neue, zusätzliche Anhaltspunkte entwickelt werden.

### Rodung

Nach einer etwa einjährigen Planungsphase begannen die landwirtschaftlichen Versuche im Winter 1978/79 mit der Rodung des seit karolingischer Zeit bestehenden Waldes. Einige Bäume wurden dabei mit Steinbeilen gefällt, die steinzeitlichen Vorbildern nachgebaut waren (SCHARDT 1982). Die Verwendung der in bandkeramischer Zeit üblichen, quer geschäfteten Fälläxte (Dechsel) läßt ein Schlagen der Bäume in Bodennähe nicht zu (Abb. 3.1). Aus diesem Grunde wurden auch bei Einsatz der Motorsäge die Bäume in Brust- bzw. Kopfhöhe gefällt. Die im Boden verbleibenden Baumstüben begannen bereits im nächsten Frühjahr wieder auszuschlagen, und schon nach wenigen Jahren entwickelte sich ein dichtwüchsiger und durch raschwüchsiges Birkenaufkommen heute nahezu undurchdringlicher „Kopfwald“ (Abb. 3.2).

Auf den zukünftigen Feldflächen wurden die

Bäume zur späteren Arbeitserleichterung in Bodennähe gefällt. Die hier in den kommenden Jahren aus den Stubben austreibenden Schößlinge wurden zur besseren Lichtversorgung der Getreidepflanzen stets beseitigt.

### Rahmenbedingungen der Feldversuche

Wie bei allen archäologischen Experimenten sollten auch bei landwirtschaftlichen Versuchen mehrfache Wiederholungen unter konstanten Bedingungen angestrebt werden. Dies ist bei Freilandversuchen mit wechselnden Wetterbedingungen nicht exakt möglich, doch bemühten wir uns, die „anthropogenen Maßnahmen“ weitgehend zu normieren und Störfaktoren - so gut dies möglich war - auszuschließen.

Die Anbaufläche wurde in 20 Felder in der Größe von je 3 x 3 m unterteilt (Abb. 2). Auf je vier Feldflächen wurden die seit der Bandkeramik im Rheinland bekannten Weizenarten Einkorn und Emmer angebaut, die seit dem Mittelneolithikum nachgewiesene Nacktgerste sowie Dinkel, der im Rheinland erst seit der Eisenzeit, andernorts im westlichen Mitteleuropa schon im Jungneolithikum und seit der Bronzezeit auftritt (KÖRBERGROHNE 1987, 72f.). Vier Felder wurden zusätzlich mit einer Mischsaat aus Einkorn und Emmer bestellt, da beide Weizenarten in den botanisch untersuchten bandkeramischen

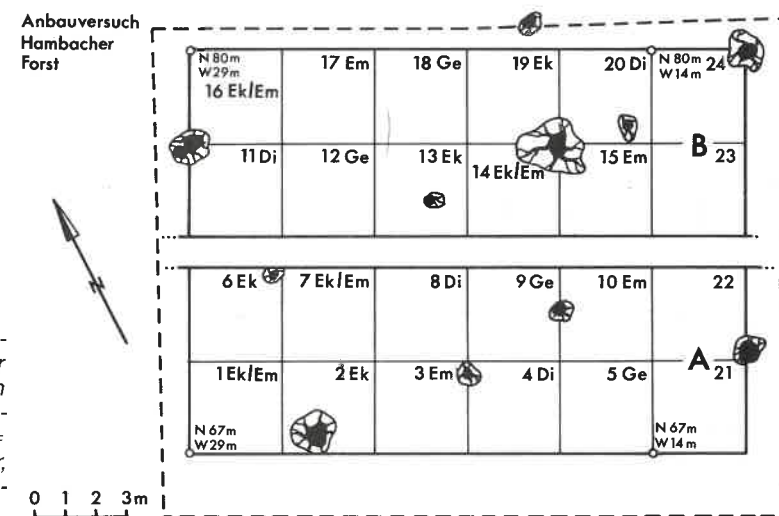


Abb. 2: Plan der Anbaufläche mit Lage der Baumstümpfe und den auf den Feldflächen angebauten Arten. Ek = Einkorn, Em = Emmer, Ge = Gerste, Di = Dinkel.



1



2



3



4



5



6

Abb. 3: 1. Fällen eines Baumes mit einem quergeschäfteten Steindechsel. 2. Birkenaufkommen in der 1978 angelegten Rodungsfläche. 3. „Pflügen“ mit hölzernem Ard. 4. Ziehen der Saatrillen. 5. Aussaat. 6. Aufwuchs.



1



2



3



4



5



6

Abb. 4: 1. Ernte mit einem aus Geweih und Feuersteinklingen rekonstruierten Erntemesser. 2. Mörsern von Spelzgetreide. 3. Mahlen von entspelztem Getreide auf einer rekonstruierten bandkeramischen Schiebemühle. 4. Blick in einen Getreidesilo während der Öffnung (mit Meßeinrichtungen). 5. Backen eines „Tulpenbecherbrotes“. 6. Anheizen eines unterirdischen Kuppelofens.

Proben stets gemeinsam auftreten, also vermutlich gemischt wuchsen und miteinander geerntet wurden (KNÖRZER 1979, 152). Für jede Getreideart sowie für die Mischsaat wurden somit vier Wiederholungen angelegt; die anfangs erfolgte Zuweisung wurde weitgehend während der sieben Anbaujahre beibehalten, d.h. die einzelnen Getreidearten wurden jedes Jahr wieder auf der gleichen Feldparzelle ausgesät. Zur Vereinfachung der Bearbeitung verwendeten wir für die Anbauversuche ausschließlich Sommergetreide.

Das Saatgut wurde mit Ausnahme einer in Breitwurf bestellten Teilfläche im Jahre 1982 immer in Rillen ausgesät (Abb. 3.5). Die Entscheidung zur Rillenaussaat fiel primär aus arbeitstechnischen Überlegungen: einerseits erleichterte dies die Unkrautbekämpfung während des Aufwuchses, andererseits ließen sich die wöchentlichen Bestandsmessungen genauer durchführen. Die Saatrillen wurden mit hölzernen Handhaken gezogen, die den aus Schweizer Seeufersiedlungen bekannten Holzgeräten (vom Typ Burgäschisee-Süd, SCHULTZ-KLINKEN 1975/76, 26) nachgebaut waren. Mit diesen Haken lassen sich, in gebückter Haltung rückwärts schreitend, etwa 5 cm tiefe Rillen aufreißen (Abb. 3.4); für ein tieferes Aufreißen bzw. Aufbrechen des Bodens sind diese kurzstielligen Handhaken ungeeignet.

Die Anbaufläche wurde mit einem Wildschutzzaun umgeben, über den in den ersten Jahren ein Vogelschutznetz gespannt wurde (Abb. 3.5). Diese Maßnahmen sollten Wildschäden verhindern, die aufgrund des heutigen unverhältnismäßig hohen und anderen Wildbestandes nicht den jungsteinzeitlichen Bedingungen entsprochen hätten. Wie notwendig dieser Schutz insbesondere vor Kaninchenschäden ist, konnte in einem parallel durchgeführten Experiment beobachtet werden: Auf einem probeweise angelegten ungeschützten Feld wurde das aufkeimende Getreide vollständig von Kaninchen abgefressen.

#### Bodenbearbeitung

Nachdem zunächst vorgesehen war, die „anthropogenen Faktoren“ auf ein Minimum zu begrenzen, zeigte sich bald, daß eine gründliche Bodenbearbeitung im Herbst und im

Frühjahr unumgänglich war. Trotz mehrfachen Hackens und Jätens entwickelte sich zwischen den Getreidereihen eine starke Unkrautkonkurrenz, wobei besonders Arten der Wald- und Waldrandvegetation üppig gediehen. Nach der Ernte verkrauteten und vergrasteten die Feldflächen innerhalb weniger Wochen völlig; als besonders lästiges Unkraut erwies sich die feste Horste bildende Rasen-Schmiele, deren Bekämpfung massive Maßnahmen erforderte.

Da Versuche mit nachgebauten Holz- und Geweihhacken wenig Wirkung zeigten, entschlossen wir uns zum Pflugbau (LÜNING 1980). Nach prähistorischen Vorbildern wurden Hakenpflüge (Arder) angefertigt, die den Boden nur aufreißen, nicht wenden. Da sich die Menschenkraft der Studenten schnell als unzureichend erwies (Abb. 3.3), wurden die Pflüge in Ermangelung trainierter Zugochsen in den ersten Jahren mit der Motorwinde angezogen, wobei Zugbelastungen von etwa 250 bis 300 kg auftraten. Besonders die im Boden verbliebenen Baumwurzeln erschwerten zu Anfang die Arbeiten sehr, da der Ard von stärkeren Wurzeln gestoppt wurde, aus dem Boden herausgehoben werden und hinter der Wurzel erneut wieder eingesetzt werden mußte. Die regelmäßige Bodenbearbeitung, bei der auch ein Motorgrubber eingesetzt wurde, zerstörte im Laufe der Jahre das Wurzelwerk weitgehend, so daß während der systematischen Pflugversuche, die im Frühjahr 1985 auf einer Teilfläche stattfanden (TEGTMEIER 1987 a), der hölzerne Ard auch mit bloßer Menschenkraft bewegt werden konnte.

#### Datenerfassung

Ein Ziel der Anbauversuche war es, die Produktivität der aus prähistorischer Zeit nachgewiesenen Getreidearten Einkorn, Emmer, Dinkel und Nacktgerste bei einem Anbau auf Lößboden zu ermitteln. Dabei muß zunächst beachtet werden, daß die in den Anbauversuchen verwendeten, heute noch keimfähigen Landsorten<sup>2</sup> sich während ihres Anbaus über Jahrtausende in ihren Eigenschaften wahrscheinlich wesentlich verändert haben. Außerdem entsprechen weder die Wetter- noch die Bodenverhältnisse den bandkeramischen Bedingungen.

Aus diesem Grunde ist es unerlässlich, die Rahmenbedingungen des Anbauversuches in zusätzlichen, regelmäßig durchgeführten Untersuchungen so genau wie möglich zu erfassen. Neben stichprobenartigen, das Lokalklima betreffenden Messungen im Feld können die Wetterdaten der nur vier Kilometer entfernt liegenden Klimastation des Deutschen Wetteramtes übernommen werden. Bodenchemische und -physikalische sowie mikrobiologische Untersuchungen geben Auskunft über die Bodenverhältnisse; die Aufnahme der Nematodenfauna (z.T. erhebliche Schädigungen verursachende, im Boden lebende Fadenwürmer) erfaßt die unter dem Einfluß verschiedener Pflanzen und Anbaumethoden auftretenden Veränderungen; regelmäßige Vegetationsaufnahmen geben Auskunft über die Zusammensetzung und die Veränderungen des Unkrautbestandes (W. Lohmeyer, J. Schalich, B. Urban u. B. Weischer in: LÜNING u. MEURERS-BALKE 1980). Auch die bei der Umwandlung von Wald in Ackerland ablaufende Veränderung der Käferfauna wurde in fünf aufeinanderfolgenden Jahren registriert (HESSE 1982).

Die Produktivität der Getreidearten ergibt sich aus der Bestandsentwicklung sowie den Ernteerträgen. Nach Aufgang der Saat (Abb. 3.6) erfaßten wöchentliche Messungen im Feld Keimungsrate, Bestockung, Bestandsdichte und Wachstumsverlauf der Getreidepflanzen. Nach der Ernte wurden die Erträge durch das Verhältnis tauber zu tragenden Ähren, die Körnerzahl pro Ähre sowie das Stroh- und Korngewicht ermittelt. Die unterschiedliche Leistungsfähigkeit der Arten kann durch Ermittlung des 1000-Korn-Gewichtes, des Verhältnisses von Aussaat- zu Erntemengen sowie durch Ertragszahlen dargestellt werden.

Während der Anbaujahre erwies sich die mehrfach während des Aufwuchses in Stichproben ermittelte Bestandsdichte (Zählen der Halme in einer Zeile) als wichtiger Korrekturfaktor zur Ertragsermittlung. Trotz intensiver Bemühungen gelang es nämlich nicht, die regelmäßig und unkontrolliert auftretenden Mäuseschäden einzudämmen oder gar zu verhindern. Die Mäuseschäden erreichten häufig ein solch katastrophales Ausmaß, daß trotz guten Aufwuchses und reichlichen Ährenansatzes nur noch wenige Halme bei der Ernte eingebracht werden konnten, die

#### Ergebnisse der Anbauversuche

nicht einmal das Saatgut für das nächste Jahr sicherten. Die unverhältnismäßig hohen Mäuseaktivitäten wurden dadurch begünstigt, daß deren natürliche Feinde durch Kaninchendraht und Vogelschutznetz von den Feldflächen ferngehalten wurden. Hinzu kommt, daß das kleine, siedlungsfern und mitten im Wald liegende Feld naturgemäß solchen Schädigungen stärker ausgesetzt ist als größere zusammenhängende Feldflächen. Dies bestätigte ein parallel laufender Anbauversuch in einem Ackerbaugebiet in der Nähe des Dorfes Kelz: Die von 1982 bis 1985 unter vergleichbaren Bedingungen bewirtschafteten Felder wiesen kaum nennenswerte Schädigungen durch Mäuse auf.

Wie bereits oben erwähnt, können in diesem Rahmen keine konkreten Ergebnisse in Form der Bestandsentwicklung und der Ernteerträge in den einzelnen Anbaujahren vorgelegt werden, da diese unter Einbeziehung der Rahmenbedingungen sowie der Störfaktoren ausführlicher Diskussion bedürfen. Hier können lediglich einige Eindrücke und Erfahrungen mitgeteilt werden, die die Experimentatoren im Verlauf des Anbauexperimentes gewonnen haben.

Im Durchschnitt ergaben die Aussaatmengen auf den Feldflächen im Hambacher Forst (unter Berücksichtigung der Störfaktoren) einen fünf- bis siebenfachen Ertrag, der deutlich unter den Erträgen der Vergleichsflächen auf der Kelzer Feldflur lag. Dies zeigt, welchen maßgeblichen Einfluß Bodengüte und -beschaffenheit, aber auch die landwirtschaftlichen Techniken ausüben: Die Kelzer Versuchsflächen bestanden auf bis zum Jahre 1982 bestellt und damit vor den Versuchen regelmäßig gedüngten Ackerflächen und wurden im Frühjahr und Herbst mit modernen landwirtschaftlichen Maschinen vom Eigentümer gepflügt und geeggt.

Der Zwang zu einer intensiven Bodenbearbeitung wurde bereits nach dem ersten Anbaujahr deutlich, als die im Herbst brachliegenden Feldflächen innerhalb weniger Wochen vollständig verkrauteten und vergrasteten. Zwar entspricht der sich heute auf den Versuchsfeldern entwickelnde „Unkrautbestand“ nicht der aus bandkeramischer Zeit nachgewiesenen Artenzusammensetzung;

die Vitalität der als Konkurrenten zum Getreide auftretenden Wald- und Waldlichtungspflanzen läßt jedoch darauf schließen, daß auch zu früheren Zeiten die erfolgreiche Feldbestellung von intensiver Unkrautbekämpfung und damit Bodenbearbeitung begleitet war. Die Ausbildung einer für das Neolithikum typischen Unkrautgesellschaft, das *Bromo-Lapsanetum praehistoricum* (KNÖRZER 1971), ist nur aufgrund solcher landwirtschaftlicher Maßnahmen denkbar.

Aufgrund der wahrscheinlichen Größe der bandkeramischen Feldflur ist am ehesten mit Pflugbau zu rechnen (LÜNING 1980). Die im Neolithikum verwendeten Hakenpflüge, die den Boden nur 6-10 cm tief aufreißen, mögen allein zur Saatbettbereitung nicht ausgereicht haben, sondern durch Holz- und/oder Geweihhacken, die sich auch zur Unkrautbekämpfung während des Getreideaufwuchses eignen, ergänzt worden sein.

#### Entspelzen, Mahlen, Kochen und Backen

Die von den prähistorischen Bauern angebauten Weizenarten Einkorn, Emmer und Dinkel sind Spelzgetreide, bei denen das Korn fest von den Spelzen umschlossen ist. Vor der Speisenerbereitung ist es daher notwendig, das Getreide zu entspelzen. Beim Dreschen mit einem Holzstock (Dreschflegel) oder durch Stampfen mit den Füßen zerbrechen zwar die Weizenähren in ihre Teilglieder, die Körner selbst verbleiben jedoch in ihren Spelzen. Zum Entspelzen ist somit ein weiterer Arbeitsgang notwendig, und umfangreiche Versuchsserien beschäftigten sich mit anwendbaren Methoden und Geräten (Abb. 4.2 u. 4.3), wobei ein Vergleich zwischen steinerner Schiebmühle und Holzmörser letzteren als geeignetes Gerät zum Entspelzen auswies (MEURERS-BALKE u. LÜNING, in diesem Heft).

Die große Anzahl von Bruchstücken steinerner Schiebmühlen aus den bandkeramischen Siedlungen spricht dafür, daß diese, da sie sich zum Entspelzen nicht eignen, zum Mahlen des spelzfreien Getreides eingesetzt wurden. Mahlversuche sollten Aussagen zur Effektivität bandkeramischer Schiebmühlen liefern sowie die Auswirkungen einer möglichen thermischen Vorbehandlung im Experiment testen (Abb. 4.3). Beim Mahlen wirkte sich eine vorherige Er-

wärmung des Getreides positiv aus, denn mit steigendem Erhitzungsgrad verringert sich der erforderliche Zeitaufwand. Mit der Schiebmühle, bei der im Gegensatz zu heutigen Mahlverfahren das gesamte Korn samt Samenschale vermahlen wird, kann jedoch nicht der Feinheitsgrad erreicht werden, den heute üblicherweise verwendete Mehlsorten aufweisen. Zur Speisenerbereitung stand daher eine Mischung aus Mehl und Schrot zur Verfügung.

Die stark abgekauten Zähne prähistorischer Menschen brachte man häufig mit dem beim Mahlvorgang auf der Steinmühle erzeugten Steinabrieb in Zusammenhang. Bei Dauer-mahlversuchen, in denen 1 kg entspelztes Getreide in einem kontinuierlichen Arbeitsgang zermahlen wurde, zeigte sich schon bald, daß man sinnvollerweise mit dem Mahlen in dem Augenblick aufhört, in dem Stein auf Stein läuft, die Körner also so stark zerkleinert sind, daß sie in den Grübchen der Aufrauung des Unterliegers verborgen sind und vom Läufer nicht mehr erreicht werden. Da man sehr gut hört und fühlt, wann die Steine einander berühren, kann man rechtzeitig mit der Bewegung aufhören. Bedenkt man die große Mühe, die die Gewinnung des Rohmaterials und seine Verarbeitung zum Mahlstein bereitet, so wird man jeden Steinabrieb tunlichst vermeiden. Entsprechend zeigte eine Analyse des Aschengehaltes der bei unseren Versuchen erzeugten Mehl/Schrot-Mischung, daß der „Steinanteil“ als relativ gering einzuschätzen ist.

Aus dem auf der Schiebmühle erzeugten Mehl und Schrot lassen sich Breie, Grützen und Brote herstellen. In Unkenntnis der bandkeramischen Rezepte sowie der Koch- und Backverfahren beruhten unsere Kochversuche auf einer willkürlichen Auswahl von aus der Volkskunde bekannten Rezepturen und Verfahren: Fladenbrote wurden zwischen Steinen, zwischen heißer Holzkohle und an den Wänden aufgeheizter Gruben gebacken, zum Brotbacken verwendeten wir darüber hinaus auch ein Keramikgefäß - in diesem Falle einen nachgebauten Michelsberger Tulpenbecher, in dem sich ein ägyptischen Kuchenbrot ähnliches Backergebnis herstellen ließ (Abb. 4.5; ADRIAN 1959, Abb. 56).

Umfangreicher waren die Backversuche in nachgebauten Kuppelöfen, die nach bandkeramischen Vorbild unterirdisch angelegt

(Abb. 4.6) und - wie seit dem Mittelneolithikum bekannt - oberirdisch aus Flechtwerk mit Lehmverstrich errichtet wurden (WERNER 1986; Beitrag WERNER in diesem Heft). Leider verhinderte eine vorzeitige Zerstörung der benutzten Öfen deren spätere Ausgrabung.

#### Siloversuche

##### Fragestellung

Weitere Versuche beschäftigten sich mit der Lagerung von Getreide. Zu einem bandkeramischen Hofplatz gehören sogenannte Kesselgruben, die in Analogie zu volkskundlichen Parallelen aus niederschlagsarmen Gebieten als Erdspeicher interpretiert werden. Versuche mit unterirdischen Getreidesilos in niederschlagsreichen Gegenden wurden bereits in den 60er Jahren in England durchgeführt (BOWEN u. WOOD 1967); seither haben die umfangreichen südenglischen Siloversuche in Kalk-, Mergel-, Lehm- und Kiesböden unsere Kenntnis über die in den Speichern ablaufenden Prozesse erheblich erweitert (REYNOLDS 1974). Die von 1982 bis 1986 laufenden Kölner Siloversuche sollten testen, ob eine unterirdische Getreidelagerung auch im Lößboden möglich ist (Abb. 4.4).

##### Aufbau der Versuche

In vier aufeinanderfolgenden Winterhalbjahren wurde eine 1,5 m tiefe, sich nach oben auf 60 cm verjüngende Grube<sup>3</sup> jeweils mit ca. 1300 kg Spelzgetreide (in diesem Fall moderne Spelzgerste) bis zum Rand gefüllt und mit einem Deckel aus Ton und Lehm verschlossen. Der Silo wurde im Frühjahr geöffnet und geleert; während der Sommermonate blieb die Silogrube offenstehen. Um die während des Speicherns im Silo innern ablaufenden Prozesse genauer zu beobachten, wurden die Temperatur wöchentlich und die Kohlendioxid-Entwicklung vierzehntägig an sieben verschiedenen, gleichmäßig auf den Innenraum verteilten Punkten gemessen.

##### Ergebnisse der Siloversuche

Bei der Öffnung des Getreidespeichers 1 im

Frühjahr zeigte sich, daß mit Ausnahme einer etwa 3-5 cm starken Außenschicht, die durch keimende Getreidekörner eng verfilzt und mit Schimmelpilzen durchsetzt war, der Speichereinhalt unverändert blieb. Somit konnten die Kölner Siloversuche belegen, daß sich Getreide unterirdisch auch in Lößboden erfolgreich speichern läßt.

Der unterirdische Getreidesilo arbeitet nach folgendem Prinzip: In einem nahezu geschlossenen System veratmet das Getreide den vorhandenen Sauerstoff (Luftraum zwischen den Körnern) und produziert Kohlendioxid. Da dieser Prozeß an ausreichende Feuchtigkeit gebunden ist, keimen die Getreidekörner nur in der Kontaktzone zwischen dem Lagergut und dem (feuchten) Lößboden; in dieser biologisch aktiven Zone kommt es auch zur Schimmelbildung. Die biologischen Prozesse setzen Energie in Form von Wärme frei. Die regelmäßigen Messungen zeigen dies deutlich: Während der Getreidespeicherung ist die Silotemperatur im Schnitt etwa 3-4 Grad höher als im angrenzenden Erdreich, bereits nach zwölf Wochen ist aller Sauerstoff aus dem Silo innern verschwunden, und es herrscht eine kohlendioxid-gesättigte Atmosphäre. Solange kein neuer Sauerstoff zugeführt wird und die Feuchtigkeit im System gering ist, lagert das Getreide im Silo innern unbeschadet und ist auch nach mehrmonatiger Lagerung noch keim- und backfähig.

##### Schlußbemerkung

Die von 1978 bis 1986 durchgeführten Kölner Versuche zur frühen Landwirtschaft beschäftigten sich mit dem Getreideanbau und der Getreideverarbeitung in prähistorischer Zeit, wobei eine möglichst detaillierte Rekonstruktion der bandkeramischen Landwirtschaft im Rheinland angestrebt wurde. Experimente allein sind allerdings nicht dazu geeignet, definitive Ergebnisse zu den in der Jungsteinzeit praktizierten Anbau-, Verarbeitungs- und Lagerungsverfahren zu liefern. Vielmehr können systematische, sich am archäologischen Befund und der volkskundlichen Überlieferung orientierende Experimente eine Fülle von erwarteten und noch mehr von unerwarteten Erkenntnissen erbringen, welche die bisherigen archäologischen Ergebnisse unter diesem erweiterten Blickwinkel ergänzen.

Dies rechtfertigt die experimentelle Methode und zeigt, daß der Schreibtisch allein für diese Fragen kein günstiger Aussichtspunkt ist.

Anmerkungen:

- 1) Die Versuche wurden finanziell von der Gerda-Henkel-Stiftung, Düsseldorf, unterstützt.
- 2) Wir verwendeten ein Gemisch alter Landsorten, das uns größtenteils die Gen-Bank für Weizen der Landbouwhogeschool in Wageningen/Niederlande zur Verfügung stellte.
- 3) Die sich nach oben verjüngenden kegelstumpfförmigen Gruben sind im Rheinland erst seit der Bronzezeit bekannt. Diese Form wurde gewählt, damit der Versuchsaufbau der Kölner Experimente dem der englischen Versuche entsprach und somit die Ergebnisse vergleichbar waren. In Ergänzung des in vier Winterhalbjahren (1983-1986) praktizierten Siloversuchs 1 wurden im Herbst 1985 weitere, kleinere und kesselförmige Silogruben angelegt, die zusätzlichen Fragestellungen nachgingen. Diese Siloversuche wurden in enger Zusammenarbeit mit Lothar Koch und Kölner Studenten im Rahmen eines Seminars durchgeführt.

Literatur:

- ADRIAN, W. (1959<sup>2</sup>): So wurde Brot aus Halm und Glut. Bielefeld.
- BOWEN, H.C. u. WOOD, P.D. (1967): Experimental storage of corn underground and its implications for Iron Age settlements. - Bulletin of the Institute of Archaeology London 1967 (1968): 1-14.
- FRANK, T. (1983): Archäologische Versuche zu Herstellung und Gebrauch bandkeramischer Erntegeräte. Magisterarbeit. Köln.
- FRANK, T. (1985): Eine experimentelle Getreideernte mit rekonstruierten bandkeramischen Kompositgeräten. - Archäologische Informationen 8 (1): 18-21.
- HESSE, E. (1982): Die Sukzession der Carabidenfauna auf mit steinzeitlichen Methoden bestellten Ackerflächen auf einer Rodung im Hambacher Forst. Diplomarbeit. Köln.
- KNÖRZER, K.-H. (1971): Urgeschichtliche Unkräuter im Rheinland. Ein Beitrag zur Entstehungsgeschichte der Segetalgesellschaften. - Vegetatio 23: 89-111.
- KNÖRZER, K.-H. (1979): Über den Wandel der angebauten Körnerfrüchte und ihrer Unkrautvegetation auf einer rheinischen Lößfläche seit dem Frühneolithikum. - Archaeo-Physika 8 (Festschrift für Maria Hopf): 147-163.
- KNÖRZER, K.-H. (1986): Vom neolithischen Ackerbau im Rheinland. - Archäologie in Deutschland 1: 32-37.
- KÖRBER-GROHNE, U. (1987): Nutzpflanzen in Deutschland. Kulturgeschichte und Biologie. Stuttgart.

- LÜNING, J. (1980): Bandkeramische Pflüge? - Fundberichte aus Hessen 19/ 20 (Festschrift für U. Fischer): 55-68.
- LÜNING, J. u. MEURERS-BALKE, J. (1980): Experimenteller Getreideanbau im Hambacher Forst, Gemeinde Elsdorf, Kr. Bergheim/Rheinland. - Bonner Jahrbuch 180: 305-344.
- LÜNING, J. u. MEURERS-BALKE, J. (1986): Archäologie im Experiment. - Archäologie in Deutschland 1: 4-7.
- LÜNING, J. (Redaktion) u.a. (1982): Untersuchungen zur neolithischen Besiedlung der Aldenhovener Platte XII. - Bonner Jahrbuch 182: 307-324.
- MEURERS-BALKE, J. (1985): Experimente zum Anbau und zur Verarbeitung prähistorischer Getreidearten. - Archäologische Informationen 8 (1): 8-17.
- REYNOLDS, P. (1974): Experimental Iron Age storage pits: an interim report. - PPS 40: 118-131.
- SCHARDT, H.-G. (1982): Jungneolithische Silex- und Felsgesteinbeilklingen. Rohmaterial, Morphologie, Herstellung und Gebrauch. Magisterarbeit. Köln.
- SCHARDT, H.-G. (1985): Praktische Versuche zur Herstellung und zum Gebrauch einer Silexbeilklinge. - Archäologische Informationen 8 (1): 33-37.
- SCHULTZ-KLINKEN, K.-R. (1975-1976): Ackerbausysteme des Saatfurchen- und Saatbettbaues in urgeschichtlicher und geschichtlicher Zeit sowie ihr Einfluß auf die Bodenentwicklung. - Die Kunde N.F. 26-27: 5-68.
- TEGTMEIER, U. (1987 a): Neolithische und bronzezeitliche Pflugspuren in Norddeutschland und in den Niederlanden. Magisterarbeit. Köln.
- TEGTMEIER, U. (1987 b): Neolithische und bronzezeitliche Pflugspuren in Norddeutschland und in den Niederlanden. - Archäologische Informationen 10 (1): 99-101.
- WERNER, A. (1986 a): Experimentelle Untersuchungen zur Rekonstruktion neolithischer Kuppelbacköfen. Magisterarbeit. Köln.
- WERNER, A. (1986 b): Experimentelle Untersuchungen zur Rekonstruktion neolithischer Kuppelbacköfen. - Archäologische Informationen 9 (2): 155-157.

Anschriften der Verfasser:

Dr. Jutta Meurers-Balke  
Institut für Ur- und Frühgeschichte  
Albert-Magnus-Universität Köln  
Weyertal 125  
D-3000 Köln

Prof. Dr. Jens Lüning  
Seminar für Vor- und Frühgeschichte  
Johann-Wolfgang-Goethe-Universität  
Arndtstr. 11  
D-6000 Frankfurt am Main 1

## Experimente zur Verarbeitung von Spelzgetreiden

Jutta Meurers-Balke und Jens Lüning

### 1. Grundlagen der Versuche

In der Bandkeramik des Rheinlandes waren die beiden Spelzweizenarten Einkorn und Emmer Grundnahrungsmittel, deren Erzeugung und Verarbeitung eines erheblichen Zeitaufwands bedurfte. So bestimmten nicht nur die saisonal anfallenden landwirtschaftlichen Arbeiten den bäuerlichen Jahresrhythmus, sondern es waren gerade die täglich notwendigen Verrichtungen, die das Alltagsleben prägten. Aus diesem Grunde ist es auch für den Archäologen nicht unbedeutend, sich mit dieser Fazette des bäuerlichen Lebens näher zu beschäftigen.

Im folgenden sollen einige Überlegungen und Erkenntnisse vorgestellt werden, die sich auf die Verarbeitung von Spelzgetreiden nach der Ernte und vor der Speisenerbeitung durch Mahlen, Backen oder Kochen beziehen. Im Rahmen der Kölner Experimente zur frühen Landwirtschaft (siehe S. 82) wurden einige Thesen zu den in der Bandkeramik des Rheinlandes gebräuchlichen Verfahren der Getreideverarbeitung in Versuchsreihen überprüft.

Zwischen der Ernte des Getreides und der Zubereitung des genußfähigen Lebensmittels liegen eine Reihe von Arbeitsschritten, die nicht ohne weiteres aus dem archäologischen Befund rekonstruiert werden können. Aus volkskundlichen Quellen wissen wir, daß auf die Getreideernte über ein Dutzend unterschiedliche Arbeitsgänge folgen können, ehe die eigentliche Speisenerbeitung durch Kochen oder Backen erfolgt (HILLMAN 1983). Da einzelne Arbeitsschritte auch typische End- und Abfallprodukte ergeben, ist es

möglich, sich den in prähistorischen Zeiten angewendeten Verfahren über die Zusammensetzung der erhaltenen pflanzlichen Reste zu nähern, die ja zum überwiegenden Teil als „Abfallprodukte“ anzusehen sind (HILLMAN 1983; NEUSS-ANIOL 1987). Genauere Kenntnis über die Effektivität einzelner Verfahren sowie über die während der Arbeitsabläufe entstehenden Produkte können systematisch aufgebaute Experimente mit definierten Rahmenbedingungen vermitteln. Die Auswahl und der Aufbau der Experimente orientieren sich am heutigen archäologischen und paläo-ethnobotanischen Wissensstand, der - was die Verfahren der Getreideverarbeitung in der Bandkeramik des Rheinlandes betrifft - leider recht lückenhaft ist, so daß man auch Funde und Befunde weiterer urgeschichtlicher Perioden zu Rate ziehen muß.

Für Auswahl und Aufbau der Experimente stellen darüber hinaus die volkskundliche Überlieferung und ethnographische Beobachtungen unersetzliche Informationsquellen dar. Die aus verschiedenen Zeiten und Räumen belegten Arbeitsabläufe weisen einerseits arbeitstechnisch notwendige Übereinstimmungen auf, zeigen andererseits je-

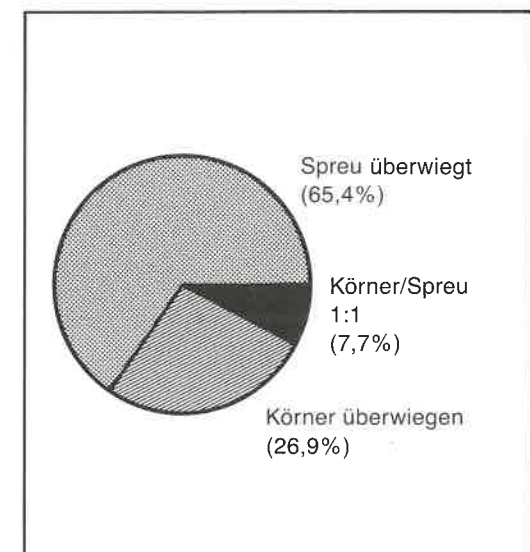


Abb. 1: Verhältnis Körner zu Spreu in bandkeramischen Proben des Rheinlandes<sup>4</sup>.



doch auch landschaftliche und kulturspezifische Unterschiede, die von traditionellen Verhaltensmustern bestimmt werden.

Aus der Fülle von Alternativen wurde zunächst ein vereinfachtes Schema entwickelt, das sich an den für die Verarbeitung von Spelzweizen notwendigen Arbeitsschritten orientiert (Abb. 2). Vorversuche, die im Rahmen eines Seminars zur experimentellen Archäologie 1980 mit Studenten des Kölner Instituts stattfanden, umfaßten den gesamten Zyklus der Getreideverarbeitung und halfen, für eine experimentelle Überprüfung sinnvolle Fragestellungen zu erarbeiten sowie geeignete Rahmenbedingungen zu definieren.

In diesem Zusammenhang wurde besonderes Augenmerk auf die Verfahren gerichtet, bei denen das Getreide mit Hitze in Verbindung kommen kann und damit die Chance hat, zu verkohlen. Da in den rheinischen Lößböden, wie in allen Mineralbodensiedlungen, nur verkohlte Pflanzenreste erhalten blieben, ist eine nähere Betrachtung der „Verkohlungsmöglichkeiten“ für die Interpretation der botanischen Befunde von großer Bedeutung. Ausgangsmaterial für die Experimente waren die auf den Versuchsfeldern (siehe S. 82) angebauten Weizenarten Einkorn (*Triticum monococcum*), Emmer (*Tr. dicoccum*) und Dinkel (*Tr. spelta*). Bei den prähistorischen Weizenarten Einkorn und Emmer, die seit der Bandkeramik angebaut wurden, und dem seit der Eisenzeit nachgewiesenen Dinkel handelt es sich um Spelzgetreide, bei dem das Korn fest von den Spelzen umschlossen ist. Im Gegensatz zu den „freidreschenden“ Nacktgetreiden, bei denen durch das Dreschen die Körner ausfallen, muß bei den Spelzgetreiden ein zusätzlicher Arbeitsschritt, das „Entspelzen“, eingefügt werden (Abb. 2 u. 4).

Bereits die bandkeramischen Bauern haben ihr Nahrungsgetreide entspelzt: Ein Blick auf die Zusammensetzung der archäobotanisch untersuchten bandkeramischen Proben zeigt (Abb. 1), daß nur ein geringer Anteil (7,7%) ein Körner : Spreu-Verhältnis aufweist, das dem natürlichen morphologischen Verhältnis bespelzter Weizenkörner entspricht; in 65% der Proben überwiegt der Spreuanteil, in einem Drittel aller Proben sogar um das 10fache. Bei diesen Proben handelt es sich offensichtlich um Reinigungsabfälle nach dem

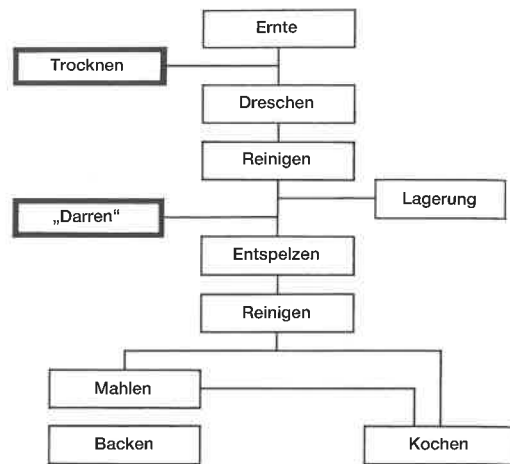


Abb. 2: Schema der möglichen Arbeitsschritte bei der Verarbeitung von Spelzgetreiden.

Entspelzen, die - da sie für die menschliche Ernährung nicht mehr geeignet sind - als Abfälle verkohlt und später in die Grubenfüllungen gelangt sind.

Für die Getreideverarbeitung ergeben sich somit die in der Abbildung 2 aufgelisteten, möglichen Arbeitsabläufe.

## 2. Ernte, Dreschen und Reinigen

Die große Bedeutung, die das Getreide bereits seit dem Beginn der Jungsteinzeit für die Ernährung der Bauernbevölkerung hatte, beruht u.a. auf der Lagerfähigkeit dieses Produktes. Ausgereifte Getreidekaryopsen lassen sich über längere Zeiträume unbeschadet aufbewahren, womit das Getreide als Grundnahrungsmittel das ganze Jahr über zur Verfügung steht.

Voraussetzung für die Lagerung ist allerdings, daß das Getreide trocken ist, d.h. der Wassergehalt 14-16% nicht überschreitet. Da der Wassergehalt der Getreidekörner vom Reifungsgrad abhängig ist, ist für die Frage, ob das Getreide nach der Ernte getrocknet wurde oder nicht, der Erntezeitpunkt und damit die Ernteweise entscheidend; für die Bandkeramik des Rheinlandes werden Ährenenernte und Halmernte diskutiert.

Aus dem Fehlen von Halmknoten und nieder-

wüchsigen Unkräutern in den bandkeramischen Proben wurde auf Ährenenernte geschlossen (KNÖRZER 1967, 25; BAKELS u. ROUSSELLE 1985, 50). Bei Ernteversuchen mit Einkorn und Emmer konnte K.-H. Knörzer beobachten, daß reife Ähren an ihrem Grunde leicht und ohne Kornverlust abbrechen, auch wenn mehrere ergriffen und gemeinsam geknickt werden (KNÖRZER 1971, 103). Ein solches Pflücken der Ähren ist nur dann möglich, wenn der Weizen voll ausgereift ist (Totreife). Die Körner haben in diesem Stadium einen Wassergehalt von 14-16%, so daß ein spezieller Trocknungsgang für das

Dreschen und die Lagerung des Getreides überflüssig ist.

Auf der anderen Seite machen die zahlreichen Klingen mit polierten Kanten („Sichelklingen“) aus der Bandkeramik (LÖHR u.a. 1977, 223 ff.) es eher wahrscheinlich, daß das Getreide mit Sichel geschnitten wurde (FRANK 1985). Der beste Zeitpunkt zum Getreideschnitt ist die Gelb- oder Vollreife; während dieser Reifegrade ist die Zufuhr von Nährstoffen in die Körner bereits abgeschlossen, die Ährchen sitzen aber noch fest an der Spindel und fallen durch die Erschütterungen beim Schnitt nicht aus. Die Körner haben in

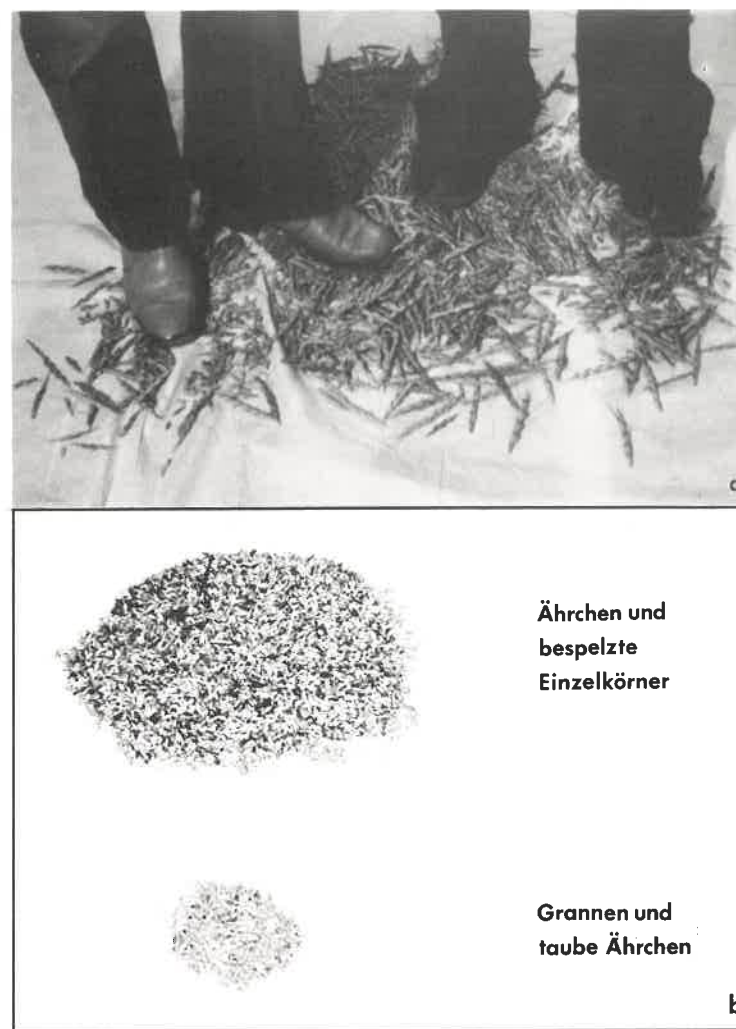


Abb. 3: Dreschen durch Austreten (a) und Ergebnis des Dreschvorganges (b).

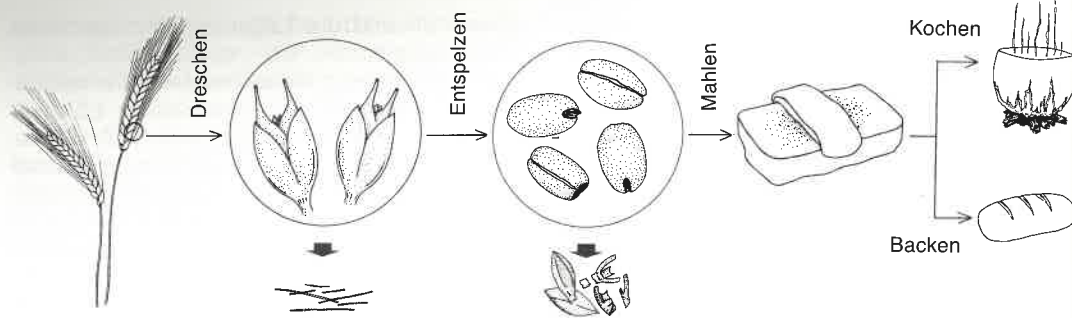


Abb. 4: Ziel- und Abfallprodukte der Getreideverarbeitung.

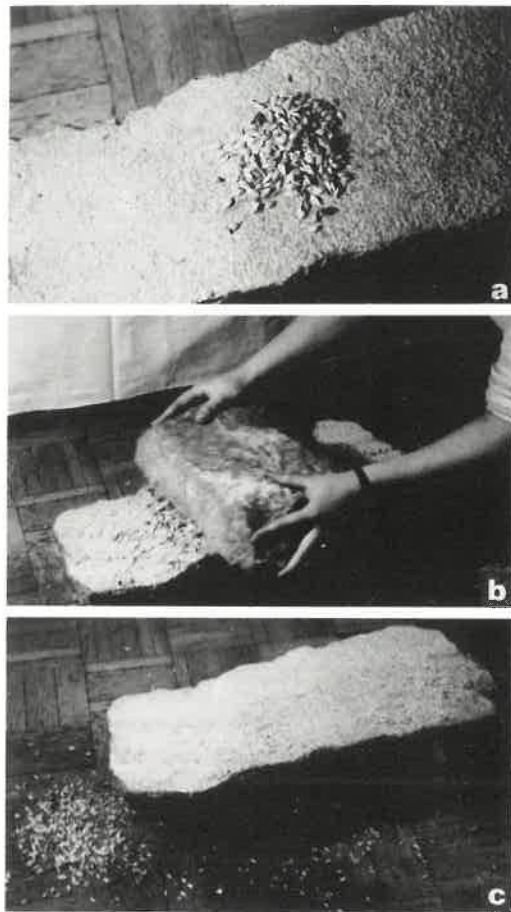


Abb. 5: Versuch 1: Entspelzen auf der Schiebemühle;  
a) 1 Handvoll Emmer auf dem Unterlieger;  
b) ein Arbeitsgang;  
c) Ergebnis eines Arbeitsganges.

diesem Stadium einen Wassergehalt von 20-30%; dies verlangt vor der Weiterverarbeitung und auch vor der Lagerung einen Trocknungsgang. Nach volkskundlichen Parallelen wird das Getreide normalerweise an der Luft im Freien oder - bei ungünstigen Wetterbedingungen - auch in der Scheune oder im Haus getrocknet (NEUSS 1983, 12 f.). Bei hoher Luftfeuchtigkeit kann zum Trocknen auch die Verwendung künstlicher Wärme, z.B. in einem Trockenofen, notwendig sein. Das trockene Getreide kann nun in einem nächsten Arbeitsschritt gedroschen werden, wobei entweder die geschnittenen Garben (Halme und Ähren) oder die (während der Ernte oder in einem zusätzlichen Arbeitsgang) abgetrennten Ähren verarbeitet werden.

Für den Arbeitsgang „Dreschen“ bieten sich nach volkskundlichen Quellen eine Reihe von Verfahren an (z.B. Austreten, Ausschleifen, Ausrollen, Ausschlagen), ebenso wie eine Vielzahl von Geräten, die zum Dreschen geeignet sind (vom einfachen Stock über mehrteilige Dreschflügel bis hin zu von Tieren gezogenen Dreschschlitten). Im aus der Bandkeramik überlieferten Gerätespektrum sind keine zum Dreschen geeigneten Werkzeuge überliefert<sup>5</sup>, auf der anderen Seite benötigen Ausschlagen sowie Treten und Stampfen durch Mensch oder Tier überhaupt kein Gerät (Abb. 3) und sind somit archäologisch nicht nachweisbar. Da die unterschiedlichen Dresch-Alternativen in etwa gleichartige Endprodukte ergeben, ist es auch aus dem archäobotanischen Befund heraus nicht möglich, das in der Bandkeramik praktizierte Verfahren näher zu präzisieren.

Ergebnis des Dreschvorganges beim Spelzgetreide sind aus dem Ährenverband gelöste Ährchen (Abb. 4). Auch bei heftigem Schlagen oder Stampfen lösen sich kaum Körner aus den sie umgebenden Spelzen.

Um das Produkt des Dreschvorganges, die Ährchen, vom gleichzeitig entstehenden Abfall (Halmstücke, Spindelglieder, Grannen) zu trennen, ist ein Reinigungsgang notwendig. Eine einfache Methode ist das Worfeln im Luftzug oder durch Weitwurf, wobei sich Ährchen und bespelzte Einzelkörner durch ihr höheres Gewicht von tauben Ähren und Grannen abtrennen (Abb. 3b).

Dreschen und Worfeln sind saisonale Arbeiten, bei denen große Erntemengen in angemessener Zeit verarbeitet werden können. Das gedroschene und gereinigte Getreide ist nun bereit zur Lagerung. Für die Lagerung des Getreides in den Spelzen spricht zum einen der Zeitaufwand, der zum Entspelzen notwendig ist und nur die Verarbeitung relativ kleiner Mengen erlaubt (s.u.): Das Entspelzen des gesamten Erntegutes vor der Lagerung ist als saisonale Arbeit nicht möglich. Zum anderen ist Spelzgetreide ohne Spelzen nur für kurze Zeit haltbar, da es eine dünne, einschichtige Epidermis besitzt, im Gegensatz zu Nacktgetreiden mit mehrschichtiger Epidermis, die auch ohne Spelzen gelagert werden können (KÜSTER 1985, 60).

Für die langfristige Lagerung des Getreides wurden in der Bandkeramik wahrscheinlich überwiegend unterirdische Getreidesilos verwendet (MEURERS-BALKE 1985, 16; s. S. 85).

### 3. Entspelzen

Im Gegensatz zu den vorherigen Arbeitsgängen, in denen nach der Ernte große Mengen verarbeitet werden können, gehören das Entspelzen, die Reinigung und die Speisenbereitung in den Bereich der täglichen häuslichen Verrichtungen (HILLMAN 1983). Zum Entspelzen von Einkorn, Emmer und Dinkel bestehen zwei Fragenkomplexe:

1. Welche Geräte können zum Entspelzen verwendet werden?
2. Wird das Entspelzen durch vorheriges Darren oder Rosten erleichtert?

Die technischen Voraussetzungen für eine langsame und schonende Erhitzung von Ge-

treide waren im Neolithikum gegeben. Kleinere Mengen konnten in flachen, schalenartigen Tongefäßen über dem Feuer erhitzt werden, für größere Mengen standen seit der Bandkeramik auch Herde und Kuppelöfen zur Verfügung (WERNER 1986; PETRASCH 1986). Neolithische Gruben mit veriegelten Partien werden gelegentlich als „Darröfen“ interpretiert (KÜSTER 1985, 57; PETRASCH 1985, 82; ders. 1986, 50).

#### 3.1. Entspelzen auf der Schiebemühle

Aus der Bandkeramik und anderen neolithischen Kulturen gibt es zahlreiche Überreste von Schiebemühlen aus Stein, die in der Literatur gelegentlich als Geräte betrachtet werden, die zum Entspelzen gedient haben können (KÜSTER 1985, 59 f.; BERANOVA 1987, 166).

Um die Brauchbarkeit von Schiebemühlen für das Entspelzen zu überprüfen, wurde eine in Rohmaterial, Form und Größe den bandkeramischen Exemplaren (ZIMMERMANN 1988) entsprechende Replik angefertigt. Sie besteht aus einem 56 x 22 cm großen Unterlieger und einem 35 x 23 cm großen, ca. 9 kg schweren Überlieger; die Arbeitsflächen wurden mit Klopffsteinen sorgfältig durch Picken aufgeraut.<sup>6</sup>

#### Versuch 1: Entspelzen von unbehandeltem Emmer auf der Schiebemühle

Als erstes stellte sich die Frage, wieviel Getreide man zweckmäßigerweise auf die Arbeitsfläche legen und ob man es ausbreiten oder aufhäufen soll. Die Praxis zeigte bald, daß bei einer zu großen Ausgangsmenge und bei flächiger Ausbreitung zuviel Mahlgut unbearbeitet seitlich und an den Schmalenden des Unterliegers hinunterfiel. Dies vermindert natürlich die Effektivität der Schiebemühle; denn das heruntergefallene Getreide muß erneut auf die Mahlfäche gebracht werden, was zusätzliche Arbeit bedeutet.

Diese Beobachtungen veranlaßten uns dazu, die Ausgangsmenge auf eine Handvoll (30 g) zu beschränken und diese auf das dem Arbeitenden zugewandten (proximalen) Schmalende des Unterliegers gehäuft abzuliegen; darauf wurde der Überlieger gesetzt. Dieser wurde dann ohne besondere Druck-

anwendung bis zum distalen Ende vor- und wieder bis zur Ausgangslage zurückgeschoben (1 Gang = 2 Schübe).

Um zu ermitteln, bei wieviel Arbeitsgängen ein optimales Entspelzungsergebnis erzielt werden kann, wurde der Versuch mit jeweils gleicher Ausgangsmenge achtmal wiederholt, wobei sich die Zahl der Gänge jeweils erhöhte (Tabelle 1). Die Mühle wurde in diesem Versuch von derselben Person bedient. Ausgangsmaterial dieses Versuches sind Emmer-Ährchen (je 2 bespelzte Körner). Eine erste Wirkung der Mühle besteht darin, die Ährchen zu teilen; dann folgt die Ablösung der Spelzen vom Korn und - als unerwünschter Nebeneffekt - die Zerkleinerung des Korns in mehrere Fraktionen (Kornbruch, Schrot, Grieß und Mehl).

Zur Probenauswertung gelangte der auf dem Unterlieger verbleibende Rest, da dieser Anteil die Gesamtheit der ausgeführten Arbeitsgänge erfahren hat. Da das Ziel des Entspelzens darin liegen sollte, möglichst viele unbespelzte und vollständige Körner zu erhalten, muß die Auswertung ihr Verhältnis zu den noch nicht entspelzten und zu den bereits beschädigten Körnern feststellen. Dem entsprechend werden bei der Auswertung sechs Kategorien unterschieden:

- I Ährchen (= Ausgangsmaterial)
  - II Einzelne, bespelzte Körner
  - III Unbeschädigte, spelzfreie Körner
  - IV Bruch (größer 1/2 Korn)
  - V Bruch (kleiner 1/2 Korn)
  - VI Schrot, Grieß, Mehl (kleiner 0,5 mm)
- Die Anteile der Kategorien I-VI sind Gewichtsanteile.

Tabelle 1:

Versuch 1: Entspelzen von unbehandeltem Emmer auf der Schiebmühle

Ausgangsmenge	Vorbehandlung	Arbeitsgänge	Verbleibender Anteil auf Unterlieger
30 g	keine	1 Gang (2 Schübe)	97,4 %
30 g		2 Gänge	90,4 %
30 g		3 Gänge	73,2 %
30 g		4 Gänge	63,3 %
30 g		5 Gänge	49,2 %
30 g		6 Gänge	33,0 %
30 g		7 Gänge	30,4 %
30 g		8 Gänge	26,1 %

Wie Tabelle 1 zeigt, verringert sich mit Zunahme der Arbeitsgänge der Anteil des jeweils auf dem Unterlieger verbleibenden Materials auch bei der relativ kleinen Ausgangsmenge von nur einer Handvoll ganz entscheidend; hier dürften allerdings auch Geschicklichkeit und Routine des Arbeiters eine Rolle spielen. Nach fünf Gängen liegt bereits etwa die Hälfte, nach acht Gängen etwa Dreiviertel des Getreides neben der Mühle, und zwar in den verschiedenen Stadien der Entspelzung und Zerkleinerung, so daß die Gesamtmenge eine sehr heterogene Zusammensetzung hat.

Betrachtet man die Zusammensetzung desjenigen Anteils, der auf der Schiebmühle verbleibt (Abb. 6), so zeigt sich, daß schon nach vier Gängen etwa 50% der Körner entspelzt sind; allerdings liegt von diesen bereits etwa die Hälfte als Bruch oder feiner vermahlen vor. Nach sechs Gängen wird der Anteil unbeschädigter, spelzloser Körner nochmals deutlich geringer, wobei sich der Bruchanteil so stark erhöht, daß der Entspelzungseffekt vom Mahleffekt vollständig überlagert wird. Der Anteil der entspelzten Körner (Kategorie III) erhöht sich in diesem Versuch niemals über etwa ein Drittel der Ausgangsmenge.

Die optimale Entspelzungsrate im Versuch 1 wurde nach fünf Arbeitsgängen erzielt:

Entspelzte Körner Kategorie III 33,5%  
 Getreidebruch Kategorie IV 13,5%  
 Kategorie V und VI 16,0%

Wird dieses Verfahren für das Entspelzen in Erwägung gezogen, so treten große Schwierigkeiten bei der Trennung von Korn und Spelzen auf. Durch Worfeln und auch durch

Sieben lassen sich die Kategorien V und VI (Bruch kleiner 1/2 Korn und Mehl) nicht mehr von den zum Teil schon zermahlenden Spelzen abtrennen; für die menschliche Ernährung ist dieser Anteil demnach als „Verlust“ zu werten und kann nur noch z.B. als Viehfutter Verwendung finden.

Bei der Verwendung einer Schiebmühle zum Entspelzen ist die Erzeugung von Getreidebruch unvermeidlich.<sup>7</sup> Sollte dieses Verfahren in der Bandkeramik praktiziert worden sein, so müßte der recht hohe Anteil an zerbrochenen Körnern eigentlich in den paläo-ethnobotanischen Befunden sichtbar sein. Die bandkeramischen Proben enthalten nach K.-H. Knörzer jedoch nur wenige eindeutig vor dem Verkohlen zerbrochene Körner.<sup>8</sup>

Um den Bruchanteil beim Entspelzen geringer zu halten, d.h. einerseits eine effektivere Ausbeute zu erzielen, andererseits sich im Ergebnis dem paläo-ethnobotanischen Befund anzunähern, muß eine schonendere mechanische Einwirkung auf das Getreide in Erwägung gezogen werden.

### 3.2. Entspelzen im Holzmörser

Für das Entspelzen kommen in Hinblick auf volkskundliche und ethnographische Belege Holzmörser in Betracht (z.B. MAURIZIO 1927, 276; BIELENSTEIN 1907, 264; VISTED u. STIGUM 1971, 242; HILLMAN 1983, 8; HARLAN 1967). Aus dem Neolithikum sind Holzmörser auch archäologisch nachgewiesen, z.B. ein Doppelstößel aus Thayngen „Weier“ und zwei kübelartige Holzgefäße mit einer konservierten Getreideschicht am Boden aus der Pfyner Kultur<sup>9</sup> (Abb. 7).

Da über die Form und Größe der hypothetischen bandkeramischen Geräte nichts bekannt ist und da neuzeitliche Originalmörser nicht zur Verfügung standen, verwendeten wir handelsübliche hölzerne Blumenkübel mit Wänden aus Dauben, die von zwei Eisenringen gehalten werden, und mit eingesetztem, flachen Boden (Abb. 8 u. 9). Mit ihren Maßen fallen diese Kübel durchaus in die Variationsbreite der neuzeitlichen Originalmörser, allerdings ist unklar, ob der flache Boden und die geringe Wandstärke, die ja eine andere „Resonanz“ besitzen, Nachteile mit sich bringen.

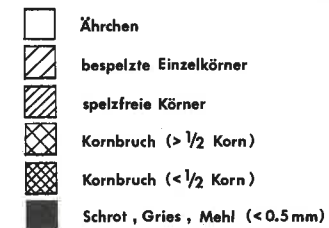
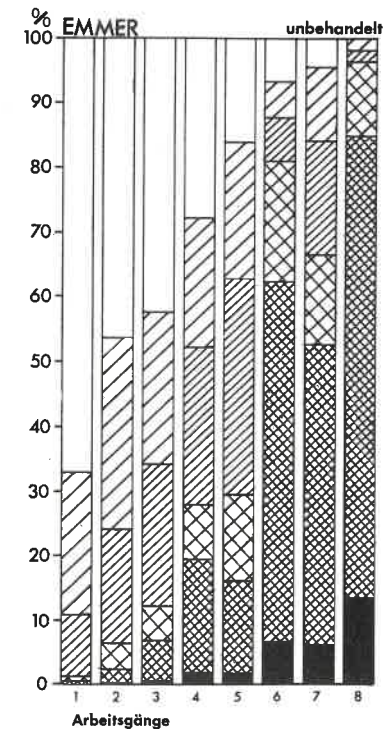


Abb. 6: Ergebnisse des Versuchs 1: Entspelzen von unbehandeltem Emmer auf der Schiebmühle. Kategorien I-VI.

Nach Abschluß der Hauptversuchsserie in den „Kübelmörsern“ wurde daher ein kürzerer Vergleichsversuch mit einem „Massivmörser“ durchgeführt, der in der Zwischenzeit aus einem Baumstamm hergestellt war (Abb. 8). Seine Höhlung ist schlanker, und er besitzt einen innen abgerundeten Boden. Es wurde vermutet, daß dieses die Reibung des Getreides vergrößern und damit das Entspelzen beschleunigen könnte.

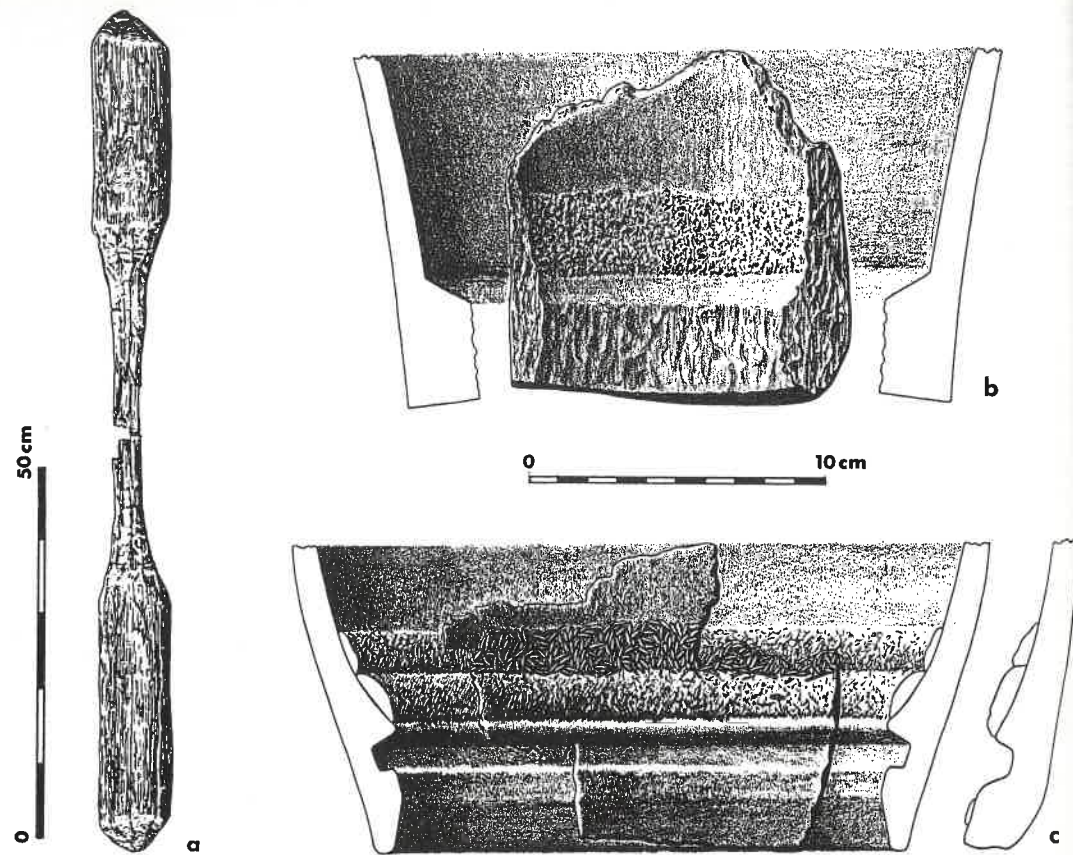


Abb. 7:  
 a) Doppelstößel aus Thayngen „Weier“. Aus: Guyan 1966.  
 b) kübelartiges, aus einem Baumstamm hergestelltes Gefäß; der Boden ist ausgebrochen (Museum Frauenfeld 628/1)9.  
 c) kübelartiges Holzgefäß mit einer Nut für die Bodenplatte (Museum Frauenfeld 778)9 (b) und (c) Niederwil, Egelsee.

Als Stößel dienen drei runde Holzstangen mit flachrunden Enden:

	Länge	Durchmesser	Gewicht
Stößel a	134 cm	5 cm	1,8 kg
Stößel b	137 cm	7 cm	2,6 kg
Stößel c	143 cm	7 cm	2,9 kg

Versuch 2: Entspelzen von Einkorn, Emmer und Dinkel im Kübelmörser  
 Die Experimente wurden mit drei Spelzweizenarten (Einkorn, Emmer, Dinkel) durchge-

führt. Je 2 kg Getreide wurde zwei Stunden lang gemörsert; nach jeweils 15 Minuten wurden nach gründlicher Durchmischung Proben von 20 g entnommen.

In dieser Versuchsreihe wurden auch die Auswirkungen thermischer Vorbehandlung auf den Entspelzvorgang geprüft. Dazu wurde das Ausgangsmaterial (die Weizenährchen) je 4 Stunden bei 50, 100 und 200°C im Trockenschrank erhitzt und danach den oben beschriebenen Arbeitsgängen unterzogen.

Das Versuchsschema sah für alle drei Getreidearten folgendermaßen aus:

Ausgangs- menge	Vor- behandlung	Proben- entnahme	Proben- menge
2 kg	.	nach 15 Min. mörsern nach 30 Min. nach 45 Min. nach 60 Min. nach 75 Min. nach 90 Min. nach 120 Min.	20 g 20 g 20 g 20 g 20 g 20 g 20 g
2 kg	4 Std. 50°C	wie oben	wie oben
2 kg	4 Std. 100°C	wie oben	wie oben
2 kg	4 Std. 150°C	wie oben	wie oben
2 kg	4 Std. 200°C	wie oben	wie oben

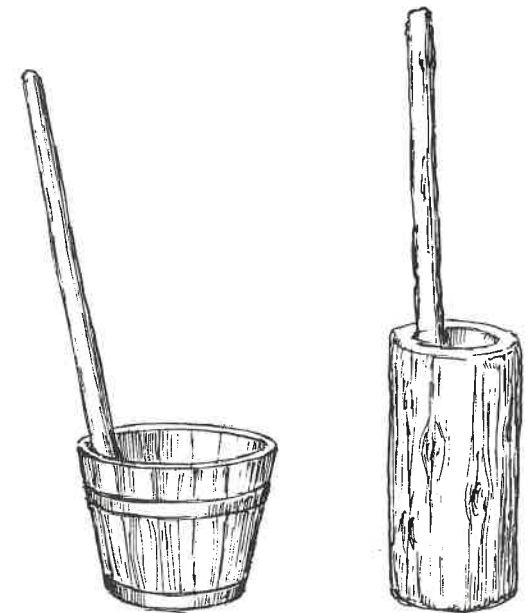
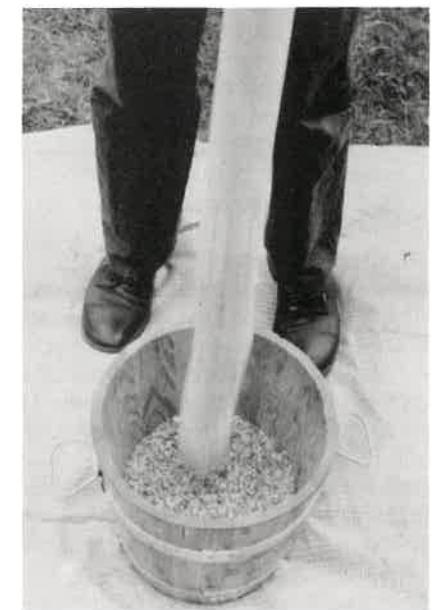


Abb. 8:  
 In den Versuchen 2 und 3 benutzte Holzmörser.



Abb. 9: Entspelzen im Holzmörser.



# EMMER (Vorbehandlung 4 Std. 50° C)

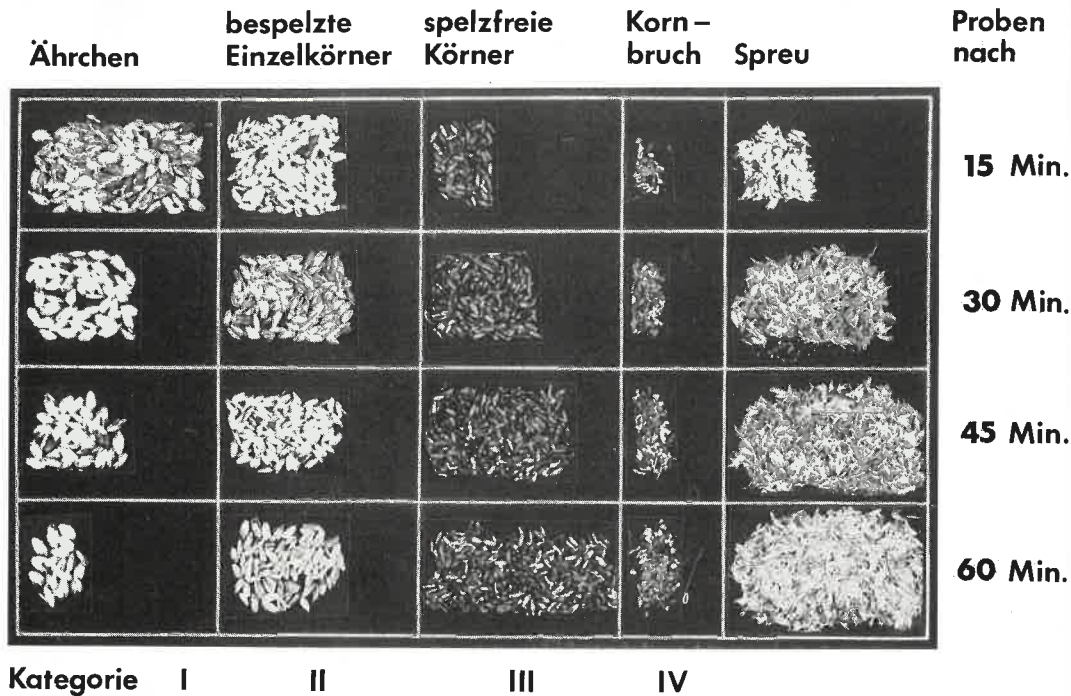


Abb. 10: Ergebnisse des Versuches: Entspelzen von Emmer im Holzmörser.

Die Probenauswertung sollte ermitteln, wieviele Körner unverändert, wieviele entspelzt und wieviele entspelzt und zerbrochen waren. Daher wurden jeweils die folgenden Kategorien ausgezählt (nicht gewogen):

- I 1 Ährchen = 2 bespelzte Körner (nur Emmer und Dinkel)
- II Einzelne, bespelzte Körner
- III Unbeschädigte spelzfreie Körner
- IV Kornbruch

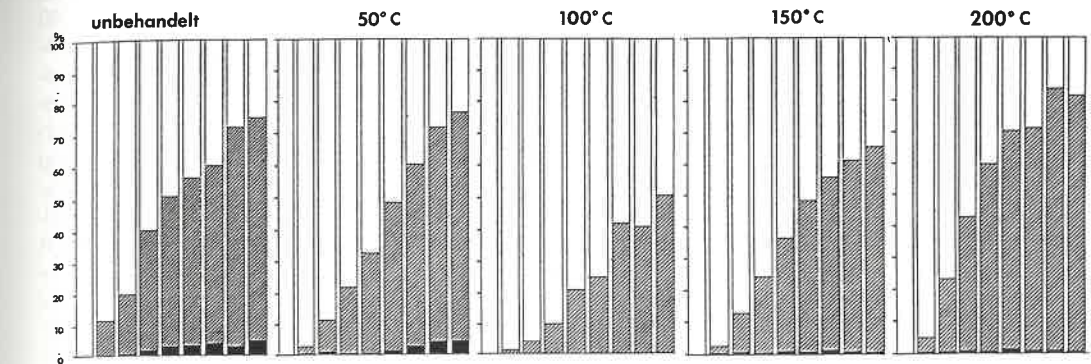
Zur Ermittlung der Körnerzahl wurden die Werte der Kategorie I mit dem Faktor 2 multipliziert. Die Werte der Kategorie IV wurden durch 2 dividiert, weil der Kornbruch so grob war, daß im Mittel jedes Bruchstück etwa 1/2 Korn darstellte. Vor Beginn des Mörsers wurde der Zustand der Ausgangsprobe überprüft (Spalte 0 in Abb. 11).

Die Versuche wurden unter Beteiligung von Studentinnen und Studenten durchgeführt, die mit wechselnder Reihenfolge und Rollenverteilung mörserten oder protokollierten (Abb. 9). Daher müssen bei der Auswertung

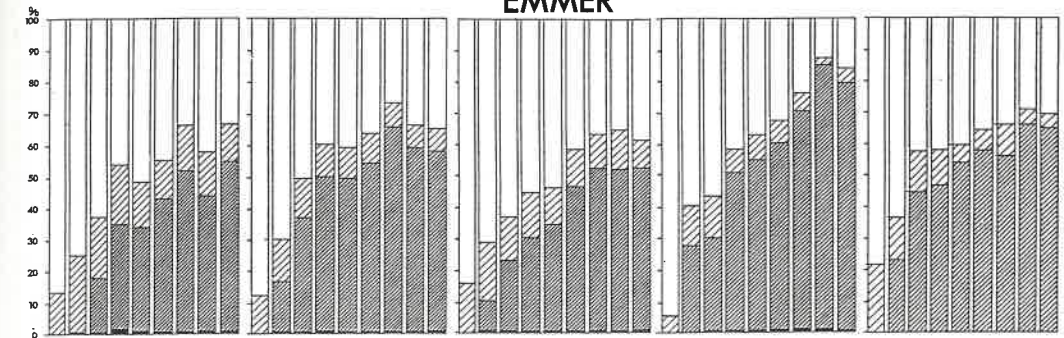
individuelle Faktoren in Rechnung gestellt werden. Stichprobenartig wurde gezählt, wie schnell die einzelnen Studenten arbeiteten: Dabei wurde der Stößel zwischen 60- bis 136mal in der Minute aufgeschlagen, d.h. im Mittel etwa 100mal pro Minute, so daß schon hierdurch individuelle Schwankungen gegeben sind. Auch die Probenentnahme von jeweils 20 g sollte statistische Variationen erzeugen.

Wie die Einkornserie in Abb. 11 zeigt, liegen derartige Schwankungen durchaus vor. Hier nimmt die Effektivität mit zunehmender Erhitzung entgegen der Erwartung so sehr ab, daß offenbar verschieden fleißige Hände am Werk waren. Stichprobenfehler sind beim Emmer erkennbar (Abb. 11), wo aufeinander folgende Proben mehrfach nicht den zu erwartenden Anstieg zeigen. Leider erfolgte die Ablösung der Bearbeiter nicht systematisch, so daß keine Korrekturen dieser Schwankungen vorgenommen werden können. Ermüdung oder umgekehrt zunehmende Erfah-

# EINKORN



# EMMER



# DINKEL

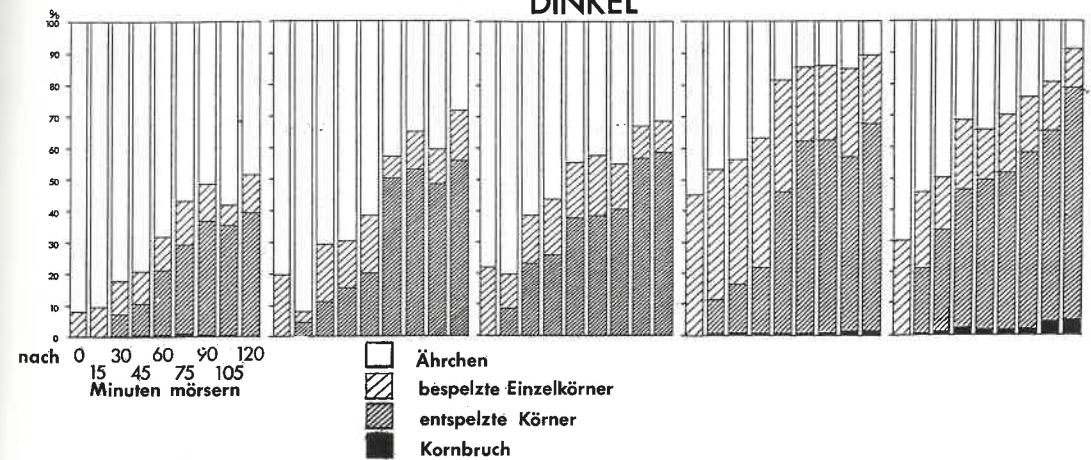


Abb. 11: Ergebnisse des Versuches 2: Entspelzen von Einkorn, Emmer und Dinkel im Kübelmörser.

rung machen das Bild noch komplizierter. Eine mechanische Mörservorrichtung wäre vermutlich die beste Lösung gewesen; auch hätten Wiederholungen und mehrfache Probenentnahme zu einer besseren statistischen Absicherung führen können.

Wegen dieser Unsicherheiten seien nur einige wesentliche Trends der Versuchsserie hervorgehoben. Als wichtigstes Ergebnis kann festgehalten werden, daß Spelzgetreide im Holzmörser eine recht schonende Behandlung erfährt, denn im Gegensatz zur Schiebmühle kann man hier den Anteil zerbrochener Körner vernachlässigen; er liegt trotz unterschiedlichen individuellen Kräfteeinsatzes stets unter 5% (Abb. 11). Zudem handelt es sich bei den zerbrochenen Körnern meist um groben Bruch (größer 1/2 Korn), der bei geeigneten Trenn- und Reinigungsverfahren von der leichten Spelzenfraktion abgetrennt werden kann.

Mit der Dauer des Mörserns steigt der Anteil der gewünschten Kategorie, der entspelzten Körner, im allgemeinen kontinuierlich an (Abb. 11), wobei bereits während der Arbeit auffiel, daß in der ersten Viertelstunde meist nur eine geringfügige Entspelzung stattfindet, die eintönige Tätigkeit zunächst also recht entsagungsvoll ist. Der Anteil des entspelzten Kornes nimmt bei Einkorn auch nach zwei Stunden noch kontinuierlich zu (Abb. 11), während bei Emmer und Dinkel dieser Zuwachs in den meisten Serien abflacht (Abb. 11). Bei Einkorn und Emmer ist nach einer Stunde etwa die Hälfte des Getreides spelzenfrei, während dieses bei Dinkel etwas länger zu dauern scheint. Allgemein entstand bei der Arbeit der Eindruck, daß Einkorn sich am leichtesten entspelzen ließ, was leider in der hier vorgelegten Versuchsserie nicht zum Ausdruck kommt.

Unter Zugrundelegung der Meßdaten ist es schwierig abzuschätzen, wie sich die thermische Vorbehandlung auswirkt. Am ehesten hat man bei Dinkel den Eindruck, daß ein Temperaturgradient deutlich wird. Das unbehandelte Getreide erreicht hier einen maximalen Entspelungsgrad von 40%, bei 200°C Erhitzung sind es knapp 80% (Abb. 11). Während man bei Emmer nur eine relativ geringfügige Wirkung des Temperaturanstieges registrieren kann, erlauben die besonderen Verhältnisse bei der Einkornserie keine Aussage (Abb. 11).

Der maximal erreichte Entspelungsgrad liegt bei 150-200°C Erwärmung zwischen 80 und 90%. Das erfordert freilich ein zweistündiges Mörsern, eine zweifellos recht langwierige Prozedur. Die meisten Serien bei Emmer und Dinkel zeigen, daß nach etwa einer Arbeitsstunde die Effektivität der Entspelzung nachläßt, so daß man wohl in diesem Stadium das Mörsern einstellen und einen Reinigungsgang einschleiben sollte. Es ist nicht untersucht worden, wie die dabei abgetrennten, noch nicht entspelzten Körner sich bei einem erneuten Mörsern verhalten.

Versuch 3: Entspelzen von Emmer im Massivmörser (ausgehöhlter Baumstamm) Im Anschluß an die Erfahrungen mit dem breitbodigen Kübelmörser sollte versucht werden, den Mörservorgang durch ein enges Mörservolumen zu verbessern. Dabei wurde angenommen, daß eine möglichst enge Hohlform die Entspelzung beschleunigt, da die einzelnen Körner intensiver aneinander reiben und sich auf diese Weise die Spelzen besser gegenseitig abreißen.

Im Versuch 3 wurde ein Mörser aus einem ausgehöhlten Eichenstamm benutzt, dessen Höhlung etwa 20 cm im Durchmesser betrug (Abb. 8); als Stößel diente der oben (S. 100) genannte Stößel a. Der Versuch wurde mit 2 kg unbehandeltem Emmer nach dem bereits beschriebenen Versuchsschema durchgeführt (vgl. S. 100), d.h. es wurde zwei Stunden gemörsert bei viertelstündiger Probenentnahme von je 20 g. Die Probenauswertung erfolgte nach dem ebenfalls beschriebenen Verfahren (vgl. S. 100), es wurden also die Körner nach vier Kategorien ausgezählt. Aus Abb. 12 geht hervor, daß der engvolumige Baumstamm-Mörser offenbar beträchtlich effektiver ist als die behelfsmäßigen Kübelmörser aus Versuch 2. Schon nach 45 Minuten Mörsern sind über 70% der Körner entspelzt, nach einer Stunde sind es fast 80%. Der Bruchanteil liegt etwas höher als im Kübelmörser. Das Entspelungsmaximum wird mit ca. 95% nach 75 Minuten erreicht, auch jetzt beträgt der Kornbruch nur wenig mehr als 10%.

### 3.3. Vergleich von Schiebmühle und Mörser

Was den qualitativen Aspekt betrifft, so fällt

eine Entscheidung zwischen der Schiebmühle und dem Holzmörser als geeignetem Gerät zum Entspelzen nicht schwer. Der Anteil des Kornbruchs bleibt beim hölzernen Kübelmörser stets unter 5% und liegt beim Baumstamm-Mörser bei maximal 10%; auf der Schiebmühle sind zwischen 20% und 40% der Körner zerbrochen, wobei ein Anteil bereits so stark zermahlen ist, daß er von der Spelzenfraktion nicht mehr abgetrennt werden kann.

Auch der Arbeitsprozeß selbst ist auf der Steinmühle umständlich und wirkt für einen alltäglichen Routinevorgang wenig rationell. Zwar lassen sich 3-5 Arbeitsgänge je Handvoll schnell ausführen, doch muß der Arbeitsablauf danach stets unterbrochen werden. Der Läufer muß, vermutlich am proximalen Ende des Unterlegers, abgehoben und gegen die Knie des Arbeitenden gelehnt werden, um das Mahlgut vom Unterleger durch Fegen oder Wischen zu entfernen. Dann muß die nächste Handvoll Getreide auf den Unterleger gelegt und der Läufer darauf gesetzt werden, ehe der neue Arbeitsgang beginnen kann. Unpraktisch erscheint auch die kleine Arbeitsfläche, da nach 3-5 Gängen etwa 25-50% des Getreides bereits vom Unterleger hinabgeschoben sind. Dieser gar nicht oder wenig bearbeitete Anteil ist nach dem optimalen 3.-5. Gang mit dem vom Unterleger abgefegten Mahlgut vermischt und

läßt den Entspelungsgrad teilweise auf unter 40% der Ausgangsmenge absinken. Zeitberechnungen sind aus den vorliegenden Versuchsserien schwierig zu erstellen, da zur Frage der erreichbaren Geschwindigkeit und Routine keine Reihenuntersuchungen durchgeführt wurden. Da im Altneolithikum der ausgehöhlte Baumstamm-Mörser wahrscheinlicher als ein Kübelmörser ist, sei davon ausgegangen, daß hierbei in einer Stunde etwa 75% der Ausgangsmenge entspelzt werden können. Da sich 2 kg bei dem hier benutzten Mörservolumen als günstig erwiesen haben, kann man in dieser Weise nach einer Arbeitsstunde etwa 1,5 kg entspelzte, unzerbrochene Körner gewinnen, d.h. 1 kg in 40 Minuten. Dieses gilt für unbehandelten (nicht gedarrten) Emmer.

Auf der Schiebmühle wird bei unbehandeltem Emmer nach dem optimalen 5. Gang ein Entspelungsgrad von 33% erreicht (Abb. 6). Für die Bearbeitung von einer Handvoll Getreide (30 g) mit fünf Arbeitsgängen (10 Schübe) werden nach unserer Erfahrung 20 Sekunden benötigt. Rechnet man kleinere Pausen zwischen den einzelnen Arbeitsschritten ein (Abfegen des Unterlegers, Aufbringen des Getreides), so lassen sich pro Minute zwei Handvoll bearbeiten, d.h. 60 g. Um die Effektivität von Schiebmühle und Holzmörser zu vergleichen, werden Zeitaufwand sowie Ausgangsmenge errechnet, die

Tabelle 2: Vergleich der Effektivität von Schiebmühle und Holzmörser: Emmer, unbehandelt

	Schiebmühle		Holzmörser	
Entspelzter Körner	36 %	1000 g	75 %	1000 g
Grober Bruch	14 %	395 g	5 %	67 g
Feiner Bruch + Mehl	17 %	485 g		
Bespelzte Körner*	33 %	920 g	20 %	267 g
Ausgangsmenge	100 %	2800 g	100 %	1334 g
Zeit		50 Minuten		40 Minuten

#### Effektive Ausbeute (A) und Verluste (V)

(Ausgangsmenge minus bespelzte Körner = 100 %)

	A	V	A	V
bei 1/1 Korn	53 %	47 %	94 %	6 %
bei 1/1 + 1/2 Korn	74 %	26 %	100 %	-

\* ) hierbei wurde nur das Korngewicht (ohne Spelzen und Ährchenblasen) berücksichtigt

nötig sind, um 1 kg spelzfreie, unzerbrochene Getreidekörner zu erhalten; der besseren Vergleichbarkeit wegen werden die obigen Werte für unbehandelten Emmer zugrunde gelegt (vgl. dazu auch S. 103). Als Korrektur muß bei den durch Wägung gewonnenen Ergebnissen des Schiebmühlenversuchs der Gewichtsanteil der Spelzen und Ährchenbasen innerhalb der bespelzten Körner (Kategorien I und II) mitberechnet werden, um diese Ergebnisse mit den durch Zählung der Körner ermittelten Anteilen des Mörserversuchs vergleichen zu können. Der Gewichtsanteil der Spelzen wurde relativ hoch mit 20% der bespelzten Ährchen in der Berechnung angesetzt.

Der Vergleich in Tabelle 2 zeigt, daß der Holzmörser beim Entspelzen der Schiebmühle in jeder Hinsicht überlegen ist. Er liefert das gewünschte entspelzte Korn in kürzerer Zeit (40 zu 50 Minuten) und aus etwa der Hälfte der Ausgangsmenge (1,3 kg zu 2,8 kg). Entsprechend ist die effektive Ausbeute mit 94% : 53% beim Mörser um den Faktor 1,8 größer. Der Ausbeutungsgrad gleicht sich mehr an, wenn auch der größere Kornbruch in die Rechnung einbezogen wird. Dies setzt allerdings gründlichere Reinigungsverfahren voraus, die den Zeitaufwand noch stärker zuungunsten der Schiebmühle verändern. Billigt man dem Getreide die Rolle eines Grundnahrungsmittels zu, wofür die große Zahl archäologisch erkennbarer Überreste seiner Erzeugung und Verarbeitung spricht, so sollten die Argumente zugunsten des Mörsers um so schwerer wiegen. Dies betrifft besonders den hohen Verlustanteil, der auf der Schiebmühle unvermeidbar ist. So steht bei der Erzeugung von 1 kg spelzfreier, unzerbrochener Körner ein Bruchanteil von effektiv 6% im Holzmörser einem aus zerbrochenem und bereits vermahlenem Anteil von 47% auf der Schiebmühle gegenüber. Selbst bei optimaler Ausnutzung, d.h. unter Einbeziehung des groben Kornbruchs, ist ein effektiver Verlustanteil von 26% auf der Schiebmühle unvermeidbar, während im Holzmörser theoretisch kein Verlust entsteht.

Im Vergleich der Versuchsergebnisse ist vom Arbeitsaufwand her sowie der Effektivität und der geringen Verluste wegen einer schonenden Entspelzmethode - wie im Holzmörser - der Vorzug zu geben. In der Bandkeramik spricht auch der relativ hohe Anteil intakter

Spindelstücke und Ährchenbasen, außerdem das Fehlen von Körnern, die eindeutig vor dem Verkohlen zerbrochen sind, in den botanischen Resten für ein solches Entspelzverfahren.

Rechnet man für eine Kernfamilie von fünf Personen mit einem Tagesbedarf von 5 kg Getreide, dann müßte hierfür selbst beim günstigsten Holzmörser mit einer Stundenleistung von 1,5 kg eine Person etwa 3 Stunden 20 Minuten arbeiten. Dazu kommt die anschließende Reinigung. Unter Berücksichtigung dieses täglich notwendigen Zeitaufwandes würde auch das Darren als vorgeschalteter Arbeitsgang unzulässig viel Zeit in Anspruch nehmen.

### 3.4 Darren

Der obige Vergleich berücksichtigt die Versuchsergebnisse, die bei unbehandeltem Emmer erzielt wurden. Diese Entscheidung beruhte u.a. auf der Beobachtung, daß in den Versuchsreihen eine vorherige thermische Behandlung einen nur geringen Effekt auf die „Entspelzbereitschaft“ der einzelnen Getreidearten zeigte.

Dies steht im Gegensatz zu der in der archäologischen und paläo-ethnobotanischen Literatur häufig vertretenen Auffassung, Spelzgetreide müsse üblicherweise vor dem Entspelzen „gedarrt“ werden (NATHO 1957, 83; WILLERDING 1970, 304; GALL 1975, 200; KÜSTER 1985, 59f.). Verkohlte Getreidefunde werden aus diesem Grunde bisweilen als „Darrunglücke“ interpretiert (KÜSTER 1985, 60); Befunde, wie Öfen und verziegelte Gruben, als „Darrvorrichtungen“ angesehen (PETRASCH 1986, 50; KÜSTER 1985, 57ff.). Entscheidend für die Frage, ob die neolithischen Bauern routinemäßig Getreide vor dem Entspelzen „gedarrt“ haben, ist die pro Zeiteinheit zu verarbeitende Menge und damit der Zeitpunkt des Entspelzprozesses. Da technische Verfahren, die im Anschluß an die Ernte große Mengen in einem Zuge verarbeiten können - wie für den „Gerbgang“ geeignete Mühlen mit verstellbaren Mahlsteinen (STOLL 1902, 39; KÖRBER-GROHNE 1987, 69) -, nicht zur Verfügung standen, ist das Entspelzen nicht als saisonale Tätigkeit zu betrachten, sondern gehört eher in den Bereich der täglichen Verrichtungen im Rahmen

der Speisenzubereitung. Dies setzt die vorherige Lagerung des Getreides (in den Spelzen) voraus (siehe dazu auch S. 87). Lagerfähig ist jedoch nur trockenes (und damit entspelzfähiges) Getreide, gleichgültig, ob es oberirdisch in Wohn- oder Speichergebäuden oder unterirdisch in Getreidesilos aufbewahrt wird. Damit ist die Annahme eines zusätzlichen Trocknungsprozesses direkt vor dem Entspelzen hinfällig.<sup>10</sup>

Es könnte eher mit einem Trocknungsverfahren vor der Lagerung gerechnet werden (siehe S. 91), wie es in Mitteleuropa für historische Zeiten aus der volkskundlichen Literatur überliefert ist (z.B. BIELENSTEIN 1907-1918, 97; PARMENTIER u.a. 1807, 612 ff.). Diese Trocknung mit Hilfe künstlicher Wärmequellen diente ausschließlich der Konservierung des Getreides und fand - in großem Maßstab - direkt nach der Ernte statt (HINZ 1952; ders. 1954).

Bei der Trocknung von Brot- und Aussaatgetreide ist zu beachten, daß das Getreide zur Erhaltung der Back- und Keimfähigkeit nur niedrigen Temperaturen ausgesetzt werden darf (NEUMANN-PELSHENKE 1954, 235). Bereits oberhalb von 50-60°C werden die Proteine denaturiert, zahlreiche Enzyme werden bereits bei Temperaturen um 40°C geschädigt. Getreide, das hohen Temperaturen ausgesetzt war, eignet sich nur noch zur Brei- und Grützherstellung. Der Nachweis unterirdischer Kuppelöfen aus der Bandkeramik (PETRASCH 1986, 35) legt nahe, daß zumindest ein Teil des Getreides zu vermutlich naturgesäuerten, hochlaibigen Broten verbacken wurde, was die obere Temperaturgrenze für die Trocknung auf ca. 60°C begrenzt.

Die Ergebnisse der Versuchsreihen (Versuch 2, Abb. 11) zeigen jedoch, daß die thermische Vorbehandlung von Einkorn, Emmer und Dinkel auf nur 50°C noch keinen Vorteil gegenüber trockenem Getreide (nach der Lagerung) bringt. Eine thermische Vorbehandlung - und damit ein zusätzlicher Arbeitsgang - ist zumindest für das Brotgetreide überflüssig.

Neben diesen Überlegungen läßt auch ein Blick auf die Zusammensetzung der botanischen Proben Zweifel daran aufkommen, ob die Trocknung des Getreides mit künstlichen Wärmequellen in der Bandkeramik des Rheinlandes überhaupt einen regelmäßigen

### Emmer (unbehandelt) Kübelmörser      Massivmörser

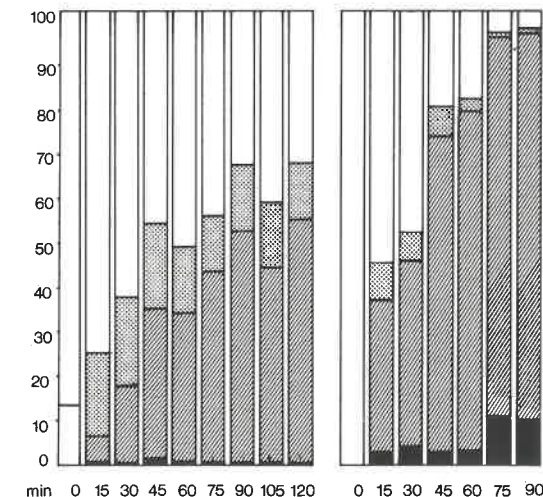


Abb. 12: Vergleich der Versuchsergebnisse: Entspelzen von Emmer im Kübelmörser (Versuch 2, links) und im Massivmörser (Versuch 3, rechts).

Vorgang darstellte. Unbeabsichtigte Überhitzung, die zur Verkohlung führen könnte, ließe nach der Ernte und vor dem Entspelzen in den Proben ein Körner : Spreu-Verhältnis von 1:1 erwarten. Dies weisen jedoch nur 7,7% der Proben auf (Abb. 1).

### 4. Reinigung nach dem Entspelzen: Worfeln, Sieben, Schwingen

Auf das Entspelzen muß ein Reinigungsgang folgen, der das Gemisch aus noch bespelzten und spelzfreien Körnern, Kornbruch und Spreuresten voneinander trennt. Hinweise auf mögliche Trennverfahren liefert die Zusammensetzung der prähistorischen botanischen Reste. Daß eine Trennung durchgeführt wurde, ist auch am Körner : Spreu-Verhältnis der bandkeramischen Getreideproben abzulesen (Abb. 1), in denen dies in 92,3% der Fälle nicht dem „Normalverhältnis“ entspricht. In 27% der Proben überwiegt der Kornanteil, in 63,5% der Proben der Spreuanteil; letztere sind offensichtlich Reinigungs-

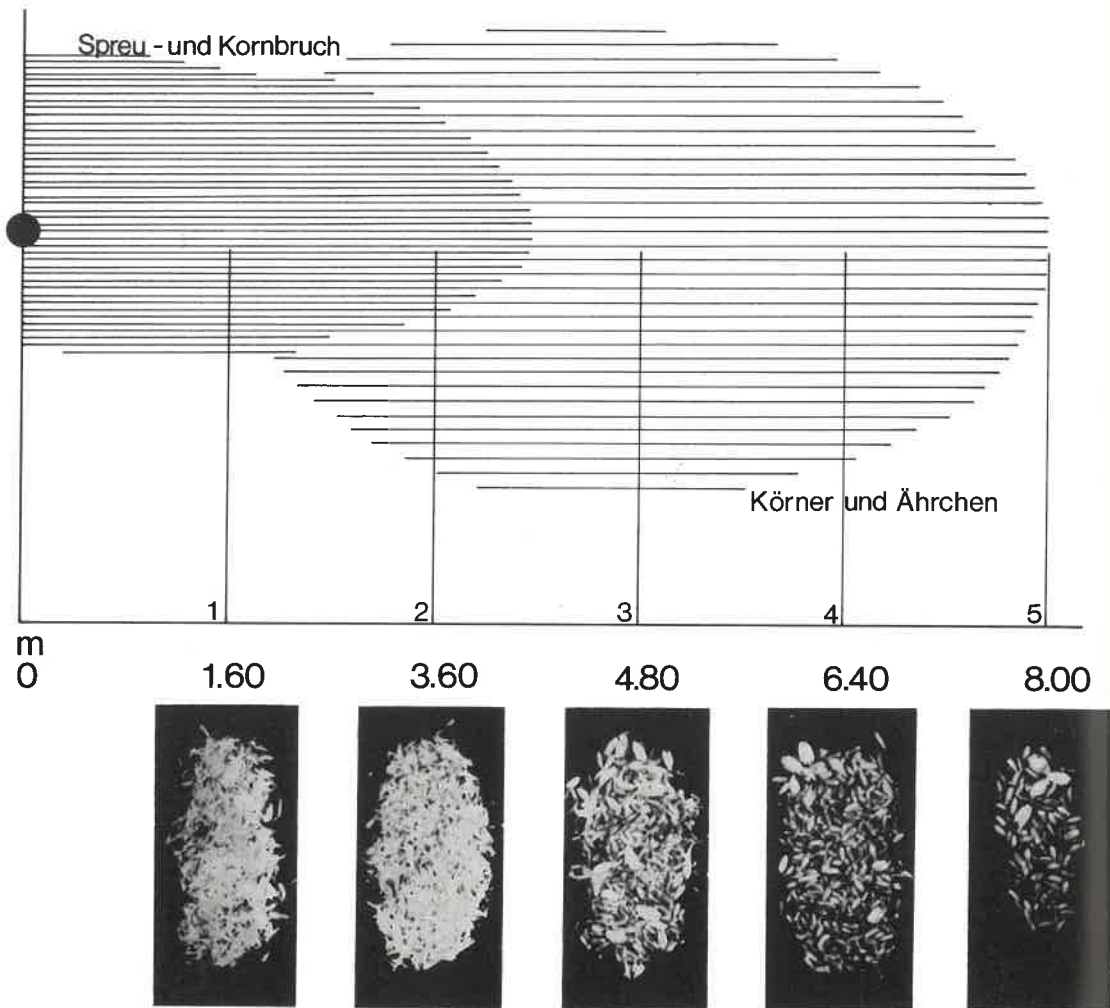


Abb. 13: Versuch 4: Worfeln von gemörsertem Emmer. Schematische Darstellung des Worfelkegels und Zusammensetzung der Proben (Versuch 4). Der Punkt bezeichnet die Position des Worfelnden.

abfälle, die nach der Trennung verbrannt sind.

Anhand der Probenzusammensetzung (Anteil der Spreureste und Anteil leichter oder schwerer, großer oder kleiner Unkrautsamen) können Überlegungen zu möglichen Reinigungsverfahren angestellt werden (NEUSS-ANIOL 1987). In Frage kommen Worfeln im Luftzug oder im geschlossenen Raum, Sieben mit weit- oder engmaschigen Sieben und Ausschwingen; alle diese Reinigungsverfahren sind volkscundlich belegt (HILLMAN 1983).

#### Versuch 4: Worfeln

Bei unseren Versuchen ließ sich das im Holzmörser entspelzte Getreide durch Worfeln und nachträgliches Ausschwingen ohne Schwierigkeiten von bespelzten Körnern und Spreu trennen. Geworfelt wurde bei leichtem Gegenwind; der Worfelkegel erstreckte sich vom Arbeitenden aus ca. 7,50-8,00 m. In gleichmäßigem Abstand wurden fünf Proben entnommen, um die Zusammensetzung zu dokumentieren (Abb. 13).

Während sich die leichteren Spelzen und ein Teil der zerbrochenen Körner im vorderen

Drittel des Worfelkegels ansammeln, fliegen die entspelzten Körner aufgrund ihres Gewichtes und des geringen Luftwiderstandes am weitesten (Abb. 13). Der mittlere Bereich des Kegels wird von Körnern mit und ohne Spelzen eingenommen; hier ist es notwendig, in einem zusätzlichen Arbeitsgang, wie beispielsweise durch Ausschwingen in einer flachen Schwinde, die Körner mit Spelzen abzutrennen, um sie ein zweites Mal dem Entspelzungsprozeß zu unterziehen.

#### 5. Entspelzen und Mahlen auf der Schiebmühle in einem Arbeitsgang

Es ist dargelegt worden (siehe S. 90), daß gute Gründe für die Annahme sprechen, daß in der Bandkeramik die Spelzweizen Einkorn und Emmer vor der Speisebereitung in einem gesonderten Arbeitsgang entspelzt worden sind; für die Weiterverarbeitung zu Mehl und Schrot verwendete man also Getreidekörner ohne Spelzen.

Der Vollständigkeit halber wurde dennoch in einem weiteren Versuch erprobt, ob sich auch in einem einzigen Arbeitsgang aus bespelzten Körnern auf der Schiebmühle für die menschliche Nahrung geeignetes Mehl produzieren läßt (BERANOVA 1981, 227). Wie die Ergebnisse des Versuches 1 zeigen, liegt schon nach 10 Mahlgängen im Durchschnitt ca. 10% der feinsten Fraktion, also Mehl, vor (Abb. 6). Die Frage entsteht, ob sich durch intensives kontinuierliches Ausmahlen von bespelztem Getreide ein verwertbarer Anteil Mehl produzieren läßt.

#### Versuch 5: Mahlen von bespelztem Getreide auf der Schiebmühle

Als Getreideart wurde Einkorn aus der Ernte 1982 verwendet, das unbehandelt blieb. 500 g Einkorn wurden in Teilmengen von 100 g durch 5 Mahlgänge von je 5 Minuten Dauer gemahlen. In jedem Mahlgang wurde das vom Stein heruntergefallene Material mehrfach wieder auf die Mühle zurückgelegt. Es wurde die in Abb. 5 dargestellte Mühle benutzt.

Schon während der Versuch lief, gewann man den Eindruck, daß ein Großteil der Spelzen zu kleinsten Fraktionen vermahlen wird, also nicht mehr von den Schalenstücken und dem eigentlichen Mehlkörper abtrennbar ist.

Nach 25minütigem Mahlen entstand aus der Ausgangsmenge 42% feines, relativ weißes Mehl (Fraktion kleiner als  $150\mu$ ) und 12% gröberes Mehl ( $150-400\mu$ ), das von den zermahlenden Spelzen dunkler gefärbt ist. Beide Fraktionen sind für die Speisebereitung verwertbar. Alle Fraktionen über  $400\mu$ , also immerhin etwa 46% der Ausgangsmenge, erscheinen aufgrund ihres hohen Spelzanteils für die menschliche Nahrung nicht geeignet (BERANOVA 1987, 166), selbst wenn man beim prähistorischen Menschen eine höhere Toleranzschwelle gegen die harten und kiesel-säurereichen Spelzen voraussetzt. Entscheidend dafür, ob Entspelzen und Mahlen für die Bandkeramik in einem einzigen Arbeitsgang angenommen werden kann, ist außerdem das Vorhandensein feinmaschiger Siebe, die Fraktionen unter 0,5 mm abtrennen können. Mit 46% ist der „Verlust“ für die menschliche Nahrung freilich recht hoch, da eine Abtrennung des Kornbruches in den Fraktionen, die größer als 0,5 mm sind, nur schwer möglich ist.

Gegen das ganze Verfahren sprechen aber vor allem die Getreidereste aus den bandkeramischen Gruben selbst (Abb. 1), wo in immerhin 27% der Proben die Körnerzahl gegenüber dem Spreuanteil überwiegt; bei dem beschriebenen Mahlgang bleiben ganze oder halbe Körner aber kaum erhalten. Wegen der geringen Ausbeute und der archäologischen Belege in den botanischen Proben kann ein solches Arbeitsverfahren für die Bandkeramik abgelehnt werden.

#### 6. Ergebnisse

Die vorgestellten Experimente entstanden aus der Frage nach den für die Bandkeramik des Rheinlandes möglichen Verfahren der Getreideverarbeitung. Durch den Vergleich der überlieferten Pflanzenreste mit den in den Experimenten erzielten Produkten können Überlegungen angestellt werden, welche Arbeitsprozesse für die Bandkeramik wahrscheinlich sind bzw. aus welchem Arbeitsgang die untersuchten Proben stammen.

Bei der Auswertung der durchgeführten Experimente ist allerdings zu berücksichtigen, daß sie, entsprechend dem jeweiligen Versuchsaufbau, nur dazu geeignet sind, einige zu diesen Fragestellungen aufgestellte Hypo-



thesen auf ihre Wahrscheinlichkeit zu überprüfen. Es ist allerdings davor Vorsicht geboten, die Versuchsergebnisse unkritisch auf die archäologische Rekonstruktion zu übertragen. Bei der Durchführung der Experimente ist es notwendig, die Arbeitsabläufe zu untergliedern und mit definierten Randbedingungen reproduzierbar zu gestalten. Die absolut erzielten Werte sind nicht direkt übertragbar, sondern als Richtwerte zu beurteilen, die relative Verhältnisse und Tendenzen beschreiben. Nicht einbezogen werden können die Arbeitsorganisation im sozialen Rahmen sowie Tradition und Erfahrung. Dies betrifft insbesondere Effektivitäts- und Zeitmessungen, bei denen sich mangelnde Erfahrung und fehlende Routine der Experimentatoren unfreiwillig niederschlagen müssen.

Die paläo-ethnobotanische Beobachtung, daß in der Bandkeramik einerseits Spelzgetreide angebaut wurden, andererseits die überlieferten Getreidereste nur selten das natürliche morphologische Verhältnis von Körnern : Spreu aufweisen (Abb. 1), setzt entsprechende Entspelz- und Reinigungsverfahren voraus. Aus der Fülle der aus der Volkskunde und durch ethnographische Beobachtungen bekannten Verfahren mußte ein vereinfachtes Schema entwickelt werden, das allein die für die Getreideverarbeitung notwendigen, also grundsätzlichen Arbeitsabläufe beinhaltet, wobei einer möglichen Verwendung von Feuer (zum Trocknen oder Darren) besonderes Augenmerk geschenkt wurde.

Als Ergebnisse der Versuchsreihen kann festgestellt werden, daß zum Entspelzen ein vorheriges Darren des Getreides weder notwendig, noch - mit Blick auf die botanischen Reste - für die Bandkeramik wahrscheinlich ist. Auch die Verwendung der (archäologisch nachgewiesenen) Schiebmöhlen für das Entspelzen von Getreide ist aufgrund der unvermeidbar hohen Verluste abzulehnen. Der Vergleich zwischen den auf der Schiebmühle erzielten Versuchsergebnissen mit denen im Holzmörser weist letzteren als das in jeder Hinsicht überlegene Gerät zum Entspelzen aus.

Die Aussagekraft der erzielten Entspelzergebnisse im Holzmörser wird allerdings durch die den Untersuchungsreihen zugrunde liegenden Versuchsbedingungen limitiert. So zeigt bereits ein Vergleich zwischen

den Ergebnissen des engvolumigen Massivmörser mit dem breitbodigen Kübelmörser, daß der notwendige Zeitbedarf durch ein dem Verfahren optimal angepaßtes Gerät erheblich reduziert werden kann. Ebenso läßt sich der effektive Anteil der zerbrochenen Körner durch tägliche Routine und langjährige Erfahrung sicherlich verringern; allerdings müßten auch die durch die anschließenden Reinigungsverfahren zu erwartenden Verluste wiederum in die Rechnung einbezogen werden.

Mehl und Schrot sind geradezu unvermeidliche Produkte bei der Arbeit mit Schiebmöhlen (Abb. 6 u. 14). Die große Anzahl von steinernen Schiebmöhlen aus neolithischen Siedlungen zeigt, da diese zum Entspelzen nicht geeignet sind, daß zumindest ein Teil der Speisen aus Mehl und Schrot bereitet wurde, so daß der Schluß auf ein Backen von Fladen oder gesäuertem Brot unausweichlich erscheint. Die nachgewiesenen unterirdischen Kuppelöfen der Bandkeramik sprechen dafür, daß tatsächlich ein Teil mit Treibmitteln, also am ehesten Natursauer, verwendet wurde.

Wie aus Abbildung 1 hervorgeht, können zwei Drittel der bandkeramischen Proben mit Getreideresten als Reinigungsabfälle nach dem Entspelzen angesehen werden; hier überwiegt der Spreuanteil. Offensichtlich hat man in der Bandkeramik die Reinigungsabfälle häufig verbrannt, da die harte Spelzweizenspreu als Beimischung zum Viehfutter oder für weitere Verwendungsarten, beispielsweise zur Magerung von Keramik und Hüttenlehm (WILLERDING 1970, 313ff.), nicht in den anfallenden Mengen benötigt wurde. Vielleicht bezweckte man mit der Verbrennung der an Unkrautsamen meist reichen Spreureste (NEUSS-ANIOL 1987, Tab. 10) auch eine Zerstörung der unerwünschten Diasporen, also eine aktive „Unkrautbekämpfung“.

Die nach dem Entspelzen ausgeschiedenen Abfälle gerieten also teils absichtlich, teils aber auch zufällig in das Feuer, vermutlich in der Regel in das offene Herdfeuer im Hause. In dessen Nähe sollte also das tägliche „Brot“-Getreide im Mörser entspelzt worden sein, hier wurde das Korn anschließend wohl auch gemahlen (ZIMMERMANN 1988). Die Spreu kam direkt in das Feuer oder wurde, soweit sie verstreut war, beim Reinigen des

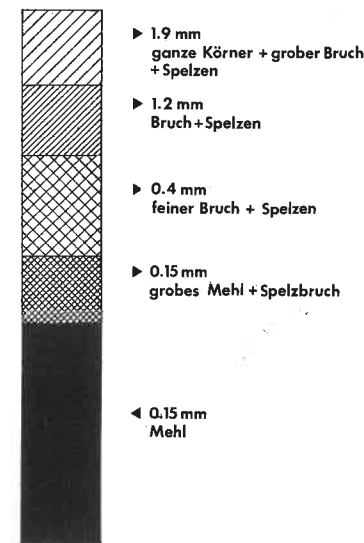


Abb. 14: Ergebnisse des Versuches 5: Mahlen von Einkorn-Ährchen auf der Schiebmühle.

Hauses zusammen mit verlorenen Körnern und anderem Abfallmaterial wie Steinen und Scherben erfaßt und gelegentlich ebenfalls in die Feuerstelle geschüttet. Von hier gelangten diese verbrannten „Funde“ mit Asche und Holzkohleresten bei der Reinigung der Herdstelle nach draußen und manchmal auch in Gruben, wo sie uns als „dünne, schwarze Schichten“ erhalten geblieben sind (LÜNING 1977, 59). Das in bandkeramischer Zeit angestrebte Ergebnis, das entspelzte und gereinigte Eßgetreide aus ganzen Körnern, konnte nur beim Mahlen und bei der Speisenzubereitung verloren gehen, was nur für kleine Mengen gilt: Die Möglichkeit ihres Nachweises ist also äußerst gering; dies entspricht auch dem archäologischen Befund.

#### Anmerkungen:

- 1) In diesem Rahmen können die durchgeführten umfangreichen Versuchsreihen nicht vollständig dargestellt werden. Siehe dazu: MEURERS-BALKE u. LÜNING, im Druck.
- 2) Frau Dr. G. Gerlach vom Archäologischen Park Xanten danken wir für die Bereitstellung des auf Demonstrationsflächen angebauten Getreides, das die im Hambacher Forst und in Kelz produzierten, bescheidenen Ernteerträge wesentlich ergänzte.
- 3) In Süddeutschland wird noch bis in die heutige Zeit der Dinkel relativ häufig angebaut. Das Ent-

spelzen des Dinkels geschieht heute in Mühlen, die einen sogenannten Gerbgang besitzen (KÖRBER-GROHNE 1987, 69).

- 4) Die hier genannten Beispiele beziehen sich auf bandkeramische Proben mit mindestens 50 Körnern oder entsprechenden Spelzresten. Diese insgesamt 52 Proben bilden die Grundlage einer Kölner Magisterarbeit, die sich mit Getreide-Reinigungsverfahren beschäftigt (NEUSS 1983; NEUSS-ANIOL 1987).
- 5) Aus Thayngen „Weier“ (Pfyner Kultur) spricht W. U. GUYAN Geräte als „Dreschsparren“ an (GUYAN 1976, 110), die große Ähnlichkeit mit finnischen Astflegeln aufweisen. An ihren Stirnflächen finden sich Abnutzungsspuren, wie sie auch an volkskundlichen Dreschflegeln beobachtet werden können (NEUSS 1983, 102).
- 6) Die Schiebmühle wurde nach den Rekonstruktionsvorschlägen von A. Zimmermann von Bernd Langenbrink hergestellt.
- 7) Eine thermische Vorbehandlung erhöht die Brüchigkeit der Getreidekörner noch. Auf die ausführliche Darstellung der Versuchsreihen mit erhitztem Emmer wird in diesem Rahmen verzichtet (MEURERS-BALKE u. LÜNING, im Druck).
- 8) Freundliche mündliche Mitteilung von K.-H. Knörzer.
- 9) Auf die gezeigten Holzkübel der Pfyner Kultur hat freundlicherweise Herr Prof. Dr. H.-J. Müller-Beck aufmerksam gemacht; die Stücke wurden von Jens Lüning im Museum Frauenfeld aufgenommen.
- 10) Entsprechend dieser Überlegungen handelt es sich auch in unseren Versuchsreihen beim „unbehandelten“ Getreide um gelagertes (trockenes) Erntegut.
- 11) Auf eine Darstellung der umfangreichen Mahlversuche mit entspelztem Getreide wurde hier verzichtet; sie werden in der Gesamtpublikation der Kölner Experimente ausführlich dargestellt.

#### Literatur:

- BAKELS, C.C. u. ROUSSELLE, R. (1985): Restes botaniques et agriculture du Néolithique ancien en Belgique et Pays-Bas. - *Helinium* 25: 37-57.
- BERANOVA, M. (1981): Mahlversuche mit Emmer auf einer latènezeitlichen Hand-Drehmühle. - *Varia Archaeologica* 2: 227-228.
- BERANOVA, M. (1987): Zur Frage des Systems der Landwirtschaft im Neolithikum und Äneolithikum in Mitteleuropa. - *Archeologické rozhledy* 39: 141-198.
- BIELLENSTEIN, A. (1907-1918): Die Holzbauten der Letten. Ein Beitrag zur Ethnographie, Culturgeschichte und Archäologie der Völker Russlands im Westgebiet. - Erster Teil, St. Petersburg 1907; Zweiter Teil, Petrograd 1918.
- FRANK, T. (1985): Eine experimentelle Getreideernte mit rekonstruierten bandkeramischen Kompositgeräten. - *Archäologische Informationen* 8 (1): 18-21.
- GALL, W. (1975): Rösten und Darren in urgeschichtlicher Zeit. - *AltThüringen* 13: 196-204.

- GUYAN, W.-U. (1966): Zur Herstellung und Funktion einiger jungsteinzeitlicher Holzgeräte von Thayngen-Weier. - *Helvetica Antiqua* (Festschrift für Emil Vogt): 21-32.
- GUYAN, W.-U. (1976): Jungsteinzeitliche Urwald-Wirtschaft am Einzelbeispiel von Thayngen „Weier“. - *Jahrbuch Schweiz. Ges. Urgesch.* 59: 93-117.
- HARLAN, J. (1967): A wild wheat harvest in Turkey. - *Archeology* 29: 197-201.
- HILLMAN, G. (1983): Interpretation of archaeological plant remains: The application of ethnographic models from Turkey. - van Zeist, W. u. Casparie, W.A. (eds.): *Plants and Ancient Man. Studies in palaeoethnobotany* (Symposium Groningen): 1-41. Rotterdam.
- HINZ, H. (1952): Über Erntebergung in der Urzeit. - *Die Heimat*: 232-234.
- HINZ, H. (1954): Zur Entwicklung des Darrenweizens. - *Zeitschrift für Volkskunde* 51: 88-105.
- KNÖRZER, K.-H. (1967): Untersuchungen subfossiler pflanzlicher Großreste im Rheinland. - *Archaeo-Physika* 2.
- KNÖRZER, K.-H. (1971): Urgeschichtliche Unkräuter im Rheinland, ein Beitrag zur Entstehung der Segetalgesellschaften. - *Vegetatio* 23: 89-111.
- KÖRBER-GROHNE, U. (1987): *Nutzpflanzen in Deutschland. Kulturgeschichte und Biologie.* Stuttgart.
- KUPER, R., LÖHR, H., LÜNING, J., STEHLI, P. u. ZIMMERMANN, A. (1977): Der bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 9, Gemeinde Aldenhoven, Kreis Düren. - *Rheinische Ausgrabungen* 18.
- KÜSTER, H. (1985): Neolithische Pflanzenreste aus Hochdorf, Gemeinde Eberdingen (Kreis Ludwigsburg). - Küster, H. u. KörberGrohne, U., Hochdorf I. *Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg*, Bd. 19: 15-83.
- LÖHR, H., ZIMMERMANN, A. u. HAHN, J. (1977): Feuersteinartefakte. - Kuper, R. et al. (1977): 131-266.
- LÜNING, J. (1977): Gruben. - Kuper, R. et al. (1977): 41-81.
- LÜNING, J. u. MEURERS-BALKE, J. (1986): Archäologie im Experiment. - *Archäologie in Deutschland* (1): 4-7.
- MAURIZIO, A. (1927): *Die Geschichte unserer Pflanzennahrung von den Urzeiten bis zur Gegenwart.* Berlin.
- MEURERS-BALKE, J. (1985): Experimente zum Anbau und zur Verarbeitung prähistorischer Getreidearten. - *Archäologische Informationen* 8 (1): 8-17.
- MEURERS-BALKE, J. u. LÜNING, J. (im Druck): Some aspects and experiments concerning the processing of glume wheats.
- MÜLLER-BECK, H. (1965): Holzgeräte und Holzbearbeitung. - Seeberg, Burgäschisee-Süd 5. *Acta Bernensia* 2.
- NATHO, I. (1957): Die neolithischen Pflanzenreste aus Burgliebenau bei Merseburg. - *Beitr. Frühgeschichte Landwirtschaft* 3: 99-138.
- NEUMANN-PELSHENKE (1954): *Brotgetreide und Brot. Handbuch über die Theorie und Praxis der Brotgetreideverarbeitung.* 5. Auflage (neu bearbeitet von P.F. Pelshenke). Berlin-Hamburg.
- NEUSS, H. (1983): Anbau und Verarbeitung von Getreide in der bandkeramischen und Rössener Kultur des Rheinlandes unter Berücksichtigung volkskundlicher Quellen. *Magisterarbeit.* Köln.
- NEUSS-ANIOL, H. (1987): Rekonstruktion von Methoden der Getreidereinigung anhand bandkeramischer Pflanzenreste des Rheinlandes unter Berücksichtigung volkskundlicher Quellen. - *Praehistorische Zeitschrift* 62 (1): 22-51.
- PARMENTIER, ROZIER, LASTEYRIE u. DELALAUZE (1807): *Theoretische und praktische Abhandlung über die Cultur des Getreides, und die Kunst Brot zu machen.* Wien.
- PETRASCH, J. (1985): Typologie und Funktion neolithischer Öfen in Mittel- und Südosteuropa. - *Archäologische Informationen* 8 (1): 82-84.
- PETRASCH, J. (1986): Typologie und Funktion neolithischer Öfen in Mittel- und Südosteuropa. - *Acta Praehistorica et Archaeologica* 18: 33-83.
- STOLL, H. (1902): *Der Spelz, seine Geschichte, Kultur und Züchtung.* Berlin 1902.
- VISTED, K. u. STIGUM, H. (1971): *Vaar gamle Bondekultur.* - Trdje utgave. Bind 1.
- WERNER, A. (1986): Experimentelle Untersuchungen zur Rekonstruktion neolithischer Kuppelbacköfen. - *Archäologische Informationen* 9 (2): 155-157.
- WILLERDING, U. (1970): Vor- und frühgeschichtliche Kulturpflanzenfunde in Mitteleuropa. - *Neue Ausgrabungen u. Forschungen in Niedersachsen* 5: 287-375.
- ZIMMERMANN, A. (1988): *Steinmaterial.* - Boelicke, U., von Brandt, D., Lüning, J., Stehli, P. u. Zimmermann, A.: *Der bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 8, Gemeinde Aldenhoven, Kreis Düren.* - *Rheinische Ausgrabungen* 28.

#### Anschriften der Verfasser:

- Dr. Jutta Meurers-Balke  
Institut für Ur- und Frühgeschichte  
Albert-Magnus-Universität Köln  
Weyertal 125  
D-5000 Köln
- Prof. Dr. Jens Lüning  
Seminar für Vor- und Frühgeschichte  
Johann-Wolfgang-Goethe-Universität  
Arndtstr. 11  
D-6000 Frankfurt am Main 1

## Getreidemahlen auf einer Trogmühle

Wolf-Rüdiger Teegen, Erika Hellmich,  
Gabriele Schulz

Fragmente von Mahlsteinen und Läufern werden nahezu auf jeder archäologischen Ausgrabung der Zeit nach dem Mesolithikum gefunden. Diese Fundgattung hat aber in der Forschung vergleichsweise selten Aufmerksamkeit gefunden. Besonders betrifft dies die Funktion: Scheinbar schienen sämtliche Fragen geklärt. Eine Durchsicht der Literatur zeigte aber, daß eher das Gegenteil der Fall ist. Dies gilt auch für experimentelle Arbeiten. In dem vorliegenden Beitrag beschäftigen sich die Verfasser mit Mahlversuchen, die im Rahmen der „Tage der Experimentellen Archäologie“ im Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen durchgeführt wurden. Verwendet wurde eine sogenannte „Trogmühle“. Sie besteht aus einem Steinblock (Granit), der auf der Oberseite leicht eingeschliffen ist, und einem kleineren Granitstein, dem Läufer (Abb. 1). Er ist in Form und Größe dem Mahlstein angepaßt. Eine gewisse Weiterentwicklung stellen „Sattelmühlen“ dar, die aus einer steinernen Platte und einem rechteckigen Läufer bestehen. In Anlehnung an völkerkundliche Parallelen wurde der Mahlstein in ein Lehmbedt eingebaut (Abb. 2). Die ansteigenden Innenwände verhindern, daß Körner beim Mahlen von der Mühle rutschen. Denn es erwies sich als zeitaufwendig, das Mahlgut ständig zusammenzufegen und auf den Mahlstein zurückzulegen. Der der mahlenden Person abgewandte Teil der Mühle lag dabei höher und war mit einer aus Lehm geformten Rinne versehen. Dadurch konnte das Mehl leicht in eine Schale gefegt werden (Abb. 3).

## Versuchsablauf

Als Mahlgut wählten wir Weizen, Grünkern und Nacktgerste aus, drei qualitativ verschiedene Getreidearten. Zwei weibliche Versuchspersonen führten insgesamt vier Mahldurchgänge je Getreideart durch. In hockender oder kniender Haltung wurde das portionierte Getreide mit Hilfe des Läufers durch Druck und Reibung zerkleinert (Abb.4). Dokumentiert wurden jeweils Ausgangs- und Endgewicht des Mahlgutes und die benötigte Zeit für die portionierten Teilmengen. Die genommene Zeit bezieht sich ausschließlich auf den Mahlvorgang. Im Anschluß daran wurde von jedem Mahlgang eine Probe zur Feinheitbestimmung und je Getreideart eine Mehlprobe entnommen, um den Mahlsteinabrieb zu bestimmen. Anregung für die Mahlsteinabriebsuntersuchungen sind die immer wieder auftauchenden Vermutungen, daß die starke Zahnabration bei prähistorischen Bevölkerungen u.a. durch Gesteinsabrieb der Mahlsteine verursacht wurde. Sicherlich rauchte man vorgeschichtliche Mühlen in gewissen Zeitabständen an. Die erste Portion Mehl enthielt vermutlich einen höheren Anteil Gesteinspartikel. Daher rauhten wir nach Ablauf der ersten sechs Mahlversuche Mahlstein und Läufer an.



Abb. 1: Trogmühle ohne Lehmbedt.

Die beim Mahlen entstandenen Mahlgutverluste sind sehr gering ausgefallen. Sie liegen zwischen 0,28% und 2,8% und betragen durchschnittlich 1,33%.

Eine Abhängigkeit der Mehlfeinheit von der Größe der Teilmenge läßt sich nur bedingt herstellen. Grundsätzlich ist zu sagen, daß nur extrem große Mengen, die eine Handvoll bei weitem überschreiten, zu einer geringeren Effektivität der Mühle führen, da der Läufer über die Getreideschichten rollt, ohne sie zunächst nennenswert zu zermahlen.

Die Feinheit wurde in einem Siebturm mit den Durchlaßgrößen (in  $\mu\text{m}$ ) 710, 530, 236, 160 und 112 durch dreiminütiges konstantes Sieben ermittelt. Die Ergebnisse der Feinheitsbestimmungen und die Dokumentation der Mahlversuche sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Bei den in den Tabellen 2, 3 und 4 enthaltenen Werten handelt es sich um Durchschnittswerte aus jeweils zwei Mahlgängen, die vor und nach dem Anrauen der Steine durchgeführt wurden, sowie einem Gesamtdurchschnittswert aus allen vier Mahlgängen. Um die in Tabelle 1 aufgeführten sechs Feinheitsgrade besser vergleichen zu können, wurden sie in Tabelle 2, 3 und 4 zusammengefaßt. Die dabei verwendete Einteilung in Schrot, Grieß und Mehl (Schrot  $> 710 \mu\text{m}$ , Grieß  $710\text{-}160 \mu$ , Mehl  $< 160 \mu$ ) stellt eine vereinfachte Form der Benennungen aus Tabelle 5 dar.

Beim Vergleich der Tabellen 2, 3 und 4 fällt auf, daß sich die Getreidearten unterschiedlich gut verarbeiten lassen: Weizen konnte bei ähnlichem Zeitaufwand etwa doppelt so fein gemahlen werden wie Gerste und Grünkern. Das ist auf die geringere Härte der Weizenkörner zurückzuführen. Grünkern schnitt insgesamt noch etwas schlechter ab als Gerste.

Zum anderen zeigt sich, daß bei allen drei Getreidearten nach dem Anrauen der Steine bei durchweg besseren Zeiten eine größere Feinheit des Mahlgutes erreicht werden konnte.

Um den Mahlsteinabrieb im Mehl festzustellen, wurden Proben des Getreides und einiger Mahlergebnisse verascht. Der Mineralstoffgehalt sollte ermittelt werden. Ausgangsmaterial waren qualitativ unterschiedliche



Abb. 2: Der Mahlstein wird in ein Lehmbett eingebaut.



Abb. 3: Ausfegen des Mahlgutes.

Mehlproben: zum einen über die Rinne des Lehmбетtes ausgefegt, zum anderen direkt aus dem Mahlstein stammend. Eine Probe stammte aus dem ersten Mahlgang nach dem Anschärfen der Steine (Tabelle 6). Wichtig sind die säureunlöslichen Ascheanteile (Sand), der Gesteinsabrieb. Die minimalen Sandanteile in den ungemahlten Getreideproben können unberücksichtigt bleiben. Auch die anderen Proben enthalten nur geringfügige Anteile Sand. Der relativ hohe Wert aus der Weizenprobe ist mit einem Fehler bei der Entnahme zu erklären. Leicht erhöhte Werte zeigen Mehle, die mit dem Lehmбетт in Berührung kamen: eine Verunreinigung durch äußere Umstände. Ein erheblicher Abrieb zeigt sich nur in der Probe, die direkt nach dem Anschärfen der Steine entnommen wurde. Leider fehlen Vergleichs-

werte von heute gebräuchlichen Mahlsteinen, um aussagen zu können, ob diese Mengen für den deutlich sichtbaren Zahnabrieb bei prähistorischen Populationen verantwortlich sind. Praktische Versuche mit Getreidebrei zeigten keine spürbare Verunreinigung der Mehle. Wahrscheinlich sind nicht die Mahlsteine für die Abrasion verantwortlich zu machen.

#### Zur Rekonstruktion prähistorischer Mahlweisen

Zur Rekonstruktion von Arbeitsablauf und -techniken können verschiedene Quellen herangezogen werden: 1. archäologische Befunde von Mahlsteinen etc. sowie ihre Gebrauchsspuren<sup>1</sup>; 2. antike Bild- und Schriftquellen (Überblick bei MORITZ 1958); 3. Völkerkundliche Parallelen ergeben Anhaltspunkte über benötigte Arbeitszeiten; 4. Experimentelle Studien.

Die durch plastische und bildliche Darstellungen überlieferte Arbeitshaltung ist folgende: die mahlende Person kniet vor dem höher gelegenen Ende der Mühle, die Zehen der Füße abgeknickt auf dem Boden. Oder die Füße liegen plan auf, ein Fuß kann auch auf der Rückseite des Unterschenkels liegen<sup>2</sup>. Der Läufer wird kraftvoll mit beiden Händen geschoben. Dabei können auch kreisende Bewegungen durchgeführt werden, um die Körner optimal zu zerkleinern. Manche Darstellungen weisen auch auf eine eher stehende Arbeitshaltung hin (BRANDT 1927, 20, Abb. 5). Ethnographische Beispiele zeigen, daß beim Mahlen auch Kleinkinder auf dem Rücken getragen werden (Richards 1939, Taf. 6 unten), wodurch sich der Druck auf das Mahlgut verstärkt (Abb. 6).

Aus Gräbern der ägyptischen Oberschicht des Alten, aber auch des Neuen Reiches sind eine Vielzahl von Kalkstein-Plastiken (sog. „Dienerfiguren“) bekannt, die u.a. auch Getreide mahlende Frauen darstellen. Mahlende Männer sind relativ selten (BRANDT 1927, 20, Abb. 6; MORITZ 1958, 28, Taf. 1a). Hinzu kommen hölzerne Modelle und Fresken. Dargestellt sind Sattelmühlen mit einem quader- oder brotlaibförmigen Läufer. Eine plastische „Momentaufnahme“ gibt ein in Leiden aufbewahrtes hölzernes Kinderspielzeug der 19. Dynastie; es gibt den Arbeitsab-

lauf teilweise wieder (BRANDT 1927, 19, Abb. 5; vgl. Abb. 5).

Die altägyptischen Darstellungen lassen verschiedene Mühlentypen erkennen: 1. fest in den Boden eingelassene Mühlen (WILDUNG u. SCHOSKE 1984, 92, Kat.-Nr. 39); 2. fest installierte Einrichtungen, die ausgearbeitete Arbeitsplätze darstellen (BRANDT 1927, 20, Abb. 6). Sie dürften vor allem im Zusammenhang mit großen Versorgungseinrichtungen, z.B. von Palästen, zu sehen sein, wie sie auch im altsyrischen Ekla nachgewiesen sind (MATTHIAE 1984, Taf. 73b); 3. zur Versorgung der Bevölkerung dienten wohl vor allem auf dem Boden aufliegende, transportable Mühlen, die mit den Knien und Schenkeln fixiert wurden (KAYSER o. Jahr, 43, Kat.-Nr. 20, Farbtafel 3). Die Mahlplatte wurde so platziert, daß das dem Körper zugewandte Ende höher lag. An dem entgegengesetzten, tiefer gelegenen Ende konnte sich ein Wulst befinden, vor dem sich das Mehl sammelte (WILDUNG u. SCHOSKE 1984, Abb. S. 93) oder vor dem Mahlstein eine Mulde, in die das entstandene Mehl fiel (KAYSER o.J., 43). Auf den ägyptischen Darstellungen befindet sich das Mahlgut (in einem Beutel oder anderem Behälter) vor der mahlenden Person am oberen Ende der Mühle. Von ägyptologischer Seite wurde der Befund dahingehend inter-

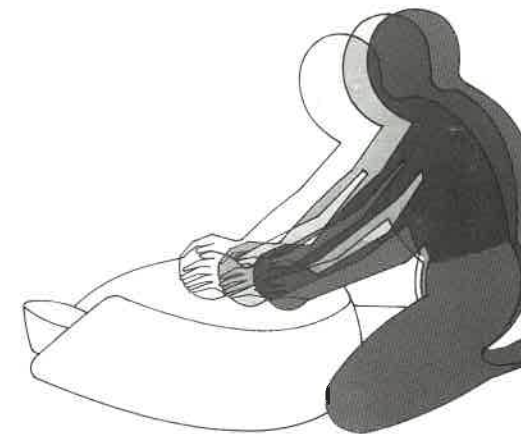


Abb. 4: Vorwärtsschieben des Läufers unter Druck - Mahlvorgang.

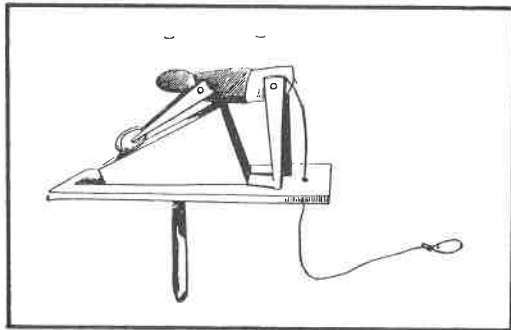


Abb. 5: Kornmahlende Person. Kinderspielzeug Holz. Neues Reich, 19. Dynastie. Mus. Leiden (nach Brandt 1927).



Abb. 6: Kornmahlende Frau. Kampamba, Sambia (nach Richards 1939).



Abb. 7: Archsum, Fundstelle 59. Langhaus der älteren römischen Kaiserzeit mit gepflastertem Stallgang, gepflasterter Diele und Wohnraum mit Herdstelle, dabei Mühlstein (nach Harck u. Kossack 1987).

pretiert, daß jeweils „nur kleine Mengen Mehl für den alltäglichen Bedarf hergestellt wurden“ (WILDUNG u. SCHOSKE 1984, 92). In der Völker- und Volkskunde nimmt die Beschreibung der Lebens- und Ernährungsweisen der Völker der Welt eine wichtige Rolle ein.

Wichtige Auskünfte gibt eine Arbeit von A.I. Richards (1939) über die Bemba in Sambia (ehemals Nord-Rhodesien). Bei den Bemba ist, wie bei vielen anderen Völkern auch, das Mahlen des Getreides Frauensache. Die Mühle befindet sich außerhalb des Hauses auf dem niedrigen Hauspodest unterhalb des überhängenden Daches (RICHARDS 1939, Taf. 6, unten). Die Konstruktion des Mahlsteines entspricht praktisch der unseren. Richards ermittelte die von sieben verschiedenen Frauen benötigten Zeiten zur Mehlherstellung. Diese umfaßt Dreschen, Worfeln und Mahlen. Jeder Arbeitsschritt wurde getrennt gestoppt. Die für den kompletten Arbeitsprozeß benötigte Zeit lag zwischen 5,4 - 13,8 min mit einem Durchschnitt von 7,4 min pro brit. Pfund (453,59 g) Mehl (RICHARDS 1939, Tab. S. 104). Uns soll hier nur das Mahlen interessieren: für ein Pfund Mehl zwischen 3,75 - 9,33 min. Allerdings trat ein Akkordeffekt ein, da die Frauen wußten, daß die Zeiten gestoppt wurden. Realistisch ist es wohl, die Zeitangaben zu verdoppeln.

Nach Richards' Protokollen (1939, Tab. S. 173-182) wird durchschnittlich pro Person/Tag ein brit. Pfund Mehl verbraucht, da der Getreidebrei das Hauptnahrungsmittel darstellt. Für die Bereitung des Abendessens als der Hauptmahlzeit werden für eine 4-6köpfige Familie durchschnittlich etwa 2,5 Stunden veranschlagt (RICHARDS 1939, 104). Hinzu kommen Wasser- und Feuerholzholen und ähnliche Arbeiten, die etwa die gleiche Zeit beanspruchen.

Bei den Überlegungen zur aufgewendeten Zeit des Mahlens muß berücksichtigt werden, daß dem eigentlichen Mahlvorgang immer eine Entspelzung und Reinigung des Mahlgutes voranzugehen hat (ca. 1,25 Stunden). Zur Gewinnung von Feinmehl ist dann außerdem ein mehrfaches Sieben notwendig. Folglich ist Mahlen eine zeitraubende, anstrengende Arbeit. So heißt es in einer Sudan-Beschreibung (1870-1874), sie gestattete es „einer Sklavin selbst bei angestrengtester Tagesarbeit nur für den Bedarf von vier

bis sechs Menschen zu sorgen“ (MAURIZIO 1927, 270).

#### Mahlversuche in der archäologischen Literatur

Mahlversuche sind nicht neu. In jüngerer Zeit hat sich insbesondere E. Hennig (1966) damit beschäftigt. Bei der Verwendung von einer Sattelmühle mit länglichem, brotlaibförmigem Läufer brauchte er zum Mahlen von Getreide (Weizen) ungefähr 40 min/kg. Das Ergebnis war ein grobes Mehl, eher Schrot (HENNIG 1966, 79, 86).

Bei trogförmigen, runden Mühlen, auf denen mit einer kreisförmigen Bewegung gemahlen wird, braucht man, so ergaben rezente Beobachtungen in der Slowakei, für ein feines Mehl<sup>3</sup> etwa 3 Stunden/kg (HENNIG 1966, 78).

M. Währen (1981) führte im Rahmen seines Gutachtens zu den bronzezeitlichen Broten von Telgte eigene Mahlversuche durch, in deren Mittelpunkt die Gewinnung möglichst feinen Mehls lag. Dabei hat er zur Herstellung von 102 g 72prozentigem Feinmehl (= 15malige Zerreibung des Mahlgutes) auf einer Sattelmühle 60 min gebraucht<sup>4</sup>; für 100 g 60prozentigen Feinmehls (= 9malige Zerreibung) benötigte er 40 min (WÄHREN 1981, 261 f.). In neueren Versuchen kam er zu ähnlichen Ergebnissen (250 g 70-75prozentiges Feinmehl in ca. 190 min). Die Zeitersparnis der prähistorischen Menschen (durch langjährige Übung) wird von ihm auf 30-50 min geschätzt. Mit einer angenommenen Zeit von einer Stunde für die Brotzubereitung und das Backen kommt er auf 2-3 Stunden, die zur Herstellung eines 250 g schweren Feinbrottes benötigt werden.

Die doch erheblichen Unterschiede zwischen den von Währen und Hennig mitgeteilten Daten lassen sich hier nicht auflösen. Sie deuten darauf hin, daß für die Gewinnung von backfähigem Feinmehl beachtliche Zeiten benötigt wurden. Deshalb scheint Getreidebrei und nicht Feinbrot lange Zeit in Mitteleuropa tägliche Nahrung gewesen zu sein. Allerdings steht nach den Forschungen von M. Währen (1981; 1988) fest, daß bereits in der Bronzezeit ein beachtlicher Stand in der Brotherstellung erreicht wurde.

Hennig (1966, 79) nimmt an, daß Sattelmüh-

len überwiegend zum Getreidemahlen verwendet wurden, Trogmühlen eher für andere Mahlzwecke, da sie nicht so arbeitsproduktiv seien.<sup>5</sup> Die Versuche der Verfasser zeigen jedoch, daß die Leistung einer Sattelmühle (Weizen: 40 min/kg) mit einer Trogmühle durchaus erreicht werden kann (Weizen: 48 min/kg; Gerste: 42min/kg; vgl. Tab. 1).

Um dieses Problemfeld „Getreidemahlen“ genauer abschätzen zu können, wären somit neben vergleichenden experimentellen auch weitere ethnologische Studien nötig.

Nicht zu vergessen ist, daß Mahlsteine zahlreichen Aufgaben gedient haben können.<sup>6</sup> Dabei erscheint mir besonders der Hinweis auf das Zermahlen von Salz bedeutsam, eine Tätigkeit, die in der Ost-Sahara - im Gegensatz zum Getreidemahlen - von Männern ausgeübt wurde (SCHÖN u. HOLTER 1988, 159).

#### Zum Anschärfen, Abrieb und zur Gebrauchsdauer von Mühlen

Die Mahlversuche im Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen haben deutlich den Nutzen und die Auswirkungen des Anschärfens gezeigt. Die Arbeitszeit wird verkürzt, und feineres Mehl wird einfacher herstellbar (Tab. 1).

Ethnographische Beobachtungen ergaben, „daß Mahl- und Reibsteine alle Wochen durch Klopfen aufgeraut, also nachgebessert werden mußten, weil sie glatt geschliffen waren und zum Mahlen nicht mehr taugten“ (HARCK u. KOSSACK 1987, 124, 126). Bei den ersten Mahlgängen nach dem Aufrauen ist ein erhöhter Anteil von Gesteinsmehl zu beobachten (s.o.; Tab. 6).

M. Währen hat bei seinen Brotuntersuchungen (1981; 1988) auch den Anteil an festen Bestandteilen untersucht. Dabei ergab sich, daß dieser meist sehr gering war. Bei den urnfelderzeitlichen Broten von Rhede betrug die Größe der Gesteinsverunreinigungen in 90-95% der Fälle weniger als 0,06 mm. Er folgert daraus, daß sowohl sehr gute Mühlen als auch Siebe vorhanden waren (WÄHREN 1988, 46).

Steingras im Mehl kann zu überproportional starker Abrasion und anderen Zahnschäden führen. Abriebarme Mühlsteine waren daher ein beliebtes und begehrtes Handelsobjekt. So tauchten die ersten Mühlen aus Mayener

Basaltlava in Siedlungen des südlichen Nordseegebietes um Christi Geburt auf der Feddersen Wierde auf (HAARNAGEL 1979, 141).

Über die Gebrauchsdauer liegen völkerkundliche Beobachtungen vor. In der Ost-Sahara wird die Lebensdauer von ursprünglich ca. 5 cm dicken Reibsteinen (aus silifiziertem Sandstein) mit 1-2 Jahren, die von ca. 10-15 cm dicken Steinen mit 5-6 Jahren veranschlagt (SCHÖN u. HOLTER 1988, 159).

Der von den Verfassern benutzte Läufer (aus Granit und damit abriebärmer) könnte 5 - 15 Jahre, die Trogmühle eine Gebrauchsdauer von vielleicht mehreren Generationen gehabt haben, ohne daß dies jedoch zum gegenwärtigen Zeitpunkt belegt werden kann.

#### Zur Lage des Mülsteins im Haus

Oft läßt sich bei archäologischen Ausgrabungen nicht mehr sicher sagen, wo sich die Mühle im Haus befunden hat. Einen in diesem Zusammenhang aufschlußreichen Befund lieferte das siedlungsarchäologische Forschungsprojekt „Archsum“/Sylt. In einem Haus der älterkaiserzeitlichen Siedlung Melenknop konnte im Wohn-/Küchenbereich der Trog einer Mühle noch in situ angetroffen werden. Er befand sich in einer hinteren Ecke, unweit der Feuerstelle (HARCK u. KOSSACK 1987, 125, Abb. 55; vgl. auch Abb. 7). Die Mühle schien dort fest installiert gewesen zu sein, war zum Rauminnen geneigt und soweit von der Rückwand entfernt, daß eine Person dort an ihr arbeiten konnte. Diese Lage entspricht im Grundzug auch der von uns gewählten, die sich in der Praxis bewährt hatte. Auf diese Art blieb nicht nur das Feuer, sondern der gesamte Raum im Blickfeld. Diese Anordnung der Mühle scheint typisch für eisenzeitliche Häuser des südlichen Nordseeküstengebietes, der jütischen Halbinsel und Südnorwegens (MYHRE 1982, 205-206, Fig. 7-8) gewesen zu sein.<sup>7</sup> Daneben gab es auch in einem Gehöftzusammenhang stehende Grubenhäuser sowie andere grubenartige Strukturen mit Mahlsteinen.<sup>8</sup> Untersuchungen von B. Dieckmann in der neolithischen Seeufersiedlung Hornstaad-Hörnle I (Ldkr. Konstanz) zeigen einen bemerkenswerten Befund: neben mehreren Mahlplatten konnten bis zu vier Läufer auftre-

ten (DIECKMANN 1987, 34). In diesem Zusammenhang sei auf einen weiteren Befund aus der Ost-Sahara verwiesen: Dort werden mit einem Mahlstein zwei unterschiedliche Läufer verkauft: einer aus „grobem Material für den ersten Mahlgang, der zweite aus feinkörnigem Material, um das Schrot zu Mehl zu mahlen“ (SCHÖN u. HOLTER 1988, 159). Ob ähnliches auch für Mitteleuropa in Frage kommt, bleibt zu untersuchen.<sup>9</sup>

#### Gesundheitliche Belastungen

Bei unseren Versuchen wurden deutliche körperliche Belastungen beobachtet. Sie betrafen vor allem die Handgelenke, die Knie und den Rücken sowie die Füße. Diese Erscheinungen werden wohl nicht auf unsere Ungeübtheit zurückzuführen sein, sondern auch tatsächliche Belastungen darstellen. Auch das Knien auf dem wohl meist eher leicht feuchten und kühlen Boden dürfte gesundheitliche Folgen gehabt haben - selbst wenn Matten oder andere Unterlagen benutzt wurden. Die Arbeit, die nach ethnographischen Parallelen pro Tag mehrere Stunden gedauert haben dürfte, hat sicherlich körperliche Auswirkungen gehabt.

Vor kurzem hat Th. Molleson (1989) das Vorkommen von starken Abnutzungserscheinungen am Fußknöchel und an den Gelenken zwischen den Metatarsen und Phalangen des Fußes an meso- und neolithischen Skeletten aus Tell Abu Hureyra (Syrien) mit der Mahltätigkeit in Verbindung gebracht. Bei der Materialbasis, der Unvollständigkeit und dem meist schlechten Erhaltungszustand der Funde scheint Vorsicht geboten und paläopathologische Reihenuntersuchungen von neolithischen Skeletten dringend erforderlich.

Folgenden Personen danken wir für ihre Mitarbeit und Unterstützung:

- Herrn Frank Andraschko (Göttingen), Wissenschaftlicher Leiter des Freilichtmuseums Oerlinghausen.
- Herrn Jan Tegge (Hannover) für die Foto- und Filmdokumentation.
- Herrn Prof. Gerstenkorn, Herrn Zwingelberg (Detmold) für die Mahlsteinabriebsuntersuchungen.
- Herrn Heinz Lethen (Braunschweig) für die Mehlfeinheitsbestimmungen und die Informationen zur Erstellung der Tabelle 5.

#### Anmerkungen

- 1) Als mögliche Gebrauchsspuren sind denkbar: a) Reste des Mahlgutes (bislang nur bei Ocker gut nachgewiesen. Es ist in zukünftigen Arbeiten experimentell zu untersuchen, ob sich überhaupt identifizierbare Reste des Mahlgutes an Läufer oder Mahlstein festsetzen. Denkbar wäre u.U. die Erhaltung von Zellresten an entsprechenden Moorfundnen); b) Mikromorphologische Veränderungen; c) Formveränderungen. Letztere können experimentell simuliert werden, wie R.-D. Bauche (1988) überzeugend gezeigt hat. Das Arbeitsgebiet ist m.E. noch größtenteils unerforscht und dürfte noch allerlei Ergebnisse bringen. Wir danken K. Loomis (Portland) für manche Anregung zu diesem Fragenkreis.
- 2) Fraglich ist, ob sich unter dem Begriff „Getreidegries“ der mülentechnische Terminus „Grieß“ verbirgt, der eine Korngröße von 236-630 µm umfaßt (vgl. Tab. 5).
- 3) Der Feinheitsgrad des Mehls ist nicht bekannt.
- 4) Verwendet wurde ein im Berner Historischen Museum aufbewahrter bronzezeitlicher Originalfund (vgl. Währen 1981, 261, Abb. 7).
- 5) Dies ist auf keinen Fall zu generalisieren, sondern je nach archäologischem Befund zu untersuchen: Dabei ist zuerst festzustellen, welche Mülentypen im Befund vorliegen. Durch Brand oder ähnliche Katastrophen zerstörte Häuser bilden diesbezüglich einen geschlossenen Fund und sind daher besonders aussagekräftig. Verschiedene Befunde zeigen das Vorhandensein von mehreren Mahlsteinen (z.B. Hornstad-Hörnle I (neolithisch; Dieckmann 1987, 33, Abb. 5) oder Birkeland I in Norwegen [kaiserzeitlich; Myhre 1982, 205 Fig. 7 Mitte]).
- 6) 1. Nahrungsmittel: Alle zur Ernährung herangezogenen Getreidearten; Trockenfleisch; Nüsse; (eßbare Wurzeln); Gewürze; Salz; Zucker. 2. Pharmaka: Pflanzen; Wurzeln. 3. Kosmetika: dito. 4. Verwendung als „Schleifstein“ für Werkzeuge, z.B. Messer. 5. Verwendung als Widerlager oder zum Beschweren. 6. Verwendung als Vielzweckwerkzeug (Hammer oder Beilersatz). 7. Arbeitsfläche bei der Keramikherstellung (von der Tonaufbereitung bis zum Gefäßaufbau) (Schön & Holter 1988, 159). Viele dieser Funktionen dürften auch im prähistorischen Mitteleuropa denkbar sein.
- 7) Siedlungsübergreifende Untersuchungen fehlen. Beachtenswert ist, daß die von Myhre herangezogenen Befunde auf Vorkriegspublikationen beruhen.
- 8) Hamburg-Farmsen Gebäude III (Kaiserzeit; Trier 1969, Taf. 14a, nach Schindler).
- 9) Die Handmühle - gleich welchen Typs - hat bei prähistorischen und historischen Bevölkerungen eine für uns heute kaum nachvollziehbare Bedeutung gehabt. Ohne daß hier näher darauf eingegangen werden kann, sei auf die Arbeit von M. Bloch (1935/1977) verwiesen, die diese lebens- und überlebenswichtige Problematik an einem mittelalterlichen Beispiel eindrucksvoll schildert (a.a.O. 188-192). Die Arbeit enthält außerdem grundlegende (ältere) Literatur zum Mühlenwesen von der Latènezeit bis zur Neuzeit.
- 10) In Text und Anmerkungen von der Redaktion gekürzt.
- 11) Erst während der Drucklegung wurde der Aufsatz von S.a. de BEAUNE (Essai d'une classification typologique des galets et plaquettes utilisés au paléolithique, folia prehistoire 31, 1989, 27-64) bekannt, der hier nicht mehr herangezogen werden konnte. Von besonderem Interesse ist die Berücksichtigung verschiedener ethnographischer Beobachtungen, insbesondere, was die Verwendungsmöglichkeiten (vgl. Anm. 6) betrifft.

Tabelle 1: Mahlversuche

Mahlgang	Mühle vor dem Anrauen						Mühle nach dem Anrauen					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mahlende Person	A	B	B	A	B	A	A	B	B	A	A	B
Getreideart	Gerste	Gerste	Weizen	Weizen	Grünkern	Grünkern	Gerste	Gerste	Weizen	Weizen	Grünkern	Grünkern
Ausgangsgewicht (g)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Endgewicht (g)	493,20	488,20	491,10	492,10	498,60	490,10	494,70	496,30	487,00	494,80	498,00	496,10
Verlust (%)	1,36	2,36	1,78	1,58	0,28	1,98	1,06	0,74	2,60	1,04	0,4	0,78
Anzahl der Teilmengen	17	42	23	34	24	23	19	19	18	22	19	21
Ø Gewicht d. Teilmengen (g)	29,01	11,64	21,35	14,47	20,78	21,31	26,04	26,12	27,06	22,49	26,21	23,62
Ø Zeit pro Teilmenge (min)	3,36	0,53	1,40	1,32	1,56	1,88	1,10	1,44	1,51	1,10	1,22	1,38
Gesamtzeit (min)	57,06	22,23	32,24	44,93	37,51	43,31	20,95	27,36	27,16	24,23	23,14	29,02
Feinheit des Mehles												
> 710 µ (%)	66,30	71,30	41,40	36,50	68,50	62,40	44,50	52,90	32,60	26,30	47,60	61,90
710 µ - 530 µ (%)	9,70	10,60	8,90	12,50	15,00	17,40	12,90	11,00	11,50	19,00	13,20	
530 µ - 236 µ (%)	7,90	6,90	13,30	13,00	7,70	8,50	13,20	10,90	8,40	11,50	14,10	9,20
236 µ - 160 µ (%)	4,00	3,40	8,00	8,40	4,10	4,90	5,90	4,90	6,60	11,10	5,70	4,90
160 µ - 112 µ d(%)	2,20	1,30	4,40	4,30	1,40	1,80	1,90	3,10	3,50	4,80	2,70	2,20
112 µ - 0 (%)	9,90	6,50	24,00	28,90	5,80	7,40	16,80	15,30	37,90	34,80	10,90	8,60

Tabelle 2:

## Gerste

	vor dem Anrauchen	nach dem Anrauchen	Ø aller Versuche
Ø Gewicht d. Teilmengen (g)	20,33	19,00	19,67
Ø Gesamtzeit (min)	39,65	24,16	31,91
Schrot (%)	68,80	48,70	58,75
Grieß (%)	21,25	32,60	26,93
Mehl (%)	9,95	18,55	14,25

Tabelle 3:

## Weizen

	vor dem Anrauchen	nach dem Anrauchen	Ø aller Versuche
Ø Gewicht d. Teilmengen (g)	28,50	20,00	24,25
Ø Gesamtzeit (min)	38,59	25,70	32,15
Schrot (%)	38,95	29,45	34,20
Grieß (%)	30,25	30,05	30,15
Mehl (%)	30,80	40,50	35,65

Tabelle 4:

## Grünkern

	vor dem Anrauchen	nach dem Anrauchen	Ø aller Versuche
Ø Gewicht d. Teilmengen (g)	23,50	20,00	21,75
Ø Gesamtzeit (min)	40,41	26,08	33,25
Schrot (%)	65,45	54,75	60,10
Grieß (%)	26,35	33,05	29,70
Mehl (%)	8,20	12,20	10,20

Tabelle 5:

Benennung	Feinheit in $\mu$	Benennung	Feinheit in $\mu$
Mehl	< 180	grober Grieß	450-630
Dunst	180-236	feines Schrot	630-800
feiner Grieß	236-315	grobes Schrot	> 800
mittlerer Grieß	315-450		

Tabelle 6:

Probenmaterial	Aschegehalt (%)	salzsäureunlösliche Asche (Sand) (%)
Weizen ungemahlen	1,71	0,02
Weizen gemahlen über Lehmbeet	2,38	0,51
Weizen gemahlen aus Mahlstein	2,75	0,59
Gerste ungemahlen	1,16	0,04
Gerste gemahlen über Lehmbeet	1,57	0,54
Gerste gemahlen aus Mahlstein	1,24	0,06
Grünkern ungemahlen	1,99	0,00
Grünkern gemahlen über Lehmbeet	2,52	0,38
Grünkern gemahlen aus Mahlstein	2,12	0,06
Probe aus angerauchttem Mahlstein	6,39	4,38

## Literatur:

- BAUCHE, R.-D. (1988): Gebrauchsspuren an neolithischen Mahlsteinen. Arch. Informationen 11 (2), 152-155.
- BLOCH, M. (1977): Antritt und Siegeszug der Wassermühle in: Honegger, Cl. (Hrsg.)/Bloch, M./Braudel, F./Febvre, L. u.a., Schrift und Materie der Geschichte. Vorschläge zur systematischen Aneignung historischer Prozesse. Edition Suhrkamp 814, Frankfurt, 177-197.
- BRANDT, P. (1927): Schaffende Arbeit und bildende Kunst im Altertum und Mittelalter (Leipzig).
- CZARNETZKI, A./UHLIG, CHR./WOLF, R. (1982): Menschen des frühen Mittelalters im Spiegel der Anthropologie und Medizin. Begleitheft zur Ausstellung, Stuttgart.
- DIECKMANN, B. (1987): Ein bemerkenswerter Kupferfund aus der jungneolithischen Seeufersiedlung Hornstaad-Hörnle I am westlichen Bodensee. Siedlungsarchäologische Untersuchungen im Bodenseeraum. Neue Forschungen und Funde zur Jungsteinzeit und Bronzezeit. Arch. Nachr. aus Baden 38/39, 28-37.
- HAARNAGEL, W. (1979): Die Grabung Feddersen-Wierde. Methode, Hausbau, Siedlungs- und Wirtschaftsformen sowie Sozialstruktur. Feddersen-Wierde 2 (Wiesbaden).
- HARCK, O./KOSSACK, G. (1987): Holz- und Kleingerät aus Stein, granitene Mühlen, in: Kossack, G. et al., Archsum auf Sylt. Teil 2. Landwirtschaft und Umwelt in vor- und frühgeschichtlicher Zeit. Röm.-Germ. Forsch. 44, Mainz, 124-132.
- HELLMICH, E./SCHULZ, G./TEEGEN, W.-R. (1989): Mahlversuche auf einer Trogmühle - Vorbericht. ExArcheo 2.
- HENNIG, E. (1966): Beobachtungen zum Mahlvorgang an ur- und frühgeschichtlichen Getreidemühen. Ethnogr.-Arch. Zeitschr. 7, 71-87.
- KAYSER, H. (o.J.): Die ägyptischen Altertümer im Roemer-Pelizaeus-Museum in Hildesheim (Hildesheim).
- KRÜGER, B. (Hrsg.) (1983): Die Germanen. Band I-II. Veröffentl. Zentralinst. Alte Geschichte und Archäologie Akad. Wiss. DDR 4/I-II (Berlin).
- MATTHIAE, P. (1984): I tesori di Ebla (Roma, Bari).
- MAURIZIO, A. (1927): Die Geschichte unserer Pflanzennahrung von den Urzeiten bis zur Gegenwart (Berlin).
- MESCH, H. (1989): Die Rekonstruktion kaiserzeitlicher Salzsiedeöfen im Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen. ExArcheo 1, 25-57.
- MOLLESON, Th. (1989): Seed preparation in the Mesolithic: the osteological evidence. Antiquity 63, 356-362.
- MORITZ, L. A. (1979): Grain-mills and flour in classical antiquity (Oxford 1958; reprint: New York).
- MYHRE, B. (1982): Settlements of Southwest Norway during The Roman and Migration Periods. Offa 39, 197-215.
- NEUBURGER, A. (1987): Die Technik des Altertums (Leipzig 1929; reprint: Leipzig, Wiesbaden).
- RICHARDS, A.I. (1939): Labour and Diet in Northern Rhodesia. An economic study of the Bemba tribe (London, New York, Toronto).
- SCHÖN, W./HOLTER, U. (1988): Zum Gebrauch von Reib- und Mahlsteinen in der Ost-Sahara. Arch. Informationen 11 (2), 156-160.
- TRIER, B. (1969): Das Haus im Nordwesten der Germania libera. Veröffentl. Altertumskomm. im Provinzialinst. für westf. Landes- u. Volkskde. 4 (Münster).
- WÄHREN, M. (1981): Gutachten über Ausgrabungsmaterial aus Telgte a.d. Ems, Arch. u. Naturwiss. 2, 254-264.
- WÄHREN, M. (1988): Das Brot in der Bronzezeit und älteren vorrömischen Eisenzeit nördlich der Alpen unter besonderer Berücksichtigung von Brotfunden aus Kreisgrabenfriedhöfen des Münsterlandes. Eine Skizze zum Forschungsstand. Ausgr. u. Funde in Westfalen-Lippe 5, 1987, 23-71.
- WILDUNG, D. u. SCHOSKE, S. (1984): Nofret, die Schöne. Die Frau im alten Ägypten 1. Ausstellungskatalog Hildesheim (Mainz).
- WILLERDING, U. (1983): Zum ältesten Ackerbau in Niedersachsen. G. Wegner (Red.), Frühe Bauernkulturen in Niedersachsen. Arch. Mitt. aus Nordwestdeutschland, Beih. 1 (Oldenburg), 179-219.

## Anschriften der Verfasser:

Erika Hellmich, Gabriele Schulz  
Niedersächsisches Landesverwaltungsamt  
Institut für Denkmalpflege  
Archäologische Restaurierungswerkstatt  
Scharnhorststr. 1  
D-3000 Hannover 1

Wolf-Rüdiger Teegen  
Seminar für Ur- und Frühgeschichte  
Georg-August-Universität Göttingen  
Nikolausberger Weg 15  
D-3400 Göttingen 1

## Rekonstruktion eines linearbandkeramischen Backofens

Maria Pfaffinger und Robert Pleyer

### Einleitung

Das Rottal im Südosten der Bundesrepublik galt bislang als fundleeres Gebiet. 1984 entdeckte R. Pleyer in Untergaiching eine bandkeramische Siedlung, die seit 1984 vom Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege unter der wissenschaftlichen Leitung von Dr. B. Engelhardt ausgegraben wird. Da die idealen Befundbedingungen zunehmend durch Pflug und fortschreitende Erosion beeinträchtigt wurden, entschloß man sich, eine Grabung anzusetzen. Neben mehreren Hausgrundrissen mit hausbegleitenden Gruben kamen bislang zwölf gut erhaltene Backöfen zutage (Abb. 2.1). Auf einem zentral gelegenen Platz, leicht abgesetzt von den Hausgrundrissen, konzentrieren sich sieben Öfen, die einen größeren Grubenkomplex säumen. Die Arbeitsgruben der Öfen münden in den Grubenkomplex. Drei weitere Öfen sind in Hausnähe angelegt. Die Öffnungen der Öfen zeigen unterschiedliche Ausrichtung. Gemeinsam ist den Öfen das Konstruktionsprinzip, das bis weit in die Neuzeit Gültigkeit besaß. Die Öfen entsprechen dem technischen Prinzip des Einkammerofens. In der Regel ist die Funktionseinheit Ofen zweiteilig angelegt und besteht aus einem vertieften Kuppelofen und einer vorgelegerten Arbeitsgrube. Das Größenspektrum der Ofengrundrisse reicht von 0,9 m bis 1,6 m Breite sowie von 0,8 m bis 1,2 m Länge. Die Arbeitsgrube besitzt unregelmäßige Ausmaße und kann eine einfache, aber auch mehrteilige Grube sein (Abb. 1). Der bevorzugte Grundriß der Öfen ist annähernd trapezoid, jedoch sind auch ovale Formen üblich. In der ausgehobenen Grube (zur Mitte hin

tiefer werdend) waren Quarzkiesel ausgelegt (Abb. 2.2), die eine dichte einlagige Rollierung boten. Einige Öfen weisen eine Rollierung mit dicken Kieseln (bis max. 12 cm Durchmesser) auf, andere wiederum hatten eine Rollierung mit kleineren Kieseln (bis max. 3 cm Durchmesser). Wie eine Nachprüfung ergab, hatte man die Kiesel offensichtlich vom nahegelegenen Bach beschafft; denn dieser führt gleichartiges Kieselmaterial. Gelegentlich befinden sich in der Rollierung auch Fragmente von Mahlsteinen, selten Keramikscherben. Über die Rollierung ist eine dünne Lage Lehm verstrichen, die eine Schicht von ca. 3 cm ergibt und die Ofentenne bildet. Die hart gebrannte Lehntenne ist mit zahlreichen Rissen durchzogen. Sie ist belegt mit einer dunkelbraunen bis schwarzen, humosen und stark holzkohlehaltigen, einige Zentimeter mächtigen Schicht, die wenige, jedoch datierbare Scherben führt, welche die Öfen als in die mittlere Phase der Linearbandkeramik gehörig ausweisen.

Der Grubenrand (5-10 cm hoch) zeigt sich als gebrannter Löß. Reste der Kuppel sind bei zehn Öfen zu konstatieren. In den meisten Fällen war die Kuppel eingestürzt und lag als ziegelharte, klumpige Schicht (bis zu 5 cm) über der schwarzbraunen Aschenschicht. Nachweisbar sind Abdrücke von Rutengeflecht, das wohl beim Bau des Ofens das stützende Gerüst für die Kuppel bildete und anschließend beim Beheizen des Ofens verkohlte. Die schwarzbraune humose Verfüllung der Arbeitsgruben ist häufig durchsetzt mit Lößklumpen unterschiedlicher Größe, veriegelten Lehmbröckchen und abgebrochenen Teilen der Lehntenne. In den Arbeitsgruben befinden sich nur wenige Scherben; nur in einem Fall war ein Scherbenrest in der Arbeitsgrube zu beobachten (Ofen, Objekt Nr. 220, unter Planum 2). Der Nutzungsbereich der angesprochenen Öfen ist nur schwer zu eruieren. Möglich ist die Funktion als Backofen, Röst- oder Darranlage, vielleicht auch als Töpferofen. Interpretiert werden diese Öfen jedoch meist als Backöfen, eine Deutung, die sich in der Literatur allgemein durchgesetzt hat, auch wenn sich organische Reste kaum nachweisen lassen. Das Fehlen von Fehlbränden im Bereich der Öfen sowie die geringe Größe einzelner Ofentennen machen eine Deutung als Töp-

feröfen unwahrscheinlich. Ebenfalls erfordert die Nutzung als Röst- oder Darranlage eine große Tonne, die - wie erwähnt - nicht immer entsprechende Ausmaße besitzt. Entscheidend sind die Temperaturen, die in diesen Öfen erreicht werden können. Für das Darren benötigt man eine Temperatur von etwa 100°C, zum Rösten 200°C, der Backvorgang liegt bei 230°C. Zum Brennen von Keramik ist eine Temperatur von mindestens 450°C erforderlich. Gerätschaften zur Bedienung des Ofens sind in der Siedlung Untergaiching/Rottal nicht erhalten. Sie verlangen bessere Erhaltungsbedingungen, wie sie aus Feuchtbodensiedlungen bekannt sind. Die Ergebnisse der archäomagnetischen Untersuchung zur Bestimmung der relativ-chronologischen Stellung der Öfen zueinander stehen noch aus.

### Rekonstruktion eines Kuppelofens

Der Nachbau eines Kuppelofens gründet sich auf die Ergebnisse der Grabung in Untergaiching/Rottal. Intention war, zunächst Gestalt und Aufbau zu rekonstruieren, dann den Funktionsbereich zu ergründen.

### Die Ofentenne

Für den Bau eines Kuppelofens wurden zwei sich tangierende, annähernd kreisrunde Gruben ausgehoben. Die Ofengrube wurde 30 cm und die Arbeitsgrube 40 cm in den Boden eingetieft. Der Durchmesser der Gruben liegt bei 1,2 m. Im zweiten Arbeitsschritt wurde der Boden der Ofengrube gleichmäßig mit faustgroßen Quarzkieseln ausgelegt (Abb. 2.3), die aus dem nahegelegenen Bach der Grabungsstelle Untergaiching gesammelt wurden. Ein paar Tage zuvor wurde im fundleeren Bereich der bandkeramischen Siedlung der Lößlehm gewonnen und mit gehäckseltem Stroh gemagert. Anschließend mußte der gemagerte Lößlehm eingesumpft werden, um eine homogenere Masse zur besseren Verarbeitung zu erhalten. Die Steinlage des Ofens wurde sorgfältig mit dem Lößlehm abgedeckt und gleichmäßig verstrichen.

### Die Ofenkuppel

Für den Bau der Kuppel war es erforderlich, ein Gerüst aus Weidenruten zu bauen, die frisch geschnitten eine Stunde vor dem Ofenbau gewässert wurden, damit sie ihre Elastizität nicht verloren. Experimente zeigten, daß sich Weidenruten am besten eignen. Versuche mit Haselruten dagegen waren unbefriedigend, da sie häufig abknickten und brachen, somit unbrauchbar wurden. Weidenruten erwiesen sich als so flexibel, daß man die dünnen Enden verknoten konnte. Das Gerüst wurde aus stärkeren Weidenruten (1-2 cm Durchmesser), deren Enden zwischen Grubenrand und Lehmschicht gedrückt wurden, konstruiert. Nach Art der Korbflechter wurde mit feineren Weidenruten ein dichtes Geflecht gefertigt, wobei die Ofenöffnung ausgespart wurde. Das Flechtwerk wurde innen und außen ummantelt, von unten nach oben mit dem Lößlehm bestrichen (Abb. 2.4). Für den Rauchabzug im oberen Bereich der Kuppel war das Einsetzen von drei kleinen Fichtenrund-

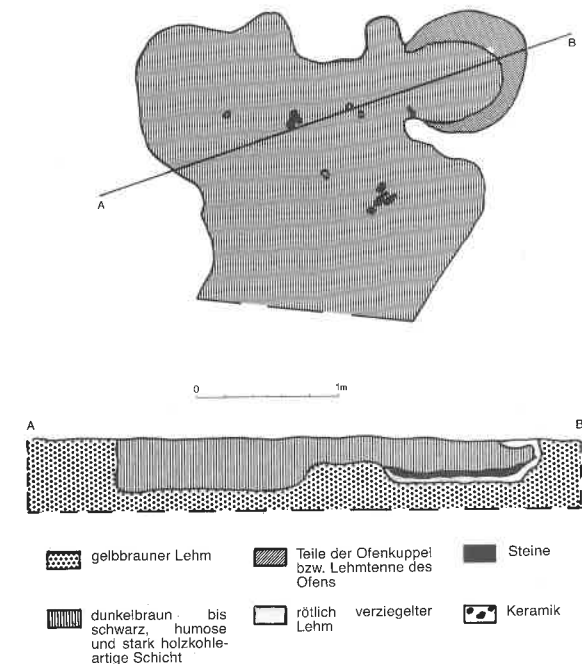


Abb. 1: Untergaiching. Planumbefund von Ofen 220 und Profil A-B.

lingen (ca. 7 cm Durchmesser) erforderlich, die wir nach dem Trocknungsprozeß herauszogen. Besonders sorgfältig wurde die Beschickungsöffnung gestaltet, jedoch wurde darauf verzichtet, Verzierungselemente anzubringen. Während der Trocknungsphase entstanden in der Lehmummantelung kleine Risse, die stetig nachgebessert wurden. Der fertiggestellte Ofen erreichte eine Gesamthöhe von einem Meter; 0,7 cm ragten aus dem Boden heraus.

#### Praktische Nutzung des Ofens

Nachdem die Lehmkonstruktion des Ofens einige Tage getrocknet war, wurde ein erster Backversuch gestartet.

Zur Beheizung des Ofens wurde getrocknetes Fichtenholz beschafft, in Scheite gespalten und im unteren Drittel des Ofens ausgelegt. Mit Reisig wurde im Ofen ein kleines Feuer entzündet und durch stetes Nachlegen vier Stunden lang in Gang gehalten, um eine Verziegelung der Kuppel und der Lehmtenne zu erreichen. Die drei Öffnungen im Kuppelbereich sorgten für einen sauberen, qualmfreien Abzug.

Während des Brandes entstanden nur wenige kleine Risse in der lehmummantelten Kuppel, die sofort ausgebessert wurden. In der letzten halben Stunde wurde kein Holz mehr nachgelegt (Abb. 2.5).

Als Ofenkrücke wurde der grüne Astabzweig einer Buche benutzt, mit dem man die im Ofen befindliche Glut austräumen und in die vorgelagerte Arbeitsgrube werfen konnte. Die Ofenplatte wurde mit einem Reisigbesen gekehrt (Abb. 2.6). Eine Temperaturmessung auf der Tenne ergab bei geschlossenem, geleertem Ofen eine Temperatur um 350°C, die eine Nutzung als Backofen nahelegt bzw. bestätigt. Während der Befeuerng des Ofens erfolgte zugleich die Zubereitung der Brotlaibe; Brotlaibe deswegen, weil zum Backen von Fladen kein geschlossener Ofen benötigt wird, wie ethnologische Beobachtungen, z.B. im Vorderen Orient, beweisen.

Aus mittelfeinem gemahlenem Mehl, je 500 g Weizen und Dinkel wurde ein Teig mit Sauerteig angesetzt und eine Stunde an einem warmen Ort stehengelassen, bis der Teig zur doppelten Menge aufgegangen war. Daraufhin wurden zwei kleine Laibe aus Dinkel-

mehlartig und zwei aus Weizenmehlartig geformt. Bei ca. 250°C wurden die Brote unter Zuhilfenahme eines flachen Brettes in den hinteren Teil des Ofens geschoben.

Die drei Kuppelöffnungen wurden mit Lehmpropfen verschlossen, um die Hitze zu halten. Mit einem Brett mußte die Beschickungsöffnung verstellt, die Fugen sorgfältig mit Lehm verstrichen werden. Nach einer Dreiviertelstunde konnte der Ofen geöffnet werden, indem das Brett mit dem Lehmkitt, der in die Arbeitsgrube gelangt war und mit der ausgekehrten Asche eine Kulturschicht gebildet hatte, abgenommen wurde.

Es war ein ergreifendes Erlebnis, das nach Steinzeit-Manier gebackene Brot herauszunehmen und davon zu kosten.

#### Literatur:

- BLUEMEL, F. u. BOOG, W. (1977): 5000 Jahre Backofen. Schriftenreihe des Deutschen Brotmuseums e.V. 11. Ulm.
- BRINK-KLOKE, H. (1989): Studien zu Siedlungen der jüngeren Linearbandkeramik in Niederbayern: 218-223. Bochum (ungedr. Diss.).
- GALL, W. (1975): Rösten und Darren in urgeschichtlicher Zeit. Alt-Thüringen 13: 196 ff.
- MOHS, K. (1926): Die Entwicklung des Backofens vom Backstein zum selbsttätigen Backofen.
- PETRASCH, J. (1984): Typologie und Funktion neolithischer Öfen aus Mittel- und Südosteuropa. Tübingen (ungedr. Magisterarbeit).
- PETRASCH, J. (1986): Alt- und mittelneolithische Grubenöfen aus Niederbayern. Ein Beitrag zu Rekonstruktion und Interpretation neolithischer Öfen in Mitteleuropa. - Archäologisches Korrespondenzblatt 16: 135-139.
- REINERTH, H. (1929): Backöfen der jüngeren Steinzeit. - Prähistorische Zeitschrift 20: 190 ff.

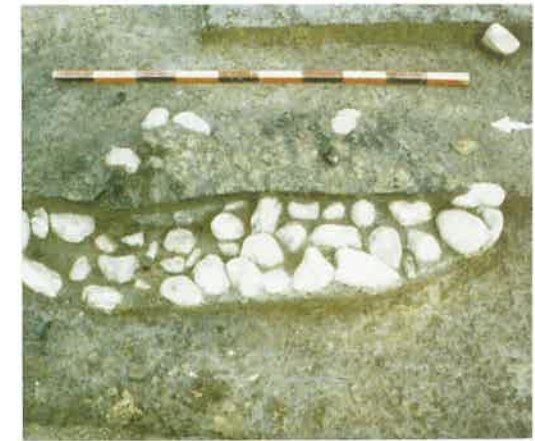
#### Anschriften der Verfasser:

Maria Pfaffinger M.A.  
Haselbachstr. 9  
D-8341 Dietersburg

Robert Pleyer  
Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege  
Sigmund-Schwarz-Str. 4  
D-8300 Landshut



1



2



3



4



5



6

Abb. 2.1: Der Befund.  
Abb. 2.3: Rekonstruktion des Ofenbodens.  
Abb. 2.5: Befeuerng des Ofens.

Abb. 2.2: Schnitt durch die Grube zeigt die Kieselsteine.  
Abb. 2.4: Kuppelaufbau, Flechtwerk mit Lehm.  
Abb. 2.6: Herausnahme der Asche.



## Backöfen der Jungsteinzeit

Vom Ausgrabungsbefund zur originalgetreuen funktionstüchtigen Rekonstruktion

Achim Werner

Als Grundlagen für die experimentellen Untersuchungen zur Rekonstruktion neolithischer Kuppelbacköfen dienten archäologische Befunde solcher Öfen aus Mittel- und Südosteuropa. Eine umfassende Darstellung dieser Befunde gibt J. Petrasch in seiner Arbeit „Typologie und Funktion neolithischer Öfen in Mittel- und Südosteuropa“ (PETRASCH 1984). Um die Interpretation und Funktion dieser Ofenanlagen zu überprüfen, wurden im Rahmen einer Magisterarbeit am Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Köln archäologische Experimente durchgeführt, in denen sowohl unterirdische als auch oberirdische Ofenformen untersucht wurden (WERNER 1986). Der grundlegende Unterschied zwischen diesen beiden Ofentypen besteht darin, daß die unterirdisch angelegten Öfen in der Regel aus der Wand einer Grube ausgehöhlt sind und außerhalb der Häuser liegen; die oberirdischen Öfen bestehen aus einem mit Lehm verkleideten Rutenflechtwerk und befinden sich innerhalb der Häuser. Da die Ansprache unterirdischer Öfen als Backöfen umstritten und auch durch Experimente nicht eindeutig zu belegen ist (PETRASCH 1986, 137), soll im folgenden nur die Rekonstruktion oberirdischer Kuppelbacköfen beschrieben werden.

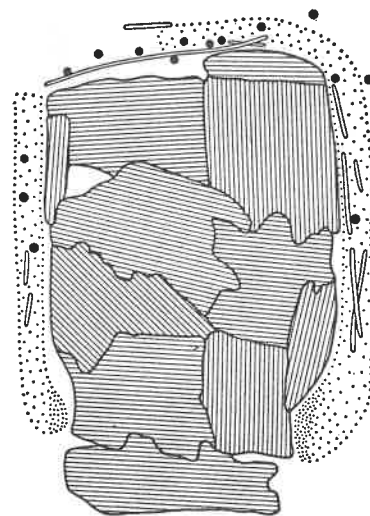
Archäologische Befunde oberirdischer Kuppelbacköfen liegen u.a. aus den neolithischen Siedlungen von Cavdar/Bulgarien (GEORGIEV 1973, 263 ff.), Obre/Jugoslawien (BENAC 1973, 5 ff.), Vucedol/Jugoslawien (SCHMIDT 1945, 27 ff.), Aichbühl, Riedschachen und Taubried (REINERTH 1929, 190 ff.) und Ehrenstein bei Ulm (PARET

1955, 15; ZÜRN 1965, 62 ff.) vor. Die letztgenannten Befunde wurden aufgrund ihres guten Erhaltungszustandes für die Rekonstruktionsversuche herangezogen.

Die Öfen wiesen einen rechteckigen bis ovalen Grundriß auf. Sie lagen ausnahmslos innerhalb der Häuser. In Ehrenstein befanden sie sich frei im Raum, wogegen sie in Aichbühl, Riedschachen und Taubried an eine oder zwei Hauswände angebaut waren. Die Abmessungen der Grundflächen betragen zwischen 80 cm x 90 cm und 120 cm x 170 cm. Über dem Balkenboden der Häuser lag ein Lehmestrich, auf dem sich im Bereich der Backofenplatte eine Lage aus Geröllen bzw. Steinplatten befand. Diese Steinlage war in einigen Fällen mit Stücken von Birkenrinde abgedeckt. Die Birkenrinde diente vermutlich zur Isolierung der Backplatte gegen Bodenfeuchtigkeit. Den oberen Abschluß bildete eine sorgfältig geglättete Lehmschicht, die gebrannt war und durch die Feuereinwirkung zahlreiche Risse aufwies. Auf drei Seiten wurde die Backfläche von durchschnittlich 20 cm starken Lehmwänden umgeben. Innerhalb der mit Häcksel gemagerten Lehmummantelung befanden sich Abdrücke von dünnen Spaltbohlen bzw. Rutengeflecht. Von der Ofenkuppel waren nur geringe Reste erhalten. Auf der Backplatte und neben den Seitenwänden wurden häufig Trümmer der Lehmkuppel gefunden, die Abdrücke von verkohlten Ruten aufwiesen. In Ehrenstein wurde in mehreren Öfen im vorderen Bereich links neben der Öffnung eine muldenförmige Vertiefung beobachtet, die dazu gedient haben könnte, ein rundbodiges Gefäß aufzunehmen. Da der Brotteig während der Teigruhe Wärme benötigt, ist es denkbar, daß er in einem Gefäß beim Aufheizen des Backofens dort abgestellt wurde. Bei einigen Öfen aus Ehrenstein fanden sich neben der Feuerungsöffnung Platten aus gebranntem Lehm. Vermutlich wurde an diesen Stellen die Glut abgelagert, die für den Backvorgang aus dem Ofen geräumt werden mußte. Abgesehen von diesen Details weisen sämtliche Befunde einheitliche Konstruktionsmerkmale auf (Abb. 1).

Stellvertretend für die zahlreichen Rekonstruktionsversuche, die im Rahmen der eingangs erwähnten Magisterarbeit (WERNER 1986) sowie ergänzender Experimente durchgeführt wurden, soll in diesem Beitrag

der Bau eines solchen Ofens auf dem Gelände der Außenstelle Niederzier-Hambach des Rheinischen Amtes für Bodendenkmalpflege dargestellt werden (WERNER 1988, 50 f.). Für die Anlage des Backofens wurde zunächst durch Abtragen der Humusschicht eine ebene Standfläche von etwa 2 m x 2 m vorbereitet. Danach wurden 15 Pflöcke mit einer Länge von 60 cm und einer durchschnittlichen Stärke von 4 cm an einem Ende angespitzt und 20 cm tief in den Boden geschlagen, so daß sie, in 20-25 cm Abstand voneinander stehend, ein Halboval bildeten. Die beiden vorderen Pföstchen - jeweils nur 10 cm von den nächsten Pflöcken entfernt - ergaben, in den U-förmigen Grundriß nach innen versetzt, den Ofenmund. Dadurch entstand eine umpflockte Fläche von 120 cm Länge und maximal 80 cm Breite. Als nächstes wurden zwischen die senkrechten Pfosten etwa 80 Haselruten mit einer durchschnittlichen Länge von 120 cm und einer Stärke von 1-2 cm eingeflochten. Die sich überlagernden Ruten wurden so geflochten,






-  Abdrücke vom Rutengeflecht
-  Verziegelte Backofenplatte
-  Ofenwand aus gebranntem Lehm

Abb. 1: Archäologischer Befund eines Backofens aus Ehrenstein. Nach ZÜRN 1965.

daß sie sich zwischen den Pflöcken überkreuzten. So entstand eine umlaufende Flechtwerkwand von 40 cm Höhe, auf welche später das Geflecht für die Ofenkuppel aufgesetzt wurde. Diese Flechtmethode wird als „Stakenflechten“ bzw. „randparalleles Flechten“ bezeichnet (SEILER-BALDINGER 1973, 37).

Im weiteren Rekonstruktionsverlauf wurden 7 Querbögen mit einer Stärke von 2-3 cm über das Wandungsflecht gespannt. Die Enden dieser Querbögen wurden jeweils hinter den senkrechten Pflöcken vor die Überkreuzungsstellen des Wandgeflechtes gesteckt und in den Boden gedrückt. Die Höhe der Querbögen wurde so gewählt, daß sie bis zum hinteren Drittel des Ofens leicht anstieg und danach stark abfiel. Das kontinuierliche Ansteigen bis zum höchsten Punkt am 5. Querbogen ist maßgebend für die Kuppelform, die eine ausschlaggebende Bedeutung für die einwandfreie Funktion des Backofens hat (BLANCHETTE u. BOILY 1979, 20). Zur Verstärkung der Kuppel wurden etwa 100 Haselruten mit einer Länge von 80-140 cm und einer Stärke von 0,5-1,5 cm in Längsrichtung des Ofens mit den Querbögen verflochten, bis ein dichtes, korbartiges Geflecht entstanden war (Abb. 2.1). Dieses Flechtwerkgerüst wies, bedingt durch Zug und Druck der einzelnen Elemente auf- bzw. gegeneinander, eine erstaunliche Stabilität auf.

Für die äußere Ummantelung des Flechtwerkes wurde eine Mischung aus Lehm, gehäckseltem Stroh und Wasser in einer Grube neben dem Ofen so lange mit den Füßen gestampft und geknetet, bis eine klebrig-zähe Konsistenz erreicht war. Diese Masse wurde in einer Stärke von ca. 20 cm auf das Flechtwerk aufgetragen, wobei Lage auf Lage um den Ofen geschichtet und verstrichen wurde (Abb. 2.2). Auf gleiche Weise wurde das Geflecht von innen mit einem ca. 5 cm starken Lehmverputz ausgekleidet, nachdem die äußere Schicht leicht angetrocknet war. Als letzter Arbeitsgang wurde der Boden des Ofens, also die spätere Feuerungs- und Backfläche, mit dem gleichen Material 5-6 cm dick ausgelegt. Die durch Verdunstung des Wassers in der Lehmummantelung entstandenen Trockenrisse wurden wiederholt mit feuchtem Lehm ausgestrichen. Nach einer Trockenzeit von mehreren Wochen wurde der Backofen bei langsam gesteigerter Hitze ausgeglüht



1



3



5

Abb. 2.1: Flechtwerkgerüst des rekonstruierten Kuppelbackofens.

Abb. 2.3: Anheizen des Backofens.

Abb. 2.5: Einschleßen der Brote.



2



4



6

Abb. 2.2: Die Lehmummantelung des Backofens.

Abb. 2.4: In einer hölzernen Backmulde wurde der Teig geknetet.

Abb. 2.6: Ergebnis eines Backversuchs.

und konnte für Backexperimente genutzt werden.

Für die Befuerung des Ofens wurden nur Holzarten wie Eiche, Buche und Birke verwendet, deren Existenz im Neolithikum nachgewiesen ist. Als besonders geeignet erwiesen sich Holzscheite von 30-50 cm Länge und 8-10 cm Stärke. Diese Scheite wurden im Inneren des Backofens gitterförmig aufgeschichtet, um eine zügige und gleichmäßige Verbrennung zu erreichen. Die Zwischenräume der Gitterschichtung wurden mit Knüppelholz und Reisig aufgefüllt. Nach dem Anzünden des Holzstapels stiegen die Flammen und heißen Gase zum Scheitelpunkt der Kuppel und stauten sich dort. Durch diesen Hitzestau entstand ein Überdruck, der die Flammen an der Kuppeldecke entlang nach vorn zur Ofenöffnung herauspreßte. Gleichzeitig erzeugte dieser Überdruck einen Unterdruck im Bereich des Brennmaterials, so daß durch den Ofenmund Sauerstoff angesaugt wurde. Durch die Krümmung der Ofenkuppel bildete sich so ein thermodynamischer Kreislauf, der eine zweite, kaminartige Abzugsöffnung im Backofen überflüssig machte. Während der Backexperimente wurden mit Thermoelementen, die im Inneren des Ofens installiert waren, die Temperaturläufe gemessen und registriert (Abb. 3). Mit Eichenholz konnten beim Aufheizen des Ofens Temperaturen von 840 °C erreicht werden, die Höchstwerte für Buche lagen bei

905 °C und für die Birke bei knapp 980 °C. Diese Spitzentemperaturen wurden im Bereich zwischen 30 und 60 Minuten der Aufheizphase gemessen (Abb. 3). Bereits nach 30-40 Minuten Aufheizdauer war der Ruß, der sich beim Anfeuern an der Kuppeldecke gebildet hatte, verbrannt. Decke und Wände des Ofens waren weiß gefärbt, was darauf hindeutete, daß die Ofenummantelung die Hitze speicherte. Nach etwa 40 Minuten war das Brennholz trotz mehrfachen Nachlegens zu einem ca. 20 cm starken Glutteppich heruntergebrannt. Eine durchschnittliche Feuerungsdauer von 60 Minuten erwies sich als ausreichend, um in der Lehmummantelung und der Bodenplatte des Ofens die für einen Backprozeß erforderliche Hitze zu speichern. Der Bedarf an Brennmaterial betrug, je nach Holzart, zwischen 15 und 24 kg, wobei der günstigste Verbrauch mit einer Mischung aus abgelagertem Birken- und Buchenholz erzielt werden konnte. Parallel zum Anheizen des Backofens mußte der Brotteig zubereitet werden. Da für das Neolithikum neben Gerste und Dinkel einfache Weizenarten wie Emmer und Einkorn durch Pollenanalyse und Funde von Getreideresten nachgewiesen sind, wurde zur Teigerstellung außer Hefe, Salz und Wasser grobgemahlene Weizenvollkornmehl verwendet. Die Hefe ist bislang für das Neolithikum archäologisch nicht belegt, ihre Verwendung muß aber, zumindest in Wildform

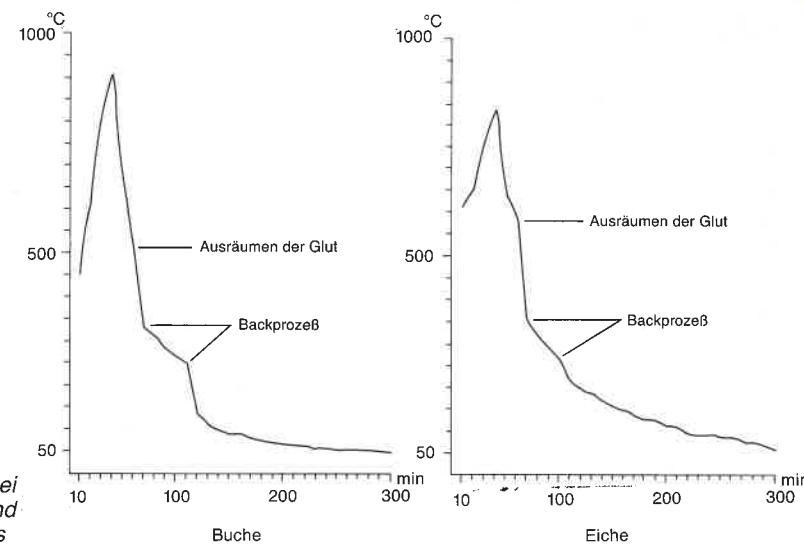


Abb. 3: Temperaturverlauf bei Backversuchen mit Eiche und Buche. Zeichnung: J. Tinnes

(z.B. Torulahefe) schon bekannt gewesen sein, da sich aus Weizenmehl kein Sauerteig herstellen läßt und somit nur Hefe als Trieb- und Lockerungsmittel in Frage kommt. Der Brotteig wurde in einer hölzernen Backmulde geknetet (Abb. 2.4) und danach zur sogenannten Teigruhe mit Tüchern abgedeckt an einen warmen Ort gestellt, z.B. in die Nähe des Ofens. Nach Ablauf der Teigruhe wurden die Brotlaibe portioniert, geknetet und in Körben gelagert zur Stückgare für weitere 30 Minuten warmgestellt.

Nach einer Gesamtdauer von 60 Minuten, in der - wie beschrieben - der Ofen befeuert und der Teig bereitete wurde, konnte mit einem hölzernen Feuerrechen die restliche Glut aus dem Backofen entfernt und der Ofenboden mit einem nassen Strohhalm von den Ascheresten gesäubert werden. Da der rekonstruierte Kuppelofen, im Gegensatz zu modernen Backöfen, in denen bei konstanten Temperaturen von 220-240 °C gebacken wird, die Temperatur nicht halten konnte und die gespeicherte Hitze kontinuierlich verlor, mußten die Temperaturen am Beginn des Backprozesses deutlich höher liegen. Durch die Experimente ließ sich nachweisen, daß die günstigste Temperatur zum Einschließen der Brote bei etwa 350 °C lag. Um eine gute Kruste zu erhalten, wurden die Brote an der Oberfläche mit Wasser befeuchtet und über Kreuz eingeschnitten. Danach wurden sie mit dem hölzernen Einschleier auf die Bodenplatte des Ofens gelegt (Abb. 2.5) und die Ofenöffnung mit einer nassen Holzklappe verschlossen. Die Ritzen zwischen der Klappe und dem Ofen wurden mit feuchten Tüchern abgedichtet, um Hitzeverluste zu vermeiden. Der Backvorgang dauerte je nach Größe der Brotlaibe 40-60 Minuten. Am effektivsten erwiesen sich Brote von jeweils 1,5 kg Gewicht, von denen 6-8 Stück gleichzeitig im Ofen Platz fanden. Nach Ablauf des Backvorganges wurde der Ofen geöffnet, und die Brote konnten mit dem Einschleier herausgeholt werden (Abb. 2.6). Bei sachgemäßer Lagerung waren die Brote ohne Konservierungsstoffe 10-14 Tage haltbar und, wie die große Resonanz auf öffentlichen Backvorführungen gezeigt hat, auch für den heutigen Menschen sehr schmackhaft und problemlos zu genießen.

#### Literatur:

- BENAC, A. (1973): Obre II. A neolithic settlement of the Bulmir group at Gornje pole. - Wissenschaftliche Mitteilungen des Bosnisch-Herzegowinischen Landesmuseums, A 3: 5 ff.
- BLANCHETTE, J.-F. u. BOILY, L. (1979): The bread ovens of Quebec. Ottawa: 20.
- GEORGIEV, G.I. (1973): Die neolithische Kultur in Cavdar und ihre Stellung im Balkanneolithikum. - Actes du VIII Congrès International des Sciences Préhistoriques et Protohistoriques: 263 ff.
- PARET, O. (1955): Das Steinzeitdorf Ehrenstein bei Ulm/Donau: 15. Stuttgart.
- PETRASCH, J. (1984): Typologie und Funktion neolithischer Öfen in Mittel- und Südosteuropa. Unveröffentlichte Magisterarbeit. Tübingen.
- PETRASCH, J. (1986): Alt- und mittelneolithische Grubenöfen aus Niederbayern. - Archäologisches Korrespondenzblatt 16: 135 ff.
- REINERTH, H. (1929): Backöfen der jüngeren Steinzeit. - Prähistorische Zeitschrift 20: 190 ff.
- SCHMIDT, R.R. (1945): Die Burg Vucedol: 27 ff. Zagreb.
- SEILER-BALDINGER, A. (1973): Systematik der Textiltechniken. - Basler Beiträge zur Ethnologie 14: 37.
- WERNER, A. (1986): Experimentelle Untersuchungen zur Rekonstruktion neolithischer Kuppelbacköfen. Unveröffentlichte Magisterarbeit. Köln.
- WERNER, A. (1988): Rekonstruktion eines jungsteinzeitlichen Kuppelbackofens. - Archäologie im Rheinland 1987: 50 f.
- ZÜRN, H. (1965): Das jungsteinzeitliche Dorf Ehrenstein. Die Baugeschichte. Veröffentlichung des Staatlichen Amtes für Denkmalpflege Stuttgart, A 10/1: 19, 28 u. 62 ff.

#### Anschrift des Verfassers:

Achim Werner M.A.  
Ahornweg 3  
D-5885 Schalksmühle

Fotos: A. Werner und F. Lürken

## Versuche zum Brotbacken in der späten Bronzezeit

Zur Rekonstruktion des Backofens von Neu-Ulm

Marco Adameck, Svenja Broocks,  
Anne Jensen, Verena Tilch

### 1. Einleitung

Die nachstehend beschriebenen Backversuche wurden anlässlich der „Tage der lebendigen Archäologie“ in Hitzacker am 8. und 9. Juli 1989 von den Verfassern dieses Artikels durchgeführt. Den eigentlichen Backversuchen gingen zwei Vorbereitungswochenenden voraus, an denen jeweils ein Backofen errichtet wurde. Zu danken ist an dieser Stelle Herrn Dr. Lucke, dem Initiator der „Tage der lebendigen Archäologie“ für die zur Verfügungstellung der Meßgeräte und der anderen benötigten Materialien.

#### 2.1. Die zugrundegelegten archäologischen Befunde

Grundlage für die Versuche bildeten verschiedene archäologische Befunde. Erste Nachweise von vorgeschichtlichem Brot gibt es bereits seit der Jungsteinzeit. Eine Verwendung von Sauerteig ist bisher aber erst seit der späten Bronzezeit bekannt (WÄHREN 1987, 68). Die Größe und Form des spätbronzezeitlichen Brotes läßt sich an Funden ganzer Brotlaibe ablesen, wie sie in Feuchtbodensiedlungen gefunden wurden. Als Beispiel sei hier der Brotfund von Corcelette genannt. Seine heutige Größe im geschrumpften und ausgetrockneten Zustand beträgt im Durchmesser 10,5 cm, bei einer Dicke von 2,5 cm

und einem Gewicht von 79 g. Der ursprüngliche Durchmesser wird auf 15 cm und das Gewicht auf etwa 237 g geschätzt (WÄHREN 1987, 55).

Genauere Angaben zum verwendeten Mehl ergaben Analysen von Brotresten, die sich in westfälischen Urnenbestattungen erhalten haben. Dieses Brot wurde als Beigabe zerbrockt in den noch heißen Leichenbrand gegeben, so daß es verkohlte und sich dadurch bis heute erhielt. Makroskopische und mikroskopische Untersuchungen durch M. Währen (1987, 52) ergaben, daß diese Brotreste „teils in nicht zu übertreffender Technik mit Sauerteig verarbeitet“ waren. M. Währen (1987, 54) geht dabei von einem geführten Sauerteig aus. Das heißt, der Sauerteig muß nicht jedesmal neu angesetzt werden, sondern kann in gewissen Mengen bis zum nächsten Backen aufbewahrt werden. Das Mehl für die Brote war sehr fein ausgemahlen und mehrmals gesiebt. Es erreichte einen Ausmahlungsgrad bis zu 75% und war somit frei von Kleien (WÄHREN 1987, 54). Handreibmühlen, mit denen ein solches Mehl produziert werden kann, sind hinreichend bekannt und brauchen an dieser Stelle nicht weitgehender behandelt zu werden.

Grundlage für den zu erstellenden Backofen bildet der Ofenbefund aus der urnenfelderzeitlichen Siedlung vom Eichinger Kreuz, Ldkr. Neu-Ulm. Die Reste dieses Ofens bestanden aus einer 67 cm langen und 64 cm breiten Basisfläche, die sich deutlich in dem hellgelben Lößboden als Verfärbung, hervorgerufen durch die Hitzeeinwirkung, abzeichnete. Rund um diese Basisfläche waren ferner Spuren von sieben in den Boden gesteckten Ruten zu erkennen. Die Präparation einer dieser Verfärbungen ergab, daß die entsprechende Rute ehemals einen Durchmesser von 1,6 cm hatte. Von dieser Ofenkuppel selbst haben sich noch einige verziegelte Lehmbröckchen, z. T. mit Eindrücken von Ruten, erhalten. Die aufgefundenen Holzkohlenreste bestanden aus Eiche, Erle und einem anderen großporigen Laubholz (PRESSMAR 1979, 21-23) (Abb. 1).

#### 2.2. Die Rekonstruktion des Backofens

Ausgehend von diesem soeben geschilderten Befund wurde versucht, den Ofen vom

Elchinger Kreuz zu rekonstruieren. Aus den Befunden geht deutlich hervor, daß es sich um einen ebenerdigen, flachbodigen Backofen mit einer von Ruten gestützten Backofenkuppel gehandelt hat. Vor dem Ofen befand sich eine Aschengrube, die nach dem Aufheizen die restliche Holzkohle aufnehmen sollte. Lediglich die Form der Lehmkuppel war nicht aus dem Befund ablesbar. Für die Versuche wurden zwei Öfen mit unterschiedlich hoher Kuppelform errichtet, um durch einen Vergleich des Temperaturverhaltens und der Backergebnisse eventuelle Hinweise auf die optimale Gestaltung zu erhalten. Der flachere, zuerst erbaute Ofen, mit einer Kuppelhöhe von 46 cm, wird im folgenden als Ofen 1 bezeichnet, der Ofen mit der höheren Kuppel (73 cm) als Ofen 2 (Abb. 2, 3.3 u. 3.4).

Da das Versuchsgelände einen Sandboden besaß und keinen Löß wie im Elchinger Kreuz, wurde für die Basisfläche der beiden Öfen jeweils eine Lehmschicht in den Boden

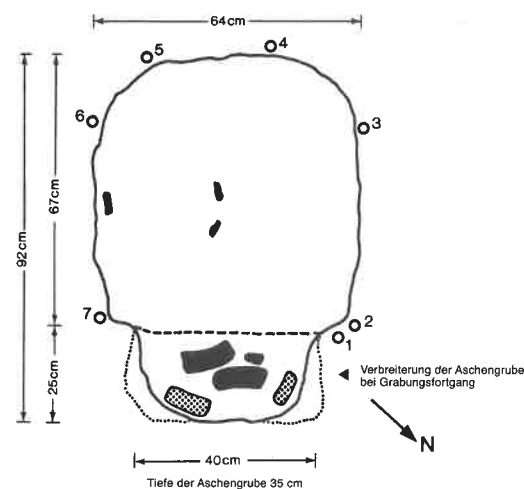


Abb. 1: Backofen aus der urnenfelderzeitlichen Siedlung vom Elchinger Kreuz, Ldkr. Neu-Ulm. Nach Pressmar 1979, 23, Abb. 3b.

eingbracht. Auf diese Weise sollte sichergestellt werden, daß die Wärmespeicherung des Bodens vergleichbar mit der des Originalbefundes blieb.

Für das Stützgerüst der Ofenkuppel fanden frisch geschnittene Weidenruten Verwendung, die in unmittelbarer Nähe des Versuchsgeländes in ausreichender Menge zur Verfügung standen. Als vorteilhaft erwies es sich, die Ruten zunächst in einer Bogenform vorzubiegen, ehe sie in das Stützgerät eingearbeitet wurden.

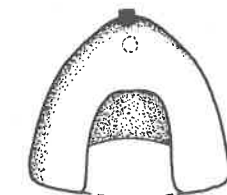
Nach einer genauen Ausmessung wurden dann sieben Weidenruten mit einem Durchmesser von 1,6 cm genau an den Stellen in den Boden gesteckt, die in der Befundzeichnung angegeben sind (Abb. 3.1). Rute 1 (Abb. 1) bildete, zur Rute 7 hinübergebogen, die Eingangsöffnung. Für die Ruten 2, 3, 6 und 7 bot sich ein Zusammenbinden über der Ofenmitte an, so daß die Kuppelform bereits festgelegt war. Die Ruten 4 und 5 wurden dann über die Kuppelmitte hinweg bis nach vorn zum Eingangsbogen geführt. Auf diese Weise entstand durch die sieben Ruten ein Grundgerüst, zwischen das nur noch waagrecht weitere Weidenruten hindurchgeflochten werden mußten, um einen stabilen Weidenkorb zu bilden, auf den anschließend der Lehm mantel aufgetragen werden konnte (Abb. 3.2).

Der zur Verfügung gestellte Lehm diente zuvor als Wandbewurf eines Fachwerkhauses im Kreis Lüchow-Dannenberg und war deshalb in optimaler Weise mit Kies und Strohhäckseln gemagert. Die Lehmaufbereitung erforderte also nur noch ein Zuführen von Wasser und ein nachfolgendes Durchkneten per Hand und Spaten.

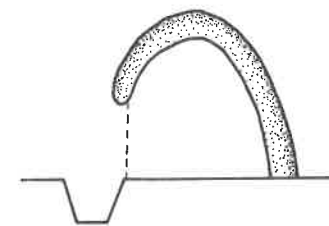
Die Lehmkuppeln selbst ließen sich an einem Tag, also ohne längere Trocknungspausen, errichten.

Beim Aufbau der Wandungen wurde darauf geachtet, daß sich - wie beim Töpfern von Gefäßen - keine Luft in den Wandungen einschloß. Verhindern ließ sich dies durch ein festes Zusammendrücken und -klopfen der einzelnen bis kokosnußgroßen Lehmklumpen beim Errichten der Lehmkuppel. Während des Aufbaus des ersten Ofens zeigte sich, daß das Gewicht des Lehms das Weidengerüst niederdrückte. Eine Abstützung der Kuppel mit Holzstempeln und Keilen war deshalb dringend erforderlich. Dieser Erfahrung

### Kuppelform Ofen 1

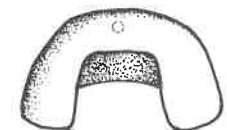


Kuppelhöhe 73cm

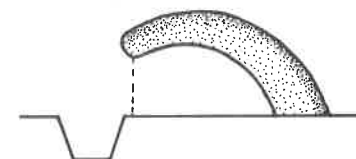


0 60cm

### Ofen 2



Kuppelhöhe 46cm



### Anordnung der Meßgeräte

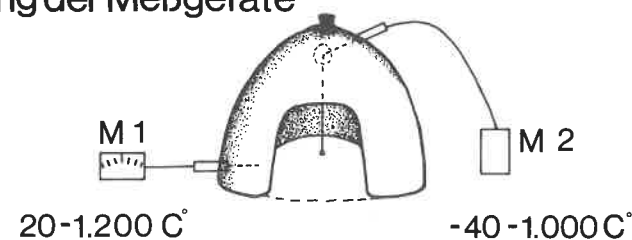


Abb. 2: Die verschiedenen Kuppelformen und die Anordnung der Meßgeräte.

Rechnung tragend, erfolgte beim Aufbau des zweiten Ofens eine derartige Abstützung bereits vor dem Lehmauftrag. Die Stützen ließen sich vor dem Anheizen der Öfen ohne größere Probleme entfernen.

Um eine ausreichende Durchlüftung beim Anheizen der Öfen zu gewährleisten, erhielt die Kuppel des Ofens 1 ein Luftloch von ca. 6 cm Durchmesser und der andere Ofen zwei ebenfalls 6 cm weite Öffnungen. Zur Verhinderung eines unnötigen Wärmeverlustes während des eigentlichen Backvorganges

wurden diese Löcher mit Lehmstößeln abgedichtet.

Für den flacheren Ofen 1 war zum Aufbau eine Gesamtarbeitszeit von 15 Stunden erforderlich, die sich auf 4 Personen verteilte. 10 Stunden und 40 Minuten dieser Zeit waren nötig, um die Lehmkuppel mit einer Stärke von durchschnittlich 19 cm aufzubauen. Hierzu wurden 6,5 Maurerschubkarren voll Lehm gebraucht.

Auch für den zweiten Ofen sind wiederum 15

Arbeitsstunden nötig gewesen, die sich in diesem Fall nur auf zwei Personen verteilten. Für den Ofen mit höherer und dünnerer Kuppel waren insgesamt 4 Schubkarren voll Lehm erforderlich. Die durchschnittliche Dicke der Wandung betrug in diesem Fall 11 cm.

Nicht eingerechnet in die Gesamtarbeitszeit ist jeweils der Arbeitsaufwand von ca. 1,5 Stunden für die Schaffung eines Lehmbofens, da dieser im Falle des Originalbefundes aufgrund des dortigen Lößbodens nicht nötig war.

Die Gesamtarbeitszeit für Ofen 2 verteilt sich wie folgt auf die verschiedenen Arbeitsgänge:

- 4 Stunden für die Lehmaufbereitung;
- 1 Stunde für das Schneiden der Weidenruten;
- 2,5 Stunden für das Flechten des Weidengerüstes;
- 8 Stunden und 35 Minuten für den Aufbau der Lehmkuppel (einschließlich Abstützen des Weidengerüstes).

Gänzlich unbeachtet blieb bei dieser Betrachtung die Beschaffung und Magerung des Lehms, weil dieser - wie bereits geschildert - fertig geliefert wurde.

Für den Ofen 1 standen bis zum ersten Backtermin 3 Wochen Trocknungszeit zur Verfügung, für den Ofen 2 blieb nur eine Woche. Deshalb waren die Verfasser gezwungen, den zweiten Ofen einen Tag vor dem Backen langsam, bei geringer Temperatur trocken zu heizen. Dieses Vorgehen hatte aber keinerlei Schäden an der Ofenkuppel zur Folge, es bildeten sich auch kaum Risse. Fraglich blieb, aus welchem Material die Ofentüren zu erstellen waren. In Frage kam entweder Holz oder Ton. Die Verfasser entschieden sich für Holztüren (Abb. 3.5), weil bei diesen nicht die Gefahr des Zerbrechens besteht.

### 2.3. Die Auswertung volkskundlicher Berichte

Nachdem der eigentliche Ofen durch die archäologischen Befunde relativ einfach zu rekonstruieren war, blieb nur noch die Frage nach den Backhilfsgeräten (Abb. 4) offen, weil die Grabung vom Elchinger Kreuz keine Hinweise hierzu erbrachte. Die Verfasser zogen deshalb volkskundlich überlieferte Vorbilder zu Rate (ARTICUS 1985). Unbedingt

nötig für das Backen im Lehmofen sind der Ofenkratzer (auch Kruck oder Füerraker genannt), der Besen und die Brotschaufel (Brotschüffel). Der Ofenkratzer dient dazu, vor dem Einschließen der Brote die glühende Holzkohle und noch brennende Holzscheite aus dem Ofen herauszuholen. Der Besen, vorher in Wasser getaucht, ist nötig, um Asche und kleine Holzkohlenreste von der Backfläche zu wischen. Zudem fand bei den Versuchen eine Ofenstange Verwendung, um die Holzscheite nach dem Hineinwerfen in den Ofen nötigenfalls besser im Feuer zu plazieren.

Auch das eigentliche Vorgehen beim Backen orientierte sich weitgehend an volkskundlichen Überlieferungen aus den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts. Allerdings ist zu beachten, daß die vorgeschichtlichen Brote kleiner waren und somit auch geringere Backzeiten anzusetzen sind.

In der Nordheide war es üblich, den Ofen soweit aufzuheizen, bis dessen Innenwände weiß waren. Danach entfernte man die glühende Holzkohle aus der Ofenmitte, ließ aber an den Rändern noch Reste liegen. Die mit Wasser bestrichenen Brotlaibe wurden jetzt auf einem langen Holzbrett (Garsterbrett) für ungefähr fünf Minuten in den noch sehr heißen Ofen hineingeschoben. Diese kurzzeitig starke Erhitzung der zu backenden Brotlaibe hatte den Vorteil, daß die Brote durch die Bildung von Röststoffen einen besseren Geschmack annahmen, ihre Form während des Hauptbackganges beibehielten und etwas besser gegen den Schimmelpilz geschützt wurden (ARTICUS 1985, 9; HAGEMANN 1950, 30f.). Wieder aus dem Ofen herausgeholt, erfolgte ein vollständiges Reinigen des Ofens mit Feuerracker und Besen. Gleichzeitig wurden die Brote mit Schnitten versehen, um ein besseres Aufgehen des Teiges unter der Kruste zu ermöglichen. War der Ofen auf die richtige Temperatur abgekühlt, wurden die Brote wiedereingeschoben und die Ofentür sowie das Rauchloch verschlossen. Der nun folgende Backvorgang der bis zu 10 kg schweren Brote betrug 2-3 Stunden (ARTICUS 1985, 8-10).

### 2.4. Der Verlauf der Backvorgänge

Insgesamt führten die Verfasser zehn Back-

durchgänge während des Wochenendes in Hitzacker durch.

Gebacken wurden zwei Brotgrößen, zum einen Brote mit den Ausmaßen der Originalbrotfunde zur Klärung von Fragestellungen und Brote - oder besser Brötchen - von 7 cm Durchmesser und 3,5 cm Stärke, um die große Nachfrage der Besucher zu befriedigen.

Das Mehl für die Brote wurde von einer Mühle im Kreis Lüchow-Dannenberg nach der Vorlage der Untersuchungsergebnisse von M. Währen gemahlen. Auf ein Mahlen mit dem Handreibstein konnte verzichtet werden, weil bereits entsprechende Versuchsergebnisse vorliegen. M. Währen benötigte zum Mahlen von 250 g Weizen zu Feinmehl 187-197 Minuten und schätzt, daß bei besserer Übung mit einem Zeitaufwand von 147-167 Minuten zu rechnen ist (WÄHREN 1987, 47).

Das Mehl verarbeiteten die Verfasser mit einem Grundsauerteig. Der Grundsauerteig wird hergestellt, indem man einen Teig über längere Zeit an einem warmen und luftigen Ort ruhen läßt. Die in der Luft natürlich vorkommenden Hefepilze vermehren sich in dem Teig, der auf diese Weise zu gären und zu säuern beginnt, das Mehl fermentiert. Wird ein Teil dieses „Grundsauerteigs“ zu einem Brotteig gegeben, können sich die Hefepilze soweit vermehren, daß der Teig innerhalb eines Tages ausreichend gesäuert ist und beim Backen gut aufgeht. Das Ansetzen des Teiges für die Versuche geschah jeweils am Morgen des jeweiligen Backtages. Dem Grundsauerteig wurden Mehl, lauwarmes Wasser, Salz und Honig beigefügt. Die Zutaten Salz und Honig verbessern zum einen den Geschmack. Salz gibt dem Teig zudem einen besseren Stand. Hinzu kommt, daß salzlose Gebäcke blaß bleiben und eine weiche Krume haben (HAGEMANN 1950, 17). Zwei Stunden vor dem Backvorgang folgte ein nochmaliges Zufügen von Mehl und ein kräftiges Kneten. Eine Stunde später schloß sich das Formen der Brotlaibe an.

Während dieser zwei Stunden vor dem Backvorgang vollzog sich parallel dazu das Aufheizen der Backöfen mit gut abgelagerten Kiefernholzschichten. Nach dem Erreichen einer ausreichend erscheinenden Hitze erfolgte das teilweise Ausräumen des Ofens, wobei darauf geachtet wurde, daß kein bren-

nendes Holz im Ofen verblieb, um weder den Broten noch der Ofentür zu schaden. Anders als bei den vorgestellten volkskundlichen Berichten, geschah das Einschließen der Brote nicht auf einem Garsterbrett. Sie wurden vielmehr direkt mit dem Schieber auf den Ofenboden gelegt. Danach wurden die Ofentür und das Rauchloch verschlossen, um einen zu großen Hitzeverlust zu vermeiden. Die Öfen, die man Anfang des 20. Jahrhunderts benutzte, blieben hingegen offen, weil sie aufgrund ihrer Größe eine bessere Hitzespeicherung besaßen und zudem wesentlich höher aufgeheizt wurden als es bei den Versuchsofen der Fall war (ARTICUS 1987, 9f.). Bereits nach 2 Minuten in großer Hitze hatte sich eine ausreichende Kruste gebildet. Auf ein Einschneiden der Kruste konnte bei den Versuchen in den meisten Fällen verzichtet werden, da diese bereits ausreichend eingegraben war.

Es erwies sich als sinnvoll, die in die Aschengrube hineingerackte Asche erst nach dem zweiten Einschließen der Brote mit Sand oder Wasser abzulöschen, weil auf diese Weise vor der Ofenöffnung zunächst weiterhin Hitze aufstieg, die die Abkühlung etwas einschränken konnte. Die Holztür wurde zusätzlich mit Grassoden abgedichtet (Abb. 3.5). Nach und nach trat bei den beiden Kiefernholzturen eine Verkrümmung ein, durch die sich die Türen mehr und mehr der Ofenform anpaßten. Während des Backvorganges erwärmten sich die Türen zwar, sie waren jedoch immer gefahrlos anzufassen.

### 2.5. Die Auswertung der Backdurchgänge

Alle Backvorgänge wurden mit zwei Temperaturmeßgeräten überprüft. Der Meßfühler von Gerät I (Typ Naber - Jumo) ist mit einem Keramikstab ummantelt. Das Meßverhalten erwies sich als relativ träge. Kurzfristige Temperaturschwankungen waren deshalb mit diesem Gerät nicht exakt zu erfassen.

Bei Meßgerät II (Typ TPX 1080) handelt es sich um ein digitales Gerät mit Chrom/Nickelfühler, der nur an seinem äußersten Ende mißt und auf schnellste Veränderungen reagiert.

Der Meßfühler von Gerät I wurde bei beiden Öfen an der gleichen Stelle seitlich kurz über dem Boden durch eine Bohrung eingeführt.



1



2



3



4



5



6

Abb. 3.1: Der Original-Befund wird nachempfunden.  
Abb. 3.3: Ofen 1 mit einem Mahlstein im Vordergrund.  
Abb. 3.5: Die Ofentür wird während des Hauptbackdurchgangs zusätzlich mit Grassoden abgedichtet.

Abb. 3.2: Ofen 1 erhält seinen Lehm mantel.  
Abb. 3.4: Die glühende Holzkohle wird aus Ofen 2 entfernt.  
Abb. 3.6: Die Brote kurz vor dem Herausholen.

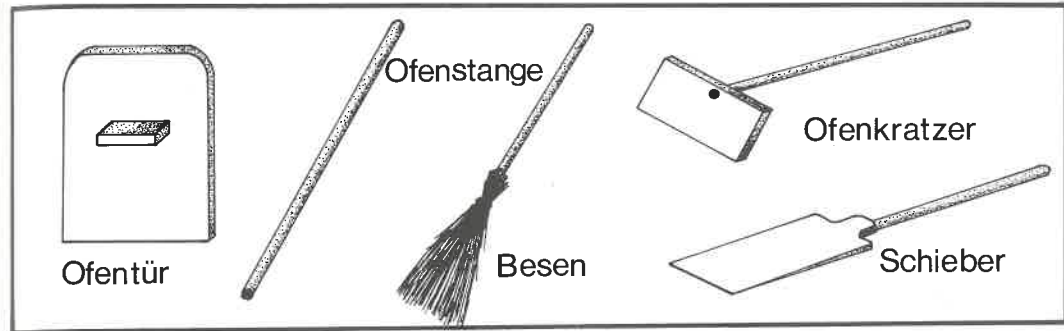


Abb. 4: Die Backgeräte.

Meßfühler II wurde bei Ofen 2 über das untere Luftloch und bei Ofen 1 über das einzige vorhandene eingeführt. Die Messungen erfolgten jeweils im hinteren Drittel des Ofens, ca. 4 cm über dem Boden. Damit maßen sie genau in dem Bereich, in den auch die zu backenden Brote geschoben wurden. Für jeden Ofen sei jeweils eine Meßreihe von einem Backdurchgang mit gutem Backergebnis vorgeführt (Tabelle 1 und 2). Aus den Meßreihen ist ein deutlicher Abfall der Temperaturen nach dem Öffnen der Ofentüren erkenntlich. Ersichtlich ist aber auch, daß die Temperaturen im Inneren der Öfen ansteigen, wenn die Türen wieder verschlossen werden. Der Temperaturanstieg erklärt sich daraus, daß keine Zugluft mehr von draußen hereinströmt und die in der Ofenkuppel und im Boden gespeicherte Hitze die Ofenluft wieder aufwärmt. Für das Aufwärmen während des 1. Backvorganges zur Krustenbildung kommen die noch glühenden Holzkohlenreste, die seitlich im Ofen verblieben, als Ursache hinzu. Die beachtlich differierenden Werte der beiden Temperaturmeßgeräte sind dadurch zu erklären, daß im Ofen kleinräumig große Temperaturunterschiede auftraten. Überprüft werden konnte dies mit dem schnell anzeigenden digitalen Meßgerät. Aus der Volkskunde ist bekannt, daß man die Wirkung solcher Temperaturunterschiede durch ein Umlagern der Brote während des Backvorganges auszugleichen versuchte (ARTICUS 1985, 10). Neben den Temperaturen fand auch das Gewicht des Holzes Eingang in die Dokumenta-

tion, das zum Aufheizen der Öfen benötigt wurde. Das Anheizen von Ofen 1 für die oben vorgestellte Meßreihe verbrauchte 10,8 kg Kiefernholz, verteilt über 1,5 Stunden. Der Verbrauch für Ofen 2 betrug 11,2 kg über den Zeitraum von 2 Stunden. Vergleicht man die verbrauchten Holz mengen mit den erzielten Anfangstemperaturen für die Backvorgänge, so ist zu erkennen, daß der Ofen 2 mit einer etwas geringeren und über einen längeren Zeitraum verbrauchten Holzmenge eine höhere Temperatur erreichte. Die flachere Kuppel 1 ist hinsichtlich des Brennmaterialverbrauches etwas ungünstiger. Dies erklärt sich sicherlich dadurch, daß die Luftzufuhr bei der höheren Kuppel durch kräftigeren Zug günstiger ist.

### 3. Schlußbetrachtung

Mit den vorgestellten Versuchen konnten einige Aspekte der spätbronzezeitlichen Nahrungsproduktion weiter erhellet werden. So reichte eine durchschnittliche Backzeit von 22 Minuten aus, die Brote gut durchzubacken. Ein weiterer Aspekt ist die Arbeitszeit, die zum Aufbau eines Ofens oder auch zum Backen von Broten aufgewendet werden mußte. Der Zeitaufwand für einen Backdurchgang war recht beachtlich. Rechnet man die Arbeitszeit, die zum Mahlen (nach Währen), zur Teigzubereitung, zum Anheizen und zum Backen von 8 Broten nötig war, zusammen, so ergeben sich ca. 20 Arbeitsstun-

den. Angenommen, es beteiligten sich drei Personen an dieser Arbeit, ergäbe sich immer noch ein Sieben-Stunden-Tag. Bei dieser Betrachtung ist aber zu beachten, daß die Brote des spätbronzezeitlichen Alltags aus größerem Mehl bestanden haben können als die untersuchten Brote mit Beigabenfunktion. In diesem Fall wäre die Arbeitszeit um ein Wesentliches zu verkürzen.

Aufschlußreiche Ergebnisse erbrachten die Versuche weiterhin zur Frage der Kuppelform. Es zeigte sich, daß beide Versuchsofen zum Brotbacken geeignet waren, weil die geringe Größe der spätbronzezeitlichen Brote zum Backen keine allzu hohen Temperaturen erforderte. Entscheidender als die zu erreichende Hitze war bei den vorliegenden Backversuchen die höhere Ofenkuppelform, die eine geringere Brennstoffmenge benötigte als der Ofen mit flacher Kuppel. Diese Versuchsaussage findet auch keine Beschränkung dadurch, daß nur Kiefernholz zur Verfügung stand, obwohl Buche, Eiche oder andere Laubgehölze mit höheren Brennwerten zum Backen besser geeignet sind.

Hinsichtlich des Brotteiges konnten die Versuche keine genauen Aussagen erbringen, weil die Zutaten nicht gewogen wurden.

Auch fehlen mikroskopische und makroskopische Untersuchungen der im Versuch gebakenen Brote, weil dies für den Rahmen der „Tage der lebendigen Archäologie“ zu aufwendig war. Es wäre durchaus reizvoll, bei weiteren Versuchen die Zusammensetzung der Zutaten solange abzuändern, bis die makro- und mikroskopischen Strukturen mit denen der westfälischen Brotfunde übereinstimmen, um auf diese Weise ein „Rezept“ für spätbronzezeitliches Brot zu ermitteln.

#### Literatur:

- ARTICUS, R. (1985): Bäuerliches Brotbacken in Norddeutschland. Hamburg.  
 HAGEMANN, A. (1950): Unser täglich Brot. Lübeck.  
 PRESSMAR, E. (1979): Elchinger Kreuz, Ldkr. Neu-Ulm. - Kataloge der Prähistorischen Staatssammlung 19. Kallmünz.  
 WÄHREN, M. (1987): Das Brot in der Bronzezeit und älteren vorrömischen Eisenzeit nördlich der Alpen unter besonderer Berücksichtigung von Brotfunden aus Kreisgrabenfriedhöfen des Münsterlandes. - Ausgrabungen und Funde in Westfalen Lippe 5: 23-71.

Tabelle 1:  
Meßreihe Ofen 1:

Uhrzeit	Meßgerät (Grad Celsius)		Bemerkungen:
	I	II	
15:10	380	542	Ausraken des Ofens (Beginn)
		460	(Ende)
		400	Naß ausgefegt
15:12	360	350	Brote eingeschossen. Tür verschlossen. (Krustenbildung)
15:13	320	354	1. Backvorgang.
15:15	300	282	Öffnen des Ofens. Herausziehen der Brote. Abwaschen der Kruste.
15:17	280	220	Naß ausgefegt. Einschließen der Brote.
15:19	260	198	Ofentür wieder verschlossen.
15:20		249	Hauptbackvorgang.
15:25		227	“-“
15:30	190	215	“-“
15:43	180	180	Öffnen des Ofens. Herausnehmen der Brote.

Tabelle 2:  
Meßreihe Ofen 2

Uhrzeit	Meßgerät (Grad Celsius)		Bemerkungen:
	I	II	
20:20	690	570	Ofen aufgeheizt.
	680	520	Ausraken der Holzkohle.
	620	421	Naß ausgefegt.
20:22	470	320	Brote eingeschossen. Tür verschlossen. (Krustenbildung)
20:24	500	390	Öffnen des Ofens. Herausziehen der Brote.
	440	290	Naß ausfegen (Beginn)
	400	187	“-“ (Ende)
20:27	300	206	Brote eingeschossen. Tür verschlossen.
20:37	290	223	Hauptbackvorgang.
20:47	260	190	Öffnen des Ofens. Herausnehmen der Brote.

#### Anschriften der Verfasser:

- Marco Adameck                      Anne Jensen  
 Tilsiter Str. 3                      Hasloher Kehre 34  
 D-2080 Pinneberg                  D-2000 Hamburg 62
- Svenja Broocks                      Verena Tilch  
 Bebelallee 145                    Stiefmütterchenweg 26  
 D-2000 Hamburg 60                D-2000 Hamburg 52

## Ackerbau-Experimente in der unbedeckten Salzwassermarsch

Karl-Ernst Behre

Siedlungsarchäologische Untersuchungen in den Seemarschgebieten um die südliche Nordsee haben für viele Gebiete den Nachweis erbracht, daß die damals unbedeckten Salzwassermarschen in ur- und frühgeschichtlicher Zeit besiedelt waren. Vor allem die zahlreichen Wurten, die zum Schutz gegen winterliche Überflutungen aufgehört worden sind, zeugen von einer permanenten Besiedlung der Marsch.

In den vergangenen Jahrzehnten ist eine größere Zahl dieser Wurten durch archäologische Ausgrabungen untersucht worden. Diese Ausgrabungen wurden durchgeführt vor allem vom Niedersächsischen Institut für historische Küstenforschung in Wilhelmshaven, vom Schleswig-Holsteinischen Landesamt für Vor- und Frühgeschichte in Schleswig und vom Biologisch-Archäologischen Institut der Universität Groningen. Eine der wichtigsten Fragen bei diesen Untersuchungen war die nach der Wirtschafts- und Ernährungsgrundlage in diesen Siedlungen, deren Umland im Winter - und gelegentlich sogar im Sommer - vom salzigen Seewasser überschwemmt wurde.

Die bei den Ausgrabungen zutage gekommenen Hausgrundrisse und die große Zahl der geborgenen Knochen haben gezeigt, daß in diesen Gebieten die Viehzucht eine sehr wichtige Rolle gespielt hat. Die nächste und ebenfalls sehr wichtige Frage war, ob unter diesen extremen Bedingungen auch Ackerbau möglich war, und wenn ja, ob dort auch Getreide angebaut werden konnte. Bekanntlich gibt es heute in den salzigen Außen-deichsgebieten keinerlei Ackerbau. Zum Teil konnte diese Frage durch die Arbeiten der

Archäobotaniker beantwortet werden, die die meist sehr gut erhaltenen Pflanzenreste aus den prähistorischen Marschsiedlungen untersucht haben (z.B. KÖRBER-GROHNE 1967, VAN ZEIST 1974, BEHRE 1976, 1986). Dabei konnten mehrere Kulturpflanzen, u.a. auch Getreidearten, nachgewiesen werden. Die diesen Kulturpflanzen beigemengten Unkrautarten und ebenso die in den Siedlungen gefundenen Druschplätze machten es sehr wahrscheinlich, daß der Anbau dieser Kulturpflanzen in der Marsch in der Umgebung der Siedlungen erfolgte. Dennoch blieben viele Fragen offen, z.B. nach der Wirtschaftlichkeit dieses Ackerbaus und ob die beschränkte Auswahl an Kulturpflanzenarten auf diesen äußeren Faktor zurückzuführen war oder andere Ursachen hatte.

Zur Klärung dieser Fragen wurden Ackerbauversuche in der unbedeckten Salzwassermarsch durchgeführt. Diese Versuche erfolgten in zwei Gebieten, bei Cappelerziel im nördlichen Land Wursten (KÖRBER-GROHNE 1967) und am Westpolder/Provinz Groningen (VAN ZEIST et al. 1976, BOTTEMA et al. 1980). Dabei wurden in Zeiträumen von zwei, in Groningen bis zu zehn Jahren sowohl Kulturpflanzenarten getestet, die in prähistorischen Marschsiedlungen nachgewiesen worden waren, als auch solche, die dort nicht gefunden worden sind, aber damals in benachbarten Gebieten angebaut wurden. Ein Teil dieser Arten, wie die Ölpflanze Leindotter (*Camelina sativa*), die Öl- und Faserpflanze Lein (*Linum usitatissimum*), die Rispenhirse (*Panicum miliaceum*) sowie die alten Weizenarten Dinkel (*Triticum spelta*) und Emmer (*Triticum dicoccon*) werden bei uns seit langem überhaupt nicht mehr kultiviert.

Die Versuchsfelder wurden in Höhenlagen zwischen 0,60 und 1,15 m über dem mittleren Tidehochwasser angelegt, in einer Zone, die pflanzensoziologisch als Salzbinsenwiese (*Juncetum gerardii*) bezeichnet und die in sich, angepaßt an feinere Höhenunterschiede, noch weiter aufgegliedert wird. Die Salzbinsenwiese ist die Pflanzengesellschaft, die nach den archäobotanischen Ergebnissen die wichtigste Rolle um die prähistorischen Wurten in den Seemarschgebieten Deutschlands und der Niederlande spielte. Sie wird regelmäßig im Winter, gelegentlich - vor allem in ihren tiefer gelegenen



Abb. 1:  
Außendeichsfelder  
in Cappelerziel  
kurz vor der Ernte:  
Gerste - Leindotter -  
Lein - Pferdebohnen  
(von vorn).  
Foto: Körber-Grohne.



Abb. 2: Die Felder während der Ernte.



Abb. 3: Gerste.



Abb. 4: Pferdebohnen.



Abb. 5: geernteter Lein.

Teilen - auch im Sommer, vom Salzwasser überflutet.

Die Einsaat der Kulturpflanzen erfolgte nach den letzten Winterstürmen jeweils Ende März bis Anfang April, dabei blieb immer ein Teil der Felder ungedüngt, während der andere Teil mit Kuhmist gedüngt worden war. Die Düngung führte allerdings kaum zu besseren Ernten, was darauf zurückgeführt wird, daß durch die jährlichen Überflutungen in diesen Gebieten jeweils ausreichend natürliche Nährstoffe abgelagert werden.

In mehreren Anbaujahren kam es während der Wachstumsperiode zu Sommersturmfluten, bei denen der niedriggelegene Teil der Felder, manchmal auch das ganze Areal, überflutet wurde. Dieses entspricht den natürlichen Verhältnissen, wie wir sie auch für die prähistorische Zeit annehmen müssen. Durch diese Überflutungen wurden die Kulturpflanzen stark geschädigt oder starben ganz ab. Besonders schädlich waren die Überflutungen, wenn sie in der Phase der Keimung erfolgten. Diese jährlich unterschiedlichen Überflutungen gaben die Möglichkeit zu differenzierten Ergebnissen zur Salztoleranz der einzelnen Kulturpflanzenarten. Es zeigte sich, daß die untere Zone der Salzbinsenwiese für die Anlage von Äckern ungeeignet ist, da dort die Überflutungshäufigkeit zu groß ist. Gewinnbringender Ackerbau ist aber auf den höhergelegenen Teilen der Salzbinsenwiese möglich, wie sie vor allem auf den natürlichen Uferböschungen ausgebildet ist, die die Priele begleiten. Diese haben oft auch einen höheren Sandgehalt, so daß das Salz im Sommer hier durch die Nieder-

schläge schneller ausgewaschen wird, wie die Salzgehaltsbestimmungen gezeigt haben. Auch diese Uferwälle werden jedoch in einzelnen Jahren von länger anhaltenden Sommersturmfluten überspült, so daß es von Zeit zu Zeit zu einem völligen Ernteausfall kommen kann. Die Häufigkeit der winterlichen Überflutungen hatte keinen Einfluß auf das Erntergebnis.

Die Ackerbauversuche zeigten, daß die Resistenz der einzelnen Kulturpflanzenarten gegenüber dem Faktor Salz sehr unterschiedlich ist. Das beste Ergebnis lieferte der Leindotter, und auch der Lein brachte gute Samenernten. Die Pferdebohne (*Vicia faba var. minor*) kann ebenfalls mit Erfolg im Außendeichsgebiet angebaut werden, während die Getreidearten Gerste (*Hordeum*) und Saathafer (*Avena sativa*) zwar noch positive Ergebnisse brachten, aber ziemlich empfindlich gegen die Außenbedingungen und damit weniger zuverlässige Anbaupflanzen waren. Bei der Gerste erwies sich die Mehrzeilgerste (*Hordeum vulgare*) als geeigneter als die Zweizeilgerste (*Hordeum distichum*). Die weiteren getesteten Getreidearten Rispenhirse (*Panicum miliaceum*), Saatweizen (*Triticum aestivum*), Dinkel (*Tr.spelta*) und Emmer (*Tr.dicoccon*) brachten entweder gar kein Erntergebnis oder die Ernte war erheblich geringer als die Aussaat. Für diese Arten ist der extreme Standort demnach ungeeignet. Außer der Reihe wurde auch Rübsen (*Brassica rapa fo.annua*) mit gutem Erfolg gesät. Vergleicht man die Resultate dieser Ackerbauversuche mit den aus den Ausgrabungen nachgewiesenen Kulturpflanzenresten, so

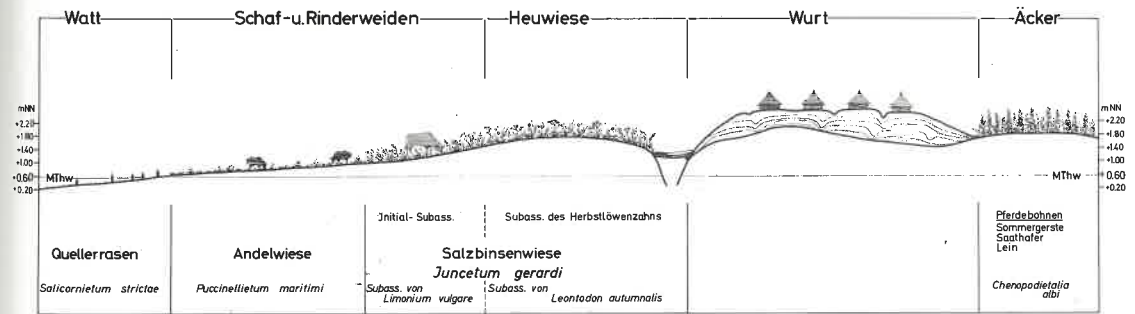


Abb. 6: Rekonstruktion von Umwelt und Ackerbau bei der wikingerzeitlichen Wurt Elisenhof/Eiderstedt.



ergibt sich eine gute Übereinstimmung. Pferdebohne, Lein und Leindotter sowie mit einem gewissen Abstand die Getreide Gerste und Hafer stellen in der Regel den Bestand an Kulturpflanzen, die als sicher am Ort angebaut gesehen werden. Im einzelnen ist der Artenbestand auch von der Lage der Siedlungen abhängig. Eine sehr exponierte Position hatte, wie die Rekonstruktion der umgebenden Salzwiesen zeigte, die wikingerzeitliche Wurt Elisenhof in Eiderstedt (BEHRE 1976). Trotz sehr eingehender Untersuchungen konnte hier nur der Anbau von vier verschiedenen Kulturpflanzen festgestellt werden, und das über 300 Jahre hinweg: Pferdebohne als wichtigste, dazu Vierzeilergerste und - mit geringerer Bedeutung - Saathafer und Lein (vgl. die Rekonstruktion in Abb. 2). In der etwas günstiger gelegenen Wurt Feddersen Wierde (KÖRBER-GROHNE 1967) kamen in geringer Menge noch weitere Kulturpflanzen hinzu, von denen Emmer und Rispenhirse möglicherweise dort auch angebaut wurden. In den mittelalterlichen Siedlungen in der Flußmarsch an der unteren Ems (BEHRE 1986) gehört dagegen Emmer schon zu den wichtigen angebauten Kulturpflanzen. Dort zeigt allerdings auch die Untersuchung der Wildpflanzen, daß der Salzgehalt in Wasser und Boden deutlich geringer war als bei den zuvor genannten Wurten. Die Ackerbauversuche in den Salzwiesen des Außendeichsbereiches trugen mithin wesentlich zur Klärung der Lebensbedingungen in den früher unbedeckten Seemarschen bei. Sie zeigten die Möglichkeit eines - wenn auch beschränkten - Kulturpflanzenanbaus in diesem extremen Lebensraum. Sie bestätigten, daß die meisten dort prähistorisch nachgewiesenen Kulturpflanzenarten auch vor Ort angebaut worden sind und daß das Fehlen bestimmter Arten auf die dort herrschenden ungünstigen natürlichen Bedingungen zurückzuführen ist.

#### Zusammenfassung

Zur Klärung der Frage, ob die in den prähistorischen Siedlungen der Seemarsch nachgewiesenen Kulturpflanzenarten damals im Salzwiesenbereich um die Siedlungen angebaut worden sind, wurden in Deutschland und in den Niederlanden Ackerbauversuche

in der unbedeckten Salzwassermarsch durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten, daß in den höchstgelegenen Teilen der Salzwiesen ein beschränkter, aber gewinnbringender Ackerbau möglich war. Dieser war auf die gleichen Kulturpflanzenarten beschränkt, die regelmäßig in den prähistorischen Wurten nachgewiesen worden sind: Leindotter und Lein, Pferdebohne sowie Gerste und Hafer.

#### Literatur:

- BEHRE, K.-E. (1976): Die Pflanzenreste aus der frühgeschichtlichen Wurt Elisenhof. Studien zur Küstenarchäologie Schleswig-Holsteins, Serie A. Bern u. Frankfurt/Main.
- BEHRE, K.-E. (1986): Ackerbau, Vegetation und Umwelt im Bereich früh- und hochmittelalterlicher Siedlungen im Flußmarschgebiet der unteren Ems. Probleme der Küstenforschung 16. - 99-125.
- BOTTEMA, S., VAN HOORN, T.C., WOLDRING, H. u. GREMMEN W.H.E. (1980): An agricultural experiment in the unprotected salt marsh. Part II. *Palaeohistoria* 22: 127-140.
- KÖRBER-GROHNE, U. (1967): Geobotanische Untersuchungen auf der Feddersen Wierde. Feddersen Wierde 1, Textband u. Tafelband. Wiesbaden.
- ZEIST VAN, W. (1974): Palaeobotanical studies of settlement sites in the coastal area of the Netherlands. *Palaeohistoria* 16: 223-383.
- ZEIST VAN, W., VAN HOOR, T.C., BOTTEMA, S. u. WOLDRING, H. (1976): An agricultural experiment in the unprotected salt marsh. *Palaeohistoria* 18: 111-153.

#### Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Karl-Ernst Behre  
Institut für historische Küstenforschung  
Viktoriastr. 26  
D-2940 Wilhelmshaven

## Paläo-ethnobotanische Befunde aus dem Feldflorareservat bei Luckau-Freesdorf/Niederlausitz

Elsbeth Lange und Hubert Illig

### Einführung

Die Geschichte der Unkräuter, deren Entwicklung und Ausbreitung, ist eng mit der Geschichte der Landnutzung verbunden, deren Formen sich - seit den ersten in Mitteleuropa vor 7000 Jahren entstandenen Ackerflächen - in vielfältiger Weise veränderten. Die während der letzten Jahrzehnte zu beobachtenden gravierenden Floren- und Vegetationsveränderungen der Ackerflächen haben diese bislang kaum beachteten Zusammenhänge in das Bewußtsein gerückt. Die intensive industriemäßige Bewirtschaftung der Äcker hat einerseits viele vormals häufigen und verbreiteten Segetalpflanzen zurückgedrängt und zu einem erheblichen Teil in ihrer Existenz gefährdet, während andererseits einige wenige Arten besonders gefördert und dadurch zu „Problem-Unkräutern“ wurden. Um den in ihrem Fortkommen bedrohten Arten weiterhin geeignete Standorte bieten zu können, ist die Anlage von Schutzäckern (Feldflorareservate, Versuchsflächen der experimentellen Archäologie u.a.) unumgänglich. Versuchsflächen wie beispielsweise die der Butserfarm in Südengland (REYNOLDS 1979) oder die bei Köln gelegenen (LÜNING u. MEURERS-BALKE 1980) tragen in erster Linie experimentellen Charakter, dienen jedoch auch der Erhaltung von Segetalarten. Primäres Anliegen der Etablierung des Feldflorareservates bei Luckau-Freesdorf ist hingegen, die bodenständigen Unkrautarten des Gebietes zu erhalten. Erst seit vier Jahren wird es - über die primäre Zielstellung hinausgehend - auch als Ausgangsbasis für ex-

perimentelle Arbeiten im Rahmen paläo-ethnobotanischer Fragestellungen genutzt. Beispielsweise geht es dabei um die Aussagemöglichkeiten und -grenzen der für die Auswertung paläo-ethnobotanischer Befunde genutzten ökologischen und soziologischen Zeigerwerte von Pflanzenarten nach Ellenberg (1974, 1979). Diese haben seit mehr als einem Jahrzehnt in zunehmendem Maße Eingang in die paläo-ethnobotanische Bearbeitung der Funde von Kulturpflanzenarten enthaltenen Unkrautsämereien gefunden. Im folgenden wird über die aus der Lage des Feldflorareservates resultierenden natürlichen Bedingungen, den Artenbestand und die angewandten Bewirtschaftungsformen sowie über die Nutzung des Reservates für experimentelle Arbeiten informiert.

### Lage und natürliche Bedingungen

Die geschützte Ackerfläche liegt innerhalb einer slawischen Burganlage (geschütztes Bodendenkmal) bei Luckau-Freesdorf/Niederlausitz und trägt zusätzlich den Naturschutzstatus eines Flächennaturdenkmals. In unmittelbarer Nachbarschaft befindet sich die Niederungslandschaft des Naturschutzgebietes „Borcheltsbusch und Brandkieten“. Im altpleistozänen Lausitzer Becken- und Heidegebiet überwiegen arme, saure und sandig-kiesige Böden; die Landschaftseinheit „Luckau-Calauer Becken und Platten“, zu der das Reservat gehört, ist indes durch lehmig-tonige, humose und teilweise kalkhaltige Böden gekennzeichnet. Deren Fruchtbarkeit, die frühe und anhaltende landwirtschaftliche Nutzung belegen zahlreiche archäologische Funde im Gebiet seit dem Neolithikum und pollenanalytische Untersuchungen.

Charakterisierung der Ackerfläche:

- Bodenart/-wertzahl: humoser, schwach kalkhaltiger Lehm; 60.
- Bodentyp/-form: Braunschwarzerde; anhydromorph.
- pH-Wert: 7,3 (in 0,1 n KCL).
- Hydrologie: frischer Boden, entwässert nach Süden in die Niederung.
- Klima: Gehört zum Gebiet des ostdeutschen Binnenklimas, Schwarze-Elster-Bereich. Jahresmittel der Luft-Temperatur bei 8,5°C, Januar bei -0,7°C, Sommermittel (Juni-August) bei 17,1°C; Jahresmittel



Abb. 1: Überblick über die Versuchsfläche.



Abb. 2: Vorbereitung der Herbstsaussaat.



Abb. 3: Vorbereitung der Frühlingsaussaat.



Abb. 4: Handbreitsaat.

der Niederschlagssummen bei 550 mm; niederschlagsreichste Monate sind Juli/August.

#### Artenbestand

Die ältesten floristischen Angaben für das Gebiet entstammen noch der Zeit vor den umfassenden Gemeindegrenzen in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts (RABENHORST 1839). Sie sind daher geeignet, Rückschlüsse auf das Aussehen der Äcker zur Zeit extensiver Nutzung im Rahmen von

Drei- und Zweifelderwirtschaft zu ziehen. Danach entsprachen die damaligen Segetalpflanzenbestände des Gebietes in etwa denen, die sich am Burgwall bis in unsere Tage kleinflächig erhalten haben. Aus pflanzensoziologischer Sicht sind sie als Nacht-Licht-Nelken-Gesellschaft (*Euphorbio-Melandrietum noctiflorae*) zu bezeichnen. Nach ersten Schutzversuchen außerhalb der Burganlage (1981-1983) wurde der Acker wegen der negativen Wirkungen von Agrochemikalien und Gülle, die auf dem benachbarten Intensivacker ausgebracht wurden, im Herbst 1983 in den Innenraum der Burg verlegt. Dabei war

die Übernahme von Saatgut der Segetalpflanzen aus der ersten Schutzfläche und aus der angrenzenden Ackerlandschaft notwendig. Als Ausnahme ist die Einbringung von *Bromus arvensis*, *Bromus secalinus* und *Vaccaria hispanica* aus fremden Herkünften, vermittelt durch das Zentralinstitut für Genetik und Kulturpflanzenforschung Gatersleben, zu betrachten. Die Entwicklung des Artenbestandes im Zeitraum 1984-1989 gibt Tabelle 1 für die Brache, Winterung und Sommerung wieder.

#### Bewirtschaftungsformen

Aus archivalischen Quellen lassen sich grundsätzliche Aussagen zur Bewirtschaftung der Äcker seit dem Mittelalter ableiten. Geht man von der gesicherten Erkenntnis aus, daß in der Agrarlandschaft des späten 18./frühen 19. Jahrhunderts die höchste Standortdiversität und damit der größte Artenreichtum vorlagen, dann kann das Schutzziel der verbliebenen Segetalvegetation nur über extensive Nutzungsformen auf Äckern dienen. Für das Feldfloraeservat bei Luckau-Freesdorf wurden daher folgende Bewirtschaftungs- und Behandlungsrichtlinien festgelegt:

- Einteilung der Schutzfläche in drei Ackerbeete von 5 x 50 m,
- Aufpflügen dieser Teilflächen zu Wölbäckern ohne zwischenliegenden Feldrain,
- flache Pflugfurche, um Zwiebel- und Knollenpflanzen zu schonen,
- ausschließliche Verwendung alter Getreidearten und -landsorten, keinerlei Hackfrüchte bzw. mehrjährige Kulturen,
- Nutzung der benachbarten Ackerbeete im Zyklus der Dreifelderwirtschaft,
- lockere Handbreitsaat und geringe Saatedichte,
- Verzicht auf jegliche Agrochemikalien,
- später Erntetermin zwecks Ausreifung der Segetalarten,
- Handmohd mit der Sense,
- Brache- und Stoppelweide mit Hausrind, dadurch minimale organische Düngung,
- einfacher Maschinendrusch (Dreschkasten) und einfache Saatgutreinigung (Windfege),
- Wiederverwendung des Ernteguts zur Neuaussaat.

Der bisherige Verlauf des Versuchs zeigt, daß auf diese Weise dem Schutzziel, der Erhaltung der bodenständigen Segetalvegetation, entsprochen werden kann.

#### Erste Aussagen zu paläo-ethnobotanischen Fragestellungen

Anhand des Aussaat-Ernte-Verhältnisses und des Erntedurchschnitts (umgerechnet in dt/ha) kann überprüft werden, in welchem Maße die aktuelle Bewirtschaftung der Schutzfläche der vor etwa 200 Jahren entspricht (Tabelle 2).

Daß die Brachzeit auf einem Drittel der Feldflur nicht nur der Regeneration des Ackerstandortes diene, geht aus der pflanzensoziologischen Dokumentation (höchste Artenzahl, dichte Pflanzendecke) gleichfalls hervor. Der Weidewert der Brache wie auch der Stoppelflur wird damit nachhaltig unterstrichen. Auch die pflanzensoziologische Entwicklung der ersten Schutzfläche (1981-1983), die nach vier Jahren bereits Grünlandcharakter besaß, in der die typischen einjährigen Saatunkräuter keine Rolle mehr spielten, unterstreicht die enge genetische Beziehung von Brache und Grünland und legt daher zwingend auch eine gezielte Weidenutzung der Brache in vergangenen Zeiten nahe.

#### Zur Überprüfung des Aussagewertes der Zeigerwerte nach Ellenberg

Die in der Einführung erwähnte stärkere Beachtung des Zusammenhanges von Bewirtschaftungsform und Florenbestand der Äcker hat in der archäologischen Forschung zu einer auf die Beantwortung wirtschafts-historisch-ökologischer Fragen gerichteten Orientierung und damit zur stärkeren Einbeziehung von Naturwissenschaftlern, darunter auch der Paläo-Ethnobotaniker, in die Grabungstätigkeit und die Auswertung der dabei erzielten Befunde geführt. Tätigkeitsfeld der Paläo-Ethnobotanik ist u.a. die Bearbeitung aufgedeckter, in der Regel in verkohltem Zustand überlieferter Reste von Kulturpflanzen, denen in hoher Arten- und Nachweiszahl auch Diasporen (Früchte und Samen) von Unkräutern (Segetalarten) beigemischt sind.

Sofern es sich dabei um in den Siedlungen als Nahrungsvorrat bzw. als Saatgut aufbewahrt gewesene Kulturpflanzen handelt, darf davon ausgegangen werden, daß sie durch ein- oder mehrfaches Worfeln oder Sieben von Diasporen der Unkräuter mehr oder weniger befreit worden sind. In solchen Funden dürften daher wohl stets durch ihren Diasporenanteil weniger Arten erhalten geblieben sein als auf den Äckern aufgewachsene und bis zur Frucht- bzw. Samenbildung gelangte Arten. Da jedoch nur die in den Funden nachweisbaren Unkräuter den ökologischen und soziologischen Zeigerwerten nach Ellenberg zugeordnet und ausgewertet werden können, ergibt sich die Frage, inwieweit dieser „Artenschwund“ die Zuverlässigkeit ökologischer Aussagen beeinflusst. Auf die Beantwortung dieser Frage sind unsere experimentellen Untersuchungen gerichtet, weil das Reservat dafür äußerst günstige Voraussetzungen bietet. Alle Parameter, wie Bodenbedingungen, Klimatönung und jährlicher Witterungsverlauf sowie die Bewirtschaftungsform sind bekannt und werden jährlich dokumentiert. Durch Vegetationsaufnahmen auf den drei Teilflächen wird der aktuelle Florenbestand ermittelt; nach Sensenschnitt und Erntereinigung per Windfeger erfolgt dann die Analyse der im so behandelten Erntegut enthaltenen Unkrautarten und deren Zuordnung zu den Zeigerwerten. Ein Vergleich der aus den Vegetationsaufnahmen ermittelten Befunde mit denen aus dem gereinigten Erntegut erlaubt zu prüfen, inwieweit der durch die Reinigung bedingte Artenverlust die ökologischen und soziologischen Aussagen beeinflusst. In Tabelle 3 sind die Durchschnittszahlen der ökologischen und soziologischen Zeigerwerte der Unkräuter zusammengefaßt durch die Vegetationsaufnahmen der Ackerflächen (erste Zahl) und die Analyse des gereinigten Getreides (zweite Zahl). Aus diesen Befunden des ersten Zyklus' unseres in der Art der Dreifelderwirtschaft bearbeiteten Reservates lassen sich die folgenden Aussagen ableiten:

- Der „Artenschwund“ beträgt in der Sommerung im Durchschnitt 63,3%, in der Winterung 81,5%. Dieser hohe Wert läßt sich daraus erklären, daß als Trägerkultur *Triticum spelta*, eine nicht freidreschende Art, zum Anbau kam.

- Die Durchschnittszahlen der ökologischen Zeigerwerte des in der Sommerung und in der Winterung durch Vegetationsaufnahmen erfaßten Artenbestandes weisen nur unbedeutende Unterschiede auf und widerspiegeln die auf den Ackerflächen herrschenden ökologischen Bedingungen und Gegebenheiten sehr gut.
- Trotz des beträchtlichen „Artenschwundes“ stimmen auch die ökologischen Zeigerwerte der Unkrautarten im gereinigten Getreide mit denen der Ackerflächen gut überein.
- Unter den soziologischen Gruppen erreichen auf den Ackerflächen die eigentlichen Getreideunkräuter (Secalietea-Arten) den höchsten prozentualen Anteil, gefolgt von den „Hackfrucht“-Unkräutern (Chenopodieta-Arten).
- Im gereinigten Getreide weisen die Secalietea-Arten ebenfalls den höchsten prozentualen Anteil auf; der Artenverlust wirkt sich jedoch stärker aus als in den ökologischen Zeigerwerten.

Die 1986 begonnene Nutzung des Feldflora-reservates für die Klärung der methodischen Frage, ob sich aus der Analyse der in Vorratsfunden von Kulturpflanzen noch enthaltenen Unkräuter und ihrer Zuordnung zu den ökologischen und soziologischen Zeigerwerten zuverlässige, die tatsächlichen auf den Äckern gegebenen Bedingungen widerspiegelnde Aussagen ableiten lassen, ist hinsichtlich der ökologischen Zeigerwerte wohl positiv zu beantworten. Die soziologischen Zeigerwerte werden durch den „Artenschwund“ stärker beeinträchtigt. Dabei ist ferner zu beachten, daß die ökologischen Zeigerwerte durch Ellenberg und seine Schüler experimentell abgesichert sind, während die soziologischen Zeigerwerte im wesentlichen auf den vor Jahrzehnten ermittelten Ergebnissen (unter maßgeblicher Berücksichtigung der damaligen Bewirtschaftungsformen sowie der angebauten Arten) fußen. Von eben dieser Art und Weise der Bewirtschaftung sind Äcker in weit höherem Maße abhängig als die Vergesellschaftung anderer Standorte. Mit der Weiterführung der 1986 begonnenen experimentellen Arbeiten hoffen wir, über weitere Befunde einen Beitrag zu einer der wesentlichen Grundlagen der Paläo-Ethnobotanik leisten zu können.

Tabelle 1: Artenzahl (in %) der drei Teilflächen (1984-1989)

Nutzungsform	Gesamtdurchschnitt	Minimum	Maximum
Brache	67 (100%)	52 (100%)	83 (100%)
Winterung	54 (80,6%)	51 (98,1%)	59 (71,1%)
Sommerung	41 (61,2%)	32 (61,5%)	47 (56,6%)

Tabelle 2: Kulturarten und Ernteverhältnisse im Zeitraum 1984 - 1989

Kulturart	Anbau-jahre	Aussaat-Ernte-Verhältnis	Erntedurchschnitt in dt/ha
Sommer-Roggen	3	1:3,6	6,9
Hafer (Weißhafer)	3	1:5,4	9,6
Sommer-Gerste	2	1:4,0	8,0
Winter-Weizen	1	1:6,0	12,0
Dinkel	6	1:6,6	13,2

Tabelle 3a: Durchschnittszahlen der ökologisch-soziologischen Zeigerwerte nach H. Ellenberg (1979)

	1986	Brache 1987	1988
<u>Artenzahl</u>	55	71	82
<u>Ökolog. Zeigerwerte</u>			
Lichtzahl	6,53	6,82	6,78
Temperaturzahl	5,76	5,74	5,78
Kontinentalitätszahl	4,13	4,25	4,07
Feuchtigkeitszahl	4,51	4,44	4,60
Reaktionszahl	7,04	6,90	6,97
Stickstoffzahl	6,00	5,86	5,91
<u>Soziolog. Bindung</u>			
<u>Krautige Vegetation</u>			
oft gestörter Plätze			
Bidentetea	1,92	1,49	1,30
Chenopodieta	28,85	26,86	29,87
Secalietea	42,31	35,82	31,17
Artemisietea	1,92	2,99	3,90
Agropyretea	3,85	2,99	2,60
Plantaginetea	3,85	5,97	5,19
Sonstige	3,85	2,99	2,60
<u>Anthropozoogene</u>			
Heiden u. Wiesen			
Nardo-Callunetea	--	1,49	1,30
Sedo-Scleranthetea	1,92	1,49	1,30
Molinio-Arrhenatheretea	9,61	14,92	14,28
<u>Waldnahe Staudenfluren</u>			
u. Gebüsche			
Epilobietea	--	--	1,30
<u>Reichere Laubwälder</u>			
u. Gebüsche			
Quercu-Fagetea	--	--	1,30
Soziologisch Indifferente	1,92	2,99	3,90

Tabelle 3b: Durchschnittszahlen der ökologischen Zeigerwerte nach H. Ellenberg (1979)

	Sommerung			Winterung		
	1986 Avena sat. Acker/Ernte	1987 Secale/Avena Acker/Ernte	1988 secale Acker/Ernte	1986 Trit.spelta Acker/Ernte	1987 Trit.spelta Acker/Ernte	1988 Trit.spelta Acker/Ernte
Artenzahl	47 / 12	35 / 17	46 / 18	59 / 9	48 / 6	55 / 15
<u>Ökolog. Zeigerwerte</u>						
Lichtzahl	6,50 / 6,75	6,73 / 6,86	6,09 / 6,88	6,48 / 6,67	6,68 / 6,67	6,51 / 6,92
Temperaturzahl	5,77 / 5,67	5,78 / 5,50	5,78 / 5,33	5,84 / 5,67	5,76 / 6,00	5,73 / 5,25
Kontinentalitätszahl	4,14 / 4,00	4,48 / 4,80	4,28 / 4,37	4,23 / 4,00	4,20 / 4,00	4,10 / 4,12
Feuchtigkeitszahl	4,53 / 5,40	4,50 / 4,75	4,59 / 4,45	4,31 / 4,50	4,53 / 5,00	4,66 / 4,67
Reaktionszahl	6,76 / 7,33	6,80 / 7,00	6,95 / 7,11	6,78 / 6,00	7,00 / 7,00	7,32 / 7,40
Stickstoffzahl	5,92 / 7,20	6,09 / 6,00	5,94 / 6,23	5,95 / 6,67	5,72 / 6,75	5,92 / 6,25
<u>Soziolog. Bindung</u>						
<u>Krautige Vegetation</u>						
oft gestörter Plätze						
Bidentetea	4,3 / 16,7	-- / --	-- / --	1,7 / 11,1	2,1 / --	1,8 / --
Chenopodietea	25,9 / --	14,7 / 12,5	19,9 / 22,2	27,4 / 11,1	18,7 / --	22,1 / 15,4
Secalietea	47,5 / 41,7	50,0 / 56,2	44,4 / 38,8	49,4 / 44,5	50,0 / 66,7	46,2 / 46,2
Artemisietea	2,2 / --	2,9 / 6,2	4,4 / 11,1	1,7 / 11,1	2,1 / --	3,6 / 7,7
Agropyretea	4,5 / 16,6	5,9 / 6,2	4,4 / 11,1	3,4 / 11,1	4,2 / 16,7	3,6 / 15,4
Plantagineatea	4,5 / 16,6	5,9 / 6,2	4,4 / --	3,4 / --	6,2 / --	7,2 / 7,7
Sonstige	4,3 / 16,7	5,9 / 12,5	4,4 / --	3,4 / 11,1	4,2 / 16,7	3,7 / 7,7
<u>Anthropozoogene</u>						
Heiden u. Wiesen						
Nardo-Callunetea	-- / --	-- / --	-- / --	-- / --	2,1 / --	-- / --
Sedo-Scieranthea	2,2 / --	2,9 / --	2,2 / --	1,7 / --	-- / --	-- / --
Molinio-Arrhenatheretea	6,5 / 8,3	8,8 / --	11,1 / 5,5	6,8 / 11,1	6,2 / --	9,2 / --
Reichere Laubwälder u. Gebüsche						
Querco-Fageta	-- / --	-- / --	2,2 / --	-- / --	-- / --	1,8 / --
Soziolog. Indifferenten	-- / --	2,9 / --	2,2 / --	-- / --	-- / --	-- / --

Literatur:

ELLENBERG, H. (1974, 1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica 9. Göttingen.  
 ILLIG, H. (1989): Keimung und Entwicklung von Segetalpflanzen - ein Vergleich von Winterung, Sommerung und Brache im Feldflora-Reservat bei Luckau-Freesdorf. Gleditschia. Berlin.  
 LANGE, E. u. ILLIG, H. (1988): Das Feldflorareservat bei Luckau-Freesdorf - seine Bedeutung für Florenschutz und Paläo-Ethnobotanik. - Der prähistorische Mensch und seine Umwelt (Festschrift für Udelgard Körber-Grohne). Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 31: 53-64.  
 LÜNING, J. u. MEURERS-BALKE, J. (1980): Experimenteller Getreidebau im Hambacher Forst,

Gemeinde Elsdorf, Kr. Bergheim / Rheinland. Bonner Jahrbücher 180: 305-344.  
 RABENHORST, L. (1839): Flora Lusatica I. Leipzig.  
 REYNOLDS, J.P. (1979): Iron-Age Farm - The Butser Experiment. London.

Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. Elisabeth Lange  
 Kiefholzstr. 150  
 DDR-1195 Berlin  
 Hubert Illig  
 Bersteweg 9  
 DDR-7960 Luckau

Erhaltung historischer Kulturpflanzen

Werner Plarre

Einleitung

Als Pflanzenzüchter und Genetiker muß man sich mit dem Problem der Erhaltung alter Kulturpflanzen und ihren ursprünglichen Landsorten, die als genetische Ressourcen anzusehen sind, ständig und intensiv beschäftigen. Dabei geht es sowohl um historisch alte sowie jüngere Kulturpflanzen als auch um Wildformen zur direkten Nutzung oder indirekten Verwendung als Eltern in der Kreuzungszüchtung. Die Erhaltung von Genmaterial für die Züchtung wird heute als eine weltweit notwendig gewordene Aufgabe angesehen, die seitens der UNO (FAO) und großer internationaler Institute unternommen worden ist (IBPGR 1984). Bis vor kurzem war man der Meinung, solcherart gesammeltes Genmaterial - mittlerweile sind hunderttausende von Mustern zusammengetragen - in Genbanken einzulagern und auf diese Weise zu erhalten, zumal die Konservierungsmethoden für Samen, vegetative Organe einschließlich Gewebekulturen perfektioniert worden sind. Seit einigen Jahren melden sich aber wiederholt kritische Stimmen, die aus verschiedenen Gründen eine Erhaltung der ursprünglichen Wild- und Primitivformen sowie der alten Landsorten unter den natürlichen Umweltbedingungen ihrer Entstehung (Evolution) fordern, um nicht Gefahr zu laufen, die genetische Variabilität bei unseren Kulturpflanzen einzuengen. Aus der Fülle zu nennender Beispiele können nur einige stichwortartig angeführt werden. Grundsätzlich ist bei der Erhaltung an einen kontinuierlichen Nachbau unter bestimmten ökologischen Bedingungen zu den-

ken und nicht an Demonstrationsbeete unter willkürlichen Umweltverhältnissen. Dem Habitat, der ökologischen Nische, wird somit eine zentrale Bedeutung eingeräumt.

Modellbeispiele aus aller Welt

Weizen

Der Einkornweizen (*Triticum monococcum* var. *monococcum*) gehört zu den ältesten Kulturpflanzen überhaupt. Seine Entstehung ist um 9000 v. Chr. anzusetzen. Ursprünglich in Westasien beheimatet, war er später auch in Europa weit verbreitet. Heute gibt es nur noch sehr geringe Anbauflächen in Thrazien, wo der Anbau für den Eigenbedarf zur Grießherstellung verwendet wird. *T. turgidum* var. *dicoccum* (Emmer) ist praktisch ebenfalls fast verschwunden; Erhaltungszüchtung wird - soweit mir bekannt - noch in der Schweiz betrieben (PRO SPECIE RARA 1984) und in Polen im Museumsareal Biskupin (ZAJACZ-KOWSKI 1984). *T. aestivum* var. *spelta* (Dinkel, Spelz) wird auf kleinen Flächen u.a. auch in der Schweiz sowie auf der Schwäbischen Alb (1974 weniger als 100 ha) angebaut (KÄLBERER 1974). Seine Nutzung als Grünkern, möglicherweise wäre er auch als „porridge“ zu verwenden, hat noch immer eine gewisse wirtschaftliche Bedeutung. Von *T. turgidum* var. *durum* (Durumweizen) gibt es noch einige Landsorten in den Mittelmeerländern. Sie zeichnen sich durch hohe Trockenheitsresistenz aus, und unter solchen Streßbedingungen bringen sie z.T. höhere Erträge als Zuchtsorten. Um die Erhaltung sind nationale Institute neuerdings sehr bemüht (BIESANTZ 1984).

Roggen

Aus seinen Genzentren (Abb. 1) ist der Roggen als Unkraut mit Weizen und Gerste vor einigen Jahrtausenden nach Norden und Nordwesten mitgewandert. Unter der Selektionswirkung harter Winter in Europa und im nördlichen Asien hat er sich dann hier zu einer bleibenden, sogenannten sekundären Kulturpflanze entwickelt (Frostresistenz liegt bei -25° Cel.). Seit etwa 1000 v. Chr. wird er systematisch angebaut. In den letzten Jahrzehnten ist der Anbau überall drastisch zu-

rückgegangen. Alte Landsorten finden sich noch in Gebirgstälern (Österreich, Osteuropa, Türkei). In der Bundesrepublik gehört der Moorroggen dazu, der sich durch seine Verträglichkeit gegenüber Spätfrösten in Mooregebieten auszeichnet, wo er das Aufrieren des Bodens im Frühjahr gut übersteht. Seine Erhaltung, d.h. seine genotypische Zusammensetzung kann nur beim kontinuierlichen Anbau in spätfrostgefährdeten Habitaten gewährleistet werden.

#### Pseudocerealien

Eine Reihe von Nicht-Graminalen (dikotyle Arten) mit stärkehaltigen Samen werden häufig als Pseudocerealien bezeichnet. In früheren Zeiten wurden sie viel angebaut, haben heute aber nur noch geringe Bedeutung. Sie sollten dennoch wegen ihrer Adaptation an spezifische Umweltbedingungen als Nahrungspflanzen erhalten werden. Sie sind vor allem auch wegen ihrer guten Eiweißqua-

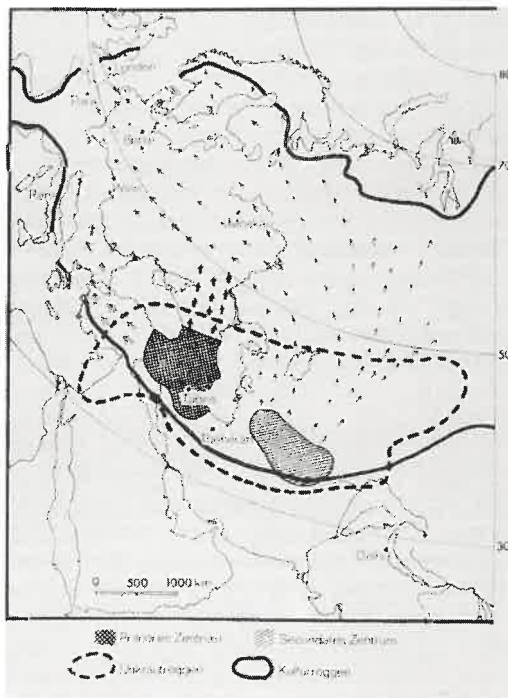


Abb. 1: Genzentren und Wanderungswege des Roggens (aus Hoffmann et al. 1985).



Abb. 2: Fuchsschwanzgewächs *Amaranthus caudatus*, zwei verschiedene Formen in Äthiopien.

lität (Aminosäuremuster) zu beachten. Zu den seit Jahrtausenden kultivierten Pseudocerealien gehören u.a. einige *Amaranthus*- (Fuchsschwanzgewächse), *Fagopyrum*- (Buchweizen) und *Chenopodium*- (Melden) Arten. Die verschiedenen Arten waren früher in Zentral- und Südamerika (*Quinoa* = Reismelde) sowie in Asien und Afrika (Abb. 2), z.T. aber auch in Europa (Nachweis von *Chenopodium*-Samen für Nahrungszwecke in Pfahlbauten) weit verbreitet. Noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts wird Buchweizen (Heidekorn) in Deutschland vielerorts angebaut (BASTINE 1983). Die Arten und ihre Herkünfte sollten auf Beispielfeldern in bestimmten Arealen kontinuierlich nachgebaut werden.

Aus den angeführten Beispielen geht hervor, daß es verschiedene Möglichkeiten gibt, wie historisch alte Kulturpflanzenarten und ihre Landsorten einschließlich verwandter Wildformen „in situ“ erhalten werden können. Auf alle Fälle müssen alte Arten und Sorten

als Populationen nachgebaut werden (dynamische Populationen, KLINGMÜLLER 1982). Eine Linienselektion kann dann immer fallweise bei der Verfolgung bestimmter züchterischer Aufgaben vorgenommen werden (Resistenzzüchtung, Qualitätszüchtung, Auslese auf Frühreife u.ä.). An organisatorisch-technischen Maßnahmen für eine in-situ-Erhaltung bietet sich ein Nachbau an:

- in Naturreiservaten (Nationalparks), vor allem dort, wo wir sowieso schon Genreservoir kennen;
- in Gebieten mit extensiver Landwirtschaft (Landschaftsschutzgebiete) auf Marginalstandorten mit Subventionen und Auflagen für die Bauern;
- auf kleineren Flächen einer Dorfanlage unter Beachtung der ökologischen Gegebenheiten im Rahmen der Aufgabenstellung von „Ökologischen Museen“ (écomusées, open air museums, Freilichtmuseen). Weitere Literatur findet sich bei v. Hinten 1982, Plarre 1983 (Abb. 3).

#### Modellbeispiel Museumsdorf Düppel (Berlin)

Historischer Hintergrund des Museums und seine Aufgabenstellung

Das Museumsdorf wird gegenwärtig möglichst originalgetreu auf dem Gelände aufge-



Abb. 4: Rekonstruiertes Haus auf einem archäologisch nachgewiesenen Grundriß aus der Zeit um 1170 bis 1230 im Museumsdorf Berlin-Düppel. Am Zaun gelbfrüchtige Himbeeren und alte Pflaumensorten.



Die regionalen Nationalparks und Ökomuseen

- |                            |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| ■ Bestehende Nationalparks | 1. Vosges du Nord     |
| ◻ Geplante Nationalparks   | 2. Normandie Maine    |
| ● Ökomuseen                | 3. Volcans d'Auvergne |
|                            | 4. Landes de Gascogne |
|                            | 5. Carmarque          |

Abb. 3: Schutzwürdige Landschaftsgebiete in Frankreich, wo sich die Landwirtschaft mit der Erhaltung originärer Ökosysteme befaßt (abgeändert nach v. Hinten 1982).



Abb. 5: Viehwirtschaft im Museumsdorf Berlin-Düppel, Gründerpopulation für die Rückzüchtung eines mittelalterlichen Weideschweines. Weidengang im herbstlichen Niederwald. Im Hintergrund Dorfareal mit Schmiede und einem Blockhaus.

baut, wo es vor rund 800 Jahren - etwa in der Zeit von 1170 bis 1230 - existent gewesen ist (Abb. 4). Im erweiterten Dorfbereich, insgesamt auf einer Fläche von etwa 16 ha, stehen keine anderen Gebäude; ein Fenn (1,2 ha) schließt sich mit entsprechender Vegetation an, und zwei Alleereihen mit altem Baumbestand (Eichen, Ebereschen, Birken) und Buschwerk tragen zu einer gewissen Einfriedung des Dorfes bei. Somit bietet sich die einmalige Gelegenheit, arrondiert ein Dorf mit Umwelt mittelalterlich zu rekonstruieren bzw. zu renaturieren, zumal sich Boden- und Klimaverhältnisse in den letzten Jahrhunderten nicht gravierend verändert haben. In einzigartiger Weise läßt sich die Vergangenheit mit lebendem und totem Inventar vergegenwärtigen. In das Aufbaukonzept sind neben den handwerklichen Darstellungen über Hausbau, Töpferei, Schmiedearbeiten u.a. gleichrangig die rein landwirtschaftlichen Arbeiten - Acker, Gartenbau, Waldwirtschaft, Viehzucht - integriert (Abb. 5).

#### Getreideanbau (Dreifelderwirtschaft)

Den archäobotanischen Befunden entsprechend (Pollenanalyse) ist im Umkreis des Dorfes um 1200 unter den Feldpflanzen der Roggen die dominierende Kulturart gewesen (BRANDE 1978/79). Wir haben uns seit 1975 die Aufgabe gestellt, eine Roggenpopulation zu entwickeln, die phänotypisch einer alten

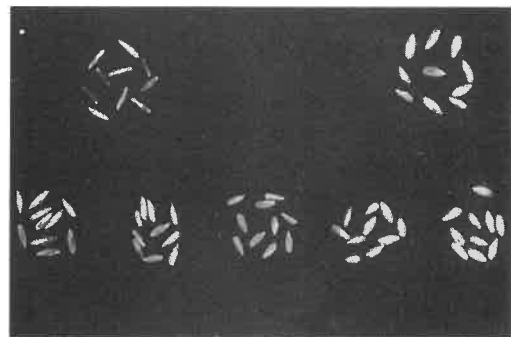


Abb. 6: Kornmuster von Roggen: oben li. Wildart *Secale silvestre*, re. Kulturart *S. cereale* neuere Sorte; unten „Düppeler Roggen“ aus der Rückkreuzungspopulation der  $F_1$  mit Kulturroggen, fünf selektierte Linien mit sehr unterschiedlichen Körnern (aus Lex 1981).

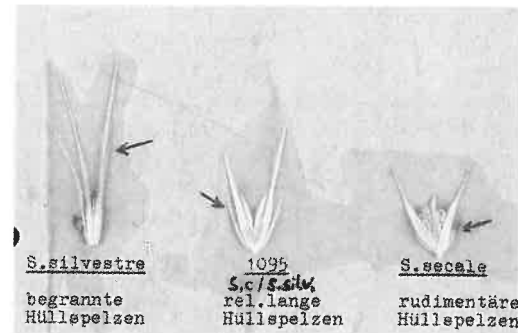


Abb. 7: Ährchen von Roggen, der Typus der Linie 1095 wird wiederholt im „Düppeler Roggen“ gefunden.

märkischen Landsorte ähnlich gewesen sein könnte. Hierbei haben wir eine Rückzüchtung über eine durchaus etwas umstrittene Maßnahme vorgenommen: Inzuchtlinien von *Secale cereale* sind mit *Secale silvestre* gekreuzt worden; die  $F_1$  wurde dann mit dem Kulturroggen rückgekreuzt (LEX 1981). Über die natürliche Selektion in Düppel haben wir dann in den folgenden Generationen eine Population erhalten, die sich aus sehr unterschiedlichen Genotypen zusammensetzt. Anbautechnisch sind wir so vorgegangen, daß die Saat breitwürfig ausgebracht und nur grob eingeeget wurde. Es wurden und werden keine mineralischen Dünger, Herbizide, Fungizide oder andere Chemikalien angewendet. Die Population läßt sich wie folgt beschreiben:

Alle Merkmale besitzen eine beträchtliche Variabilität. Diese wird aber nicht durch Fremdbefruchtung von anderen Roggensorten bestimmt, da im ganzen Umkreis kein Roggen angebaut wird, sondern durch immer wieder neu entstehende Rekombinationen innerhalb des ursprünglichen Genpools. Generell sind vorherrschend im Vergleich zu heutigen Zuchtsorten: kleinere, sehr verschiedenfarbige Körner, schmale Ähren, mittellange Halme. Die Körner sind in Farbe, Form und Größe einem Muster aus dem 30jährigen Krieg sehr ähnlich. Bestimmte Merkmale, wie Anthocyanfärbung in den Grannen und Hüllspelzen oder die Begranung der Hüllspelzen variieren sehr stark.

Eine z.T. sehr auffällige Rotfärbung und längere Grannen an den Hüllspelzen deuten auf Wildmerkmale hin (Abb. 6 u. 7). Eine gute Anpassung an leichte, nährstoffarme Böden bei mittelguten Erträgen (10-20 dt/ha) scheint vorzuliegen.

Als Sommerung bauen wir Hafer und Gerste an. Von den Erkenntnissen ausgehend, daß die Entwicklung der Landsorten im Mittelalter einen gewissen Abschluß in Mitteleuropa erfahren hatte und bis Mitte des 19. Jahrhunderts keine wesentlichen genetischen Veränderungen eingetreten sind, läßt sich vertreten, Originalpopulationen aus der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts als „mittelalterlich“ ähnliche vorzustellen. Wir haben Anfang der 60er Jahre Originalsaatgut einer fränkischen Gerste und eines Hafers aus dem Jahre 1830 erhalten (AUFHAMMER u. FISCHBECK 1964). Die Vermehrung dieser Populationen wird nach den Prinzipien einer Erhaltungszucht mit den Originallinien bei uns durchgeführt.

Hirschen lassen sich nicht im Feldanbau in Düppel kultivieren, weder *Setaria italica* (Kolbenhirse) noch *Panicum miliaceum* (Rispenhirse). Beide Arten wurden in Mitteldeutschland früher feldmäßig angebaut (BASTINE 1983). Es erhebt sich die Frage: Sind es Klimaveränderungen oder haben wir keine adaptierten Formen mehr, die in Konkurrenz mit der Unkrautflora (Begleitflora) noch einen vertretbaren Ertrag bringen? Die Hirschen werden daher bei uns nur im Garten vorgestellt.

#### Öl- und Faserpflanzen

Vom Schlafmohn (*Papaver somniferum*), dessen Anbau seit dem Altertum in Kleinasien und in Mitteleuropa seit 250 Jahren bekannt ist, gibt es noch alte Landsorten, und zwar nicht nur in Vorderasien und Osteuropa, sondern auch im Alpengebiet (Zettler Landsorte in Österreich). Eine Besonderheit, der „Schüttmohn“, ist als ein evolutionsgenetisches Modell von geradezu kulturhistorischer Bedeutung anzusehen. Ähnlich wie beim „Springlein“ von *Linum usitatissimum*, einer seit 6000 v. Chr. bekannten Kulturpflanze, öffnen sich beim Schüttmohn die Kapseln bei der Reife, um die Samen freizugeben. Beim Wildmohn und alten Landsorten (primitive Kulturformen) kommt es unterhalb der Narbe am Fruchtknoten zu einer Perforation des

Gewebes, so daß beim Umknicken des Stengels nach der Reife die Samen herausfallen können. Die Kapsel des Springleins reißt längs der Fruchtblätter auf und entläßt auf diese Weise ihre reifen Samen (Abb. 8 u. 9). Solche Merkmalsbildungen sind also noch als Wildeigenschaften anzusehen, wenngleich andere Merkmale wie Kapsel- und Samengröße in ihren Ausmaßen denen von Zuchtsorten vergleichbar sind. Als Objekte für eine Demonstration der schrittweisen Entwicklung von der Wild- zur Kulturpflanze besitzen Schüttmohn und Springlein einen hohen Anschauungswert, der aber nur beim praktischen Anbau offenbar wird.

Eine ursprünglich im Lein auftretende Unkrautpflanze, der Leindotter (*Camelina microcarpa*), ist bereits um 1000 v. Chr. (Hallstattzeit) als Kulturpflanze in den Leinfeldern ausgelesen und später im Rainanbau feldmäßig kultiviert worden (sekundäre Kulturpflanze). In der wissenschaftlichen Nomenklatur wird die Kulturform als *C. sativa subsp. sativa* und die Ausgangsform entsprechend als Unterart *C. s. subsp. microcarpa* geführt. Leindotter, der heute so gut wie nicht mehr angebaut wird, hatte früher lokal durchaus eine größere wirtschaftliche Bedeutung, da das Öl für Speisezwecke, aber auch für die Seifenherstellung und als Brennöl verwendet wurde. Wir demonstrieren den Anbau im Gemisch mit Lein, wobei die Leindotterpflanzen im Bestand wie bei einer Mimikry angepaßt erscheinen (Abb. 10).

#### Färberpflanzen

Eine Reihe von farbstoffliefernden Kulturpflanzen könnten feldmäßig in der Mark Brandenburg bereits um 1200 angebaut worden sein, zumindest waren sie gut bekannt. Für Färberwaid (*Isatis tinctoria* = Indigoblau) gab es in den folgenden Jahrhunderten einen bedeutenden Handels- und Umschlagplatz in Görlitz, wo noch heute ein großes Lagerhaus unter Denkmalschutz steht. Von anderen Arten werden neben dem Waid im Garten noch folgende demonstriert, von denen auch immer wieder Saatgut für den Nachbau geerntet wird: Saflor (*Carthamus tinctorius*), Wau (*Reseda luteola*), Krapp (*Rubia tinctorum*). Zum Krapp ist zu sagen, daß er sich auch beetmäßig unter besonderen Pflegemaßnahmen nur schwer kultivieren läßt. Of-

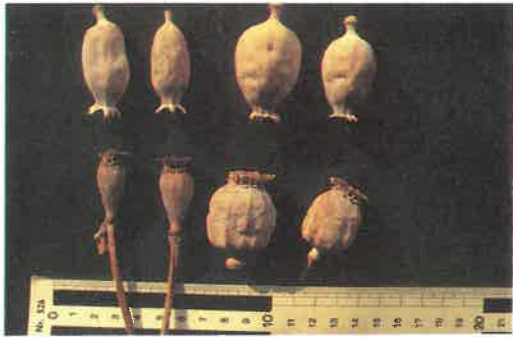


Abb. 8: Reife Mohnkapseln: untere Reihe von links nach rechts: *Papaver rhoeas*, *P. somniferum* (Schüttmohn), obere Reihe: Kapseln moderner Zuchtsorten.



Abb. 9: Reife Leinkapseln: von re. nach li.: Wildform *Linum angustifolium*, kleine Kapseln aufspringend; alte Kulturform *L. usitatissimum* „Springlein“; Zuchtsorte mit fest geschlossenen Kapseln.



Abb. 10: Reife Leinstengel mit geschlossenen Kapseln, dazwischen Leindotter (*Camelina microcarpa subsp. sativa*), eine sekundäre Kulturpflanze mit Mimikry-Charakter z.T. noch mit platzenen Schötchen.



Abb. 11: Garne aus reiner Schafwolle, gefärbt mit Farbstoffen einheimischer Pflanzen, u.a. mit Krapprot, Resedagelb vom Wau (hochgebundene Schlinge) und Indigoblau vom Waid bei Anwendung verschiedener Techniken.

fenbar findet Krapp bei uns nicht die ihm zuzugewandten Umweltbedingungen. Bekannt ist der im vorigen Jahrhundert noch weit verbreitete Anbau in Frankreich, allerdings auch in Sachsen und Schlesien.

Bei Aufnahme des Anbaus der Färberpflanzen in Düppel haben wir uns das Saatgut

aus dem Botanischen Garten in Berlin beschafft. Versuche, mit den extrahierten Farbstoffen die Wolle (von der eigenen Schafherde der vom Aussterben bedrohten alten Landrasse der ostdeutschen Skudden) zu färben, konnten bereits erfolgreich abgeschlossen werden (Abb. 11).

#### Sonderkulturart: Weber-Karde

Zum Aufrauhem des Wollgewebes und anderer Stoffe sind seit dem Altertum schon bei Griechen und Römern die Fruchtstände der Wilden Karde (*Dipsacus sylvestris*) benutzt worden. Neben dieser Wildform ist seit dem 9. Jahrhundert die Kulturform *Dipsacus sativus* bekannt, die zuerst in Frankreich und später auch in England und seit dem 18. Jahrhundert in Rußland angebaut wurde. Heute ist diese Art nur noch selten zu finden, wir haben sie uns leider auch noch nicht besorgen können. Bei der Herstellung von Kratzwerkzeugen können wir daher bis jetzt nur auf die Wildform zurückgreifen. Diese hat lange, aufgerichtete Hüllblätter, und ihre Spreublätter sind zwar spitz, aber ohne Häkchen, während die Kulturformen waagerechte Hüllblätter und Spreublätter mit zurückgekrümmter Spitze aufzuweisen haben.

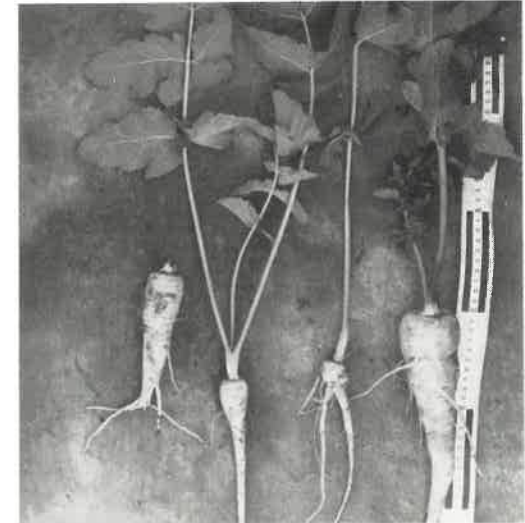


Abb. 12: Pastinakenwurzeln, Ernte im ersten Vegetationsjahr (bienne Kulturform).

#### Gemüse-, Gewürz- und Heilpflanzen

Von den vielen seit dem Altertum bekannten Arten der in diesem Abschnitt zu behandelnden Kultur- und Nutzpflanzen wird eine große Anzahl auch heute noch gewerbsmäßig angebaut. In Düppel werden einige wichtige für Demonstrationszwecke im Garten vorgestellt. Seltenheitswert ist den wenigsten beizumessen. Besondere Varianten sind nicht vorhanden. Angebaut werden derzeit rund 50 Arten einschließlich der verschiedenen Unterarten und Formen. Als typische „Berliner Pflanze“ können die Pastinake (*Pastinaca sativa subsp. sativa var. sativa*) und das Teltower Rübchen (*Brassica rapa subsp. rapa*) angesehen werden (Abb. 12 u. 13).

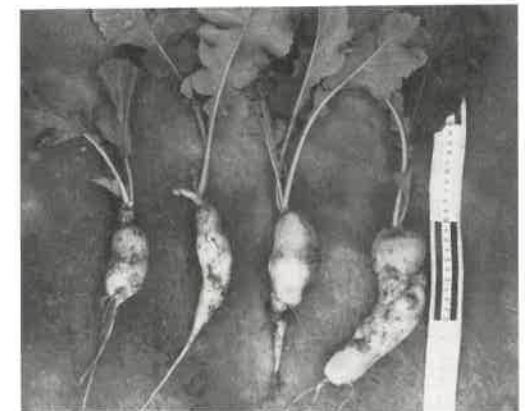


Abb. 13: Teltower Rübchen, Ernte im ersten Vegetationsjahr (bienne Kulturform).

#### Obst- und Beerengewächse

Vorhanden sind z.Z. einige alte Sorten vom Apfel, von denen die älteste, der „Borsdorfer“, um 1275 in einem mitteldeutschen Zisterzienser Kloster (SCHNEIDER et al. 1977) entstanden ist. Es dürfte wohl kaum eine nachweislich ältere Sorte geben (Abb. 14). Von Pflaumen konnten einige ursprüngliche Kulturformen halb verwildert in Berlin-Gatow



Abb. 14: Äpfel vom „Borsdorfer“, einer der ältesten noch existierenden Apfelsorten.

ausfindig gemacht und vegetativ in Düppel vermehrt werden. Sie sind zu den Haferpflaumen oder Spillingen zu rechnen: *Prunus domestica* ssp. *insititia*. An weiteren Obstarten haben wir Quitten, Vogelkirschen, Schlehe, Hasel- und Walnuß angepflanzt. Eine seltene Form dürfte die sehr hartschalige Walnuß-Variante sein, die als Kaukasische Steinnuß bezeichnet wird.

Unter den Beerensträuchern sind u.a. verschiedene Himbeeren, darunter eine alte gelbfarbige Form. An Erdbeeren wächst bei uns die Moschuserdbeere (*Fragaria moschata*), eine gelbfarbige Art, auch Zimterdbeere genannt; früher war sie in ganz Eurasien im feuchten Gebüsch in Erlen-Auwäldern weit verbreitet.

### Zusammenfassung

Zum Anbau historischer Kulturpflanzen in Düppel ist folgendes herauszustellen:

- Feldmäßig beschränken wir uns auf eine neue „alte“ Population vom Roggen und auf je eine alte Landsorte von Gerste und Hafer aus dem Nürnberger Raum, deren Originalsaatgut aus dem Jahre 1830 stammt und 1955 wieder entdeckt wurde (AUFHAMMER u. FISCHBECK 1964). Seit Mitte der 60er Jahre werden diese Populationen bei uns in einer Erhaltungszucht weitergeführt. In der Fruchtfolge demonstrieren wir die alte Dreifelderwirtschaft: Winterung, Sommerung, Brache. Versuchsweise werden Lein, Rüben, Fababohnen und Senf angebaut.

- Gartenmäßig bauen wir etwa 60 historische alte Nutzpflanzenarten einschließlich ihrer Unterarten und Varietäten an, die zum großen Teil auch heute noch als Gemüse-, Gewürz- und Heilpflanzen eine Anbaubedeutung haben. Seltenheitswert besitzen die Farbstoffpflanzen, die Weberkarde und einige Apfel- und Pflaumensorten.

- Nach den vorhandenen Umweltbedingungen und der Zeit entsprechend (Hochmittelalter) treffen wir die Auswahl für die anzubauenden Arten bzw. ihre Herkünfte. Neuweltarten (Neophyten) sind absolut ausgeschlossen und werden nach Möglichkeit auch unter den Wildpflanzen im Umfeld beseitigt, wie z.B. die Kanadische Goldrute (*Solidago canadensis*).

Tierhaltung und Umfeld Museumsdorf Düppel

### Haustier- und Weidebetrieb

Entsprechend der Zeitdarstellung sind wir bemüht, von unseren Haustieren alte Rassen zu halten. Bei Schafen werden in Abstimmung mit dem „Züchterverband für seltene Schafrassen“ die vom Aussterben bedrohten Skudden über eine Erhaltungszüchtung weitergeführt. Diese kleinrahmige Rasse ist an unsere ökologischen Bedingungen (Magerweiden, Haltung im Offenstall) sehr gut angepaßt. Beim Schwein verfolgen wir das Zuchtziel, ein hochbeiniges, spätreifes Weideschwein mit langem Schädel rückzuzüchten (PLARRE 1983). Eine Gründerpopulation ist vorhanden. Ferner haben wir als Zugochsen einen Vertreter der „Hinterwälder“. In dieser kleinwüchsigen Rasse, wie sie für das Mittelalter typisch ist, sind Genügsamkeit und Robustheit hervorzuhebende Eigenschaften, auf die wir bei extensiver Haltung Wert legen müssen. Ein Ziegenpaar, Vertreter der vom Aussterben bedrohten Walliser Schwarzhalbziegen, sind zwar für den Berliner Raum unpassend, gehören aber wohl zu den ältesten rezenten Rassen überhaupt. Eine alte Hühnerrasse (Westfälische Totleger) und eine Entenpopulation, in der Erbmaterial der Stokente inkorporiert ist (eigene Brutpflege), runden den Haustierbestand neben einigen Bienenvölkern ab.

### Umfeld

Neben dem schon erwähnten Fenn und den Alleereihen ist ein bereits gut entwickelter Niederwald ein bestimmendes Landschaftselement. Der dazugehörige Hochwald existiert aus verschiedenen Gründen bisher nur auf dem Papier. Für die Auswahl der Baumarten bei der Wiederaufforstung sind die pollenanalytischen Befunde maßgeblich. Danach war im Mittelalter im Dorfbereich ein Stieleichen-Hainbuchenwald (*Quercus robur-Carpinus betulus*) vorherrschend. Aber auch die Traubeneiche (*Q. petraea*), die Kiefer (*Pinus sylvestris*), die Winterlinde (*Tilia cordata*) und andere Arten waren anzutreffen.

Eine vollständige vegetations- und bodenkundliche Erhebung ist auf einer Fläche von 7 ha vorgenommen worden, von der der gesamte Florenbestand qualitativ und nach Pflanzengesellschaften erfaßt worden ist (TRAKAT 1982). Danach konnten 480 Taxa ermittelt werden, davon 390 natürlich vorkommende; von diesen gelten 39 (10%) nach den Roten Listen als gefährdet, besonders einige Flechtenarten.

Was die Wildfauna im Umfeld und im engeren Dorfbereich betrifft, so ist festzuhalten, daß hier ein Refugium für einige Wirbeltiere, besonders aber für Gliederfüßer vorhanden ist. Die Erhaltung von Biotopen für triviale Arten, die an ein ursprüngliches dörfliches Umfeld adaptiert sind, wird heute immer schwieriger und gewinnt damit immer mehr an Bedeutung.

Unter den größeren Tierarten, die permanent hier leben, schließen sich Fuchs und Fasan - und zwar der seit bereits 900 Jahren in Mitteleuropa eingebürgerte *Phasianus colchicus colchicus* - nicht aus. Pirol, Kuckuck, Nachtigall, Haubenlerche, Feldsperling finden noch die ihnen zusagenden Lebensbedingungen. Im Fenn leben noch der Teichmolch (*Triturus vulgaris*) und der Teichfrosch (*Rana esculenta*). Eidechsen wurden sporadisch beobachtet. Weinbergschnecken halten sich. Von den Arthropoden liegt eine erste Bestandsaufnahme vor: Etwa 300 Insekten- und Spinnenarten kommen vor, darunter einige Raritäten wie die Biene *Megachile ligniseca*, die Grabwespe *Crabro scutellatus* und die Hummel *Bombus reduratus*. Eine in den Holzbalken der Häuser wohnende Bauchsammlerbiene der Gattung *Osmia* konnte noch nicht genau bestimmt werden (KORGE, schriftl. Mitteilg. 1982).

### Literatur:

- AUFHAMMER, G. u. FISCHBECK, G. (1964): Ergebnisse von Gefäß- und Feldversuchen mit dem Nachbau keimfähiger Gersten- und Haferkörner aus dem Grundstein des 1832 errichteten Nürnberger Stadttheaters. - Z. f. Pflanzenzüchtg. 51: 354-373.
- BASTINE, W., (1983): Verschwundene Kulturpflanzen unserer Heimat. Gubener Heimatkalender 1983: 60-68. Guben.

BIESANTZ, A., (1984): Vergleichende pflanzenbauliche und Qualitätsuntersuchungen an alten und neuen Weizensorten von *Triticum aestivum* und *Triticum durum* in Griechenland. - Diplom-Arbeit, Fachbereich Biologie, Freie Universität Berlin.

BRANDE, A. (1978/79): Die Pollenanalyse im Dienste der landschaftsgeschichtlichen Erforschung Berlins. - Berliner Naturschutzbl. Nr. 65/66: 435-443, 469-475.

HARLAN, J. R. (1951): Anatomy of gene centers. - The Amer. Naturalist LXXXV: 97-103.

HINTEN, W. VON (1982): „L'ecomusée“. Ein museologisches Konzept zur Identität von und in Räumen. - Z. f. Volkskunde 78, 1. Halbjahresbd.: 70-76.

HOFFMANN, W., MUDRA A. u. PLARRE, W. (1985): Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen, Bd. 2, 2.Aufl. Berlin und Hamburg.

IBPGR (Intern. Board for Plant Genetic Resources) (1984): Annual Report 1983, FAO Rome.

KÄLBERER (1974): Der Beutenlay: 87. Münsingen.

KLINGMÜLLER, W. (Hg.) (1982): Erbforschung heute. Pflanzenzüchtung in der dritten Welt: 87-104. Weinheim, Deerfield Beach, Basel.

LEX, C. (1981): Untersuchungen über die Erweiterung der Variabilität und über Neukombinationen von Eigenschaften beim Roggen nach introgressiver Hybridisation. Inaug.-Diss., Fachbereich Biologie, Freie Universität Berlin.

PLARRE, W. (1983): Erhaltung von Genreservoir und -ressourcen bei Kulturpflanzen und Haustieren. Sitzungsber. - Naturf. Freunde zu Berlin (N.F.), 23, 71-94.

PRO SPECIE RARA (1985): Jahresbericht 1984. St. Gallen.

SCHNEIDER, A., WIENAND, A., BICKEL W. u. COESTER, E. (1977): Die Cistercienser, Geschichte-Geist-Kunst: 564. Köln.

TRAKAT, J. (1982): Flora und Vegetation im Gebiet des Museumsdorfes Düppel. Diplomarbeit, Fachbereich Biologie, Freie Universität Berlin.

ZAJACZKOWSKI, W. (1984): Biskupin, the wooden township of the early iron age. - Popular Archaeology 5, No 11: 21-24.

### Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Werner Plarre  
Freie Universität Berlin  
FB Biologie  
Fürstenstr. 28  
D-1000 Berlin 37



## Potentielle Rückzüchtung eines mittelalterlichen Weideschweins

Werner Plarre

Ein mittelalterliches Dorf im Berliner Raum (Museumsdorf Düppel) aus der Zeit um 1200 soll mit totem und lebendem Inventar wieder aufgebaut werden (VON MÜLLER 1986, PLARRE 1986). Dabei stellte sich u.a. die Aufgabe, alte Haustierrassen rückzuzüchten. Ein Beispiel sind Schweine. Es mußte entsprechend der Zeit ein Weideschweintyp gezüchtet bzw. rückgezüchtet werden. Denn Ende der 70er, Anfang der 80er Jahre gab es in der mitteleuropäischen Landwirtschaft offiziell keine Weideschweine mehr. Als uns der Zoo Berlin im Januar 1981 von seinen Mangalica-Wollschweinen 1,2 Zuchttiere anbot, zeigte sich, daß diese Tiere zwar nicht direkt geeignet waren, als mittelalterlich-brandenburgische Schweine vorgestellt zu werden. Aber sie verkörperten doch den Typus des Weideschweines.

Ziel der Rückzüchtung ist u.a., die genetischen Ressourcen und damit eine ausreichend große Variabilität, d.h. Rassenvielfalt für die Zukunft zu bewahren.

Was heißt „Rückzüchtung“?

Der Begriff „Rückzüchtung“ ist im Zusammenhang mit den Arbeiten von Lutz Heck entstanden, als im Zoo Berlin zu Beginn der 30er Jahre der ausgestorbene Auerochse neu gezüchtet werden sollte. Heinz Heck, der Bruder von Lutz Heck, hat den Begriff eingeführt: „Für ein solches Zuchtverfahren habe ich den Ausdruck „Rückzüchtung“ geprägt, weil die Zucht, die von weiter entwickelten Tierformen aus zurück in Richtung auf ein bereits einmal durchlaufenes Stadium

verläuft, auf den einstigen gemeinsamen Vorfahren hinzielt.“ (HECK, o.J.). In der Darstellung der von Heinz Heck (1934) ausgewählten Primitivrassen (spanische Kampfrinder, korsische Rinder u.a.) wird deutlich, daß er systematisch unter Beachtung vererbungswissenschaftlicher Erkenntnisse (Dominanz-, Rezessiveigenschaften, Aufspaltung) vorgegangen ist, um einen Rekombinationstyp herauszuzüchten, der dem Auerochsen ähnlich sein mußte.

Wir wissen, daß ausgestorbene Arten, Rassen oder auch bestimmte Genotypen nicht wieder gengetreu rückzuzüchten sind; es sei denn, die Ausgangsform (Wildform) hat genetische Veränderungen (Mutationen) in nur einem Gen oder in wenigen Genen (Allelen) erfahren. Die während der Evolution einschließlich der Domestikation bei einer weiterentwickelten Art oder Rasse verlorengegangenen Gene, die einmal in bestimmter Kombination vorgelegen haben, lassen sich nicht wieder vollständig rekombinieren; wohl aber partiell, wenn irgendwo noch ursprüngliche Gene gefunden werden. Ist eine genetische Identität nicht wiederherzustellen, so aber ähnliche Genotypen, die vor allem phänotypisch einer Ursprungsform vergleichbar sind. Unter diesen Einschränkungen sollten Rückzüchtungsprogramme verfolgt werden. Sie sollten nicht mehr als unseriös und unwissenschaftlich abgelehnt werden.

Neuerdings lassen sich mit Hilfe gentechnologischer Verfahren DNS-Sequenzen „zurechtschneidern“ (genetic tailoring) und damit Gene konstruieren, klonieren und in artverwandte bzw. auch artfremde Organismen inkorporieren (URANIA 1988, S. 129-136, 167-180). Über Karyogramm- bzw. Genomanalysen lassen sich die genetischen Ähnlichkeiten bzw. Verwandtschaftsbeziehungen von Ausgangsformen und weiterentwickelten Zuchtformen vergleichen. Daß wir unter günstigen Umständen auch von bereits ausgestorbenen Rassen oder Arten noch Genomanalysen - zumindest teilweise - vornehmen können, hat sich in jüngster Zeit erwiesen.

In diesem Zusammenhang ist auf einige spektakuläre Entdeckungen und Befunde hinzuweisen. Ein im Dauerfrostboden Alaskas gefundener Steppenbison wird als ein vielversprechendes Versuchsobjekt angesehen. Wenn unter Sterilbedingungen ohne Infektion mit Mikroorganismen Gewebe mit in-



Abb. 1: Wollschwein (Mangalica) mit ganzfarbigen und gefleckten Ferkeln. In 8 Würfen mit 56 Ferkeln wurden 16 Schecken geboren, dies entspricht einer Aufspaltung 3:1.



Abb. 3: F<sub>1</sub>-Sau Else ( Wildschwein x Veredeltes Landschwein = Deutsches Landschwein), 50% Erbanteil Wildschwein.

takten Zellkernen entnommen werden kann, dann ließe sich nicht nur eine Genomanalyse durchführen, die mit rezenten Bisonbüffeln zu vergleichen ist, sondern auch eine DNS-Klonierung ist möglich. Von einer ausgestorbenen Tierart, dem Quagga, konnte Erbsubstanz bereits wiederbelebt werden. Eine Vergleichsanalyse mit rezenten Zebraarten gestattet nun, eine nähere Bestimmung des Verwandtschaftsgrades und - falls es sinnvoll erscheint - Quagga-DNS in Zebra- und andere Einhuferarten zu inkorporieren.

Programm für die Rückzüchtung von Weideschweinen

Nach diesen grundsätzlichen Erörterungen



Abb. 2: Scheckenmutante, die in einer Wildpopulation geboren wurde, aus Meynhardt (1980).

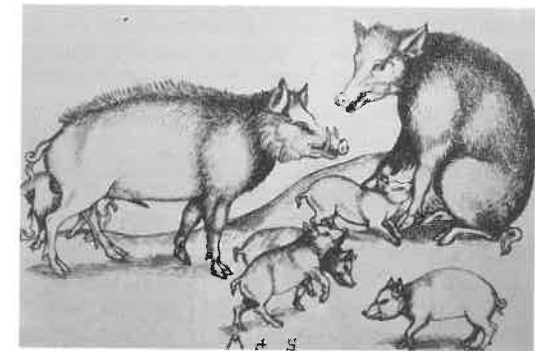


Abb. 4: Schweinefamilie, Darstellung um 1470 aus Abel (1978).

wollen wir das Zuchtziel beschreiben und die von uns verwendeten Zuchttiere vorstellen.

- Weideschweine standen noch zur Auswahl, wenn auch keine mittelalterlichen Typen und keine entsprechenden Lokalschläge (Abb. 1).
- Als Stammform aller alten mitteleuropäischen Hausschweine (Weideschweine) bis ins Mittelalter hinein dürfte nur unser einheimisches Wildschwein (*Sus scrofa ferus*) in Betracht kommen. Es ist auch heute noch im Berliner Grunewald anzutreffen (Abb. 2). Für unsere Zuchtzwecke stand uns eine Bastardsau (Abb. 3) zur Verfügung.
- Bildunterlagen und Literatur aus dem Mittelalter und aus der Zeit vor 1800 ließen sich zur phänotypischen Beurteilung

## Rückzüchtung eines mittelalterlichen Weideschweins (Stammbaum)

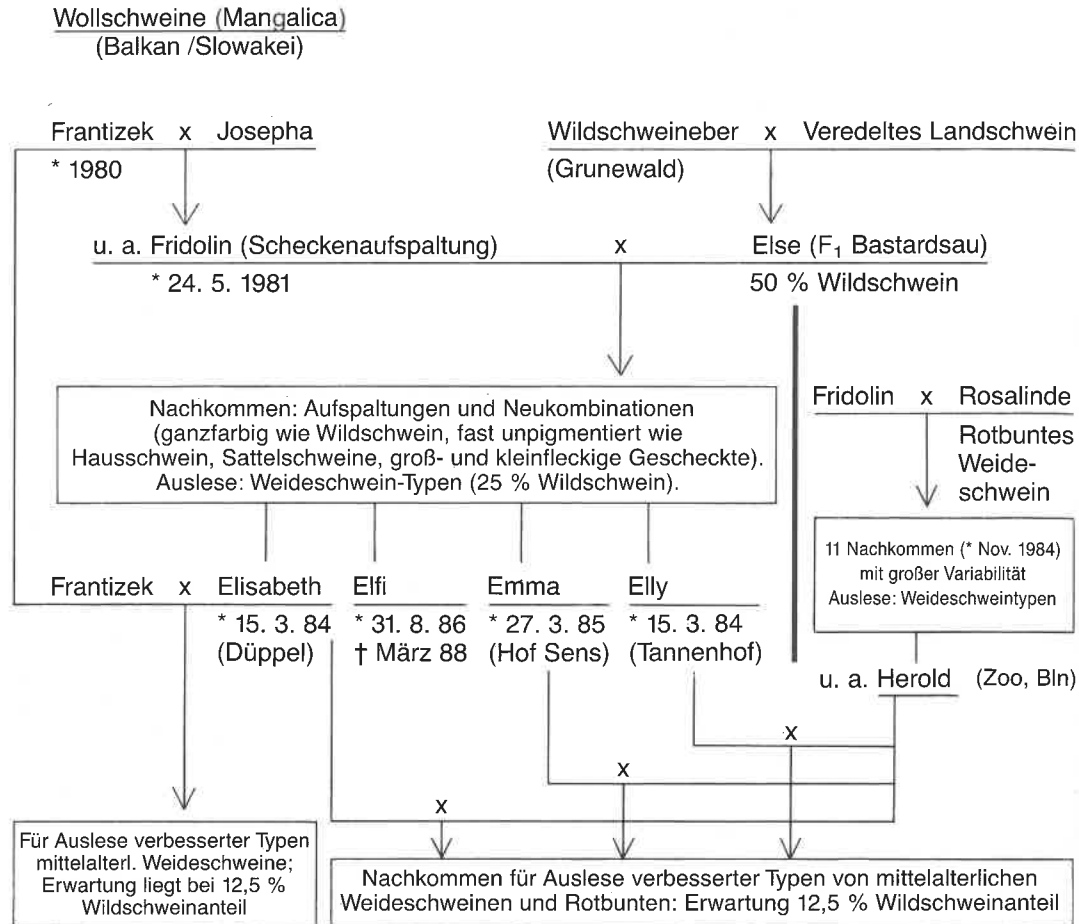


Abb. 5: Stammbaum der in Düppel gezüchteten Weideschweinpopulation.



Abb. 6: Gescheckter Wollschweineber Fridolin.



Abb. 7: Else-Tochter Elisabeth (s. Stammbaum), 25% Erbanteil Wildschwein.

früherer Weideschweine heranziehen (Abb. 4). Nähere Angaben finden sich bei Schmidt (1953) und Abel (1978).

Aus diesen Befunden läßt sich das Zuchtziel für unseren Weideschweintypus wie folgt wiedergeben:

1. Äußere (morphologische) Merkmale: mittelgroß, hochbeinig (marschtüchtig), langschädlig, Stehohren, Karpfenrücken, flachrippig, farbverschieden (ganzfarbig, rotbraun, graubraun bis schwarzbraun, gelbweiß gescheckt bis gefleckt). Starke Borsten besonders auf dem Rücken (Kamm); im großen und ganzen noch sehr wildschweinähnlich.
2. Leistungsmerkmale (physiologische Kennzeichen, Verhalten): spätreif, fruchtbar (10 Ferkel und mehr), fürsorglich bei der Ferkelaufzucht (mütterlich), mastfähig (Fettansatz), robust, widerstandsfähig gegen Witterungsunbilden (Hüttenhaltung), streßresistent.

An Hand eines Stammbaumes (Abb. 5) kann am besten auf Einzelheiten eingegangen werden. Dieser Stammbaum wird in der Hauptsache von drei Komponenten getragen:

1. Wollschweine (Mangalica)
2. Bastardsau ( Wildschwein x Veredeltes Landschwein = Deutsche Landrasse)
3. Rotbuntes (Weide-)Schwein

### Wollschweine (Mangalica)

Es standen uns 1981 zunächst nur 1,2 Wollschweine zur Verfügung. Dabei handelte es sich um Halbgeschwister. Bei einem Vergleich der wichtigsten Merkmale dieser Tiere mit denen, die für unser Zuchtziel von Bedeutung sind (Tab. 1), besitzen diese Mangalica nur bedingt eine Eignung. Negativ zu bewerten sind das stark gelockte Haar und der relativ kurze Schädel (Abb. 1 u. 6). Hinsichtlich der Haarfarbe bringen sie mit ihrem dunklen Rotbraun eine sehr positive Eigenschaft mit. In Kreuzungen mit anderen Rassen war zu erwarten, daß in den Nachkommenschaften ein mehr grob gewelltes bis geradborstiges Haar verschiedener Ausfärbung auftreten würde.

Ob unsere Wollschweine ursprünglich aus Ungarn oder vom Balkan (Rumänien, Jugoslawien) stammen, muß bezweifelt werden.

Sie sind vor allem aus der Slowakei bekannt geworden. Der Berliner Zoo hat seine Tiere vom Zoo Erfurt bekommen.

Man unterscheidet vier Mangalica-Varianten. M. Baltay vom Institut für Veterinärmedizin Budapest hat mir einen umfangreichen Bericht zukommen lassen. Hierfür möchte ich ihm auch an dieser Stelle vielmals danken. Die Zahl von Herdbuchtieren teilt sich z.Z. in Ungarn wie folgt auf: Blonde Mangalica 31, 249; Schwalbenbauch-Mangalica 16, 81 und Rote Mangalica, zu denen unsere Zuchttiere zu rechnen sind, 11, 52. Erfreulicherweise laufen Zuchtprogramme, um diese Rassenvertreter in Ungarn auch für die Zukunft zu erhalten.

Aus der Halbgeschwisterverpaarung haben wir seit 1981 im Laufe der Jahre insgesamt 8 Würfe mit 56 Ferkeln erhalten, d.h. im Durchschnitt 7 Ferkel je Wurf. Eine Überraschung erlebten wir gleich beim ersten Wurf am 24.5.1981: von zwei Ferkeln war eins ein Scheckeneber. Wir nannten ihn Fridolin. Er ist dann mehrfach in die Zucht integriert worden (s. Stammbaum). Dieser Scheckentyp trat in 7 Würfen mit wechselndem Anteil auf, nur einmal bei 5 Ferkeln hatten wir nur ausgefärbte Tiere. Im Berliner Zoo sind Schecken in der Wollschweinzucht nicht aufgetreten, aus dem Erfurter Zoo kennt man sie aber. Insgesamt konnten wir unter 56 Nachkommen bei uns 16 Schecken registrieren. Als Schlußfolgerung resultiert hieraus:

- Das Aufspaltungsverhältnis 40:16 stimmt mit der Hypothese für eine monofaktorielle Spaltung 3 ganzfarbige : 1 geschecktes Ferkel - Erwartung = 42:14 - sehr gut überein. Aus der Überprüfung mittels  $\chi^2$ -Test errechnet sich ein  $\chi^2$  : 0,380. Der P-Wert hierfür (probability = Wahrscheinlichkeitswert) liegt zwischen 50 und 90%.
- Bei allen drei Elterntieren müssen wir annehmen, daß sie für einen Faktor „Ganzausfärbung“ heterozygot sind, d.h. es handelt sich um Aa-Genotypen mit vollständiger Dominanz von A > a.
- Den Schecken müssen wir dann unabhängig vom Grad der Scheckung, d.h. Anzahl und Größe der Flecken, die sehr verschieden sein können, die Genformel aa zusprechen. Untereinander verpaart züchten sie rein weiter, wie wir dies mehrfach überprüft haben.

	langer Schädel	mittlere Körpergröße	schlichte Borsten	pigmentierte Borsten	lange Beine	Stehohren
Wollschwein	-	+	-	+	+/-	+
Wildschwein	+	+	+	+	+	+
F <sub>1</sub>						
Veredeltes Landschwein	+	-	-	-	-	-
Rotbuntes Weideschwein	+/-	+	+	+	+	-

Tab. 1: Übersicht über einzelne Eigenschaften von drei Schweinetyphen im Vergleich mit den wünschenswerten Eigenschaften eines mittelalterlichen Weideschweines.  
+ gleich, - ungleich, +/- indifferent

Zur Klarstellung dieses Erbganges muß noch darauf hingewiesen werden, daß wir bei der Annahme eines dominanten Allels für Ganzausfärbung nicht alternativ für die Fleckenbildung das rezessive Allel *a* annehmen können. Fleckenbildung ist genbiologisch nicht als Alternative zur Gesamtkörperpigmentierung zu sehen. Die *aa*-Genotypen sind eigentlich als pigmentfreie oder pigmentarme Tiere zu postulieren. Daß sie in unserer Zucht schwarze Flecken besitzen, liegt daran, daß diese auch schon bei allen Elterntieren vorhanden sind und auch bei den ganzfarbigen Jungtieren. Durch die Ganzausfärbung werden sie mehr oder weniger verdeckt, können aber bei genauem Hinsehen noch wahrgenommen werden. Genetisch sprechen wir vom Epistasie-Hypostasieeffekt. Die Flecken treten maskiert auf und können sich erst in *aa*-Typen deutlich manifestieren. Der Scheckenbildung selbst liegen eigene Erbgänge zugrunde. Würde der oder würden die Faktoren für Bildung schwarzer Flecken ausfallen, dann würden unsere *aa*-Genotypen farblose bzw. fast unpigmentierte Nachkommen zeugen. Unsere modernen Rassen werden heute vielfach durch solche Typen repräsentiert (Rosaschweinchen). Mit der Aufspaltung aus der Wollschweinverpaarung wurde offenbar, daß unsere Elterntiere -obwohl Halbgeschwister- noch einen höheren Heterozygotiegrad besaßen. Inzuchtschäden wurden dadurch abgeschwächt vererbt. Der Scheckeneber Fridolin entwickelte sich körperlich und physiologisch zu einem sehr robusten Tier mit stark ausge-

prägten primären und sekundären Geschlechtsmerkmalen (großer Hoden, Hauer). Er ist heute noch sehr gut zuchttauglich und ist voll ins Zuchtprogramm integriert (s. Stammbaum). Unter den gewünschten Eigenschaften ist seine Kurzschädligkeit und sein ausgeprägtes Wollhaar negativ zu bewerten (Abb. 6).

Wegen der Inzuchtgefahr und einer notwendigen Variabilitätserweiterung in unserem Zuchtprogramm haben wir mit Fridolin keine Rückkreuzung und Geschwisterverpaarung vorgenommen. Er wurde mit Else, einer F<sub>1</sub>-Bastardsau (s.u.), zusammengebracht. Sowohl mit Fridolin als auch mit seinem Vater Frantizek ist die Verpaarung in Düppel dann mühelos zustande gekommen (Abb. 7).

Bastardsau (Wildschwein x Veredeltes Landschwein = Deutsche Landrasse).

Die F<sub>1</sub>-Sau Else nimmt eine zentrale Stellung in unserem Zuchtprogramm ein. Sie ist die Trägerin der wichtigsten erwünschten Gene für die Rückzüchtung eines mittelalterlichen Weideschweines. Sie hat noch zu 50% Wildschweingene. Wie kommen allerdings die anderen 50% Gene, die vom deutschen Landschwein stammen und die fast alle negativ zu beurteilen sind, zur Auswirkung?

Leider stand uns nur Else als eine Trägerin von Wildschweinblut zur Verfügung. Bei ihr ist auffällig, daß sie zwar im gesamten Habitus, morphologisch und physiologisch sowie verhaltensmäßig betrachtet, eine Prävalenz

des Wildschweintyps erkennen läßt, aber in einer wichtigen Merkmalsbildung, der Haar- ausfärbung, nicht der Erwartung entspricht. Die Gesamtausfärbung hätte dominant nach dem Wildtyp vererbt werden müssen. Else besitzt aber einen weißen Kopf und einen Sattel, der sich sehr unsymmetrisch auf die Seitenpartien ausdehnt. Hinsichtlich anderer Merkmale zeigt sie erwartungsgemäße Ausbildungen. Dominanz der Wildmerkmale liegt vor bei: Schädel, Ohren, Beinlänge, Schwanz (nicht geringelt), der Borstendichte besonders der Rückenborsten. Im Körperbau (Größe) entspricht Else einem intermediären Typus. Ihre Mutter war mit tiefen Rippen sehr großrahmig und hatte einen langen Rücken. Die untypische Pigmentverteilung könnte damit erklärt werden, daß Elses Vater für diese Merkmalsbildung Träger einer Mutation gewesen ist. Für das Zeichnungsmuster bei Else ist aber ein anderer Erbmodus als der für Fleckenbildung zugrunde zu legen. Ganz zweifelsfrei muß noch ein Gen bzw. Allel für Ganzausfärbung vorhanden sein, das wahrscheinlich im Hinblick auf seine Expression eine Modifikation durch andere Gene (modifizierendes) erfahren hat. Denn in der Nachkommenschaft aus der Verpaarung mit Fridolin ist eine aufschlußreiche Aufspaltung zu erkennen. Unter 5 Ferkeln aus dem Wurf vom 15.3.1984 (s. Stammbaum) dominiert die Wildschweinausfärbung bei einem Tier vollkommen und bei einem zweiten partiell wie bei der Mutter. Frischlingsstreifung ist auch vorhanden. Diese beiden Tiere, Elly und Elisabeth (Weißkopf und Sattel), sind für die Zucht übernommen worden. Die übrigen 3 Wurfgeschwister waren gefleckt, eins war fast fleckenlos (Abb. 3). Das heißt: Alle Spermien von Fridolin tragen *a*-Allele und Scheckengene. Die Fleckenbildung wird aber nur deutlich sichtbar, wenn für Ganzausfärbung kein Gen bzw. *A*-Allel vorhanden ist. Für ein solches Allelenpaar ist Else heterozygot (*Aa*-Genotyp). Drei ihrer Ferkel haben das *a*-Allel und zwei das *A*-Allel erhalten, eine 1 : 1 Verteilung entspricht der Erwartung. Else hat ihrerseits das *A*-Allel vom Vater und das *a*-Allel von ihrer Mutter (pigmentlose Deutsche Landrasse) erhalten.

Außer Elisabeth und Elly ist aus einem späteren Wurf ein Satteltyp ähnlich wie Elisabeth zur Zucht verwendet worden: Emma. Diese drei Sauen sind dann mit Herold aus dem

Berliner Zoo verpaart worden, Elisabeth außerdem noch mit Frantizek (s. Stammbaum). Bemerkenswert ist die große Fruchtbarkeit der drei Töchter von Else. Gegenwärtig sind 9 Würfe mit 85 Ferkeln registriert, das sind im Durchschnitt mehr als 9 Ferkel je Wurf. Während diese Muttersauen noch einen hohen Anteil von Wildschweingenen, nämlich im Mittel 25%, besitzen, reduziert sich dieser Prozentsatz bei der Verpaarung mit Hausschweintypen in den Nachkommen im Durchschnitt um die Hälfte auf 12,5%. Wir müssen aber davon ausgehen, daß praktisch eine große Streuung für diese theoretisch ermittelten Werte vorliegt. Ganz eindeutig zeigt sich dies auch bei den einzelnen Phänotypen aus der gleichen Generation.

Wie aus der Abb. 7 zu ersehen, haben wir mit Elisabeth eine Zuchtsau, die unseren Zielvorstellungen schon sehr nahe kommt: mittelgroß, hochbeinig, nicht zu tiefe Rippe und damit marschtüchtig, langschädlig. Stehohren, graubraun, dicht stehende Schlichtborsten und sogar mit Ansatz zu einem Rücken-kamm. Elisabeth entspricht schon beinahe einem Prototyp. Ähnliche Typen lassen sich auch unter ihren Nachkommen auslesen, so z.B. unter denen, die aus der Verpaarung mit dem Zooeber Herold stammen (Abb. 8). Was die physiologischen Eigenschaften betrifft, so ist neben der Fruchtbarkeit die Robustheit, d.h. gute Gesundheit, zu erwähnen. Elisabeth zeigt wie ihre Mutter stark aggressives Verhalten vor und nach dem Ferkeln, aber große Mütterlichkeit bei der Jungenaufzucht. Die Jungen verhalten sich bei Gefahren wie Wildferkel, indem sie sich flach auf den Boden drücken und ganz ruhig bleiben. Sie sind absolut streßresistent, Transporte in Säcken überstehen sie schadlos.

#### Rotbuntes (Weide-)Schwein

Um in unserer „Gründerpopulation“ die genetische Basis zu erweitern und möglichst Inzuchtschäden auszuweichen, haben wir noch eine dritte Komponente in unser Zuchtprogramm eingeführt: ein Rotbuntes (Weide-)Schwein.

Für unser Zuchtprogramm konnten wir 1984 eine Sau namens Rosalinde nach Düppel holen, obwohl die Weideschweine offiziell



Abb. 8: Elisabeth mit Nachwuchs, im Durchschnitt 12,5% Erbanteil Wildschwein (s. Stammbaum).

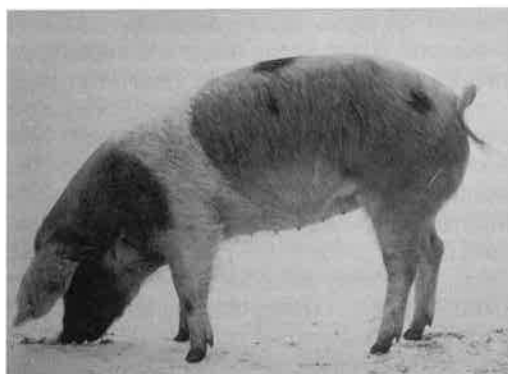


Abb. 9: Rotbuntes (Weide-)Schwein Rosalinde aus einer Kreuzungspopulation Rotbuntes Schwein, verschiedene Rassen.



Abb. 10: Düppeler Schweinepopulation im Herbst in der Eichenallee am Königsweg.

ausgestorben waren. Sie tauchten wider Erwarten auf der Grünen Woche 1984 auf. Die Sau gehört zum Typ des roten Sattelschweines (Abb. 9). Bemerkenswert sind die schwarzen Flecken, die innerhalb der Rotpigmentierung auffällig hervortreten. Die genetische Grundlage dürfte die gleiche wie bei den Wollschweinen sein. Der phänotypische Unterschied ist leicht erklärbar: Innerhalb einer hellroten Pigmentierung kommen schwarze Flecken deutlicher zum Vorschein als innerhalb einer dunkelbraunen Ausfärbung.

Wie aus dem Stammbaum in Abb. 5 zu entnehmen, ist aus dem Wurf von Rosalinde im Berliner Zoo (11 Ferkel!) ein Eber namens Herold ausgewählt worden, den wir wiederum in unsere Zucht mit einbezogen haben. Wenn er auch nur mütterlicherseits aus einer fremden Blutlinie kommt, so ist aber doch aufgrund dieser ganz andersartigen Herkunft die Gefahr, daß homozygote Genotypen mit Inzuchtschäden in unseren Kreuzungsnachkommenschaften herauspalten, sehr gering. Die Merkmalsvariabilität konnten wir jedenfalls erweitern und die Selektionschancen, das Zuchtziel zu erreichen, haben sich vergrößert. Im Durchschnitt haben die Nachkommen aus der Verpaarung der o.a. drei Muttersauen mit Herold oder auch mit Frantizek noch 12,5% Wildschweinanteil. Mitunter tritt noch Frischlingsstreifung auf. Die Pigmentierung variiert von dunkelbraun über hellrot bis gelb, neben schwarzen Flecken kommen auch andersfarbige, z.B. gelbe, zum Vorschein. Ganzausfärbung und Schekkenmuster verstärken den Eindruck der Buntfarbigkeit (Abb. 8). Vor allem können auch gewünschte Kombinationstypen mit langem Schädel, Stehohren und langen Beinen (bei flacher Rippe) selektiert werden.

#### Beurteilung der bisher erzielten Ergebnisse

Es zeigt sich, daß uns nunmehr eine ausreichend große Gründerpopulation für die potentielle Rückzüchtung eines mittelalterlichen Weideschweines zur Verfügung steht. Sie basiert auf drei Blutlinien. Im unteren Teil des Stammbaumes in Abb. 5 ist in den rechteckigen Feldern auf die Auslese verbesserter Typen unter den Individuen hingewiesen, die im Durchschnitt noch 12,5% Wildschweinblut

aufzuweisen haben. Das ist die züchterische Situation, wie wir sie gegenwärtig 1990 vorfinden.

Züchten wir nur mit den Tieren weiter, die noch einen Anteil von 12,5% Wildschweinblut besitzen, müßten wir bei richtiger Selektion die typischen Weideschweinmerkmale erhalten.

Bei der Aufstellung unseres Zuchtzieles konnten wir uns nur auf Literaturangaben und Abbildungen stützen. Wie auf Abb. 4 zu erkennen, besitzen die damaligen Schweine entlang des Rückens einen ausgeprägten Borstenkamm. Bei unseren Tieren finden wir die Kammbildung nur in Ansätzen, wie z.B. bei Elisabeth. Es wird sicher schwierig, dieses Zuchtziel vollkommen zu erreichen.

Eine weitere Frage betrifft das Auftreten von Schecken. Obwohl der Mutationschritt hierzu bereits in Wildpopulationen nachzuweisen ist, sind mir aus mittelalterlichen Abbildungen und Beschreibungen keine Scheckentypen bekannt geworden. Wir werden aber unser potentielles Weideschwein nicht nach einem bestimmten Farbstandard züchten. Streng eliminiert werden natürlich Tiere mit pigmentarmen oder gar pigmentfreien Borsten (Rosaschweinchen). Grobe und nicht gedrehte sowie dicht stehende Borsten gehören zum Zuchttyp; hierauf auszuwählen, ist nicht schwierig.

Die Schlachtreife ist gegenüber unseren heutigen Rassen später anzusetzen. Sie hängt natürlich wesentlich von der Fütterung ab. Generell verläuft die Gewichtszunahme bei unseren Läuferschweinen langsamer: täglich etwa 330 g in den ersten Wochen nach dem Absetzen mit 2 Monaten. Im eigentlichen Maststadium nach 4 bis 6 Monaten kann die tägliche Zunahme 700 g und mehr betragen. Für eine wirtschaftliche Gewichtszunahme ist Haltung im Offenstall mit großem Auslauf wichtig. In warmen Mastställen fressen sie unlustiger. Unter unseren Bedingungen (Hüttenhaltung mit freiem Auslauf, Fütterung mit Produkten aus der Getreideverarbeitung) sind die Schweine nach 10 bis 12 Monaten gut schlachtreif (90-110 kg).

Angestrebt wird, die Schweine weiden zu lassen; etwa auf abgeernteten Feldern und im Wald. Wir können dies in Düppel einrichten (Abb. 10).

Abschließend läßt sich zur potentiellen Rückzüchtung eines Weideschweines sagen, daß

es aus genetischer und züchterischer Sicht vertretbar ist, dieses Zuchtziel zu verfolgen. Wir können dabei auch auf wirtschaftlich wichtige Merkmale und damit auf entsprechende Erbfaktoren hinweisen. An erster Stelle ist Streßresistenz zu nennen, dann die Robustheit und Unempfindlichkeit gegenüber Witterungsunbilden, besonders gegenüber Kälte. Vielleicht besteht auch eine gewisse Toleranz gegenüber Infektionskrankheiten. Schließlich wäre noch die Fleischqualität zu erwähnen. Nach bisherigen subjektiven Feststellungen liefern unsere Weideschweintypen ein saftiges, aromatisches, mit Fett durchwachsenes Fleisch.

#### Literatur:

- ABEL, W. (1978): Geschichte der deutschen Landwirtschaft vom frühen Mittelalter bis zum 19. Jahrhundert, Bd. II. Stuttgart.
- HECK, H. (o.J.): Die Rückzüchtung ausgestorbener Tiere. Broschüre aus dem Münchener Tierpark Hellabrunn.
- HECK, L. (1934): Über die Neuzüchtung des Ur- oder Auerochs. Ber. d. Intern. Ges. zur Erhaltung des Wisents, Bd. 3, H. 4: 225-294.
- MEYNHARDT, H. (1980): Schwarzwild-Report. Neumann, Leipzig.
- MÜLLER VON, A. (1986): Museumsdorf Düppel; lebendiges Mittelalter in Berlin. Berlin.
- PLARRE, W. (1986): Erhaltung historischer Kulturpflanzen. Stiftung zum Schutze gefährdeter Pflanzen. Naturschutz durch Freilichtmuseen, Schriftenreihe H. 4: 40-58.
- SCHMIDT, J. (1953): Besondere Tierzuchtlehre III. Schweinezucht: 162-241. Berlin, Hamburg.
- URANIA (1988): Wissenschaft heute für morgen, 100 Jahre Urania, Berlin, Festschrift: 129-136, 167-180.

#### Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Werner Plarre  
Freie Universität Berlin  
FB Biologie  
Fürstenstr. 28  
D-1000 Berlin 37

## Zubereitung von bäuerlichem Essen

Erfahrungen nach mittelalterlichem Vorbild

Roswitha Betzold

Gekocht wurde in einer offenen Feuerstelle mit Kugelkochtöpfen in einem Haus, das im historischen Bereich des Museumsdorfes Düppel steht (Abb. 1).

Dazu wurden folgende Gerätschaften benötigt:

- zum Zubereiten:
  - Holzbrett - Holzschalen
  - Holzkelle, Holzlöffel, Holzgabel (aus Astgabeln)
  - Messer
  - Tonkrug für Wasser
  - „Topflappen“ - Reststücke von Fell
  - Eisendreifuß zum Abstellen der Töpfe
  - Kugelkochtöpfe (s. Beitrag G. Böttcher)
- zum Essen:
  - Holzteller oder Holzschüssel
  - Messer
  - Holzlöffel

Trinkgefäße aus Holz, Ton oder Kuhhorne  
Die Zutaten für die einzelnen Gerichte stammen hauptsächlich aus den Gärten und Feldern des Museumsdorfes; dazu gehören die Kräuter und das Gemüse für die Suppe, der Roggen für den Roggengrützbrei und das Fladenbrot und Honig zum Süßen des Hirsebreies.

Gekauft werden mußten nur das Suppenfleisch und die Knochen, Salz, Hirse und Milch für den Hirsebrei und Gerste für das Fladenbrot.

Es wurde versucht, folgende Gerichte zuzubereiten:

- Hirsebrei mit Milch und Honig als Morgen-, Mittags- oder Abendmahlzeit

- Roggenschrotbrei wurde typisch als sättigende Morgenmahlzeit gegessen
- Gemüsesuppen mit Suppenfleisch und Graupen
- Fladenbrot

### Vorbereitung der Feuerstelle

Das Holz wird so lange in die Feuerstelle gelegt, bis eine gute Grundlage aus Glut vorhanden ist, um die Kugelkochtöpfe hinein zu stellen.

Mit einem Eisenhaken wird die Glut so geordnet, daß die Töpfe mit dem Kochgut sicher hineingestellt werden können, je nach Kochintensität mehr zur Mitte oder an die Seiten; Quellgut, wie Hirse, Hülsenfrüchte und Getreidebrei an die Seite, der Topf mit dem Fleisch und der Knochenbrühe mehr in den mittleren Bereich. Holz wird während des Kochens gezielt und vorsichtig nachgelegt.

### Das Kochen

#### Hirse

Der Topf sollte mit dem Kochgut (Hirse und Wasser) nur ca. 3/4 gefüllt sein, um ein Überkochen oder Übersäumen zu verhindern. Die Hirse wird kurz gewaschen und dann im Kugeltopf mit Wasser über Nacht eingeweicht. Mit diesem „Einweichwasser“ und etwas Salz wird der so vorbereitete Hirsetopf an einen geeigneten Platz in der Feuerstelle gestellt.

Es muß häufig umgerührt werden, um ein Anbrennen zu vermeiden. Die Hirse kocht so lange, bis sie anfängt zu quellen und die vorhandene Flüssigkeit aufsaugt. Je nach Bedarf muß noch etwas Wasser hinzugefügt werden, das in die Mitte des Topfes gegossen wird. In den letzten 15 bis 20 Minuten des Kochens die gewünschte Menge Milch zugeben, umrühren und den Topf nur noch warmhalten, d.h. die Glut etwas vom Topf entfernen, damit das Anbrennen verhindert wird. Der Honig wird zum Schluß zugegeben oder portionsweise verteilt.

Die Kochzeit von Hirsebrei beträgt bei Portionen für vier bis sechs Personen ca. 1,5 bis 2 Stunden.



Abb. 1: Kochen in einer offenen Feuerstelle mit Kugelkochtöpfen in einem Haus im Museumsdorf Düppel.

### Roggenschrot- oder Roggengrützbrei

Der Topf mit Roggenschrot oder Roggengrütze, Salz und kaltem Wasser wird sofort - also ohne vorheriges Waschen und Einweichen - an einen geeigneten Platz in die vorbereitete Glut gestellt und genauso behandelt wie der Hirsebrei.

Die Kochzeit für vier bis sechs Personen beträgt ca. 45 bis 60 Minuten.

### Gemüsesuppe mit Suppenfleisch und Graupen

Der Topf wird mit den Knochen, dem Suppenfleisch, kaltem Wasser und etwas Salz mehr in die Mitte der Feuerstelle gesetzt, da er eine längere Kochzeit benötigt. In der Zwischenzeit wird das Gemüse vorbereitet.

Folgende Gemüsesorten werden verwendet: Gelbe Rüben (uns heute bekannt als Pferdewurzeln), Petersilienwurzeln, Sellerieknollen, Pastinake (s. Beitrag W. Plarre), Porree, Mangold und Kohlrabi.

Während Knochen und Fleisch kochen, muß zweimal Wasser nachgegossen werden, da die Kugeltöpfe ohne Deckel kochen und somit ein Teil Flüssigkeit verdampft.

Nach ca. zwei Stunden werden die Knochen und das Fleisch aus dem Topf genommen und das kleingeschnittene Gemüse langsam in die Brühe gegeben. Zuerst die Wurzeln und das Knollengemüse, dann die Graupen und etwas später (ca. 15 bis 20 Minuten) Porree und Mangold.

Nach ca. 30 Minuten ist die Suppe fertig. Das Fleisch wird kleingeschnitten und in die Suppe gelegt. Kurz vor dem Essen werden noch einige Kräuter hinzugegeben, wie Liebstöckel, Petersilie, frische Sellerieblätter und Kümmelkraut.

Die Kochzeit beträgt ca. 2,45 bis 3 Stunden.

### Fladenbrot

Brot wurde im Mittelalter nicht zum Frühstück, wohl aber zu anderen Mahlzeiten, zu einem Stück Speck, Wurst, Fleisch oder zu einer Suppe gegessen.

Es wird ein Sauerteig zubereitet. Er besteht meistens aus Wasser, Salz, Roggenschrot und Gerste bzw. Hafermehl.

Wird der Sauerteig erstmalig angesetzt, so ist vom Beginn der Teigzubereitung bis zum

Formen der Brote eine Zeit von etwa vier Tagen notwendig. In dieser Zeitspanne wird der Sauerteig mit Wasser und den oben angegebenen Getreideprodukten mehrmals vergrößert.

Das Vorheizen des Backofens ist von der Wetterlage abhängig. Wind Sonne, Außentemperatur und Volumen des Ofens sind variable Größen, die es zu berücksichtigen gilt. Für den Lehmofen, der bisher im Museumsdorf Düppel stand, waren üblicherweise drei bis fünf Stunden Heizen notwendig.

In der Zwischenzeit wurde der Teig nochmals geknetet. Die Backzeit für Fladen ist mit 45 Minuten, für die Fünf-Pfund-Brote mit zwei Stunden anzusetzen.

### Erfahrungswerte

Genauere Mengen der Zutaten für die gekochten Gerichte können nicht angegeben werden. Die Größe der Kugeltöpfe ist maßgebend für die Portionierung. Muß eine Suppe für eine größere Anzahl von Personen zubereitet werden, wird das Gericht auf mehrere Töpfe verteilt, da die Kugeltöpfe nur bis zu einer bestimmten Größe hergestellt werden können.

In den mir bekannten Kochbüchern des Mittelalters sind nie genaue Mengen der einzelnen Zutaten angegeben. Die aufgeschriebenen Rezepturen bezeichnen nur die Zutaten und deren Qualität, sowie sehr großzügig die Vor- und Zubereitung. Für unsere heutigen Vorstellungen werden in der Literatur recht eigenartige Angaben über die Dauer von Garzeiten benutzt. So heißt es: „Willst Du eine gute Gemüsebrühe zubereiten, dann nimm ein geeignetes Stück Fleisch und Knochen, genügend Wasser aber nicht zuviel und Gemüse aller Art aus Deinem Garten und laß alles kochen bis Du zweimal Deinen Acker abgeschritten hast. Füge danach noch ein paar frische Kräuter aus Deinem Garten zu“.

Vergleichbare Rezepturen können entnommen werden dem Originaltext mit der Übersetzung aus dem Buch „Lasst uns haben gute speis“.

1. Rindleber, Seite 39, „Willst Du machen ein guet Leber...“

2. Gefülltes Ferkel, Seite 42

3. Weichselkompott, Seite 74

Was wir über Kochrezepte wissen, entstammt aus den Kochbüchern des 14. und 15. Jahrhunderts. Schriftliche Überlieferungen aus früheren Jahrhunderten fehlen. Wie sich die Bauern und auch die Stadtbevölkerung wirklich ernährten, läßt sich nur vermuten. Abfallgruben beispielsweise, die von Archäologen ausgewertet wurden, geben hier aufschlußreiche Erkenntnisse.

### Erfahrungen beim Kochen in der offenen Feuerstelle im Haus

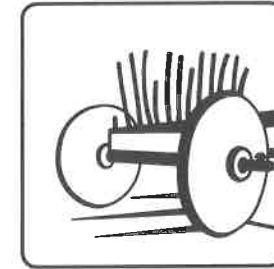
- Man ist ständig beißendem Rauch ausgesetzt.
- Die Lichtverhältnisse sind mäßig bis schlecht, wenn bei ungünstiger Witterung die Tür des Hauses geschlossen bleiben muß.
- Der Platz an der Feuerstelle ist im Haus der wärmste (im Sommer negativ, im Winter dagegen von Vorteil).
- Es ist nur hockend, knieend oder sitzend an der Feuerstelle zu arbeiten, da sie sich direkt auf dem Boden befindet.
- Man muß sich als Mensch des 20. Jahrhunderts, der gewohnt ist, mit Metalltöpfen zu kochen sehr umstellen; große Temperaturunterschiede für den Topf sind zu vermeiden, da er sonst zerbricht, d.h. vorsichtig und nur in die Mitte des Topfes kalte Flüssigkeit eingießen, sowie ein gleichmäßiges „Glutbett“ bereiten.
- Nicht mit dem Holzlöffel auf dem Rand des Topfes Speisereste abklopfen, da dann der Topf zerbrechen kann.
- Die Gefahr des Anbrennens bei der Zubereitung von Hirse- und Getreidebrei ist groß.
- Es wirkt sich ungünstig aus, daß die Töpfe keine Deckel haben, da hier viel Flüssigkeit verdampft.

### Literatur:

- BEHRE, K.E. (1986): Die Ernährung im Mittelalter, in: Herrmann, B., Menschen und Umwelt im Mittelalter: 74-87: Stuttgart.
- HAJEKE, H. (1958): Rezepte aus der Würzburger Handschrift. Neu herausgegeben von Erich Schmidt. Berlin.
- HERRMANN, B. (Hg.) (1986): Menschen und Umwelt im Mittelalter. Stuttgart.
- JORDAN, E. (1984): Laßt uns haben gute speis. Stuttgart.
- MEISSNER, K. (1987): Leben im mittelalterlichen Dorf. Berlin.
- WINTER, J.M. (1986): Kochen und Essen im Mittelalter, in: Herrmann, B., Menschen und Umwelt im Mittelalter: 88-100. Stuttgart.

### Anschrift der Verfasserin:

Roswitha Betzold  
Berenstr.6  
D-1000 Berlin 37



Transport  
zu Wasser und zu Land

# Ein Vierradwagen des dritten Jahrtausends v. Chr. - Rekonstruktion und Nachbau

Hajo Hayen

## 1. Vorbemerkungen

Die technische und handwerkliche Gestaltung der ältesten bisher nachweisbaren Radfahrzeuge konnte bisher nur aus Befunden abgeleitet werden, die man bei Ausgrabungen in Vorderasien ermittelt hatte. Die dort am weitesten zurückreichende Beobachtung, nach Salonen (1951) und Hancar (1955, 420) enthielt sie „die ältesten im Original beobachteten Wagenreste“, wurde aus Kisch (Ingharrah, Südmesopotamien) bekannt. Sie wird zwischen 3000 v. Chr. und 2600 v. Chr. datiert. Dort konnte Watelin (WATELIN u. LANGDON 1924-1934) aus Bodenverfärbungen und vereinzelt Metallobjekten den Aufbau und die Maße eines kleinen Vierradwagens ermitteln. Das Holz war nicht erhalten geblieben (Abb. 1). Diese Beobachtung zeigte ein ungefähr handwagengroßes, schmales Fahrzeug, das von vier Zugtieren bewegt wurde. Die erkannten Einzelheiten sind lückenhaft und in wagenbautechnischer Hinsicht ungenügend.

Aus der zweiten Hälfte des dritten Jahrtausends sind in Holz erhaltene Wagenteile aus südrussischen Gräbern bekannt. Sie überliefern bautechnische Einzelheiten und zeigen nebeneinander Zweiradwagen und Vierradwagen (PIGGOT 1983, 54 ff.; HÄUSLER 1981 u. 1984).

Jetzt ergibt sich aus den Untersuchungen an hölzernen Moorwegen, die in Nordwestdeutschland mit Hilfe der Stiftung Volkswagenwerk möglich wurden (HAYEN 1958, 1-43), die Möglichkeit, aus in ihrer Form und

ihren Maßen unverändert gebliebenen Wagenteilen ein Fahrzeug des dritten Jahrtausends zu rekonstruieren. Dazu lassen sich weitere Funde aus nordwesteuropäischen Mooren heranziehen. Aufgabe und Ziel der hier vorgelegten Betrachtung ist die Begründung dieser Rekonstruktion und ihres Nachbaues.

## 2. Die Herkunft der Fundstücke

Ausgrabungen von Teilstrecken der neolithischen Moorwege XV (Le) und VII (Pr) führten zur Bergung einer Vielzahl von Wagenteilen. Diese lagen auf, neben, zwischen oder unter den Hölzern der Wege, waren also regellos verteilt (HAYEN 1985, 8 ff. u. 14 ff; dort Karten der Fundflächen).

Beide Wege konnten durch <sup>14</sup>C-Bestimmungen datiert werden. Die damit gewonnenen technischen Daten sind nicht in Sonnenjahren gemessen. Sie bestimmen zudem lediglich Zeitfelder, in denen der gesuchte Zeitpunkt irgendwo enthalten ist. Solche Werte lassen sich durch Jahrringuntersuchungen so eichen, daß die Grenzen der Zeitfelder in Sonnenjahren angegeben werden können. Aus ihnen ergibt sich ein Anhalt für das wahre Alter der Funde.

Da im niederländischen Teil des Bourtanger Moores am bautechnisch gleichartigen Moorweg XXI (Bou) ein Scheibenrad der hier zu betrachtenden Grundform gefunden wurde, wird er in diese Darstellung einbezogen werden.

Der Moorweg XV (Le) fand sich im Meerhuser Moor, Grabungen erfolgten 1983 und 1984. Seine Datierung erfolgte aus Hölzern der Fahrbahn. Probe Nr. KN-3271: 3980 +/- 55 BP, das entspricht 2030 +/- 55 BC oder, in Sonnenjahren gemessen etwa 2350 +/- 55 v. Chr. Legt man die Kalibration nach Suess zugrunde, so erstreckt sich das gesuchte Zeitfeld von 2490 bis 2160 v. Chr. - Eine Paralleluntersuchung ergab ein fast gleiches Ergebnis: Hv - 4481: 3865 +/- 60 BP (Für diese Untersuchungen habe ich den Herren Dr. Freundlich und Prof. Dr. Geyh zu danken).

Der Moorweg VII (Pr) fand sich im Großen Moor am Dümmer, seine Grabung erfolgte im Jahre 1984. Die Zeitbestimmung erfolgte aus Hölzern der Fahrbahn. Probe Nr. KN-3344: 4020 +/- 50 BP. Das entspricht 2070 +/- 50

BC oder, in Sonnenjahren, einem Zeitfeld zwischen 2600 und 2300 v. Chr.

Der Moorweg XXI (Bou) fand sich im niederländischen Teil des Bourtanger Moores bei Nieuw-Dordrecht. Probe Nr. GrN-10.760: 4020 +/- 35 BP, gleich 2070 +/- 35 BC, in Sonnenjahren dem Zeitfeld zwischen 2600 v. Chr. und 2300v. Chr. Es fällt die genaue Übereinstimmung mit den zu VII (Pr) ermittelten Werten auf. Weitere Proben gleichen der ersten weitgehend: GrN-1087: 4080 +/- 55 BP, GrN-2986: 4100 +/- 55 BP (CASPARIE 1982, 142).

Die vorliegenden Werte wurden aus <sup>14</sup>C-Daten gewonnen. Sie ergaben weitgehend übereinstimmende Zeitfelder, zu denen eine direkte, einen Zeitpunkt ergebende dendrochronologische Bestimmung noch nicht möglich war. Der Weg XV (Le) bestand vorwiegend aus Erlenhölzern; zwei in ihm gefundene Eichenbohlen erbrachten Werte, die sich noch nicht verknüpfen ließen. Ihre genauere Festlegung kann daher erst dann erfolgen, wenn durch weitere Grabungen erneut verwertbares Eichenholz geborgen ist. Isoliert gefundene Räder werden in diesem Zusammenhang lediglich pauschal angesprochen.

## 3. Wagenteile aus Moorwegen

### 3.1. Räder der Grundform B1

Einteilige Scheibenräder der Grundform B1 wurden zusammen mit ihrer festen Buchse aus jeweils einem Stück Holz hergestellt. Sie sind stabile, ungelochte Scheiben mit der charakteristischen röhrenförmigen Verdickung ihrer Mitte (Abb. 2). Diese Form läßt bei näherer Betrachtung mehrere Variationen zu. So können die Seitenflächen der Radscheibe parallel zueinander ausgerichtet sein, ihre Dicke also unverändert bleiben (Abb. 3, S1). Es kommt vor, daß sie dabei zur Lauffläche des Radumfangs hin zuletzt verdünnt wird (S2). Manche Scheiben sind in der Mitte dicker als außen. Die Verdickung kann einseitig erfolgen (S3), gewöhnlich erscheint sie zweiseitig (S4).

Die Form der Buchse kann im Querschnitt rechteckig erscheinen (Abb. 3, F1) und wie ein am Ende quer abgeschnittenes Rohr mit geraden Seiten aussehen. Es ist möglich,

daß die Ecken der Endflächen abgeschrägt (abgefast) sind (F2). Der Durchmesser des Rohres kann sich zum Ende hin verringern (F3), wobei es sich von der Radscheibe noch klar abgrenzen läßt. Schließlich kommt es vor, daß man die Buchsschenkel nicht mehr klar von der Radscheibe abgrenzen kann und ihre Form allmählich in die Radscheibe übergeleitet ist (F4). Dadurch erscheint die Buchse wie ein verdicktes Mittelstück der Radscheibe.

Gewöhnlich findet sich die feste Buchse in gleicher Länge auf beiden Seiten der Radscheibe (V1), seltener nur auf einer Seite (V2). Auch kommt es vor, daß sie auf einer Seite länger ist als auf der anderen (V3).

Das Achsloch wurde mit gleichbleibender

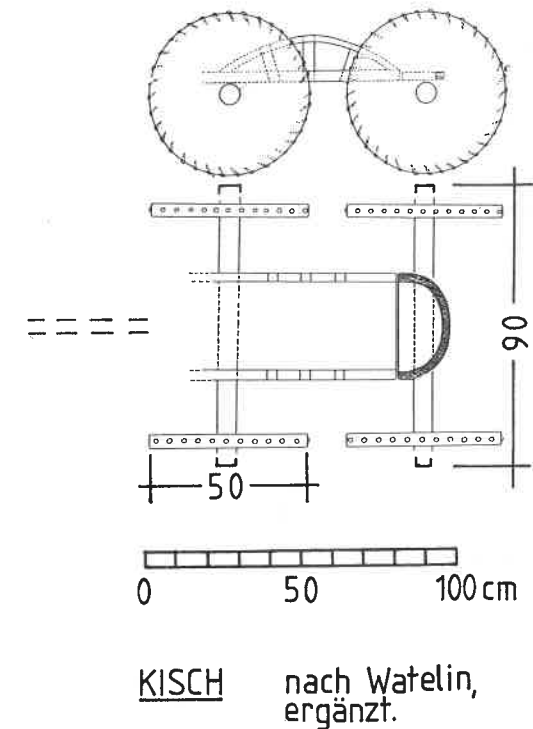


Abb. 1: Aus Bodenmerkmalen und Nägeln erschlossener Aufbau eines Vierradwagens aus Kisch. Zwischen 3000 v. Chr. und 2600 v. Chr. Radabstand etwa 12 cm. Näheres im Text. Nach SALONEN 1951, Taf. V; ergänzt nach Angaben im Text. Befund nach WATELIN.



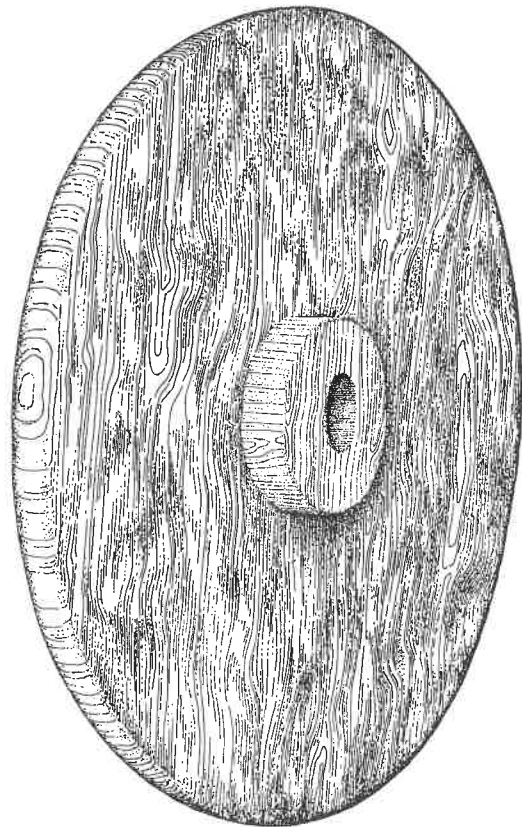


Abb. 2: Ein Rad der Grundform B1.  
Zeichnung: Beilstein.

Weite gebohrt (Z1). Diese Form findet sich nach geradem Lauf der Räder oftmals noch vor, jedoch durch den zwischen Rad und Achse entstandenen Abrieb vergrößert. Nur in Ausnahmefällen ist das Achsloch völlig unregelmäßig geformt. Schwankender oder schräger Lauf des Rades führte zu einseitiger (Z2) oder beiderseitiger Ausweitung des Achsloches (Z3). Der Dicke des Achsschenkels gleicht in etwa die geringste Weite des Achsloches. Konisch geformte Achsschenkel hat es nicht gegeben.

Mit dem Maßschema soll auch die Benennung der Radteile dargestellt werden. Die Höhe der Radscheibe (H) wird in Richtung der Holzfasern gemessen. Sie wurde durch Abrieb, Schliff und Schrumpfung des Holzes nur geringfügig verändert und kann das Aus-

maß angenähert wiedergeben. Quer zur Faser (H1) sind die Veränderungen deutlich größer (Abb. 4), so daß aus den ursprünglich kreisförmigen Umrissen der Räder Ovale geworden sind.

Die Weite des Achsloches (A) läßt sich bei der Form Z1 einfach messen. Für Z2 sollte man die Weite beider Öffnungen angeben, für Z3 auch das geringste Maß.

Die Länge der Buchse (L1) und die Längen der Buchsschenkel (L2, L3) erläutern ihre Größe und Form. Dabei entspricht L1 der Drehlänge des Rades, mit der es sich um den Achsschenkel dreht. Der größte Durchmesser (D1) der Buchse wird an der Radscheibe gemessen, der kleinste (D2) am Ende des Buchsschenkels, wobei W die Dicke der Buchsenwand bezeichnet.

Die Dicke der Radscheibe mißt am Grunde der Buchse B1. Dort, wo eine Radscheibe nahe dem Radumfang zur Lauffläche hin verdünnt wird, beträgt sie B2. Diese Verdünnung beginnt Ncm vor der Lauffläche, deren Breite mit B3 bezeichnet wird. Sie kann der Eindringtiefe des Rades in den Fahrgrund entsprechen.

In dieser Mitteilung können die Daten der bisher vorliegenden Fundstücke nicht als Katalog mitgeteilt werden. Für unsere Fragestellung reichen ihre Eckdaten. Zu ihnen werden, in Klammern, die Maße des Rades B1-1 gegeben. Sie liegen der Rekonstruktion zugrunde.

Eckdaten der Scheibenräder der Grundform B1:

H	64,0 cm bis 92,0 cm (90,0 cm)
B1	5,2 cm bis 9,2 cm (7,0 cm)
B3	3,0 cm bis 9,0 cm (4,5 cm)
A	5,0 cm bis 8,0 cm (6,5 cm)
W	3,0 cm bis 8,5 cm (7,5 cm)
D1	14,0 cm bis 26,0 cm (21,5 cm)
D2	13,0 cm bis 24,0 cm (21,5 cm)
L1	15,0 cm bis 28,5 cm (21,0 cm)
L2,3	1,0 cm bis 10,0 cm (7,0 cm)

### 3.2. Achsen

In den Bohlenwegen XV (Le) und VII (Pr) wurden vierzehn mehr oder weniger vollständige Reste hölzerner Achsen gefunden. Alle waren bei „Verkehrsunfällen“ zerbrochen und am Unfallort zurückgeblieben. Man hatte sie, wie es der Verlauf der Jahresringe in Bruchflächen zeigte, entweder aus einem

## B-1

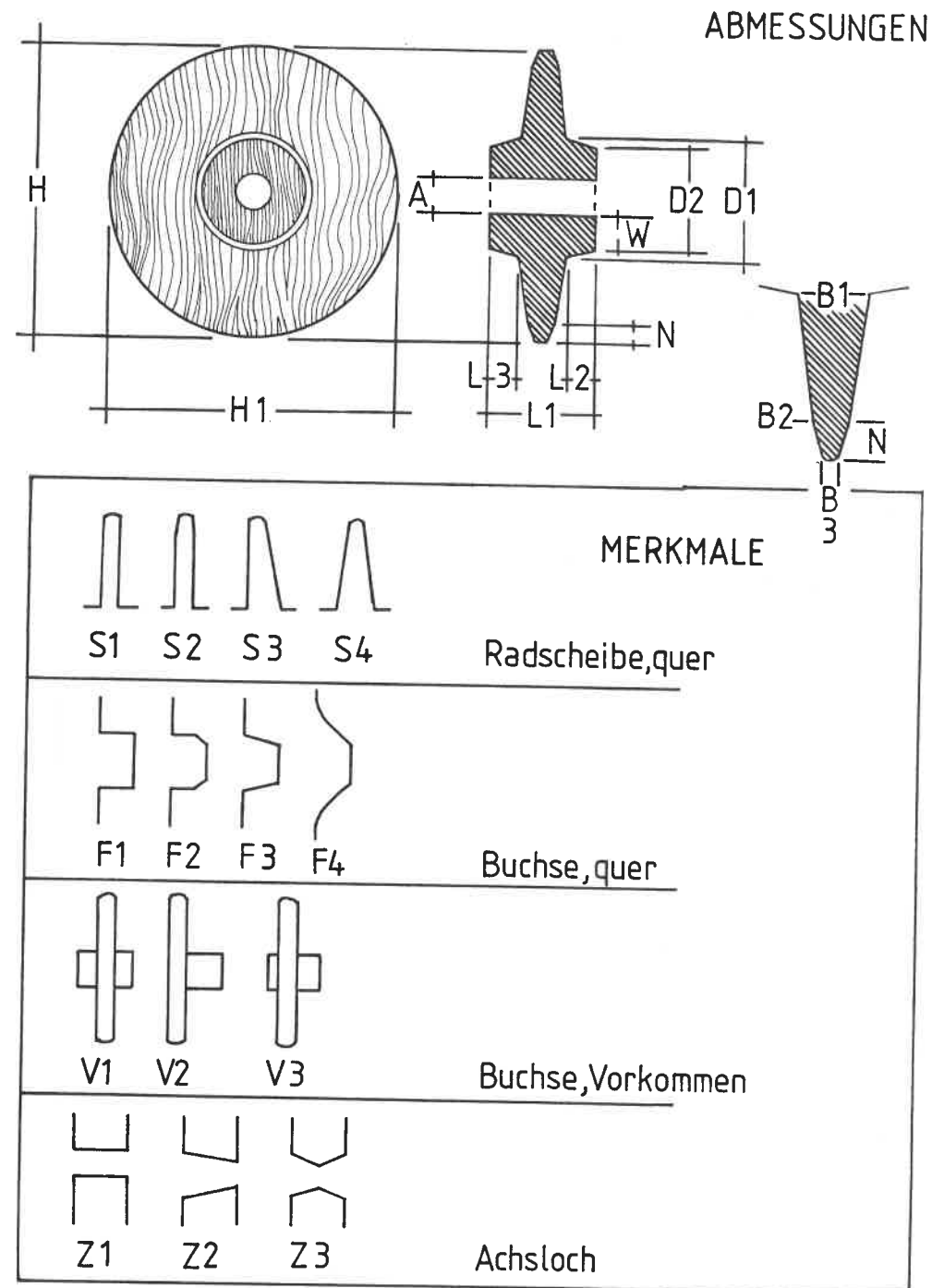


Abb. 3: Räder der Grundform B1: Maßschema und bauliche Merkmale. Zeichnung: Hayen.

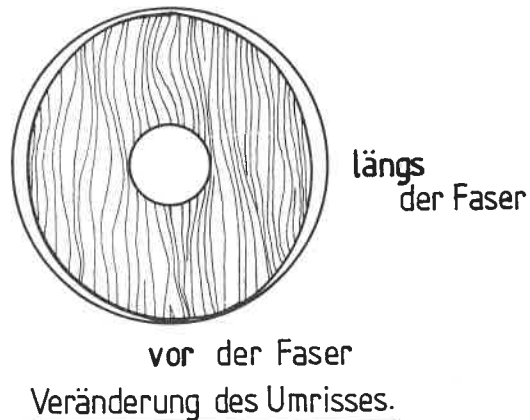


Abb. 4: Der Umriss des Scheibenrades verändert sich längs der Faser stärker als vor ihr. Zeichnung: Hayen.

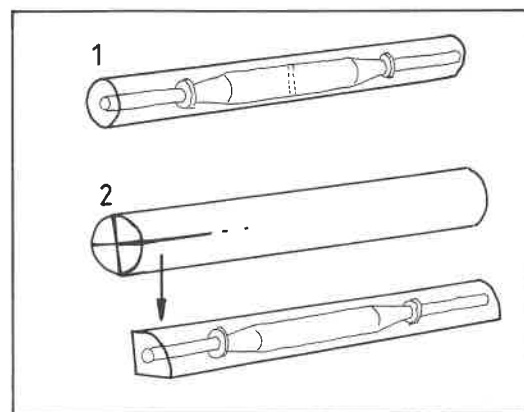


Abb. 5: Herstellung der Achsen: 1. aus einem Rundstab, 2. aus einem Viertelholz. Zeichnung: Hayen.

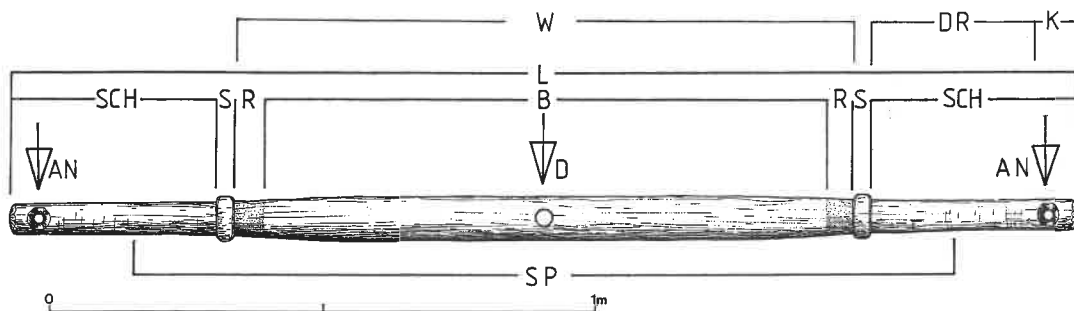


Abb. 6: Maßschema und Formgebung der zu Rädern der Grundform B1 gefundenen Achsen. Näheres im Text. Zeichnung: Hayen.

geraden Rundstab (Abb. 5,1), aus einem geviertelten Pfahl (= schwacher Stamm oder gerader Ast) (Abb. 5,2) oder in einem Fall aus einer balkenförmigen Vierkantbohle geschnitten und sorgfältig geformt. Ihr Äußeres zeigt mehrfach deutliche Spuren des Schnitzens mit Feuersteinklingen. Daneben, insbesondere an den Achsschenkeln, eindeutige Spuren des durch Nutzung hervorgerufenen Abriebes (HAYEN 1988, 171-187, Abb. 5). Alle Achsen gleichen sich weitgehend in ihrer Formung. Ihre Enden sind als zylindrische, gerade Rundstäbe zu Achsschenkeln geformt (Abb. 6, SCH). In ihren äußeren Enden findet sich das Achsnaгельloch (AN), das zu meist gebohrt, in einigen Fällen jedoch, wie in der Abb. 6 gezeichnet, durch Schnitzen erzeugt war. Diese Achsnaгельlöcher hat man mit einer Ausnahme am Wagen senkrecht orientiert.

Der Kopf (K) des Achsschenkels reicht vom äußeren Ende bis zur nach innen gerichteten Grenze des Achsnaгельloches (alle Angaben zur Orientierung richten sich nach der Situation am Wagen: oben/unten, vorn/hinten, innen/außen). Die Drehlänge (DR) ist, soweit sich auf ihr das Rad gedreht hat, durch Abrieb und Schliff gekennzeichnet. Gemessen wird der Abschnitt zwischen dem Achsnaгельloch und dem Stoßring (S). Er behält einen größeren Durchmesser als der Achsschenkel und verhinderte das Abgleiten des Rades nach innen. Der im Achsnaгельloch steckende Achsnaгель verhinderte dies nach außen. Hölzerne Achsnaegels wurden bisher noch nicht im Zusammenhang mit einer dieser Achsen

gefunden, sie liegen jedoch aus jüngeren Funden vor.

Stoßringe wurden mehrfach ringförmig um die Achse herumgeführt. In einigen Fällen hatte man sie jedoch nur in Teilen ausgeformt, meistens vorn und hinten.

Der Achsblock (W) ist in seiner Mitte senkrecht durchbohrt (D). In einem Fund steckte in dieser Bohrung noch der Rest eines abgebrochenen hölzernen Dübels, der zur Befestigung am Rahmen des Wagenkastens gedient hat. Die äußeren Enden des Achsblockes sind bis an die innere Kante der Stoßringe (S) durch Abschrägen verdünnt. Dies geschah entweder rundum oder nur vorn, hinten oder unten (R). Hier läßt sich gewöhnlich ein leichter, glänzender, wie poliert wirkender Abrieb erkennen. Er wird auf Lederriemen zurückgeführt, die um diese verdünnten Abschnitte geknüpft wurden, um sie mit dem Wagenkasten zu verbinden. Ein abgerissener Riemen mit Knoten wurde nahe einer Achse gefunden (Abb.7).

Die mögliche Breite des von den Achsen getragenen Wagenbodens wird durch  $W = B + 2R$  bestimmt. Ich nehme an, daß die Stoßringe außerhalb des Wagenbodens ihren Platz hatten, denn sie sollten zweifellos auch eine Berührung der sich drehenden Buchsen mit den festen Teilen des Wagenkastens verhindern.

Die Spurweite (SP) entspricht dem Abstand der Mitten der Drehlängen voneinander. Sie gleicht bei ebenen Rädern (HAYEN 1983, 430 ff.) der Entfernung zwischen den Mitten der auf dem Fahrgrund stehenden Laufflächen der Räder, so daß man sie auch an in den Boden gedrückten Fahrspuren messen kann. Es ist allerdings anzumerken, daß die aus den Rädern erkannte Drehlänge (dort L1) (Abb. 3) nicht mit der aus den Achsen abgeleiteten übereinstimmen muß. Sie ist gewöhnlich kürzer. So können Räder auf der Achse in seitlicher Richtung hin und hergeschoben werden. Damit schwankt die in den Boden gedrückte Spurweite ein wenig. Es ist aus diesem Grunde möglich, daß die Fahrspuren nicht exakt geradlinig verlaufen und das aus ihnen ermittelte Maß der Spurweite um einen Mittelwert pendelt.

Den für die Rekonstruktion nachgebauten Achsen wurden Länge und Form der im Bohlenweg XV (Le) gefundenen Achse F 27 gegeben. Da die Abmessungen der geborge-

nen Objekte nicht übereinstimmen, werden die ermittelten Eckwerte hier mitgeteilt. Daneben sind die Maße der Achse F 27 in Klammern angegeben. Auf die Mitteilung des Fundkataloges wird im Rahmen dieser Darstellung verzichtet.

Eckwerte der bisher gefundenen Achsen (Abb. 6):

Längen:	
L:	179,0 cm bis 207,0 cm (F 27: 197,0 cm)
SP:	139,0 cm bis 156,0 cm (F 27: 153,0 cm)
W:	99,0 cm bis 116,0 cm (F 27: 114,0 cm)
DR:	25,0 cm bis 32,0 cm (F 27: 30,0 cm)
K:	6,0 cm bis 11,5 cm (F 27: 11,5 cm)
SCH:	31,5 cm bis 41,5 cm (F 27: 37,5 cm)
S1:	3,0 cm bis 5,5 cm (F 27: 3,0 cm)

Durchmesser:	
K:	7,5 cm (F 27: 7,5 cm)
SCH:	6,0 cm x 6,0 cm (F 27: 6,0 cm x 6,0 cm)
D:	2,0 cm bis 3,2 cm (F 27: 2,6 cm)
AN:	1,6 cm bis 2,6 cm (F 27: 1,8 cm)
B:	5,8 cm bis 9,3 cm (F 27: 9,3 cm x 8,4 cm)
R:	5,5 cm bis 7,7 cm (F 27: 7,0 cm x 6,0 cm)

### 3.3. Lederriemen

Zwischen den die Fahrbahn (= Deckschicht) bildenden Hölzern des Bohlenweges lag ein Lederriemen (Bohlenweg XV (Le), Grabungsfeld 14-83). Die Fundstelle war der einer Achse des Feldes 13-83 benachbart. Dieser Riemen (Abb. 7) ist 18-22 mm breit und war noch verknotet. Es war ein einfacher Knoten, für den ein Ende des Riemens durch eine Schlaufe geführt worden ist. Obwohl bei der Aufdeckung das Leder noch weich, biegsam und elastisch war, sind beide Enden abgerissen. Auch wurden keine ergänzenden Reste gefunden, so muß dies alt geschehen sein.

Solche Riemen werden zum Befestigen der Achsen am Wagen gedient haben. Dies kann aus den Abschnitten R der Achsen (Abb. 6) erschlossen werden, die einen weichen Schliff zeigen. Damit waren die Achsen durch einen Holzdübel in der Mitte und zwei Riemen an den Enden des Achsblockes befestigt. Sie waren trotz der in der Mitte vorhandenen Bohrung starr, also nicht lenkbar. Zugleich aber sorgte die Elastizität der Riemen

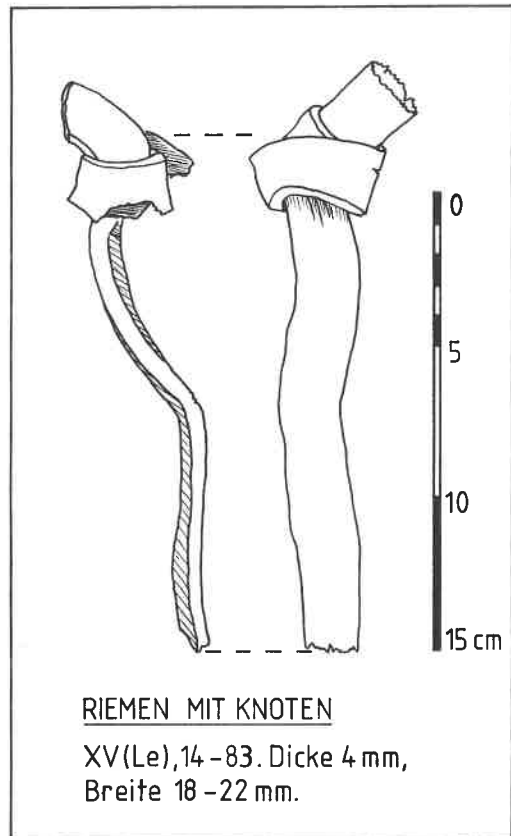


Abb. 7: Gefundener Rest eines Riemens mit Knoten. Zeichnung: Hayen.

für eine geringe Bewegungsfreiheit, die wohl von unebenem Fahrgrund und ruckartigem Zug ausgehende Belastungen der Holzachse mildern konnte.

Ähnliche Riemenbindungen können im späteren technischen Entwicklungsgang der Radfahrzeuge mehrfach erkannt werden. Das ist noch an heutigen portugiesisch-nordspanischen Bauernwagen der Fall. Auch altgriechisches Material gibt vielfache Hinweise. Ein bronzenes Motivmodell aus Olympia (Museum Olympia, BR 7302) zeigt unter dem Kastenboden sorgfältig ausgeformte Bindungen (Abb. 8), die eine Achse und das rückwärtige Querholz mit dem Kastenrahmen und der in ihn eingeschlossenen Deichselwurzel verbinden. Ähnliches wurde beispielsweise auch auf einem etruskischen

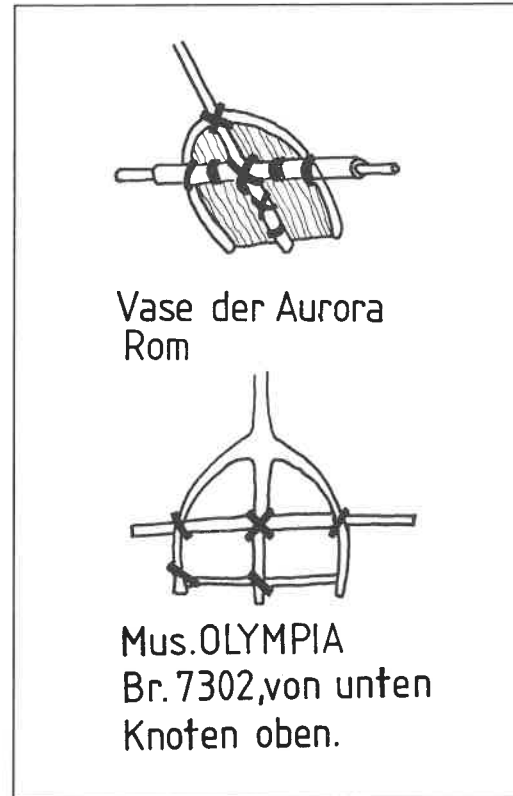


Abb. 8: Beispiele für Riemenbindung an altgriechischen Rennwagen, Blick unter den Wagenboden. Zeichnung: Hayen.

Krater der Zeit um 360 v. Chr. dargestellt (Vase der Aurora, Museo di Villa Giulia, Rom) (TREUE 1965, 139 u. MINGAZZINI 1975, 151). Riemenbindungen und Umwicklungen einzelner Wagenteile zeigt eine zweihenklige Schale des British Museum/London mit der Fahrt des Helios (VON RANKE-GRAVES 1981, 55). Solche Nachweise lassen sich in größerer Menge finden.

Befestigungen mit Riemen und Holzdübeln erlaubten, wenn sie nicht auch Teile des Oberwagens zu fixieren hatten, daß nach Unfällen und Brüchen Achsen nach Lösen der Verbindungen leicht ausgetauscht werden konnten. Sie berücksichtigten die Bruchanfälligkeit der Holzachsen und ermöglichten Reparaturen ohne Zerlegen oder Entladen des eigentlichen Fahrzeugs und ohne Werk-

statt, d.h. am Unfallort. So ist es nicht verwunderlich, daß man sie für lange Zeit beibehalten hat.

### 3.4. Die Deichsel

Im Bohlenweg XV (Le) konnten Reste zweier Deichseln gefunden werden. Beide waren abgebrochen, eine vor dem Wagenkasten, die andere im Deichselschaft.

#### Fundnummer F28

Im Grabungsfeld 11-84 lag im östlichen Rand der Deckschicht ein Deichselschaft mit gut erhaltenem Deichselkopf. Er war alt, aber auch rezent in mehrere Teile zerbrochen. Der Deichselkopf (Abb. 10) ist mit dem Jochnageloch und der zu ihm gehörenden Formung vollständig vorhanden. Daran schließt sich der offensichtlich vor dem vorderen Rand des Wagenkastens von der Deichselwurzel abgebrochene Deichselschaft in insgesamt 2,35 m Länge an. Eine mögliche Aufbiegung des vorderen Teiles ist nicht mehr erkennbar. Alles ist äußerlich bearbeitet, besitzt keine Rinde mehr und zeigt schwache Spuren des Schnitzens.

Der Deichselkopf wurde in 35 cm Länge oben und unten abgeflacht und verdünnt. Sein Querschnitt mißt 3,8 x 6,8 cm, hat also in der Breite die ursprüngliche Dicke der Stange behalten.

Das vordere Ende ist bis zur Lochung etwas stärker geblieben. Der hinter dem Deichselkopf jetzt fast kreisrunde Schaft war ursprünglich wohl durch längsgerichtete Schnitte achteckig geformt. Sein Durchmesser beträgt 6,5-6,8 cm. Zwischen 6 cm und 12,2 cm hinter dem vorderen Ende des Deichselkopfes findet sich die senkrechte Lochung für den Jochnagel. Sie ist im Inneren 3,0 x 3,6 cm weit. Die ursprüngliche Bohrung maß also 3,0 cm, sie wurde durch den Druck des Jochnagels in Längsrichtung ausgeweitet. Ebenso sind das obere und untere Ende der Lochung trichterförmig erweitert worden, so daß nun die Öffnung insgesamt nach vorn geneigt ist. Dies ist zweifellos die Folge des auf den oberen Teil des Jochnagels von hinten her wirkenden Drucks durch das von den Zugtieren nach vorn gedrückte Joch. Da die Lochung zum vorderen Ende hin nur 6 cm Platz läßt, konnte das Joch nur hinter ihr, d.h. hinter dem Jochnagel, montiert werden. Dann war die rund 20 cm weiter zurückreichende Verdünnung des Schaftes als Auflagefläche und Lager für die Jochbindung verfügbar.

#### Fundnummer F18

Im Grabungsfeld 07-84 lag ein in 98 cm Länge alt abgebrochener Deichselkopf. Er fand sich unter der Deckschicht. Das geschnittene Ende war abwärts gerichtet. Das hintere, abgebrochene Ende lag auf einem unteren Längsholz des Weges.

XV (Le) 1984 F15

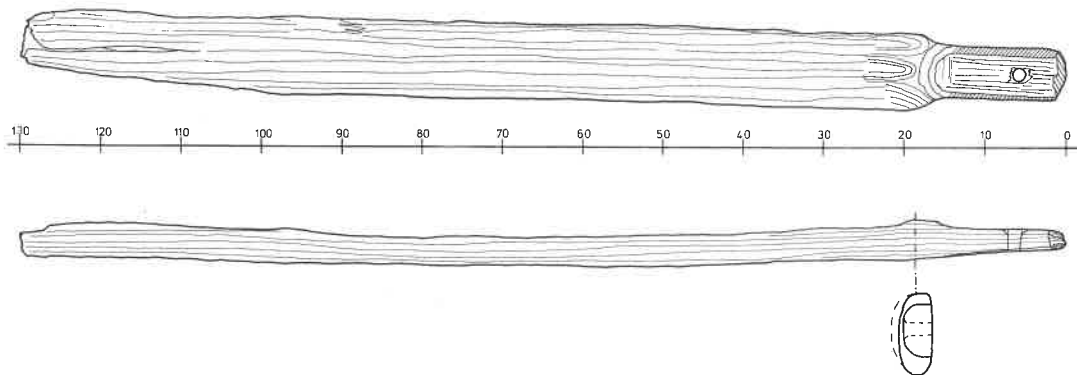


Abb. 9: Bodenbrett mit leicht keilförmigem Zapfen. Fund-Nr. F15. Zeichnung: Detke.

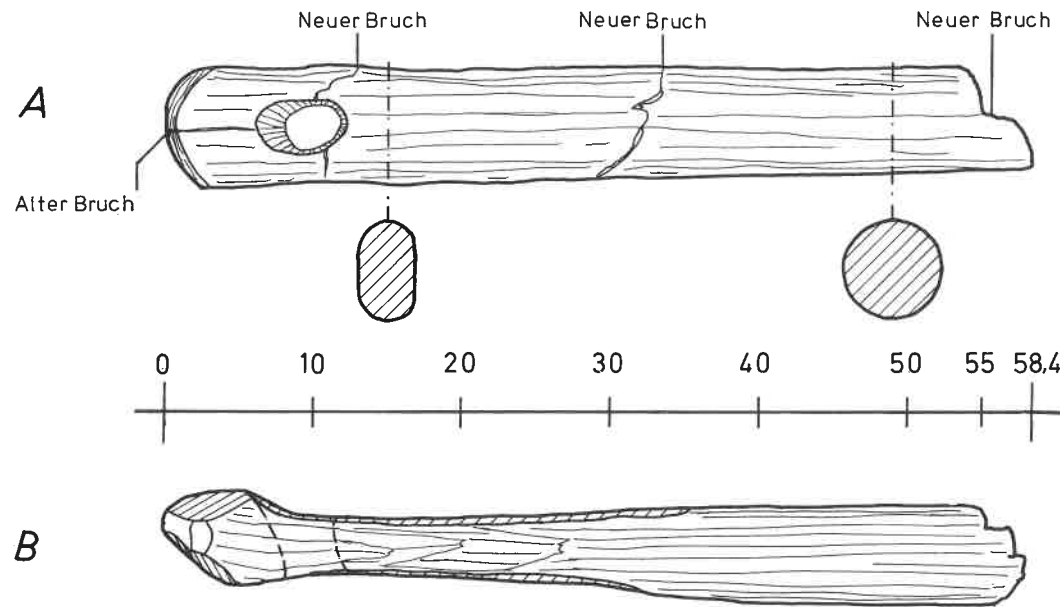


Abb. 10: Vorderes Ende der Deichsel F28. Zeichnung: Detke.

Auch diesmal ist die senkrecht gerichtete Lochung nur 7 cm vom durch Schnitzen geformten Vorderende entfernt. Die Bohrung ist oben und unten bis auf 5 cm ausgeweitet. In ihrer Mitte mißt sie nur 2 cm, dies wird die ursprüngliche gebohrte Weite sein (Abb. 12). Rund 4 cm hinter der Lochung ist ein 14-16 cm langer Abschnitt rundum, insbesondere aber an den Seiten, verdünnt und durch deutlich erkennbaren Abrieb oder Schliff verjüngt (Querschnitt: 6,4 x 5,2 cm). Also war auch hier das Joch hinter den Jochnagel zu setzen und durch Bindung zu befestigen. Teile, die im Moor oben lagen, sind angewittert.

Nach hinten folgt der seitlich verebnete ehemalige Rundstab des Deichselchaftes. Sein Querschnitt mißt 5,5 x 7,5 cm. Das vordere Ende ist seitlich verebnet (7,0 x 7,5 cm) und

scheint fast die ursprüngliche Stärke des Stabes behalten zu haben. Gleich hinter dem verdünnten Abschnitt ist der Deichselchaft in 8 cm bis 9 cm Länge noch stärker, sein Querschnitt mißt 8,0 x 8,4 cm. Hier wird man eine Aststelle ausgenutzt haben. Sie war gut als Widerlager für die Bindung geeignet.

Diese Deichsel ist erkennbar aus einem geraden Ast oder jungen Stamm einer Eiche hergestellt worden.

**Zusammenfassung**

Beide Funde gleichen sich in ihrem funktionalen Aufbau. Das am Wagen senkrecht stehende Jochnagelloch befindet sich jeweils so nah hinter dem Vorderende des Deichselkopfes, daß das Joch hinter dem Jochnagel sei-

nen Platz gehabt haben muß. Dort wurde der Deichselkopf derart verdünnt, daß die Jochbindung rutsicher befestigt werden konnte. Diese Bindung konnte aus Riemen oder einer aus Ruten gedrehten Schlinge bzw. Doppelschlaufe bestehen. Beides findet man beispielsweise in altgriechischen Nachweisen, aber auch noch im rezenten volkskundlichen Material.

Die Platzierung des Jochnagels (Spannagel) vor dem Joch ließ sich im subrezenten volkskundlichen Material nur noch selten beobachten, so in Portugal an einfachen kleinen bäuerlichen Ochsenwagen (GALHANO 1973, 55). Dort war die einfache Schlinge hinter dem Jochnagel um das Joch und um den dazu verdünnten Abschnitt des Deichselkopfes geführt. Sie wurde vom Nagel fixiert,

Schliff dürfte am Deichselkopf vorwiegend seitwärts und unten entstanden sein (Abb. 11,1). Natürlich ist auch die Doppelschlaufe verwendbar (Abb. 11,2). Sie wurde zuerst über den Deichselkopf geführt, dann das Joch davorgesetzt und wurde über das Joch hinweg nochmals über die Deichsel geschoben. Zuletzt wurde der Jochnagel davorgesetzt. Dies scheint bei den beiden Fundstücken die sich anbietende Lösung einer Jochbindung zu sein. Leider wurden bisher keinerlei Reste einer Jochbindung gefunden. Ein im Grabungsfeld 08-84 als F12 gefundener, in einer alten Bruchstelle senkrecht durchbohrter Stab ist als Teil eines Doppeljoches angesprochen worden. Seine Deutung erscheint jedoch so unsicher, daß dieses Stück hier nicht dargestellt werden kann.

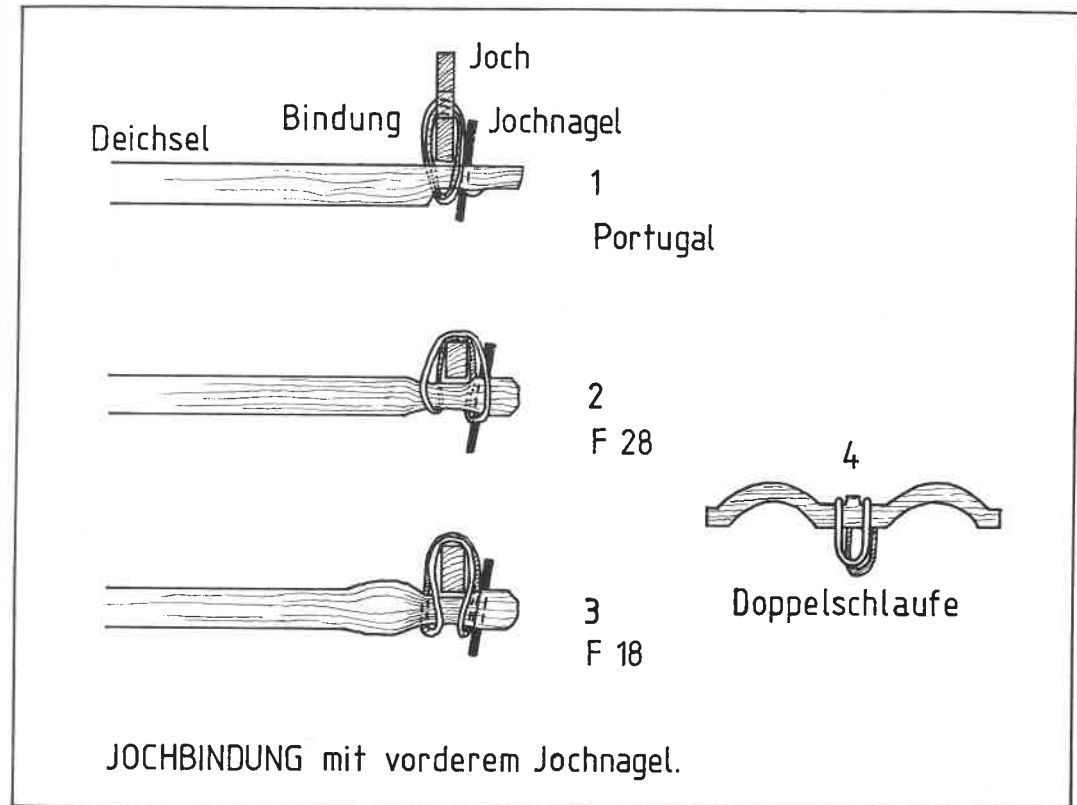


Abb. 11: Bindung des Doppeljoches hinter dem Jochnagel. 1: Beispiel aus Portugal, 2: mit Fund F28, 3: mit Fund F18, 4: Doppelschlaufe. Zeichnung: Hayen.

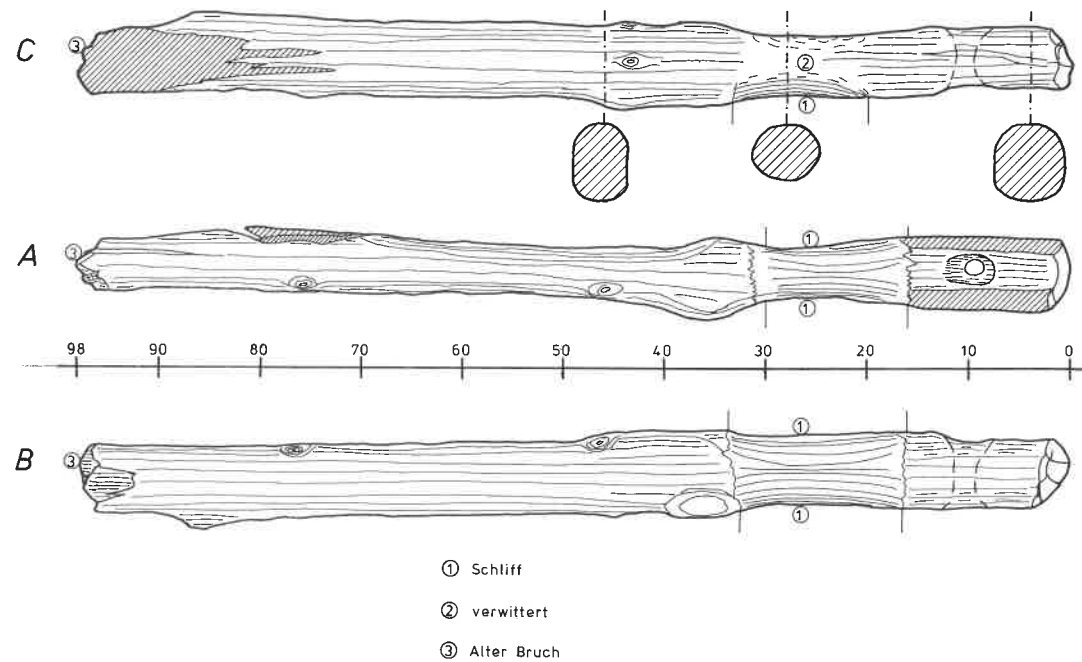


Abb. 12: Vorderes Ende der Deichsel F18. Zeichnung: Detke.

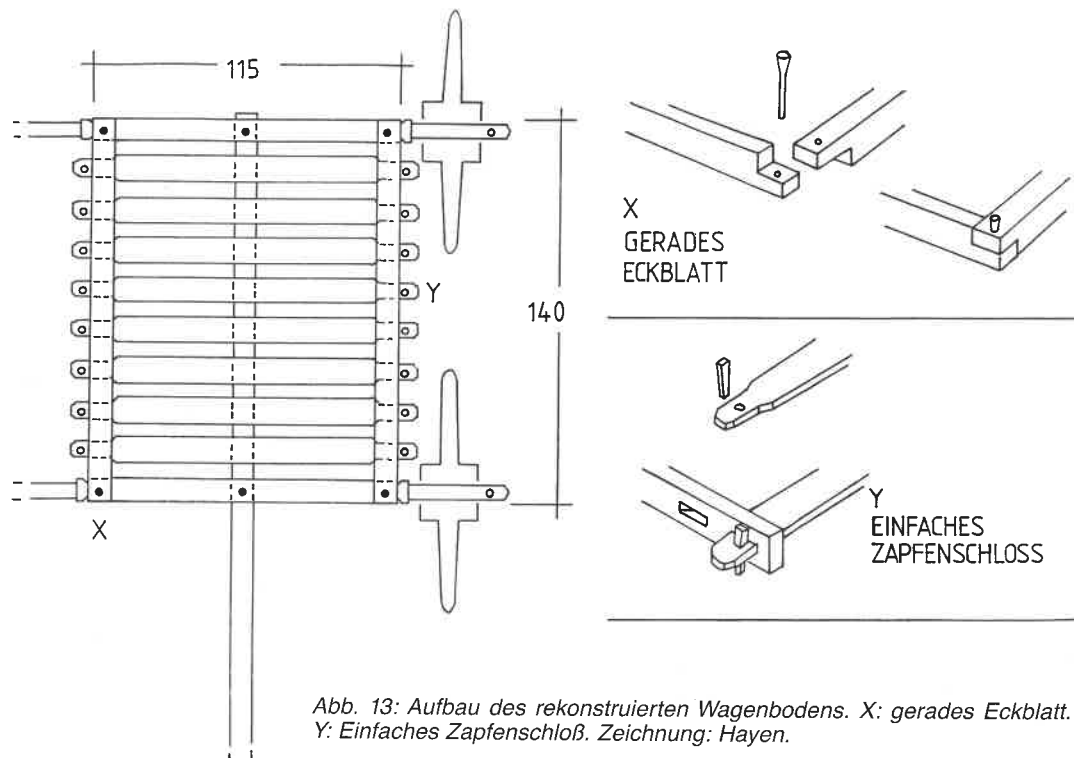
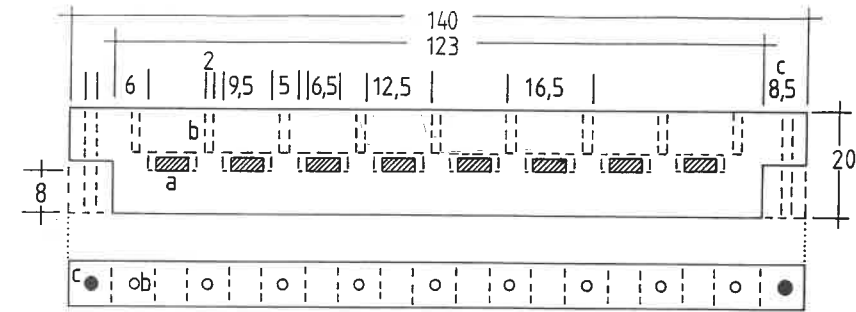
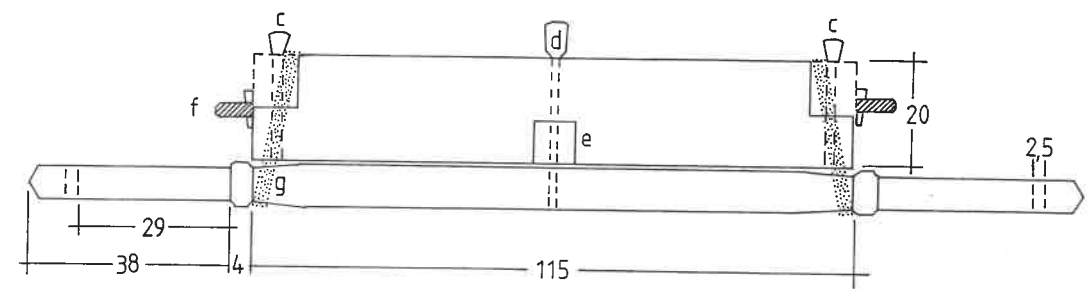


Abb. 13: Aufbau des rekonstruierten Wagenbodens. X: gerades Eckblatt. Y: Einfaches Zapfenschloß. Zeichnung: Hayen.



BODENRAHMEN:SEITE. a: BODENBRETT, b: BOHRUNG FÜR RUTEN, c: ECKDÜBEL.



BODENRAHMEN:QUER, MIT AHSE.

d: DÜBEL, e: DEICHSEL, f: BODENBRETT = ZAPFEN MIT DÜBEL, g: RIEMEN

Abb. 14: Rekonstruktion des Bodenrahmens. Oben seitliches Längsholz. Unten das Querholz mit Achse, Dübel und Riemenbindung. Zeichnung: Hayen.

### 3.5 Ein Brett mit Zapfen

Im Bohlenweg XV (Le), Grabungsfeld 05-84, lag unter der Deckschicht ein alt abgebrochenes Teilstück eines schmalen Brettes (F15). Es fand sich in der Nähe eines Kultpfahles, einer zerbrochenen Wagenachse, eines Klopsteines und eines abgebrochenen Achsschenkels (F1, F4, F5, F2).

Gefunden wurde das mit einem Zapfen versehene Ende eines 9,8 cm breiten eichenen Brettes (Abb. 9). Sein Zapfen ist schmaler als das Brett, er mißt im Querschnitt 6,8 x 3,0 cm. Man hat ihn durch Schnitzen sorgfältig geformt. Außerdem ist er dünner als das 4 cm starke Brett und wird seinem Ende zu weiter verdünnt, so daß er im Längsschnitt schwach keilförmig erscheint. Vor dem Zapfen ist der angrenzende Teil des Brettes in 5 cm Breite einseitig auf 5 cm verdickt. Die Seiten des Zapfens und dieser Verdickung sind abgeschrägt. Alles zusammen wirkt keilförmig. So besteht die Möglichkeit, den Zapfen wie einen Keil bis zu seinem festen Sitz in eine Lochung zu treiben. Kurz vor dem Ende

des Zapfens, nur 5 cm vor ihm, findet sich in seiner Mitte eine 1,6 cm weite Bohrung.

Dieses Brett kann zugleich mit der benachbarten Achse zerbrochen sein; es wird als Teil des Wagenbodens angesprochen. Seine Form und Größe gleichen weitgehend der an rezenten Zweiradkarren und Trockenschlitten des Schwarzwaldes beobachteten Lösung. Dort ist der Fahrzeugboden aus solchen Brettern zusammengesetzt, die man quer zur Fahrtrichtung in einen Rahmen eingesetzt hat. Ihre außen herausstehenden Zapfenenden werden durch je einen Pflock festgehalten; sie sind dafür durchlocht. Weitere Parallelen finden sich vielfach. Hier sei lediglich der Aufbau der kleinen Zweiradwagen aus Portugal und Spanien erwähnt (GALHANO 1973).

### 4. Hinweise auf den Aufbau des Vierradwagens

#### 4.1. Aus dem Fundmaterial

Es zeigt sich, daß die Achsen mit Hilfe zweier

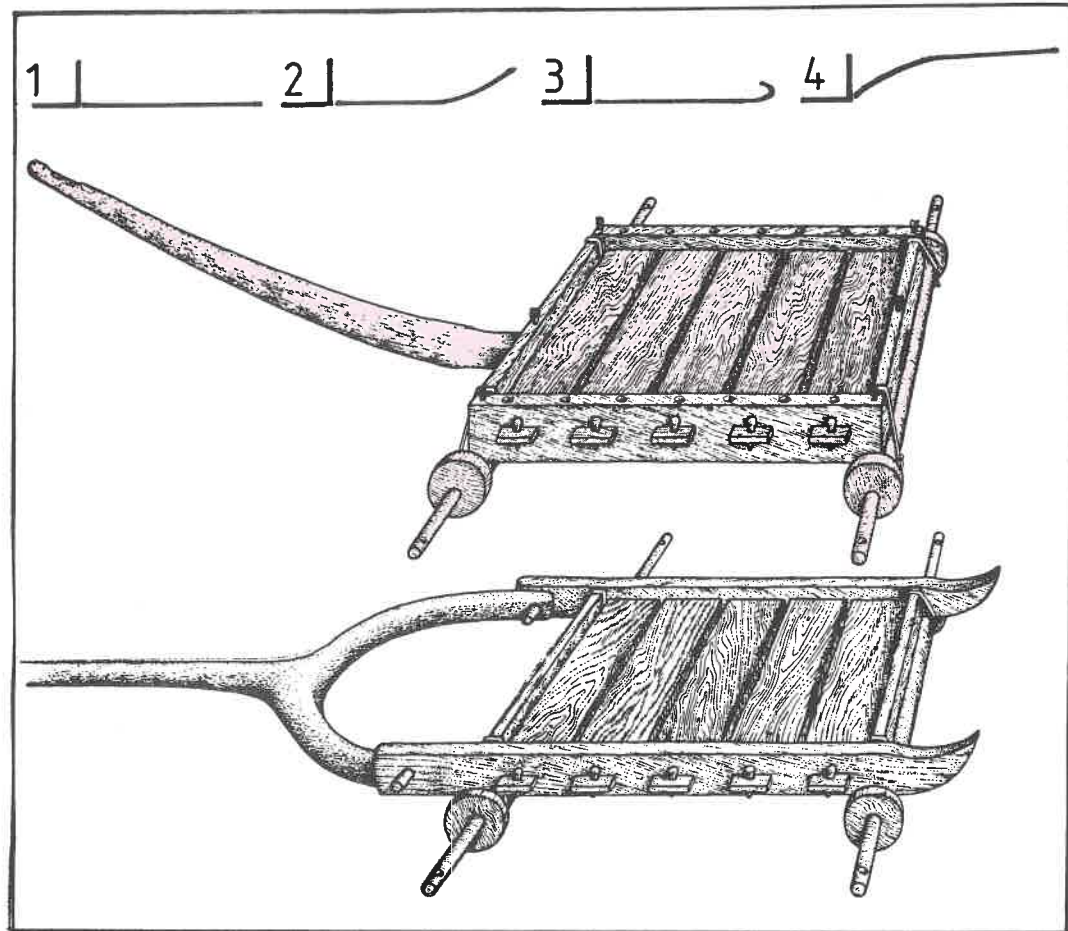
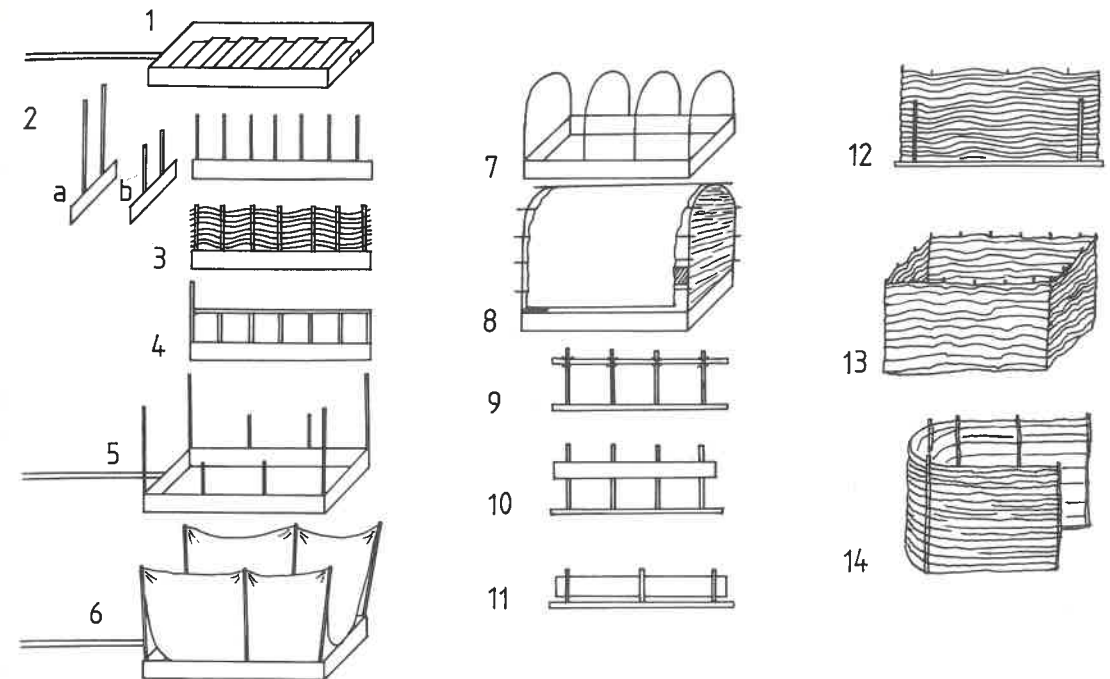


Abb. 15: Formen der Mitteldeichsel. Oben mit integrierter Deichselwurzel. Dazu: 1 = gerader Schaft, 2 = gebogener Schaft, 3 = gekrümmter Schaft, 4 = angehobener Schaft. Unten eine hinten gegabelte Mitteldeichsel. Durch Moorfunde belegte Teile braun. Ohne Maßstab. Zeichnung: Beilstein/Hayen.

Riemen und eines Dübels mit dem Wagenboden verbunden wurden. Dies erforderte ein kräftiges, auf dem Achsblock liegendes Querholz als Widerlager. Man muß vorn und hinten im Wagenboden ein solches Lagerholz erwarten. Um beide stabil miteinander zu verbinden, zugleich auch im richtigen Abstand voneinander und parallel zueinander zu halten, ist zu erwarten, daß sie durch seitliche Längshölzer fixiert wurden, mit denen sie zu einem rechteckigen Rahmen zusammengefügt waren. In ihn waren gewöhnlich quer, d.h. parallel zur Richtung der Achsen gerichtete Bodenbretter einzuzapfen. Die Breite eines solchen Bodenrahmens läßt sich aus der Länge W des Achsblockes der

gefundenen Achsen bestimmen. Sie mißt an der für die Rekonstruktion ausgewählten Achse F27 rund 114 cm und wurde im Nachbau mit 115 cm angesetzt. Die Dicke der Rahmenhölzer ergibt sich aus der Länge der an den Bodenbrettern befindlichen Zapfen. Zwischen der Dübelbohrung und der keilförmigen Verbreiterung des Fundstückes wird ein Abstand von 8,5 cm gemessen. Er gleicht der Dicke des Rahmenholzes und reicht zugleich als Widerlager für den bis zu 9,3 cm breiten Achsblock aus. Damit bleibt für den Wagenboden zwischen den Rahmenhölzern die Breite von 98 cm. Die Achsen liegen dem Bodenrahmen an, zwischen ihnen verbleibt kein freier Raum.



MÖGLICHE OBERWAGEN

Abb. 16: Mögliche Formen des Oberwagens. Zeichnung: Hayen.

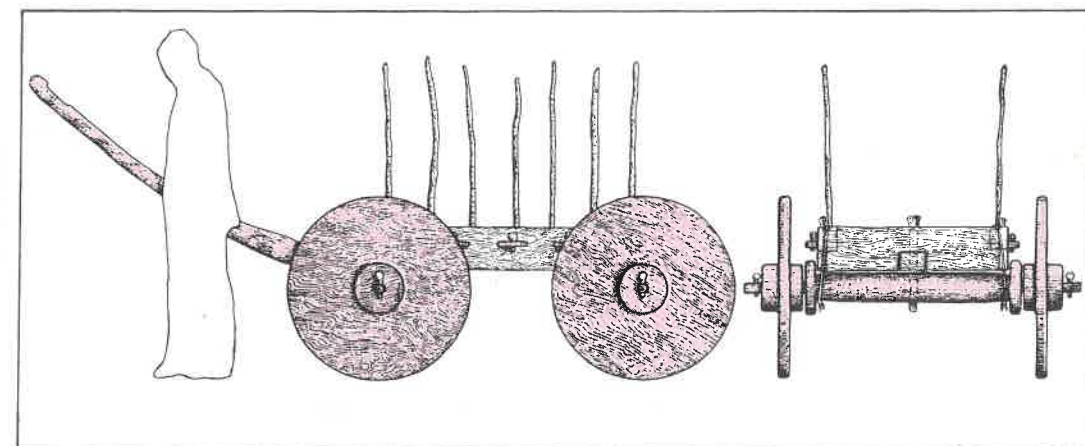


Abb. 17: Rekonstruierte und nachgebaute Form des Vierradwagens. Gefundene Teile braun. Ohne Maßstab. Zeichnung: Beilstein/Hayen.

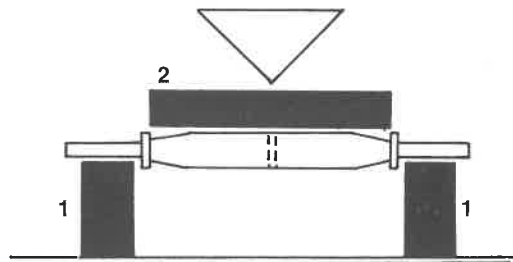


Abb. 18: Belastungsversuch, Aufbau der Achse. 1 = Stützen für die Achsschenkel, 2 = Aufgelegtes Brett in Breite des Rahmens, darauf Druck. Ohne Maßstab. Zeichnung: Hayen.

Da die Achsen keinen Einschnitt besitzen, kann die Deichsel nicht in sie eingefügt gewesen sein. So müssen die Querhölzer des Rahmens einen Einschnitt zu ihrer Aufnahme enthalten haben. Er liegt noch nicht im Fundmaterial vor; es ist jedoch zu erwarten, daß die Deichselwurzel von unten her in die Mitte eingeschoben wurde. Zu ihrer weiteren Befestigung bieten sich die durch die Mitte der Achse geführten Holzdübel an. Diese hatten somit Achse, Deichsel und Rahmen zu verbinden. So zeigt sich, daß die Deichselwurzel ein festigender Bestandteil des Rahmens wurde. Ihre Dicke bestimmt die Höhe, in der die Bodenbretter eingezapft werden mußten. Diese konnten dann in ihrer Mitte auf der Deichselwurzel liegen und wurden bei Belastung von ihr mitgetragen.

Für die Länge der Rahmen kann ein Mindestmaß gefunden werden aus der Höhe der Räder und dem zwischen ihnen zu erwartenden Zwischenraum. Der Abstand zwischen den auf den Achsen liegenden Querhölzern beträgt zweimal den Radius der Räder ( $2r = H$ ) plus Radabstand. Letzterer wird zur Erhöhung der Fahrbarkeit des Wagens nur gering angenommen. Mit starrer, nicht einlenkbaren Vorderachse waren vierrädrige „kurze Wagen“ leichter zu handhaben als längere Fahrzeuge mit größerem Radabstand. Daraus ergeben sich als praktikable Mindestlänge des Rahmens etwa 140 cm.

Das vordere Ende der Deichsel mußte bis in die Höhe des Widerrists der Zugtiere angehoben werden, soweit sie unter einem Doppeljoch ziehen sollten. Die in den Moorwegen regelmäßig gefundenen, von den Hufen abgebrochenen Hornteile zeigen, daß Rinder

genutzt wurden. Zeuner (1967, 183) erwähnte, daß aus dem dritten Jahrtausend v. Chr. mehrere Rassen des Hausrindes bekannt sind. Er zeigt die Größe solcher Tiere. Sie sollen im Neolithikum Widerristhöhen von etwa 115 cm für weibliche, 138 cm für männliche Tiere gehabt haben. Selbstverständlich können dies nur Mittelwerte sein. Nimmt man nun die Deichselwurzel 55-60 cm über dem Boden an, so wäre der Deichselkopf um 50 bis 60 cm anzuheben.

### 5. Versuch der Rekonstruktion

Für die Rekonstruktion eines zu den Moor-funden passenden Wagens wurde der Radabstand mit etwa der halben Radhöhe angenommen. Damit liegt er zwischen dem am Modell gefundenen Wert (74 cm) und dem ganz geringen aus Trialeti (10 cm). Da aus den Mooren keine Reste eines Bodenrahmens bekannt geworden sind, läßt sich keine größere Annäherung an den tatsächlichen Wert finden. Damit ergibt sich die Länge der seitlichen Rahmenhölzer mit 140 cm (Abb. 13). Die Länge der vorderen und hinteren Querhölzer, die Breite des Wagenbodens also, ist durch die Achse F27 mit 115 cm gegeben ( $W = B + 2R$ ). Damit entsteht ein schwach rechteckiger, beinahe noch quadratischer Wagenboden. Die Dicke der Rahmenhölzer ergab sich aus dem Zapfen eines Bodenbrettes (F15) mit 8,5 cm. So ist als Wagenboden innerhalb des Rahmens eine Fläche von 98 x 123 cm durch Bodenbretter zu überbrücken. Sie sind 9,5 cm breit, werden in die seitlichen Längshölzer eingezapft und an ihren Außenseiten verdübelt. Das geschieht in der Form des den heutigen Wagen- und Möbelbauern immer noch bekannten „einfachen Zapfenschlosses“ (Abb. 13,Y). Die vier Ecken des Bodenrahmens werden am einfachsten als „gerades Eckblatt“ verbunden und durch je einen senkrecht eingeschlagenen Dübel fixiert (Abb. 13,X). Dazu wird das Querholz von oben her eingeschnitten, um die untere Seite als Auflager der Achse nicht zu schwächen.

Der Wagenboden kann aus acht Bodenbrettern gebildet werden. Zwischen ihnen verbleiben, wie noch an Wagen des baskischen und portugiesischen Raumes, etwa 4-5 cm breite Öffnungen. So kommt es zu keiner

übermäßigen Schwächung der seitlichen Längshölzer. Jedes der 6,5 cm breiten Zapfenlöcher trägt ein 9,5 cm breites Bodenbrett. Würde man diese zu einer geschlossenen Fläche zusammenfügen, könnten zwischen den Zapfenlöchern lediglich 3 cm unberührten Holzes bleiben. Sie reichen für die zu fordernde Festigkeit nicht mehr aus.

Für den Einbau der Deichselwurzel wird die Mitte beider Querhölzer von unten her 8 x 8 cm weit eingeschnitten (Abb. 14,e). Hier kann die Deichselwurzel eingefügt und verdübelt werden. Jedes Querholz enthält nach dem Zusammenbau des Wagenbodens drei senkrechte Holzdübel, deren verdickte Köpfe oben herausragen.

Die Zapfen der Bodenbretter mußten über der Höhe der Deichselwurzel eingebaut werden, dabei ihre dickere Seite nach oben gerichtet sein. Die dafür gefundenen Maße zeigt Abbildung 14, oben. Zugleich sind für die Befestigung des Oberwagens Bohrungen zwischen den Dübellöchern anzubringen. Sie dürfen von oben her nicht in ihre Tiefe hinabreichen. Da der Rahmen 9 cm höher aufragt als der Boden, können sie auch so tief genug sein, um Ruten aufzunehmen.

Die Achsen lassen sich so unter die Querhölzer des Rahmens setzen, daß ihre Stoßringe frei liegen. Sie werden in der Mitte durch je einen Dübel mit der Deichsel und dem Rahmen verbunden. Zu ihrer Fixierung hat man Lederriemen gebunden (g), die ihren Halt durch die aufragenden Dübelköpfe (c) und die Schräge (g) der Achse finden.

Damit wird die in der Abbildung 15 oben dargestellte Form des Wagens gewonnen. Ihre Mitteldeichsel muß nach vorn angehoben sein. Sie ist nur dann ausreichend bruchfest, wenn sie aus einem gewachsenen Stamm gewonnen wird, der die gewünschte Form zeigt. Nach der vorliegenden Kenntnis sind mehrere Möglichkeiten bekannt (Abb. 15, oben):

1. die gerade Deichsel
2. die gebogene Deichsel
3. die gekrümmte oder krumme Deichsel
4. die angehobene Deichsel.

Die unten dargestellte Form mit der hinten gegabelten Mitteldeichsel ergibt sich nicht aus den Moor-funden. Indirekte Nachweise zeigen, daß sie neben der rekonstruierten Form vorkam. Sie wurde hier mit hornförmig

gebogenen Fortsätzen der seitlichen Rahmenhölzer gezeichnet.

Vom Oberwagen gibt es bisher keine bekannt gewordenen Funde. Man konnte ihn auf dem kräftigen Bodenrahmen in unterschiedlicher Form gestalten. Aus Bild-darstellungen, Grab-funden und dem jüngeren volkskundlichen Material ergeben sich mehrere Möglichkeiten (Abb. 16). Natürlich konnte er ganz und gar fehlen (1). Der einfachste Aufbau bestand aus Stäben, die auf den seitlichen Längshölzern aufragten (2,5). Seltener erscheinen sie auch auf dem vorderen oder hinteren Querholz (2a,b). Es gibt Hinweise, daß solche Stäbe durchflochten wurden (3) oder als Geländer (Reling) gestaltet waren (4). Auch konnten Stäbe Tragetücher oder andere Hilfsmittel für die Aufnahme feinkörniger Güter tragen (6).

Ohne besonderen Aufwand ließen sich ganze oder der Länge nach halbierte Stäbe zu Bögen biegen, die den Wagenboden überbrückten (7). Durch längsgerichtete Stangen verstrebt konnten sie ein Verdeck tragen (8). Zu erwähnen sind aus Flechtmatten hergestellte, kastenförmige (12, 13, 14) Aufbauten und Seitenbretter (10, 11). Mit Sicherheit ist diese Auswahl nicht vollständig. Sie mag jedoch den Umfang der Möglichkeiten skizzieren. Für sie alle sind senkrechte Bohrungen in den Rahmenhölzern erforderlich.

### 6. Ein Nachbau als Experiment

Zur Überprüfung und Ergänzung der Rekonstruktion wurde ein Fahrzeug in wahrer Größe nachgebaut. Das geschah in der Werkstatt des Wagenbaumeisters Enno Carls (Horsten, Ostfriesland). Als Baumaterial ist, den meisten Fundstücken entsprechend, nur Eichenholz gewählt worden. Seine Bearbeitung erfolgte mit Geräten, die im handwerklichen Wagenbau der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts üblich waren. Ein Versuch, Werkzeuge und Hilfsmittel des Neolithikums einzusetzen, hätte einerseits zu unverhältnismäßig hohen Kosten, andererseits zu schwierigen Problemen bei der Beschaffung frisch gefällten Holzes sowie zu einem erheblich größeren Zeitbedarf geführt. So wurde die handelsüblichen, schwach luftgetrockneten Eichenstämmen verwendet. Dabei zeigte es sich, daß die für die Herstellung der



19.1



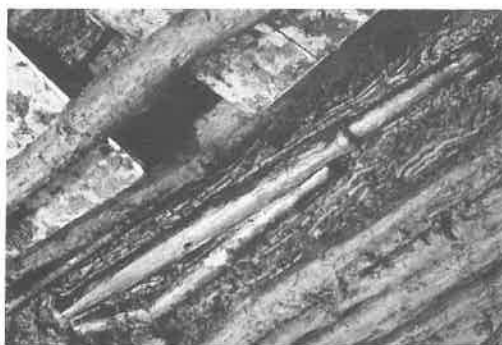
19.5



19.2



19.3



19.4

Abb. 19.1: Bruchstück eines einteiligen Scheibenrades in Fundlage. Moorweg XV(Le), 3. Jt. v. Chr. Grabungsfeld 06-84.

Abb. 19.2: Achsschenkel, frisch geborgen. Erkennbar sind das Achsnagelloch und Brandspuren. Moorweg VII(Pr), 3. Jt. v. Chr.

Abb. 19.3: Achsschenkel mit Schnitz-Spuren eines Feuersteinmessers. Erkennbarer Abrieb durch die Drehungen des Rades. Moorweg XV(Le), Grabungsfeld 10-84.

Abb. 19.4: Achse in Fundlage, zwischen den Hölzern des Moorweges XV(Le), Grabungsfeld 05-84.

Abb. 19.5: Kopf des Achsschenkels mit gebohrtem Achsnagelloch. Moorweg XV(Le), Grabungsfeld 05-84.

einteiligen Scheibenräder erforderlichen 1,2-1,3 m dicken Stammabschnitte im Handel nicht zu finden waren. Sie hätten im Walde gezielt gesucht und teuer bezahlt werden müssen. Aus diesem Grunde wurden die erforderlichen Bohlen aus schwächeren Stämmen gesägt, nicht gespalten, und jede Radscheibe aus drei Teilen zusammengeleimt. Die jeweils erforderliche Dicke dieser Bohlen führte dazu, daß eine stärkere für die Radmitte mit Buchse genommen wurde, zwei schwächere für die Anfertigung der halbmondförmigen Seitenteile. Dieser Vorgang zeigte, daß die in der Bronzezeit beginnenden zusammengesetzten Scheibenräder aus handwerklichen Gründen und aus Mangel an ausreichend großen Hölzern zu ihrer Dreiteilung kamen. Als Radhöhe wurde  $H = 90$  cm gewählt, der Form wurde die des Fundes B1-1 zugrundegelegt.

Die Achsen sind aus Eichenpfählen geschnitten, mit der Säge und dem Ziehmesser geformt worden. Das Holz wurde so ausgewählt, daß es keine Aststellen oder andere Fehler enthielt und einen möglichst geraden Wuchs zeigte.

Der Bodenrahmen konnte der Vorlage entsprechend geschnitten werden. Bohrungen und Lochungen hat man am Einzelstück hergestellt. Die Verbindung der Ecken erwies sich als sehr fest und stabil, der von oben her in sie eingetriebene Dübel sorgt für festen Sitz. Sein Kopf ragt nach oben heraus, der Schaft durfte nicht unten herausstehen, da die Achse dafür keinen Platz ließ. Er wurde also glatt abgeschnitten. Der Dübelkopf ist erkennbar als Widerlager der Riemenbindung geeignet.

Die Deichsel ist aus einem gekrümmt aufgewachsenen Stamm hergestellt worden. Ihre Deichselwurzel ließ sich so in die vorgesehene Einschnitte einfügen, daß sie zum verfestigenden Rahmenteil wurde. Die vorgefertigten Bodenbretter wurden in der gewünschten Höhe eingefügt, ihre Mitte liegt auf der

Deichselwurzel. Die Verdübelung der herausragenden Zapfenenden wurde so vorgenommen, daß die Dübel fest gegen die Seitenhölzer des Rahmens drückten. Sie tragen zur Verfestigung des Wagenbodens bei und verhindern, daß sich seine Teile gegeneinander bewegen.

Der Deichselschaft hebt sich, dem Wuchs des gefundenen Baumes entsprechend, vor dem Rahmen an. So steht der Deichselkopf etwa 60 cm höher als der Wagenboden, das ist etwa 115 cm über dem Fahrgrund. Die Länge des Deichselschaftes wurde mit 2,4 m bemessen, die der Deichselwurzel beträgt 1,4 m. Damit war für die Deichsel ein Baumabschnitt von 3,8 m Länge erforderlich, soweit man nicht die Absicht hatte, sie nach hinten aus dem Rahmen herausstehen zu lassen. Die Länge des Schaftes entspricht der aus dem Modell errechneten. Nach Zeuner (ZEUNER 1967) kann die Körperlänge der Rinder mit etwa 190 cm angesetzt werden, man konnte sie also ausreichend weit vor dem Wagen anschirren.

Das Gewicht des Fahrzeuges und seiner

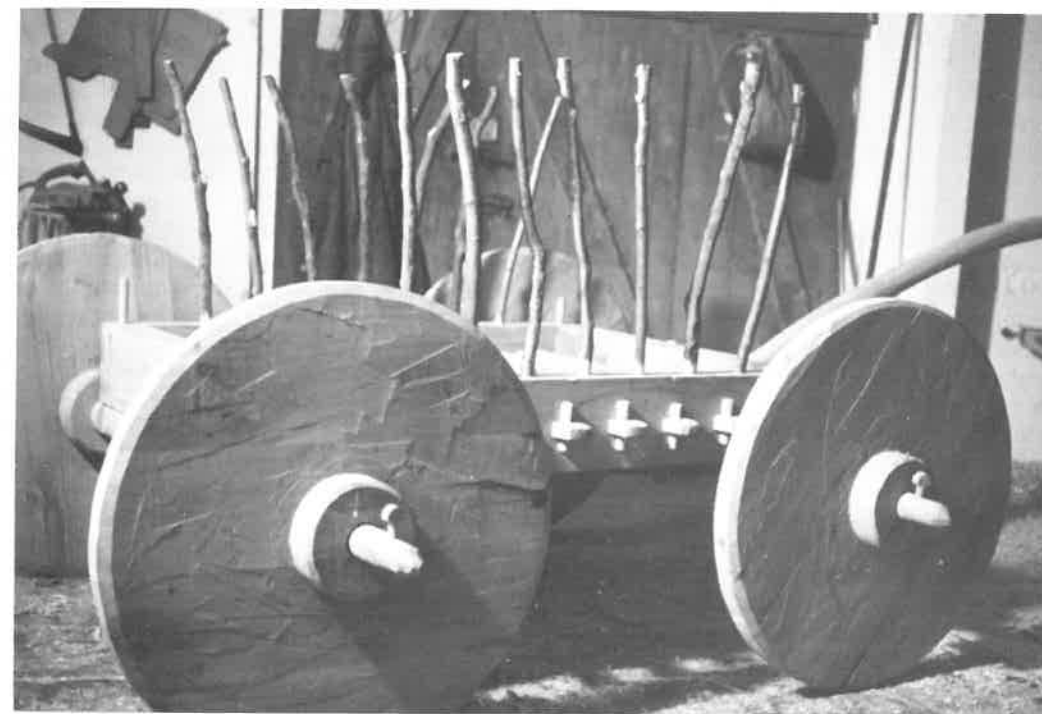


Abb. 20: Nachbau eines Wagens nach den aus Moorwegen des 3. Jt. v. Chr. geborgenen Bruchstücken.



Teile wurde aus den luftgetrockneten Elementen auf einer Dezimalwaage ermittelt. Es wogen:

ein Scheibenrad	32,5 kg
eine Achse	8,0 kg
der Wagenkasten	90,0 kg
die Deichsel	23,0 kg.
Daraus errechnet sich das Eigengewicht des Fahrzeuges:	
Vier Räder	130,0 kg
zwei Achsen	16,0 kg
Wagenkasten mit Deichsel	113,0 kg
Eigengewicht des Wagens 259,0 kg.	

Das von den Rädern genommene Fahrzeug wiegt 129,0 kg. Der Gewichtsanteil der Räder errechnet sich auf 50% des Gesamtgewichtes.

Durch die Zugkraft der Rinder war das Gewicht des beladenen Wagens, d.h. die Last (L) zu bewegen. Sie setzt sich zusammen aus dem Eigengewicht (E) des Wagens und dem Gewicht der Ladung (G), die aus Gütern und/oder Personen bestehen konnte.

Zusätzlich waren die zwischen Rad, Achse und Fahrgrund entstehenden Widerstände (Reibungen) zu überwinden.

Das Eigengewicht E erscheint mit 259 kg verhältnismäßig gering. Es muß jedoch im Verhältnis zur möglichen Größe der Ladung G bewertet werden. Diese ist in erster Linie abhängig von der Tragfähigkeit der Achse. Für sie wurden keine Werte überliefert. Man kann sie jedoch durch einen Belastungsversuch experimentell ermitteln. Dabei werden die Achsschenkel aufgebockt und in der Länge der Radbuchsen gestützt (Abb. 18,1). Ein in der Breite des Wagenbodens auf den Achsblock gelegtes kräftiges Holz, dessen eigenes Gewicht mit einzurechnen ist, wird durch aufgelegte Gewichtsstücke so weit belastet, daß die Achse bricht. Das somit erkannte Gewicht kennzeichnet die Bruchgrenze. Sie darf durch Belastung am Wagen nicht erreicht werden.

Der so ermittelte Wert gilt für eine Achse, er verdoppelt sich für die beiden Achsen eines Vierradwagens. Durch Vergleich seiner Größe mit dem Eigengewicht des Fahrzeugs ergibt sich ein Anhalt für dessen Nutzbarkeit. Sie ist jedoch ebenso aus anderer Blickrichtung zu bewerten. Dazu gehört die Festigkeit der Verbindung von Achse und Rahmen, wo-

bei die Möglichkeit des Austausches einer Achse stets bewahrt bleiben muß. Der Nachbau zeigt, daß der durch die Mitte geführte Dübel allein die Achse nicht fixieren kann. Die Lederriemen waren erforderlich, um ihr seitliches Verschwenken zu verhindern. Es scheint richtig gewesen zu sein, die Bindung aus feuchtem Leder zu verknoten, das sich beim Trocknen zusammenziehen und die Festigkeit erhöhen konnte. Eine so befestigte Achse wird immer ein wenig geschwankt haben, so daß der Lauf der Räder nicht exakt geradlinig sein konnte, also auch der Abrieb zwischen Rad und Achse ungleichmäßig werden mußte. Zur Lenkung sind die Vorderäder zur Seite zu schieben, so daß ihre Querstabilität von ausreichender Größe sein mußte. Sie wurde an „kurzen Wagen“ weniger beansprucht als an langen. Beim Fahren knarren die Räder auf den Achsschenkeln. Der daraus zu folgernde deutliche Abrieb wurde durch Fundstücke bestätigt, die etwa 1/3 ihrer ursprünglichen Dicke verloren haben, bevor es zum Achsbruch kam. Hierzu kann noch nicht gesagt werden, ob und auf welche Art diese Achsen geschmiert worden sind.

Der Oberwagen wurde beim Nachbau in seiner einfachsten Form angedeutet. Haselruten stehen in Bohrungen der Seitenhölzer (Abb. 17 u. 20).

Dieser Nachbau ist ein erster Versuch der Annäherung an die wirklichen Verhältnisse, ein erster Schritt zu einer über die zeichnerische Rekonstruktion hinausgehenden Darstellung und Ermittlung der Eigenschaften und Leistungskraft der frühesten in Nordwesteuropa nachweisbaren Radfahrzeuge.

#### Literatur:

- CASPARIE, W.A. (1982): The neolithic wooden trackway XXI (Bou) in the raised bog at Nieuw-Dordrecht (The Netherlands). - *Palaeohistoria* 24. Rotterdam/Boston.
- GALHANO, F. (1973): O Carro de Bois em Portugal. Lisboa.
- GANDERT, O.F. (1966): Zur Frage der Rinderanschirrung im Neolithikum. - *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz* 11: 34-56.

- HANČAR, F. (1955): Das Pferd in prähistorischer und früher historischer Zeit. Wien.
- HÄUSLER, A. (1981): Zur ältesten Geschichte von Rad und Wagen im nordpontischen Raum. - *Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift* 22: 581-647. Berlin.
- HÄUSLER, A. (1984): Neue Belege zur Geschichte von Rad und Wagen im nordpontischen Raum. - *Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift* 25: 629-682.
- HAYEN, H. (1972): Vier Scheibenräder aus Glum. - *Die Kunde NF* 23: 62-86.
- HAYEN, H. (1981): Wagen aus Feddersen Wierde. Wiesbaden.
- HAYEN, H. (1983): Handwerklich-technische Lösungen im vor- und frühgeschichtlichen Wagenbau. Göttingen.
- HAYEN, H. (1985): Bergung, wissenschaftliche Untersuchung und Konservierung moorarchäologischer Funde. - *Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland* 8: 1-43.
- HAYEN, H. (1987): New light on the history of transport. - *Endeavour NS*, Vol. 11, No 4: 209-215. Oxford.
- HAYEN, H. (1988): Spuren an Moorhölzern. - *Archäologische Informationen* 11 (2): 171-182.
- HAYEN, H. (1989): Früheste Nachweise des Wagens und die Entwicklung der Transport-Hilfsmittel. - *Mitteilungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie* 10: 31-50.
- HAYEN, H. (1990): Holz als Werkstoff in der Ur- und Frühgeschichte. - *ESF* (im Druck).
- HÖNEISEN, M. (1989): Die jungsteinzeitlichen Räder der Schweiz: die ältesten Europas. - *Das Rad in der Schweiz*. Zürich.
- JÖRGENSEN, M.S. (1977): Risby-vejene. *Nationalmuseets Arbejdsmark*: 147-162. Kopenhagen.
- KSICA, M. (1974): Die Kunst des alten Eurasiens. Brno.

- KSICA, M. (1984): Expedition zur Kunst der Vorzeit/ Vypravy za pravekým umením. Bratislava.
- LUCAS, A.T. (1972): Prehistoric Block-Wheels from Doogarymore. - *Journal of the Royal Society of Antiquaries of Ireland* 102, part 1: 35 ff.
- MINGAZZINI, P. (1975): Griechische Keramik. München.
- NAGEL, W. (1984/85): Zwei Kupfermodelle eines Kultwagens mit Rinderzweigespann. - *Acta Praehistorica et Archaeologica* 16/17: 143-151.
- PIGGOT, St. (1983): *The Earliest Wheeled Transport*. London.
- RANKE-GRAVES, VON, R. (1987): *Die Götter Griechenlands*. Hamburg.
- ROSTHOLM, H. (1977): Neolitiske Skivehjul fra Kideris og Bjerregarde i Midtjylland. - *Kuml*: 185-222. Aarhus.
- SALONEN, A. (1951): *Die Landfahrzeuge des alten Mesopotamien*. Helsinki.
- TREUE, W. (1965): *Achse, Rad und Wagen*. Wiehl.
- WAALS, J.D. VAN DER (1964): *Prehistoric Disc Wheels in the Netherlands*. Groningen.
- WATELIN u. LANGDON (1924-34): *Excavations at Kish, Vol. IV*. London.
- ZEUNER, F.E. (1967): *Geschichte der Haustiere*. München.

Anschrift des Verfassers:

Hajo Hayen  
Goldaper Weg 1  
D-2930 Varel

## Schiffsarchäologische Experimente in Deutschland

Detlev Ellmers

Wie in jedem Forschungszweig setzen Experimente auch in der Schiffsarchäologie eine kontinuierliche Forschungstradition voraus, in der Fragestellungen entwickelt werden, die sich nur über Versuche beantworten lassen. Schiffsarchäologische Experimente sind häufig besonders aufwendig, weil zumeist durch nachgebaute Wasserfahrzeuge Fragen der Schiffbau- und Schiffspraxis geklärt werden sollen. Deshalb ist zumindest bei den größeren Schiffsnachbauten auch immer nach den Geldgebern und ihren Motiven zu fragen, die häufig gar nicht auf der wissenschaftlichen Ebene liegen. Der wissenschaftliche Ertrag ist aber nicht abhängig von der Höhe der Aufwendungen, sondern vom jeweiligen Forschungsstand, von der präzisen Herausarbeitung der Fragestellung und von ihrer grundsätzlichen Lösbarkeit im Rahmen der bekannten Daten (MC GRAIL 1975). Zur Bewertung der einzelnen Experimente müssen wir nach all diesen Parametern fragen. Das allererste schiffsarchäologische Experiment erfolgte 1861 im Rahmen der bereits seit der Renaissance ausgebildeten Wissenschaftstradition der Erforschung der antiken Mittelmeerschiffahrt (BASCH 1972, 2ff.) auf der Basis antiker Texte und bildlicher Darstellungen (z.B. auf Münzen, Keramik und Steindenkmälern). Ein Finanzproblem stellte sich nicht, denn der kaiserliche Amateurarchäologe Napoleon III. von Frankreich beauftragte seinen erfolgreichsten Marinekonstrukteur mit der hypothetischen Rekonstruktion einer antiken Triere, um deren Ruderanordnung experimentell zu klären. Die Ruderversuche mit der in der Wasserlinie immerhin 39,70 m langen Rekonstruktion waren aber so enttäu-

schend, daß die spätere Forschung sie mit Schweigen übergang (Ebd., 8). Damals (wie übrigens auch heute noch) fehlte als entscheidender Anhaltspunkt für die Rekonstruktion ein ausgegrabener Trierenrest. Die ab 1880 sehr intensive deutsche Forschung zum antiken Seewesen hat auf das Experiment als Forschungsmittel ganz verzichtet (KÖSTER 1923 mit Literatur).

Neue Impulse kamen aus Skandinavien, wo nur zwei Jahre nach Napoleons fehlgeschlagenem Trieren-Experiment eine neue Form der Schiffsarchäologie entwickelt wurde, die auf der Ausgrabung der Schiffe selbst beruhte. 1863 grub der dänische Archäologe C. Engelhardt das gut 23 m lange Nydam-Schiff aus, konservierte es und bereitete es für die Ausstellung vor. In den folgenden Jahrzehnten folgten die Wikingerschiffe am Oslofjord und beflügelten nicht nur die archäologische Forschung, sondern auch die historische Erforschung der Wikingerfahrten, die sprachwissenschaftliche Aufarbeitung des altnordischen Seewesens, die ikonographische Beschäftigung mit Schiffsdarstellungen und die volkskundliche Untersuchung rezenter Wasserfahrzeuge traditioneller Bauart.

Der Stolz auf die eigene Geschichte brachte den norwegischen Schiffer Magnus Andersen auf die Idee, mit dem Nachbau des 1880 bei Gokstad ausgegrabenen Wikingerschiffes von knapp 24 m Länge über den Atlantik zur Weltausstellung von 1893 nach Chicago zu segeln. Für die Finanzierung begeisterte er freiwillige Spender vor allem in Norwegen (CHRISTENSEN 1986). Für das Experiment waren folgende Gesichtspunkte maßgeblich:

- Der Rumpf wurde zwar über Mallen, sonst aber in Größe, Dimensionen, Formen, Material und Technik möglichst genau wie das ausgegrabene Original gebaut.
- Für die nicht erhaltene Besegelung richtete man sich nach den Segeln ähnlich großer norwegischer Boote des späten 19. Jahrhunderts. Man war noch nicht in der Lage, das Segel aus den bildlichen Schiffsdarstellungen der Wikingerzeit zu entwickeln.
- Die Segel- und Rudereigenschaften wurden in den norwegischen Küstengewässern ausprobiert. Ausführliche Berichte darüber hielt man freilich nicht für nötig.
- Die trotz einiger Stürme glücklich vollende

Überquerung des Atlantik war der eigentliche Zweck des Unternehmens und hatte neben dem deutlich hervortretenden sportlich-abenteuerlichen Aspekt auch das Ziel, die letzten Zweifler davon zu überzeugen, daß die Wikinger um 1000 n. Chr. durchaus in der Lage waren, mit ihren Schiffen nach Amerika und zurück zu fahren.

Seit diesem erfolgreichen Einsatz einer historischen Schiffsreplik gehörte das Experiment mit nachgebauten Schiffen zu den anerkannten Methoden schiffsarchäologischen Forschens in Skandinavien, zunächst insbesondere in Norwegen. Schon 1896 hatte der norwegische Altphilologe Peter Olrog Schjøtt die Rudertechnik des Gokstad-Schiffes mit der der griechischen Trieren verglichen und daraus eine eigene Hypothese zur Anordnung der Ruder der Triere entwickelt. 1902 überprüfte er seine Hypothese mit einem umgebauten Gebrauchsfahrzeug, bei dem er auf jeder Seite zweimal drei Ruderer gestaffelt Platz nehmen ließ. Das Rudern klappte im Gegensatz zu Napoleons III. Triere ausgezeichnet, und Schjøtt hielt das Trierenproblem für gelöst (CHRISTENSEN 1988). Spätere Forscher dachten darüber aber ganz anders (COATES 1986) und weisen damit auf ein grundsätzliches Problem dieser Art von schiffsarchäologischen Experimenten hin: Allein das technische Funktionieren reicht nicht aus als Nachweis für die historische Realität. Diese Ambivalenz der historisch relevanten Ergebnisse trifft auch zu auf die bekanntesten norwegischen Experimente mit Schiffsnachbildungen, so z.B. auf Thor Heyerdahls Überquerung des Stillen Ozeans mit dem Floß „Kon-Tiki“ (HEYERDAHL 1986) oder auf die Fahrten mit einem den bronzezeitlichen Felsbildern nachgeformten Fellboot (JOHNSTONE 1972).

Die deutsche schiffsarchäologische Forschung, soweit sie sich nicht auf die klassische Antike bezog, lag ganz im Schlepptau Skandinaviens. Eigene Ausgrabungen betrafen nur die Bergung zahlreicher Einbäume, mit denen man aber wissenschaftlich nichts anzufangen mußte. Lediglich an der heute polnischen Ostseeküste gruben deutsche Forscher Schiffe aus, die den skandinavischen so nahe verwandt waren, daß sie meist für Wikingerschiffe gehalten wurden (LIENAU 1934; ELLMERS 1979, 490). Im

übrigen wurden in Deutschland skandinavische Primärquellen (Schiffsgrabungen, Felsbilder u.a.m.) ausgewertet. Selbst die Übernahme des Experiments in die deutsche schiffsarchäologische Forschung geschah zunächst als Anleihe aus Skandinavien. Der Berliner Vorgeschichtler Dr. Jörg Lechler spielte dabei eine wichtige Vermittlerrolle. Er war in den 30er Jahren Schriftleiter der von seinem Lehrer, Prof. Gustaf Kossinna, 1909 unter dem Namen „Mannus“ gegründeten Zeitschrift für Vorgeschichte, die auch von zahlreichen an der Vorgeschichte interessierten Laien gehalten wurde und immer wieder anregende Beiträge von Laien zur Diskussion stellte. 1932 gab Lechler darin dem dänischen Kapitän Jens Kusk Jensen die Gelegenheit, erstmals über seinen „Versuch, altnordische Schiffe nachzubauen“, zu berichten (JENSEN 1932), und machte damit die Methode des experimentellen Modellbaus nach archäologischen Vorgaben in Deutschland bekannt, wo sie bald Nachfolger fand, da die Modelle in verkleinertem Maßstab sehr viel billiger herzustellen waren als Repliken in der Originalgröße von Schiffen. Allerdings begrenzte die Verkleinerung auch die Aussagemöglichkeit der Versuche auf Fragen des Schiffbaus und der Lage des Fahrzeugs im Wasser. Fragen der Segeleigenschaften und der Manövrierfähigkeit ließen sich so nicht beantworten. Bis in den Zweiten Weltkrieg hinein wurde über all diese Versuche in „Mannus“ berichtet (HÖHLER 1938, TIMMERMANN 1941).

Kapitän Jensen hatte versucht, die Boote der bronzezeitlichen Felszeichnungen Skandinaviens als hypothetische Modelle zu rekonstruieren, und zwar als Fellboote nach Art der britischen coracles, aber mit einer in Abstand darunter befestigten Kufe, die ein längeres Schleppen über Land, z.B. von einem Flußgebiet ins andere, erlaubte. Er projizierte dabei die Fahrten der Wikinger über die osteuropäischen Ströme zum Schwarzen Meer bis in die Bronzezeit zurück. Im Hafen von Helsingør probierte Jensen seine Modelle aus, die sich dabei „durchaus als stabil und seetüchtig erwiesen; meine Befürchtungen, die Stabilität würde, besonders in unbelastetem Zustand, durch den Schlittenkiel beeinträchtigt werden, erwiesen sich als unbegründet“ (JENSEN 1932, 33). Trotz dieser befriedigenden Versuchsergebnisse stießen

Jensens Bootsrekonstruktionen sogleich auf die entschiedene Kritik des klassischen Archäologen Dr. August Köster in Berlin (KÖSTER 1934), der sich bereits durch eigene Forschungen zur antiken Mittelmeerschiffahrt einen Namen gemacht hatte (KÖSTER 1923). Kösters Gegenargumente betrafen nicht die Versuchsergebnisse, sondern deren Voraussetzungen. Er schrieb u.a., die für den Landtransport angenommene Schlittenkufe sei „wohl nirgends auf der Welt nachzuweisen“ (KÖSTER 1934, 116) und rekonstruierte statt dessen nach den Felszeichnungen doppelstöckige Flöße, verzichtete jedoch auf den Bau eines Modells, denn ein Schwimmversuch hätte ja nur zeigen können, daß auch ein solches Fahrzeug schwimmfähig ist. Erst ein völlig anderer Versuch (TIMMERMANN 1953b) zeigte, daß auch Köster von falschen Voraussetzungen ausging.

Bevor jedoch auch in Deutschland der experimentelle Modellbau aufgenommen wurde, fand 1934 Lechlers Anregung, ein Schiff in Originalgröße nachzubauen, breite Unterstützung durch den Aufschwung des Nationalgefühls unmittelbar nach dem Regierungsantritt der Nationalsozialisten: „Auf Betreiben von A. Hürten wurde das Nydam-Boot mit Hilfe des Oldenburger Staates durch die NS-Kulturgemeinde auf der Werft Abeking und Rasmussen/Lemwerder völlig originalgetreu nachgebaut“ (LECHLER 1937, 189). Daß die Zuhilfenahme von Mallen nicht originalgetreu war, wurde erst sieben Jahre später erkannt (TIMMERMANN 1941). Der Nachbau wurde u.a. für Filmaufnahmen und Propagandafahrten eingesetzt, z.B. auf der Alster in Hamburg während einer „Kraft-durch-Freude-Tagung“ (TIMMERMANN 1956, 407; FOX 1937). Der wissenschaftliche Ertrag ist nie zusammenhängend veröffentlicht worden und war vergleichsweise mager: Man mußte einen zusätzlichen Bodenbelag einbringen, damit die Ruderer einen festen Halt für ihre Füße hatten. Ballast aus Steinen war nötig, weil das Boot sonst zu hoch auf dem Wasser stand. Aber auch so tauchten die Riemen noch relativ steil ein, was das Rudern zumindest an Vor- und Achterschiff schwierig machte, wie mir einer der Ruderer ca. 30 Jahre später mündlich mitteilte. In der wissenschaftlichen Literatur wird dieser Nachbau nur selten erwähnt (HÖVER 1941, 14;

TIMMERMANN 1956, 407; RIECK u. CRUMLIN-PEDERSEN 1988, 172).

Die Zeichnungen für den Nachbau des Nydamsschiffes beruhten auf den Vermessungen des norwegischen Schiffbauingenieurs Frederik Johannessen (SHETELIG u. JOHANNESSEN 1930). Mit ihm begann die Reihe der für die Schiffsarchäologie engagiert tätigen Schiffbauingenieure, zu denen wir auch Henry Rasmussen, den Mitbesitzer der genannten Werft an der Unterweser zählen müssen. In Kiel war es Dipl.-Ing. Dr. Heinrich Herner, der die Fahreigenschaften des Nydam-Schiffes berechnete (HERNER 1932). In Danzig war es Prof. Dr.-Ing. E. h. Otto Lienau, der u.a. die bei Danzig-Ohra ausgegrabenen, wie wir heute wissen, slawischen Schiffe des hohen Mittelalters zeichnerisch rekonstruierte und real ergänzte (LIENAU 1934). An schiffsarchäologischen Experimenten waren allerdings beide nicht beteiligt. Anders der Kieler Marinebaurat Fritz Höhler. Er versuchte das Boot der spätbronzezeitlichen Felszeichnung von Brandskogen in Mittelschweden als hypothetisches Modell nachzubauen (HÖHLER 1937 u. 1938), wobei er das schiffbauliche Konzept des um einige Jahre jüngeren Plankenbootes von Hjortspring in Dänemark (ROSENBERG 1937) auf die ganz andere Seitenansicht der Felszeichnung übertrug. Die im Felsbild nicht dargestellte Bootsbreite ermittelte er aus „den handwerklichen Bedingungen der Bronzezeit. Die Planken mußten ohne Wärmebehandlung noch gut gebogen und vernäht werden können. Die Grenze hierfür ließ sich an einem unter Berücksichtigung der bisherigen Erkenntnisse entworfenen einfachen Halbmodell... untersuchen“ (HÖHLER 1937, 13). Trotz dieser Versuche verfügte Höhler für seine Rekonstruktion nicht über ausreichende Anhaltspunkte im archäologischen Material. Er hatte u.a. vorausgesetzt, daß sowohl die Personen als auch die Höhe als auch die Länge des Bootes auf dem Felsbild im gleichen Maßstab dargestellt seien. Das hat sich inzwischen als falsch herausgestellt, so daß alle daraus entwickelten Maße nicht der Realität entsprechen können.

Ergebnisse, die bis heute aller Kritik standhielten, hat der Schiffbau-Ingenieur Gerhard Timmermann mit der Methode des experimentellen Modellbaus gewonnen. Seit 1936 hat er - zunächst ehrenamtlich - die Seefi-

scherei-Abteilung des Altonaer Museums in Hamburg betreut und für die Vorgeschichts-Abteilung „die wichtigsten Typen von Schiffbodenfunden in großen Modellen“ (Maßstab 1:10) dargestellt (TIMMERMANN 1953a, 410). Er hegte ein tiefes Mißtrauen gegen alle Modelle, die nur hypothetisch nach künstlerisch stilisierten Schiffsbildern gefertigt wurden und hat deshalb nur von nahezu vollständig erhaltenen Schiffsfunden Modelle bauen lassen, die an Präzision auch in den Materialstärken schwerlich zu überbieten sind. Auf die Erhebung der zahlreichen physikalischen Daten zur Bestimmung der Schiffseigenschaften sei wenigstens hingewiesen (TIMMERMANN 1956). Herausgehoben werden sollen hier nur Timmermanns bedeutendste Entdeckungen zum skandinavischen Schiffbau.

1. Mit Hilfe des experimentellen Modellbaus fand er heraus, daß das Nydam-Schiff nicht, wie bisher angenommen, über Mallen gebaut wurde. Vielmehr entstand der gesamte Bootskörper durch bloßes Zusammennieten der Planken vom Kiel angefangen als reiner Schalenbau. Die Spanten wurden erst nachträglich zur Aussteifung eingesetzt. Timmermann formulierte das für die Beurteilung des gesamten frühen Schiffbaus in Skandinavien entscheidende Prinzip folgendermaßen: „So entstand nun zunächst einmal der Schiffsrumpf in einer Form, die sich rein aus den Spannungslinien der Bauteile (Planken) ergab“ (TIMMERMANN 1941, 59). Diese Erkenntnis hat sich inzwischen in der Forschung voll durchgesetzt, zumal sie durch volkskundliche Beobachtungen beim Bau geklinkerter Boote der 1. Hälfte des 20. Jahrhunderts noch bestätigt werden konnte.
2. Timmermann hat seinen neuen Ansatz konsequent weiter verfolgt. Dabei ist ihm das entscheidende Schreibpapier-Experiment gelungen, durch das er zweifelsfrei herausgefunden hat, aus welchem Material und mit welcher Methode die auf den bronzezeitlichen Felsbildern Skandinaviens wiedergegebenen Boote gebaut worden waren. Wie bei Höhler war auch sein Ausgangspunkt das dänische Hjortspringboot aus der vorrömischen Eisenzeit. Aber Timmermann ging die Sache anders an. Um davon ein Modell anzufer-

tigen, stellte er die komplizierte Rumpfform ingenieurmäßig dar und berechnete sie. Dabei stellte sich ihm die Frage, wie denn der vorgeschichtliche Mensch in der Lage gewesen sei, diese Form ohne Ingenieurausbildung, überhaupt ohne jede Konstruktionszeichnung und ohne höhere Mathematik rein handwerklich aus damals vorhandenem Material zu entwickeln.

Timmermann rollte ein langes, liniertes Stück Schreibpapier in Längsrichtung leicht zusammen, kniff beide Enden scharf zusammen (und fixierte sie in dieser Stellung mit je einer Büroklammer), spreizte die Mitte leicht auseinander - und hatte die Rumpfform des Hjortspring-Bootes! Die Linien des Schreibpapiers entsprachen dabei genau den Spantlinien auf dem Linienriß des Bootes! Timmermann zog aus diesem Versuch den einzig möglichen Schluß: Der für die Formfindung maßgebliche Vorläufer des Hjortspring-Bootes mußte aus Baumrinde hergestellt worden sein, denn aus keinem anderen Material konnte der vorgeschichtliche Mensch diese Bootsform entwickeln. Wer einen abgeschälten Baumrindenzylinder analog zu dem Schreibpapierversuch formte, erhielt die durch das Hjortspring-Boot archäologisch nachgewiesene Bootsform quasi von selbst. (TIMMERMANN 1953b).

Nach diesem entscheidenden Experiment war es dann nicht mehr schwierig, weitere Indizien zur Abstützung seines Ergebnisses im archäologischen Material zu finden (ELLMERS 1983, 518 ff.). 1934 war in Schweden sogar das Fragment eines Bootes aus Ulmenrinde ausgegraben, aber sehr unzugänglich publiziert worden (Ebd. 522, Anm. 108), und um 1860 waren Boote aus Birkenrinde in Innernorwegen noch im Einsatz (SCHNALL 1988, 53).

Nach dem Zweiten Weltkrieg erschien die Zeitschrift „Mannus“ nicht mehr. Damit war das bisherige Forum für die Präsentation von schiffsarchäologischen Experimenten in Deutschland ausgefallen. Notgedrungen hat Timmermann seine neuen Erkenntnisse zu den Booten der Felsbilder an zwei Stellen publiziert, die von Archäologen, zumal im Ausland, normalerweise nicht gelesen werden (TIMMERMANN 1953b und 1956, 336 ff.). Seine Ergebnisse sind deshalb nicht Allgemeingut der Forschung geworden. Sowohl in Skandinavien (JOHNSTONE 1972) als

auch in der Bundesrepublik Deutschland (FALK 1980) wurde weiter experimentiert, um die längst gelöste Frage noch einmal zu lösen. Der Hamburger Verleger Gerhard Falk hat z.B. während seiner Sommerferien auf Sylt seit 1971 mit Floßmodellen experimentiert, die er dem oberen Teil der Felszeichnungenboote nachgestaltete. Den unteren Bootsteil der Felsbilder interpretierte er als einen losen Kielbalken, der an zwei oder mehr senkrechten Pfosten in seiner Tiefe unter dem Floß verschiebbar war. Auch diese Konstruktion zeigte akzeptable See-Eigenschaften, insbesondere, wenn der Kielstamm unmittelbar unter dem Floß lag. Falk plante, mit einem 18 m langen Floß der genannten Konstruktion Versuchsfahrten mit einer Besatzung von Paddlern zu machen, starb aber vor der Realisierung (FALK 1980).

In den 70er und frühen 80er Jahren hat der Hobby-Modellbauer Wolfgang Ripke in Bolensen im Auftrag des Deutschen Schifffahrtsmuseums ähnlich wie Timmermann den experimentellen Modellbau nach relativ gut erhaltenen Bootsfunden fortgesetzt. Die dabei gewonnenen Ergebnisse betrafen u.a. künstlich geweitete Einbäume ohne und mit Setzborden in Skandinavien, Schleswig-Holstein und an der südlichen Ostseeküste (ELLMERS 1983, 527 ff.). Die Entwicklung der Nachenform aus einem bestimmten Einbaumtyp konnte in der Werkstatt des DSM experimentell nachvollzogen werden (Ebd. 485 f.). Es ist deshalb zu erwarten, daß durch den experimentellen Modellbau bei ausreichend präzisen Vorgaben und Fragestellungen noch weitere Probleme der vor- und frühgeschichtlichen Schiffbauentwicklung geklärt werden können.

Bevor wir die weiteren Versuche mit originalgroßen Nachbildungen behandeln, muß noch ein Experiment genannt werden, das völlig aus dem hier dargestellten Rahmen fällt und doch weitreichende Folgen für die Erforschung der provincialrömischen Schifffahrt ins freie Germanien hat. Seit 1928 waren aus den aus der Unterweser ausgebagerten Sanden Knochen mit Runeninschriften und bildlichen Darstellungen ausgelesen worden, die vom Staatlichen Museum für Naturkunde und Vorgeschichte Oldenburg erworben wurden. Diese sog. Weserrunen galten nach dem Zweiten Weltkrieg allgemein als Fälschungen. Der Göttinger Doktorand Peter

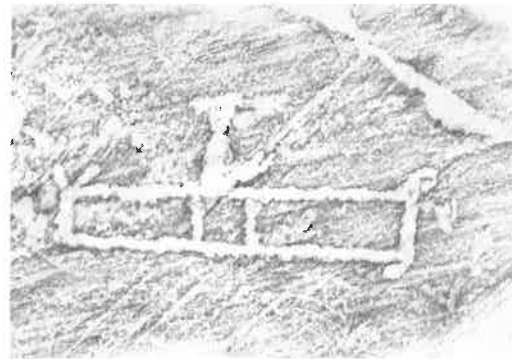


Abb. 1: Jäger mit Pelzmütze im Fangboot. Felsbild von Rodoy, Nordland in Nordnorwegen.



Abb. 2: Jäger und Beute im Fangboot, weitere Fangboote und ein Delphin. Felsbild von Evenhus am Trondheimfjord, Mittelnorwegen.

Pieper hat so lange mit verschiedenen kriminalistisch-naturwissenschaftlichen Methoden experimentiert, bis er in der Lage war, die tatsächlich vorhandenen Fälschungen von den echten Fundstücken zu unterscheiden. Zu den auf diese Weise für die Forschung wiedergewonnenen Quellen gehört auch jener Knochen, der außer der germanischen Runeninschrift die (nicht ganz fehlerlose) Ritzzeichnung eines römischen Handelsschiffes zeigt (PIEPER 1989, 188 ff.). Wir müssen seit diesen Experimenten davon ausgehen, daß noch im frühen 5. Jahrhundert nach Christus römische Handelsschiffe die Unterweser so häufig aufsuchten, daß ein Germane eines davon auf einen Knochen ritzen konnte. Ein weiteres Experiment, bei dem bildliche Darstellungen von Schiffen eine wichtige

Rolle spielten, führte 1980/81 näher an die Anfänge der Schifffahrt in Mitteleuropa heran als alle ältere Forschung, die den Bootsbesitz durch Funde von Einbäumen und Paddeln für das Mesolithikum (ca. 8000-4000 vor Chr.) nachweisen konnte (RIECK u. CRUMLIN-PEDERSEN 1988, 12 ff.). Noch ältere Boote konnten aber keine Einbäume sein, denn vor dem Mesolithikum herrschte ja in Mitteleuropa noch die Eiszeit, während der keine ausreichend dimensionierten Bäume für den Bau von Einbäumen wuchsen. Nach der Identifikation eines aus Rengeweih gefertigten Spantfragments der Ahrensburger Kultur (9000-8000 v.Chr.) aus Husum (ELLMERS 1980) lag als erster Anhaltspunkt für die Bauweise späteiszeitlicher Fellboote ein ca. 60 cm breiter Bootsquerschnitt vor. Felsbilder norwegischer Rentierjäger der Zeit nach 8000 v. Chr. ließen sich für die Seitenansicht und die Anzahl der Spanten heranziehen (Abb. 1 und 2). Um die technischen Möglichkeiten dieses frühen Bootsbaus nachzuvollziehen und die Einsatzmöglichkeiten der Fellboote im Wasser zu überprüfen, beauftragte das Deutsche Schifffahrtsmuseum in Bremerhaven den Wiesbadener Künstler und Felsbild-Spezialisten Dietrich Evers 1980 mit der hypothetischen Rekonstruktion mit den damals bekannten Werkzeugen und verfügbaren Materialien (EVERS u. STÖLTING 1984). Die Kosten für das relativ kleine Boot blieben überschaubar und lie-

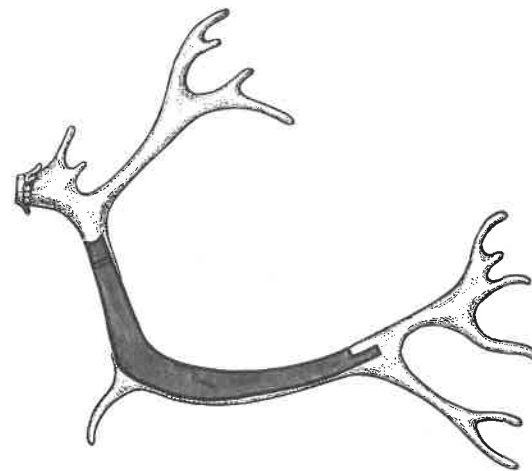


Abb. 3: Spannhälfte aus einem Rentiergeweih (nach Evers u. Stöltling 1984).

ßen sich im Rahmen des Museumsetats aufbringen (Abb. 3, 4 und 5). Beim ersten Schwimmversuch konnte das spröde Kiefernholz als Baumaterial für das die Lederhaut stützende Holzgerüst ausgeschlossen werden, so daß nur noch Birke in Frage kam, die sich trotz sehr geringer Querschnitte als fest genug und elastisch zugleich erwies, so daß das Boot leicht und gut zu tragen war. Mit der Nähnaedel aus Rengeweih war die wasserdichte Naht des Fellbezuges ohne weiteres herzustellen. Die Naedel mußte nur häufig nachgeschärft werden. Da solche Nadeln im Fundgut nicht vor dem Magdalénien (ca. 16000-10000 v. Chr.) im Fundgut auftreten, waren derartige Fellboote vorher nicht herstellbar. Die nach der gegebenen Spanthöhe aus den Felsbildern abgeleitete Bootslänge von gut 2,70 m erwies sich beim Paddeln als zu kurz. Das Boot ließ sich nur mühsam geradeaus paddeln. Bei größerer Länge wäre das viel einfacher. D.h. schon diese frühen Felsbilder geben das Boot im Verhältnis zur Länge zu hoch wieder. Insgesamt war das Experiment ein entscheidender Schritt vorwärts bei der Annäherung an die Anfänge der Schifffahrt in Mitteleuropa (ELLMERS 1984). Auch bei der experimentellen Anfertigung von Einbäumen halten die geringe Bootgröße und der Arbeitseinsatz von Freiwilligen während der Freizeit die Kosten in überschaubaren Grenzen, so daß in den letzten Jahren wie im Ausland so auch in Schleswig-Holstein mehrere Einbäume nachgearbeitet wurden. Von April bis August 1987 haben drei junge Männer in Pinneberg als Wochenendarbeit einen Einbaum mit jungsteinzeitlichen Werkzeugen hergestellt (ADAMECK, LUND u. MARTENS 1989). Die Stadt hat sowohl den Baum (eine Roteiche) als auch den öffentlich zugängigen Werkplatz zur Verfügung gestellt, und zwar nicht nur als Beitrag zur Unterstützung der Forschung, sondern auch aus Gründen der Öffentlichkeitsarbeit. Die wissenschaftliche Beratung nahm Prof. Dr. Helmut Ziegert, Prähistoriker an der Universität Hamburg, wahr. „Da die Autoren besonders an Fragestellungen, die geschliffene Feuersteinbeile betreffen, interessiert waren“ (Ebd. 119), wurde der Einbaum mit eigens dafür angefertigten Beil- und Dechselnachbildungen hergestellt. Dabei wurde u.a. festgestellt, daß sich frisches Eichenholz sehr gut

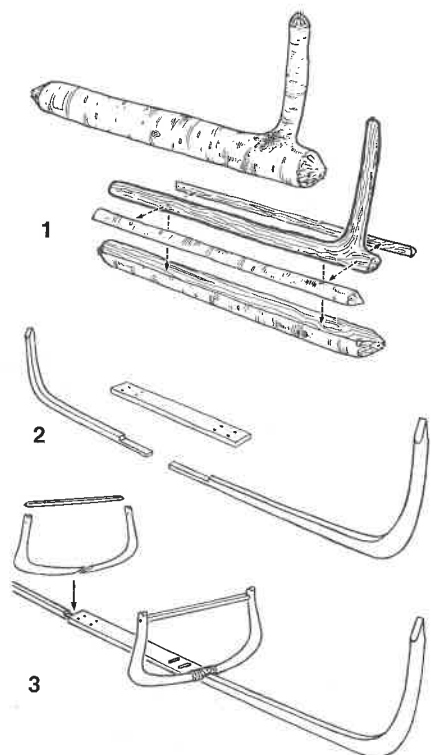


Abb. 4: Grundholm wird aus Birkenstamm hergestellt, geformt wird durch Abspalten (1) und paarweise Zusammensetzung (2), dann wird der Spantrahmen eingebaut (3) (nach Evers u. Stölting 1984).

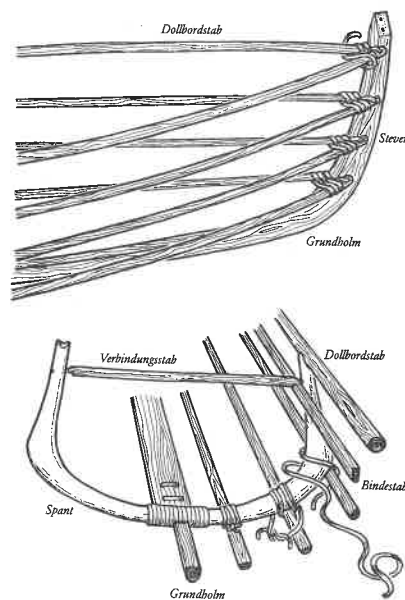


Abb. 5: Binden der Stäbe an Steven und Spant (nach Evers u. Stölting 1984).

mit Feuersteinbeilen bearbeiten ließ. Zur Beilschäftung, zum Arbeitsablauf, zur Haltbarkeit der Klingen und zu daran erkennbaren Gebrauchsspuren wurden wertvolle Erkenntnisse gewonnen. Bis zur Vollendung des Einbaums waren ohne Werkzeugherstellung und ohne das Fällen und Entasten des Stammes 245 Stunden nötig. In einem vergleichbaren englischen Experiment sind für die Nachbildung eines frühmittelalterlichen Einbaums mit Eisenwerkzeugen 292 1/2 Stunden aufgewendet worden, was in der gleichen Größenordnung liegt, zumal Größe und Form nicht genau übereinstimmten (GOODBURN u. REDKNAP 1988).

Das bisher umfangreichste und aufwendigste Experiment in der deutschen Schiffsarchäologie geht aus von der Bremer Hansekogge von 1380 im Deutschen Schiffahrtsmuseum. (Abb. 6-8) Als ersten Abschnitt des Projektes führte der Schiffbaustudent Ingo Clausen für seine Diplomarbeit mit einem besiegelten Koggemodell Windkanalversuche im Hamburger Institut für Schiffbau durch. Er prüfte das Segelverhalten der Kogge und stellte fest, daß sie 65 Grad an den Wind gehen kann und nur 12 bis 14 Prozent Abdrift hat.

Als zweiten Projektabschnitt baut der Verein „Jugend in Arbeit“ e.V. in Kiel seit 1987 die Kogge in voller Größe nach, wobei die Personalkosten über ABM finanziert werden. Mit diesem Nachbau sollen Fragen des Bauablaufs auf einer mittelalterlichen Kogge beantwortet, das Segeltragevermögen, das Segelverhalten sowie Form und Handhabung der ja nicht erhaltenen Takelage so weit wie möglich geklärt werden. Der Bau des Rumpfes ist noch nicht abgeschlossen. Der Stapellauf erfolgte am 30. Oktober 1989 (HACKMANN-WIERIG u. MUHS 1989).

Als dritten Projektabschnitt baut der Verein Hansekogge-Werft Bremerhaven e.V. seit 1988 auch mit ABM-Kräften ebenfalls einen originalgroßen Koggenachbau, allerdings von vornherein so, daß er auch unter schweren Wetterbedingungen das Segeln auf Hansekursen ohne Kompaß nachvollziehen kann. Wie konnte z.B. eine Kogge mit nur einem einzigen Rahsegel bei aufländigem Wind in Sichtweite an einer flachen Küste wie der Jütlands entlangsegeln, so lautet eine der Fragen des Experiments. Der Bremerhavener Nachbau setzt die Erfahrungen mit dem Kieler Nachbau (z.B. betr. Takelage) voraus,



Abb. 6: Fundsituation der Kogge am 9. 10. 1962.



Abb. 7: Bau des Konservierungsbeckens für die Kogge.



Abb. 8: Wiederaufbau der Kogge im DSM.

wurde deshalb erst ein Jahr später begonnen und ist demgemäß auch im Bau des Rumpfes noch nicht so fortgeschritten. Um den viel höheren Sicherheitsanforderungen von heute zu genügen, muß der Bremerhavener Nachbau in vielen Punkten gegenüber dem Original modifiziert werden. So erhält er z.B. ein

wasserdicht abschließendes Deck und von vornherein einen Motor. Insgesamt werden von diesem umfangreichen Projekt wesentliche Aufschlüsse über die Schiffspraxis und den Alltag des Seemanns zur Hansezeit erwartet.

## Literaturhinweise:

- ADAMECK, M., LUND, M. und MARTENS, K. (1989): Herstellung eines Einbaums mit jungsteinzeitlichen Werkzeugen - Jahrbuch für den Kreis Pinneberg: 117-126.
- BASCH, L. (1972): Ancient wrecks and the archaeology of ships. - The International Journal of Nautical Archaeology 1: 1-58.
- CHRISTENSEN, A. E. (1986): „Viking“, a Gokstad Ship Replica from 1893 - Sailing into the Past. Ship Replica seminar held at Roskilde 1984: 68-77.
- CHRISTENSEN, A. E. (1988): Ein praktisches Experiment in „griechischem Rudern“. - Deutsches Schifffahrtsarchiv 11: 10-14.
- COATES, J. F. (1986): The Greek Trireme of the 5th Century BC. - Sailing into the Past. The International Ship Replica seminar held at Roskilde 1984: 60-67.
- ELLMERS, D. (1979): Schiffsarchäologie. - Geschichtswissenschaft und Archäologie. Untersuchungen zur Siedlungs-, Wirtschafts- und Kirchengeschichte, Vorträge und Forschungen 22: 485-516.
- ELLMERS, D. (1980): Ein Fellboot-Fragment der Ahrensburger Kultur aus Husum, Schleswig-Holstein? - Offa 37: 19-24.
- ELLMERS, D. (1983): Vor- und frühgeschichtlicher Boots- und Schiffbau in Europa nördlich der Alpen. - Das Handwerk in vor- und frühgeschichtlicher Zeit. Teil 2: 471-534.
- ELLMERS, D. (1984): The earliest evidence for skinboats in late - Palaeolithic Europe. - MC GRAIL, S. (Hg.): Maritime Archaeology and Ethnology: 41-55. London.
- EVERS, D. und STÖLTING, S. (1984): Das Boot aus der Tundra. Eiszeitjäger vor 10000 Jahren. Bremen.
- FALK, G. (1980): Vom Floß zum Schiff. - Deutsches Schifffahrtsarchiv 3: 7-14.
- FOX, U. (1937): Racing, Cruising and Design: 118-121. London.
- GOODBURN, D. u. REDKNAP, M. (1988): Replicas and wrecks from the Thames area. - The London Archaeologist Bd. 6 Nr. 1: 7 - 22.
- HACKMANN-WIERIG, C.-M. u. MUHS, J. F. (1989): Holzaktion. Die Bremer Hansekogge. - Yacht Jg. 86, Heft 24: 26-35.
- HERNER, M. (1932): Das Nydam-Schiff. - Schiffbau, Schifffahrt und Hafenbau 33: 147 ff.
- HEYERDAHL, T. (1986): Testing Wash-Through Watercraft in Three Oceans. - Sailing into the Past. The International Ship Replica seminar held at Roskilde 1984: 24-37.
- HÖHLER, F. (1937): Germanischer Schiffbau. - Technikgeschichte 26: 1-14.
- HÖHLER, F. (1938): Das Brandskogen-Boot und der Versuch seiner Nachbildung. - Mannus 30: 193-203.
- HÖVER, O. (1941): Deutsche Seegeschichte: 14. Potsdam.
- JENSEN, J. K. (1932): Versuch, altnordische Schiffe nachzubauen. Mannus 24: 32-39.
- JOHNSTONE, P. (1972): Bronze Age sea trial. - Antiquity 46: 269-274, Taf. 38-40.
- KÖSTER, A. (1923): Das antike Seewesen. Berlin.
- KÖSTER, A. (1934): Die Schiffe der nordischen Felsbilder. - Ders.: Studien zur Geschichte des antiken Seewesens. Klio Beiheft 32: 114-134.
- LECHLER, J. (1937): 5000 Jahre Deutschland: 186-200. Leipzig.
- LENAU, O. (1934): Die Bootsfunde von Danzig-Ohra aus der Wikingerzeit. Danzig.
- MCGRAIL, S. (1975): Models, Replicas and Experiments in Nautical Archaeology. - The Mariner's Mirror 61: 3-8.
- PIEPER, P. (1989): Die Weser-Runenknöcher. Neue Untersuchungen zur Problematik: Original oder Fälschung. Oldenburg.
- RIECK, F. u. CRUMIN-PEDERSEN, O. (1988): Både fra Danmarks oldtid. Roskilde.
- ROSENBERG, G. (1937): Hjortspringfundet. Kopenhagen.
- SCHNALL, U. (1988): Fähre, Pferd und Wagen. Das innernorwegische Verkehrssystem bei Jules Verne. - Deutsches Schifffahrtsarchiv 11: 43-58.
- SHETELIG, H. H. u. JOHANNESSEN, F. (1930): Das Nydamschiff. - Acta archaeologica 1: 1-30.
- TIMMERMANN, G. (1941): Wie das Nydamschiff gebaut wurde. - Mannus 33: 56-61.
- TIMMERMANN, G. (1953a): Die schiffskundlichen Sammlungen des Altonaer Museums und ihre Bedeutung für die Geschichte des Schiffbaus. - Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 47: 408-411.
- TIMMERMANN, G. (1953b): Schiffskundliche Betrachtungen zum Hirschsprungboot. - Nordelbingen 21: 20-30.
- TIMMERMANN, G. (1956): Vom Einbaum zum Wikingerschiff. - Schiff und Hafen 8: 130-612.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Detlev Ellmers  
Van-Ronzelen-Straße  
D-2850 Bremerhaven-Mitte

## Der Bau eines Einbaums

Zur Gebrauchsfähigkeit  
von geschliffenen Feuersteinbeilen

Marco Adameck, Marquardt Lund und  
Kai Martens

### 1. Einleitung

Der an dieser Stelle vorgestellte Bau eines Einbaums wurde von den Verfassern jeweils an den Wochenenden von Anfang April bis Mitte August 1987 durchgeführt. Besonderer Dank geht an Herrn Prof. Dr. H. Ziegert für die wissenschaftliche Beratung und an die Stadt Pinneberg, die den Baumstamm und einen Arbeitsplatz zur Verfügung stellte.

Der nachfolgende Artikel ist nur ein Vorbericht zu den aus dem Experiment gewonnenen Erkenntnissen. Eine umfassende Veröffentlichung befindet sich derzeit in Arbeit.

#### 1.1. Problemstellung

Dem Projekt, einen Einbaum mit jungsteinzeitlichen Mitteln herzustellen, gehen bereits jahrelange Erfahrungen in der Feuersteingeräteherstellung voraus.

Die Grundüberlegung war, ein Projekt zu finden, mit dem man die Gebrauchsfähigkeit von Steinwerkzeugen, insbesondere die der Steinbeile, erproben konnte. Darüber hinaus sollte das Projekt auch erlauben, weitere Erkenntnisse über den jungsteinzeitlichen Alltag zu gewinnen. Dieses Objekt mußte zum einen schon durch Funde nachgewiesen sein und zum anderen auch Möglichkeiten bieten, die Beile einem Dauertest zu unterziehen. Geeignet schien für diese Zwecke ein Einbaum zu sein.

Die Herstellung eines Einbaums ermöglichte

so Fragestellungen, die theoretisch nicht oder nur ungenau beantwortet werden können, experimentell zu klären. Die Fragestellungen beinhalten u.a. die Werkzeugherstellung, deren Gebrauchsfähigkeit, Haltbarkeit, Gebrauchsspuren und vor allem auch die Arbeitstechnik mit diesen Werkzeugen. Daran schließen sich dann Fragen zur eigentlichen Bearbeitungstechnik an.

Eine wichtige Frage wurde von Johnstone (1980, 46) aufgeworfen. Er vermutet, daß Eichenholz aufgrund seiner Härte nicht befriedigend mit Feuersteinbeilen bearbeitet werden konnte. Er fordert aber, diese These noch experimentell zu überprüfen. Die Überprüfung konnte durch das vorliegende Experiment vorgenommen werden.

Eine weitere Überlegung war, daß durch ein Hartholz die Beanspruchung der Beile extrem hoch ist, und so eventuelle Gebrauchsspuren am ehesten auftreten würden. Hinzu kam, daß eine ausreichend große 100jährige Eiche für den Versuch zur Verfügung stand. Um die oben aufgeführten Fragestellungen möglichst genau zu beantworten, wurde während des gesamten Arbeitsablaufes ein Protokollbuch geführt. Die schriftlichen Aufzeichnungen wurden durch zahlreiche Fotos ergänzt.

#### 1.2. Themenabgrenzung und Einschränkungen

Erste Einbäume sind bereits aus dem Mesolithikum bekannt, so z.B. der Einbaum von Pesse, der durch die C14-Methode um etwa 6315 v. Chr. datiert wird (VAN ZEIST 1953, 4-11). Auch aus der Jungsteinzeit sind einige Funde bekannt. Einbäume hat es dann bis in unser Jahrhundert gegeben, so z.B. an ostseeebenen Gewässern als Fischerboote (SCHNALL 1986, 612). Zu diesem Zweck wird in Österreich sogar noch heute ein solcher am Mondsee benutzt (ELLMERS 1986, 602).

Bei dem vorliegenden Experiment handelt es sich nicht um den Nachbau eines bestimmten Einbaumtyps. Die Bootsform wurde vielmehr dem Baumstamm angepaßt. Um einen Originalfund genau nachzubauen, müßte entweder eine nahezu identische Stammform gewählt werden oder aber ein im Durchmesser größerer Stamm für den Versuch zur Verfügung stehen. Der Durchmesser der zur

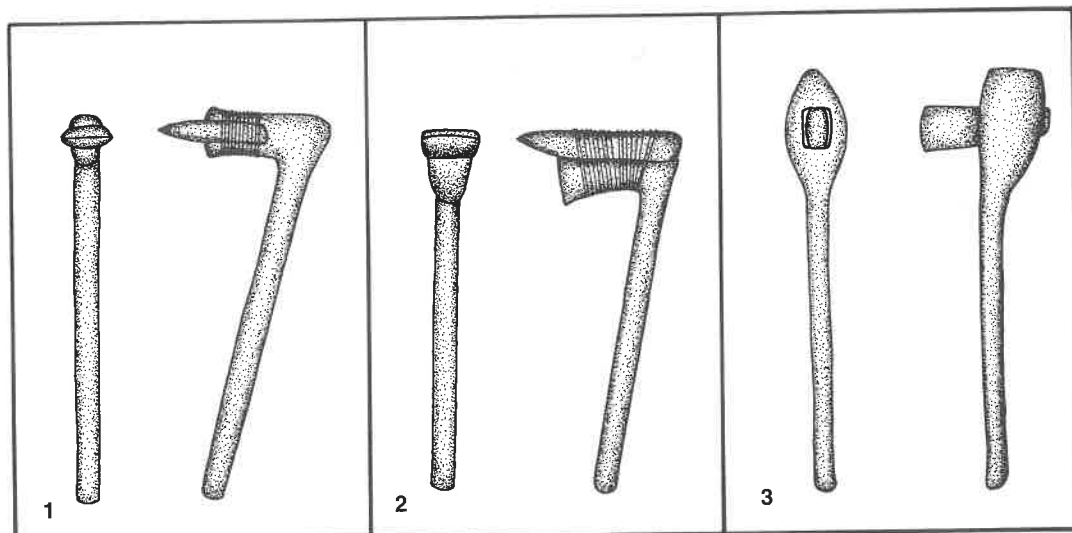


Abb. 1: Feuersteinbeile: Schnabelschäftung (1), Aufliegerschäftung (2), Vollholzschaftung (3).

Verfügung gestellten Roteiche (Abb. 2.3) erwies sich hierfür aber als zu gering.

Bei der Roteiche handelt es sich zwar nicht um eine einheimische Baumart, die physikalischen Eigenschaften einer Stieleiche dürften jedoch im Durchschnit etwa gleich sein. Genauere Angaben sind nur durch holzphysikalische Untersuchungen möglich, die aber leider bisher noch nicht durchgeführt werden konnten.

Bei der Werkzeugherstellung für den Versuch wurde zum Teil auf moderne Hilfsmittel zurückgegriffen, um auf diese Weise die vorbereitenden Arbeiten zu beschleunigen. Alle Einsätze moderner Hilfsmittel waren aber so angelegt, daß es zu keiner Beeinträchtigung der Versuchsaussage kam. So wurden die Holzschäfte mit Stahlwerkzeugen gefertigt, bei den Querbeilen fanden handelsübliche Bastschnüre Verwendung. In Ermangelung ausreichenden Geweihmaterials mußten einige Beilklingen mit Stahlmeißeln geschlagen werden, obwohl Geweihzwischenstücke (Punches) erheblich besser geeignet sind. Zur genauen Beantwortung von Fragen der Feuersteinbeilherstellung wurden exemplarisch einige mit in der Jungsteinzeit zur Verfügung stehenden Geräten gearbeitet. Genaue Aussagen über die Schaftherstellung können bisher nicht getroffen werden.

Entsprechende Versuche befinden sich noch in der Planung.

Eine weitere Einschränkung erfährt das Experiment dadurch, daß es aus Gründen der Sicherheit nicht möglich war, den Baum mit Steinbeilen zu fällen, so daß auf eine Motorsäge zurückgegriffen werden mußte. Im übrigen wurde der Stamm aber nur mit Geräten bearbeitet, die auch in der Jungsteinzeit verfügbar waren.

## 2. Feuersteinbeile

### 2.1. Die Beilklingenherstellung

Alle im Versuch verwendeten Beile wurden von den Verfassern hergestellt. Der Feuerstein hierfür stammt von der Ostseesteilküste, wo er in größeren Mengen in plattiger oder knolliger Form vorkommt. Besonders die plattigen Flintknollen erwiesen sich als gut geeignet, da sie bereits durch die äußere Form gewisse Voraussetzungen erfüllen. Feuerstein eignet sich durch seine Materialeigenschaften hervorragend zur Werkzeugherstellung. Unentbehrlich für die Beilklingenherstellung sind verschiedene Geräte wie Schlagsteine aus zähem Felsgestein, Schlaggeräte und

Zwischenstücke aus Geweih sowie ein Holzschlegel.

Die Bearbeitung einer Feuersteinbeilklinge geschieht in vier unterschiedlichen Arbeitsschritten:

1. Das grobe Zurechtschlagen der Flintknolle zu einer Rohform mit einem Schlagstein (direkter Schlag) (Abb. 2.1), wobei darauf zu achten ist, daß ein rechteckiger Querschnitt erzielt wird.

2. Die Feinbearbeitung mit Schlegel und Punch (indirekte Schlagtechnik). Diese Technik hat den Vorteil, daß der Schlagwinkel über den Punch genau gesteuert werden kann.

3. Das Herausarbeiten der Schneide in direkter Schlagtechnik mit einem Geweihhammer. Für diese drei Arbeitsschritte zusammen wurden von den Verfassern durchschnittlich 100 Minuten Arbeitszeit für ein Beil benötigt.

Als 4. Arbeitsgang kommt dann noch das Schleifen des Beiles hinzu, um Erhebungen und Grate zu entfernen. Der Schliff hat nur auf der Schneide eine entscheidende Bedeutung. Jede Unebenheit bildet hier beim Auftreffen auf das Holz einen Ansatzpunkt, der leicht ein Absplittern hervorrufen könnte. Damit wäre die Schneide unbrauchbar. Aus diesem Grund mußten kleine Beschädigungen, die gelegentlich bei der Arbeit auftraten, sofort durch Nachschleifen entfernt werden.

Das Schleifen der Beilklingen für den Versuch wurde auf Quarzsandsteinplatten unter Zuführung von Wasser vorgenommen. (Abb. 2.2) Der Schliff erfolgte immer nur im Schneidenbereich, da dies für die Versuchszwecke ausreichend war. Für ein dicknackiges Beil waren 150 Minuten Schleifzeit nötig, um eine gebrauchsfähige Schneide zu erhalten. Die geschliffene Fläche betrug dabei etwa 40 cm<sup>2</sup>, von der etwa 25 g Flint entfernt wurde. Insgesamt sind durchschnittlich etwa 250 Minuten zur Anfertigung einer Beilklinge aufgewendet worden.

### 2.2. Die Beilklingenschäftung

Beilklingen können als Geradbeil oder als Dechsel geschäftet werden. Bei den Geradbeilen verläuft die Schneide parallel zum Schaft. Aus Schleswig-Holstein (HINGST 1951, 11) und Dänemark (BRØNSTED 1960, 156, 207) sind solche Schäftungen bekannt. Sie bestanden aus ca. 50 cm langen Birken-

oder Eschenhölzern, wobei der Teil, in den die Beilklinge eingesetzt wurde, keulenförmig verdickt war (Abb. 1).

Dechselfschäftungen, bei denen die Beilschneiden quer zum Schaft stehen, sind in Nordeuropa nicht durch Funde belegt. Allerdings kommt für die zahlreichen, hohlgeschliffenen Beilklingen nur eine Dechselfschäftung in Frage.

Während der Einbaumbearbeitung wurden hierzu zwei verschiedene Schäftungsmöglichkeiten erprobt. Bei der „Schnabelschäftung“ ergaben sich größere Probleme, die Beilklingen ausreichend zu fixieren, so daß diese Schäftungsart im weiteren Versuchsablauf nicht weiter zum Einsatz kam.

### 3. Der Arbeitsablauf

Vor dem eigentlichen Arbeitsbeginn mußte die Formgebung des Einbaums geplant werden. Für eine stabile Wasserlage eignet sich ein flacher Boden, der dicker als die Bordwände ist. Für das Vorderteil bot es sich aufgrund der natürlichen Form an, einen nach oben gezogenen Bug zu wählen, während für das Heck - wegen der großen Breite des Stammes und zur Erzielung eines möglichst großen Volumens - ein gerades, nach unten abgeschrägtes Heck sinnvoll erschien (Abb. 3).

Der erste Arbeitsschritt bestand in der Schaffung eines geraden Bootsbodens (Abb. 2.4) sowie einer geraden Oberfläche, von der aus die Aushöhlung erfolgen sollte. Dazu wurden quer zum Stamm Kerben eingeschlagen, in die Holzkeile hineingetrieben werden konnten. Auf diese Weise ließen sich bis zu 60 cm lange Holzschindeln vom Baumstamm ablösen. Es stellte sich allerdings heraus, daß bei kleineren Schindelgrößen von 20-30 cm ein günstigeres Verhältnis zwischen Zeitaufwand und abgespaltener Holzmenge zu erzielen war. Von der Unterseite wurde auf diese Weise eine Schicht und von der Oberseite wurden zwei Schichten Holzschindeln abgespalten.

Das Aushöhlen des Stammes geschah zunächst mit Geradbeilen, wobei parallel zur Faserung in einem schrägen Winkel getroffen werden mußte (Abb. 2.5). Bei dieser Schlagtechnik lösten sich Faserbündel, die bis zu 3 cm stark und einen Meter lang waren. Die Aushöhlung erfolgte zunächst senkrecht bis



1



2



3



4



5



6

Abb. 2.1: Direkter Schlag mit Geweihammer.

Abb. 2.3: Das ca. 2 t schwere Stammstück.

Abb. 2.5: Grobes Abschlagen der Faser von innen.

Abb. 2.2: Herauspräparieren der Schneide durch Schleifen.

Abb. 2.4: Grobe Formgebung des Bodens mit dem Querbeil.

Abb. 2.6: Fahrt mit dem Einbaum auf dem Hitzackersee.

kurz über den späteren Boden. Die Innenbearbeitung der Bordwände wurde später in einem eigenen Arbeitsgang mit den Geradbeilen ausgeführt.

Ab ca. 35 cm Tiefe erwies sich ein kombinierter Einsatz von Geradbeilen und Dechseln als vorteilhaft, da der Einschlagwinkel der Geradbeile es nicht mehr zuließ, die bereits gelösten Fasern an ihren Enden quer zum Stamm abzuschlagen, während die Dechsel für diese Arbeit bestens brauchbar waren. Die Dechsel wurden dann auch noch für die Innenausformung von Bug und Heck benötigt. Die äußeren Bereiche des Bootskörpers konnten mit den Geradbeilen gestaltet werden. Nur am Bug fanden noch Holzkeile Verwendung, um einige größere Holzpartien zu entfernen.

Außerhalb der Arbeitszeiten mußte der Baumstamm ständig feucht gehalten werden, um eine Rißbildung zu vermeiden. Dies wurde mit einer Umwicklung von feuchten Textilien und später auch durch Einfüllen von Wasser in die Höhlung erreicht. Besonders in den letzten Tagen vor der Fertigstellung zeigten sich zunehmend Trocknungsrisse längs der Bordwand und besonders auch an Bug und Heck. Diese schlossen sich jedoch bei ausreichender Durchfeuchtung wieder. Auch nach der Fertigstellung wird der Einbaum immer noch feucht gelagert: im Sommer auf dem Wasser schwimmend, im Winter unter Wasser versenkt.

Nach der vorläufigen Fertigstellung betrug die Dicke der Bordwand etwa 2-4 cm, die Dicke des Bodens etwa 10 cm. Bei der Bearbeitung des sechs Meter langen Stammes stellte sich heraus, daß maximal drei Personen gleichzeitig den Baumstamm bearbeiten konnten.

#### 4. Ergebnisse

##### 4.1. Die Haltbarkeit der Feuersteinbeile

Zur Bearbeitung des gesamten Einbaums wurden insgesamt 21 Beilklingen benötigt. Die Klingen wurden 17mal beschädigt, wovon sechs Beschädigungen reparabel waren. Zwei dieser Klingen konnten zweimal nachgeschlagen und geschliffen werden, weil es sich nur um geringe Schäden handelte. Von den 11 irreparablen Klingen zerbrachen drei

bei einem anfänglichen Test. Durch diese Aufstellung mag der Eindruck entstehen, daß Feuersteinbeile nur eine sehr kurze Haltbarkeit besitzen. Berücksichtigt man allerdings den Zeitpunkt der Beilbrüche, dann fällt auf, daß die meisten Beile im ersten Drittel der Arbeitszeit zerbrachen. Nach der ersten Hälfte der Arbeitszeit sind nur noch zwei Brüche zu verzeichnen.

Das Arbeiten mit Feuersteinbeilen erforderte eine gewisse Einübungszeit, nach der dann etwa mit der gleichen Kraft zugeschlagen werden konnte, wie man sie auch bei einem modernen Stahlbeil einsetzt, ohne daß Beschädigungen auftraten.

Das Beil mit der längsten Haltbarkeit überstand 54 Stunden reine Arbeitszeit. Basierend auf einer exemplarischen Zählung ergaben sich über 205 000 mit diesem Beil ausgeführte Schläge, wobei zu beachten ist, daß es immer noch voll gebrauchsfähig ist.

##### 4.2. Die Ursache der Beilbeschädigungen

Die Gründe für die gelegentlich auf der Schneide entstandenen, nur wenige Millimeter großen Absplisse, konnten nicht ermittelt werden. Der Schaden war durch Nachschleifen jedoch rasch behoben.

Die gravierenden Beilbrüche sind in der Regel wohl dadurch zu erklären, daß sich durch den Beilhieb kein Holz löste, das Beil also im Holz steckenblieb. Während so ein Teil der Beilklinge fest im Holz steckte, entstand durch den großen Schwung eine Drehbewegung des Holzschäftes, die dann zum Abbrechen der Beilklinge führte. Anzumerken ist noch, daß die im Versuch aufgetretenen Brüche denen aus dem Originalfundgut bekannten im Aussehen gleichen.

##### 4.3. Die Gebrauchsspuren auf den Beilen

Eine wichtige Beobachtung war, daß dort, wo die Beilklinge den Druck der Schläge an die Schäftung weitergab, hochglänzende Flächen auftraten, die als Schäftungsglanz bezeichnet werden. In den vorliegenden Fällen wären Rückschlüsse auf die Schäftungsart möglich, da die glänzenden Flächen bei den Dechseln immer nur auf der holzzugewandten Breitseite und bei den Geradbeilen nur auf den Schmalseiten auftraten.



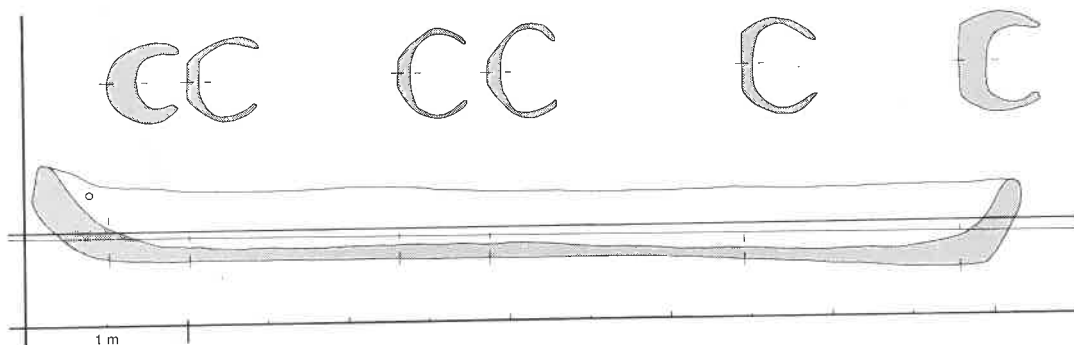


Abb. 3: Schnittzeichnung. Länge: 6,12 m; Breite: Bug 0,50 m, Mitte 0,59 m, Heck 0,63 m.

#### 4.4. Die Beilschäfte

Zu den Schäften mit runden Stielquerschnitten ist anzumerken, daß häufiger nach längerer Arbeitszeit Schmerzen in den Handgelenken auftraten. Diese konnten durch einen ovalen Schaftquerschnitt spürbar gemildert werden. Bei den Dechseln erwies sich der Winkel zwischen Beilklinge und Schaftstiel als besonders entscheidend. Brauchbar war ein Winkel von über 70 und unter 90 Grad.

#### 4.5. Die Arbeitszeit

Rechnet man die Arbeitszeit der drei am Einbaumbau beteiligten Personen zusammen, so ergibt sich eine reine Arbeitszeit ohne Pausen von 244 Stunden 44 Minuten. Nach zwei Jahren entschlossen sich die Verfasser, einige Partien des Bootes weiter auszudünnen, um das Gewicht zu reduzieren. Dazu wurden nochmals 19 Stunden 22 Minuten aufgewendet, so daß die Gesamtarbeitszeit sich auf 264 Stunden 6 Minuten erhöht.

Diese 264 Stunden verteilen sich folgendermaßen: 17,4 Prozent wurden gebraucht für die Abkeiltechnik, 64,1 Prozent zum Aushöhlen, 9,2 Prozent zur Gestaltung von Bug und Heck und 9,3 Prozent zur Feinbearbeitung. Der Einsatz der Beile macht 89,1 Prozent der Gesamtarbeitszeit aus.

#### 5. Die Fahrversuche

Die Fahrversuche (Abb. 2.6) ergaben, daß in dem erstellten Einbaum auf einem ruhigen Gewässer bis zu fünf erwachsene Personen

paddeln können. Bei einer größeren Belastung würde das Freibord nicht mehr ausreichen, um gewisse Kippbewegungen abzufangen.

Der Einbaum kann aber auch von nur einer Person vorangetrieben und nahezu auf der Stelle gewendet werden. Eine Gefahr des Kenterns besteht aufgrund des dicken Bootsbodens nicht. Versuche ergaben, daß selbst bei der einseitigen Belastung einer Bordwand durch zwei erwachsene Personen das Boot weder umkippte noch Wasser hineinschlug. Die größte Gefahr stellen kurze, in den Einbaum hineinschlagende Wellen dar, wie sie z.B. auf den größeren Ostholsteiner Seen ab Windstärke 4-5 auftreten. Ein Befahren der Ostsee bei ruhigem Wetter ist aber durchaus möglich. Aufgrund einer längeren Dünung gelang es den Verfassern, selbst bei Windstärke 6-7 und höheren Wellen als auf den Ostholsteiner Seen, eine weite Ostseebucht zu durchqueren, ohne nasse Füße zu bekommen.

#### 6. Schlußbetrachtung

Insgesamt gesehen erbrachte der vorstehend beschriebene Versuch einige interessante Erkenntnisse.

Deutlich wurde z.B., daß sich Eichenholz sowohl im frischen Zustand als auch zwei Jahre nach der Fällung im gewässerten Zustand sehr gut mit Feuersteinbeilen bearbeiten läßt.

Für eine jungsteinzeitliche Siedlungsgemeinschaft, deren Mitglieder sich ständig bei der

Arbeit ablösen, wäre es so möglich gewesen, einen vergleichbaren Einbaum innerhalb von ca. 11 Tagen fertigzustellen. Diesen 11 Tagen liegt die von den Verfassern benötigte Arbeitszeit zugrunde, und es wird vorausgesetzt, daß täglich acht Stunden lang drei Personen an dem zu erstellenden Einbaum arbeiten. Die Zeitspanne von 11 Tagen reduziert sich aber noch, wenn man die Übung der jungsteinzeitlichen Menschen im Umgang mit Steinbeilen berücksichtigt. Auch muß die von den Verfassern gewählte Methode der Stammbearbeitung nicht unbedingt in allen Punkten mit der neolithischen übereinstimmen.

Sicher ist jedoch, daß den jungsteinzeitlichen Menschen mit den geschliffenen Feuersteinbeilen sehr effektive Arbeitsgeräte zur Verfügung standen. Allerdings ist bei ihrem Einsatz eine größere Konzentration nötig als bei modernen Stahläxten, um Fehlschläge, die leicht zu einem Beilbruch führen, zu vermeiden.

Natürlich ist es nicht möglich, genaue Aussagen zur Haltbarkeit eines Beiles im Neolithikum zu machen. Einerseits kann dies stark von den Eigenschaften des zu bearbeitenden Holzes, andererseits aber auch von der Geschicklichkeit der jeweiligen Person abhängen. Ein heute lebender Mensch wird normalerweise nie die Perfektion im Umgang mit einem Steinbeil erreichen, die ein jungsteinzeitlicher Mensch besaß, der schon in der Kindheit spielerisch die Benutzung erlernte.

#### 7. Die technischen Daten auf einen Blick

Länge über alles: 6,12 m  
Breite -Bug: 0,50 m  
-Mitte: 0,59 m  
-Heck: 0,63 m

Tiefgang (Heck): Freibord (Heck):  
ohne Belastung: 22 cm : 32 cm  
mit drei Personen: 29 cm : 25 cm

Durchschnittliche Reisegeschwindigkeit:  
3,5 km/h (3 Paddler)

Antriebsmöglichkeiten: sitzend oder stehend  
paddeln, staken, treideln.

Antriebsleistung: max. 5 Paddlerstärken  
Wendekreis: 6,12 m  
Leergewicht: 420 kg  
Zulässiges Gesamtgewicht: 840 kg

#### Literatur:

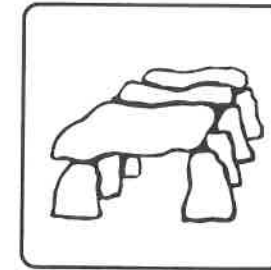
- BRØNSTED, J. (1960): Nordische Bronzezeit Bd.1. Neumünster.  
ELLMERS, D. (1986): „Einbaum“. - Hoops Reallexikon der Germanischen Altertumskunde 6.  
HINGST, H. (1951): Ein geschäftetes Beil von Warnstorf. -Offa 9.  
JOHNSTONE, P. (1980): The sea-craft of prehistory. London.  
SCHNALL, U. (1986): „Einbaum“. - Hoops Reallexikon der Germanischen Altertumskunde 6.  
TROELS-SMITH, J. (1946): Stammebåde frå Åamose. - Nationalmuseets Arbejdsmark: 15-23.  
VAN ZEIST, W. (1957): De mesolithische boot von Pesse. - Nieuwe Drents Volksalmanak: 4-11.

#### Anschriften der Verfasser:

Marco Adameck  
Tilsiter Str. 3  
D-2080 Pinneberg

Marquardt Lund  
Am Landpflegeheim 40  
D-2000 Hamburg 53

Kai Martens  
Stockflethweg 14  
D-2000 Hamburg 62



Wieviel Aufwand für ein Grab?

# Die Arbeitsleistung für das Großsteingrab Kleinenkneten 1

Johannes Müller

## Voraussetzungen

Megalithanlagen werden in einer Zeitspanne zwischen etwa 4500 und 3200 v. Chr. in weiten Teilen Europas errichtet (MÜLLER 1987, 71-75): auf der Iberischen Halbinsel, an der französischen Atlantikküste, auf den britischen Inseln, in Skandinavien und schließlich auch in Norddeutschland, um nur einige der wichtigsten Fundprovinzen zu nennen (FISCHER 1979, 27-42).

Noch bis vor wenigen Jahrzehnten wurde eine gerichtete Verbreitung dieser Anlagen mit einem „innovativen“ Ursprungszentrum im östlichen Mittelmeerraum postuliert. Dagegen deuten inzwischen die beobachteten lokalen und regionalen Unterschiede in der Architektur der Großsteinanlagen sowie die chronologischen Unterschiede zwischen den Regionen auf möglicherweise mehrere Entstehungszentren der neuen Bauweise hin (RENFREW 1976, 198-220). Noch in jüngster Zeit wurden vollkommen unabhängig voneinander in verschiedenen Regionen der Welt große Steinblöcke zu Megalithanlagen zusammengesetzt, so daß wir insgesamt eher von einem „Anlagentyp“ und nicht von einer diffusionistisch verbreiteten Erscheinung sprechen müssen. Die Verfügbarkeit lokalen Baumaterials, die unterschiedlichen Funktionen im Rahmen der prähistorischen Gemeinschaften und die Differenzen im Totenbrauch werden offenbar auch in architektonischen Unterschieden sichtbar, z.B. zwischen den Langbetten der Trichterbecherkultur und den „chambered cairns“ des britischen Spätneolithikums.

Eng verbunden mit der Frage nach der Bewertung von Großsteinanlagen im Span-

nungsfeld regionaler und überregionaler Zusammenhänge ist die Frage, ob lokale Gemeinschaften überhaupt fähig sind, solche Bauwerke mit einfachen technischen Mitteln und nur begrenzt verfügbarer Arbeitskraft zu errichten. Da die potentielle Arbeitskraft solcher Gemeinschaften nur schwer abzuschätzen ist, entstand die Idee, die in einem Megalithgrab steckende „Arbeitsleistung“ zu berechnen.

## Experimenteller EDV-Einsatz

Aufgrund experimentell-archäologischer Erfahrungen mit Erd- und Steinarbeiten und



Abb. 1: Grundrißplan der Anlage Kleinenkneten 1 (MICHAELSEN 1978).

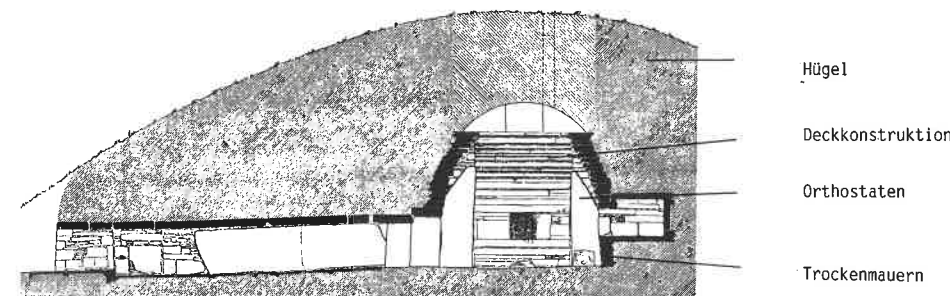
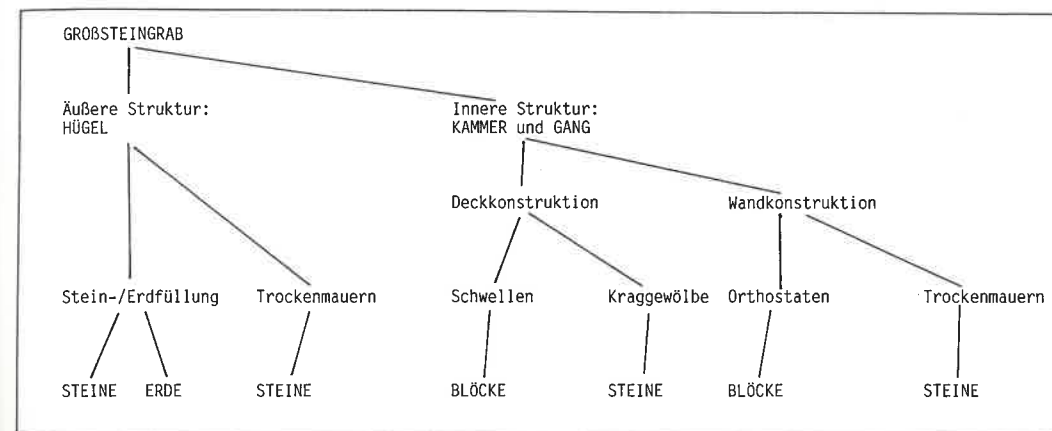


Abb. 2: Bauelemente und Arbeitsprozesse bei der Errichtung eines Großsteingrabes.

ethnographischen Beobachtungen konnte ein EDV- Programm erarbeitet werden, das die „Leistung“ für monumentale Anlagen unter der Prämisse nur einfacher technischer Hilfsmittel berechnet. „Neolithische Verhältnisse“ werden dabei qualitativ mit nichtindustriellen Produktionsweisen noch lebender Völker verglichen. Standarddaten für die anfallenden „Arbeitsschritte“ können, über das Programm kombiniert, für jede Großsteinanlage benutzt werden.

Mit Hilfe dieses Programmes wurden die „Arbeitsleistungen“ für unterschiedlichste Megalithanlagen errechnet (MÜLLER 1990, in Druck). Auch für die Großsteingrabanlage Kleinenkneten 1 (Abb. 1), deren guter Erhaltungszustand dokumentiert ist und deren Bauelemente sich rekonstruieren lassen (MICHAELSEN 1978, 215-249), wurde versuchsweise eine solche Leistungsberechnung vorgenommen.

Bei der Großsteingrabanlage Kleinenkneten

1, Landkreis Oldenburg, handelt es sich um eines jener monumentalen Langbetten der Trichterbecherkultur, die zwischen Südpolen und den Niederlanden beobachtet werden. Im Zentrum der 70 m langen Steinsetzung befindet sich ein Ganggrab, das u.a. aus mehreren Monolithen zusammengesetzt ist und ursprünglich wohl als Bestattungsplatz diente. Kleinenkneten 1 wurde 1934 und 1936 ausgegraben, rekonstruiert und zeitweise als Beispiel „nordischer“ Architektur für die nationalsozialistische Ideologie mißbraucht. Ein entscheidendes Argument spielte dabei u.a. die angenommene, für den Bau geleistete Gemeinschaftsarbeit.

## Die Bauelemente in Kleinenkneten 1

Um das Programm „Megawork“ anzuwenden, mußten zuerst aus Grabungsbericht und Rekonstruktionsversuchen die Bauele-

mente der Anlage differenziert und aufgeschlüsselt werden (Abb. 2):

1) Trägersteine bilden das Gerüst der Grabkammer und des Ganges. Tonnenschwere Findlinge aus Granit mußten herantransportiert und in vorbereiteten Standgruben aufgerichtet werden.

2) Trockenmauern aus plattig gebrochenen Graniten füllen die Lücken zwischen Trägersteinen sowohl der Kammer und des Ganges als auch der äußeren Fassade.

3) Eine Steinpackung aus unbearbeiteten Geröllern stützt als Mantel die Innenkammer, den Gang und teilweise auch die Fassade. Eine Pflasterung der Grabkammer besteht aus unbearbeiteten Geröllern und Sand.

4) Vier bis zu 42 Tonnen schwere Decksteine der Kammer bzw. des schmalen Ganges mußten, über die schiefe Ebene der Steinpackung transportiert, auf die Trägersteine der jeweiligen Wände gelegt werden.

5) Ein Erdhügel füllt die gesamte Anlage aus und bedeckt die eigentliche Grabkammer. Versuchsweise können die Arbeiten für diese Bauelemente differenziert werden:

1) Rohstoffgewinnung: Steine müssen gelockert und gebrochen, Erde muß gewonnen, Findlinge müssen gesucht und aufgefunden werden.

2) Transport zum Bauplatz: Erde, Steine, Gerölle und große Findlingsblöcke müssen aufgeladen, transportiert und abgeladen werden.

3) Verarbeitung: Findlingsblöcke müssen als Träger aufgerichtet und als Decksteine auf-

gelegt, Steine müssen vermauert, Gerölle gepflastert bzw. aufgeschichtet und Erde muß aufgefüllt werden. Dafür sollen der Bauplatz vorbereitet (z.B. von Gestrüpp befreit) und Standgruben für Trägerelemente gegraben sein.

#### Rohstoffgewinnung

Das Losschlagen von Steinen und das Lockern von Erde wurde bei verschiedenen Versuchen mit unterschiedlichem Werkzeug gemessen. Abb. 3 listet die Ergebnisse für einen Zeitaufwand von einer Stunde für eine Person auf. Beispiele für das Steinebrechen mit einfachen Holz- oder auch Eisenstangen liegen vor (Abb. 4).

Unter den anzunehmenden Bedingungen zur Zeit des Baues von Megalithanlagen (keine Metallgeräte, geübte Handarbeiter), werden folgende Daten im Programm „Megawork“ veranschlagt:

Steinebrechen: 330 kg pro Personenstunde.

Erde lockern: 676 kg pro Personenstunde.

Für Granit oder Gneis ist ein etwa 40 Prozent höherer Zeitaufwand beim Brechen und Bearbeiten als bei Kalk- oder Sandstein zu veranschlagen.

#### Rohstofftransport

Für das Laden, Tragen und Abladen von Rohmaterial bzw. das Ziehen großer Blöcke

liegen die Daten aus Abb. 5 vor. Ein Stich aus dem 19. Jahrhundert dokumentiert eindrucksvoll, wie im Himalaja nur mit Holzstämmen und Seilen riesige Blöcke getragen und aufgerichtet werden (Abb. 6a). Die Versuchsbedingungen in Uxmal, Mexiko (u.a. mit kundigen Handarbeitern), entsprechen am ehesten „neolithischen Verhältnissen“. Für den Transport von großen Blöcken soll der Einsatz von Rollen und Schlitten angenommen werden. Tatsächlich sind ab der mittleren Steinzeit Schlitten nachgewiesen (PIGGOT 1983, 36). Für das EDV-Programm müssen folgende Daten als Standard berücksichtigt werden:

Steintransport: 50 kg pro Personenstunde auf 1 km Distanz

Erdtransport: 455 kg pro Personenstunde auf 100 m Distanz

Ziehen großer Blöcke auf Rollen und Schlitten: pro Tonne etwa 132 Personenstunden auf 1 km Distanz

Beachtenswert ist auch die Tatsache, daß nach den Angaben für Orkney allein 40% der Arbeitszeit für das Aufladen benötigt werden.

#### Verarbeitung am Bauplatz

Für Arbeiten, die mit prähistorischen Aktivitäten am Bauplatz vergleichbar sind, liegen die Daten aus Abb. 7 vor. „Beste“ Daten für das einfache Trockenmauern finden sich bei den traditionellen Maurern auf Orkney. Das Aufstellen der Blöcke ist auf den Osterinseln am



Abb. 4: „Steineschlagen“ am Khali Gandaki in Nepal, 1984 (Foto: Müller).

realistischsten durchgeführt worden: Ein Steinhafen mit schiefer Ebene wurde als Rampe benutzt (Abb. 6b). Für das Auflegen von Decksteinen auf die Träger von Grabkammer und Gang liegen bisher keine vergleichbaren Beobachtungen vor; da aber das Ziehen dieser Steine über die Hügel- schüttung am vorgesehen Platz möglich ist, wer-

Abb. 3: Vergleichsdaten zur Rohstoffgewinnung verschiedener Materialien (nach MÜLLER 1990).

Material	Menge	Arbeitsmittel	Personen	Ort
Kalkstein	330 kg	Holzstangen	Geübte Maya	Uxmal, Mexiko
Kalkstein	1000 kg	Eisenstangen	Geübte Maya	Uxmal, Mexiko
Erde	676 kg	Grabstöcke	Geübte Maya	Uxmal, Mexiko
Sandstein	2030 kg	Eisenwerkzeug	Trad. Arbeiter	Orkney, Schottland
Kreide	152 kg	Geweihschaufeln	Versuchsperson	Overton Down, England
Kalkstein	750 kg	Eisenwerkzeug	Versuchsperson	Overton Down, England
Oolith	63 kg	Geweihschlämmer	Versuchsperson	Rodmarton, England
Kalkstein	180 kg	Silexklingen	Versuchsperson	Mexiko, Mexiko
Erde	84 kg	Holzschauflern	Versuchsperson	Marburg, BRD

Abb. 5: Vergleichsdaten zum Zeitaufwand beim Transport von Erde, Steinen und Blöcken (nach MÜLLER 1990).

Aktivität	Material	Gewicht	Distanz	Hilfsmittel	Ort	Pers.	Zeit
Transport	Steine	50 kg	1000 m	Körbe	Uxmal, Mexiko	1	1 h
Transport	Erde	455 kg	100 m	Körbe	Uxmal, Mexiko	1	1 h
Transport	Erde	222 kg	10 m	Körbe	Marburg, BRD	1	1 h
Transport	Steine	157 kg	bis 100 m	Körbe	Marburg, BRD	1	1 h
Tragen	Block	1 t	7000 m	Seile	Kolumbien	35	1 Woche
Ziehen	Block	1 t	0,66 km	Schlitten	Salisbury, England	22	8 h
Ziehen	Block	4 t	1,2 km	Schlitten	Salisbury, England	100	9 h
Ziehen	Block	30 t	1,2 km	Schlitten	Salisbury, England	700	9 h
Aufladen	Steine	4,5 t	23 m	Körbe	Orkney, Schottland	1	8 h
Befördern	Körbe	6,68 t	23 m	Körbe	Orkney, Schottland	1	8 h

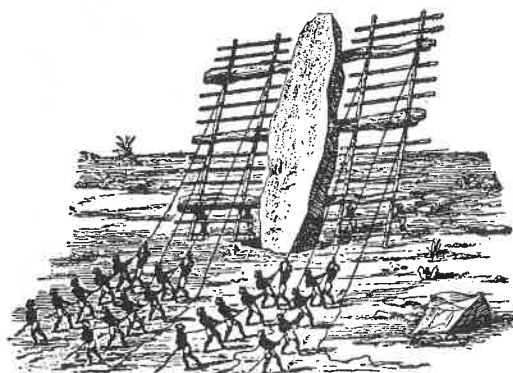
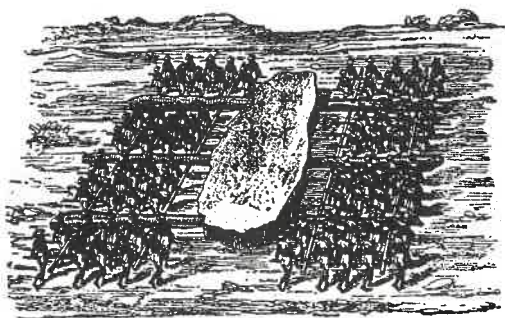


Abb. 6a: Transport und Aufrichten eines großen Steinblockes im Himalaja im 19. Jahrhundert (Lewis 1876 nach HEIZER 1966: 823).

den die Daten für das Ziehen am Seil ohne Rollen und Schlitten umgerechnet. Insgesamt ergeben sich aus allen Daten folgende Standardwerte für „Megawork“:  
 Errichten eines Steinmantels: 400 kg pro Stunde (halbe Zeit des Trockenmauerns);  
 Ausheben von Gruben: 675 kg pro Stunde;  
 Aufstellen von Orthostaten: 65 Personenstunden pro Tonne.  
 Niederlegen der Decksteine: 35 Personenstunden pro Tonne.

#### Die Arbeitsleistung in Kleinenkneten 1

Über die Grabungsdokumentation für Kleinenkneten 1 konnten fast sämtliche Bauelemente „quantifiziert“ und die investierte Leistung durch das Programm „Megawork“ in

Personenstunden ausgerechnet werden. Dabei wurde über das Volumen der Bauelemente in Verbindung mit dem spezifischen Gewicht für Granit die Tonnenzahl z.B. der großen Blöcke ermittelt.

Folgende Arbeiten waren für die Konstruktion von Kleinenkneten 1 zu bewerkstelligen (Abb. 8):

(1) Kammer: Neun kleinere Trägersteine (je ca. 2 t), ein mittlerer Träger (5 t), ein großer Träger (ca. 8,6 t) und drei Decksteine von ca. 15 t bzw. 42 t Gewicht müssen herantransportiert werden; Standgruben von ca. 2 m<sup>3</sup> sind zu graben; ca. 90 m<sup>3</sup> Geröll sind zu beschaffen und über 3 m<sup>3</sup> Granit plattig zu brechen. Das Material soll schließlich aufgerichtet, vermauert, aufgeschüttet und aufgelegt werden. Dazu ist der Kammerboden zu pflastern.

(2) Gang: Vier insgesamt ca. 4 t schwere Blöcke und ca. 1 m<sup>3</sup> zu brechendes Steinmaterial müssen beschafft werden. Nachdem Standgruben von einem geringen Volumen ausgehoben sind, können die Blöcke aufgerichtet, Steine trockenvermauert und die Decksteine aufgelegt werden.

(3) Außenanlage: Es müssen 69 durchschnittlich ca. 2 t schwere Blöcke für die äußere Fassade herantransportiert, Standgruben von insgesamt ca. 60 m<sup>3</sup> Umfang gegraben und die Blöcke aufgerichtet werden. Für die Schüttung im inneren Teil des Langbettes werden 700 m<sup>3</sup> Erde gelockert und herantransportiert.

Die Arbeitsgänge direkt am Bauplatz belaufen sich auf 33160 Personenstunden, davon betreffen fast 77% die Außenanlage und nur 23% Kammer- und Gangkonstruktion (Abb. 9). Den größten Teil der Arbeiten nehmen das Aufrichten der Blöcke zu Trägersteinen und das „Auflegen“ der Decksteine ein. Im Vergleich dazu bleibt der Zeitaufwand für das Aufschütten von Erde, das Errichten der Steinpackung, das Trockenmauern und auch das Graben der Standgruben unbedeutend. Bei den Angaben zum Transport werden Entfernungen von durchschnittlich 100 m für Erde, 1 km für Steine und Gerölle und ebenfalls 1 km für große Blöcke angenommen. Dieses Modell bleibt spekulativ, da z.B. die tatsächliche Dichte von Findlingen in einer vom Menschen nahezu unberührten Landschaft nicht kalkuliert werden kann. Immerhin müssen nach diesen Berechnungen 74490



Abb. 6b: Experimente beim Aufrichten eines großen Steines auf den Osterinseln (HEYERDAHL 1969).

Personenstunden investiert werden, um sämtliche Rohmaterialien zur Baustelle zu befördern (Abb. 10).

Die Rohstoffgewinnung ist offenbar kein Problem, da nur 1400 Personenstunden für das Lockern von Erde und Spalten von Steinen aufgewendet werden müssen (Abb. 11). Unberücksichtigt bleibt die Zeit des Suchens nach geeigneten Findlingen.

Die Gesamtarbeitsleistung beträgt demnach ca. 109500 Personenstunden, wobei das Vorbereiten des Bauplatzes unberücksichtigt bleibt (Abb. 12). Es könnten also z.B. 100 Personen bei einem 10-Stunden-Tag in weniger als 3½ Monaten das Großsteingrab Kleinenkneten errichten.

#### Konsequenzen

Auch wenn weder die Planungszeit, die für das Aufsuchen geeigneter Findlinge benötigte Zeit noch die exakten Transportwege für

das Rohmaterial berücksichtigt werden können, gibt eine „Arbeitsleistungsberechnung“ doch einen Eindruck vom Aufwand beim Bau des Grabes wieder.

Auffällig ist, daß die Errichtung von Kleinenkneten 1 offenbar z.B. die notwendige Zeit zum Bau eines „normalen“ atlantischen Ganggrabes um eine Zehnerpotenz übersteigt (MÜLLER 1990, in Druck). Eventuell werden hier bereits angesprochene Unterschiede zwischen einzelnen Regionen mit Megalithgräbern und deren Ausgangsbedingungen sichtbar.

Insgesamt bleibt jedoch überall die investierte Leistung geringer als erwartet. Auch unter spätneolithischen Verhältnissen ist es möglich, solche monumentalen Anlagen in relativ kurzer Zeit zu errichten. Beachtenswert ist weiterhin, daß bei verschiedenen Megalithangaben, bei denen entsprechende radiometrische Daten vorliegen, eine Mehrphasigkeit nachgewiesen ist (HEDGES 1983, 199-212). Dementsprechend dürfte das

Großsteingrab Kleinenkneten 1 durchaus von einer kleinen prähistorischen Gemeinschaft oder einem Zusammenschluß nur weniger lokaler Gruppen errichtet worden sein. Eine ausgeprägt hierarchisch strukturierte und arbeitsteilig organisierte Gesellschaft ist nicht Voraussetzung, um ein solches Bauwerk zu errichten. Statt dessen könnten wir - natürlich rein spekulativ - Vergleiche mit Stammes- oder Clanorganisationen auf den Osterinseln oder in Nigeria anstellen. Innerhalb solcher Lebensbedingungen existiert „Arbeit“ in unserem heutigen Sinne nicht. Der Zeitaufwand für Kleinenkneten 1 war sicherlich in verschiedenste alltägliche, rituelle oder anders geartete Lebensaktivitäten eingebunden.

**Literatur:**

FISCHER, U. (1979): Europäische Verbindungen der niedersächsischen Großsteingräber. In: Schirinig, H. (Hg.): Großsteingräber in Niedersachsen: 27-42. Hildesheim.  
 HEDGES, J.W. (1983): Isbister: a chambered cairn in Orkney. British Archaeological Report 115. Oxford.

HEIZER, R.F. (1966): Ancient Heavy Transport, Methods and Achievements. - Science 153: 821-830.  
 HEYERDAHL, T. (1969): Aku-Aku. Das Geheimnis der Osterinseln. Frankfurt/M., Berlin.  
 MICHAELSEN, K. (1978): Die Ausgrabungen der beiden Hünenbetten von Kleinenkneten in Oldenburg 1934-39. - Oldenburger Jahrbuch, Bd. 75/76: 215-249.  
 MÜLLER, J. (1987): Ein Vergleich von Radiokarbon-Daten west- und nordeuropäischer Megalithgräber.- Archäologisches Korrespondenzblatt 17: 71-75.  
 MÜLLER, J. (1990): Arbeitsleistung und gesellschaftliche Leistung bei Megalithgräbern: Das Fallbeispiel Orkney.- Acta Praehistorica et Archaeologica 22 (im Druck).  
 PIGGOT, S. (1983): The earliest Wheeled Transport. James and Hudson.  
 RENFREW, A.C. (1976): Megaliths, territories and populations. In: de Laet, S. (Hg.): Acculturation and Continuity in Atlantic Europe: 198-220. Ghent.

**Anschrift des Verfassers:**

Johannes Müller M.A.  
 Institut für Ur- und Frühgeschichte  
 Belfortstr. 22  
 D-7800 Freiburg

Abb. 7: Vergleichsdaten zu den Arbeiten am Bauplatz (nach MÜLLER 1990).

Aktivität	Gewicht Material	Hilfsmittel	Personen	Ort	Pers.zahl	Zeit
Trockenmauern	212 kg	Steine	trad. Arbeiter	Orkney, Schottland	1	1 h
Trockenmauern	75 kg	Steine	Eisenwerkzeug	Uxmal, Mexiko	1	1 h
Blöcke aufstellen	25-30 t	Block	Holzstangen, Steine	Osterinseln, Chile	12	18 Tage
Blöcke aufstellen	2 t	Block	Holzrampe, Schulterstangen	La Venta, Mexiko	35	

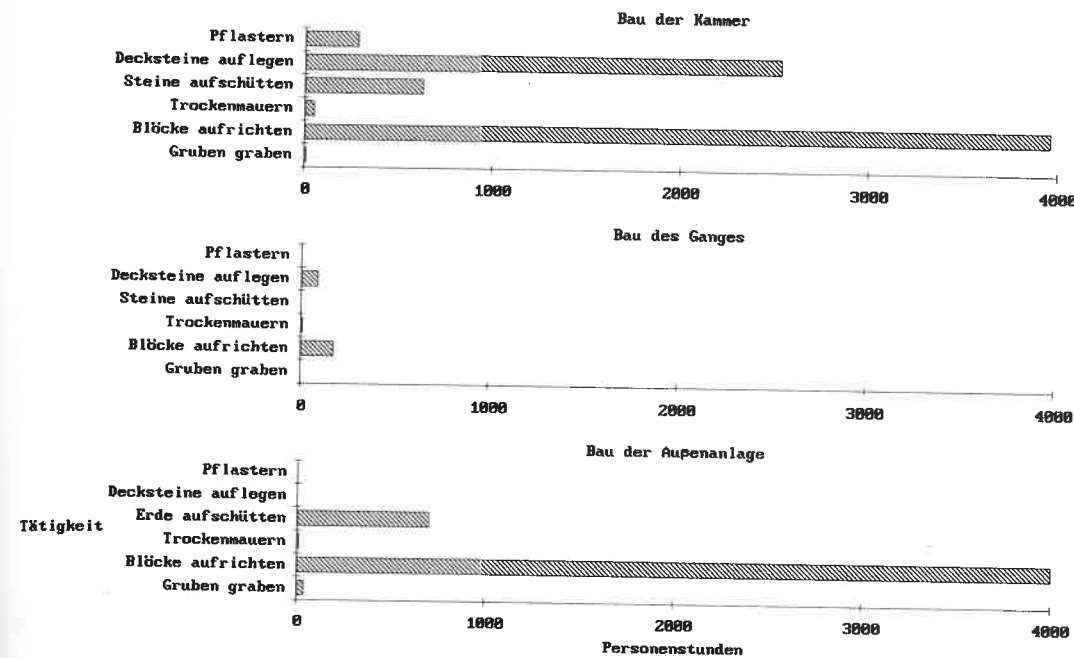


Abb. 8: Berechnete Arbeitsleistung für den Bau von Kammer, Gang und Außenanlage in Kleinenkneten 1.

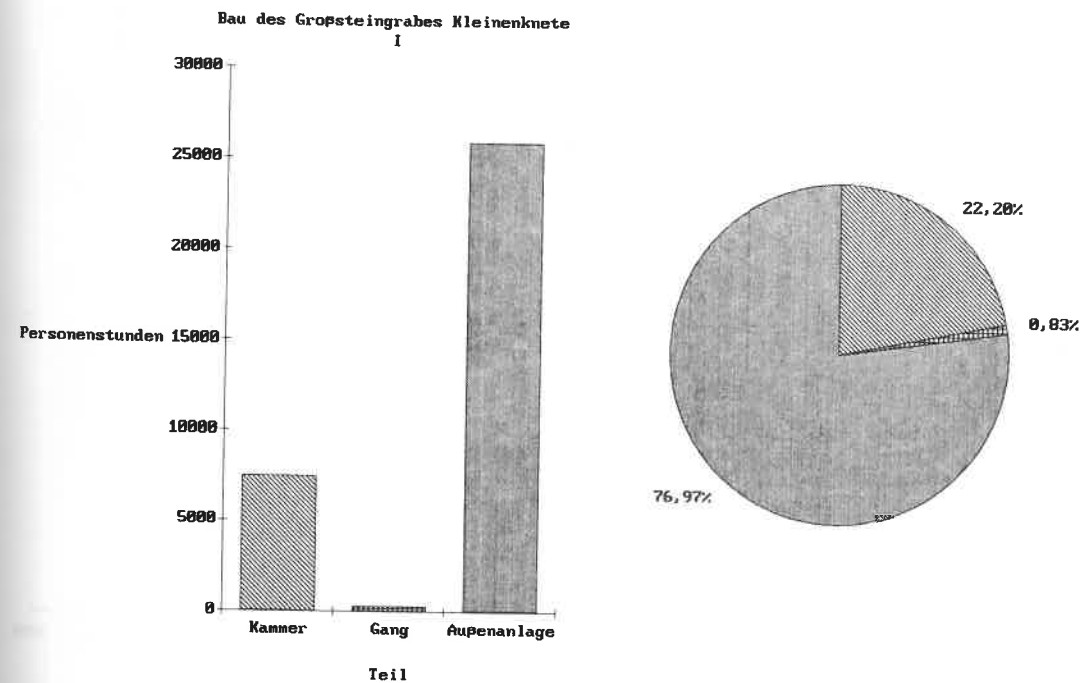


Abb. 9: Verhältnis der aufgewandten Leistung für Kammer, Gang und Außenanlage in Kleinenkneten 1.

Transport von Baumaterial

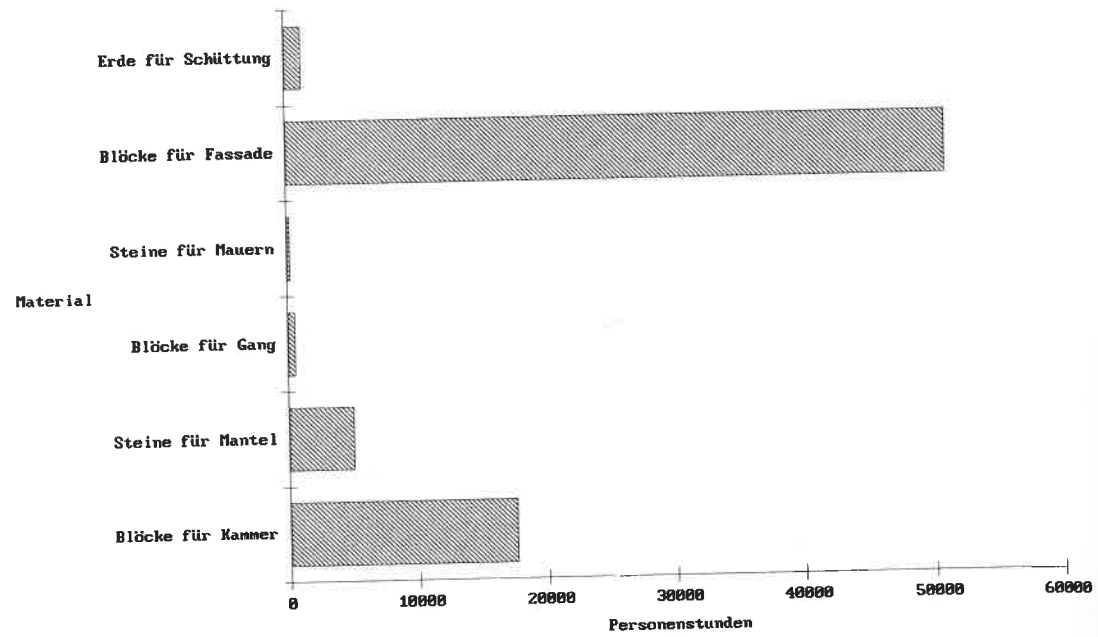


Abb. 10: Berechnete Arbeitsleistung für den Transport von Erde, Steinen und großen Blöcken zum Bauplatz in Kleinenkneten 1. Für Erde wird hypothetisch eine zu bewältigende Distanz von 100 m angenommen, für Steine und für große Blöcke von 1 km.

Rohstoffgewinnung

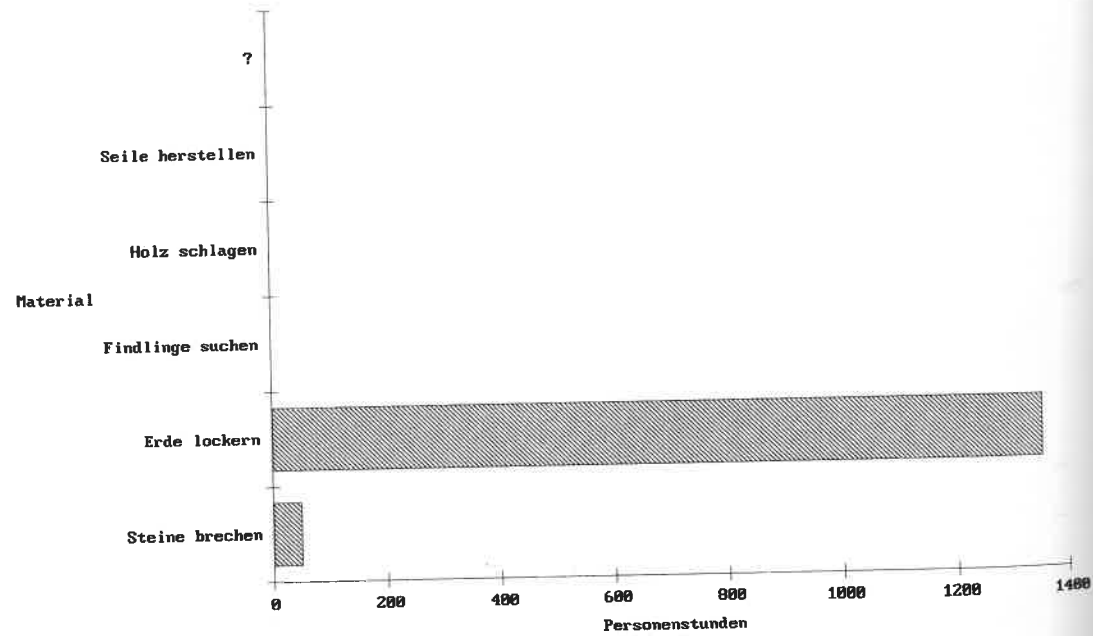


Abb. 11: Berechnete Arbeitsleistung für die Gewinnung von Rohstoffen in Kleinenkneten 1.

Gesamtleistung für Kleinenkneten 1

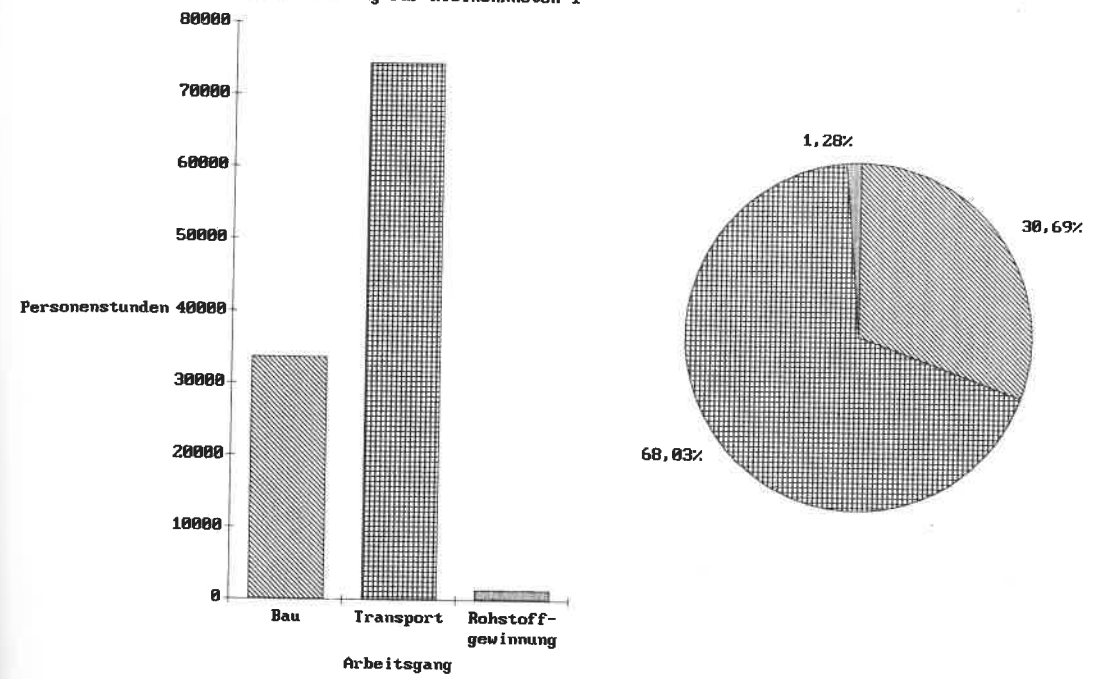


Abb. 12: Verteilung der Gesamtarbeitsleistung von fast 110 000 Personenstunden auf Bau, Transport und Rohstoffgewinnung in Kleinenkneten 1.

## Experimenteller Nachbau eines spätbronzezeitlichen Hügelgrabes auf den Lahnbergen bei Marburg\*

Jens Schulze-Forster und Dirk Vorlauf

Forschungssituation und methodischer Ansatz

Die Anregung zum vorliegenden Experiment ging von den langjährigen Forschungen zu spätbronzezeitlichen Hügelgrabanlagen auf den Lahnbergen bei Marburg aus und nicht von grundsätzlichen Überlegungen zu Erd- und Steinarbeiten bei prähistorischen Bauten.

Wissenschaftliche Untersuchungen finden seit den siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts auf den Lahnbergen statt (DOBIAT 1986a), wobei die Kartierungen des Frankfurter Gymnasialprofessors G. Wolff vom Beginn unseres Jahrhunderts noch heute vielfach grundlegend für die Auffindung der zahlreichen Kleinnekropolen und Einzelgrabhügel sind (WOLFF 1919, 37-40 und 115-143, Abb. 13-18). Von den wohl mehr als 200 Grabhügeln - eine Zahl, die heute reine Literaturliteraturauswertung widerspiegelt und durch neue Geländebegehungen präzisiert werden müßte (DOBIAT 1986b und KERN 1966, 22, Anm. 3) - wurden immer wieder einzelne untersucht, die beinahe alle in die späte Bronzezeit datierten. Jedoch erfaßte man dabei nur einzelne Hügel weniger Nekropolen, so daß beispielsweise auch hügelgräberbronzezeitliche oder hallstattzeitliche Anlagen in größerer Zahl vorhanden sein könnten. Mit den neuen Untersuchungen des Vorgeschichtlichen Seminars der Universität Marburg (1983-87) konnten erstmals drei Nekropolen vollständig erforscht werden. Durch dieses Material kann die Diskussion um urnenfelderzeitliche

Bestattungssitten im Marburger Raum auf eine neue Grundlage gestellt werden.<sup>1</sup> Es bleibt allerdings zu hoffen, daß - als Ergänzung und Weiterführung der „Gräberarchäologie“ - für die Zukunft bereits angestrebte Untersuchungen zugehöriger Siedlungsstellen verwirklicht werden können (DOBIAT 1986a, 39).

Solange eine genauere Kenntnis der Siedlungen fehlt, basiert jede Betrachtung urnenfelderzeitlicher Verhältnisse auf den Grabfunden. Folglich kann auf Fragen wie Sozialinterpretation, Besiedlungsstruktur u.ä. rein archäologisch nur im Rahmen dieser einseitigen Quellenlage eingegangen werden. Tatsache bleibt aber, daß gerade die Sitte der Bestattung unter Grabhügeln während der Urnenfelderzeit eine Besonderheit darstellt. Scheint die Errichtung von Grabhügeln auf den Lahnbergen noch eine Fortführung hügelgräberbronzezeitlicher „Traditionen“ zu sein, so treten sie allerdings in Verbindung mit der „neuen“ urnenfelderzeitlichen Sitte der Brandbestattung auf (DOBIAT 1986a, 25-26, 29). Reine Flachgräber, die man eigentlich als kennzeichnend für die Urnenfelderkultur ansieht, konnten bislang nicht schlüssig nachgewiesen werden (DOBIAT 1986a, 21, 30, 36, 39).<sup>2</sup>

Daraus ergibt sich als eine der grundlegenden Fragen, welche Personengruppe in diesen Hügelgräbern repräsentiert wird. Man könnte etwa an sozial hochgestellte Persönlichkeiten denken, bei denen ein Grabhügel als Merkmal ihrer Würdigung angesehen werden kann. Diese Annahme würde sich als wahrscheinlich erweisen, wenn für die Erstellung einer solchen Anlage ein großer Arbeitsaufwand geleistet werden müßte. In der Tat variiert neben der Art der Grablegung auch der Hügelbau, wobei eine deutliche Relation zwischen Größe des Hügels und Quantität der Keramikausstattung beobachtet werden kann (DOBIAT 1986a, 36-37). Der Durchmesser der Anlagen bewegt sich zwischen 3 m und 17,5 m. Deutlich fällt in diesem Gesamtbild der Grabhügel U 11 in der Gruppe „Neuer Botanischer Garten“ durch Konstruktion und Maße (17,5 m) auf.<sup>3</sup>

Für das vorliegende Experiment ergab sich somit die konkrete Fragestellung, wie solche Anlagen unter dem Gesichtspunkt von Arbeits- und Zeitaufwand bewertet werden können. Ebendiese Überlegungen werden häufig

bei der Interpretation und Auswertung von Hügelgrabanlagen einbezogen, jedoch fehlen meist allgemeingültige quantitative Erfahrungswerte unter gleichzeitiger Berücksichtigung gewisser Organisationsformen. Ergebnisse hierzu kann schwerlich der archäologische Befund liefern, obwohl dieser einen gewissen Rahmen vorgibt, innerhalb dessen die Lösung gesucht werden muß.

Allgemeine Anhaltspunkte können sicherlich auch antike Schriftquellen bieten, wobei in diesem Fall die Bestattung des Patroklos in Homers Ilias in Frage kommt (Ilias 23, 250-257; vgl. auch die Parallelstelle der Bestattung des Hektor ebd. 24, 788-804). Natürlich liefert diese Schilderung keine echt quantitativen Werte, vermittelt aber eine Vorstellung von der Wertigkeit des Hügelbaus.

Die Ethnologie bietet durchaus in gewissem Maße verwendbare Parallelen, wie M.K.H. Eggert (1988) kürzlich zeigte. Detaillierte Beschreibungen der Errichtung von Hügelgräbern liegen allerdings nicht vor.

Methodisch am aussichtsreichsten scheint daher die experimentelle Archäologie zu sein, um den obengenannten Fragen näherzukommen, da nur hier die Möglichkeit besteht, die Versuchsbedingungen im voraus gezielt an den Fragestellungen zu orientieren und Ergebnisse entsprechend dokumentarisch festzuhalten. Leider sind die wenigen bisher in dieser Richtung durchgeführten Versuche wegen mangelnder Dokumentation oft nur eingeschränkt verwendbar (COLES 1973, 68, 70). Bei dem durchgeführten experimentellen Nachbau eines spätbronzezeitlichen Hügelgrabes war es daher unser besonderes Anliegen, klare Voraussetzungen zu erarbeiten und jeden Schritt des Versuchs genau zu dokumentieren.<sup>4</sup>

### Versuchsvorbereitung

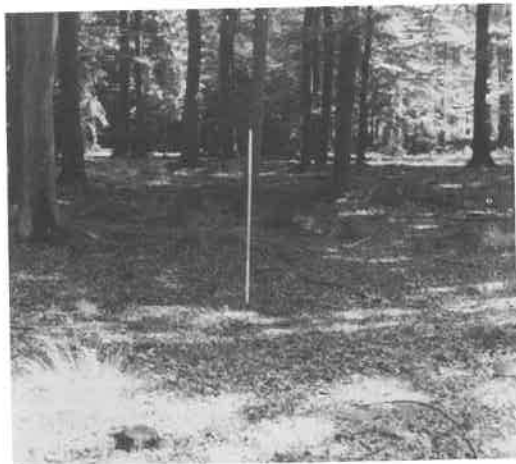
Um möglichst relevante Versuchsergebnisse zu erzielen, gilt natürlich der Anspruch - soweit dies überhaupt sinnvoll und durchführbar ist -, unter denselben Bedingungen wie in der Urnenfelderzeit zu arbeiten. Ganz entscheidend war hierbei die Wahl von Ort und Werkzeug. Glücklicherweise konnte ein Geländestück am „Lichter Küppel“ auf den Lahnbergen genutzt werden, das in unmittelbarer Nähe der bereits untersuchten Hügel-

gräbernekropole „Lichter Küppel“ liegt.<sup>5</sup> Besser wäre es sicherlich nicht möglich gewesen, den prähistorischen Bedingungen geologisch und topographisch zu entsprechen.

Da Funde von Holzwerkzeugen insgesamt sehr selten sind und auch aus dem Marburger Raum nicht vorliegen, mußte auf einen Späthallstattzusammenhang, den Magdalenenberg bei Villingen, zurückgegriffen werden. Selbst wenn dort die verschiedenen Holzspaten, die wohl mit der Beraubung von Grab 1 in Verbindung stehen (SPINDLER 1971, 42-43), wesentlich jünger sind, schließt dies keineswegs aus, daß während der späten Bronzezeit schon typologisch gleichartige Werkzeuge benutzt worden sind. Daß die urnenfelderzeitliche Bevölkerung überhaupt Kenntnis von solchen Holzgeräten hatte, steht wohl außer Frage. Für das Experiment wurden aus dem Typenspektrum der Magdalenenberg-Spaten zwei ausgewählt (Abb. 8) (SPINDLER 1971, 38, Katalog Nr. 104 u. 106; Taf. 10,2 u. 10,4), die aus rein praktischen Erwägungen am besten geeignet waren.<sup>6</sup> Da uns kein Befund von Erdhacken oder ähnlichem vorlag, mußte der eine Spatentyp möglichst schlank und daher gut zum Abstechen und Lockern von Erde geeignet sein, der zweite sollte hingegen als Schaufel dienen. Wichtig war weiterhin eine gute Erhaltung der Vorbilder, um Nachbildungen ohne allzu große Ergänzungen herzustellen. Bei den Behältnissen zum Erdtransport wurde - angelehnt an Funde vom Magdalenenberg (SPINDLER 1980, 157-159; Taf. 49-50; Beilage 2,3) - auf drei zweihenklige Weidenkörbe zurückgegriffen; zwei mit dreißig Liter Volumen und ein großer mit fünfzig Liter (Abb. 7). Die genaue Konstruktion der Anlage bereitete wider Erwarten Schwierigkeiten, zeigten doch gerade die letzten Ausgrabungen auf den Lahnbergen, daß es keinen im Detail einheitlichen Konstruktionstyp gibt (DOBIAT 1986a, 37-38). Folgende Werte ergaben sich unter der Voraussetzung, eine Grabanlage von möglichst durchschnittlichem Format errichten zu wollen:

- sieben Meter Gesamtdurchmesser, bei einer maximalen Höhe der Hügelanschüttung von einem Meter;
- zentrale, dreißig Zentimeter in den Waldboden eingetiefte Grabgrube mit Steinabdeckung;
- in Trockenmauertechnik ausgeführte Ring-





1



2



3

mauer (einreihig, vierlagig), die in diesem Fall die Hügelschüttung abstützt und vor Erosion bewahrt.

#### Versuchsdurchführung

Der Waldboden wurde auf einer Fläche von 8 x 8 m mit Hilfe der Spaten von kleinem Bewuchs und Laub befreit und im Zentrum dieser Fläche gleichzeitig eine Grabgrube (75 x 75 x 30 cm) ausgehoben (Abb. 1 u. 2).<sup>7</sup> Es folgte das Sammeln der Steine: Jede ankommende Ladung wurde vom entsprechenden „Träger“ selbst gewogen und sofort zum Steinkreis aufgeschichtet (Abb. 3). Nachdem die Steine von der Oberfläche der näheren Umgebung abgelesen waren (aus maximal 55 m Entfernung), erwiesen sich dann besonders Wurzeln umgestürzter Bäume als ergiebige Aufschlüsse, bei denen es sogar lohnte, nach Steinen zu graben (bis 100 m Entfernung). Beim Transport war die Unwegsamkeit des Geländes südlich der Anlage relativ hinderlich (Abb. 7). Nicht zuletzt deshalb war es praktischer, größere Steine, von denen einige für die Grababdeckung und die „Stele“ beiseite gelegt wurden, zu zweit zu transportieren.<sup>8</sup> Wegen fehlender Vorsortierung der Steine kamen daher auch kleinere in die unteren Lagen des Kreises, ein Bild, das den archäologischen Befunden widerspricht (Abb. 4 u. 8). Nach Vollendung des Steinkreises wurde die Grabgrube mit weich gebrannter Keramik und 5 kg (ca. 10 Liter Volumen) Holzasche versehen und schließlich mit Erde verfüllt. Als Abdeckung dienten fünf der oben erwähnten großen Steine (Abb. 4 u. 5). Die Hauptarbeit nahm dann die Aufschüttung des Erdhügels in Anspruch. Der Großteil des Erdmaterials (ca. 19 Ton-

Abb. 1: Fläche vor Beginn der Arbeiten.

Abb. 2: Ausheben der Grabgrube.

Abb. 3: Vermessungsarbeiten nach Errichtung der untersten Steinlage.

nen) entstammte der Entnahmestelle direkt beim Hügel (Abb. 7), ein wesentlich geringerer Teil (ca. 2,5 t) aus dem Wurzelbereich eines umgestürzten Baumes (Abb. 6). Indem das schwerere, oberhalb der Buntsandsteinerlegungsschicht entnommene Material gleich zu Anfang innen gegen die Ringmauer geschüttet wurde, entstand die Hügelschüttung zur Hauptsache aus dem lehmig-sandigen Löß der Entnahmestelle neben der Anlage. Da der Hügel während der Erdaufschüttung ständig betreten werden mußte, fand eine gewisse Verdichtung der Schüttung statt. Zuletzt wurde die Hügelkrone mit einem länglichen Stein als „Stele“ versehen (Abb. 9), ein Umstand, der durch einige archäologische Befunde belegt ist.

Bei allen anfallenden Arbeiten erwiesen sich die Flechtkörbe und Holzwerkzeuge als gut geeignet und waren danach bis auf einen Fichtenspaten noch voll funktionstüchtig (Abb. 8).

Alle Arbeitsabläufe waren so organisiert, daß sich fünf Personen mit dem eigentlichen Hügelbau beschäftigten, während eine weitere die Dokumentation durchführte.<sup>9</sup>

#### Auswertung und Interpretation

Fünf Personen führten das Experiment vom 26.7. - 1.8.88 in gut 26 Stunden mit einem Materialaufwand von 21,5 Tonnen Erde und 4,5 Tonnen Steine durch.<sup>10</sup> Daß es möglich sein könnte, ein Ergebnis in diesem Zeitraum zu erzielen, übertraf die anfänglichen Erwartungen (ursprünglich eingeplant waren drei Arbeitswochen). Die größte Unsicherheit diesbezüglich resultierte aus der mangelnden Erfahrung mit entsprechenden Holzwerkzeugen. Die Erkenntnisse über ihre Ei-

Abb. 4: Grablege.

Abb. 5: Steinkreis mit begonnener Hügelschüttung.

Abb. 6: Erdentnahme für die Hügelschüttung aus dem Wurzelbereich eines umgestürzten Baumes.



4



5



6



Abb. 7: Erdentnahmestelle nahe beim Hügel.



Abb. 8: Einige Holzspaten nach Gebrauch.

genart und Brauchbarkeit können durchaus als ein Hauptergebnis des Versuchs gelten. Wenn dieses Ergebnis unter Berücksichtigung der festgelegten Voraussetzungen auch einen gewissen Interpretationsspielraum offenläßt, so ist doch eine Leistung, wie sie der Versuchshügel erforderte, nicht als ungewöhnlich hoch einzuschätzen. Jede Kleinsteinheit einer prähistorischen Bevölkerungsgruppe dürfte ohne weiteres in der Lage gewesen sein, ein Gemeinschaftsmitglied in dieser Form zu bestatten. Anhand des reinen Arbeits- und Zeitaufwandes besteht jedenfalls keine zwingende Notwendigkeit, auf eine besondere Würdigung einer unter einem solchen Hügel bestatteten Person zu schließen. Geringe Abweichungen von der „Durchschnittsgröße“ des Versuchshügels fallen dabei nicht ins Gewicht, eine verhältnismäßig „monumentale Anlage“ wie der bereits erwähnte Grabhügel U 11 bedurfte hingegen wohl schon einer geplanten, zumindest aber länger dauernden Arbeitsleistung.

Das Versuchsergebnis möchten wir als einen Beitrag der experimentellen Archäologie innerhalb der Forschungen zur späten Bronzezeit im Marburger Raum betrachten, der die herkömmliche archäologische Arbeitsweise ergänzt. Darüber hinaus sind allein die quantitativen Werte geeignet, bereits vorhandene Zahlen zu ergänzen und zu überprüfen.

Anmerkungen:

\*) Dieser Beitrag stellt die gekürzte Fassung der ausführlichen Versuchsbeschreibung im Archäologischen Korrespondenzblatt 19, 1989, 257-263 dar; ferner erschien eine allgemeinswissenschaftliche Zusammenfassung bereits in *alma mater philippina*, Sommersemester 1989. Marburg: 1-4. Unser Dank gilt den beteiligten Kommilitonen Claudia Nickel, Davide Fugensi, Martin Schäfer, Mathias Seidel und Thilo Warnke für ihre freundliche Mitarbeit am Hügel sowie Karin Vorlauf für die Herstellung der Kera-



Abb. 9: Fertiger Grabhügel mit „Stele“ von Süden.

mik. Weiterhin Dank an das Marburger Forstamt, C. Dobiak und für finanzielle Hilfe dem Marburger Universitätsbund.

- 1) Eine umfassende Arbeit wird hierzu in Kürze von Dobiak vorgelegt werden, wobei einige Teilergebnisse bereits veröffentlicht worden sind: vgl. DOBIAT 1986a; DOBIAT 1986b; EBEL 1987; SMOLNIK und SCHÄFER 1988.
- 2) Für eine Klärung wäre es sicher vielversprechend, die im Frühjahr 1988 bei einer Notgrabung durchgeführten Untersuchungen in der Gemarkung Heskem (nur wenige Kilometer südöstlich der Lahnberge), Gemeinde Ebsdorfergrund, als planmäßige Ausgrabung fortzusetzen. Hier wurden durch das LfD Außenstelle Marburg neun wohl urnenfelderzeitliche Bestattungen geborgen, die zu einem Flachgräberfeld gehören könnten.
- 3) Die vereinzelt vorkommenden Viereckanlagen wurden hierbei außer acht gelassen, wobei die quantitativen Versuchsergebnisse auch auf diese Anlagen übertragen werden können.

- 4) Die Dokumentation fand praktisch im umgekehrten Sinn einer wissenschaftlichen Ausgrabung statt, so daß es möglich wäre, die Anlage später zu untersuchen und so die Grabungsmethodik kritisch zu hinterfragen.
- 5) Topographische Karte 1:25000 Bl. 5218 Niederwalgern. Etwa 1 km östlich des „Lichter Kuppel“ (Staatsforst Marburg) sind im Forstdistrikt 55 einige der untersuchten Grabanlagen eingezeichnet. Das experimentell erbaute Hügelgrab befindet sich südlich von Forstdistrikt 64 am Verbindungsweg zwischen Wasserbehälter und „Lichter Kuppel“, von Osten kommend ca. 20 m südlich des Weges.
- 6) Insgesamt wurde der schlanke Spatentyp je einmal aus Fichte (Abb. 8, 2. Spaten von links) und Buche (Abb. 8, links) hergestellt, der breite schaufelähnliche Typ hingegen einmal aus Fichte (Abb. 8, 2. Spaten von rechts) und dreimal aus Buche (Abb. 8, rechts). Das Fichtenholz war zwei Jahre, das andere drei Jahre nach Einschneiden abgelagert. Obwohl für die

Originalfundstücke Tanne und Ahorn verwendet worden waren, beschränkten wir uns (wegen schwieriger Beschaffung) auf Sorten mit vergleichbaren Eigenschaften. Das Gewicht des Typs A betrug 1360 g (Buche) bzw. 740 g (Fichte), das des Typs B 1485 g (Buche) bzw. 780 g (Fichte).

- 7) Um mit der Handhabung der ungewohnten Holzwerkzeuge gleich zu Beginn des Versuchs vertraut zu sein, fanden Vorversuche statt.
- 8) Insgesamt wurden 190 Steinladungen verbaut, was einen Durchschnittswert von 23,76 kg je Ladung ergibt. Es zeigte sich, daß Steine bis etwa 50 kg noch von einer Person transportiert werden konnten. Höhere Gewichte erforderten mehrere Personen, der größte - zu dritt bewältigte Stein - wog 110 kg.
- 9) Neben dem Festhalten der eigentlichen Zahlenwerte gehörten Zeichnungen der einzelnen Bauabschnitte sowie Foto- und Videoaufnahmen dazu.  
Eine Bildfolge der Arbeitsabläufe und ein Buchenspaten wurden dem Universitätsmuseum für Kunst und Kulturgeschichte Marburg, Abt. Vor- und Frühgeschichte, zur Verfügung gestellt.
- 10) Quantitative Versuchsergebnisse in Zahlen:
  - Freimachen des Waldbodens: 4 Personen, 20 min. (1,3 Mann-Stunden).
  - Ausheben der Grabgrube: 1 Person, 1h 25 min. (1,4 Mann-Stunden), 167 kg, 7 Korbladungen, im Durchschnitt 23,85 kg je Ladung.
  - Transport der Steine: 5 Personen, 5h 45 min. (28,75 Mann-Stunden), 4515 kg, 190 Ladungen, 6,6 pro Mann-Stunde, im Durchschnitt 23,76 kg je Ladung, 157,04 kg pro Mann-Stunde.
  - Erdtransport: 5 Personen, 19h 25 min. (97,08 Mann-Stunden), 21556,5 kg, 663 Ladungen, 6,8 pro Mann-Stunde, im Durchschnitt 32,51 kg je Ladung, 222,04 kg pro Mann-Stunde.
  - Volumen der Steine: ca. 3,3 m<sup>3</sup>.
  - Volumen der Hügelschüttung: ca. 17,1 m<sup>3</sup>.

#### Literatur:

- COLES, J. (1973): *Erlebte Steinzeit. Experimentelle Archäologie*. München.
- DOBIAT, C. (1986a): Die „Marburger Gruppe“. Zum Stand der urnenfelderzeitlichen Forschung in Mittelhessen. Marburger Studien zur Vor- und Frühgeschichte 7 (Gedenkschrift für Gero von Merhart zum 100. Geburtstag): 17-44. Marburg.

DOBIAT, C. (1986b): Grabhügel der Urnenfelderzeit auf den Lahnbergen bei Marburg. Führungsblatt zu der Grabhügelgruppe im Neuen Botanischen Garten bei Marburg, Kreis Marburg-Biedenkopf (Archäologische Denkmäler in Hessen 52). Wiesbaden.

- EBEL, W. (1987): Eine Bronzetasche vom Typ Kirkendrup-Jenisovice aus Mittelhessen. Kleine Schriften aus dem Vorgeschichtlichen Seminar Marburg 21: 15-34.
- EGGERT, M.K.H. (1988): Riesentumuli und Sozialorganisation: Vergleichende Betrachtungen zu den sogenannten „Fürstenhügeln“ der späten Hallstattzeit. - Archäologisches Korrespondenzblatt 18: 263-274.
- KERN, H. (1966): Siedlungsgeographische Geländeforschungen im Amöneburger Becken und seinen Randgebieten. Marburger geographische Schriften 27.
- SMOLNIK, R. und SCHÄFER, M. (1988): Archäologische Ausgrabungen im Neuen Botanischen Garten. *Alma Mater Philippina*, Sommersemester 1988: 32-34.
- SPINDLER, K. (1971): Magdalenenberg I. Villingen.
- SPINDLER, K. (1980): Magdalenenberg VI. Villingen.
- WOLFF, G. (1919): Die Besiedelung des Ebsdorfer Grundes in vorgeschichtlicher Zeit. - Zeitschrift des Vereins für hessische Geschichte und Landeskunde 52 (N.F. 42): 37-149.

#### Anschrift der Verfasser:

Jens Schulze-Forster und  
Dirk Vorlauf  
Vorgeschichtliches Seminar  
Philipps-Universität Marburg  
Biegenstr. 11  
D-3550 Marburg

## Versuche zur Rekonstruktion provinzialrömischer Brand- bestattungen vom Typ Bustum

Achim Werner

In der frühen und mittleren römischen Kaiserzeit war die Leichenverbrennung die vorherrschende Bestattungsform. Neben archäologischen Befunden ist für eine der zahlreichen Varianten von Brandbestattungen der lateinische Name „bustum“ schriftlich überliefert. In einem Werk des römischen Grammatikers Sextus Pompeius Festus, das im 2. Jh. n. Chr. entstand, sind Teile eines Lexikons des Verius Flaccus aus augusteischer Zeit wiedergegeben, worin Bustumbestattungen eindeutig von anderen Bestattungsarten unterschieden werden. Die Übersetzung der entsprechenden Textstelle lautet:

„Bustum wird speziell der Platz genannt, an welchem der Tote verbrannt und bestattet worden ist....; wo aber jemand nur verbrannt, aber an einem anderen Platz bestattet worden ist, wird dieser Ort (vom Vorgang des Verbrennens her) *ustrina* genannt...“ (SEXTUS POMPEIUS FESTUS, 7-11).

Bei der Bustumbestattung waren also Verbrennungs- und Bestattungsplatz identisch, d.h. der Tote wurde auf einem Scheiterhaufen verbrannt, der direkt über der Grabgrube errichtet worden war. Auf diese Weise gelangten in der Regel alle Überreste in das Grab, das anschließend mit Erde verfüllt wurde (BECHERT 1980, 253 ff.). Die Grabgruben dieser busta können recht unterschiedliche Abmessungen aufweisen, was teilweise an geomorphologischen Erhaltungsbedingungen, aber auch an der Größe der zu verbrennenden Leiche und somit des dafür erforderlichen Scheiterhaufens liegen kann.

Um Aufschlüsse über den möglichen Aufbau des Scheiterhaufens, Ablauf und Dauer des Verbrennungsvorganges, den Einfluß der Verbrennungshitze auf Beigaben aus unterschiedlichen Materialien sowie Verziegelung und Verfüllung der Grabgrube zu erhalten und einen späteren Vergleich mit entsprechenden archäologischen Befunden zu er-

möglichen, wurden im August 1988 und 1989 auf dem Gelände der Außenstelle Niederzier-Hambach des Rheinischen Amtes für Bodendenkmalpflege zwei Rekonstruktionsversuche durchgeführt (WERNER 1989, 79 ff.). Aus verständlichen Gründen konnten bei diesen Experimenten keine menschlichen Leichen verbrannt werden; ersatzweise wurden deswegen Kadaver von Schweinen verwendet, die im anatomischen Aufbau dem Körper des Menschen sehr ähnlich sind. An dieser Stelle sei dem Leiter des Kreisveterinäramtes Düren, Herrn Dr. Degen, und der Tierkörperbeseitigungsanstalt Küpper in Linnich recht herzlich für die veterinärbehördliche Genehmigung und die Beschaffung der Tierkadaver gedankt.

Als Grundlage für die Rekonstruktion der Grabgrube diente der Befund eines kleinen bustums, das 1988 auf einem römischen Brandgräberfeld am Rande des Braunkohlentagebaus Weisweiler ausgegraben wurde (Fundplatz WW 88/76, Grab 3). Im Planum maß die Verfärbung der Grabgrube etwa 120 cm x 80 cm; in den Profilschnitten zeigte sich eine Verjüngung des Querschnittes durch schräges Abfallen der Grubenwände nach unten. Die erhaltene Tiefe betrug durch Erosionsverluste nur noch 40 cm. Aufgrund der geringen Größe des Grabes handelt es sich vermutlich um die Brandbestattung eines Kindes oder Jugendlichen. Beim Ausschachten der Grabgruben für die Rekonstruktionsversuche wurden die Bodenverluste durch Erosion und Abtragung humoser Deckschichten mit dem Bagger berücksichtigt: Die Abmessungen der Gruben lagen an der Oberkante bei 160 cm x 110 cm und auf der Sohle in 80 cm Tiefe bei 100 cm x 60 cm. Da für den ersten Versuch aus Zeit- und Kostengründen keine originalgetreuen Nachbildungen römischer Grabbeigaben beschafft werden konnten, mußten moderne Gegenstände und Materialien eingesetzt werden. Dies ist bei derartigen Rekonstruktionsversuchen durchaus legitim, sofern es aus der Versuchsbeschreibung eindeutig hervorgeht (WERNER 1989, 81). Der Versuchsaufbau beider Experimente war, abgesehen von geringen Abweichungen, identisch; für den zweiten Versuch standen jedoch Kopien römischer Grabbeigaben zur Verfügung. Aus diesem Grund wird hier auf eine weitere Darstellung des ersten Experimentes verzichtet

(publiziert in WERNER 1989, 79 ff.) und im folgenden der Rekonstruktionsversuch vom 10.8.1989 beschrieben.

Für den Aufbau des Scheiterhaufens wurden Spalthölzer aus abgelagerter Eiche und Birke verwendet, also Holzarten, deren Vorkommen für die Römerzeit nachgewiesen ist. Die 130 cm langen Spalthölzer wurden lagenweise über Kreuz in Form eines Gitterrostes aufgeschichtet. Die Stärke der einzelnen Hölzer betrug 12-18 cm, ihr Gewicht variierte zwischen 4 kg und 14,5 kg. Die unteren fünf Lagen wurden aus Eiche gebildet, darauf folgten je eine Lage Birke, eine Lage Eiche und abschließend drei Lagen Birke. Zuoberst befanden sich vier Birkenspältlinge, die einen quadratischen Rahmen bildeten. Die Grundfläche der so entstandenen Gitterschichtung betrug 130 cm x 130 cm, die Höhe ebenfalls 130 cm. Das Gesamtgewicht der Hölzer lag bei 547 kg, wobei 337 kg (61,61%) auf Eiche und 210 kg (38,39%) auf Birke entfielen. Hinzu kamen etwa 35 kg Schwachholz, Reisig und Birkenrinde, mit denen die Zwischenräume der Spaltholzschichtung ausgefüllt wurden, um das Anzünden der stärkeren Hölzer zu erleichtern. Zusätzlich wurde der Scheiterhaufen an allen vier Seiten durch jeweils einen 180 cm langen und 15 cm starken Eichenpfosten, der 50 cm tief in den Boden gerammt war, vor seitlichem Auseinanderbrechen während der Verbrennung gesichert. Solche Seitenpfosten und die Gitterschichtung sind aus völkerkundlichen Parallelen bekannt (WAHL 1983, 513 ff.), außerdem ist das Stapeln der Hölzer in Form eines Rostes naheliegend, da durch die so entstehenden senkrechten Hohlräume eine Art Kamineffekt erreicht wird, der eine zügige Verbrennung gewährleistet. Der Arbeitsaufwand für das Ausheben der Grabgrube (Abb. 1.1) und das Errichten des Scheiterhaufens (Abb. 1.2) betrug insgesamt 270 Minuten für zwei Personen, wobei aber berücksichtigt werden muß, daß die Hölzer für die Dokumentation einzeln vermessen und ausgewogen wurden, was den Zeitaufwand erheblich vergrößerte.

Als Ersatz für eine menschliche Leiche wurde ein Schweinekadaver mit einem Gewicht von 45 kg und einer Körperlänge von 120 cm verwendet. Der Tierkörper wurde in ein 150 cm x 200 cm messendes Tuch aus grobem Leinen gehüllt und auf den Scheiterhaufen gelegt. Hinzu kamen folgende

originalgetreu nachgebildeten Grabbeigaben (Abb. 1.2 u. 1.3):

Ein Armreif und ein Fingerring aus einer Kupfer/Silber-Legierung; eine runde Messingscheibe, die eine Münze simulieren sollte (Dupondius); eine aus Knochen gedrechselte Haarnadel mit profiliertem Kopf; eine Öllampe aus Ton; ein Terra-nigra-Becher mit kurzem Schrägrand und abgedrehtem Standfuß; ein sogenannter Halterner Kochtopf; ein Tonschälchen mit randlicher Barbotin-Verzierung; eine Glaskanne mit Trichterhals und Bandhenkel; eine Glaskanne mit zusammengeschmolzenem Doppelhenkel sowie ein gerupftes und ausgenommenes Huhn als Speisebeigabe.

Sämtliche aufgeführten Gegenstände fallen in das Typenspektrum der frühen und mittleren römischen Kaiserzeit; aufgrund des Gesamtumfangs des Beigabenkomplexes war es jedoch nicht möglich, Gegenstände zu beschaffen, die alle in den gleichen Abschnitt dieser Epoche fallen. Die Keramik- und Glasgefäße wurden freundlicherweise von Herrn W. Oberreis (Meldorf) und Herrn M. Ströter (Glasgalerie Köln) zur Verfügung gestellt, denen hier recht herzlich dafür gedankt sein soll.

Nachdem die Lage der einzelnen Beigaben auf dem Scheiterhaufen eingemessen und dokumentiert worden war, wurde dieser mit einer Pechfackel in Brand gesetzt. Um ein gleichmäßiges Abbrennen zu gewährleisten, wurde zuerst die dem Wind abgewandte Seite in etwa 50 cm Höhe über dem Boden angezündet, danach die dem Wind zugewandte. Der an diesem Tag vorherrschende Nordostwind erreichte Stärken bis 1 m/sec., die Außentemperaturen betragen zwischen 22 °C und 26 °C. Bereits nach sechs Minuten waren die Flammen soweit vorgedrungen, daß das Leinentuch, in das der Schweinekadaver gehüllt war, Feuer fing. Innerhalb der nächsten vier Minuten wurden die Glas- und Tongefäße durch Rußbildung geschwärzt, der gesamte obere Teil des Scheiterhaufens stand in Flammen (Abb. 1.4). Durch das Verbrennen der dünneren Hölzer rutschten die Beigaben aus ihrer ursprünglichen Lage, blieben aber auf der Oberfläche des Scheiterhaufens liegen. Nach 15 Minuten war die Hitze so groß, daß die Bauchdecke des Tierkörpers aufgeplatzt war und die Eingeweide sichtbar wurden. Das Leinentuch war völlig



1



3



5

Abb. 1.1: Die vorbereitete Grube.  
Abb. 1.3: Grabbeigabe und Schweinekadaver, eingewickelt.  
Abb. 1.5: Reste des Scheiterhaufens und der Grabbeigaben.



2



4



6

Abb. 1.2: Scheiterhaufenkonstruktion, im Vordergrund Schweinekadaver mit Beigaben in der Grabgrube.  
Abb. 1.4: Brennender Scheiterhaufen.  
Abb. 1.6: Die zugefüllte Grube.

verbrannt, eine der Glaskannen wies einen Sprung auf. Fünf Minuten später brannten sämtliche Holzlagen des Scheiterhaufens, und größere Glutstücke fielen in die Grube, deren Ränder durch die Hitzeeinwirkung allmählich verziegelten. Die Glasgefäße begannen durch den direkten Kontakt mit den Flammen zu schmelzen, besonders betroffen waren die Rand- und Henkelbereiche. An den Keramikgefäßen zeigten sich nach insgesamt 38 Minuten neben farblichen Veränderungen die ersten Rißbildungen. Zur gleichen Zeit war das als Speisebeigabe dienende Huhn bereits vollständig verbrannt, auch der Schweinekadaver war durch die Flammen stark angegriffen worden. Aufgrund ihrer Lage unmittelbar am Tierkörper ließ sich das Verhalten der kleineren Gegenstände, wie z.B. Armreif und Ring, nicht beobachten. Durch das kontinuierliche Abbrennen des Scheiterhaufens und das hierdurch verursachte Nachsacken des Holzes veränderten die Beigaben ständig ihre Lage; es ist zu vermuten, daß die Metall- und Knochenbeigaben dadurch sehr früh in die Grabgrube fielen. Der Boden der Grabgrube füllte sich zunehmend mit Glut, nach insgesamt 56 Minuten brachen die untersten Holzlagen ein, wobei ein Glaskrug, die Öllampe und das Tonschälchen in die Grube stürzten. Nach 63 Minuten mußte die Lage des Tierkörpers korrigiert werden, da er durch ungleichmäßige Verbrennung vom Scheiterhaufen zu rutschen drohte. Bei diesem Eingriff fiel auch die zweite Glaskanne in die Grabgrube. Die Höhe des Scheiterhaufens betrug nun noch etwa 40 cm; um eine vollständige Verbrennung zu erreichen, wurden 25 kg Birkenrundhölzer darüber gelegt. Die daraufhin steigende Hitze bewirkte, daß der bislang intakte Halterner Kochtopf zerbrach und herabfiel. Nach einer Gesamtdauer des Verbrennungsprozesses von 74 Minuten sackten auch die Reste des Tierkörpers in die etwa zu Dreivierteln mit Glut gefüllte Grube. Neun Minuten später wurden nochmals 15 kg Birkenholz nachgelegt, da im Nacken- und Beckenbereich des Kadavers noch Fleischreste vorhanden waren, die jedoch im weiteren Verlauf verbrannten. Nach 143 Minuten waren die Flammen verloschen und die Grube zum größten Teil mit den glühenden Überresten gefüllt (Abb. 1.5). Die zur seitlichen Sicherung des Scheiterhaufens eingerammten

Ständerpfosten waren an den Innenseiten stark verkohlt, ansonsten aber intakt. Durch die enorme Hitzeeinwirkung waren die Grubenwände dunkelrot verziegelt; an einigen Stellen zeigten sich Spuren von Versinterung, die darauf schließen lassen, daß beim Verbrennungsvorgang sehr hohe Temperaturen erreicht wurden.

Zum Abschluß des Versuches wurden die immer noch glühenden Rückstände nach insgesamt 300 Minuten Versuchsdauer mit einer Mischung aus Rotwein und Wasser abgelöscht und die Grabgrube mit Erde zugefüllt. Der auf diese Art experimentell erzeugte Befund (Abb. 1.6) soll nach einem Zeitraum von 1-2 Jahren, wenn der Boden ausreichend verdichtet ist, ausgegraben und dokumentiert werden, um einen Vergleich mit archäologisch untersuchten römischen Brandgräbern dieses Typs zu ermöglichen. Durch die Auswertung der Beigaben- und Knochenreste wird es dann auch möglich sein, die genauen Höchsttemperaturen zu ermitteln, die bei der Verbrennung erreicht wurden. Es ist zu erwarten, daß die geplanten Untersuchungen detaillierte Erkenntnisse über römische Bestattungsvorgänge liefern werden, die bisher nur vermutet werden können oder gänzlich unbekannt sind.

#### Literatur:

- BECHERT, T. (1980): Zur Terminologie provinzialrömischer Brandgräber. Archäologisches Korrespondenzblatt 10: 253 ff.  
 SEXTUS POMPEIUS FESTUS: De verborum significatione: 7-11.  
 WAHL, J. u. S. (1983): Zur Technologie der Leichenverbrennung: Verbrennungsplätze aus ethnologischen Quellen. - Archäologisches Korrespondenzblatt 13: 513 ff.  
 WERNER, A. (1989): Rekonstruktionsversuch einer römischen Brandbestattung. - Archäologie im Rheinland 1988: 79 ff.

#### Anschrift des Verfassers:

Achim Werner M.A.  
 Ahornweg 3  
 D-5885 Schalksmühle

Foto: F. Lürken, H. Lillental, A. Werner



Steingeräte  
im Einsatz

## Das Ingolstadt-Experiment: Zerlegung von Damwild mit Steinartefakten

Cornelia Schütz, Andreas Tillmann, Jürgen  
Weiner,  
Karl Heinz Rieder, Günter Unrath

Mit einem Beitrag zur  
Foto- und Videodokumentation  
von Jan Weinig und Achim Werner

### Einleitung

Von April bis einschließlich September 1989 konnte durch die Zusammenarbeit des Stadtmuseums Ingolstadt mit dem Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege, Grabungsbüro Ingolstadt, im Stadtmuseum Ingolstadt eine Ausstellung mit dem Titel „Steinzeitliche Kulturen an Donau und Altmühl“ gezeigt werden. Annähernd 9000 Besucher, darunter viele Schulklassen, nahmen die Gelegenheit wahr, während dieses Zeitraumes einen intensiven Überblick über ein breites Spektrum unterschiedlichster Werkzeuge und Gerätschaften des steinzeitlichen Menschen vom Altpaläolithikum bis zum Ende des Neolithikums und dem Beginn der frühesten Metallverwendung zu gewinnen. Eine Zusammenschau dieser Art war für den bayrischen Raum seit langem ein Anliegen der Steinzeitforschung. Der zu einem erschwinglichen Preis angebotene, ausführliche und reich bebilderte Katalog bot dem wissenschaftlich interessierten Laien, aber auch dem Fachmann, die Möglichkeit, die in der Ausstellung gewonnenen Eindrücke und aufgeworfenen Fragen anhand zahlreicher Beiträge nachträglich zu vertiefen und zu beantworten (RIEDER, TILLMANN u. WEINIG 1989).

Bereits frühzeitig entschlossen sich die Veranstalter, parallel zur Ausstellung ein Begleitprogramm anzubieten. Zugrunde lag die Intention, die Ausstellung thematisch zu ergänzen, d.h. dem Ausstellungsbesucher die vielfältigen Aspekte des Lebens in der Steinzeit in Form praktischer Vorführungen näherzubringen.

So entstand die Idee, auf dem Gelände des Stadtmuseums eine praktische Demonstration zur Herstellung und zum Gebrauch steinzeitlicher Steingeräte von J. Weiner durchführen zu lassen, der seit längerem derartige Vorführungen anbietet. An zwei Wochenenden im Juni und Juli 1989 hatten jeweils mehrere hundert Besucher die Gelegenheit, mitzuverfolgen, wie steinzeitliche Gerätschaften unter Anwendung steinzeitlicher Praktiken und Methoden angefertigt wurden und wie mit steinzeitlichen Mitteln Feuer erzeugt worden ist.

Der Wunsch, dem Publikum einen Teilaspekt steinzeitlicher Lebensweise noch intensiver vermitteln zu können, als es das eher „trockene“ Ausstellungsgut in Form von zahlreichen Steinartefakten vermochte, führte zu der Idee, während der Vorführungen einen Damhirsch mit steinzeitlichen Gerätschaften zu enthäuten und zu zerlegen. Nach Abklärung der gesetzlich vorgeschriebenen Bedingungen gelang es, an beiden Wochenenden jeweils einen Damhirsch zur Verfügung gestellt zu bekommen.

Nach Kenntnis aller Beteiligten handelte es sich bei dieser nicht alltäglichen Vorführung um die erste ihrer Art, die Besuchern in einem bundesdeutschen Museum angeboten wurde. Die gegebene Situation führte schließlich zu dem Entschluß, die Zerlegungen in den Rahmen eines wissenschaftlichen Experimentes zu stellen und die gewonnenen Erfahrungen an geeigneter Stelle zu veröffentlichen.

Unter diesen Voraussetzungen fand am 24. 6. 1989 in Ingolstadt die erste experimentelle Zerlegung eines Damhirsches statt. Die Veranstaltung wurde auf der Grünfläche vor dem Stadtmuseum Ingolstadt auf einem niedrigen, von drei Seiten gut einsehbaren Holzpodest durchgeführt. Am 22. 7. 1989 wurde die gesamte Vorführung unter nahezu denselben Bedingungen wiederholt.

C.S., A.T. und J.Wr.

### Fragestellung und Erfahrungen

Das Hauptanliegen der Vorführungen war es, zahlreichen Museumsbesuchern zu demonstrieren, daß es tatsächlich möglich ist, unter ausschließlicher Verwendung von scharfkantigen, unretuschierten Feuersteinartefakten ein Stück Wild abzuhäuten und zu zerlegen. Letztlich sollte diese praktische Demonstration dazu dienen, bei den Besuchern nicht nur Verständnis für einen speziellen Aspekt des täglichen Lebens unserer steinzeitlichen Vorfahren zu wecken, sondern auch mitzuhelfen, die latent vorhandenen Vorbehalte heutiger Menschen gegenüber allen „primitiven“ steinzeitlichen Techniken und Methoden wenigstens teilweise abzubauen.

Gleichzeitig wurde auch erkannt, daß sich hierbei die seltene Möglichkeit ergab, praktische Versuche im Bereich der experimentellen Archäologie, hier in Form der aus der anglo-amerikanischen Literatur hinlänglich bekannten „butchering-experiments“, durchzuführen. Entsprechend der Fragestellung und der Art der Durchführung des Experimentes handelt es sich um ein dynamisches Experiment (RICHTER 1989, 49ff.). Die Rahmenbedingungen richteten sich weitgehend nach der von Coles vorgeschlagenen Auflistung (COLES 1979, 46ff.).

Alle während beider Versuche zum Einsatz gekommenen Artefakte wurden später auf Gebrauchsspuren (vgl. Beitrag UNRATH) sowie bestimmte Knochen auf Zerlegungsspuren untersucht (vgl. Beitrag RIEDER).

Allerdings muß bei dem vorliegenden Experiment eine Ausgangssituation berücksichtigt werden, die von derjenigen anderer Experimente abweicht. Die für jedes Experiment notwendige Fragestellung ist im vorliegenden Fall nicht aus der Bearbeitung zuvor durchgeführter Ausgrabungen mit entsprechenden Befunden oder Funden entstanden. Das In-



Abb. 1:  
Der einjährige ausgenommene Damhirsch  
zu Beginn des Zerlegungsexperimentes.

Abb. 2:  
Numerieren der verwendeten Feuersteingeräte.

golstadt-Experiment ist vielmehr als flexible Reaktion der Beteiligten auf das Angebot des Teilaspektes einer praktischen Aktion zu verstehen, die ursächlich aus museumsdidaktischen Gründen geplant worden ist. Die hieraus entwickelten Fragen können folgendermaßen formuliert werden:

- Läßt sich das Abhäuten und anschließende Zerlegen des Tieres ausschließlich mit unretuschierten scharfkantigen Abschlägen und Klingen durchführen oder benötigt man für bestimmte Arbeitsgänge retuschierte Geräte?
- Lassen sich die verwendeten Artefakte ungeschäftet mit bloßer Hand führen?
- Wie lange dauern die einzelnen Arbeitsgänge?
- Entstehen möglicherweise charakteristische Gebrauchsspuren an den verwendeten Steinwerkzeugen, und wie sehen diese aus?
- Lassen sich an den Knochen Zerlegungsspuren feststellen, die durch die Steingeräte oder durch die Zerlegungsmethode entstanden sind?

Es soll nachdrücklich betont werden, daß der Verfasser zum damaligen Zeitpunkt über keinerlei praktische Erfahrung auf dem in Frage kommenden Gebiet besaß. So ergab sich zwanglos die Vorgabe, daß sich der Zerlegungsvorgang am natürlichen anatomischen Aufbau der Tierkörper orientieren sollte. Allerdings stand während beider Zerlegungsversuche ein erfahrener Jäger zur Verfügung, der dem Verfasser in dankenswerter Weise mit zahlreichen Hinweisen zum Abhäuten bzw. zum Zerwirken unterstützte. Die Reihenfolge der Einzelschritte stand entsprechend obiger Vorgabe fest (vgl. Beitrag RIEDER).

Es liegt in der Natur der Sache, daß an dieser Stelle lediglich subjektive Eindrücke über den Ablauf beider Versuche geschildert werden können:

Da beim ersten Versuch besonderer Wert auf eine möglichst schnelle Durchführung gelegt wurde, mußten die Zuschauer weitgehend auf detaillierte Erklärungen verzichten. Obwohl dem Experimentator seit langem die jeglichem modernen Schneidwerkzeug bei weitem überlegene Schnittleistung unretuschierter Artefakte aus amorphen Gesteinsarten bekannt ist, soll nicht unerwähnt bleiben, daß er in gleichem Maße wie die Zu-

schaauer über ihre außerordentlich unproblematische Handhabung verblüfft war. Alle Artefakte wurden in der bloßen rechten Hand ungeschäftet geführt, und der hierzu notwendige Kraftaufwand ist von jedem Erwachsenen leicht zu erbringen. Artefakte wurden dann gegen andere ausgetauscht, wenn der subjektive Eindruck entstand, sie seien verstumpft, oder wenn sich herausstellte, daß ihre Handhabbarkeit - sei es wegen zu geringer Größe, sei es wegen zu unregelmäßiger Form - ungeeignet erschien.

J.Wr.

#### Vorwort zu den Versuchsprotokollen

Bei den Versuchstieren handelte es sich um einjährige Damböcke aus einem Freigehege. Jeweils am Morgen des Vorführungstages waren sie von einem Jäger geschossen, ausgenommen und von einem Amtstierarzt beschaut worden. Die Jährlinge besaßen in beiden Fällen ein Lebendgewicht von ca. 35-40 kg (Abb. 1).

Vor Beginn des Versuches war ein Fundus von 12 bzw. 9 Artefakten, darunter ein Faustkeil, aus nordischem Kreidefeuerstein hergestellt und mit wasserfestem Filzstift durchnummeriert worden (Abb. 2); im Verlauf der Versuche sind acht bzw. vier Werkzeuge benutzt worden. Bei der ersten Veranstaltung wurde ein weiteres Gerät während des Versuches zusätzlich angefertigt. Art des Einsatzes und Benutzungsdauer eines jeden Artefaktes wurden schriftlich festgehalten. Zusätzlich wurden einzelne Schritte der Zerlegung fotografisch und parallel dazu jeder Versuch auf Videofilm dokumentiert (vgl. Beitrag WEINIG/WERNER).

Der erste Zerlegungsvorgang dauerte insgesamt 45 Minuten, wovon 18 Minuten auf die Entfernung der Decke entfielen. Bei der zweiten Veranstaltung dauerte die Zerlegung 47 Minuten; hierbei ist für weiterführende Erklärungen an die Zuschauer mehr Zeit als beim ersten Mal abzuziehen.

#### Protokoll der Damhirschzerlegung des ersten Experimentes

16.15h Artefakt Nr.9:  
Decke wird mit fünf Schnitten an



3



5

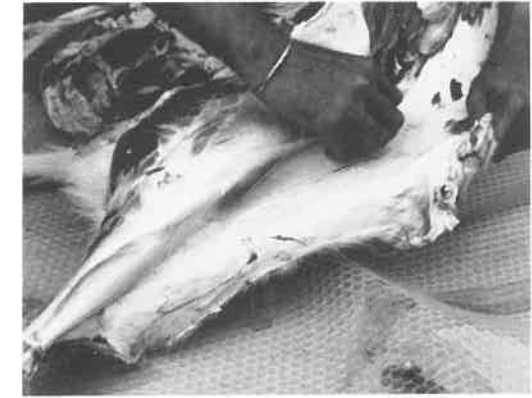


7

Abb. 3: Erste Schnitte an den Innenseiten der Läufe vor dem Abhäuten.

Abb. 5: Der Kopf mit der daran haftenden Decke wird abgeschnitten.

Abb. 7: Der Hals wird abgetrennt.



4



6



8a

Abb. 4: Die Decke wird abgezogen.

Abb. 6: Die Läufe werden in den Gelenken abgeschnitten.

Abb. 8a: Durchtrennen des Brustkorbes mit einem schweren Haugerät.

- den Innenseiten der Läufe bis zur bereits offenen Bauchhöhle eingeschnitten (Abb. 3).
- 16.20h Artefakt Nr.8:  
Decke von der rechten Körperhälfte und von beiden rechten Läufen entfernt (Abb. 4).  
Kurze Zeit wurde an den Unterläufen auch Nr.1 benutzt.
- 16.23h Artefakt Nr.4:  
Decke der linken Körperhälfte entfernt.  
Bemerkung J.Weiner: „... schlechtes Stück ..“, danach Werkzeugwechsel.
- 16.28h Artefakt Nr.5:  
Decke von der restlichen linken Körperhälfte, von beiden linken Läufen und vom Hals abgetrennt, Wedel unmittelbar am Körper abgeschnitten.  
Hierbei wurden auch Sehnen durchtrennt.
- 16.33h Artefakt Nr.2:  
an beiden Vorderkeulen Sehnen durchtrennt und Schultergelenke angeritzt.  
Die Keulen wurden im Schultergelenk von Hand gebrochen und herausgedreht.
- 16.37h Artefakt Nr.2:  
am Hals zwischen Schädel und Atlaswirbel Sehnen durchtrennt (Abb. 5).  
Der Hals wurde von Hand gebrochen und abgedreht (Abb. 7).
- 16.38h Artefakt Nr.2:  
an beiden Hinterkeulen Sehnen durchtrennt und Beckengelenke angeritzt (Abb. 6).  
Die Keulen wurden im Beckengelenk von Hand gebrochen und herausgedreht.
- 16.42h Artefakt Nr.12:  
Der Versuch, das Brustbein schneidend bzw. sägend zu durchtrennen, mißlingt.
- 16.43h Herstellung eines groben Haugerätes (Artefakt Nr.13) direkter harter Schlagtechnik zur weiteren Knochenzerlegung, da sich der Faustkeil als ungeeignet erwies.
- 16.48h Pause mit Erläuterungen für die Zuschauer.

- 16.50h Artefakt Nr.13:  
zuvor angeschnittenes Brustbein sowie Rippen beidseits in ca. 10 cm Abstand parallel zur Wirbelsäule zertrümmert (Abb. 8a, 8b).
- 16.52h Artefakt Nr.12:  
anhängende Sehnen, Fleischstücke und Rippenfragmente an den Trennstellen der Rippen durchtrennt.
- 16.53h Artefakt Nr.2:  
Sehnen im Bereich der Beckenwirbel durchtrennt und Wirbelsäule angeritzt.  
Das Becken wurde von Hand abgedreht (Abb. 9).
- 16.54h Artefakt Nr.11:  
Filet- und Kotelettstücke parallel zur Wirbelsäule ausgelöst und in Portionsstücke geteilt (Abb. 10).  
Hierbei fand leichter Kontakt des Werkzeugs mit Sehnen und Knochen statt.
- 16.57h Artefakt Nr.1:  
an den Sprunggelenken und den Vorderfußwurzelgelenken Sehnen durchtrennt und Gelenke angeritzt, um die fleischlosen Unterläufe von den Keulen zu trennen (Abb. 12).  
Die Unterläufe wurden im Gelenk von Hand gebrochen und abgedreht.
- 16.59h Artefakt Nr.13:  
Wirbelsäule in 4 Teile zertrennt, Sehnen zwischen den Wirbeln mit einem Faustkeil nachgeschnitten (Abb. 11).
- 17.00h Ende des Experimentes.

Übersicht über den Einsatz aller verwendeten Geräte:

- Nr. 1: Ablösen der Decke vom Körper; an Sprung- und Vorderfußwurzelgelenken Sehnen durchtrennt und Gelenke angeritzt (3 Min.).
- Nr. 2: Sehnen durchtrennt, Gelenke an Vorder- und Hinterkeulen sowie Wirbel an Hals und Becken angeritzt (10 Min.).
- Nr. 4: Ablösen der Decke vom Körper (5 Min.).



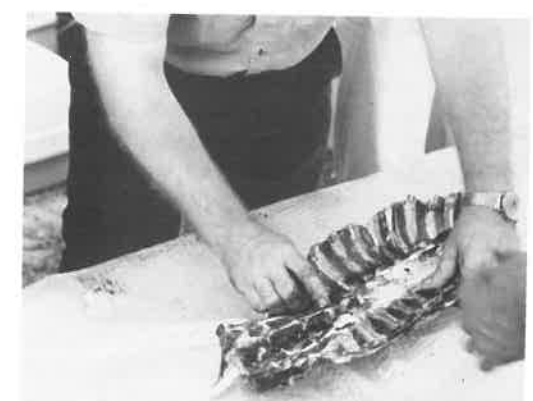
8b



9



10



11



12



13

Abb. 8b: Durchtrennen der Rippen parallel zur Wirbelsäule mit dem Haugerät.

Abb. 9: Das Becken wird abgebrochen.

Abb. 10: Auslösen der Lenden- und Kotelettstücke mit einem scharfkantigen Feuersteinabschlag.

Abb. 11: Zertrennung des ausgebeinten Rückgrats.

Abb. 12: Das Mittelfußgelenk wird durchtrennt.

Abb. 13: Schnittspuren in der Handinnenfläche des Schlachters.



- Nr. 5: Ablösen der Decke von Körper und Läufen; Durchtrennen von Sehnen; Abschneiden des Wedels (5 Min.).
- Nr. 8: Ablösen der Decke von Körper und Läufen (2 Min.).
- Nr. 9: 5 längere Schnitte in Fell/Haut vor dem Ablösen der Decke (5 Min.).
- Nr. 11: Schneiden von Fleisch, leichter Sehnen- und Knochenkontakt (3 Min.).
- Nr. 12: Brustbein (Knorpel) angeschnitten; Sehnen durchtrennt (2 Min.).
- Nr. 13: Zertrümmerung von Brustbein, Rippen und Wirbelsäule (3 Min.).

Protokoll der Damhirschzerlegung des zweiten Experimentes

- 17.14h Artefakt Nr.3:  
Decke wird mit 5 Schnitten an den Innenseiten der Läufe bis zur bereits offenen Bauchhöhle eingeschnitten.
- 17.19h Artefakt Nr.4:  
Decke von den rechten und linken Läufen sowie von beiden Körperhälften gelöst.
- 17.32h Artefakt Nr.4:  
Decke in Höhe des Atlas durchtrennt, Wedel zwischen den proximalen Wirbeln abgeschnitten.
- 17.33h Artefakt Nr.1:  
Sehnen an allen vier Keulen durchtrennt und Schulter- und Beckengelenke angeritzt; starker Knochenkontakt im linken Beckengelenk. Die Keulen wurden im Gelenk von Hand gebrochen und herausgedreht.
- 17.37h Artefakt Nr.4:  
Sehnen am Hals durchtrennt und Wirbelsäule am Atlas angeritzt. Der Kopf wurde von Hand abgedreht.
- 17.39h Artefakt Nr.1:  
am Hals im Nackenbereich Sehnen durchtrennt und Wirbel angeritzt. Der Hals wurde von Hand gebrochen und abgedreht.
- 17.40h Artefakt Nr.6:  
Brustbein zertrümmert.

- 17.41h Artefakt Nr.6:  
Rippen beidseits in ca. 10 cm Abstand parallel zur Wirbelsäule zertrümmert.  
Anhängende Sehnen, Fleischstücke und Rippenfragmente wurden mit Nr.1 durchtrennt.
- 17.44h Artefakt Nr.1:  
Sehnen im Bereich der Beckenwirbel durchtrennt und Wirbelsäule angeritzt.  
Das Becken wurde von Hand abgedreht.
- 17.46h Artefakt Nr.1:  
Talg am Rücken entfernt, Filetstücke ausgelöst.  
Beim Lösen der Filets entstand leichter Knochenkontakt.
- 17.49h Pause mit Erläuterungen für die Zuschauer.
- 17.52h Artefakt Nr.1:  
Kotelettstücke herausgelöst.  
Dabei fand starker Knochenkontakt statt.
- 17.56h Artefakt Nr.1:  
an den Sprunggelenken und den Vorderfußwurzelgelenken Sehnen durchtrennt und Gelenke angeritzt, um die fleischlosen Unterläufe von den Keulen zu trennen.  
Die Unterläufe wurden im Gelenk von Hand gebrochen und abgedreht.
- 17.59h Artefakt Nr.6:  
Wirbelsäule in drei Teile zertrennt.
- 18.01h Ende des Experimentes.

Übersicht über den Einsatz aller verwendeten Geräte:

- Nr. 1: Sehnen durchtrennt und Gelenke an Keulen und Unterläufen sowie Wirbel an Hals und Becken angeritzt; Trennstellen an den Rippen nachgeschnitten; Schneiden von Talg und Fleisch; starker Sehnen- und Knochenkontakt (18 Min.).
- Nr. 3: 5 längere Schnitte in Fell/Haut vor dem Ablösen der Decke (5 Min.).
- Nr. 4: Ablösen der Decke von Körper und Läufen; Abtrennen des Wedels; Sehnen durchtrennt und Wirbelsäule angeritzt (16 Min.).

- Nr. 6: Zertrümmerung von Brustbein, Rippen und Wirbelsäule (5 Min).  
C.S. und A.T.

Artefaktbeschreibung und Gebrauchsspurenanalyse

Vorbemerkung:

Es standen verschiedene, in direkter harter Schlagtechnik angefertigte scharfkantige Abschläge aus qualitativ hochwertigem baltischem Feuerstein sowie ein im Verlauf des ersten Versuches angefertigtes schweres Haugerät und ein Faustkeil aus demselben Material zur Verfügung. Die während des ersten Versuches verwendeten Abschläge stammen von einem unregelmäßigen Kernstein, und es wurden nur solche ausgesucht, die geradlinige oder konvexe scharfe Kanten aufwiesen. Diejenigen des zweiten Versuches stammen von einem länglich-ovalen, präparierten Kernstein. Es handelt sich dabei sowohl um Ziel- als auch um Präparationsabschläge. Vorausgeschickt werden muß auch, daß dem Verfasser lediglich bekannt war, daß mit den Steinwerkzeugen Tiere zerlegt worden sind, nicht aber, wie lange jedes Artefakt in Gebrauch war und wofür es im einzelnen benutzt worden ist.

Zur Reinigung experimentell verwendeter Steinwerkzeuge:

Für die mikroskopische Gebrauchsspurenuntersuchung ist die vollständige Reinigung der Stücke von allen organischen Restpartikeln eine unabdingbare Voraussetzung. Was bei den meisten archäologischen Originalstücken aufgrund der minimalen Erhaltungschancen solcher Reste keine Schwierigkeit bedeutet, stellt den Bearbeiter bei modernen Vergleichsstücken z.T. vor erhebliche Probleme. Sind die Reinigungsmethoden zu aggressiv, besteht die Gefahr der Zerstörung wichtiger Untersuchungsmerkmale; ist die Reinigungswirkung zu schwach, werden die Vergleichsergebnisse verzerrt. Im vorliegenden Fall wurden die Werkzeuge unmittelbar nach Abschluß der experimentellen Benutzung einer Grobreinigung unterzogen. Vor ihrer ersten mikroskopischen Unter-

suchung wurden sie dann mittels Ultraschall und einer milden Spülmittellösung intensiv gereinigt. Trotzdem konnten danach an vielen Funktionspartien noch politurähnliche Werkstoffreste festgestellt werden. In einem zweiten Reinigungsgang mittels Ultraschall und Kalilauge (KOH) wurden diese Reste beseitigt. Die Funktionsbestimmungen beruhen z.T. auf der Fotodokumentation der verschiedenen Reinigungsschritte an ausgewählten Stellen.

Klassifikation der Gebrauchsspuren:

Bei der Untersuchung des Werkzeugensembles konnten drei Kategorien von Gebrauchspolituren festgestellt werden (Abb. 14):

1. Am häufigsten anzutreffen ist eine gleichmäßig über die Fläche verteilte Politur, die sich durch ihr diffuses, mattes Erscheinungsbild auszeichnet. Lineare Richtungsanzeiger innerhalb der Politurfläche sind sehr selten, so daß die Politur keine Orientierung bietet. Die Politur ist in ihrer Ausprägung meist nur schwach entwickelt. Diese Politur wird beim Schneiden weicher Werkstoffe, wie z.B. Fleisch, verursacht.
2. Die zweithäufigste Politurart tritt punktiert an Graten, Erhebungen oder Gratkreuzungen auf. Häufig bildet sie kleine, geschlossene Flächen; seltener ähnelt sie einem Pinselstrich über die raue Silexoberfläche. In jedem Fall zeichnet sie sich durch lineare Richtungsanzeiger wie breite, flache Mulden oder schmale Riefen aus. Ihre Ursache liegt in der Bearbeitung von harten Werkstoffen, wie z.B. Knochen, bzw. in den gelegentlichen Knochenkontakten bei der Schlachtung tierischer Nahrung.
3. Eine seltener anzutreffende Politurart ähnelt in ihrer Erscheinungsform der unter Punkt 1 beschriebenen. Allerdings stellen wirr angeordnete, kurze schmale Riefen und eine etwas glattere Polituroberfläche ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal dar. Die Politur variiert in ihrer Intensität stark, tritt aber an herausragenden Höckern bzw. Graten oder Gratkreuzungen meist mit mittlerer bis starker Ausprägung auf. Die Politurflächen befinden sich häufig im Binnenteil der Werk-

Abb. 14:  
Legende zu den verwendeten Signaturen.

- • • • gleichmäßig entwickelte Gebrauchspolitur entlang der Seitenkante.
- • • • • unregelmäßig entwickelte Gebrauchspolitur (Größe der Punkte gibt die relative Politurintensität wieder).
- • • • • | Gebrauchspolitur mit abrupter Grenze.
- Politur mit linearen Merkmalen als Arbeitsrichtungsanzeiger.
- ↔ dto., nur Arbeitsrichtung nicht eindeutig feststellbar.
- lineare Gebrauchsspur vor der Zweitreinigung.
- ⊢ Aussplitterungen an der Seitenkante mit möglicher Funktionsursache (Dichte der Halbkreise verdeutlicht die Zahl der Aussplitterungsnegative).
- 1 Fotodokumentation an Stelle 1.
- ≡ flächig verbreitete Politur der Handhabung (Griffspuren).

zeugoberfläche, seltener an den Seitenkanten.  
Nach den bisherigen Erfahrungen des Bearbeiters wird diese Politurart durch das Greifen des Werkzeugs mit der bloßen Hand gebildet.

Alle Seitenbezeichnungen beziehen sich auf die Orientierung bei Betrachten der Dorsalfläche. Die Zeitangaben wurden nach der Untersuchung aus Gründen der Übersichtlichkeit ergänzt.

Versuch 1, Werkzeug 1 (Abb. 15): Klinge; direkt hart geschlagen, SFR dièdre, Schlagnarbe, geringe dorsale Reduktion, Querschnitt triangulär, flacher Bulbus, sehr geringe Kantenbeschädigung; L=64,8 mm, B=27,4 mm, D=8,5 mm, G=5 g; 3 Minuten.

Abb. 15: Versuch 1, Werkzeug 1. M 1:3.

Abb. 16: Versuch 1, Werkzeug 1; Gebrauchsspuren. M 1:3.

Abb. 17: Versuch 1, Werkzeug 1: Ventralfläche Stelle 1, deutlich entwickelte Politurart 2. Originalvergrößerung ca. 156x.

Abb. 18: Versuch 1, Werkzeug 1: Dorsalfläche Stelle 2, Politurart 3 an Dorsalgrat. Originalvergrößerung ca. 156x.

Abb. 19: Versuch 1, Werkzeug 2. M 1:3.

Abb. 20: Versuch 1, Werkzeug 2; Gebrauchsspuren. M 1:3.

Abb. 21: Versuch 1, Werkzeug 2: Ventralfläche Stelle 3, Politurart 2.

Originalvergrößerung ca. 77x.

Abb. 22: Versuch 1, Werkzeug 4. M 1:3.

Abb. 23: Versuch 1, Werkzeug 4; Gebrauchsspuren. M 1:3.

Abb. 24: Versuch 1, Werkzeug 4: Ventralfläche Stelle 4, Gebrauchsspur vor der Zweitreinigung.

Originalvergrößerung ca. 156x.

Abb. 25: Versuch 1, Werkzeug 5. M 1:3.

Abb. 26: Versuch 1, Werkzeug 5; Gebrauchsspuren. M 1:3.

Abb. 27: Versuch 1, Werkzeug 8. M 1:3.

Abb. 28: Versuch 1, Werkzeug 8; Gebrauchsspuren. M 1:3.

Abb. 29: Versuch 1, Werkzeug 8: Dorsalfläche Stelle 5, Politurart 1. Originalvergrößerung ca. 156x.

Abb. 30: Versuch 1, Werkzeug 8: Dorsalfläche Stelle 6, Politurart 3. Originalvergrößerung ca. 77x.

Abb. 31: Versuch 1, Werkzeug 8: Dorsalfläche Stelle 7, Politurart 3. Originalvergrößerung ca. 156x.

Abb. 32: Versuch 1, Werkzeug 9. M 1:3.

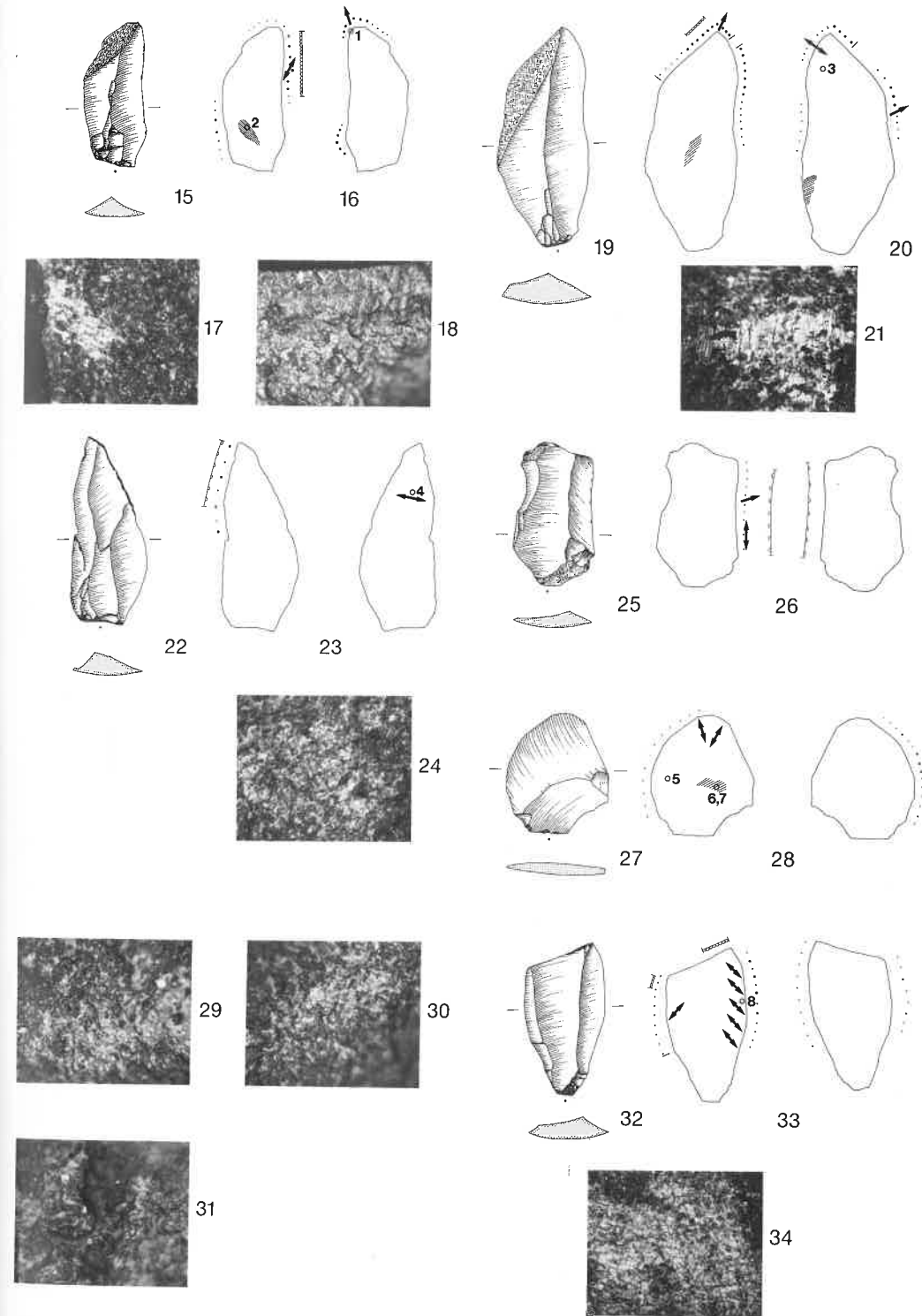
Abb. 33: Versuch 1, Werkzeug 9; Gebrauchsspuren. M 1:3.

Abb. 34: Versuch 1, Werkzeug 9: Dorsalfläche Stelle 8, Gebrauchsspur vor der Zweitreinigung.

Originalvergrößerung ca. 77x.

Funktionszone 1 (Abb. 16): distaler Spitzenbereich

- klare Dominanz von Politurart 1 an beiden Seitenkanten; stärkste Intensität an der Spitze; an der rechten Seitenkante erstreckt sie sich mit nachlassender Intensität bis zur Mitte des Werkzeugs.
- einige deutlich ausgeprägte Punkte der Politurart 2 in mehr oder weniger longitudinaler Richtung (Abb. 17).
- im distalen Drittel der rechten Seitenkante einige auffallende Aussplitterungen.



Ergebnis: langdauernde ‚Schneidetätigkeit‘; gelegentliche, aber kräftige Knochenkontakte (eventuell mit der Spitze in Gelenkspalt oder ähnliches eindringend) ohne Hebelwirkung.

Funktionszone 2 (Abb. 16): proximale Werkzeughälfte

- Ventralfläche, proximales Drittel der rechten Seitenkante Politurart 1 in schwacher bis mittlerer Ausprägung.
- Dorsalfläche, proximale Hälfte der linken Seitenkante Politurart 1 in schwacher Ausprägung.
- proximales Drittel der dorsalen Binnenfläche Politurart 3 (Abb. 18).

Ergebnis: Möglicherweise wurde die scharfe rechte Seitenkante im proximalen Drittel kurz als Funktionskante zum Schneiden verwendet. Das läßt sich jedoch nicht sicher von den deutlich vorhandenen Griffspuren der bloßen Hand (besonders auf den Dorsalgraten) unterscheiden.

Versuch 1, Werkzeug 2 (Abb. 19): Klinge; direkt hart geschlagen, SFR dièdre, große Schlagnarbe, dorsale Reduktion, Querschnitt triangulär, flacher Bulbus, geringe „edge abrasion“, sehr geringe Kantenbeschädigung; L=98,7 mm, B=42,1 mm, D=14,6 mm, G=28 g; 10 Minuten.

Funktionszone (Abb. 20): distale Werkzeughälfte

- Politurart 1 erstreckt sich auf beiden Seitenkanten mit nachlassender Intensität etwa bis zur Werkzeugmitte; sowohl auf der Dorsal- wie auf der Ventralfläche läßt sich die höchste Intensitätsstufe im Spitzenbereich feststellen (ventral auf der linken, dorsal auf der rechten Seitenkante).
- Politurart 2 tritt ebenfalls gebündelt im Spitzenbereich auf; ihre Orientierung verläuft longitudinal von der Spitze zur Basis und an der rechten Seitenkante der Ventralfläche schräg oder rechtwinklig zur Werkzeugmitte (Abb. 21).
- die linke Seitenkante der Dorsalfläche trägt unmittelbar unterhalb der Spitze einige markante Aussplitterungen.

Ergebnis: Schneidetätigkeit mit zahlreichen Knochenkontakten der Spitze bei relativ ausgedehnter Benutzungsdauer; die Basalhälfte zeigt auf den Dorsalgraten sowie an der rechten Seitenkante der Ventralfläche einige schwache Griffspuren.

Abb. 35: Versuch 1, Werkzeug 11. M 1:3.

Abb. 36: Versuch 1, Werkzeug 11; Gebrauchsspuren. M 1:3.

Abb. 37: Versuch 1, Werkzeug 12. M 1:3.

Abb. 38: Versuch 1, Werkzeug 12; Gebrauchsspuren. M 1:3.

Abb. 39a,b: Versuch 1, Werkzeug 12: B-Fläche, Stelle 9, Politurart 1. Originalvergrößerung a) ca. 77x und b) ca. 156x.

Abb. 40: Versuch 1, Werkzeug 12: A-Fläche, Stelle 10, Politurart 2. Originalvergrößerung ca. 77x.

Abb. 41: Versuch 1, Werkzeug 12: A-Fläche, Stelle 11, Politurart 1. Originalvergrößerung ca. 156x.

Abb. 42: Versuch 1, Werkzeug 13. M 1:3.

Abb. 43: Versuch 1, Werkzeug 13; Gebrauchsspuren. M 1:3.

Abb. 44: Versuch 1, Werkzeug 13: Ventralfläche Stelle 12, Politurart 1 und 2. Originalvergrößerung ca. 77x.

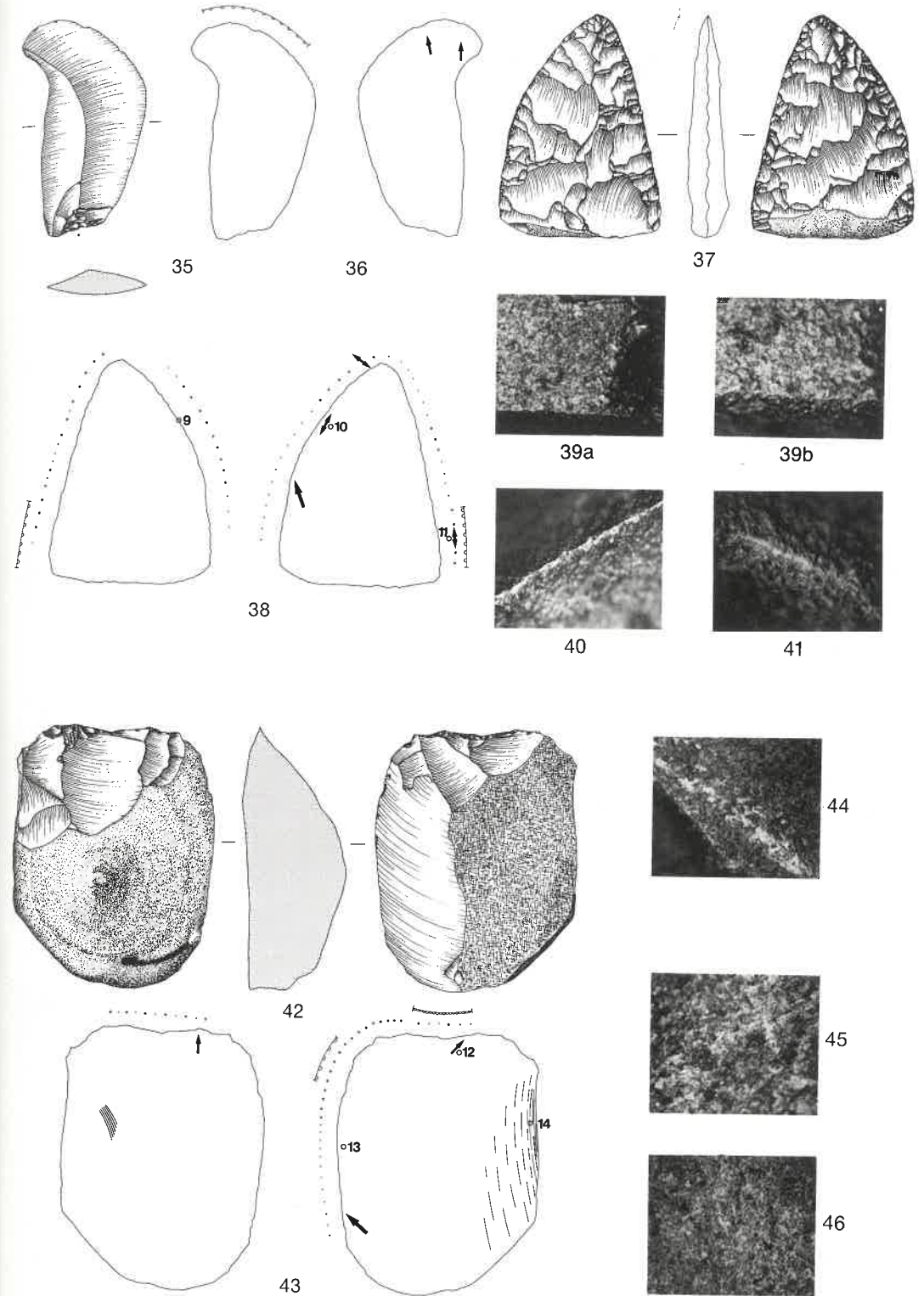
Abb. 45: Versuch 1, Werkzeug 13: Ventralfläche Stelle 13, Gebrauchsspur vor der Zweitreinigung. Originalvergrößerung ca. 35x.

Abb. 46: Versuch 1, Werkzeug 13: Ventralfläche Stelle 14, Politurart 3. Originalvergrößerung ca. 77x.

Versuch 1, Werkzeug 4 (Abb. 22): Klinge; direkt hart geschlagen, SFR glatt, Schlagnarbe, dorsale Reduktion, Querschnitt trapezoid, ausgeprägter Bulbus, dextralateral im terminalen Bereich durch Retusche gestumpft, geringe Kantenbeschädigung; L=82,8 mm, B=34,9 mm, D=11,1 mm, G=18 g; 5 Minuten.

Funktionszone (Abb. 23): linke Seitenkante, distales Drittel

- Politurart 1 in schwacher, nicht einheitlicher Ausprägung.
- auf der Dorsalfläche sind minimale, ungeordnete Aussplitterungen vorhanden.
- auf der distalen Hälfte der Ventralfläche wurden vor der Zweitreinigung Ge-



brauchsspuren gefunden, die eine quer zur Längserstreckung verlaufende Arbeitsrichtung anzeigen (Abb. 24).  
Ergebnis: Funktionsmerkmale im archäologischen Kontext nicht feststellbar.

Versuch 1, Werkzeug 5 (Abb. 25): Klingenförmiger Abschlag; direkt hart geschlagen, SFR glatt, Schlaglippe, keine Schlagnarbe, keine dorsale Reduktion, Querschnitt trapezoid, flacher Bulbus, terminales Hingeende, Kortexreste, bidirektionale Schlagrichtung, sehr geringe Kantenbeschädigung; L=64,5 mm, B=37,8 mm, D= 8,6 mm, G=8 g; 5 Minuten.

Funktionszone (Abb. 26): rechte Seitenkante

- entlang der gesamten Kantenerstreckung ist die Politurart 1 in einheitlich schwacher Ausprägung vorhanden.
- bifaziale schwache Aussplitterungen.
- vor der Zweitreinigung wurden einige Richtungsanzeiger (stumpfwinklig zur Basis zeigend bzw. longitudinal zur Seitenkante orientiert) gefunden.

Ergebnis: Schneidetätigkeit längs zur Arbeitskante überwiegt, keine Knochenkontakte, Benutzungsdauer nur relativ kurz.

Versuch 1, Werkzeug 8 (Abb. 27): Abschlag; direkt hart geschlagen, SFR glatt, große Schlagnarbe, keine dorsale Reduktion, Querschnitt trapezoid, ausgeprägter Bulbus, geringe Kantenbeschädigung; L=54,8 mm, B=47,2 mm, D=7,4 mm, G=3 g; 2 Minuten.

Funktionszone (Abb. 28): gesamte linke Seitenkante

- auf der Ventralfläche schwache bis mittelstarke Ausprägung der Politurart 1, stärkste Intensitätsstufe etwa in der Werkzeugmitte.
- auf der Dorsalfläche entlang der Seitenkante nur verhältnismäßig schwache Politurspuren (Abb. 29); vor der Zweitreinigung lineare Gebrauchsspuren im distalen Drittel der Dorsalinnenfläche.
- minimale bifaziale Aussplitterungen.

Ergebnis: variable Schneidetätigkeit längs zur Arbeitskante ohne feststellbare Knochenkontakte bei mittellanger Benutzungsdauer, dabei dringt der distale

Werkzeugteil tiefer in das weiche Material ein; keine hebelnden Funktionen.

Griffzone (Abb. 28): proximale rechte Artefakthälfte

- Grate und anschließende Binnenflächen des zentralen Dorsalnegativs tragen eindeutige Spuren der Politurart 3 (Abb. 30 u. 31).

Ergebnis: fester Griff mit bloßer Hand, der während der Benutzung wahrscheinlich konstant beibehalten wurde.

Versuch 1, Werkzeug 9 (Abb. 32): Abschlag; direkt hart geschlagen, SFR glatt, Schlagnarbe, sehr feine dorsale Reduktion, Querschnitt trapezoid, flacher Bulbus, terminales Hingeende, ausgeprägte „edge abrasion“, sehr geringe Kantenbeschädigung; L=69,2 mm, B=36,8 mm, D=9,3 mm, G=5 g; 5 Minuten.

Funktionszone 1 (Abb. 33): linke Seitenkante

- distale Hälfte der Seitenkante zeigt einheitlich ausgeprägte Politurart 1 in schwacher Intensität; abrupte Grenze zum Proximalteil hin.
- an der Ecke zur Distalkante sind einige tiefe Aussplitterungen mit Politurspuren auf ihren Innenflächen vorhanden.
- vor der Zweitreinigung befindet sich in der Mitte der Politurerstreckung eine schräg nach distal zeigende Gebrauchsspur.

Ergebnis: Schneidefunktion von kurzer Dauer, wahrscheinliche Gebrauchsbeschädigung an der distalen Ecke durch Verklemmen oder hebelnde Tätigkeit.

Funktionszone 2 (Abb. 33): rechte Seitenkante

- Vor der Zweitreinigung konnten entlang der distalen Hälfte der Seitenkante gleichmäßig entwickelte, lineare Gebrauchsspuren gefunden werden (Abb. 34). Die Arbeitsrichtung zeigt nach distal. Nach ihrer Entfernung bleiben nur schwache Anzeichen der Politurart 1 übrig.
- keine Aussplitterungen.

Ergebnis: kurze Benutzungsdauer ohne Druckausübung in weichem Werkstoff, wahrscheinlich in Zusammenhang mit Funktionszone 1; im archäologischen Kontext nicht feststellbar.

Versuch 1, Werkzeug 11 (Abb. 35): Klingenförmiger Abschlag; direkt hart ge-

schlagen, SFR glatt, große Schlagnarbe, starke dorsale Reduktion durch viele steckengebliebene Abhübe, Querschnitt triangulär, flacher Bulbus, geringe Kantenbeschädigung; L=101,8 mm, B=46,0 mm, D=14,2 mm, G=28 g; 3 Minuten.

Funktionszone (Abb. 36): distales Werkzeugdrittel

- vor der Zweitreinigung wurden einige parallel orientierte Gebrauchsspuren entdeckt. Die Orientierungsrichtung zeigt nach distal.

- Aussplitterungen ohne begleitende Gebrauchspolituren im distalen, konvexen Bereich der rechten Seitenkante.

Ergebnis: Funktionsmerkmale im archäologischen Kontext nicht auswertbar.

Versuch 1, Werkzeug 12 (Abb. 37): kleiner triangulärer Faustkeil; Basis stumpf, Spitze leicht gerundet, beidseitig flächig gearbeitet, wechselseitig-gleichgerichtete Retusche, regelmäßig gezähnte Längskanten; L=105,8 mm, B=77,8 mm, D=16,7 mm, G=86 g; 2 Minuten.

Funktionszone 1 (Abb. 38): A-Fläche, konvexe linke Seitenkante

- einheitlich mittelstark ausgeprägte Politurart 1 über die gesamte Erstreckung (auf der gegenüberliegenden B-Fläche ist eine deutliche Verstärkung zur Artefaktmitte hin festzustellen (Abb. 39a u. 39b)).

- auf den Graten zwischen den Retuschnegativen finden sich häufig Punkte der Politurart 2 (Abb. 40); ihre Ausrichtung zeigt an der Spitze rechtwinklig zur Arbeitskante in das Artefaktzentrum, im basalen Bereich spitzwinklig zur Basis.

- deutlich unterscheidbare Gebrauchsaussplitterungen sind nicht zu finden.

Ergebnis: variable Schneidefunktion mit wechselnder Arbeitsrichtung und häufigen, aber schwachen Knochenkontakten; Spitzenteil tief eindringend, allerdings keine eindeutig stechende Funktion.

Funktionszone 2 (Abb. 38): A-Fläche, gerade rechte Seitenkante

- insgesamt weniger stark ausgeprägtes Auftreten der Politurart 1 als an der gegenüberliegenden Seitenkante.

- die Politurart 2 ist ebenfalls nur an wenigen Punkten auf der A-Fläche im basalen

Drittel der Seitenkante vertreten. Ihre Orientierung liegt parallel zum Kantenverlauf (Abb. 41).

- auffallende, bifaziale Aussplitterungen und Gratverrundungen im basalen Viertel der Seitenkante.

Ergebnis: vergleichbare Tätigkeit wie bei Funktionszone 1; Benutzungsdauer wesentlich kürzer; Spuren massiveren Einsatzes an der Ecke zur basalen Kante.

Versuch 1, Werkzeug 13 (Abb. 42): Geröllgerät; terminal beidseitig als Schneide zugerichtet, basal naturbelassen; L=124,4 mm, B=95,1 mm, D=48,5 mm, G=448 g; 3 Minuten.

Funktionszone 1 (Abb. 43): Distalkante

- schwere, massive Aussplitterungen in charakteristischer Form und Größe etwa in der Mitte der Kante; Spitzen und Grate zwischen den Negativen ohne Verrundung.

- Politurart 1 und 2 nur in schwacher, uneinheitlicher Ausprägung vorhanden; lineare Richtungsanzeiger sind rechtwinklig zur Seitenkante nach proximal orientiert (Abb. 44).

Ergebnis: massiver Einsatz als Schlaggerät auf harten Werkstoffen; Dauer nicht bestimmbar; keine anschließenden Schneidefunktionen.

Funktionszone 2 (Abb. 43): rechte Seitenkante, Ventralfläche

- Vor der Zweitreinigung wurden entlang der gesamten Seitenkante einheitlich mittelstark entwickelte Gebrauchsspuren gefunden. Lineare Merkmale im proximalen Drittel der Seitenkante zeigen in Richtung zur Basis (Abb. 45).

Ergebnis: Obwohl auf der Dorsalfläche Kortex vorhanden ist, wurde die scharfe rechte Seitenkante zum Schneiden weicher Werkstoffe benutzt.

Griffzone (Abb. 43): linke Seitenkante, Ventral- und Dorsalfläche

- klar erkennbare Flächen der Politurart 3 entlang der basalen Hälfte der Ventralfläche (Abb. 46). Dieselben Gebrauchsspuren lassen sich innerhalb des großen Negativs auf der linken Hälfte der Dorsalfläche feststellen.

Ergebnis: Griffspuren der bloßen Hand.

Versuch 2, Werkzeug 1 (Abb. 47): Klinge; direkt hart geschlagen, SFR punktförmig, Schlagnarbe, keine dorsale Reduktion, Querschnitt triangulär, flacher Bulbus, multidirektionale Schlagrichtung, sehr geringe Kantenbeschädigung; L=119,5 mm, B=47,4 mm, D=13,8 mm, G=29 g; 18 Minuten.

Funktionszone (Abb. 48): linke Seitenkante, distales Drittel

- vor der Zweitreinigung konnten an der linken Seitenkante dorsal wie ventral leichte Gebrauchsspuren gefunden werden.

Ergebnis: Funktionsmerkmale im archäologischen Kontext nicht feststellbar.

Versuch 2, Werkzeug 3 (Abb. 49): Lévalloisabschlag; direkt hart geschlagen, SFR facettiert, keine Schlagnarbe, Querschnitt trapezoid, ausgeprägter Bulbus, stark gewellte Ventralseite, terminal spitz auslaufend, geringe Kantenbeschädigung; L=71,2 mm, B=36,1 mm, D=9,8 mm, G=14 g; 5 Minuten.

Funktionszone (Abb. 50): distaler Spitzenbereich

- rund um die Spitze wurden vor der Zweitreinigung schwache Gebrauchsspuren gefunden.
- Aussplitterungen in der distalen Hälfte der rechten Seitenkante lassen keine Funktionsaussage zu.

Ergebnis: Funktionsmerkmale im archäologischen Kontext nicht auswertbar.

Versuch 2, Werkzeug 4 (Abb. 51): Klinge; direkt hart geschlagen, SFR punktförmig, Schlagnarbe, Querschnitt trapezoid, flacher Bulbus, stark gewellte Ventralseite, terminales Hingeende, bidirektionale Schlagrichtung, geringe Kantenbeschädigung; L=49,9 mm, B=28,3 mm, D=5,1 mm, G=2 g; 16 Minuten.

Funktionszone 1 (Abb. 52): rechte Seitenkante

- deutlich entwickelte Ausprägung der Politurart 1 besonders in der distalen Hälfte der Seitenkante.
- lineare Orientierung der Politurart 2 zeigt eine nahezu rechtwinklig zur Seitenkante verlaufende Arbeitsrichtung an.
- gleichmäßig verteilte, bifaziale Aussplitterungen entlang des gesamten Kantenverlaufs.

Abb. 47: Versuch 2, Werkzeug 1. M 1:3.

Abb. 48: Versuch 2, Werkzeug 1; Gebrauchsspuren. M 1:3.

Abb. 49: Versuch 2, Werkzeug 3. M 1:3.

Abb. 50: Versuch 2, Werkzeug 3; Gebrauchsspuren. M 1:3.

Abb. 51: Versuch 2, Werkzeug 4. M 1:3.

Abb. 52: Versuch 2, Werkzeug 4; Gebrauchsspuren. M 1:3.

Abb. 53: Versuch 2, Werkzeug 4: Ventralfäche Stelle 15, Politurart 3. Originalvergrößerung ca. 77x.

Abb. 54: Versuch 2, Werkzeug 6. M 1:3.

Abb. 55: Versuch 2, Werkzeug 6; Gebrauchsspuren. M 1:3.

Abb. 56: Versuch 2, Werkzeug 6: B-Fläche, Stelle 16, Politurart 2. Originalvergrößerung ca. 77x.

Ergebnis: intensiv genutzter Abschlag zum Zerschneiden weicher Werkstoffe; Knochenkontakte selten, statt dessen wahrscheinlich Durchtrennen zäher und widerstandsfähiger Materialien.

Funktionszone 2 (Abb. 52): linke Seitenkante

- schwach bis mittelstark entwickelte Politur 1 in diskontinuierlicher Verbreitung entlang der distalen Werkzeughälfte.
- kein Auftreten von Politurart 2.

- wesentlich geringere Aussplitterungen als auf der gegenüberliegenden Seitenkante.

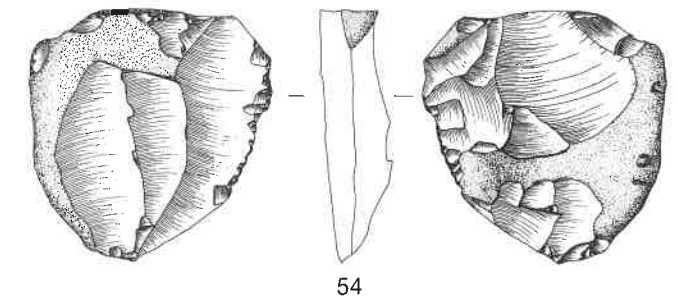
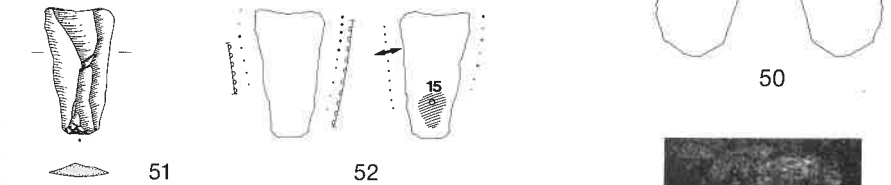
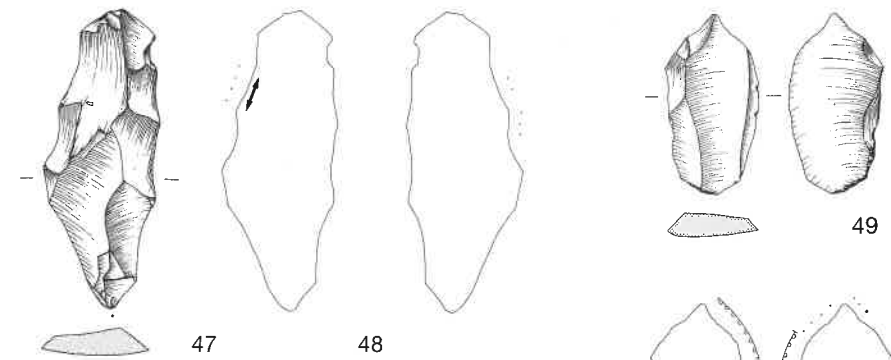
Ergebnis: longitudinales Schneiden in weichen Werkstoffen ohne Knochenkontakte, relativ lange Benutzungsdauer.

Griffzone (Abb. 52):

- auf den hervorstehenden Punkten der proximalen Hälfte der Ventralfäche finden sich deutlich entwickelte Flecken der Politurart 3 (Abb. 53).

Ergebnis: fester Griff mit bloßer Hand.

Versuch 2, Werkzeug 6 (Abb. 54): Abschlagkernstein (Haugerät); terminal beidseitig als Schneide zugerichtet, basal naturbelassen und als Schlagfläche für Abschlagproduktion verwendet; L=100,1 mm, B=100,6 mm, D=27,3 mm, G=231 g; 5 Minuten.



Funktionszone (Abb. 55): A-Fläche, konvexe linke Seitenkante

- Stellen mittelstark entwickelter Politur 1 und 2 im mittleren Bereich der Seitenkante; die linearen Merkmale auf der B-Fläche zeigen stumpf- bzw. rechtwinklig von der Arbeitskante zur Artefaktmitte (Abb. 56).
- in der Mitte der Seitenkante sind eng gestaffelte, tiefe Aussplitterungen vorhanden. Die Intensität der Aussplitterungen ist in Richtung zur Distalseite merklich geringer.

Ergebnis: Die stabile, linke Seitenkante diente zum Schlageinsatz auf harten Werkstoffen. Dabei wurde das Werkzeug nach distal links außen geschwungen.

Griffzone (Abb. 55): A-Fläche, rechte Hälfte

- Im distalen Bereich der rechten Seitenkante, teilweise auch auf der Binnenfläche, lassen sich eindeutige Flecken der Politurart 3 finden.

Ergebnis: Handhabung mit bloßen Händen.  
G.U.

#### Anmerkungen zu den Tierknochen

Im Zusammenhang mit fossilen Faunen wurden wiederholt Merkmale beobachtet und beschrieben, die Rückschlüsse auf die Jagd und anschließende Zerwirkung, aber auch der Einlagerung ins Sediment und einer nachfolgenden Diagenese lieferten (BERKE 1987; V.D. DRIESCH u. BOESSNECK 1975). Knochen in gut erhaltenem Zustand sind geradezu ideale Informationsträger. Betrachtungen solcher Art sind um so wichtiger, da Faunenensembles aus archäologischen Untersuchungen nicht selten zu Berechnungen paläo-ökonomischer Art herangezogen werden, ohne daß deren artifizieller Charakter erwiesen wäre. Eine „Ereignisgeschichte“ läßt sich an ihnen wegen ihrer Materialeigenschaft gelegentlich in vorzüglicher Weise nachvollziehen.

Gerade im Zusammenhang mit aktualistischen Versuchen ist es angebracht, Beobachtungen dieser Art in die Gesamtbetrachtung miteinzubeziehen. Einschränkend sei allerdings schon zu Beginn angemerkt, daß der hier beschriebene Zerlegungsvorgang nur ein begrenzter Ausschnitt der „Verarbeitung“ eines Tierkörpers darstellt. Des weite-

ren handelt es sich um Jungtiere, deren Skelett insbesondere im Epiphysenbereich und an den verknorpelten Enden gewisser Skeletteile Merkmalsalterhaltungen nur bedingt zulassen. Aus diesem Grund entfallen hier im wesentlichen Untersuchungen zur Morphologie bestimmter Kerben, obwohl sie durchaus Rückschlüsse auf die verwendeten Geräte gestatten (WALKER u. LONG 1977, 605ff.). Der Tötungsvorgang geschah mit der Schußwaffe und zog extreme Zertrümmerungsfrakturen an der Halswirbelsäule nach sich. Die so entstandenen Merkmale sind typisch für Schußverletzungen und müssen nicht weiter beschrieben werden. Das Aufbrechen und Auswaiden des Tieres fand bereits vor der Zerlegungsdemonstration statt, wobei allerdings kein Kontakt des Arbeitsgerätes (Messer) mit den harten Skeletteilen erfolgte. Die ersten faßbaren und für uns relevanten Spuren entstanden während des Abhäutungsvorgangs. Im Bereich der Fuß- und Handwurzelknochen wurde das Fell ringförmig aufgeschnitten, wobei noch keine Verletzungen entstanden. Erst bei der Öffnung der Gelenkkapseln und Abtrennung der Bänder wurde eher aus Unachtsamkeit denn aus Notwendigkeit - der Knochen verletzt. Die Schneide des Silexabschlags durchtrennte verschiedentlich die Knorpelschichten und drang in die Knochensubstanz ein. Hierbei entstanden die bereits vielfach beschriebenen und charakteristischen Schnittspuren an den ebenfalls typischen Stellen. Die distalen Extremitäten wurden mit Fell abgebrochen und keiner weiteren Verwendung zugeführt. Als weitere „Zwangsstelle“ ergab sich das Gelenk zwischen Halswirbelsäule und Kopf. Vor der Gelenkluxation wurden auch hier die Bänder durchtrennt, wobei es wiederum zu einigen Einschnitten in die Knochensubstanz kam. Auch der Kopf wurde im Fell belassen und nicht weiter verwendet.

Die Trennung der Extremitäten vom Rumpf erfolgte ohne eine Verletzung der Knochensubstanz. Bei der Luxation der Oberschenkel wurden lediglich Bänder und Muskulatur durchtrennt. Vor der Zerlegung des verbleibenden Rumpfes wurde die Halswirbelsäule abgetrennt. An der Stelle der Teilung ergaben sich dieselben Merkmale an den Wirbelkörpern wie an Atlas und Schädel. Die weitere Zerlegung mit einem schweren Haugerät hat dann massiv in die Knochensubstanz einge-

griffen. Im Abstand einer halben Handspanne von der Wirbelsäule wurden die Rippen mit Hilfe eines Gerätes, welches sich am ehesten als „Pebble Tool“ bezeichnen läßt, mit kräftigen Schlägen durchtrennt. Hierbei entstanden Trümmerfrakturen mit teilweise vollkommener Zerstörung der Knochensubstanz, wie sie bisweilen beschrieben wurde. Bei der mittigen Teilung der distalen Rippenpartien fand keine weitere Knochenberührung statt.

Das verbleibende Brust- und Lendenwirbelstück wird bei Schlachtvorgängen heute noch als „Zierner“ (Abb. 8b) bezeichnet (WETZEL u. BOSINSKI 1969). Er wurde zum Abschluß der Demonstration in drei Teile zerlegt. Die dabei entstandenen Schlagverletzungen am Knochen wurden oben an vergleichbarer Stelle bereits erwähnt.

Mit diesem Vorgang war die Zerlegungsdemonstration abgeschlossen. Es bleibt festzuhalten, daß damit nur wenige Knochenverletzungen, und diese nicht eben zwangsläufig, verbunden waren. Dieser Eindruck entspricht der Mehrzahl bisheriger Beobachtungen in archäologischem Zusammenhang. Die detaillierte Aufnahme einer differenzierten Zerlegung mit all ihren Spuren, die sicherlich weitergehende Beobachtungsmöglichkeiten ergeben hätte, war für diese Betrachtungen von vornherein nicht vorgesehen.

K.H.R.

#### Auswertung und Ergebnisse

Nachdem nun Versuchsabläufe und Vorgehensweise der Zerlegungen im Detail vorgelegt wurden und die verwendeten Artefakte sowie die beobachteten Gebrauchsspuren beschrieben sind, sollen noch einige detailliertere Informationen nachgereicht werden. Eine Untergliederung in vier Abschnitte erweist sich dabei als zweckmäßig. Zunächst sind die beiden Artefaktensembles einander gegenüberzustellen, dann werden die Ergebnisse der Gebrauchsspurenanalyse zusammengefaßt und mit denjenigen aus anderen, ähnlichen Versuchen verglichen. Daran schließen sich Anmerkungen zu beiden Experimenten an. Zuletzt werden übergreifende Überlegungen dargelegt, die sich aus den Resultaten unserer Versuche ergeben haben. Es muß allerdings darauf hingewiesen

werden, daß die Auswertung nicht darauf abzielt, eine vollständige Aufarbeitung des Themas vorzunehmen, da dies in neuerer Zeit an anderer Stelle beispielhaft geschehen ist (LYMAN 1987).

Aus verschiedenen Gründen fiel die Wahl der zu verwendenden Werkzeuge für die Tierzerlegungen auf einfache, unretuschierte Grundformen (vgl. Beitrag WEINER). Eine Durchsicht der einschlägigen Literatur zeigt, daß gerade zu diesem Punkt eine Reihe von vergleichbaren Versuchen existiert (JONES 1980; WALKER 1978), deren Erkenntnisse durch unsere Arbeiten gegebenenfalls wiederholt, eventuell ergänzt oder sogar modifiziert werden können. Aus den zur Verfügung stehenden Quellen ergab sich eindeutig, daß unretuschierte Schneiden bei den meisten Zerlegungsarbeiten erheblich effizienter sind als retuschierte (WALKER 1978).

Man wird wohl davon ausgehen dürfen, daß zu allen steinzeitlichen Perioden für Schneidarbeiten vorzugsweise unretuschierte Artefakte verwendet wurden. Vor diesem Hintergrund erscheint die Feststellung, es seien erstaunlich viele nicht retuschierte Abschläge benutzt worden, gegenstandslos (VEIL et al. 1988, 262).

Der Einsatz unretuschierter Artefakte bedarf jedoch eines relativ hohen Kraftaufwandes, da sie zumeist nur mit zwei, höchstens drei Fingern gehalten werden können. Gegenüber der Arbeit mit retuschierten Grundformen oder Großgeräten, wie z.B. Faustkeilen und Geröllgeräten, kann es hier erheblich öfter zu kleinen Schnittverletzungen kommen. Dieser Erfahrung von Jones (JONES 1980, 160) können wir nur beipflichten (Abb. 13), doch aus Gründen der Effektivität stellen größere bzw. retuschierte Werkzeuge in der Tat kaum eine wirkliche Alternative dar.

Die überwiegende Beschränkung auf unretuschierte Grundformen während beider Experimente gewährleistet zudem ohne größere Probleme die Vergleichsmöglichkeit der Ergebnisse auf nahezu jede steinzeitliche Epoche, da gerade diese Artefaktform besonders zeitspezifisch ist.

Die in beiden Experimenten verwendeten Artefakte wurden jeweils im Vorfeld der Veranstaltungen angefertigt und während des Versuchsablaufs intuitiv nach ihrer Funktionalität und Handhabbarkeit ausgesucht. Die beiden

Ensembles unterscheiden sich trotz gegenteiliger Vermutung in einigen Punkten recht deutlich voneinander.

Die Artefaktbeschreibung (vgl. Beitrag UNRATH) läßt die Dominanz eines bestimmten Querschnitts der Grundformen nicht erkennen. Es deutet sich lediglich ein schwaches Überwiegen von trapezförmigen Querschnitten an, doch vor dem Hintergrund der geringen Stückzahlen ist dies wohl nicht weiter interpretierbar. Dem Anschein nach hat dieses Merkmal kaum Einfluß auf die Wahl der Geräte ausgeübt.

Ergiebiger ist schließlich der Vergleich der Anzahl der Schneiden in beiden Artefaktkomplexen. Während bei Ensemble 1 an sieben Artefakten insgesamt 11 gebrauchsfähige Schneiden mit einer mittleren Länge von 61 mm und einer Spannweite zwischen 35 mm und 90 mm gezählt werden konnten, weist Ensemble 2 bei nur drei benutzten Geräten immerhin neun gebrauchsfähige Schneiden auf, wobei sich die mittlere Schneidenlänge von 56 mm und die Spannweite zwischen 30 mm und 65 mm nur geringfügig von den Werten aus Komplex 1 unterscheiden. So verfügt Komplex 2 über annähernd dieselbe Anzahl an Schneiden wie Komplex 1, obwohl deutlich weniger Geräte zum Einsatz gekommen sind.

Im Hinblick auf die Arbeitskanten erweist sich demnach Ensemble 2 als erheblich effektiver als Ensemble 1. Bestätigt wird dies auch durch die mittlere Benutzungsdauer von ca. 11 Minuten pro Gerät beim zweiten Versuch gegenüber 4,2 Minuten beim ersten Versuch. Rechnet man weiter, so erhält man für Versuch 1 eine mittlere Schneidengebrauchsdauer von 3,45 Minuten und für Versuch 2 einen entsprechenden Wert von 4,33 Minuten pro Schneide. Im Durchschnitt wurde also im zweiten Versuch jede Schneide ungefähr eine Minute länger verwendet. Nach Aussage vieler Gebrauchsspurenanalytiker (VEIL et al. 1988, 258; KEELEY u. NEWCOMER 1977) ist dieser Unterschied allerdings kaum von ausschlaggebender Bedeutung für die Ausbildung von Gebrauchsspuren.

Möglicherweise steht hinter der stark differierenden Benutzungsdauer eines jeden Gerätes in unseren Experimenten auch ein gewisser, jedoch vollkommen unbewußter Lernprozeß des Experimentators, der die Artefakte

beim zweiten Versuch intuitiv nach dem Gesichtspunkt einer möglichst langen Benutzbarkeit ausgewählt hat. Immerhin benötigte J. Weiner beim zweiten Versuch eine deutlich geringere Anzahl an Geräten, mit welchen dann aber dasselbe Ziel erreicht wurde, da eben genauso viele gebrauchsfähige Arbeitskanten zur Verfügung standen wie beim ersten Versuch.

Alle während der experimentellen Zerlegung der Damhirsche benutzten Geräte kamen im Verlauf ihrer Verwendung in unterschiedlich starker Weise mit Knochen in Berührung. Im Hinblick auf die Gebrauchsspurenanalyse ist festzuhalten, daß alle Bewegungen eines Artefaktes meist in einheitlicher Richtung erfolgten. Quer zur Hauptarbeitsrichtung, d.h. zur Längsachse der Artefakte verlaufende Schneidearbeiten wurden so gut wie nicht durchgeführt.

Die Ergebnisse der Gebrauchsspurenanalyse zeigen, daß die Benutzungsdauer zumindest für die Ausprägung linearer Richtungsanzeiger (striations) offenbar zu kurz war. Bedenkt man jedoch, daß in anderen Versuchen bei durchaus ähnlichen Voraussetzungen bis zu 44 Minuten mit einem Artefakt gearbeitet wurde (KEELEY u. NEWCOMER 1977, 42), ohne daß eine sichere Bestimmung des bearbeiteten Materials möglich gewesen wäre, so mag dies nicht weiter verwundern.

Dennoch konnte G. Unrath in den meisten Fällen nicht nur eine Funktionsbestimmung anhand der gefundenen Gebrauchsspuren vornehmen, sondern darüber hinaus auch Angaben zum bearbeiteten Material machen (s. Beitrag UNRATH). Beachtenswert erscheint in diesem Zusammenhang, daß schon nach einer Benutzungsdauer von nur 3 Minuten Ergebnisse formuliert werden konnten, was scheinbar in einem direkten Widerspruch zu Erkenntnissen anderer Bearbeiter steht. Der Widerspruch löst sich indes bei Berücksichtigung der Erhaltungsbedingungen auf. Etliche von G. Unrath erkannte Spuren waren bereits nach der zweiten Reinigung nicht mehr vorhanden und wären schon nach kurzer Einlagerung im Sediment verschwunden. Unrath weist denn auch einige Male darauf hin, daß man archäologische Artefakte nur bedingt mit experimentell benutzten Artefakten vergleichen kann. Dem-

nach scheint es so zu sein, daß fast alle real beobachteten Spuren an unseren Stücken in einem archäologischen Kontext nicht mehr hätten festgestellt werden können. Auf dieses Ergebnis und seine Bedeutung für die Interpretation archäologischer Funde und Befunde kann nicht deutlich genug hingewiesen werden.

Resümieren wir die bisher angesprochenen Punkte:

a) Alle Artefakte wurden aus qualitativem, nordischen Feuerstein gefertigt, der aufgrund seiner Feinkörnigkeit und Homogenität für die Gebrauchsspurenanalyse extrem gut geeignet ist;

b) J. Weiner wechselte bei der Zerlegung jeweils zu dem Zeitpunkt das Gerät, sobald die Schnittleistung der Schneiden „spürbar“ nachließ;

c) dies geschah nach einer mittleren Benutzungsdauer von ca. 5 Minuten;

d) schon nach der Zweitreinigung war die überwiegende Zahl der Gebrauchsspuren kaum mehr sichtbar bzw. in einem archäologischen Zusammenhang nicht mehr auswertbar;

e) die Benutzungsdauer war in allen Fällen zu kurz, um „striations“ - also dauerhaft sichtbare Eingriffe in das Material - zu verursachen, und letztlich haben nur diese im archäologischen Kontext eine Erhaltungschance.

Ergänzend soll noch auf eine besondere Erschwernis der Gebrauchsspurenanalyse hingewiesen werden, die indes nur sehr selten beachtet wird, im zweiten Versuch aber in voller Auswirkung zum Tragen kam. Es handelt sich hierbei um den Einfluß von Fett oder Talg auf die Ausbildung von Gebrauchsspuren (BROSE 1975, 86ff.). So gelang Brose der Nachweis, daß Artefakte mit Fettresten signifikant weniger Gebrauchsspuren aufwiesen als Artefakte ohne Fettreste. Nach seinen Beobachtungen und Versuchen ist eine „striations“-Bildung auf Artefakten, bei welchen eine Fettakkumulation auf der Schneide stattgefunden hat, in nur sehr geringem Umfang möglich. Berke wies im Rahmen eines Schlachtexperimentes darauf hin, daß sich die Arbeitskante seines Faustkeils schneller mit Fett zusetzte als die eines Abschlags und deshalb stumpfer wirkte (BERKE 1987, 60). Auch setzt sich die Schneide bei grobkörnigem Rohmaterial schneller mit Fett zu als bei

feinkörnigerem; sie erscheint daher früher verstumpft, und das Artefakt wird nach kürzerer Benutzungsdauer verworfen (BROSE 1975, 93).

Nach der Einlagerung im Sediment vergeht das Fett, „... leaving no practical way to distinguish flakes used less than four minutes in butchering activities, from flakes which have not been used at all.“ (BROSE 1975, 93). Grundsätzlich trifft diese Benutzungsdauer auch auf unsere Artefakte zu, lediglich zwei Artefakte aus dem zweiten Versuch übersteigen den gegebenen Rahmen, nämlich die Werkzeuge 2.1 (Abb. 47) und 2.4 (Abb. 51). An diesen beiden Stücken läßt sich die Richtigkeit der Brose'schen Erkenntnisse zum Einfluß des Fettes auf die Ausbildung von Gebrauchsspuren bestätigen. Für Werkzeug 2.1 sagt das Protokoll aus, daß mit ihm Fett und Talg vom Tierkörper entfernt sowie die Decke gelöst wurde. Trotz intensiver Nutzung des Artefaktes (18 Minuten) ergeben sich durch die Gebrauchsspurenuntersuchung keinerlei Hinweise, die auf die ausgeübte Tätigkeit hindeuten würden (Abb. 48). Dagegen vermerkt das Protokoll für Werkzeug 2.4 eine längere Bearbeitung von Fleisch und Sehnen (16 Minuten) ohne Kontakte mit Fett oder Talg. In diesem Fall kann die Gebrauchsspurenanalyse die Bearbeitung von weichen bzw. zähen Materialien durchaus konkret nachweisen (Abb. 52).

Aus obiger Zusammenstellung geht zweifellos hervor, daß sich nur bei günstigsten Erhaltungsbedingungen aussagefähige Gebrauchsspuren konservieren. Dies ist bestenfalls bei einigen wenigen Stücken eines Inventares der Fall. Die Aussage, daß keine Spuren vorhanden sind, ist nicht gleichbedeutend mit der Aussage, daß nicht mit den untersuchten Artefakten gearbeitet worden ist. Zum Beispiel wurde der Tierkörper des zweiten Experimentes mit nur drei unretuschierten Abschlägen vollständig zerwirkt, doch lediglich an einem einzigen Stück lassen sich Spuren einer starken Nutzung nachweisen.

Die Art der Analyse selbst ist zudem sehr aufwendig, so daß es in den meisten Fällen lediglich zur Untersuchung eines kleinen Ausschnittes aus dem Artefaktensemble kommt; hierzu zählen unretuschierte „Abfälle“ in der Regel nicht. Weiterhin scheint die Gebrauchsspurenanalyse auch recht anfällig

für äußere Faktoren zu sein, und sie schränkt sich selbst durch ihre geringe Arbeitseffektivität (keine Großserien) stark in ihren Aussagemöglichkeiten ein. Durch die meist auf retuschierte Formen begrenzte Auswertung droht sie sogar am eigentlichen Ziel vorbeizugehen. Somit ergibt sich die Frage, inwieweit es überhaupt gerechtfertigt ist, mit wenigen untersuchten Artefakten z.B. Aktivitätskartierungen durchzuführen.

An dieser Stelle kann nicht endgültig über den Wert und die Aussagemöglichkeiten der Gebrauchsspurenanalyse geurteilt werden, doch ergibt sich aus den vorliegenden Erkenntnissen ausreichender Anlaß, zu einer vorsichtigen Interpretation zu raten. Dementsprechend handelt es sich nach unserer Ansicht bei den Ergebnissen der Methode der Gebrauchsspurenanalyse wegen der bruchstückhaften Überlieferung lediglich um Fragmente ehemaliger Aktivitäten, von denen nicht unkritisch auf den Gesamtbereich zurückgeschlossen werden darf.

Als nächstes folgen noch einige Anmerkungen zum jeweiligen Versuchsablauf. In beiden Fällen stellen die in den Protokollen angegebenen Zeiten die obere Grenze des Zeitraums dar, der für die jeweils beschriebene Tätigkeit benötigt wurde. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß bei jedem Arbeitsgang über die vermerkten Pausen hinaus auch eine gewisse, nicht meßbare Zeitspanne für diverse, nebenher erfolgte Erklärungen für die Zuschauer einzukalkulieren ist. Insgesamt verlief der zweite Versuch aufgrund der beim ersten Mal gewonnenen Erfahrungen schneller, auch wenn der Vergleich der Zeitangaben in beiden Protokollen den gegenteiligen Eindruck zu erwecken scheint.

Jones benötigte für die Zerlegung von Ziegen und Zebras Zeitspannen zwischen 30 und 80 Minuten, worin auch das Aufbrechen und Auswaiden enthalten war (JONES 1980, 155). Bei seinen Versuchen waren die Tiere am Hals aufgehängt, wohingegen das Wild bei unseren Versuchen während der ersten Aktion auf einer federnden Unterlage aus Holzbrettern lag, weshalb gerade bei groben Arbeiten mit dem Haugerät ein nicht unbeträchtlicher Teil der aufgewendeten Energie verloren ging. Bei der zweiten Veranstaltung war dieser Nachteil behoben und die Unter-

lage stabiler gebaut worden. Möglicherweise läßt sich ein hängendes Wild sogar noch ökonomischer, d.h. zeitsparender, zerwirken. Im Gegensatz zu dem während der ersten Veranstaltung zerlegten Damhirsch wies das zweite Tier erheblich mehr Fett und Talg unter seiner Decke auf, was sich bei den Schneidearbeiten tatsächlich - wenn auch nur graduell - hemmend auswirkte. Wie oben bereits erwähnt, scheint sich dieser Zustand auf die Ausprägung von Gebrauchsspuren allerdings ganz erheblich auszuwirken. Nachdem der größte Teil der Decke entfernt worden war, wurde sie an einigen Stellen durch starkes Ziehen und gleichzeitiges Gegenhalten am Tierkörper mit der Hand weiter abgezogen. Ein solches Verfahren beanspruchte keinesfalls mehr Zeit, als wenn man weiterhin mit Silexartefakten gearbeitet hätte. Diese Vorgehensweise scheint auch allgemein üblich zu sein, zumal man nicht Gefahr läuft, die Decke zu beschädigen (JONES 1980, 154).

Bezüglich des Jagdverhaltens steinzeitlicher Jäger ist davon auszugehen, daß die Beutetiere im allgemeinen in einiger Entfernung vom Lager zur Strecke gebracht worden sind. Um das erlegte Wild in das Lager bringen zu können, wird die erste Handlung des Jägers das Aufbrechen, Ausnehmen und Zerteilen des Wildes gewesen sein. Sofern es nicht zur Vorbereitung eines Streifzuges gehörte - wie die Überprüfung und Instandsetzung des Jagdwerkzeugs an sich -, wird er sich mit entsprechenden Werkzeugen für die Zerlegung direkt vor Ort versorgt haben. Grundsätzlich genügte es völlig, eine einzige Hornsteinknolle sowie einen Schlagstein mit sich zu führen. Die während der Herstellung eines Haugerätes anfallenden Abschlüge konnten ohne weiteres ebenfalls für die Zerlegung verwendet werden.

Für die Zerkleinerung der Beute in gut transportable Stücke durch den Jäger vor Ort bietet sich schon aus ökonomischen Gründen eine Zerlegung in die einzelnen Gliedmaßen, Kopf und Hals sowie den Rumpf an, da sie den natürlichen anatomischen Aufbau des Tieres berücksichtigt (BUNN et al. 1988; DRECHSLER 1989, 32ff.). Erst dann wurden die Einzelteile in das Lager gebracht und dort einer weiteren, extensiven Nutzung zugeführt, die auch die Zertrümmerung bestimm-

ter Langknochen zur Markgewinnung beinhaltete. Dabei verblieben die einfachen Werkzeuge teilweise am Ort der Primärzerlegung sowie offenbar auch einige nicht weiter verwendbare Knochen, wie die vier Unterläufe, sofern sie abgebrochen und nicht mit der Decke zusammen abgelöst wurden. Dies wird durch archäologische und ethnographische Befunde nahegelegt, bei welchen bestimmte Skeletteile signifikant häufiger vertreten sind als andere.

Beide Versuche beschränkten sich darauf, den Tierkörper vollständig in seine Bestandteile zu zerlegen. Demzufolge wurde nur der erste Teil eines Nahrungsbeschaffungsprozesses nachempfunden, wie er auch aus archäologischen (KEHOE u. KEHOE 1960; FRISON 1971, 86) und ethnographischen (BINFORD 1984, 243ff.; BUNN et al. 1988) Befunden erschlossen werden kann.

Im Zusammenhang mit diesen Jagd- und Zerlegungsstrategien soll auf eine Beobachtung hingewiesen werden, die wir im Verlauf unserer Literaturdurchsicht gemacht haben: Gelegentlich stießen wir auf Berichte meso- und neolithischer Gräber, bei welchen die Bestatteten möglicherweise vorschnell als „Steinschläger“ bezeichnet worden sind (LECH 1980, 272ff.). Aus anderer Sicht betrachtet, kann es sich bei den begleitenden Beigaben in allen Fällen auch lediglich um das „Handwerkszeug“ handeln, das ein Jäger gegebenenfalls auf einem Streifzug benötigt: Feuersteinknolle oder Kern, Schlagstein, eventuell Druckstab aus Geweih (SEITZ 1987, 18f.), Pfeilspitzen, Abschlüge, Klingen und mitunter ein Pinkstein zur Feuererzeugung. So gesehen mag man nicht unbedingt von spektakulären Beigaben sprechen, die darüber hinaus kaum geeignet wären, einen Spezialisten über den Tod hinaus als solchen auszuweisen. Häufig könnte es sich dabei ganz einfach um den Inhalt eines Lederbeutels handeln, den der Jäger - am Leibgurt getragen - mit zur Jagd nahm. Zumindest für einige der Bestattungen, z.B. Grab 67 vom Viesenhäuser Hof, wäre diese Interpretation wohl tragfähiger als die Annahme eines spezialisierten Steinbearbeiters.

Halten wir abschließend fest, inwieweit beide Experimente zur Beantwortung der eingangs

formulierten Fragestellung beigetragen haben.

Die Frage, ob die Zerlegung eines Tieres nur mit unretuschierten Artefakten durchführbar ist, wurde verschiedentlich auch schon von anderen Autoren positiv beantwortet. Der Gebrauch von retuschierten Geräten, z.B. Faustkeilen, ist also möglich; es besteht jedoch kein Grund, auf die bessere Schnittleistung von unretuschierten Artefakten freiwillig zu verzichten. Dies wird nur in dem Fall geschehen sein, wenn ein entsprechender Nachschub an verwendbarem Rohmaterial durch Rohstoffknappheit nicht gewährleistet war. Sah sich der Jäger gezwungen, sein Werkzeug mittels Retuschierung nachzuschärfen, mußte er sich notgedrungen mit einer reduzierten Schnittleistung zufriedengeben.

Die verwendeten Artefakte lassen sich sehr gut ungeschäftet und mit der bloßen Hand führen, wengleich sich kleinere Schnittverletzungen auf Dauer nicht vermeiden lassen; die von zahlreichen Schnitten bedeckte Innenfläche der rechten Hand von J. Weiner bezeugte dies eindrucksvoll. Außerdem kam es beim Experimentator gelegentlich zu leichten Ermüdungserscheinungen der Finger- und Handmuskulatur, da die Artefakte meist von nur zwei Fingern gehalten werden konnten, auf denen dann der gesamte Schneidedruck lastete. In der Realität dürfte der steinzeitliche Jäger den körperlichen Anforderungen besser gewachsen gewesen sein als der heutige Homo sapiens.

Die im einzelnen für eine Hirschzerlegung durch ungeübte Experimentatoren benötigte Zeit liegt bei durchschnittlich 45 Minuten. Setzt man eine gewisse Übung voraus, die dem steinzeitlichen Jäger als Teil seiner Überlebensstrategie unterstellt werden muß, ist davon auszugehen, daß die angegebene Zerlegungsdauer im urgeschichtlichen Alltag um einiges unterboten worden sein wird.

Charakteristische Gebrauchsspuren sind nur bedingt entstanden. Für die Ausbildung sog. striations war die Gebrauchsdauer der einzelnen Artefakte in nahezu allen Fällen zu kurz. Bis auf diverse Aussplitterungen ließen sich fast alle anderen Gebrauchsspuren nach einer Zweitreinigung nicht mehr lokalisieren. Das heißt, daß sie in einem originär archäologischen Kontext keinerlei für eine spezifische Tätigkeit signifikante Aussage er-



bracht hätten. Dieses letztlich nicht ermutigende Ergebnis besagt, daß wir auch mit Hilfe einer um ein Mehrfaches ihrer heutigen Leistung verbesserten Gebrauchsspurenanalyse nicht in die Lage versetzt würden, ein vollständiges Bild aller Aktivitäten innerhalb eines Fundplatzes zu erhalten.

Die an den Knochen der zerlegten Tiere sichtbaren Spuren bestehen hauptsächlich aus den durch die Haugeräte verursachten Knochenfrakturen. Nur gelegentlich waren an den Gelenkköpfen durch Artefakte hervorgeführte Schnittmarken vorhanden. Diesbezügliche Beobachtungen waren allerdings durch das geringe Lebensalter der beiden Tiere stark eingeschränkt.

C.S., A.T. und J.Wr.

#### Danksagung:

Wir danken dem Stadtmuseum Ingolstadt, Herrn Dr. S. Hofmann und Herrn Chr. Dittmar sehr herzlich für die Genehmigung und Unterstützung der beiden Vorführungen, die es ermöglichten, den Besuchern weiteren Einblick in das steinzeitliche Leben zu vermitteln. Für die zahlreichen Hinweise beim Abhäuten und Zerwirken möchten wir uns an dieser Stelle bei Herrn Präparator E. Amler, Pfalzpaint, ganz besonders bedanken. Weiterhin danken wir auch dem Pionierbataillon Manching, das freundlicherweise den Aufbau eines stabilen Holzpodestes übernommen hat.

#### Zur Fotodokumentation des „Ingolstadt-Experiments“

Wahl der Ausrüstung :  
Zur Verfügung standen die Gehäuse einer Nikon FE 2, einer Nikon F 501 und die Nikkore f=1,2 55 mm, umgebaut auf AI f=2,8 55 mm Micro, f=2,8 180 mm ED, Stativ von Cullmann und Manfrotto mit einheitlichem Neiger und Schnellwechslerplatten, Rotfilter, Drahtauflöser. Das Filmmaterial umfaßte insgesamt 10 Kodak-T-Max-400- und Ilford-FP-4-Filme, 8 davon wurden während des Experiments verbraucht.

Aufnahmebedingungen:  
Bedingt durch das wechselhafte Wetter am Tag des Experiments (Gewitterstimmung) mußte von einer sehr unterschiedlichen Beleuchtungsstärke im Aufnahmebereich ausgegangen werden. Die Kamerapositionen lagen links und rechts in ca. 45 Grad vor der Aktionsfläche, mit dem Licht und einem Großteil des Publikums im Rücken, so daß Störungen weitgehend ausgeschlossen waren. Beide Stativ waren sowohl auf einer als auch auf beide Seiten verteilt zu bedienen. Der Kamera- oder Objektivwechsel richtete sich nach den jeweils gewünschten Aufnahmemaßstäben. Innerhalb dieser Positionen verblieb durchaus einigebare Flexibilität, doch sollte keinesfalls frontal von vorne, der Seite oder hinten fotografiert werden.

Dank des zumindest bei Schatten oder Halbschatten relativ geringen Kontrastumfangs im Motiv konnte zweckmäßig, mit Zeitautomatik, ohne individuelle Belichtungssteuerung fotografiert werden.

#### Vorgehensweise:

Um die Dokumentation eines Handlungsablaufes mit „stehenden“ Bildern zu ermöglichen, sind einige grundsätzliche Überlegungen anzustellen. Die wichtigsten Punkte hierbei sind die Wahl der Kameraposition, der Objektiv- und der Bildsequenz - ausreichend Filmmaterial von angepaßter Empfindlichkeit versteht sich von selbst. Ziel ist hier nicht etwa die lebendige Schilderung eines Diavortrags, die durch das wesentlich geeignetere Medium Video übernommen wird, sondern eine möglichst genormte Illustration zu einer schriftlichen Veröffentlichung.

Die Kameraposition und die Wahl der Objektiv stehen dabei in einem sehr engen Verhältnis. Das kurze Teleobjektiv ermöglicht selektive Bildausschnitte mit stark geräffter Perspektive, das Normalobjektiv, ebenfalls bei ausreichendem Abstand, komprimierte Übersicht, ohne dabei zu stark perspektivisch zu verzeichnen. Alle Beteiligten verfügen so auch über ausreichende Bewegungsfreiheit. Sollte einmal die Handlung durch einen der Akteure selbst verdeckt sein, muß dieser darauf hingewiesen werden. Abgesehen davon kann zur jeweils anderen Kamera gewechselt werden.

Brennweiten von weniger als 35 mm sind abzulehnen, es sei denn, man verfügt über PC-Objektive, da ansonsten eine betont „gestalterisch“ wirkende Dynamik im Bildaufbau von einer neutralen Berichterstattung ablenkt. Einzig das 55 mm Makroobjektiv erlaubt eine relativ „weitwinkelige“ Sicht im Nahbereich, die dem normalen Betrachter aber nicht so sehr auffällt, da der Blickwinkel nicht einer natürlichen Position entspringt. Insgesamt liegt aber der Anteil der Bilder eher bei den Übersichten in der Totalen oder Halbtotalen. Die Verwendung von Zoomobjektiven bietet aus den oben genannten Gründen für einen mit Dokumentationen weniger vertrauten Fotografen eher Nachteile, da das ständige Wechseln der Brennweite und der Aufnahmeposition ihn zu sehr von seiner Intention ablenken und unzusammenhängende Bildsequenzen zur Folge haben kann. Gerade die Bindung an nur zwei definierte Aufnahmepositionen erzwingt mit ihren Ausschnitten, auch bei großer Zeitnot (weil etwa die Dauer des Experimentes gestoppt wird), eine klar gegliederte Folge. Der Fotograf muß dazu nur konsequent Übersichts- und Nahaufnahmen der jeweiligen Tätigkeit festhalten. Dies gilt vor allem, wenn der Ablauf des Experiments nicht bekannt ist. Das Notieren der Aufnahmedaten hilft, etwaige Korrekturen späterer gleichartiger Unternehmungen zu erleichtern.

#### Technische Ausführung:

Zur technischen Ausführung sollen nur einige knappe Bemerkungen gegeben werden. Der Zusammenhang Zeit - Blende - Filmpfindlichkeit wird als bekannt vorausgesetzt. Einzig die Verwendung des Rotfilters soll in diesem Zusammenhang kurz betrachtet werden. Das Filter hat den Verlust von etwa zwei Blenden zur Folge, doch dient es zur Kontraststeigerung, die einen klareren Aussagewert des Bildes liefert. Es zeigte sich jedoch, daß die Empfindlichkeit von 400

ASA bei schlechtem Licht (dunkle Wolken) und Rotfilter nur noch geringere Schärfentiefe ermöglichte, was sich durchaus störend bemerkbar machte. „Pushen“, ein etwas „schnellerer“ Film oder ein weniger dichtes Filter (gelb, orange), wäre noch zu testen.

Bei einer nur geringen Vergrößerung der Positive (etwa halbseitig Din A4) tritt die Körnung des Materials noch nicht so stark in den Vordergrund. Auch ist letzte Detailauflösung hier von nicht allzu großer Bedeutung. Sollte dennoch der Wunsch nach durchzeichnender Schärfe und Brillanz geäußert werden, muß das Kamerasystem zugunsten größerer Aufnahmeformate gewechselt werden. Feinkörnigere Filme sind bei kleiner Blende in Kombination mit Rotfilter bei noch guter Beleuchtungsstärke bereits erheblich zu „langsam“.

Die Belichtungszeiten wurden jeweils so gewählt, daß noch Bewegungsunschärfen in den Teilbereichen der schnellsten Bewegungen möglich sind, um damit die Handlung hervorzuheben. Die Verschlusszeiten lagen dabei je nach Aufnahmemaßstab etwa zwischen 1/60 und 1/250 s. Ab etwa 1/500 ist mit weitgehend „eingefrorenen“ Bewegungen zu rechnen. Der Ilford FP 4 wurde dabei ohne Rotfilter eingesetzt. Die Blenden variieren hier wie bei dem um zwei Blenden (Filter) reduzierten T-Max 400 zwischen f=4 und f=8, in seltenen Fällen mit vorübergehend starker Sonne auch bei f=11.

J.Wg.

#### Zur Videodokumentation

Ergänzend zur fotografischen Dokumentation wurden beide Zerlegungsversuche mit einem Video-Camcorder aufgezeichnet. Da die Versuche vor Publikum stattfanden, konnte die Videodokumentation nur unter gewissen Einschränkungen durchgeführt werden.

Bei der Dokumentation des ersten Versuches wurde die auf einem Stativ montierte Kamera von einem festen Standort unterhalb der Zuschauerpodeste bedient. Durch die fixierte Kameraposition war die Perspektive für die Aufnahmesequenzen vorgegeben; sie beschränkte sich lediglich auf einen Blickwinkel und konnte nur mittels der Zoomeinrichtung im Ausschnitt verändert werden. Es stellte sich heraus, daß aus der vorgegebenen Perspektive der Zerlegungsvorgang nicht vollständig dokumentiert werden konnte. Ein zusätzlicher Nachteil bestand darin, daß insbesondere die jugendlichen Zuschauer die Versuche „möglichst hautnah“ miterleben wollten; hierdurch wurde die Kameraführung z.T. erheblich beeinträchtigt.

Die Erfahrungen aus dem ersten Versuch führten dazu, daß beim zweiten Mal auf die Benutzung eines Stativs verzichtet und die Kamera ausschließlich aus freier Hand geführt wurde. Hierdurch war es möglich, schnell die Aufnahmepositionen zu wechseln und die einzelnen Arbeitsschritte aus den jeweils günstigsten, d.h. aussagefähigsten Blickwinkeln zu dokumentieren.

Beim späteren Vergleich beider Filme zeigte sich, daß die frei geführte Kamera wesentlich anschaulichere Bilder lieferte und dadurch der gesamte Versuchsablauf verständlicher wurde. Dies hat nicht nur den Vorteil, daß ein solcher Videofilm als didakti-

sches Medium eingesetzt werden kann, sondern stellt gleichzeitig eine Ergänzung bzw. eine Kontrolle des schriftlichen Versuchsprotokolles dar. Der besondere Vorteil einer Videodokumentation liegt auf der Hand: Im Gegensatz zur fotografischen Dokumentation, die immer nur Momentaufnahmen liefert, d.h. statisch ist, ermöglicht der Einsatz einer Videokamera die lückenlose Aufzeichnung des dynamischen Gesamtvorganges. Tatsächlich bietet eine Videodokumentation die Möglichkeit, nachträglich eventuelle Besonderheiten des Ablaufes bzw. der Durchführung von Experimenten festzustellen, die durch eine „klassische“ Dokumentation selten oder gar nicht erfaßt worden wären.

A.W.

#### Literatur:

- BERKE, H. (1987): Archäozoologische Detailuntersuchungen an Knochen aus südwestdeutschen Magdalénien-Inventaren. Urgesch. Materialh. 8. Tübingen.
- BINFORD, L.R. (1984): Butchering, Sharing, and the Archaeological Record. - Jour. of Anthrop. Arch. 3: 235-257.
- BROSE, D.S. (1975): Functional Analysis of Stone Tools: a cautionary note on the Role of Animal Fats. - Am. Ant. 40: 86-94.
- BUNN, H.T., BARTRAM, L.E. und KROLL, E.M. (1988): Variability in Bone Assemblage Formation from Hadza Hunting, Scavenging and Carcass Processing. - Journ. of Anthrop. Arch. 7: 412-457.
- COLES, J. (1979): Experimental Archaeology. London, New York.
- DRECHSLER, H. (1989): Das Rotwild.
- V.D. DRIESCH, A. und BOESSNECK, J. (1975): Schnittspuren an neolithischen Tierknochen. Ein Beitrag zur Schlachtierzerlegung in vorgeschichtlicher Zeit. - Germania 53: 1-23.
- FRISON, G.C. (1971): The Buffalo Pound in North-Western Plains Prehistory: SITE 48 CA 302, Wyoming. - Am. Ant. 36/1: 77-91.
- JONES, P.R. (1980): Experimental Butchery with modern Stone Tools and its Relevance for Palaeolithic archaeology. - World Archaeology 12: 153-165.
- KEELEY, L.H. und NEWCOMER, M.H. (1977): Micro-wear Analysis of experimental Flint Tools: A Test Case. - Journ. Arch. Science 4: 29-62.
- KEHOE, T.F. und KEHOE, A.B. (1960): Observations on the Butchering Technique at a Prehistoric Bison-Kill in Montana. - Am. Ant. 25/3: 420-423.
- LECH, J. (1980): Das Grab eines Steinschmiedes aus Michalowice bei Krakau - und das Problem der Arbeitsspezialisierung unter der ersten Ackerbau treibenden Bevölkerung Mittel-europas. - G.Weisgerber, R.Slotta, J.Weiner (Bearb.): 5000 Jahre Feuersteinbergbau. Veröff. des Deutschen Bergbau-Museums 22: 271-278.

- LYMAN, R.L. (1987): Archaeofaunas and Butchering Studies: a taphonomic Perspective. - M.B.Schiffer (Hg.), *Advances in Archaeological Method and Theory* 10: 249-337 (dort umfangreiche Bibliographie).
- OWEN, R.L. und UNRATH, G. (Hg.) (1986): *Technical Aspects of Microwear Studies on Stone Tools*. - *Early Man News* 9-11, Part I, 1984-1986.
- OWEN, R.L. und UNRATH, G. (Hg.) (1986): *Technical Aspects of Microwear Studies on Stone Tools*. - *Early Man News* 9-11, Part II, 1984-1986.
- RICHTER, P. (1989): Experimentelle Archäologie: Ziele, Methoden und Aussage-Möglichkeiten. Unpublizierte Magisterarbeit. Hamburg.
- RIEDER, K.H. (1983): Kritische Analyse alter Grabungsergebnisse aus dem Hohlen Stein bei Schambach aus der Sicht der Profiluntersuchungen von 1977-82. Aspekte zur Geschichte der Höhlenverfüllungen, ihrer Paläontologie und Archäologie. Unpublizierte Dissertation. Tübingen.
- RIEDER, K.H., TILLMANN, A. und WEINIG, J. (Bearb.) (1989): Steinzeitliche Kulturen an Donau und Altmühl. Begleitheft zur Ausstellung im Stadtmuseum Ingolstadt.
- SEITZ, M. (1987): Ein bemerkenswertes Grab aus dem linearbandkeramischen Friedhof vom Viesenhäuser Hof, Stuttgart-Mühlhausen. - *Tübinger Beitr. z. Vor- und Frühgeschichte* 2. Festschr. F. Fischer: 1-22.
- TOTH, N. (1987): Die ersten Steinwerkzeuge. - *Spektrum der Wissenschaft*, Juni 1987: 124-134.
- VEIL, ST., LASS, G. und NARR, K.J. (1988): Was man mit dem Faustkeil machte. Mikroskopische Gebrauchsspurenuntersuchungen an Steinwerkzeugen in Niedersachsen. - *Die Kunde N.F.* 39: 255-264.
- WALKER, PH.L. (1978): Butchering and Stone Tool Function. - *Am. Ant.* 43: 710-715.
- WALKER, PH.L. und LONG, J.C. (1977): An experimental Study of the morphological characteristics of tool marks. - *Am. Ant.* 42: 605-616.
- WETZEL, R. und BOSINSKI, G. (1969): Die Bocksteinschmiede im Lonetal. Veröff. des staatl. Amtes für Denkmalpflege Stuttgart A/15.
- WHITE, T.E. (1953): Observations on the Butchering Technique of some Aboriginal Peoples, No.2. - *Am. Ant.* 19/2: 160-164.
- WHITE, T.E. (1954): Observations on the Butchering Technique of some Aboriginal Peoples, No.3-6. - *Am. Ant.* 20: 254-264.
- WHITE, T.E. (1955): Observations on the Butchering Technique of some Aboriginal Peoples, No.7-9. - *Am. Ant.* 21: 170-178.
- Anschriften der Verfasser:**
- Cornelia Schütz M.A. (C.S.)  
Nürnberger Str. 59  
D-8070 Ingolstadt
- Andreas Tillmann M.A. (A.T.)  
Institut für Urgeschichte  
Schloß  
D-7400 Tübingen
- Jürgen Weiner M.A. (J.Wr.)  
Lindenweg 34  
D-5024 Sinthern
- Karl Heinz Rieder (K.H.R.)  
Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege  
Grabungsbüro Ingolstadt  
Unterer Graben 37  
D-8070 Ingolstadt
- Günter Unrath M.A. (G.U.)  
Nauklerstr. 14  
D-7400 Tübingen
- Jan Weinig M.A. (J.Wg.)  
Stettiner Str. 23  
D-8510 Fürth
- Achim Werner M.A. (A.W.)  
Moltkestr. 49  
D-5000 Köln 1
- Grafik: K. Schmid  
Zeichnungen: A. Tillmann  
Fotos: J. Weinig  
Mikrofotos: G. Unrath

## Geschliffene Geräte aus Felsgestein des älteren und mittleren Neolithikums aus Altbayern: Herstellung, Schäftung, praktische Anwendung

Karl Böhm und Robert Pleyer

### Einleitung

Seit Beginn der experimentellen Archäologie wird der Verwendungszweck geschliffener Steinwerkzeuge diskutiert. Mit Hilfe ethnologischer Vergleiche versuchte man, Schäftungsmöglichkeiten zu entwickeln, da originale Schäftungen aus der Bandkeramik nirgends erhalten sind. Erst aus den rund tausend Jahre jüngeren Feuchtbodensiedlungen vom Bodensee und Voralpenland liegen geschäftete Steinbeile vor.

Im Sprachgebrauch der Archäologie wird in der Regel mit „Beil“ ein nicht gelochtes, mit „Axt“ hingegen ein durchbohrtes Werkzeug bezeichnet. In der Bandkeramik gibt es zwei verschiedene Beilformen, den sog. Schuhleistenkeil und das Flachbeil (Abb. 1).

Der Begriff „Schuhleistenkeil“ wurde in der Frühzeit der Archäologie für ein längliches, geschliffenes und poliertes Steingerät geprägt, das der Form eines Schuhleisters ähnelt. Es ist in der Längsrichtung konisch und weist einen asymmetrischen, D-förmig hochgewölbten Querschnitt auf. Die Unterseite ist plangeschliffen, die Oberseite gerundet.

Flachbeile haben einen ebenfalls D-förmigen, aber flachgedrückten asymmetrischen Querschnitt (Breite erheblich größer als Höhe). Die Ausformung von Ober- und Unterseite gleicht jener der Schuhleistenkeile.

Bei dem strengen Formenkanon der Bandkeramik sind die Ausführungen der Steingeräte kein Zufall, sondern Ergebnis einer unter-

schiedlichen Funktion, die auch eine unterschiedliche Schäftungsart bedeuten kann.

Beide Beiltypen werden in der Literatur als Dechsel bezeichnet. Dies bedeutet für beide Geräte eine Schäftung quer zum Stiel.

Aus Siedlungs- und Grabzusammenhang sind Flachbeile und Schuhleistenkeile aus dem älteren Neolithikum bekannt. Vereinzelt treten Schuhleistenkeile durchbohrt auf.

In Ostbayern sind bisher fünf älterneolithische und ein mittelneolithisches Gräberfeld bekannt. In Männergräbern fanden sich beide Beiltypen. Im Gegensatz zu den Siedlungsfunden handelt es sich um Grabbeigaben.

Die Beile, als Beigaben niedergelegt, wurden in ihrer Originallage aufgefunden. Dabei sprechen in vielen Fällen die Befunde für eine Niederlegung in geschäftetem Zustand. Die Schuhleistenkeile lagen häufig auf der Seite in Kopfnähe, mit der Schneide vom Körper wegweisend, die Flachbeile sowohl auf der Planfläche als auch auf der Schmalseite. Holzspuren haben sich in den Gräbern nicht erhalten. Für eine Beigabe in geschäftetem Zustand spricht die Gebrauchspatina (glänzende Schicht, die durch Gebrauch entsteht). Meist sind die Schneiden scharf (nach-)geschliffen. Demnach scheint man den Toten in den meisten Fällen voll funktionsfähige Geräte mitgegeben zu haben.

In erheblich größerem Umfang sind Beile und Beilfragmente (mit Gebrauchsspuren) aus dem Siedlungszusammenhang bekannt. Die Größe der Schuhleistenkeile schwankt zwischen 3 und 35 cm, die der Flachbeile zwischen etwa 2 und 20 cm. Das verwendete Gestein ist in der Regel Aktinolith (Hornblendeschiefer). Unterschiede bestehen in der Qualität des Steinmaterials. Reste von Schäftungen haben sich auch hier nicht erhalten.

Der Hornblendeschiefer wurde über größere Entfernungen bezogen. Die Herkunft des zähen Gesteins ist geologisch noch umstritten; denkbar sind die westlichen Karpaten oder der Bayrische Wald. Keinesfalls wurde beliebiges Steinmaterial verwendet.

Die geschäfteten Beile waren kostbare Geräte, die wohl durch Futterale geschützt waren. Überraschend ist die große Empfindlichkeit gegen unbeabsichtigte Berührung mit anderen Steinen. Die Folge sind Aussplittungen und Haarrisse im Schneidebereich.

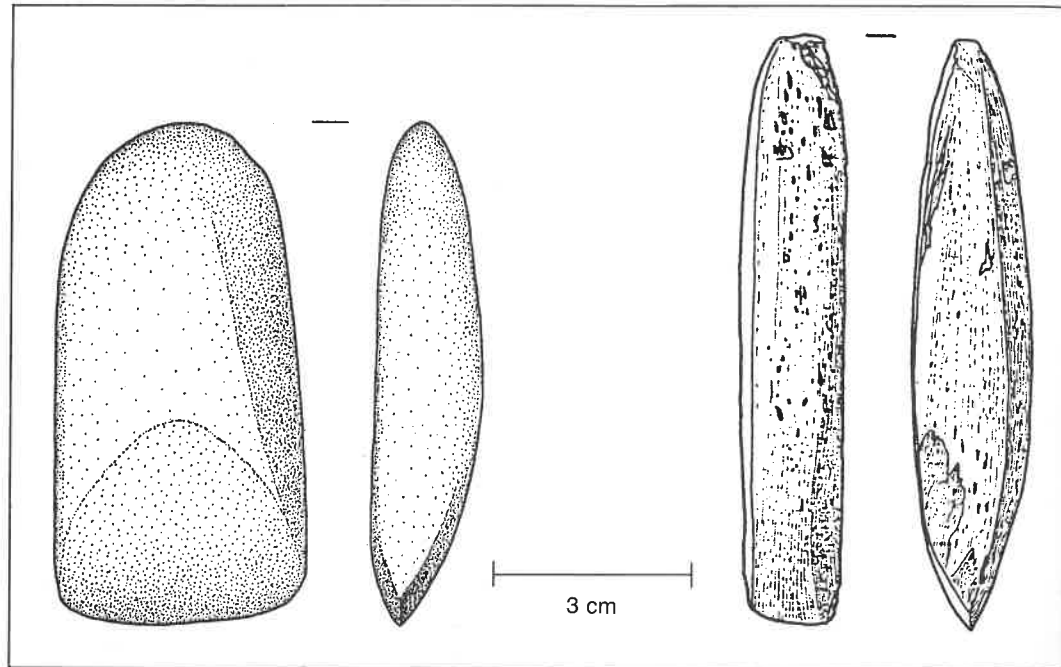


Abb. 1: Schuhleistenkeil (Dechsel) und Flachbeil.

Damit ist auch die Verwendung als Pflugschar oder zum Hausbau ausgeschlossen.

#### Ziel des Experiments

Für die praktischen Experimente wurde angestrebt, eine Einheit aus Beil und Schäftung zu erreichen. Ziel sollte nicht ein kurzfristig für einen bestimmten Zweck verwendbares Gerät sein, auch wenn es sich in oberflächlichen praktischen Versuchen als zum Ziel führend herausstellt, sondern ein technisch ausgereiftes, in Größe, Form und der Standfestigkeit des Materials von Beil und Schäftung sowie in der ästhetischen Verbindung optimales Werkzeug.

Die unterschiedlichen Proportionen und Größen der beiden Beiltypen spiegeln die breite Palette der Aufgaben in der Holzbearbeitung (Hausbau!) wider.

In der Praxis zeigte sich, daß die Rekonstruktionsversuche der Literatur nicht brauchbar waren, auch wenn sie auf ethnologische Vorbilder zurückgriffen (Abb. 2).

#### Material und Herstellung eines Flachbeiles

Die Beschaffung des original verwendeten Aktinoliths gestaltete sich sehr schwierig. Es wurde deshalb ein ähnlich zäher und belastbarer Stein beschafft, der auch im Jungneolithikum häufig verwendet wurde: Amphibolith (grünliches metamorphoses Gestein). An der Salzach, dem letzten unverbauten Alpenfluß in Bayern, gibt es bei Niedrigwasser viele Kiesbänke. In dem Geschiebe aus den Zentralalpen werden die Amphibolithkiesel verschiedener Größe (vereinzelt noch bis 40 cm Länge und 30 cm Höhe) bis ins Voralpenland transportiert und auf einigen wenigen Kiesbänken angelagert. Um brauchbare Rohlinge zu finden, mußte viel Zeit aufgewendet werden. Jahrelanges Begehen von Kiesbänken und Ufern an Isar, Donau und den im Bayerischen Wald entspringenden Flüssen Ilz und Regen brachte weder Aktinolithe noch Amphibolithe.

Um Arbeit zu sparen, konzentriert sich die Materialauswahl auf steinbeil-ähnliche Rohformen. Dem folgte ein grobes Zuschlagen

mit einem Quarzkiesel. Dabei konnten auch Materialfehler (Adern, unterschiedliche Härtezonen) festgestellt werden. Beim Grobretuschieren entstand eine Menge Ausschuß und Abfall, der auf der Kiesbank liegen blieb. Das weitere Zurichten der Form durch Picken mit einem Quarzkiesel (Abb. 4.1) dauerte bei einem handgroßen Stück ca. 3-4 Stunden. Durch Schleifen mit Sand und Wasser auf einer zerbrochenen Mahlplatte aus Granit (Abb. 4.2) entstand nach weiteren 2-3 Stunden die endgültige Form. Den Abschluß bildete ein ca. einstündiger Feinschliff mit sehr feinem Sand.

#### Schäftung

##### 1. Schuhleistenkeil - Schneide quer zum Holm (Abb. 4.3)

Aus Feuchtbodenfunden sind sog. Knieholme aus Esche und Eiche als Beilschäftung erhalten.

Beim Fällen einer ca. 8 m hohen Eiche fand sich im Gipfelbereich ein brauchbarer Astabzweig, der mit wenigen Beilhiebsen abgetrennt und roh bearbeitet wurde. Der Holm (Griffstange) von ca. 40 cm Länge entstand aus einem Teil des Stammholzes. Der Astanatz von ca. 10 cm Länge sollte als Aufnahme für einen kleinen Schuhleistenkeil (Länge 6 cm) dienen. Als Winkel zwischen Stamm und Ast, d.h. zwischen Holm und Geräteträger, zeigten sich ca. 60 bis 90 Grad als ideal für den Gebrauch. Schwierigkeiten ergaben sich, geeignete Baumteile zu finden. Der Knieholm-Rohling wurde mit einem quergeschäfteten Beil entrindet und durch vorsichtiges Behauen in eine handliche Form gebracht. Mit einem kleinen schlanken Steinmeißel und Holzhammer entstand mit dosierten Schlägen im Astabzweig ein Schlitz, der genau der Form des Beiles angepaßt war. Der Schuhleistenkeil muß mit seinem stumpfen Ende im Holz aufsitzen. Das Beil soll zur Hälfte bis zu zwei Dritteln seiner Länge von der Schäftung umschlossen sein. Dies entspricht vereinzelt Spuren von Gebrauchspatina an Grabfunden aus Altbayern. Der geschlitzte Teil der Schäftung wurde mit Streifen aus Rohhaut umwickelt. Die ungegerbten Hautstreifen müssen kurz vor Gebrauch in Wasser eingeweicht werden, um die nötige

Elastizität zu erreichen. Beim Trocknen ziehen sich die Hautstreifen zusammen und verleihen der Schäftung zusätzlichen Halt. Kittspuren sind von Beilen aus Altbayern nicht bekannt. Das Beil hält in der Schäftung ausschließlich durch die Klemmwirkung der exakt gearbeiteten Aufnahme. Diese Schäftungsart eignete sich besonders für kleinere Schuhleistenkeile (ca. 6 cm). Anwendungsbereiche sind feine Aushöhl- und Behauarbeiten an weichem Holz (denkbar für Herstellung von Gefäßen und Gerät). Sie ist ungeeignet für grobe Arbeiten, da das Werkzeug beim Schlag federt, die Schnürung nachgibt und das Beil locker wird.

##### 2. Schäftung eines Schuhleistenkeils in einem Keulenkopf

Mit Hilfe von Holzkeilen wurde aus dem Wurzelbereich einer Esche oder Ulme ein Rohling gewonnen und mit groben Beilschlägen in eine keulenartige Form gebracht. Das Holz aus dem Wurzelbereich ist besonders zäh und hoch belastbar.

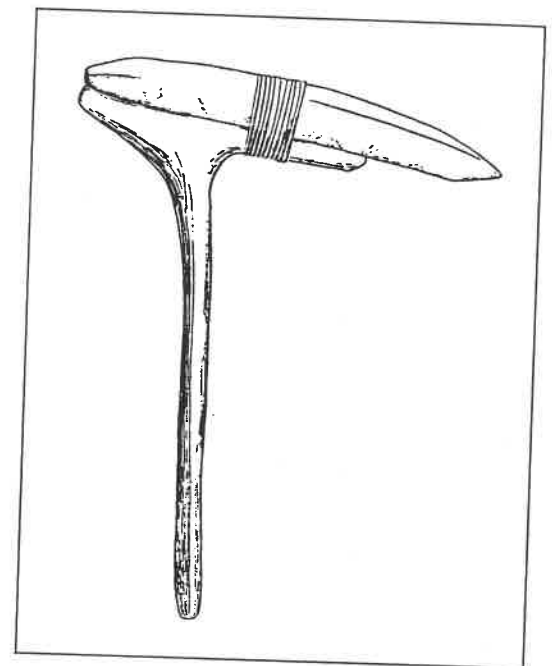


Abb. 2: Zeichnerische Rekonstruktion der Schäftung eines Steinbeils (Schuhleistenkeil). Grundlage bilden seltene erhaltene Holzreste und völkerkundliche Parallelen (nach Sangmeister 1983, 439).

Mit einem Steinmeißel und einem Holzhammer wurde zuerst aus dem Keulenkopf ein Schaftloch in der Form des Schuhleistenkeils ausgestemmt. Dies war ein sehr arbeitsintensiver und zeitaufwendiger Vorgang (rund 12 Stunden). Als zusätzliche Werkzeuge fanden Feuersteinklingen und flache Sandsteinstücke Verwendung. Letztere eignen sich auch zum Glätten der Schaftoberflächen. Die Aufnahme für den Schuhleistenkeil muß sehr paßgenau gearbeitet sein (Tiefe: Hälfte bis zwei Drittel der Beillänge). Der Stein darf beim Schlag kein Spiel im Holz haben. Er muß mit der stumpfen Basis im Keulenkopf aufsitzen und ohne Kitt in der Aufnahme halten. Wird das Beil ungenau eingepaßt, sprengt es die Schäftung wie ein Keil. Wird das Beil nach Gebrauch locker, genügt ein richtig platzierter feiner Holzspan, und das Gerät ist wieder einsatzbereit.

Diese Schäftung eignet sich für größere Schuhleistenkeile (ca. 12 cm). Sie dienen dazu, Eichenholz zu spalten, zu lochen und zu behauen (Abb. 4.5 u. 4.6).

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß der Arbeitsaufwand für die Beschaffung und Herstellung eines Keulenkopfes ungleich höher ist als das Zurichten und Schleifen eines Beiles.

Die erhalten gebliebenen Knieholmschäftungen mit Umwicklung / Bindung aus Pflanzenfasern betreffen keine klassischen großen Schuhleistenkeile mehr, sondern jüngere Beile. Nach eigenen Erfahrungen ist die Belastbarkeit der geschlitzten und mit Rohhaut gebundenen Schäftungen sehr viel geringer. Das Beil verschiebt sich in der Schäftung, die Bindung gibt bei kräftigen Schlägen nach.

### 3. Flachbeil - Schneide parallel zum Holm

Ein Fällbeil, als Werkzeug in der eingangs bestimmten Definition, erfordert prinzipiell eine breitere Schneide und eine relativ schlanke Beilklinge. Diese Voraussetzungen kann ein Schuhleistenkeil nicht erfüllen; ein Flachbeil entspricht diesen Anforderungen erheblich besser. Dabei spricht die Praxis der Schlagführung beim Fällen für eine Anordnung von Schneide und Holm in einer Linie. Sie erlaubt ein Fällen ab der Wurzel in jeder gewünschten Höhe (Abb. 4.4) und damit eine wirtschaftliche Ausnutzung des Holzes,

während eine Anordnung der Schneide quer zum Holm das Fällen knapp über der Wurzel kaum zuläßt. Damit wäre die Verwendung des asymmetrischen Flachbeiles in einer Querschäftung als Fällbeil kein optimales Werkzeug. Die Schäftung des Flachbeiles im Knieholm ist zwar möglich, für begrenzte Anwendungsbereiche mit geringer Beanspruchung auch praxistauglich, nicht jedoch für die hohe Belastung beim Fällen.

Die gewünschte breitere Schneide erfordert größere Holzstärken des Astabzweiges für eine belastbare Befestigung im Knieholm. Damit wird das Gerät unförmig.

Die einfachste Lösung des Problems ist eine Schäftung des Flachbeiles mit der Schneide parallel zum Holm. Die beim Fällen zu führenden steilen Schläge werden über einen tieferen Sitz im Holm aufgefangen, der eine einseitige flügelartige Verbreiterung bedingt. Das Beil muß wiederum exakt eingepaßt werden und mit dem stumpfen Ende am Boden des Schaftloches aufliegen. Die Einbindetiefe entspricht der des Schuhleistenkeils. An den Breitseiten des Beiles reicht eine relativ dünne Holzwandung aus, die den Holm schlank beläßt. Die Herstellung erfolgte aus Holz vom Stamm-Wurzel-Übergang analog zum Keulenkopf.

Bei einem parallel geschäfteten Fällbeil ist die Asymmetrie des Längsprofils von Bedeutung. Die Versuche zeigen, daß die gewölbte Fläche des Beiles beim Schlag zum Stamm gerichtet sein muß. Dies bedeutet, daß für Links- und Rechtshänder spezifische Ausführungen der Parallelschäftung anzunehmen sind. Die Wölbung hat die Aufgabe, einen relativ kurzen Span abzutrennen, im Schlag wegzudrücken und zu vermeiden, daß das Beil im Holz stecken bleibt.

Bei falscher Schlagtechnik erhöht sich die Berstgefahr der Schäftung sowie die Bruchgefahr des Steines. Eine hohe Beanspruchung der Stein-Holz-Verbindung entsteht durch Hebelwirkung beim Befreien des Werkzeuges aus dem Stamm.

### Zusammenfassung

Schuhleistenkeil und Flachbeil sind zwei spezifische Typen von Holzbearbeitungswerkzeugen, die für völlig unterschiedliche Arbeiten eingesetzt wurden.



1



2



3



4



5



6

Abb. 4.1: Picken des Amphibolith-Rohlings mit einem Quarzkiesel.

Abb. 4.3: Schäftung eines Schuhleistenkeils aus Amphibolith in einem Knieholm aus Ulmenholz.

Abb. 4.5: Der Eichenstamm wird gelocht.

Abb. 4.2: Ein Schuhleistenkeil wird auf Gneis oder Granit mit Sand und Wasser geschliffen.

Abb. 4.4: Fällen einer Eiche mit parallel geschäftetem Flachbeil.

Abb. 4.6: Herstellung eines Zapfens.

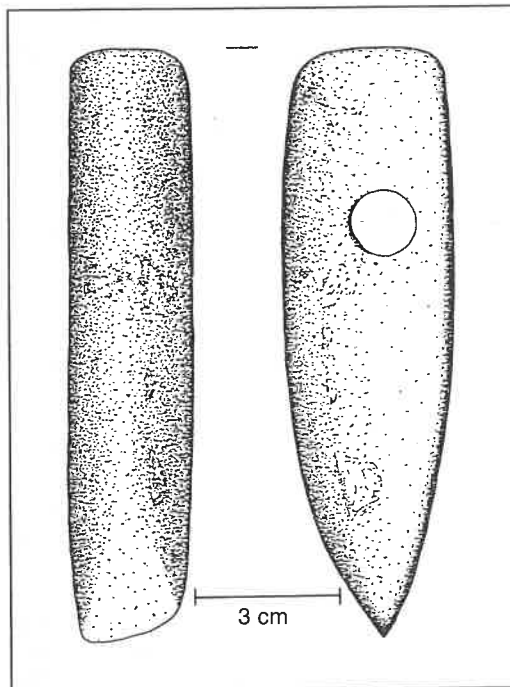


Abb. 5: Durchbohrter Schuhleistenkeil.

Der Schuhleistenkeil setzt unbestritten eine Schäftung quer zum Holm voraus. Die geringe Schneidenbreite läßt im Sinne einer strengen Werkzeugdefinition (siehe oben) nur Behauarbeiten zu. Das Fällen eines Baumes mit dem quergeschäfteten Schuhleistenkeil ist zwar möglich, aber verglichen mit dem parallel geschäfteten Flachbeil nicht effektiv. Außerdem zwingt das Fällen mit einem quer geschäfteten Beil zum Arbeiten in Augenhöhe. Dies hat aber auch zur Folge, daß Baumstümpfe mannshoch stehen bleiben, was angesichts eines hohen Holzbedarfes wenig sinnvoll erscheint.

Dagegen ist das Fällen mit einem quer geschäfteten Flachbeil knapp über dem Boden ohne Schwierigkeiten zu bewältigen. Eine Eiche von 16 cm Durchmesser konnte auf diese Weise in 20 Minuten geschlagen werden. Die Schneide des Beiles war nach dieser Fällaktion noch unverändert scharf.

Mit dem Ende der Linienband-/Stichbandkeramik treten erste gebohrte Steinwerkzeuge auf: parallel zur Schneide gebohrte Schuhleistenkeile (Abb. 5). Mit der Bohrung hat sich

die Schäftung des Schuhleistenkeils verändert. Die traditionelle Form des Schuhleistenkeils hat sich erhalten, die Schäftungsart durch Erfindung des Steinbohrens aber verändert: In die Bohrung wird ein Stiel gesteckt. Damit muß sich aber auch die bisherige Funktion des Schuhleistenkeils verändert haben. Die Schneide liegt nun parallel zum Stiel. Der Beilkörper wird durch die Bohrung geschwächt. Diese Konstruktion hält keine kräftigen Schläge bei der Verwendung als Behaubeil aus. Vorstellbar ist eine Nutzung als Waffe und Statussymbol.

Schuhleistenkeile und Flachbeile eignen sich gut für die Holzbearbeitung. Die Verwendungsmöglichkeiten sind mit modernen Stahläxten vergleichbar, jedoch ist der notwendige Zeit- und Kraftaufwand erheblich höher. Der Belastbarkeit der jungsteinzeitlichen Werkzeuge sind deutlich Grenzen gesetzt.

#### Literatur:

- HENNING, E. (1961): Untersuchungen über den Verwendungszweck urgeschichtlicher Schuhleistenkeile. - *Alt Thüringen* 5: 189 ff.
- LÖNING, J. u. STEHLI, P. (1989): Die Bandkeramik in Mitteleuropa: von der Natur zur Kulturlandschaft. - *Spektrum der Wissenschaft*, April 1989.
- SANGMEISTER, G. (1983): Die ersten Bauern - Urgeschichte in Baden-Württemberg. - Müller-Beck (Hg.): 429 ff. Stuttgart.
- SCHLICHTERLE, H. u. WAHLSTER, B. (1986): Funde aus Seen und Mooren. Stuttgart.
- SCHWARZ-MACKENSEN, G. u. SCHNEIDER, W. (1983): Fernbeziehungen im Frühneolithikum - Rohstoffversorgung am Beispiel des Aktinolith-Hornblendeschiefers. - *Frühe Bauernkulturen in Niedersachsen*: 165 ff. Oldenburg.

#### Anschriften der Verfasser:

Karl Böhm M.A.  
Landratsamt Straubing-Bogen  
Sachgebiet IV/2 (Archäologie)  
D-8440 Straubing

Robert Pleyer  
Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege  
Sigmund-Schwarz-Str. 4  
D-8300 Landshut

## Noch ein Experiment - zur Schäftung altneolithischer Dechselklingen<sup>1</sup>

Jürgen Weiner

„However, the experiments can show whether something is impossible or suggest that it is unlikely, likely, possible or probable“.  
West Stow Environmental Archaeological Group (1974), 78.

Nur wenige Steingerätetypen haben die Forschung seit annähernd 100 Jahren zu derart vielfältigen Spekulationen über ihre Herstellung und vor allem über die Art ihrer Verwendung veranlaßt wie die sogenannten Schuhleistenkeile, „Flachhacken“, „Querbeile“ oder „Dechsel“ der bandkeramischen Kultur<sup>2</sup>.

An dieser Stelle soll nicht näher auf diese Diskussion eingegangen werden; mittlerweile gilt es als gesichert, daß es sich bei den „Dechseln“ um eine Artefaktgruppe handelt, die im Zusammenhang mit der Holzbearbeitung zum Einsatz gekommen ist.

Unabhängig von ihrer Größe und ihrer Form wurden diese Artefakte ausschließlich aus dichten, zähen Felsgesteinarten angefertigt<sup>3</sup>. Charakteristisches Merkmal von „Dechseln“ ist ein plankonvexer Querschnitt und die hieraus resultierende aufgewippte unterschiedlich stark gewölbte Schneide.

Die Bezeichnung „Dechsel“<sup>4</sup> ist aber irreführend, da hiermit ein Kompositgerät - im vorliegenden Fall ein Querbeil - bezeichnet wird, das aus einem Schaft und einer daran quer zur Schlagrichtung stehenden befestigten Klinge besteht. Bis heute ist jedoch aus dem alt- und mittelneolithischen Siedlungsgebiet Europas nicht ein einziges auch nur fragmentarisch erhaltenes Querbeil bekannt<sup>5</sup>;

somit handelt es sich bei der unübersehbaren Zahl von bekannten „Dechseln“ tatsächlich nur um einen - wenn auch funktional bedeutenden - Bestandteil von Querbeilen, nämlich um Dechselklingen.

Trotz unterschiedlicher Ansichten über die vermuteten Verwendungsarten der „Schuhleistenkeile“ war man sich darüber einig, daß die Dechselklingen auf jeden Fall geschäftet waren. Während Bärthold in Anlehnung an ethnographische Parallelen aus Brasilien die Ansicht vertritt, die Artefakte seien in Keulenhöhlen als Parallelbeil zur Holzbearbeitung geschäftet worden (BÄRTHOLD 1904, 12 f.), stellt Quente anhand von beobachteten Abnutzungsspuren (!) an den Artefakten erstmals fest, daß die von ihm wie selbstverständlich „Querbeile“ genannten Steingeräte auf Kniehöhlen geschäftet waren (QUENTE 1914, 180 f.) und als Erdhacken gedient haben.

Es steht außer Zweifel, daß die altneolithischen Handwerker aufgrund eines nachgewiesenen breiten Spektrums adäquater Steinbearbeitungstechniken und -methoden jederzeit in der Lage gewesen wären, Felsgestein-Beilklingen mit symmetrischem Querschnitt herzustellen. Daß sie indes ausschließlich asymmetrisch angeschliffene Dechselklingen mit plan-konvexem Querschnitt anfertigten, reflektiert gewiß zum einen das pragmatische Festhalten an einer in der Praxis anscheinend bewährten, traditionellen Geräteform; andererseits wird diese auffällige Artefaktform auch durch funktionale Gründe bedingt sein<sup>6</sup>. Und die unbestrittene Möglichkeit der Parallelschäftung von Dechselklingen in Keulenhöhlen ist selbstverständlich kein Beweis der Existenz dieser Schäftungsart im Altneolithikum.

Vor diesem Hintergrund scheint die Rekonstruktion der Dechselerschäftungen in Form von Kniehöhlen in hohem Maße naheliegend. Aus der Völkerkunde, aber auch aus prähistorischen Fundstellen, sind Kniehöhlen in großer Zahl bekannt. Es handelt sich dabei immer um Teile von Astgabeln unterschiedlicher Dimensionen, bei denen im allgemeinen der längere, dünnere Astabschnitt als Griff und der kürzere, dickere Stammabschnitt als das eigentliche Schäftungsende zur Aufnahme der Querbeilklinge dient<sup>7</sup>.

Es besteht allerdings die Möglichkeit, daß Kniehöhlen zur Schäftung kleinerer Dechsel-

klingen auch aus entsprechend gewachsenen Abschnitten von Geweihstangen angefertigt worden sein könnten; Geweih erfüllt aufgrund seiner Struktur ebenfalls die grundsätzlichen Anforderungen an Materialien zur Schaftherstellung, denn es ist hart und doch zäh. Im übrigen ist die Verwendung dieses Materials auch in Form sogenannter Zwischenfutter bzw. Muffen zur Schäftung von kleineren Dechselklingen denkbar. Derartige Muffen sind in großer Zahl und unterschiedlichen Formen z.B. aus schweizerischen Seeufersiedlungen bekannt (WINIGER 1981). Während Schietzel die Möglichkeit der Existenz von Zwischenfuttern lediglich andeutet (SCHIETZEL 1965, 36), kommt Pavuk aufgrund beobachteter Spuren an den Dechselklingen, die von ihm als Hinweis auf die Schäftung gedeutet werden, zu dem Schluß, daß die Artefakte anscheinend in Zwischenfuttern geschäftet waren; die Spuren würden zwar auf einteilige Zwischenfutter hindeuten, aber aus herstellungstechnischen Gründen sei durchaus auch mit „zusammenlegbaren“, mehrteiligen Muffen zu rechnen (PAVUK 1972, 54 f.). Und so stellt dieser Autor folgerichtig die Frage, aus welchem Material diese Muffen hergestellt worden sein könnten. Mit der Begründung, daß sich trotz der hervorragenden Erhaltungsbedingungen für organisches Material auf dem Gräberfeld von Nitra in keinem Fall Zwischenfutter aus Geweih erhalten haben, steht für Pavuk fest, daß die hypothetischen Muffen aus Holz bestanden haben könnten (PAVUK 1972, 55). Dieses Argument wird von Dohrn-Ihmig im Zusammenhang mit der Bearbeitung der Dechselklingen des Gräberfeldes von Aldenhoven-Niedermerz ebenfalls verwendet (DOHRN-IHMIG 1983, 75).  
Gehen wir also davon aus, daß Geweih bzw. Knochen bei der Herstellung von Zwischenfuttern und Schäften für Dechselklingen keine Verwendung fanden, sondern ausschließlich Holz. Damit ist allerdings keineswegs ausgeschlossen, daß trotzdem Muffen existiert haben können, nämlich solche aus Holz. Die völkerkundlichen Beispiele von Querbeilen (z.B. aus Neuguinea) zeigen verschiedene Lösungen der Schäftung von Dechselklingen; neben der direkten Schäftung gibt es ebensolche Beispiele für die indirekte Schäftung in hölzernen Zwischenfuttern<sup>8</sup>.

Von nicht unerheblicher Bedeutung für die Frage nach der Schäftung von Dechselklingen ist in diesem Zusammenhang eine Bemerkung von Pavuk. Der Autor stellt fest: „Auf einem Werkzeug aus Elsloo und auf einem Fragment aus Nitra sind besonders gut sichtbare Schnittspuren, die gerade beim Zuschneiden des Zwischenfutters bereits nach der Schäftung des Werkzeuges entstanden sind“ (PAVUK 1972, 54). Eine vergleichbare Interpretation derartiger, quer zur Längsrichtung der Artefakte verlaufender Schnittspuren liefert auch Dohrn: „Die Wiederherstellung der richtigen Proportionen zwischen ungeschäftetem und geschäftetem Werkzeugteil kann durch Ansetzen eines neuen Griffs, aber auch durch Zurückschneiden einer intakten Schäftung, erfolgen. ... Hier, wie auch bei anderen Stücken, hat das Zurückschleifen der Schneide auch ein Zurückschneiden der Schäftung erfordert, um das Werkzeug im gewünschten Sinn zu nutzen“ (DOHRN 1980, 74). Allerdings wird in dieser Arbeit - wie auch in einer wenig später vorgelegten, in der es heißt: „Hier kann man daran denken, daß das Zurückschleifen der Schneide auch eine Verkürzung des Futters und der Schäftung erforderte“ (DOHRN-IHMIG 1983, 73 ff.) - nicht endgültig klar, ob die Autorin ebenfalls von der Existenz von Zwischenfuttern ausgeht oder nicht<sup>9</sup>.  
Es bleibt auf jeden Fall festzuhalten, daß verschiedene Autoren (DOHRN 1980, DOHRN-IHMIG 1983, MODDERMAN 1970, PAVUK 1972) der Ansicht sind, die übereinstimmend beobachteten quer zur Längsrichtung der Dechselklingen auf diesen verlaufenden Schnittspuren seien tatsächlich durch ein Zurückschneiden eines Zwischenfutters oder eines Knieholmes entstanden. Dies soll entweder während des Zurichtens der Schäftung erfolgt sein (MODDERMAN 1970, PAVUK 1972) oder erst als Folge der laufend nachgeschliffenen (direkt oder indirekt geschäfteten) Dechselklingen notwendig gewesen sein (DOHRN 1980, DOHRN-IHMIG 1983). Nun bezweifelt der Verfasser keinesfalls, daß die genannten Schnittspuren im Zusammenhang mit der Schäftung von Dechselklingen erklärbar sein können; fraglich erscheint hier nur, ob die altneolithischen Handwerker im geschilderten Bedarfsfall wirklich die zuvor mit gewiß nicht unerheblichem technischen und zeitlichen Aufwand

hergestellten Schäfte oder Zwischenfutter schlicht zurückgeschnitten haben. Folgende Überlegungen führen zu diesem Einwand: Völkerkundliche Beispiele aus Neuguinea zeigen, daß Dechsel einen „klassischen“ Bestandteil des Geräteinventars der Männer darstellen; als solchen bilden sie ein unverzichtbares Alltagsgerät, mit dem die verschiedensten Arbeiten durchgeführt wurden (BLACKWOOD 1964, 23). Betrachtet man die wenigen völkerkundlichen Berichte über die Herstellung von Dechschäften (mit oder ohne Zwischenfutter), dann wird klar, daß dies eine langwierige Tätigkeit ist, die einschließlich des Schäftens der Dechselklinge bis zu sechs Stunden Dauer betragen kann und sich teilweise über mehrere Tage erstreckt (BLACKWOOD 1964, 22; GODELIER u. GARANGER 1973, 199; STEENBERG 1980, 10 ff.)<sup>10</sup>. Mehrere praktische Versuche der Herstellung von Dechseln für Ausstellungszwecke in Museen der BRD durch den Verfasser bestätigen diesen hohen Zeitaufwand. In allen Fällen bestanden die Knieholme aus verschiedenen Hartholzsorten (Eiche, Esche, Eibe), und die Dechselklingen waren direkt, also ohne Verwendung eines Zwischenfutters, geschäftet. Es wird verständlich, daß diese Replikat aus Kostengründen natürlich nicht unter ausschließlicher Anwendung nachgewiesener steinzeitlicher Techniken und Methoden angefertigt worden sind. Zu ihrer Herstellung wurden überwiegend moderne Holzbearbeitungswerkzeuge, wie z.B. Handsäge, Beil, Ziehmesser und insbesondere verschiedene Stechbeitel (gerade und hohl), verwendet. Obwohl bis jetzt die aufgewendete Zeitdauer im Einzelfall nicht festgehalten worden ist, sei angemerkt, daß die Anfertigung eines Dechschäftes mit modernen Werkzeugen (ohne die eigentliche Schäftung der Klinge) zwischen zwei und drei Stunden in Anspruch nehmen kann<sup>11</sup>.  
Unter Berücksichtigung dieser Fakten besteht Grund zu der Annahme, daß die Herstellung altneolithischer Dechschäfte ebenfalls eines entsprechenden Zeitaufwandes bedurfte. Festzuhalten bleibt also, daß allein die Zurichtung eines Dechschäftes bereits eine erhebliche Arbeitsleistung darstellt, d.h. den Wert dieses später exklusiv von Männern benutzten Werkzeuges deutlich mitbestimmt<sup>12</sup>.

Unabhängig von diesen Überlegungen, die eine materialschädigende Behandlung der Schäftung durch ein Zurückschneiden fraglich erscheinen lassen, sprechen auch weitere Überlegungen zur möglichen Schäftungsart gegen ein solches Vorgehen der steinzeitlichen Handwerker.  
Keinesfalls sinnvoll wäre das Zurückschneiden eines Zwischenfutters mit einer Bindung, die bis zur Dechselklinge reicht. In diesem Falle würde die Bindung zerschnitten werden. Tatsächlich findet sich diese Art der Bindung z.B. im hinlänglich beschriebenen neuguineanischen Material außerordentlich häufig. Gleiches gilt selbstverständlich für direkt geschäftete Dechselklingen mit entsprechender Bindung. Auch das Prinzip einer „kurzen“ Bindung, bei der zwischen Wicklung und Klingenkörper ein häufig wulstartig gearbeiteter Schaftabschnitt freiliegt, ist an Dechseln im ethnographischen Fundstoff des genannten Gebietes bekannt<sup>13</sup>, wobei dies selbstverständlich nicht als Beleg für eventuelles Zurückschneiden gelten kann!  
Bei Berücksichtigung praktisch-technologischer Gesichtspunkte leuchtet ein, daß die Idee des Zurückschneidens eines Schäftes oder eines Zwischenfutters nur unter der Annahme einer Steckschäftung bzw. eines Zwischenfutters mit Schaftloch aufrecht erhalten werden kann. Gegen eine derartige Annahme spricht indes die große Schwierigkeit, paßgenaue Schaftlöcher für die jeweiligen Dechselklingen in den Kniechäften bzw. Zwischenfuttern anzubringen. Ergänzend sei betont, daß diese Schaftlöcher lediglich eine Öffnung besitzen müßten, d.h. nicht durchgehend gearbeitet wären, ein Umstand, der ihre Anbringung zusätzlich erschweren würde. Es soll hier nicht ausgeschlossen werden, daß mit geeigneten und zweifellos bekannten Knochenmeißeln diese mühsame Arbeit zu erledigen gewesen wäre; indes gibt es wesentlich einfachere Wege zur Lösung desselben Schäftungsproblems. Und die Kenntnis vielfältiger Lösungen dieses Problems ist nicht nur aus der Völkerkunde, sondern auch aus urgeschichtlichem Zusammenhang (HINDERLING 1949; WINIGER 1981) belegt.

Demgegenüber liegt bis jetzt nach Kenntnis des Verfassers weder aus archäologischen noch aus ethnographischen Quellen ein Hinweis auf eine direkte Schäftung von Dechsel-

klingen in mit Schaftlöchern versehenen Knieholmen vor!

Zusammenfassend ergeben sich folgende Überlegungen:

- Die Dechselklingen waren in hölzernen Knieholmen geschäftet.
- Sollten Zwischenfutter verwendet worden sein, so müßten sie ebenfalls aus Holz bestanden haben.
- Zur Schäftung in einem Zwischenfutter eignen sich hauptsächlich kleinere Dechselklingen.
- Eine direkte Steckschäftung der Dechselklingen in einseitig offenen Schaftlöchern ist aus fabrikationstechnischen Gründen in hohem Maße unwahrscheinlich.
- Wahrscheinlicher ist eine direkte Schäftung entweder in einem Gabelende eines Knieholmes mit zusätzlicher Bindung oder (noch naheliegender, weil technisch einfa-

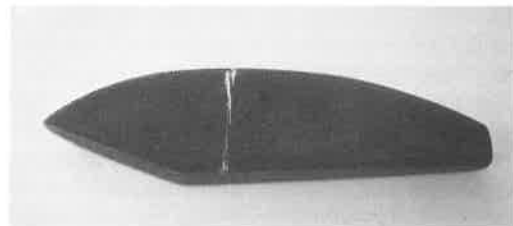


Abb. 1: Dechselklinge aus Grünstein.



Abb. 2: Schäftungsbett aus Eibenholz.

cher) in einem „anatomisch“ ausgearbeiteten Schäftungsende, ebenfalls mit zusätzlicher Bindung (z.B. GODELIER u. GARANGER 1973, Fig. 1).

Und so stellt sich jetzt die Frage, ob die weiter oben geschilderten Schnittspuren an den Dechselklingen nicht auch auf vergleichbar einfache, aber doch keinesfalls derart materialschädigende Weise entstehen können. Diese Frage soll mittels eines praktischen Versuches beantwortet werden.

Die Ausgangshypothese lautet: Schnittspuren auf Dechselklingen können im Verlauf des Schäftungsvorganges entstehen, ohne die Schäftung selbst dadurch zu beschädigen.

Eine Dechselklinge aus „Grünstein“ (Abb. 1) wurde direkt in einem Knieholm aus Eibenholz geschäftet. Hierzu wurde das Schäftungsende tangential abgeflacht und dann eine dem Umriß der proximalen Hälfte der Dechselklinge entsprechende Vertiefung aus dem massiven Holz herausgearbeitet (Abb. 2). Um Unregelmäßigkeiten zwischen der Klinge und der Schäftung auszugleichen und gleichzeitig der Klinge einen festen und doch elastischen Sitz im Schaft zu verleihen, wurde diese Vertiefung mit einem Stück sämisch gegerbten Hirschleders ausgekleidet (Abb. 3). Anschließend wurde die Klinge eingepaßt und durch eine Wicklung aus Rohhaut befestigt (Abb. 4). Danach wurde das überstehende Hirschleder bündig mit dem Schaft mit einem scharfkantigen Feuersteinabschlag abgeschnitten (Abb. 5). Das Gerät war einsatzbereit.

Trotz der Rohhautbindung ließ sich die Klinge relativ leicht aus dem Schäftungshohlraum herausziehen. Die Untersuchung ergab, daß feine Schnittspuren quer zur Längsrichtung auf der Dechseloberfläche deutlich erkennbar sind (Abb. 6). Diese Spuren, die durch das Abschneiden des Hirschleders entstanden sind, gleichen den von PAVUK (1972), DOHRN-IHMIG (1983) und BAKELS (1987) beschriebenen bzw. abgebildeten Schnittspuren.

Um die Klinge gegen unabsichtlichen Verlust zu schützen, wurde der Hohlraum mit weiteren Lederstücken ausgefüllert, bis sich die Klinge nur noch mühsam in die Vertiefung hineinschieben ließ.

So liefert das vorliegende Experiment eine mögliche und vor dem Hintergrund herstel-



Abb. 3: Dechselklinge wurde mit Hirschleder ausgekleidet.



Abb. 4: Dechselklinge wurde mit Rohhaut befestigt.



Abb. 5: Auf der Dechselklinge sind die Schnittspuren erkennbar.

lungstechnischer Überlegungen auch sinnvolle Erklärung für die Entstehung bestimmter Schnittspuren auf Dechselklingen.

Es zeigt außerdem, daß derartige Spuren nicht unbedingt als Folge des - unter arbeitsökonomischen Gesichtspunkten ohnehin unverständlichen - Zurückschneidens von Dechselfschäften zu interpretieren sind.

Anmerkungen:

- 1) Es war ursprünglich geplant, über die experimentelle Anfertigung und den praktischen Einsatz von undurchlochten geschäfteten Dechselklingen altneolithischen Typs - seien sie nun hoch-schmal oder flach-breit - zu berichten. Es stellte sich jedoch heraus, daß dieses Vorhaben eigentlich nur in Form eines eigenständigen Projektes mit entsprechender Infrastruktur zu verwirklichen ist. Dies wäre beispielsweise im Rahmen einer Examensarbeit möglich. Entsprechende Rahmenbedingungen sind ansonsten nur noch in Einrichtungen gegeben, die wir aus dem Ausland in wachsender Zahl kennen, den sog. Archäologisch-Historischen Versuchszentren, z.B. Lejre/DK, Butser Hill/GB, Archéodrome/F, Archéosite/B, u.v.m.

Alle genannten Einrichtungen werden hauptberuflich geleitet und garantieren beste Experimentiermöglichkeiten.

Für den vorliegenden Beitrag verblieb somit lediglich die Möglichkeit, einen Teilbereich des ursprünglichen Vorhabens näher zu behandeln. Da dem Verf. seit langem die Interpretation bestimmter Schnittspuren auf Dechselklingen fragwürdig erscheint, soll diesem Problem im folgenden nachgegangen werden.

Nun sind zahlreiche Fragen zur Herstellung und Verwendung alt- und mittellneolithischer Dechselklingen nach wie vor offen, und diese Artefaktgruppe wird zweifellos in der Zukunft Gegenstand für eine ganze Reihe praktischer Versuche auf dem Gebiet der experimentellen Archäologie sein. Aus diesem Grunde wird - unabhängig vom Thema dieses Beitrages - die Möglichkeit wahrgenommen, die nach Ansicht des Verf.s grundlegende Literatur zum Problembereich „Dechsel“ an dieser Stelle einmal weitestgehend zusammenzustellen.

- 2) Einen geschlossenen Überblick zu dieser Thematik gibt TESSERAUX (1981), 90 ff.
- 3) Zum Rohmaterial umfassend BAKELS (1987), 97 ff; die Autorin äußert sich gleichfalls zu technologischen Fragen; indes vermißt der Leser in der ansonsten detaillierten Literaturliste die von WEINER (1982) gelieferte Darstellung zum Fertigungsprozeß von Dechselfen und den hierbei anzuwendenden Herstellungstechniken und -methoden; zur Technologie kürzlich auch CASPAR (1984); zur Steingeräte-Technologie allgemein WEINER (1987).
- 4) Der Vorschlag, die sog. Schuhleistenkeile, Flachhacken bzw. Flachbeile zusammenfassend als „Dechsel“ zu bezeichnen, geht auf SCHIETZEL (1965), 38 zurück. MODDERMAN (1970), 184 greift dies auf, und seit dieser Zeit ist der Oberbegriff Dechsel in der Fachliteratur allgemein akzeptiert. Es sei an dieser Stelle jedoch darauf hingewiesen, daß die Bezeichnung Dechsel schon wesentlich früher im Schrifttum erscheint: So verweist bereits HÖLTKER (1947), 131 auf die „Steinbeile mit quergestellter Klinge (Querbeile, Dächsel)...“, und schon HENNIG (1962), 271 resümiert: „Zudem werden wir die Flachhacken in Zukunft besser als Dechsel oder Querbeile zu bezeichnen haben!“ Wir werden im folgenden das eigentliche Kom-

positivgerät als Dechsel oder Querbeil und die in Frage kommenden Artefakte als Dechselklingen bezeichnen; vgl. hierzu auch den Beitrag „Dechsel“ in J. FILIP, Enzyklopädisches Handbuch zur Ur- und Frühgeschichte Europas I (1966), 273.

- 5) Die Kenntnis quergeschäfteter Beilklingen und entsprechender Zwischenfutter läßt sich jedoch bereits für das Mesolithikum nachweisen. Als Beispiel sei hier ein sog. Kernbeil aus Flint in einer Muffe aus Hirschgeweih vom Fundplatz Hohen Viecheln genannt (SCHULDT 1961, 93); die ungewöhnliche Schäftung eines quer, aber direkt in einen kugelig verdickten Holm geschäfteten sog. Walzenbeiles von der Fundstelle Nizhnye Veretye (Gebiet von Archangelsk, UdSSR) wurde von OSHIBKINA (1982) vorgestellt; im übrigen hat die Untersuchung von experimentell erzeugten Gebrauchsspuren im Schneidenbereich von „Kern-“ und „Scheibenbeilen“ durch GRAMSCH ergeben, daß die Kratzspuren auf querschneidig geschäfteten Klingen parallel zu deren Längsachse verliefen. Diese Beobachtung entsprach jenen an den Originalbeilklingen (GRAMSCH 1966). Ebenfalls mesolithischen Alters ist die ursprünglich als neolithisch datierte „Dechselfschäftung“ aus Grieben (WETZEL 1966). Zwei bis jetzt einmalige Dechselfschäfte sind aus der protoneolithischen Ertebölle/Ellerbek-Kultur aus Ølby Lyng und Vedbæk (DK) bekannt. Es handelt sich hierbei um zwei vollständig erhaltene Holzschäfte eigenwilliger Form, die mit hoher Wahrscheinlichkeit zur Aufnahme von in Zwischenfuttern geschäfteter „Kern-“ oder „Scheiben-“ bzw. direkt geschäfteter „Walzenbeile“ gedient haben (BRINCH PETERSEN 1970, 14 f.; PETERSEN in: BRINCH PETERSEN 1979, 62 ff.). Obgleich es sich bei beiden Schäften nicht um typische Knieholme handelt, wird durch die Ausbildung des eigentlichen Schäftungsendes das Prinzip der Querschäftung nahegelegt, so daß auch diese besonders geformten Schäfte als Dechselholme anzusprechen sind; vgl. hierzu auch die erstaunliche Übereinstimmung des Schaftes von Ølby Lyng mit einem Dechsel aus Ost-Neuguinea bei STEENSBERG (1986, Fig. 15). Das Prinzip der Querschäftung läßt sich ebenfalls für jüngerneolithische Perioden nachweisen. Neben zahlreichen z.T. vollständig erhaltenen Dechseln aus schweizerischen Fundstellen seien hier zwei Dechselfschäfte erwähnt, die von endneolithischen Fundplätzen stammen. Bei dem Schaft aus Stedten (DDR) ist lediglich der distale Teil, d.h. das Schäftungsende, erhalten (GRÖSSLER 1902, 218 ff.), während der Schaft aus Nieuw-Dordrecht (NL) vollständig ist (VAN DER WAALS 1964, 55 ff.). Bei beiden Schäften ist das zur Aufnahme der Dechselklingen bestimmte Ende übereinstimmend in Form einer Zangen- oder Zwingenschäftung gearbeitet; die möglicherweise zugehörigen Beilklingen aus Feuerstein und Felsgestein liegen jedoch nur als Beifunde vor. Nach den Abbildungen der Beilklingen zu urteilen, handelt es sich bei den Stücken indes um Formen, die

durchaus als Beilklingen mit symmetrischem Querschnitt angesprochen werden können.

- Daß auch aus endneolithischem Zusammenhang Dechselklingen - in diesem Fall aus Feuerstein - mit flacher Ventral- und gewölbter Dorsalfäche (Grundform ist eine Klinge) bekannt sind, wurde jüngst durch den Neufund einer Dechselklinge aus Grand-Pressigny-Flint belegt (BEUKER 1988).
- 6) In diesem Zusammenhang wurde in der Vergangenheit wiederholt darauf hingewiesen, daß die charakteristische Form der Dechsel möglicherweise ihren Ursprung in Meißeln oder Meißel- bzw. Beilklingen aus Knochen haben könnte (SCHIETZEL 1965, 38).
- 7) Hierzu die Abbildung bei HEAL (1982): 101, Fig. 5.3.
- 8) So bei BLACKWOOD (1964); BÜHLER (1962); FISCHER (1968); GODELIER u. GARANGER (1973); SARASIN (1929); STEENSBERG (1980); TOWNSEND (1969). Eine detaillierte Auflistung unterschiedlichster Schäftungstypen mit Zwischenfuttern findet sich bei LE ROUX (1948), 433 ff.; besonders instruktiv in diesem Zusammenhang auch HINDERLING (1949); aus urgeschichtlichem Zusammenhang ist bekannt, daß überwiegend kleine bis kleinste Beil- und Dechselklingen in Zwischenfuttern aus Geweih geschäftet worden sind (WINIGER 1981, 128 f.).
- 9) Im Gegensatz hierzu BAKELS 1988, 71, die DOHRN-IHMIG (1983) so versteht: „She believes that the blade was set in wood and not in a socket of bone or antler, since traces of the latter have never been found in settlements, not even in those where abundant bone material has been excavated.“
- 10) Dabei ist zu berücksichtigen, daß der von STEENSBERG beschriebene Schaft mit einem modernen Stahlbeil zugerichtet worden ist, d.h. die Anfertigung desselben Schaftes unter Verwendung von Steingeräten entsprechend länger dauern würde (STEENSBERG 1980, 10).
- 11) z.B. WEINER 1986; entsprechende Abb. auf S. 24 bei KLUGE-PINSKER 1987 bzw. bei GROOTH u. VERWERS 1984, 23, Abb. 2.
- 12) So stellt DOHRN-IHMIG fest, daß „Ein Dechselgrab ... mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit das Grab einer männlichen Person“ ist (DOHRN-IHMIG 1983, 72).
- 13) KOCH (1968), Abb. 205-206; beide hier abgebildeten Dechsel lassen zwischen Bindung und Klinge jeweils einen wenige Zentimeter breiten Abschnitt der Holzschäftung erkennen; der Grund für diese Bindungsart scheint jedoch klar zu sein: Die Holzabschnitte dienen anscheinend als Widerlager für einen geflochtenen Ring, der zusätzlich zur normalen Bindung das Zwischenfutter halten soll.

## Literatur:

- ANKEL, C. (1957): Zur funktionellen Deutung linearbandkeramischer Felsgeräte.
- Arnold, V. (1989): Zu einigen gut erkennbaren, aber wenig beachteten Gebrauchsspuren an neolithischen Flintgeräten Schleswig-Holsteins. - Arch. Inf. 12: 60-66.
- ARPS, C.E.S., BAKELS, C.C. (1982): De dissels van Rosmeer. In: M. Ulrix-Closset u. R. Rousselle, L'industrie lithique du site rubané du Staberg à Rosmeer. - Arch. Belgica 249: 34-40.
- BÄRTHOLD (1904): Der Formenreichtum der jüngeren Steinzeit. - Jahresschr. Halle 3: 10-18.
- BAILLOUD, G., CORDIER, G., GRUET, M., POULAIN, T. (1987): Le Néolithique ancien et moyen de la vallée de la Brisse (Loir-et-Cher).
- BAKELS, C.C. (1973): Revue Arch. Centre 26, 1987, 117-163. Vorläufige Materialuntersuchung der Dechsel. In: Farruggia, J.-P. et al. (1973): Der bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 2, Gemeinde Aldenhoven, Kreis Düren. - Beitr. zur Neol. Besiedlung der Aldenhovener Platte 1. Rhein. Ausgr. 13: 136-139.
- BAKELS, C.C. (1978): Four Linearbandkeramik Settlements and their Environment: A Palaeoecological study of Sittard, Stein, Elsloo and Hienheim. - Analecta Praehist. Leidensia XI.
- BAKELS, C.C. (1983): L'exploitation par l'homme du Rubané de son milieu naturel et en particulier des sources minérales. Progrès récents du Néolithique Ancien. Diss. Arch. Gandenses 21: 17-20.
- BAKELS, C.C. (1987): On the adzes of the Northwestern Linearbandkeramik. - Analecta Praehist. Leidensia 20: 53-85.
- BAKELS, C.C., ARPS, C.E.S. (1979): Adzes from Linear Pottery sites their raw material and their provenance. - McClough, T.H., Cummins, W.A. (Hg.): Stone Axe Studies. - Council British Arch. Research Report 23: 57-64.
- BANNENBERG (1957): Ploeg of Hak? - Brabants Heem 9: 100-107.
- BAUMANN, W. (1962): Zwei bandkeramische Steingerätedepots von Dresden-Nickern. - Ausgr. u. Funde 7: 69-74.
- BEHRENS, H. (1957): Kritische Bemerkungen zu einigen Auffassungen über die Form des ältesten neolithischen Bodenbaues in Mitteleuropa. - Veröff. des Inst. für Deutsche Volkskunde. Agrarethnographie 13: 51-67.
- BEUKER, J.R. (1988): Een beitel van Grand-Pressigny-vuursteen uit Anloo. - Nieuwe Drentse Volksalmanak 1988: 12-18.
- BLACKWOOD, B. (1964): The technology of a modern Stone Age people in New Guinea. - Occ. Papers on Technology 3.
- BREEST, K. (1988): Ein Schuhleistenkeil aus einem mittelsteinzeitlichen Fundplatz in der Gemarkung Schletau, Ldkr. Lüchow-Dannenberg. - Die Kunde N.F. 39: 53-62.
- BRENTJES, B. (1953/54): Untersuchungen zur Geschichte des Pfluges II (Neolithikum). Wiss. Zeitschr. Halle/Wittenberg. Ges. u. sprachwiss. Reihe III: 75-89.
- BRENTJES, B. (1956): Der Schuhleistenkeil - Pflugschar oder Holzbearbeitungsgerät? - Germania 34, 144-147.
- BRINCH PETERSEN, E. (1970): Ølby Lyng. En østjyllandsk kystboplads med Ertebøllekultur. Aarbøger 1970: 6-42.
- BRINCH PETERSEN, E., ALEXANDERSEN, V., PETERSEN, P.V. und CHRISTENSEN, CH. (1979): Vedbækprojektet. Ny og gammel forskning.
- BÜHLER, A. (1962): Mensch und Handwerk. Verarbeitung und Verwendung von Stein und Muschelschalen. Führer Mus. f. Völkerkunde und Schweizerisches Mus. f. Volkskunde.
- BUTSCHKOW, H. (1935): Hacke und Pflug in der jüngeren Steinzeit. - Mitteldeutsche Volkheit 1: 9-10.
- BUTTLER, W. (1938): Der Donauländische und der Westische Kulturkreis der jüngeren Steinzeit. - Handbuch der Urgeschichte Deutschlands 2.
- BUTTLER, W., HABEREY, W. (1936): Die Bandkeramische Ansiedlung bei Köln-Lindenthal. - Röm. German. Forschungen 11.
- CASPAR, J.P. (1982): L'exploitation du phtanite d'Ottignies et Mousty et sa distribution. - Notae Praehistoricae 2: 63-82.
- CASPAR, J.P. (1984): Fabrication et réaménagement d'herminettes rubanées en phtanite. - Bull. Soc. Roy. Belge Anthr. et Préhist. 95: 47-58.
- CHILDE, V.G. (1949/50): Axe and adze, bow and sling: contrasts in early Neolithic Europe. Jahrb. Schweiz. Ges. Urgesch. 40: 156-162.
- CRANSTONE, B.A.L. (1971): The Tifalmin: a „Neolithic“ people in New Guinea. - World Arch. 3: 132-142.
- CUMONT, G. (1904): Utilisation du phtanite cambrien des environs d'Ottignies et du grès tertiaire bruxellien par l'Homme préhistorique. - Bull. Soc. Roy. Belge Anthr. et Préhist. 23: 53-63.
- DEICHMÜLLER, J. (1968): Schuhleistenkeil-Depotfund aus Luttum, Kr. Verden/Aller. - Nachr. Nieders. Urgesch. 37: 100-102.
- DELIBES DE CASTRO, G. (1974): Contribución al estudio de las funciones del hacha pulimentada. - Zephyrus 25: 151-154.
- DESTEXHE-JAMOTTE, J. (1965): Contribution à l'étude de l'Omalien. Un instrument perforé et trois nouvelles restaurations de vases ornées. - Les Chercheurs De La Wallonie 19: 8-16.
- DICKSON, F.P. (1981): Australian Stone Hatchets. A study in design and dynamics.
- DOHRN, M. (1979/80): Überlegungen zur Verwendung bandkeramischer Dechsel aufgrund der Gebrauchsspuren. - Fundber. Hessen 19/20 1979/80: 69-78.
- DOHRN-IHMIG, M. (1981): Polier- und Schnittspuren am Nackenteil von Schuhleistenkeilen neoli-



- thischer Gräberfelder. - Kölner Jahrb. 16: 9-16.
- DOHRN-IHMIG, M. (1983): Das bandkeramische Gräberfeld von Aldenhoven-Niedermerz, Kreis Düren. - Archäologie in den Rheinischen Löbörden. Beiträge zur Siedlungsgeschichte im Rheinland: 47-190.
- DRADON, M.G. (1967): Découverte d'ateliers de taille et de finition d'herminettes omaliennes. - *Helinium* 7: 253-259.
- DROBNIWICZ, B. (1988): Use-wear analysis of shoe-last implements and axes from early Neolithic (LPC) Cracow-Nowa Huta settlement in West Little Poland. - S. Beyries (Hg.): *Industries Lithiques. Tracéologie et Technologie. Vol. 1: aspects archéologiques.* BAR Int. Series 411: 33-46.
- FARRUGGIA, J.-P. (1973): Steinmaterial. - Farruggia, J.-P. et al.: *Der bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 2, Gemeinde Aldenhoven, Kreis Düren. - Beitr. zur Neol. Besiedlung der Aldenhovener Platte 1.* Rhein. Ausgr. 13: 106-133.
- FARRUGGIA, J.-P. (1977): Die Dechsel. - Kuper, R. et al.: *Der bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 9, Gemeinde Aldenhoven, Kreis Düren. - Beitr. zur Neol. Besiedlung der Aldenhovener Platte 3.* Rhein. Ausgr. 18: 266-278.
- FIEDLER, L. (1979): Formen und Techniken neolithischer Steingeräte aus dem Rheinland. - Beitr. zur Urgesch. des Rheinlandes 3. Rhein. Ausgr. 19: 53-190.
- FISCHER, H. (1968): Negwa. Eine Papua-Gruppe im Wandel.
- FORRER, R. (1907): Stichwort Schuhleistenbeile. Reallexikon der prähistorischen, klassischen und frühchristlichen Altertümer: 719.
- GARANGER, J. (1988): Stichwort Herminette. - Leroi-Gourhan, A. (Hg.): *Dictionnaire de la Préhistoire:* 483-485.
- GLOB, P.V. (1939): Der Einfluß der Bandkeramischen Kultur in Dänemark. - *Acta. Arch.* 10: 131-140.
- GODÉLIER, M. und GARANGER, J. (1973): Outils de pierre, outils d'acier chez les Baruya de Nouvelle-Guinée. Quelques données ethnographiques et quantitatives. - *L'Homme* 13: 187-220.
- GRÖSSLER, H. (1902): Geschlossene vorgeschichtliche Funde aus den Kreisen Mansfeld (Gebirge und See), Querfurt und Sangerhausen. - *Jahresschrift Halle* 1: 125 ff.
- GÖTZE, A. (1897): Schuhleistenförmige Steinkeile. - *Mitt. Anthr. Ges. Wien* 27: 45.
- GÖTZE, A. (1926): Stichwort Hacke. - Ebert, M. (Hg.): *Reallexikon der Vorgeschichte* 5: 13-14.
- DE GROOTH, M.E. TH. und VERWERS, J. (1984): Op goede gronden. De eerste boeren in Noordwest-Europa.
- GUSTAVS, S. (1962): Zwei Zusammenfunde neolithischer Steingeräte von Bitterfeld und Zscherndorf, Kr. Bitterfeld. - *Ausgr. u. Funde* 7: 18-21.
- HAECK, J. und TROMME, F. (1976): Le village omalien de „Noir Fontaine“ a Horion-Hozémont. - *Les Chercheurs De La Wallonie* 23, 1974-76: 331-378.
- HAHN, E. (1926): Stichwort Hackbau. - Ebert, M. (Hg.): *Reallexikon der Vorgeschichte* 5: 12-13.
- HEAL, S.V.E. (1982): The Wood Age? The significance of wood usage in Pre-Iron Age North-West Europe. - McGrail, S. (Hg.) *Woodworking Techniques before A.D. 1500.* BAR Int. Series 129: 95-109.
- HEINE, H.-W. (1979): Bemerkungen zu einem Schuhleistenkeil aus Otze, Kr. Hannover. *Nachr. Niedersachs. Urgesch.* 48: 167-170.
- HEINTZ, F. (1981): Essai de détermination de l'emploi des „Haches“ de pierre, dites „A forme de bottier“. - *Cahiers Alsaciens* 24: 5-9.
- HENNIG, E. (1959): Untersuchungen über den Verwendungszweck neolithischer Schuhleistenkeile. Diplomarbeit.
- HENNIG, E. (1961): Untersuchungen über den Verwendungszweck urgeschichtlicher Schuhleistenkeile. - *Alt-Thüringen* 5: 189-222.
- HENNIG, E. (1962): Neue Untersuchungen über den Verwendungszweck der neolithischen Flachhacken. - *Forschungen u. Fortschr.* 36: 269-272.
- HENNIG, E. (1963): Ein Werkstatt-Verwahrfund von Seebergen, Kr. Gotha. - *Alt-Thüringen* 6, 1962/63: 176-180.
- HENNIG, E. (1965a): Bericht über die praktischen Versuche zur funktionellen Deutung der neolithischen Steingeräte. - *Arch. Rozhledy* 17: 682-703.
- HENNIG, E. (1965b): Zur Funktion der Bindung an neolithischen Querbeilklingen. - *Alt-Thüringen* 7, 1964/65: 98-104.
- HERRMANN, R. und SCHÜLLER, A. (1951): Die Gesteine Mittel- und Jungsteinzeitlicher Geräte des Döbelner Raumes und ihre Verarbeitung. - *Arbeits- u. Forschungsber. Sachsen* 1952: 107-127.
- HESSE, H. (1969): Ein bandkeramischer Hortfund aus Grabe, Kr. Mühlhausen (Thüringen). - *Ausgrabungen und Funde* 14: 231-237.
- HINDERLING, P. (1949): Über steinzeitliche Beile der Südsee.
- HÖLTKER, G. (1947): Steinerne Ackerbaugeräte. Ein Problem der Vor- und Frühgeschichte in völkerkundlicher Beleuchtung. - *Intern. Archiv f. Ethnographie* 45: 77-156.
- KAUFMANN, H. (1959): Der Felsgerät-Verwahrfund von Mülverstedt, Kr. Langensalza. - *Ausgr. u. Funde* 4: 233-235.
- KESSLER, P.T. (1931): Zwei neue Depotfunde der Bandkeramik aus Gau-Algesheim. - *Germania* 15: 51-52.
- KLOCKE, F. (1956): Die jungsteinzeitlichen Flachhacken-Holzbearbeitungsgeräte. - *Vorgeschichtl. Museumsarbeit und Bodendenkmalpf.* 2: 23.
- KLUGE-PINSKER, A. (1987): Urgeschichte bis Römerzeit. Katalog der Abteilung III. Museum der Stadt Rüsselsheim.
- KNOLL, H. (1963): Zu durchbohrten Schuhleistenkeilen. - *Fundber. Hessen* 3: 78-82.
- KOCH, G. (1968): Kultur der Abelam. Die Berliner „Maprik“-Sammlung. - *Veröff. Mus. Völkerkunde Berlin N.F.* 16, Abt. Südsee 8.
- KRULL, R. (1976): Donauländische Geräte aus dem südlichen Landkreis Hanover und dem Landkreis Hameln-Pyrmont. - *Nachr. Nieders. Urgesch.* 45: 347-356.
- KUNKEL, O. (1930): Bandkeramische Denkmäler in Pommern. - *Brandenburgia* 39.
- LA BAUME, W. (1951): Grundsätzliches zur Form und Funktion des Steinbeiles und beilähnlicher Geräte der Steinzeit. *Festschr. G. Schwantes:* 110-115.
- LA BAUME, W. (1955): Waren die neolithischen Steinkeile Pflugscharen? - *Germania* 33: 236.
- LEECHMAN, D. (1950): Aboriginal tree-felling. - *Bull. National Mus. Canada* 118: 44-49.
- LE ROUX, C.C.F.M. (1948): De Bergpapoëa's van Nieuw-Guinea en hun woongebied I.
- LICKA, M. (1981): Hromadny nález neolitickej brousene industrie (C.1) Ze Msena, Okr. Melník. (Deutsche Zus. Fassung: Hortfund neolithischer geschliffener Steinwerkzeuge (Nr. 1) aus Mseno, Kr. Melník). - *Arch. Rozhledy* 33, 607-620.
- LODEWIJCKX, M. (1984): Les deux sites rubanes de LandenWange et de Linter-Overhespen après la campagne de fouilles de 1983. - *Notae Praehistoricae* 4: 97-107.
- MAJEROWICZ, A., SKOCZYLAŚ, J. und WISLAŃSKI, T. (1987): Aus den Studien über die Steindistribution bei den frühneolithischen Kulturen auf der polnischen Tiefebene. - *Przeglad Arch.* 34: 83-91.
- MALINA, J. (1973): Petroarchaeological notes on manufacturing technology of neolithic polished stone industry. - *Scripta Fac. Sci. Nat. Ujep Brunensis, Geologia* 3: 103-107.
- MALINA, J. (1980): Metody experimentu v archeologii. *Prag.*
- MARIEN, M.E. (1952): Oud-Belgie.
- MARSCHALL, O. (1965): Ein bandkeramischer Steindepotfund bei Hadersleben, Kr. Eisleben. - *Ausgrabungen und Funde* 10: 14-16.
- MOBERG, C.A. (1955): Studier i Bottnisk stenalder I-V. - *Kungl. Vitterhets Historie och Antikvitets Akademiens Handlingar. Antikvariska Serien* 3.
- MODDERMAN, P.J.R. (1970): Linearbandkeramik aus Eisloo und Stein. - *Analecta Praehist. Leidensia* 3.
- MODDERMAN, P.J.R. (1977): Die neolithische Besiedlung bei Hienheim, Ldkr. Kelheim I. - *Mat. Hefte zur Bayerischen Vorgesch.* 33.
- MODDERMAN, P.J.R. (1986): Die neolithische Besiedlung bei Hienheim, Ldkr. Kelheim. - *Mat. Hefte zur Bayerischen Vorgeschichte* 57.
- MÜLLER, D.W. (1968): Siedlungsschicht mit Stein- geräteverwahrfund aus der Gemarkung Eschenscherten, Kr. Gotha. - *Ausgrabungen und Funde* 13: 236-239.
- MÜLLER-BECK, H. (1965): Seeberg, Burgäschisee-Süd. Holzgeräte und Holzbearbeitung. - *Acta Bernensia* II.
- OLSEN, A.B. und ALSAKER, S. (1984): Greenstone and diabase utilization in the Stone Age of Western Norway: Technological and socio-cultural aspects of axe and adze production and distribution. - *Norw. Arch. Rev.* 17: 71-103.
- OSHIBKINA, S.V. (1982): Wooden artifacts from the mesolithic site of Nizhneye Veretye. - *Arch. rozhledy* 34: 414-429 (engl. Zusammenfassung 428 f.).
- PAVUK, J. (1972): Neolithisches Gräberfeld in Nitra. - *Slovenska Arch.* 20: 5-105.
- PIETZSCH, A. (1950): Zur Entwicklung des Pfluges und der steinernen Pflugscharen. - *Jahresschr. Halle* 34: 9-19.
- QUENTE, P. (1914): Steinzeitliche Ackergeräte aus der Ostprignitz, Erdhacken und Pflüge und ihre Schäftungsmöglichkeit. - *Prähist. Zeitschr.* 6: 180-187.
- QUITTA, H. (1955): Ein Verwahrfund aus der bandkeramischen Siedlung in der Harth bei Zwenkau. - *Forsch. zur Vor- u. Frühgesch.* 1: 20-59.
- RADDATZ, K. (1980): Basalt als Werkstoff frühneolithischer Zeit im südniedersächsischen Bergland. - *Offa* 37: 25-30.
- RIETH, A. (1949/50): Geschliffene bandkeramische Geräte zur Holzbearbeitung. - *Prähist. Zeitschr.* 34/35: 230-232.
- RIETH, A. (1962): Jungsteinzeitliche Geräte zur Holzbearbeitung aus „Bodenseepfahlbauten“. - *Fundber. Schwaben* 16: 160-162.
- ROODENBERG, J.J. (1983): Traces d'utilisation sur les haches de Bouqras (Syrie). - M.C. Cauvin (Org.): *Traces d'utilisation sur les outils néolithiques du Proche Orient. - Travaux De La Maison De L'Orient* 5: 177-185.
- SPROCKHOFF, E. (1927/28): Stichwort Schuhleistenkeil. - Ebert, M. (Hg.): *Reallexikon der Vorgeschichte* 11: 366-367.
- SCHIETZEL, K. (1965): Müddersheim. Eine Ansiedlung der jüngeren Bandkeramik im Rheinland. *Fundamenta* A 1.
- SCHMIDT, B. (1959): Ein bandkeramischer Steindepotfund bei Gimritz, Saalekreis. - *Wiss. Zeitschrift Halle VIII/4-5:* 797-799.
- SCHMIDT, E. (1969): Ein neolithischer Steinkeildepotfund von Scheuder, Kr. Köthen. - *Ausgrabungen und Funde* 14: 5-7.
- SCHMIDT, L. (1963): Ein Fund bandkeramischer Steingeräte von Bösdorf bei Leipzig. - *Ausgrabungen und Funde* 8: 73-75.
- SCHWARZ-MACKENSEN, G. (1983): Die Siedlung der ältesten Linienbandkeramik von Eitzum, Ldkr. Wolfenbüttel. - Frühe Bauernkulturen in Niedersachsen. *Linearbandkeramik, Stichbandkeramik, Rössener Kultur.* - *Arch. Beitr. aus Nordwestdeutschland. Beiheft* 1: 23-36.

- SCHWARZ-MACKENSEN, G. und SCHNEIDER, W. (1983): Fernbeziehungen im Frühneolithikum - Rohstoffversorgung am Beispiel des Aktinolith-Hornblendeschiefers. - Frühe Bauernkulturen in Niedersachsen. Linearbandkeramik, Stichbandkeramik, Rössener Kultur. - Arch. Beitr. aus Nordwestdeutschland. Beiheft 1: 165-176.
- SCHWEINGRUBER, F. (1965): Strukturanalyse der neolithischen Axtholme von Burgäschisee-Süd. - Müller-Beck: H. Seeberg: Burgäschisee-Süd. Holzgeräte und Holzbearbeitung. - Acta Bernensia II: 168-174.
- SCHUMACHER, K. (1914): Neolithische Depotfunde im westlichen Deutschland. - Prähist. Zeitschr. 6: 29-56.
- SCHUMACHER, K. (1918): Hacke und Pflug der jüngeren Steinzeit. - Germania 2: 1-4.
- SPURNY, V. (1964): Hromadny nález polotovaru kopytovitych klínu z Bezmerova (Verwahrfund von Rohstücken der Schuhleistenkeile aus Bezmerov.) ASM 1: 38-42.
- STANELLE, U. (1976): Donauländische Geräte im Kreis Soltau. - Nachr. Nieders. Urgesch. 45: 357-362.
- STEENSBERG, A. (1980): New Guinea Gardens.
- STEENSBERG, A. (1986): Man the Manipulator.
- STELCL, J., KALOUSEK, F. und MALINA, J. (1970): A petroarchaeological study of a deposit of Neolithic stone tools at Stara Breclav, Czechoslovakia. - Proc. Prehist. Soc. 36: 233-240.
- STORDEUR, D. (Org.) (1987): La main et l'outil. Manches et emmanchements préhistoriques. - Travaux de La Maison de L'Orient 15.
- TESSERAUX, M. (1981): Die Sammlung des Instituts für Ur- und Frühgesch. der Univ. Heidelberg. Bd. 1. Die Felsgesteingeräte.
- TOUSSAINT, M. und TOUSSAINT, G. (1982): Petrographie et paléogéographie des herminettes omaliennes de Hesbaye. - Les Chercheurs De La Wallonie 25: 503-570.
- TOWNSEND, W.H. (1969): Stone and steel use in a New Guinea society. - Ethnology 8: 199-205.
- TROELS-SMITH, J. (1937): Beile aus dem Mesolithikum Dänemarks. Ein Einteilungsversuch. - Acta Arch. 8: 278-295.
- VAN DER WAALS, J. (1964): Prehistoric disc wheels in the Netherlands.
- VENCL, S. (1960): Kamenné nástroje prvých zemědělců ve střední Evropě - Les instruments lithiques des premiers agriculteurs en Europe Centrale. - Sbornik Praha 14: 1-91.
- VENCL, S. (1962): Hromadny nález kamenných nástrojů z Jerich, okres Jicin. (Dtsche. Zus. Fassg. Massenfund von Steinwerkzeugen aus Jerice, Bezirk Jicin). - Arch. Rozhledy 14: 453-458.
- VENCL, S. (1975): Die Hortfunde neolithischen geschliffenen Steingeräts aus Böhmen. - Památky Arch. 6: 12-73.
- VOGEL, Ch. (1973): Ein Steingeräteverwahrfund von Sundhausen, Kr. Gotha. - Ausgrabungen und Funde 18: 228-230.
- WEINER, J. (1982): Utilisation et fabrication des herminettes rubanées. - Notae Praehistoricae 2: 149-156.
- WEINER, J. (1986): Beile und Dechsel aus der Jungsteinzeit. Originalgetreue Nachbildungen steinzeitlicher Gerätschaften (I). - Das Rheinische Landesmuseum Bonn 3-4/86: 38-42.
- WEINER, J. (1987): Techniken und Methoden der intentionellen Herstellung von Steingeräten. - M.M. Rindt (Hg.): Feuerstein. Rohstoff der Steinzeit - Bergbau und Bearbeitungstechnik.
- WEST STOW ENVIRONMENTAL ARCHAEOLOGICAL GROUP (1974): Experiment and the Anglo-Saxon environment. - Rowley, T. (Hg.): Anglo-Saxon Settlement and Landscape. BAR 6: 78-86.
- WETZEL, O. (1966): Dechselfschäftung von Grieben, Kr. Tangermünde. - Ausgr. u. Funde 11: 7-9.
- WINIGER, J. (1981a): Feldmeilen Vorderfeld. Der Übergang von der Pfyner zur Horgener Kultur. Veröff. Schweiz. Ges. Ur- und Frühgesch. Antiqua 8.
- WINIGER, J. (1981 b): Ein Beitrag zur Geschichte des Beils. - Helvetia Arch. 12: 161-188.
- ZOTZ, L. (1939/40): Die Urform der jungsteinzeitlichen Rodehacke. - Sudeta N.F. 1: 13-15.
- ZOTZ, L. (1940): Bandkeramische Pflugscharen aus Stein? - Altschlesische Blätter 15: 55-58.

Anschrift des Verfassers:

Jürgen Weiner  
Rheinisches Amt  
für Bodendenkmalpflege -  
Außenstelle Zülpich  
Colmantstr. 14-16  
D-5300 Bonn

## Das Arbeiten mit neolithischen Felsgesteinbeilen

Michael Meier

Herstellung und Einsatzweise neolithischer Feuersteinbeile sind in Europa relativ gut erforscht. Experimente mit Holzbearbeitungsgeräten aus Felsgestein wurden dagegen eher stiefmütterlich behandelt. Die Gründe hierfür lassen sich vor allem in den Schwierigkeiten bei der Beschaffung geeigneten Gesteins vermuten. Weitere Probleme tauchen bei der Rekonstruktion der Schäftungen auf. Steinartefakte sind im Boden zumeist unversehrt geblieben. Schäftungen aus Holz sind jedoch nur in den wenigsten Fällen erhalten. Die vorhandenen Schäfte oder Bruchstücke stammen aus dem jüngeren und mittleren Neolithikum. Aus diesem Grund kann z.B. für die gesamte bandkeramische Kultur und ihre verschiedenen Beiltypen nur mit ungesicherten Rekonstruktionen gearbeitet werden. Die theoretischen Überlegungen der Wissenschaftler bieten z.B. für den „flachen Schuhleistenkeil“ die Deutung als Beil, Dechsel, Feldhacke, Hobel, Stechbeitel und Waffe. Theoretische Überlegungen und handwerkliche Praxis sollen die wahrscheinlichste Möglichkeit herausfinden. Völkerkundliche Parallelen beweisen dabei, daß bestimmte Geräte auch universell eingesetzt wurden (Abb. 1).

Aus einer Serie von fünfzehn Arbeitsversuchen mit sechs Beil- und Axtklingen sollen zwei grundsätzlich verschiedene Werkzeuge vergleichend vorgestellt werden. Es handelt sich um ein großes Felsrechteckbeil sowie eine Axt der Rössener Kultur. Das große Felsrechteckbeil (Abb. 2) ist neu aus Basaltgestein gearbeitet (Abb. 2). Als Schaft wurde in Ermangelung von Eschenholz Ulmenholz verwendet. Es ist elastisch,

etwas leichter als das der Esche und zäh. Die Krümmung ergibt sich, weil der Schaft aus dem äußeren Holz des Stammes, oberhalb des Wurzelansatzes, gefertigt wurde. Das Schaftloch ist so gearbeitet, daß die Keilwirkung des Steines nur in Längsrichtung zum Faserverlauf des Holzes auf das Hirnholz wirken kann.

Die Länge des Holzschafte beträgt 87 cm, der Schaftquerschnitt am Griff 4,3 cm x 3,1 cm, der Schaftquerschnitt im Bereich des Schäftungsloches 7,1 cm x 7,3 cm, das Gewicht beläuft sich auf 836 Gramm.

Die Länge der Beilklinge beträgt 18,9 cm, die Breite der Schneide 5,1 cm, der Querschnitt am Beginn des Schneidenansatzes 3,8 cm x 5,4 cm, der Querschnitt 3,5 cm vor dem Nacken (hier beginnt eine Beschädigung durch das Zuschlagen des Rohlings) beträgt 2,6 cm x 3,9 cm. Das Gewicht des Beiles be-

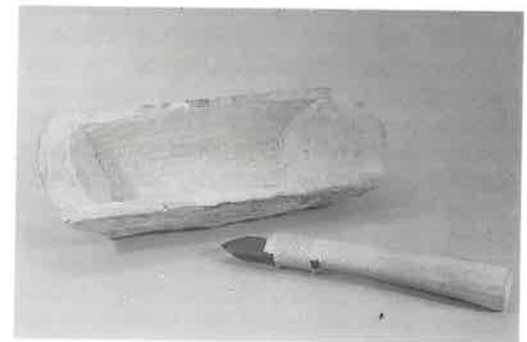


Abb. 1: Diese Buchenholzrolle ist mit einem Stechbeitel geschäfteten mittelhohen Schuhleistenkeil ausgearbeitet worden.

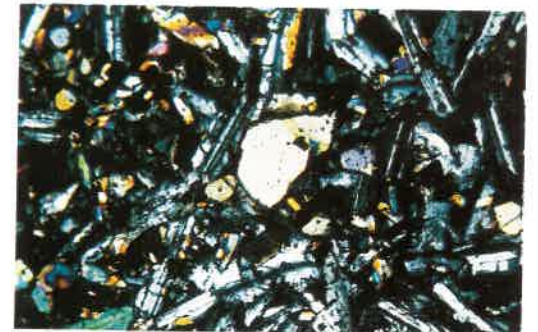


Abb. 3: Dünnschliffaufnahme des im Experiment verwendeten Olivinbasaltbeiles.

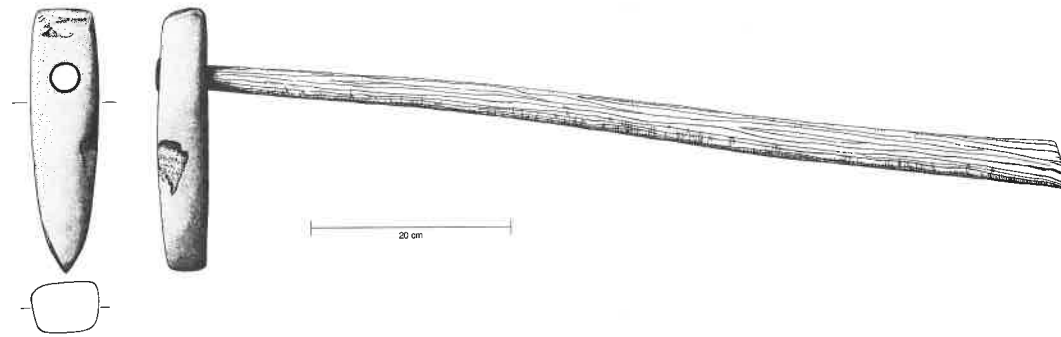


Abb. 2: Konstruktionszeichnung des Basaltbeiles mit einem Schaft aus Ulmenholz.

läuft sich auf 676 Gramm, das Gesamtgewicht mit Schaft 1512 Gramm. Der Schneidewinkel mißt an der vordersten Stelle 73°, im Mittelpunkt der Schneide 43°. Der Schneidenradius wurde mit ca. 3,5 cm bemessen. Die Gesteinsart des Beiles wurde mit Hilfe von Frau Dr. C. Bläuer per Dünnschliffuntersuchung bestimmt. Diese Untersuchung ergab, daß es sich bei dem verwendeten Gestein um einen Olivinbasalt handelt (Abb. 3). Die Axt der Rössener Kultur, ein hoher durchlochter Schuhleistenkeil (Abb. 4), ist ein fundortloses Original, welches von Herrn Steinmetz aus dem Braunschweigischen Landesmuseum in Wolfenbüttel zur Verfügung gestellt wurde. Auf dieses Original wurde zurückgegriffen, weil Felssteingeräte im Frühneolithikum im Braunschweiger Raum zu ca. 90% aus Aktinolith (Hornblendschiefer) gearbeitet sind (SCHWARZ-MACKENSEN 1983, SCHNEIDER 1986), für den z. Zt. keine Lagerstätten zugänglich sind. Für die Schäftung der Axt wurden drei verschiedene Holzstiele angefertigt und bei Arbeitsversuchen eingesetzt. Für den ersten Schaft aus Haselholz gibt es einen archäologischen Beleg aus einer Grabung am Dümmer (DEICHMÜLLER 1965). Von den beiden anderen aus Salweidenholz eignet sich der zuletzt benutzte am besten und soll hier vorgestellt werden (Abb. 4). Die nachgebauten Schäfte wurden aus Rundholz gefertigt, wobei die dünne Seite

des Astes in das Schaftloch eingepaßt wurde und das dicke Ende zum Greifen diente. Zur Sicherung der Beile an den Schäften dienten mehrere kleine Keile. Bei Weidenholz erwies sich diese Methode als unpraktisch, da es an den Keilen stark zusammengedrückt wurde. Dadurch zog sich das Schaftholz beim Arbeiten mehrmals in das Steinbeil hinein, und der Sitz der Klinge mußte korrigiert werden. Die Länge des Holzschafte beträgt 91 cm, der Schaftquerschnitt am Griff 4 cm x 2,9 cm, am Schäftungsloch 2,5 cm. Das Gewicht beläuft sich auf 391 Gramm. Die Beilklinge ist 26,1 cm lang und ihre Schneide 3,6 cm breit. Die größte Breite (im Bereich des Schaftloches) beläuft sich auf 6,72 cm, die Dicke im Schaftlochbereich auf 4,6 cm. Das Schaftloch hat an der Unterseite einen Durchmesser von 2,5 cm, an der Oberseite einen Durchmesser von 2,9 cm. Das Beil wiegt 1686 Gramm und erreicht mit dem Schaft ein Gesamtgewicht von 2077 Gramm. Der Schneidewinkel an der vordersten Stelle beträgt 78°, im Mittelpunkt der Schneide 60°. Der Schneidenradius hat Ausmaße von ca. 4 cm (Abb. 4).

Ein Blick in die Forschungsgeschichte zeigt, in welche Richtung frühere Überlegungen zur Verwendung der Steingeräte führten: P. Quente stellte in einer Publikation 1914 einen ersten Versuch vor. Er zog damals einen geschäfteten Plättbolzen als Pflug durch das Erdreich. Diese Theorie, die Felssteingeräte

des älteren Neolithikums als Pflüge und Feldhacken anzusprechen, blieb die kommenden Jahrzehnte bestehen. Andere Wissenschaftler diskutierten auch die Verwendung als Hacke, Meißel, Setzkeil und andere Holzbearbeitungsgeräte.

Die „Pflugtheorie“ wurde 1956 mit einem praktischen Versuch von B. Brentjes untermauert. Er konstruierte einen Pflug, dem ein steinerner Schuhleistenkeil eingesetzt wurde. Ein Ziegenbock mußte den Pflug durch einen Acker ziehen, welcher zuvor mit einer Bodenhacke gelockert worden war.

Ein Pflugversuch wurde schließlich 1961 von E. Hennig mit dem Ziel, die Theorie zur Feldbearbeitung zu widerlegen, durchgeführt. E. Hennig konstruierte einen Pflug, dem ein hoher durchlochter Schuhleistenkeil als Schar eingesetzt wurde. Ein Ochse zog den Pflug 3,5 bis 4 Stunden bei mäßiger Bodenfeuchtigkeit durch den Löß-Lehm-Boden. Schneide und seitliche Kanten des Steingerätes waren nach dem Versuch vollkommen stumpf geworden. Zudem zeigte das Gerät starken Abschleiß und Veränderungen in der Form.

In der Folgezeit häuften sich theoretische Überlegungen, wobei diese kaum noch praktisch umgesetzt wurden. Lediglich aus der Tschechoslowakei wurde mir eine größere Versuchsserie bekannt, wo u.a. mit vier Äxten hundert Bäume mit einem durchschnittlichen Querschnitt von 14 cm gefällt wurden (STELCL u. MALINA 1970).

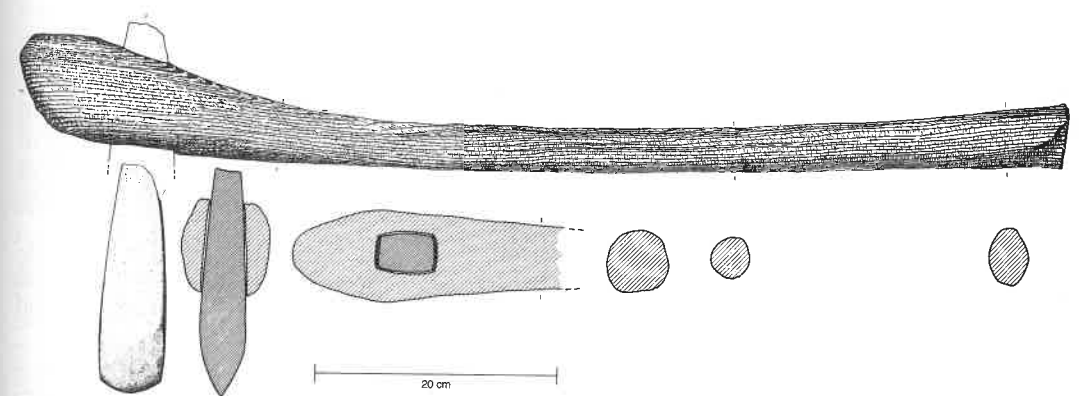


Abb. 4: Konstruktionszeichnung des hohen durchlochten Schuhleistenkeiles.

#### Praktische Versuche

Mit der Axt und dem Beil wurden insgesamt acht Versuche durchgeführt. Vier sollen vorgestellt werden:

Zum einen handelt es sich um zwei Fällversuche an gleichaltrigen und -dicken Kiefern, zum anderen um zwei Arbeitsversuche an einem liegenden Buchenstamm.

Während die Kiefern in frischem Saft standen, war der Buchenstamm acht Monate zuvor im Winter gefällt worden.

1. Fällen einer Kiefer mit dem Felsrechteckbeil

Datum: 12. August 1988

Witterung: sehr warm und sonnig

Beginn: 14.39 Uhr

Pause: 14.44 Uhr Die Klinge ist aus dem Schaft gesprungen

Weiter: 14.46 Uhr

Pause: 14.52 Uhr Die Klinge ist aus dem Schaft gesprungen

Weiter: 14.54 Uhr

Pause: 15.01 Uhr

Weiter: 15.03 Uhr Die Baumkrone beginnt zu zittern

Ende: 15.09 Uhr Baum fällt

Benötigte Arbeitszeit: ohne Pausen 24 min, mit Pausen 30 min

Treffsicherheit: nicht immer zufriedenstellend  
Der Stammdurchmesser betrug 25 cm x 27 cm.



5

Abb. 5: Arbeiten mit dem Felsrechteckbeil.

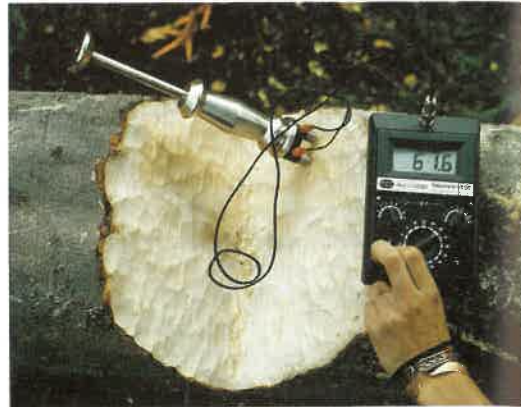
Abb. 6: Mit dem Rechteckbeil wurde ein V-förmiger Einschnitt in den Rotbuchenstamm geschlagen. Anschließend konnte die Holzfeuchtigkeit gemessen werden.

Abb. 7: Arbeiten mit dem hohen durchlochten Schuhleistenkeil.

Im Baum war in ca. 6,5 m Höhe ein Seil angebracht, das an einem anderen Baum festgebunden war, um die Fallrichtung zu kontrollieren.

2. Fällen einer Kiefer mit dem hohen durchlochten Schuhleistenkeil; verwendeter Schaft aus Haselholz

Datum: 4. September 1989  
 Witterung: trocken und angenehm  
 Beginn: 15.55 Uhr  
 Pause: 16.10 Uhr  
 Weiter: 16.11 Uhr  
 Ende: 16.16 Uhr Baum fällt  
 Benötigte Arbeitszeit: ohne Pause 20 min, mit Pause 21 min



6



7

Treffsicherheit: mittelmäßig  
 Der ovale Stammdurchmesser betrug 29 cm x 24,5 cm.  
 Beim ersten Schlag verdrehte sich der Stein leicht, woraufhin die Keile erneut befestigt wurden. Danach zog sich der Schaft noch etwa einen Zentimeter in den Axtkörper hinein.  
 Durch größere Treffsicherheit und eine bessere Gestaltung des Schaftes mußte sich die Arbeitszeit um mindestens 25% verkürzen lassen.

3. Mit dem Felsrechteckbeil sollte eine V-förmige Vertiefung bis zur Stammitte in einen Rotbuchenstamm eingeschlagen werden.

Datum: 26. September 1989  
 Witterung: kühl  
 Holzfeuchtigkeit: 59,0% - 61,1% (Abb. 6)  
 Beginn: 14.55 Uhr  
 Pause: 15.18 Uhr Fotodokumentation  
 Weiter: 15.30 Uhr  
 Pause: 15.45 Uhr Fotodokumentation  
 Weiter: 15.30 Uhr  
 Pause: 16.00 Uhr Fotodokumentation  
 Weiter: 16.15 Uhr  
 Pause: 16.19 Uhr  
 Fotodokumentation,  
 Fotoserie:  
 Bewegungsablauf  
 Weiter: 16.35 Uhr  
 Ende: 16.49 Uhr  
 Benötigte Arbeitszeit: ohne Dokumentationspausen 66 min  
 Stammdurchmesser in der V-förmigen Vertiefung: 34 cm  
 Schnitttiefe: 16 cm  
 Schnittbreite: 27 cm  
 Das Beil lag gut in der Hand. Aber während der ersten 23 Minuten sprang die Klinge viermal aus dem Schaft. Die Treffsicherheit war zufriedenstellend, was sicher auch am langsamen konzentrierten Arbeiten lag.

4. Mit dem hohen durchlochten Schuhleistenkeil sollte eine V-förmige Vertiefung bis zur Stammitte in o.g. Rotbuchenstamm geschlagen werden.

Datum: 15. Oktober 1989  
 Witterung: kühl und nieselig  
 Holzfeuchtigkeit: 59,0% - 61,1%  
 Beginn: 13.12 Uhr  
 Pause: 13.26 Uhr  
 Weiter: 13.38 Uhr  
 Pause: 13.49 Uhr Fotodokumentation  
 Weiter: 14.02 Uhr Fotoserie  
 Bewegungsablauf  
 Pause: 14.17 Uhr (Mittagspause)  
 Weiter: 14.58 Uhr  
 Pause: 15.04 Uhr Fotodokumentation  
 Weiter: 15.06 Uhr  
 Ende: 13.21 Uhr Fotodokumentation  
 Benötigte Arbeitszeit: ohne Dokumentationspausen etc. 61 min  
 Stammdurchmesser in der V-förmigen Vertiefung: 32,5 cm  
 Schnitttiefe: 20 cm  
 Schnittbreite: 30 cm

Das Arbeiten mit dieser Axt geschah ebenfalls ohne Anstrengung. Die Treffsicherheit war nur halb so gut wie bei dem Felsrechteckbeil; dies liegt an der ungünstigen Gewichtsverteilung der Axt. Unbefriedigend ist der Sitz des Schaftes. Er mußte mehrmals korrigiert werden, weil sich die Keile nicht mit in das Schaftloch zogen.

#### Auswertung

An beiden Werkzeugen sind bisher keine Gebrauchsspuren zu erkennen. Lediglich in der Spitze des Schneidenschliffes sind bei dem Basaltbeil einige wenige Fehlstellen ausgebrochener Minerale sichtbar. Die gleichen Fehlstellen entstehen jedoch auch beim Anschleifen von Basaltsteinen, z.B. auf einer sandsteinernen Schleifplatte. Sichere Gebrauchsspuren an den Werkzeugen sind anhaftende Holzpartikel. Doch sie lassen sich archäologisch kaum nachweisen, da organische Stoffe bei Bodenablagerungen abgebaut werden.

Die Schnittfähigkeit ist bei beiden Steinwerkzeugen gleich gut und bei ein und derselben Holzart optisch nur durch die Abmessungen der Schnittspur zu unterscheiden. Unterschiede in der Schnittfähigkeit sind dagegen bei verschiedenen Holzarten zu beobachten. Während die Werkzeuge im relativ festen und feinsporigen Buchenholz sehr gut schneiden, birgt das Bearbeiten von weichem Kiefernholz größere Probleme. Die Schnittauberkeit bei den Felsgesteinbeilen nimmt also mit der Härte des Holzes zu.

Beide Steinwerkzeuge liegen gut in der Hand, so daß die Schaftformen durchaus als ausgereift gelten können. Die Versuche zeigen, daß sich Weidenholz im Gegensatz zu Haselholz nicht als Axtstiel eignet. Als Beilschaft kommt neben Eschenholz auch das verwendete Ulmenholz in Frage. Schwierigkeiten gab es bei beiden Geräten mit dem festen Sitz der Steinwerkzeuge (s.o.). Deshalb müssen beide Schäftungen noch verbessert werden.

Das Felsrechteckbeil kann wie jede Stahlaxt geführt werden (Abb. 5); dies ist bei dem hohen durchlochten Schuhleistenkeil nicht möglich, da das Schaftloch hoch am Nacken

sitzt und der Stein relativ schwer ist (Abb. 7). Folglich leidet die Treffsicherheit. Bei langsamem Hochheben des Steines und einer nicht zu großen Beschleunigung arbeitet die Axt durch ihr hohes Beilgewicht wie von selbst. Wird ein Baum gefällt, dann ist diese Arbeitstechnik nicht anwendbar, die Axt muß wegen der ungünstigeren Gewichtsverlagerung kräftiger festgehalten werden als das Rechteckbeil.

Ein Zeitvergleich zwischen Beil und Axt ist interessant, da besonders der Verwendungszweck des hohen durchlochenden Schuhleistenkeiles untersucht werden soll.

Unter gleichen Voraussetzungen lag die reine Arbeitszeit bei dem Felsrechteckbeil bei 24 Minuten, bei dem hohen durchlochenden Schuhleistenkeil bei 20 Minuten. Das ist ein Hinweis dafür, daß die Axt das günstigere Gerät ist.

Diese Vermutung sollte sich bei den Arbeitsversuchen an dem ovalen Buchenstamm mit 32,5 cm x 34 cm noch verstärken. Die beiden V-förmigen Einschnitte im Stamm sind unterschiedlich groß und daher nicht ohne weiteres vergleichbar. Um die Arbeitsleistung zu verdeutlichen, wird die Leistung für beide Versuche in den ausgearbeiteten Hohlräumen in Kubikzentimeter angegeben. Dadurch ergibt sich für das Rechteckbeil eine Arbeitsleistung von 6350 ccm sowie für die Axt von 7625 ccm. Im Vergleich der reinen Arbeitszeiten von 66 Minuten (Axt) und 61 Minuten (Beil) wird deutlich, daß hier die Axt trotz ihres ungünstigeren Schneidewinkels um ca. 30% schneller gearbeitet hat.

Vereinzelte Meinungen, die Schuhleistenkeile seien als Arbeitsaxt unbrauchbar, können mit diesen Versuchen zurückgewiesen werden.

Ich möchte an dieser Stelle Herrn Can Tegge (Hannover) für seine umfangreiche Film- und Fotodokumentation sowie dem wissenschaftlichen Leiter des Archäologischen Freilichtmuseums in Oerlinghausen, Frank Andraschko, für die Möglichkeit der Teilnahme an den „Experimentellen Tagen“ danken.<sup>1</sup>

1) Text von der Redaktion gekürzt.

#### Literatur:

- BRENTJES, B. (1956): Der Schuleistenkeil - Pflugschar oder Holzbearbeitungsgerät? - Germania 34.
- BUTTLER, W. (1938): Der donauländische und der westliche Kulturkreis der jüngeren Steinzeit.
- DEICHMÜLLER, J. (1965): Die neolithische Moorsiedlung Hüde 1 am Dümmer, Kreis Grafschaft Diepholz. Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen 2.
- GÖTZE, A. (1926): Ebert, Reallexikon Bd.5, s.v. „Hacke“.
- GÖTZE, A. (1927/28): Ebert, Reallexikon Bd.10, s.v. „Pflug“.
- HENNIG, E. (1961): Untersuchungen über den Verwendungszweck urgeschichtlicher Schuhleistenkeile: Alt-Thüringen Bd.5.
- HÖLTKER, G. (1947): Steinerne Ackerbaugeräte, ein Problem der Vor- und Frühgeschichte in völkerkundlicher Beleuchtung. - Internationales Archiv für Ethnographie XLV.
- SCHWARZ-MACKENSEN, G. u. SCHNEIDER, W. (1983): Wo liegen die Hauptliefergebiete für das Rohmaterial donauländischer Steinbeile und Äxte in Mitteleuropa? - Archäologisches Korrespondenzblatt 13.
- SCHWARZ-MACKENSEN, G. u. SCHNEIDER, W. (1986): Petrographie und Herkunft des Rohmaterials neolithischer Steinbeile und -äxte im nördlichen Harzvorland. Archäologisches Korrespondenzblatt 16.
- MEIER, M. (o.J.): Die Herstellung einer Buchenholzmolle mit bandkeramischen Felssteingeräten (in Vorbereitung für: Ex Archaeo 2, Mitteilungen aus dem Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen).
- QUENTE, P. (1914): Steinzeitliche Ackerbaugeräte aus der Ostprignitz, Erdhacken und Pflüge und ihre Schäftungsmöglichkeit.
- STELCL, J. u. MALINA, J. (1970): Anwendung der Petrographie in der Archäologie.
- ZOTZ, L. (1939/40): Die Urform der jungsteinzeitlichen Rodehacke. - Sudeta, Beiträge zur Vor- und Frühgeschichte.
- ZOTZ, L. (1939/40): Bandkeramische Pflugscharen aus Stein? - Altschlesische Blätter 14/15.

#### Anschrift des Verfassers:

Michael Meier  
Niedersächsisches Landesverwaltungsamt  
- Institut für Denkmalpflege -  
Scharnhorststr. 1  
D-3000 Hannover 1

## Die Herstellung von oberflächenretuschierten Dolchen und Pfeilspitzen

Harm Paulsen

Die prachtvollen Feuersteindolche des Spätneolithikums gehören zu den viel bewunderten Exponaten der Museen Nordeuropas. Ihre elegante Form und perfekte Oberflächenbehandlung läßt auf Handwerker schließen, die den Feuerstein bis an die Grenze seiner physikalischen Eigenschaften beherrschten. Diese Perfektion können wir auch bei anderen Geräteformen wie Sichel, Speer- und Pfeilspitzen beobachten. Sie stehen allerdings bereits unter dem Einfluß der Formen früher importierter Metallgeräte.

Eine ähnlich hohe Technik der Oberflächenbehandlung dünner, blattförmiger Spitzen finden wir bereits im Solutréen vor ca. 18000 Jahren. Erstaunlicherweise ging diese hochstehende Feuersteinbearbeitungstechnik danach zunächst wieder verloren.

Am Beispiel von Dolchen und Pfeilspitzen soll diese Technik rekonstruiert und nachvollzogen werden.

Rohmaterial ist der Feuerstein oder Flint, ein wasserhaltiger, amorpher Quarz (Si O<sub>2</sub>) der Härte 7<sup>1</sup> nach der Mohs'schen Härteskala. Feuerstein ist in alle Richtungen gleich gut spaltbar. Sein Bruch ist muschelrig.

In Norddeutschland stammt das Rohmaterial für Feuersteingeräte meist aus sekundärer Lagerstätte. Der große Feuersteinreichtum an den Ostseeküsten und teilweise auch an der Nordsee ist den Gletschern der letzten Eiszeiten zu verdanken. In Südschweden wurden große Kreidevorkommen von den Eismassen aufgearbeitet und die darin enthaltenen Flintknollen im Gletschereis nach Süden transportiert. Der hohe Anteil der Flintknollen ist besonders auffällig an den

Kliffabschnitten der Ostseeküste. Die Formen der Feuersteinknollen sind sehr variabel. Von kugeliger Gestalt über Platten bis zu skurrilen Formen sind alle Übergänge vorhanden. Meist sind die Knollen von einer rauen, kroidigen Kruste (Cortex) überzogen.

Höchst unterschiedlich ist der Feuerstein in seiner Verwendbarkeit als Rohstoff für Geräte und Waffen. Für die Produktion von dünnblättrigen Geräten eignet sich besonders der dunkle glasige Feuerstein. Dichte kalkreiche Flintsorten sind für diesen Zweck weniger geeignet. Im Idealfall ist der Flint homogen und ermöglicht ein optimales Ergebnis, wenn der Flinttechniker die Sprödigkeit des Materials nicht überfordert. Gelegentlich führen Fehler im Material zum Bruch des Halbfabrikats. Diese Fehler können Fossilien, Kalkeinschlüsse, kleine Kristalldrüsen oder versteckte Frostrisse sein.

#### Die Herstellung von Dolchen

Als Rohmaterial für die Dolchherstellung können sowohl flache Knollen als auch großflächige Abschlüge verwendet werden. Die grobe Zurichtung des Rohstückes zum Halbfabrikat wird mit einem Schlagstein in „harter Technik“ durchgeführt. Sie wird so genannt, weil mit einem Stein als Schlaggerät gearbeitet wird (Abb. 1). Auf diese Weise kann nur die grobe Bearbeitung des Rohstückes erfolgen. Sie erschöpft sich meist schon darin, die störende Cortex der Knolle zu entfernen. Die Abschlüge dieser einfachsten Form der Flintbearbeitung sind derb, relativ dick und weisen auf der Rückseite einen kräftigen Bulbus und ausgeprägte Schlagwellen auf. Der Schlag, der zum Abtrennen des Abschlages führte, hinterläßt einen ringförmigen Schlagpunkt auf der Basis des Abschlages.

Flache Dolchprofile können mit der harten Technik nicht hergestellt werden. Deshalb ist ein Wechsel zu einem weicherem Schlaggerät erforderlich. In diesem Fall bietet sich der schädelnahe Teil eines Hirschgeweihs an. Die Substanz des Hirschgeweihs in der Nähe der Geweihrose ist besonders kompakt und widerstandsfähig bei der Bearbeitung von Feuerstein (Abb. 2). Die Methode, Feuerstein mit Geweih oder anderen relativ weichen Materialien wie Holz zu bearbeiten, wird als „direkter weicher Schlag“ bezeichnet. Die mit



Abb. 1: Die Technik des harten Schlages.



Abb. 2: Technik des weichen direkten Schlages.



Abb. 3: Druckretusche an der Kante einer Pfeilspitze.

Hirschgeweih abgetrennten Abschlüge sind dünn und leicht gewölbt mit wenig ausgeprägtem Bulbus, die Schlagflächen sind klein.

Um eine Reduzierung der Dicke des Halbfabrikats herbeizuführen, sollten die Abschlagnegative über die Mitte des Werkstückes reichen. Bei der direkten weichen Schlagtechnik ist eine sorgfältige Vorbereitung der Planchenkanten erforderlich. Mit einem rauen Stein muß die zu bearbeitende Kante verrundet werden. Dadurch wird ein besserer Kontakt zwischen dem Schlägel und dem Werkstück erreicht. Das Unterbleiben dieses „Trimmvorganges“ führt schnell zu steckengebliebenen Abschlügen oder Treppenbrüchen, deren Beseitigung das gesamte Können des Flinthandwerkers in Anspruch nimmt. Meist gelingt es, diesen störenden Bereich mit einem Abschlag von der Gegenkante aus zu beseitigen. Die Kontaktfläche des Schlagwerkzeuges muß immer glatt und gewölbt sein, damit der Schlag punktförmig auf die Kante der Planke trifft. Auf diese Weise läßt sich die Dicke des Werkstückes auf weniger als 10 mm reduzieren.

Das Retuschenbild eines durch direkten weichen Schlag hergestellten Flintdolches ist breit gemuschelt (Abb. 4,6). Die noch zackigen Schneiden erfahren abschließend eine Versäuberung durch Druckretusche. Diese Form der Oberflächenbearbeitung wird mit einem Retuscheur aus Knochen oder Geweih erreicht, der in einen etwa armlangen Holzschafte eingesetzt ist. Eine feine Druckretusche läßt sich wegen der großen Empfindlichkeit des Flintdolches dort ansetzen, wo die Klinge wegen zu geringer Dicke einem direkten Schlag nicht mehr ausgesetzt werden darf. Eine äußerst sorgfältige Abrundung der Dolchkanten ist bei der flächendeckenden parallelen Druckretusche erforderlich (Abb. 4,1).

Bei hockender oder sitzender Haltung liegt das Werkstück in der ledergeschützten linken Hand auf dem rechten Oberschenkel. Der Schaft des Druckstabes läuft unter dem linken Arm hindurch und liegt mit der Spitze auf der Kante des Dolches. Die rechte Hand ergreift den Druckstab unmittelbar hinter der Spitze und drückt diesen kräftig nach unten (Abb. 4,2). Der abgedrückte Span läuft dann quer über die Fläche des Dolches zur Gegenkante hinüber. Dabei bricht der schmale

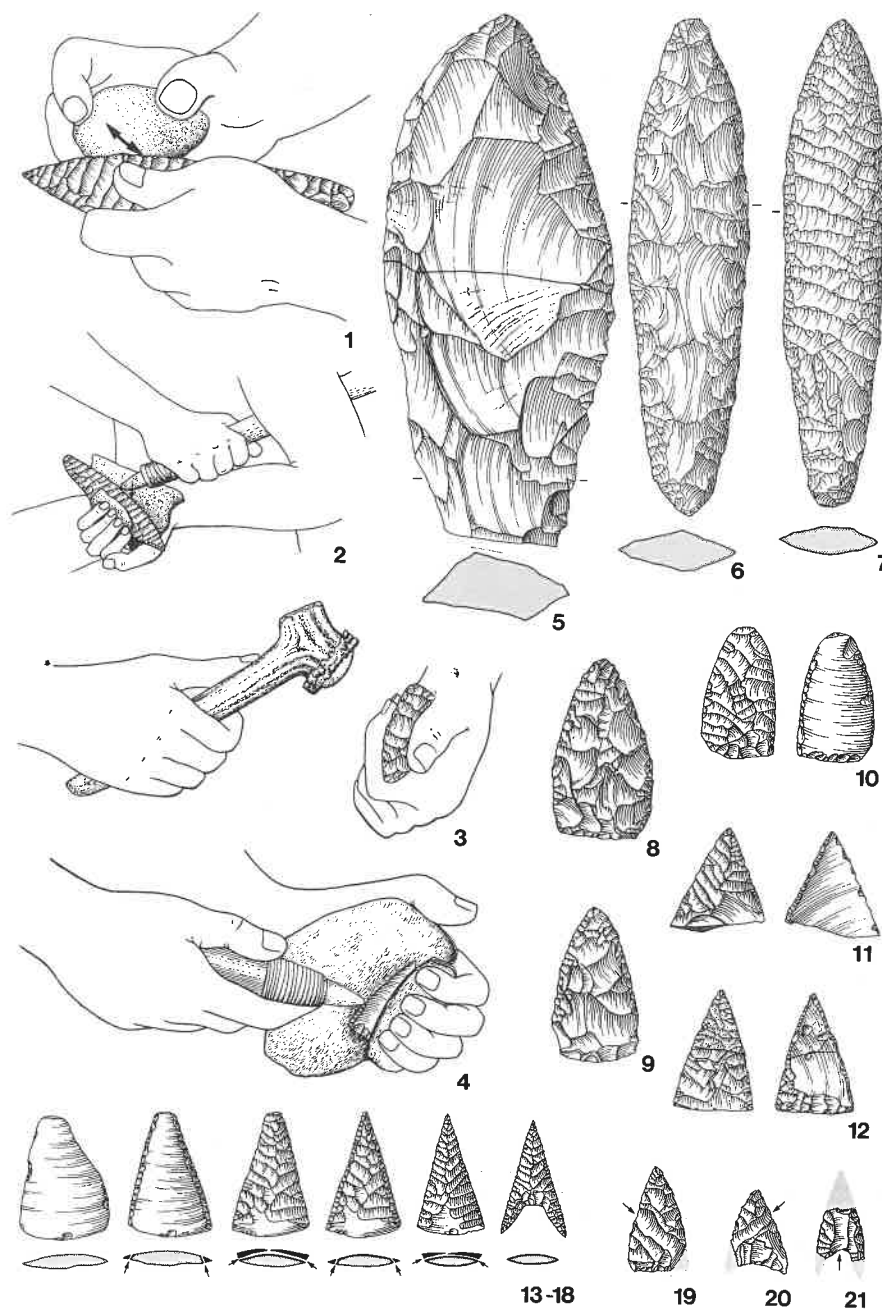


Abb. 4: Herstellung von Dolchen und Pfeilspitzen. 1 Trimmen; 2 Abdrücken; 3 weicher Schlag; 4 Druckretusche an einer Pfeilspitze; 5-7 Dolchplanke, glattretuschierter und parallelretuschierter Dolch aus Schleswig-Holstein; 8 Bunsöh, Kr. Dithmarschen; 9 Kreis Stormarn (ohne Fundort); 10 Halbfertigfabrikat aus Schlackendorf, Kr. Segeberg; 11,12 Halbfertigfabrikate von Pfeilspitzen

aus Quern-Neukirchen, Kr. Schleswig-Flensburg (nach Arnold 1981); 13-18 idealisierte Abfolge der Herstellung einer Pfeilspitze vom Rohabschlag bis zum Fertigprodukt; 19-21 bei der Herstellung beschädigte Stücke, die nicht fertig geworden und unbrauchbar sind: 19,20 Trittau, Kr. Stormarn; 21 Sylt (ohne Fundort).

Span häufig in zahlreiche Stücke. Unmittelbar daneben muß die nächste Retusche ansetzen, so daß sich die schmalen Negative überlappen. (Abb. 4,7). Flächen, die mit flächendeckender Druckretusche überdeckt werden sollen, dürfen keine Fehler wie kleine Treppenbrüche aufweisen. An Originaldolchen läßt sich beobachten, daß derartige Mängel vorher glattgeschliffen wurden. Die Herstellung eines Dolches von 15-20 cm Länge nimmt ungefähr 1-1½ Std. in Anspruch. Durch Überarbeitung mit flächendeckender Druckretusche verlängert sich dieser Arbeitsprozeß auf 2½-3 Std.

#### Die Herstellung von Pfeilspitzen

Als Rohmaterial für die Pfeilspitzenproduktion dienen flache Klingen oder flache dünne Abschläge, die bei der Bearbeitung größerer Feuersteingeräte gehäuft anfallen. Als Arbeitsgeräte genügen einige kurze Knochenretuscheure verschiedener Stärke, ein langgeschäfteter Knochenretuscheur und ein kleiner Geweihschlägel. Bei dünnen Abschlägen von etwa dreieckigem Umriß kann unverzüglich mit dem Retuschieren durch Druck begonnen werden. Dickere Abschläge sind verwendbar, wenn vorher eine Reduzierung der Stärke auf ca. 5-6 mm mittels direkter weicher Schlagtechnik erfolgte (Abb. 4,3.8.9). Dabei wird darauf geachtet, daß schon der Rohling die dreieckige Grundform erhält.

Beim Retuschieren von Pfeilspitzen (Abb. 3 u. 4,4) ist eine Kantenbehandlung durch Ver rundung nicht zwingend erforderlich. Jedemfalls lassen sich solche Spuren an Halbfabrikaten nicht beobachten. Um der Spitze des Druckstabes einen festen Halt zu verschaffen, läßt sich häufig eine umlaufende steile Retusche beobachten, die als vorbereitende Maßnahme mit dem Trimmen an Dolchplan ken zu vergleichen ist. Das wird besonders deutlich bei einigen Stücken von Quern-Neukirchen (Abb. 4,11.12), Kreis Schleswig-Flensburg.

Der Flinthandwerker hockt etwa in gleicher Haltung am Boden wie bei der Bearbeitung von Feuersteindolchen. Dazu muß erwähnt werden, daß diese Haltung von mir bevorzugt wird und nicht mit der wirklich praktizierten identisch sein muß. Diese Körperstellung

beim Retuschieren findet ethnologische Parallelen (KROEBER 1961). Die linke Hand mit dem Werkstück lehnt sich gegen das linke Knie, kann aber auch freigehalten werden, weil hier nicht so großer Druck des Retuschiergerätes auf die Hand wirkt wie beim parallelen Retuschieren großflächiger Dolche. Der armlange Druckstab mit eingesetzter, stumpfkönischer Knochen- oder Geweihs spitze wird von der Rechten gegen die Kante des Pfeilspitzenrohlings gesetzt, und feine Schüppchen werden abgedrückt. Dabei befindet sich das andere Ende des Druckstabes wegen besserer Führung eingeklemmt unter dem rechten Arm. Der Idealfall der Reihenfolge beim Retuschieren ist auf Abb. 4,13-18 dargestellt. Bei zu starkem Druck kann der Rohling brechen, oder der Span läuft bis zur Gegenkante, was ebenfalls zur Beschädigung oder Zerstörung des Halbfabrikates führen kann (Abb. 4,19-21).

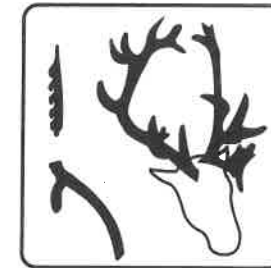
Für die Herstellung einer einfachen Spitze mit hohler Basis braucht der Verfasser etwa 15-20 Min. Bei besonders großen Spitzen mit paralleler Flächenretusche und schmalen, tiefen, langen Einbuchtungen an der Basis sind etwa 30 Min. erforderlich.

Die Frage, ob Pfeilspitzen von spezialisierten Handwerkern oder von den Verbrauchern selbst angefertigt wurden, kann mit Ja und Nein beantwortet werden. Neben Prachtexemplaren mit parallelen Retuschen und fein gezähnten Kanten finden sich solche, die aus einem grob kantenretuschierten Abschlag bestehen. In ihrer Wirkung sind beide Qualitäten allerdings völlig gleich. Noch bis weit in die Bronzezeit hinein bewehrten oberflächenretuschierte Pfeilspitzen die Pfeile der Jäger und Krieger. Sie waren die letzten Waffen, die dem faszinierenden Feuerstein die Treue hielten.

1) Die Mohs'sche Härteskala unterscheidet in 10 Härtegrade: 1 = Talk, 2 = Gips, 3 = Kalkspat, 4 = Flußspat, 5 = Apatit, 6 = Feldspat, 7 = Quarz, 8 = Topas, 9 = Korund, 10 = Diamant.

Anschrift des Verfassers:

Harm Paulsen  
Altfeld 23  
D-2380 Schleswig



### Waffen erfinderischer Jäger

## Die Nachbildung einer Jagdlanze der Neandertaler aus Lehringen, Ldkr. Verden

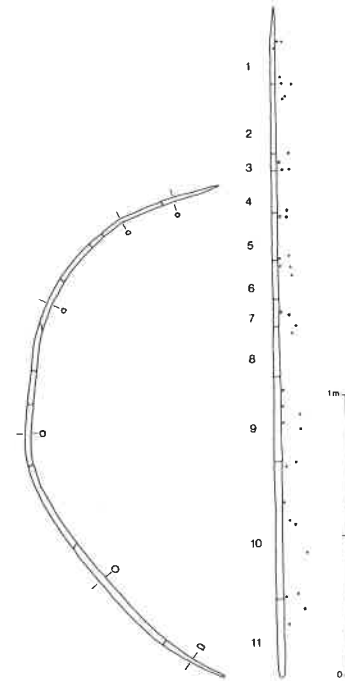
Stephan Veil

1948 wurde in einer Mergelgrube bei Verden an der Aller eine in 11 Teile zerbrochene Lanze aus Eibenholz entdeckt, die zwischen den Rippen eines Waldelefanten steckte. Mit den dabei liegenden Feuersteinabschlägen hatten die Jäger ihre Jagdbeute zerlegt. Diese Holzwanne ist die älteste vollständig erhaltene Lanze der Welt und dokumentiert eindrucksvoll die direkte Angriffsjagd des Neandertalers auf Dickhäuter der letzten Warmzeit vor 125 000 Jahren. Gleichzeitig ist sie ein einmaliges Zeugnis urgeschichtlicher Holzbearbeitungstechnik. Eine genaue Untersuchung der Bearbeitungsspuren an der Originallanze ließ vermuten, daß sie das Ergebnis verschiedener planvoller Arbeitsgänge gewesen war, bei denen Steinwerkzeuge benutzt wurden, und einen größeren Zeitaufwand erfordert haben dürfte. Abnutzungsspuren am Schaft wiesen ferner auf einen längeren Gebrauch als Lanze hin, und das rundgeschliffene spatelförmige Ende ist vielleicht zum Graben oder ähnlichem benutzt worden. Die Lanze war also kein Gelegenheitsinstrument, sondern ein planvoll hergestelltes Mehrzweckgerät. Sie ist - vielleicht unter der Last des daraufliegenden Elefanten oder durch das Werfen des Holzes - außerordentlich stark durchgebogen (Abb.1). Um diese Vermutungen zu überprüfen, wurden Versuche an zwei Eibenstämmchen ähnlicher Größe und Wuchsform durchgeführt und dabei originalgetreu nachgeschlagene Werkzeuge, nämlich Levalloisabschläge und ein Faustkeil verwendet, wie sie auf Lagerplätzen der Neandertaler gefunden worden sind. Auch die Originalwerkzeuge sind, wie

mikroskopische Untersuchungen gezeigt haben, zur Bearbeitung von Holz benutzt worden.

### Das Fällen

Angesichts der enormen Biegsamkeit von Eibenholz ist es unwahrscheinlich, daß die Jäger die Lanze aus einem natürlich abgebrochenen Stämmchen hergestellt haben. Außerdem sind sicherlich mehrere Waffen dieser Art in der Gruppe in Gebrauch gewesen. Daher kann vorausgesetzt werden, daß Techniken zur Verfügung standen, um geeignete Eiben zu fällen. An der Originallanze selbst finden sich keine Hinweise auf die Art des Fällens. Nur das Negativ eines lang vom unteren Ende bis fast zur Schaftmitte heraufreichenden Spans könnte mit dem Fällen in Zusammenhang stehen. Im Versuch wurde



Die Lanze von Lehringen. Links die 11 zusammengesetzten Teilstücke, rechts die rekonstruierte Lanze mit Lage der abgearbeiteten Zweigansätze.



1



3

Abb. 2.1: Eibenbusch im Waldfriedhof, Celle  
Abb. 2.3: Abhacken der Äste mit einem Abschlag.



2



4

Abb. 2.2: Fällen einer Eibe mit Faustkeil durch Anbringen einer Kerbe (45 Minuten).  
Abb. 2.4: Schnitzen der Spitze mit einem Abschlag (10-15 Minuten).

aus einer buschartigen Gruppe von Eiben (*Taxus baccata fastigiata*) (Abb. 2.1.) ein Stämmchen ausgewählt, mit einem Faustkeil in 45 Minuten 29 mm tief eingekerbt (Abb. 2.2) und anschließend mit Gegendruck so „abgerissen“, daß sich ein ähnlicher Span wie an der Originallanze löste.

### Die Entfernung der Äste

Eibenstämmchen haben zahlreiche kranzartig angeordnete Äste und Zweige. Bei der Originallanze mußten insgesamt 39 Äste und

Zweige entfernt werden. Beim Versuch wurden zwei verschiedene Techniken ausprobiert. Einmal wurden die Astansätze mit meserartigen Abschlägen abgeschnitten (Abb. 2.3), was bei insgesamt 54 Ästen der Versuchslanze 244 Minuten dauerte. Etwas effektiver war der Einsatz eines Faustkeils, mit dessen Hilfe auch bis 2 cm dicke Äste schnell durchtrennt werden konnten. Für 63 Äste wurden 53 Minuten benötigt. Die Astansatzstellen lassen sich nach einer 175 Minuten dauernden Überarbeitung mit Abschlägen nicht mehr von jenen der Originallanze unterscheiden.



## Die Entrindung

Die frische Rinde der Versuchseibe ließ sich in 20-40 Minuten mit Abschlügen mit spitzwinkliger Schneide einfach in Wuchsrichtung abschälen, ohne die Holzoberfläche zu verletzen.

## Die Zurichtung der Spitze

Mit scharfen spitzwinkligen Abschlagschneiden konnte das obere Ende der Versuchslanze in nur 10-15 Minuten in der Form geschnitten werden, wie sie die Originallanze zeigt (Abb. 2.4). Die eigentliche Spitze liegt etwas seitlich vom Markkanal, wohl um sie nicht zu schwächen.

Eine an der Originalspitze sichtbare Dunkel-färbung wurde früher mit Feuereinwirkung erklärt, wodurch die Spitze „gehärtet“ werden sollte. Zwei Gründe könnten beim Ankohlen eine Rolle gespielt haben. Zum einen wird Holz durch starke Austrocknung tatsächlich wesentlich härter. Zum anderen kann man das Ende eines Holzes rund brennen und so zusätzlich zum Härtungseffekt auch noch etwas Zeit bei der Zurichtung sparen. Allerdings läßt sich nach einer solchen Behandlung das sehr hart gewordene Holz nicht mehr recht schnitzen, sondern nur noch schaben oder schleifen, und dabei entstehen andere Arbeitsspuren als jene langen Schnitzfacetten an der Originalspitze. Vielleicht hat also die Dunkelfärbung der Spitze andere Ursachen.

Bei einer abschließenden Überarbeitung der gesamten Holzoberfläche in 15 Minuten wurden alle noch vorstehenden Splitter und Späne mit der stumpfwinkligen Kante eines Abschlages entfernt und die Spitze durch Abreiben mit einem Geröll geglättet.

## Die fertige Lanze

Zunächst trocknete die Lanze im Freien aus, ohne sich stärker zu verziehen. Dann wurde sie in geheizten Räumen mit sehr niedriger Luftfeuchtigkeit stehend aufbewahrt, wo sie sich nach kurzer Zeit stark durchbog. Die Durchbiegung bezogen auf die Gesamtlänge reichte jedoch mit 3% nicht an den Wert der

sehr stark durchgebogenen Originallanze heran (28%).

Aus den Experimenten geht hervor, daß die Lanze von Lehringen tatsächlich mit Steinwerkzeugen hergestellt werden kann, wie sie nachweislich in der Zeit der Neandertaler zur Verfügung standen und benutzt wurden. Alle an der Originallanze beobachtbaren Details der Bearbeitung lassen sich reproduzieren, und der Herstellungsablauf kann nach dem Grundsatz der Plausibilität rekonstruiert werden.

Die Nettobearbeitungszeit der Originallanzen könnte nach den Versuchen bei etwa 5,5 Stunden, wenn die Astansätze abgeschnitten werden, und bei etwa 4,5 Stunden gelegen haben, wenn die Astansätze zuvor abgehackt werden. Diese Arbeitszeiten mögen über den tatsächlichen liegen, da beim Neandertaler mit größerer Körperkraft und mehr Übung zu rechnen ist. Dennoch kann die Lanze als das Gerät mit der längsten Herstellungsdauer gelten, das aus der Zeit des Neandertalers und davor bekannt ist. Sie liegt je nach angewandter Technik um den Faktor 20 höher als die Arbeitsmittel aus Stein, die fast ausschließlich erhalten geblieben sind. Selbst ein relativ kompliziert herzustellendes Werkzeug wie ein Faustkeil braucht nicht länger als 15 Minuten.

Die an diesem einmaligen, nur dank günstiger Erhaltungsbedingungen zufällig uns überlieferten Holzgegenstand gewonnenen Erkenntnisse werfen ein Schlaglicht auf die Holzbearbeitungstechnik zur Zeit des Neandertalers.

## Literatur:

VEIL, St. (im Druck): Die Nachbildung der Lanze von Lehringen. Experimente zur Holzbearbeitung im Mittelpaläolithikum. - Die Kunde 42.

## Anschrift des Verfassers:

Dr. Stephan Veil  
Niedersächsisches Landesmuseum  
Hannover  
Am Maschpark 5  
D-3000 Hannover 1

## Jungpaläolithische Speerschleudern und Speere - ein Rekonstruktionsversuch

Ulrich Stodiek

### 1. Einleitung

In der zweiten Hälfte des Jungpaläolithikums, d.h. etwa zwischen 20000 und 10000 v. Chr., benutzten unsere als Jäger und Sammler lebenden Vorfahren bei der Jagd ein Gerät, das - nach allem, was wir heute wissen - als älteste komplexere Jagdwaffe der Menschheit zu betrachten ist: die Speerschleuder.

Mit ihr wird der Arm des Werfers quasi künstlich verlängert, dadurch vergrößert sich der Beschleunigungsweg, die Abwurfgeschwindigkeit des Speeres erhöht sich, und, daraus resultierend, ebenfalls seine Durchschlagskraft.

Die Speerschleuder wird dabei an dem hinteren Ende des Speeres eingehakt, die Hand des Wurfarms hält dann beide zusammen in paralleler Position (Abb. 3).

Der Bewegungsablauf des Speerschleuderwurfes entspricht prinzipiell dem des handgeworfenen Speeres (Abb. 1). Als einziger entscheidender Unterschied ist durch die Speerschleuder die Kontaktphase mit dem Speer verlängert, was zu den oben beschriebenen Verbesserungen führt.

Wie im einzelnen noch gezeigt werden soll, gibt es für das Jungpaläolithikum archäologisch bislang nur Hinweise auf eine zusammengesetzte Ausführung der Speerschleuder, von der immer nur der widerstandsfähigste Teil, das hintere Funktionsende aus Rengeweih, im Fundgut belegt ist.

Auch die zugehörigen Speere haben sich in keinem Fall vollständig erhalten, als einziger Beleg hierfür finden sich teilweise in großer

Anzahl ihre ebenfalls aus Rengeweih gefertigten Spitzen.

Um Aussagen über Funktion und Wirkungsweise dieses in dieser Hinsicht bislang kaum untersuchten Jagdgerätes machen zu können, war es als erster wichtiger Schritt unerlässlich, die Waffen - Speerschleuder und Speer - möglichst genau zu rekonstruieren. Im Folgenden soll die dabei angewandte Vorgehensweise kurz umrissen werden.

### 2. Jungpaläolithische Speerschleudern

Bis heute sind mit allen Fragmenten etwa 125 jungpaläolithische Speerschleuder-Hakenenden bekannt (Beispiele Abb. 4; vgl. auch CATTELAİN 1988). Das derzeit älteste Stück stammt aus dem Solutréen supérieur (ca. 17500-16000 v. Chr.) von Combe Saunière 1 (Dordogne, Frankreich; GENESTE u. PLISSON 1987; CATTELAİN 1989), die jüngsten aus Schichten des Magdalénien V (ca. 10800-10400 v. Chr.), z.B. von dem bekannten Fundplatz La Madeleine (Dordogne, Frankreich; CAPITAN u. PEYRONY 1928). Die Masse der stratigraphisch einordbaren Stücke ist dem Magdalénien IV (ca. 11500-10800 v. Chr.) zuzuordnen. Unter ihnen findet sich eine große Zahl reichhaltig graviert oder in Tierkörperform skulptierter Exemplare, die zweifellos mit zu den schönsten Kleinkunstobjekten dieses Zeitabschnittes zu zählen sind (Abb. 4,1. 6. 8.).

Das Verbreitungsbild der jungpaläolithischen

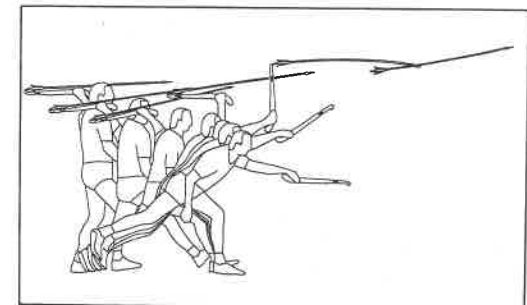


Abb. 1: Die wichtigsten Phasen des Bewegungsablaufes beim Speerschleuderwurf, umgezeichnet nach High-Speed-Filmaufnahmen.

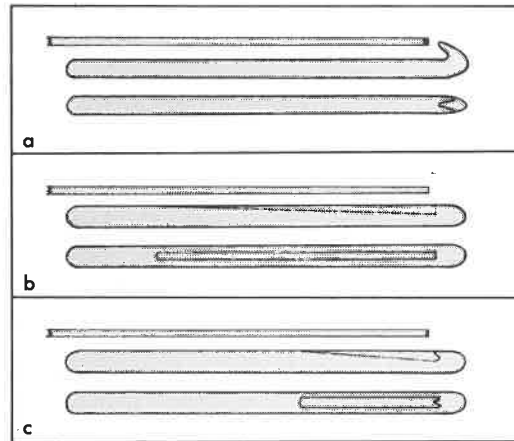


Abb. 2: Schematisierte Darstellung der drei existierenden Speerschleudertypen, unterschieden nach der Gestaltung ihres Funktionsendes. a: Hakenscheuler; b: Muldenscheuler; c: Haken/Mulden-Scheuler.

Speerschleuder-Hakenenden zeigt eine deutliche Konzentration im südwestfranzösischen Raum (Dordogne, Pyrenäenvorland), die wenigen übrigen Stücke stammen aus Fundstellen Spaniens, der Schweiz und der DDR.

Das Auftreten von Speerschleudern ist nicht auf das Jungpaläolithikum Europas beschränkt. In vielen Teilen der Erde, wie z.B. Grönland, Alaska, Kanada, Südwesten der USA, Meso- und Südamerika, Mikronesien, Neu-Guinea, Australien, wurde sie teilweise bis in die jüngste Vergangenheit von Jägern und Sammlern als Jagdwaffe benutzt, in entlegenen Aborigine-Reservaten Australiens sogar noch heute.

Hinsichtlich der Gestaltung des hinteren Funktionsendes lassen sich grundsätzlich drei verschiedene Typen unterscheiden:

- Die Hakenscheuler (Abb. 2a)

Das hintere Ende der Speerschleuder ist als hakenartiger Vorsprung ausgearbeitet. Der Speer wird dort mit seinem hinteren Ende, das mit einer leicht konischen Vertiefung versehen ist, aufgesetzt (s. auch Abb. 3,2).

- Die Muldenscheuler (Abb. 2b)

Hierbei weist das Funktionsende der

Speerschleuder eine nutartige Vertiefung auf, wobei das Ende entweder als senkrechter Absatz oder als kleine Aushöhlung gestaltet ist. Der Speer wird mit seinem Ende gegen das senkrechte Widerlager bzw. in die kleine Aushöhlung gesetzt.

- Die Haken/Mulden-Scheuler (Abb. 2c)

Bei dieser Mischform aus beiden Auflagenarten findet sich am Ende der meist relativ kurzen Nut zusätzlich noch ein kleiner zapfenartiger Vorsprung. Das hintere Ende des Speeres verfügt wiederum über eine kleine konische Aushöhlung.

Während unter den völkerkundlichen Speerschleudern alle drei Typen vertreten sind, gibt es für das Jungpaläolithikum bislang nur Nachweise für Haken- sowie Haken/Mulden-Scheudern. Die zuletzt genannte Form nimmt dabei mit nur drei Exemplaren einen verschwindend geringen Anteil gegenüber den Hakenscheudern ein, die mit etwa 80 Exemplaren vertreten sind.<sup>1</sup>

Die meisten dieser fast ausnahmslos aus Rengeweihergestellten jungpaläolithischen Speerschleuder-Hakenenden sind nur fragmentarisch erhalten.

Betrachtet man die neun in ihrer Länge vollständigen Exemplare, so fällt sofort auf, daß selbst die längsten unter ihnen bis auf eine Ausnahme 30 cm nur unwesentlich überschreiten. Andere, ebenfalls komplette Stücke, z.B. aus Roc de Marcamps, (Abb. 4,4-5) weisen sogar Längen von unter 10 cm auf.

Die erwähnenswerte Ausnahme stellt ein vor mehr als 120 Jahren in Laugerie-Basse (Dordogne, Frankreich) gefundenes Exemplar dar. Mit dem im Juni 1989 von D. Buisson (Musée des Antiquités Nationales, St-Germain-en-Laye) in den Magazinbeständen entdeckten, als zugehörig erkannten und angefügten Basisende hat dieses Hakenende nun eine Gesamtlänge von 42 cm, womit die untere Grenze der Längenbandbreite ethnographischer Speerschleudern erreicht wird.

Diese variieren grob zwischen 40 cm (Eskimo) und 120 cm (Aborigines Australiens), wobei wichtig ist zu erwähnen, daß die Speerschleudern der Eskimo einem ganz speziellen Zweck dienen, nämlich der See-säuger- und Vogeljagd vom Kajak aus. Für alle übrigen völkerkundlichen Speerschleudern, die wie im Jungpaläolithikum bei der Jagd auf Landsäugetiere zum Einsatz ka-



1



2

Abb. 3: Experimentelle Handhabung der Speerschleuder. 1. Abwurfhaltung beim Zielwurf auf größere Distanz (Foto: H.Paulsen). 2. Rekonstruierte jungpaläolithische Speerschleuder mit aufgelegtem Speer (Foto: H.Paulsen).

men, ergibt sich eine durchschnittliche Gesamtlänge von 60-80 cm.

Der Verfasser ist weiterhin der an anderer Stelle ausführlicher dargelegten Auffassung (STODIEK 1988), daß keines der jungpaläolithischen Hakenenden inklusive des oben beschriebenen Exemplares aus Laugerie-Basse als funktionsfähige, komplette Speerschleuder anzusehen ist. In allen Fällen handelt es sich nur um die hinteren Funktionseenden, die auf verschiedene, im folgenden kurz umrissene Weisen mit einem hölzernen Schaft verbunden waren.

#### 2.1 Speerschleuder-Hakenenden mit Basisdurchlochung

Von den insgesamt neun in ihrer Länge vollständig erhaltenen Speerschleuder-Hakenenden gehört etwas mehr als die Hälfte zu den Stücken mit Basisdurchlochung. Vier von ihnen weisen eine singuläre Bohrung auf (Abb. 4,2), das fünfte Exemplar ist dreifach durchlocht.

Die basale Durchlochung dieser Hakenenden ist nach den oben aufgeführten Argumenten mit großer Sicherheit als Schäftungshilfe zu interpretieren.

Zwecks praktischer Überprüfung wurde vom Verfasser ein Hakenende mit einfacher Basisdurchlochung angefertigt und in einen Holzschaft eingesetzt. Hierbei wurde dieser am Ende auf ca. 10 cm Länge etwa auf die Hälfte seiner Stärke reduziert und soweit u-förmig ausgehöhlt, bis das Hakenende und der Schaft in Dicke und Breite übergangslos zusammenpaßten. Durch die Durchlochung des Hakenendes und einer auf gleicher Höhe im Holzschaft angebrachten Bohrung wurde eingeweichte Rentiersehne gezogen. Um beide Teile dauerhaft miteinander zu verbinden, war es zusätzlich notwendig, sowohl eine weitere Bindung durch die Durchlochung des Hakenendes und um den Schaft herum anzubringen wie auch noch beide Teile nahe des Holzschaftendes zu umwickeln (Abb. 5,2).

Die Verwendung eines Klebemittels erwies sich als überflüssig, nach dem Trocknen der Sehnen waren beide Teile absolut fest miteinander verbunden, was sich selbst nach längerem praktischem Gebrauch bislang noch nicht geändert hat.

#### 2.2 Speerschleuder-Hakenenden mit einseitiger Basisabschrägung

Mit drei Exemplaren ist dies die am zweithäufigsten nachgewiesene Basisgestaltung. Die deutliche Basisabschrägung mit in allen drei Fällen dort vorhandener Aufrauung ist ein unzweifelhafter Beleg für eine ehemalige Schäftung. Die Vielzahl der zeitgleich auftretenden Geschößspitzen mit einseitig abgechrägter Basis (s.u.) zeigt, daß diese Technik sehr verbreitet war.

Als weiteres klares Indiz für eine ehemalige Schäftung ist die geringe Größe der vorliegenden Hakenenden zu werten, die alle drei im Bereich um 7 cm liegen.

Bei dem mit 7,6 cm längsten Exemplar aus Roc de Marcamps (Gironde, Frankreich) befindet sich im Bereich der Abschrägung zusätzlich noch eine Durchbohrung (Abb. 4,4). Nach Auffassung des Autors ist dies ebenfalls in Zusammenhang mit der Schäftung zu sehen. Um dies zu überprüfen, wurde eine dem Original nachempfundene Rekonstruktion - ebenfalls aus einem Rengeweihspan - angefertigt.

Die am Original im Bereich der Basis vorhandene, schräg verlaufende Aufrauung deutet klar darauf hin, daß ehemals wohl ein Klebemittel zur Befestigung verwandt wurde, wobei die eingeritzten Linien zur Verbesserung der Haftung gedacht waren.

Bei neueren aktualistischen Versuchen erwies sich eine Mischung aus Kiefernharz, Bienenwachs und pulverisiertem Ocker als besonders geeignet (frdl. mündl. Mitt. Genevete; vgl. auch ALLAIN u. RIGAUD 1986, 716). Auch vom Verfasser wurde in letzter Zeit häufiger eine Mischung aus Kiefernharz und Bienenwachs im Verhältnis 2:1 benutzt. Die Beimengung von pulverisiertem Ocker erbrachte jedoch keinerlei vorteilhafte Verbesserungen, so daß darauf verzichtet wurde.

Die so entstandene Masse kann als Thermokleber bezeichnet werden. In der Nähe einer Wärmequelle, z.B. einem Feuer, wird die Mischung sehr schnell weich und zähflüssig, nach dem Erkalten erstarrt sie dann wieder. Bei der Schäftung der Rekonstruktion des Hakenendes von Roc de Marcamps wurde Birkenteer, ebenfalls ein natürlicher Thermokleber, verwandt. In der Jungsteinzeit (ca. 5000-2000 v. Chr.) ist er an vielen Fundplät-

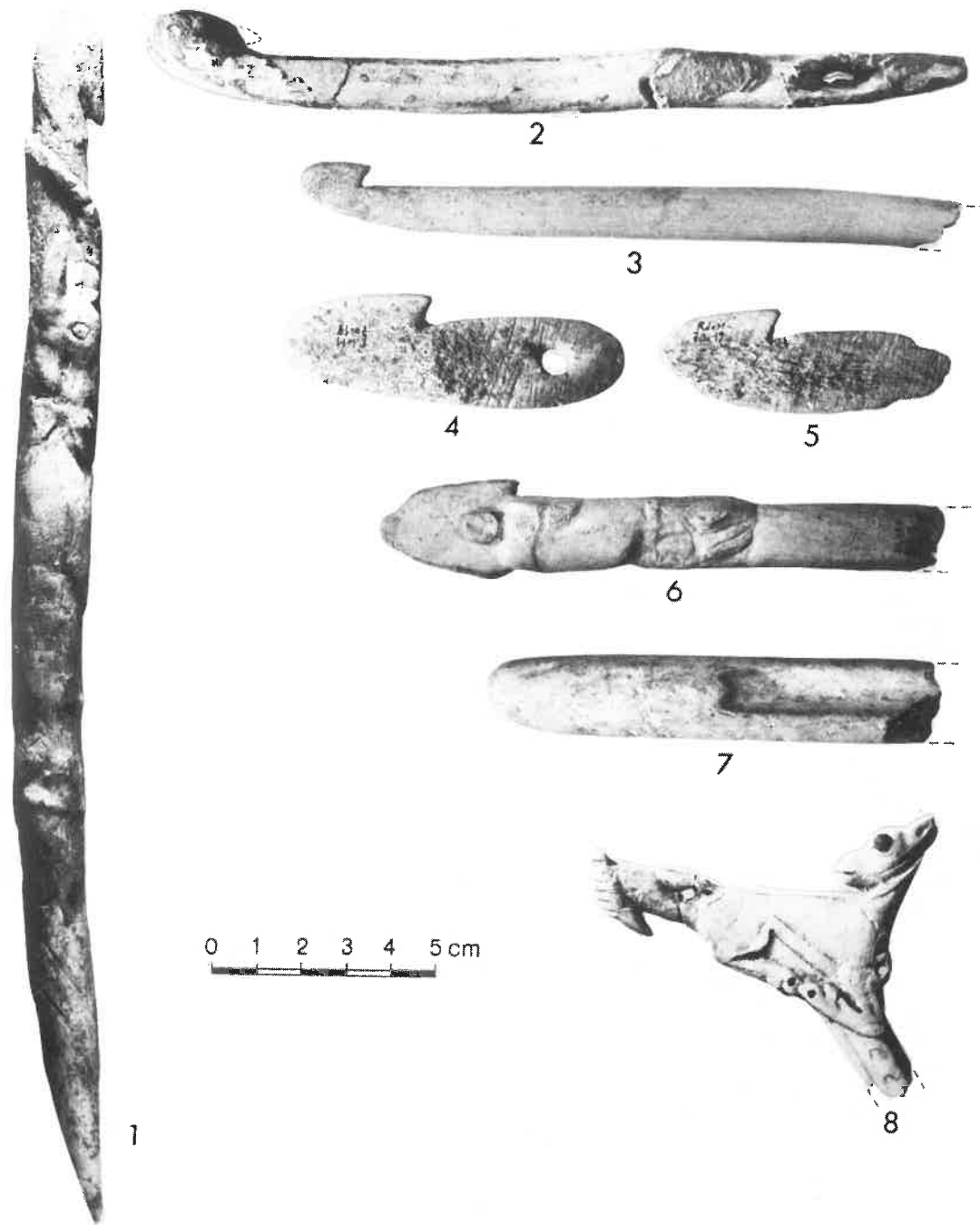


Abb. 4 : Beispiele für Speerschleuder-Hakenenden des Magdalénien Frankreichs. 1. Mas d'Azil; Musée des Antiquités Nationales (M.A.N.), St-Germain-en-Laye, No. 47025, L = 26,73 cm. 2. Mas d'Azil, M.A.N., No. 48000, L = 18,10 cm. 3. Le Placard, M.A.N., No. 55187b, L = 14,70 cm. 4. Roc de Marcamps, Musée d'Aquitaine, Bordeaux, Coll.-No. 70.19, L = 7,57 cm. 5. Roc de Marcamps, Musée d'Aquitaine, Bordeaux, Coll.-No. 70.19, L = 6,56 cm. 6. Isturitz, M.A.N., No. 84787, L = 12,50 cm. 7. Le Flageolet II, Direction des Antiquités Préhistoriques d'Aquitaine, Bordeaux, L = 10,10 cm. 8. Bedeilhac, Coll. R.Robert, Toulouse, L = 8,55 cm. Alle Maßstab = 2:3. Fotos: Verfasser.

zen nachgewiesen, besonders in Feuchtbodensiedlungen der Schweiz; im Spätglazial war von der botanischen Seite her auf jeden Fall die Möglichkeit für seine Herstellung gegeben (s.u.).

Das Hakenende wurde unter Verwendung dieses Klebmittels mit seiner abgeschrägten Fläche auf eine entsprechend gestaltete Abschrägung am Holzschafte aufgesetzt. Durch eine vorher angebrachte Bohrung im Holz und jene im Hakenende wurde zusätzlich noch ein kleiner Holzstift geschoben.

In einem letzten Arbeitsschritt erhielt die Speerschleuder im Bereich der Aneinandersetzung dann noch eine Umwicklung aus pflanzlichen Fasern, die mit Knochenleim verklebt wurden (Abb. 5,3). Auch diese Art der Schäftung hat sich in der Praxis bislang sehr bewährt.

### 2.3 Speerschleuder-Hakenenden mit beidseitiger Basisabschrägung

Diese Art der Basisgestaltung ist bislang nur durch ein einziges Exemplar belegt, wobei die große Anzahl von zeitgleichen Geschößspitzen mit beidseitiger Basisabschrägung zeigt, daß diese Technik ebenfalls weit verbreitet war (s.u.).

Bei dem vorliegenden Stück handelt es sich um ein 26,7 cm langes Hakenende von dem Fundplatz Mas d'Azil (Ariège, Frankreich), das sicherlich mit zu den schönsten seiner Art zu zählen ist (Abb. 4,1).

In ausdrucksvoller Weise ist hier ein Steinbock in „en-face“-Darstellung herausgearbeitet, wobei sich der Haken zwischen seinen Hörnern befindet.

Die beidseitigen Abschrägungen zeigen im Gegensatz zu den einseitigen keine Aufrauung, eine Erscheinung, die gelegentlich auch bei den Geschößspitzen dieser Zeit zu beobachten ist.

Bei der Rekonstruktion dieses Hakenendes mußte der Verfasser sowohl künstlerisch wie auch ausführungstechnisch gewisse Zugeständnisse machen. Das zur Verfügung stehende Rengeweihtstück wies leider eine geringere Länge auf, so daß sich die Darstellung des Steinbocks auf den Kopf beschränkte.

Um nun beide Teile, Hakenende und Holzschaft, miteinander verbinden zu können,

mußte am Ende des Schaftes erst einmal eine v-förmige Einkerbung angebracht werden, deren Dimension in etwa der der Hakenenden-Basis zu entsprechen hatte. Unter Verwendung des schon erwähnten Birken-teers wurden dann beide Stücke fest miteinander verklebt und abschließend ebenfalls mit einer Pflanzenfaser-Umwicklung versehen (Abb. 5,1).

Auch diese Nachbildung hat sich in der Praxis bisher bestens bewährt.

### 2.4 Anmerkungen zu der Beschaffenheit der Rekonstruktionen

Bei allen Speerschleuder-Rekonstruktionen wurde für den Schaft Kiefer oder Birke verwendet, zwei Holzarten, die im Spätglazial des besagten Raumes sowohl über Pollen (z.B. JALUT 1976; PAQUEREAU 1976) wie auch über Makroreste (VERNET 1979; KAISER 1979) als häufig auftretende Arten nachgewiesen sind.

Form und Länge der Schäfte (Abb. 5) sind das Resultat der individuellen praktischen Versuche des Autors. Neben geraden und im Griffbereich leicht nach unten gebogenen Holzteilen wurde bei mehreren Speerschleuder-Rekonstruktionen ein Schaft mit einer am Ende nach oben weisenden Biegung verwendet, was eine „bequemere“ Handhabung des Gerätes ermöglicht.

Eine dort am Schaftende eingetiefte u-förmige Nut dient dem Speer als Auflage und Arretierung, so daß ein Festhalten mit Daumen und Zeigefinger der Griffhand nahezu überflüssig ist bzw. nur als zusätzliche Sicherung dient (Abb. 3,2).

Ein Vergleich mit ethnographischen Exemplaren zeigt, daß diese fast ausschließlich gerade sind und nur im Ausnahmefall einmal ein gebogenes Griffteil aufweisen (THIRY 1977, 250, Abb. 3), so daß diese individuelle Schaftrekonstruktion natürlich nicht ohne weiteres für alle jungpaläolithischen Speerschleudern angenommen werden kann.

Die Gesamtlängen der vom Verfasser angefertigten Rekonstruktionen liegen etwa zwischen 55 cm und 75 cm, Dimensionen, die sich auch bei der experimentellen Handhabung durch andere Personen als effektiv herausgestellt haben.

Die Tatsache, daß, wie eingangs schon er-



Abb. 5: Rekonstruierte jungpaläolithische Speerschleuder-Hakenenden und ihre möglichen Schäftungsweisen; a = Gesamtansichten der Speerschleudern, Maßstab 1:4; b = Details der Hakenenden, Maßstab 2:3. 1. Hakenende mit beidseitiger Basisabschrägung. 2. Hakenende mit Basisdurchlochung. 3. Hakenende mit einseitiger Basisabschrägung. Fotos: Verfasser.



Abb. 6 : Details eines rekonstruierten jungpaläolithischen Speeres, versehen mit einer Geweihgeschoßspitze mit einseitig abgeschrägter Basis. 1. Hinteres Speerende mit dreifacher Radialbefiederung, mit Sehne an den Schaft gebunden. 2. Spitze und Schaftende vor dem Zusammenfügen. 3. Spitze und Schaftende, mit Klebematerial (Kiefernharz/Bienenwachs-Mischung) aneinandergefügt. 4. Verbindungsstelle ist zur zusätzlichen Verstärkung mit Sehne umwickelt worden. - Maßstab 2:3. Fotos : Verfasser.

wähnt, bislang insgesamt nur etwa 125 Speerschleuder-Hakenenden aus Geweih bekannt sind, legt die Vermutung nahe, daß ein Großteil der spätjungpaläolithischen Speerschleudern vollständig aus Holz gearbeitet waren, wofür es auf Grund der allgemein schlechten Holzerhaltung im Paläolithikum bis heute leider noch keinen einzigen Beweis gibt.

### 3. Jungpaläolithische Speere

Das zuletzt Gesagte trifft auch für die Holzschäfte der zugehörigen Speere zu, auch sie sind bislang in keinem einzigen Fall archäologisch nachgewiesen.

Als einziges erhaltenes Teil finden sich, in manchen Fundstellen sogar in größerer Stückzahl, die ebenfalls aus Rengeweih hergestellten Spitzen der Speere.

Neben solchen mit gegabelter Basis sowie anderen, in diesem Zusammenhang weniger wichtigen Projektinformen treten im Magdalénien, d.h. zeitgleich mit der Masse der Speerschleuder-Hakenenden, vor allen Dingen Geschoßspitzen mit ein- und beidseitig abgeschrägter Basis auf.

Im Rahmen seiner Dissertation (STODIEK, in Vorb.) sind vom Verfasser jeweils ca. 300 Projektile der beiden genannten Typen vermessen worden.

Das in diesem Zusammenhang interessanteste Maß, die „Maximale Basisbreite“, die, wie die Benennung schon sagt, im Bereich der Abschrägung(en) gemessen wird, ergab in beiden Fällen Mittelwerte zwischen 9,5 mm und 10 mm. Obwohl mit 5-16 mm (Geschoßspitzen mit einseitiger Abschrägung) sowie mit 3-18 mm (Geschoßspitzen mit beidseitiger Abschrägung) dabei jeweils eine große metrische Bandbreite vorkommt, kann man auf Grund der statistischen Ergebnisse davon ausgehen, daß das angestrebte Zielmaß in beiden Fällen im Bereich der genannten Mittelwerte lag.

Unter Berücksichtigung dieser wie auch der übrigen Durchschnittsmaße der Spitzen wurden vom Autor jeweils mehrere Exemplare beider Typen aus verschiedenen männlichen Rengeweihen hergestellt und geschäftet: Auf Grund der Basisgestaltungen und defn damit

verbundenen Schäftungsweisen ist es möglich, direkte Rückschlüsse auf die Dimensionierung der Speerschäfte zu bekommen.

Die einseitige Abschrägung erfordert eine in Länge, Breite sowie Winkel nahezu übereinstimmende Auflagefläche am unteren Ende des Speerschaftes (Abb. 6,2). Mittels der schon erwähnten Thermo-Klebermischung aus Kiefernharz und Bienenwachs ließen sich Spitze und Schaft fest aneinanderfügen (Abb. 6,3). Eine Umwicklung aus eingeweichter Rentiersehne, die sich nach dem Trocknen zusammenzog, sorgte für eine zusätzliche Verstärkung der Verbindungsstelle (Abb. 6,4).

Bei den Geschoßspitzen mit beidseitiger Basisabschrägung muß das Schaftende mit einer entsprechend dimensionierten V-förmigen Einkerbung versehen werden (Abb. 7,2). Auch hier ist eine Übergangslose Verbindung beider Teile nur möglich, wenn die Maße des Schaftendes denen der Spitzenbasis möglichst genau entsprechen. Spitze und Schaft wurden in gleicher Weise wie zuvor mittels Klebemasse (Abb. 7,3) und anschließender Sehnenumwicklung (Abb. 7,4) miteinander verbunden.

Als Schaftmaterial wurde in allen Fällen Kiefer verwendet, eine Holzart, die, wie schon erwähnt, im Spätglazial allgemein weit verbreitet war.

Da das spezifische Gewicht dieses Holzes nicht sehr stark von dem des Rengeweihs (Geschoßspitzen) abweicht, liegt der Schwerpunkt des Speeres auch mit eingesetzter Spitze weiterhin nahezu in der Mitte. Für ein stabiles Flugverhalten erwies es sich als unerlässlich, den Speer mit einer Befiederung zu versehen. Besonders bewährt hat sich eine dreifache Radialbefiederung, wobei die einzelnen Federfahnen entweder an den Schaft gebunden (Abb. 6,1) oder auf ihn aufgeklebt (Abb. 7,1) werden.

In der Praxis hat sich gezeigt, daß bei einer Schaftdicke von 10 mm die Länge der Speere, je nach Verwendungszweck, zwischen ca. 120 cm und 220 cm variieren kann. Bei mehreren inzwischen schon durchgeführten Speerschleuderwettbewerben (STODIEK u. FLOSS 1988; BELLIER u. CATTELAİN 1989; STODIEK, in Druck) war zu beobachten, daß mit längeren Speeren (ca. 200-220 cm) bei den Zielwürfen fast ausnahmslos deutlich bessere Resultate er-

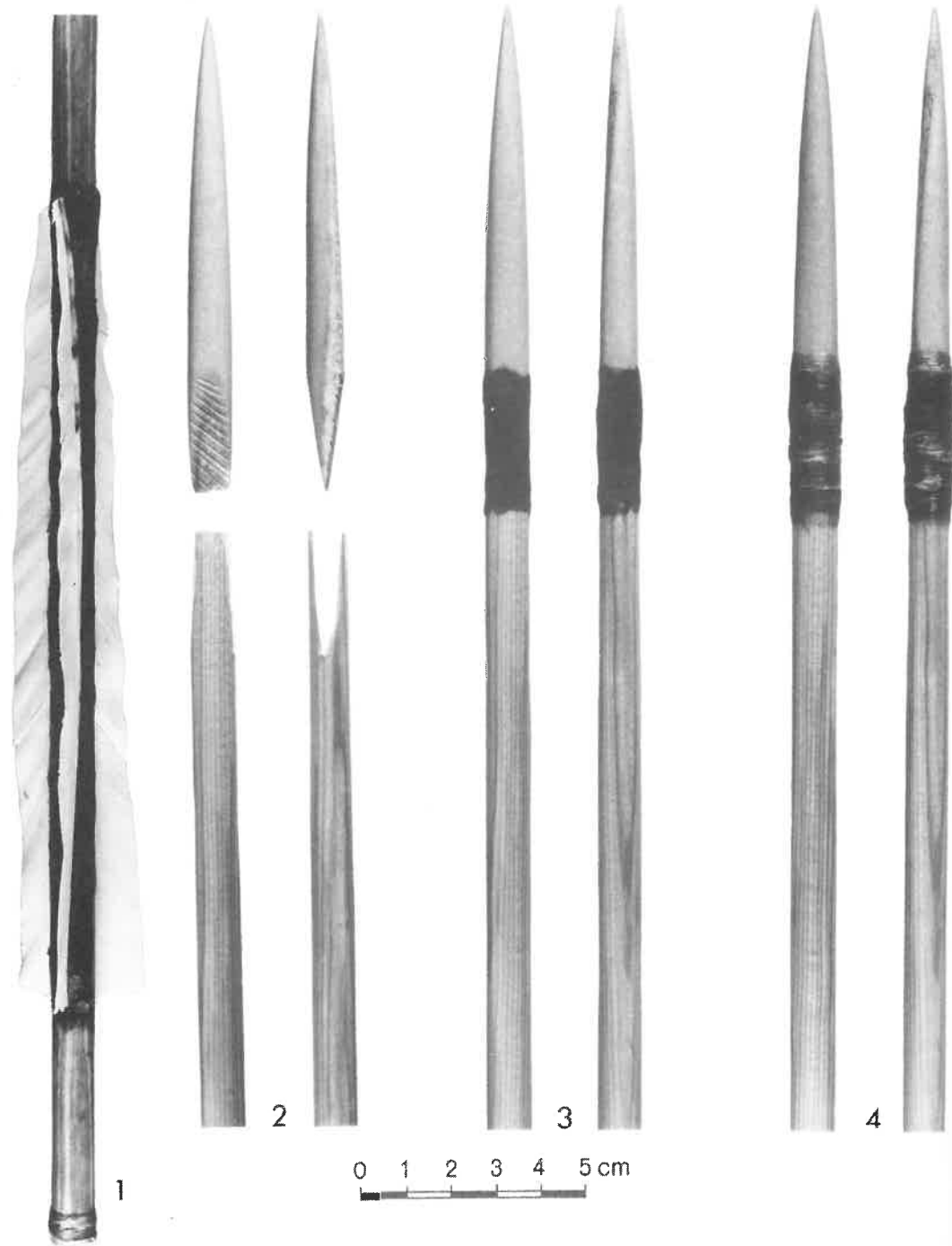


Abb. 7: Details eines rekonstruierten jungpaläolithischen Speeres, versehen mit einer Geweihgeschoßspitze mit beidseitig abgeschrägter Basis. 1. Hinteres Speerende mit dreifacher Radialbefiederung, auf den Schaft aufgeklebt. 2. Spitze und Schaftende vor dem Zusammenfügen. 3. Spitze und Schaftende ineinandergesteckt und mit Klebematerial (Kiefernharz/Bienenwachs-Mischung) verbunden. 4. Verbindungsstelle ist zur zusätzlichen Verstärkung mit Sehne umwickelt worden.- Maßstab 2:3. Fotos: Verfasser.

zielt wurden als mit kürzeren (ca. 120-150 cm).

Diese erwiesen sich dagegen auf Grund ihres geringeren Gewichtes und Luftwiderstandes bei Distanzwürfen als überlegen, wo auf diese Weise schon Weiten von über 140 m erreicht wurden.

Die Trefferquoten bei den Zieldisziplinen lag bei den bestplatzierten Teilnehmern etwa bei 50%. Obwohl hier teilweise vorher sehr intensiv trainiert wurde, muß man davon ausgehen, daß die jungpaläolithischen Jäger zweifellos noch zu weitaus besseren Ergebnissen fähig waren.

#### Anmerkungen:

- 1) In diesem Zusammenhang sind nur all die Stücke berücksichtigt worden, bei denen der Haken entweder komplett erhalten oder, wenn fragmentiert, auf jeden Fall noch eindeutig zu erkennen war. Bei dem Rest der in der Gesamtzahl von ca. 125 Speerschleuder-Hakenenden enthaltenen Exemplaren handelt es sich meist um in dieser Hinsicht nicht identifizierbare Medialfragmente.

#### Literatur:

- ALLAIN, J. u. RIGAUD, A. (1986): Décor et fonction. Quelques exemples tirés du Magdalénien. - *L'Anthropologie* 90: 713-738.
- BELLIER, C. u. CATTELAÏN, P. (1989): Troisième Championat International Rhénan de Tir au Propulseur. - *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 86 No.6: 166-167.
- CAPITAN, L. u. PEYRONY, D. (1928): *La Madeleine, son gisement, son industrie, ses oeuvres d'art*. Paris.
- CATTELAÏN, P. (1988): Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique. Cahier II : Propulseurs. Publications de l'Université de Provence. Aix-en-Provence.
- DERS. (1989): Un crochet de propulseur solutréen de la grotte de Combe Saunière 1 (Dordogne). - *Bulletin de la Société Française* 86, No. 7: 213-216.
- GENESTE, J.-M. u. PLISSON, H. (1986): Le solutréen de la Grotte de Combe Saunière 1 (Dordogne). Première approche paléolithologique. - *Gallia Préhistoire* 29: 9-27.
- JALUT, G. (1976): La végétation au Pléistocène supérieur et au début de l'Holocène dans les Pyrénées. In: H. de Lumley (ed.): *La Préhistoire française* I, 1: 512-516. Paris.

KAISER, N.F.J. (1979): Ein späteiszeitlicher Wald im Dättnau bei Winterthur/Schweiz. Dissertation Universität Zürich.

PAQUEREAU, M.-A. (1976): La végétation au Pléistocène supérieur et au début de l'Holocène dans le Sud-Ouest. In: H. de Lumley (ed.): *La Préhistoire française* I, 1: 525-530.

STODIEK, U. (1988): Zur Schäftungsweise jungpaläolithischer Speerschleudern. - *Archäologisches Korrespondenzblatt* 18, Heft 4: 323-327.

DERS. (in Druck): Speerschleuderwettbewerbe - nur ein Freizeitspaß? - *Archäologische Informationen* 12, Heft 2.

DERS. (in Vorb.): Funktional-technologische Untersuchungen zu Fernwaffen und Projektilen im Späten Jungpaläolithikum West- und Mitteleuropas. Dissertation, Universität zu Köln.

DERS. u. FLOSS, H. (1988): Die Zweiten Internationalen Offenen Rheinischen Speerschleudermeisterschaften in Köln. - *Archäologische Informationen* 11, Heft 2: 210-211.

THIRY, P. u. M. (1977): *Eskimo artifacts designed for use*. Seattle, Washington.

VERNET, J.-L. (1979): Le milieu végétal à la fin du Würm de 15000 à 8000 B.C., d'après les charbons de bois. In: *Colloques Internationaux du C.N.R.S. No.271 - La Fin des Temps Glaciaires en Europe*: 55-59. Paris.

#### Anschrift des Verfassers:

Ulrich Stodiek  
Universität zu Köln  
Institut für Ur- und Frühgeschichte  
Forschungsstelle Altsteinzeit  
Weyertal 125  
D-5000 Köln 41

## Schußversuche mit einem Nachbau des Bogens von Koldingen, Ldkr. Hannover

Harm Paulsen

Der Bogen wurde um 1970 bei der Überwachung von Baggararbeiten in einer Kiesgrube bei Koldingen, Stadt Pattensen, Ldkr. Hannover, entdeckt und sichergestellt. Seine Lage in feuchten luftundurchlässigen Ton- und Kieslagen hat ihn in recht gutem Zustand bewahrt. Leider konnte die Fundstelle wegen der fortgeschrittenen Baggararbeiten nicht genauer untersucht werden (DEICHMÜLLER 1974).

### Das Original

Eine umfassende Beschreibung und Bewertung des Bogens liegt vor (BECKHOFF 1977). Der aus Eibe (*Taxus baccata* L.) gefertigte Bogen ist nicht in ganzer Länge erhalten (Abb. 1). Ein Bogenarm ist abgebrochen, das Bruchstück wurde nicht gefunden. Bei erkennbarer Bogenmitte und einem intakten Bogenarm läßt sich eine Gesamtlänge des Bogens von 175 cm ermitteln.

Eine Holzprobe des Bogens ergab ein <sup>14</sup>C-Datum von 1940 ± 100 Jahren v. Chr. Er gehört damit in den jüngsten Abschnitt des Neolithikums bzw. an den Beginn der Bronzezeit. Aufgrund bestimmter Merkmale, etwa der Einschnürungen beiderseits des Griffes oder der breiten Wurfarme mit gerundeter Außen- und glatter Innenseite, läßt er sich sicher als Bogen vom Typ Holmegaard einordnen. Dieser Bogentyp läßt sich vom Mesolithikum an bis in die Bronzezeit verfolgen. Über Vorgänger der Holmegaardbögen ist nichts bekannt, abgesehen von einigen Fragmenten aus Kiefernholz der Ausgrabungen

bei Stellmoor (RUST 1943), die als Bogenfragmente interpretiert werden.

Das traditionelle Bogenholz der älteren Holmegaard-Bögen ist die Ulme. Am Ende des Atlantikums um 2200 v. Chr. sind die ersten Eibenbestände in Nordwestdeutschland nachweisbar. In ihrer Eignung als Bogenholz ist die Eibe führend (BECKHOFF 1968, 94). So erscheint es nicht verwunderlich, wenn bei den jüngeren Holmegaardbögen durchweg die Eibe als Bogenholz verwendet wurde.

Die zierlichen Dimensionen des Eibenbogens von Koldingen entsprechen nicht seiner ursprünglichen Stärke. Substanzverlust bei Lagerung im Boden sowie Austrocknung haben zu erheblichen Schrumpfungen des Bogenstabes geführt. Beckhoff gelang es, diesen Schwund zu berechnen und die ursprünglichen Bogenprofile zu rekonstruieren (BECKHOFF 1977, Abb. 5).

Das Eibenholz des Bogens zeigt besonders im Griffbereich Faserwirbel und Knäste, die zu einer Verdickung auf der Vorderseite des Griffes führten. Eine für Holmegaardbögen typische rückwärtige Griffverdickung ist wegen der Beschädigungen in diesem Bereich nicht erkennbar; sie scheint auch nicht sehr ausgeprägt vorhanden gewesen zu sein. Die seitlichen Griffeschnürungen sind nicht stark abgesetzt. Sie gehen vielmehr ohne scharfe Konturen in die Bogenarme über. 35 cm von der Bogenmitte entfernt erreicht der Bogenarm seine größte Breite von 3,2 cm und läuft dann gleichmäßig zum Bogenende spitz aus. Die Dicke des Bogenarms nimmt vom Griff zum Bogenende kontinuierlich ab. Am Bogenende fehlt eine Vorrichtung für eine Sehnenaufhängung, etwa ein Zapfen oder eine Kerbe. Die rauhe, risige Oberfläche des Bogens ließ keine Untersuchung der Jahresringdichte und der Stärken von Splint und Kernholz zu. Ein Schnitt durch den intakten Bogenarm ergab 30 Jahresringe auf 2,1 cm Bogenstärke. Auch ließ sich feststellen, daß der Bogen von Koldingen aus einem Eibenstamm von mindestens 11 cm Durchmesser herausgearbeitet wurde.

Ein exakter Nachbau dieses Bogens würde einen Eibenstamm erfordern, der mit den Strukturen im Bogen weitgehend übereinstimmt. Folgende Punkte müßten dabei berücksichtigt werden: Gleiche Stammstärke,

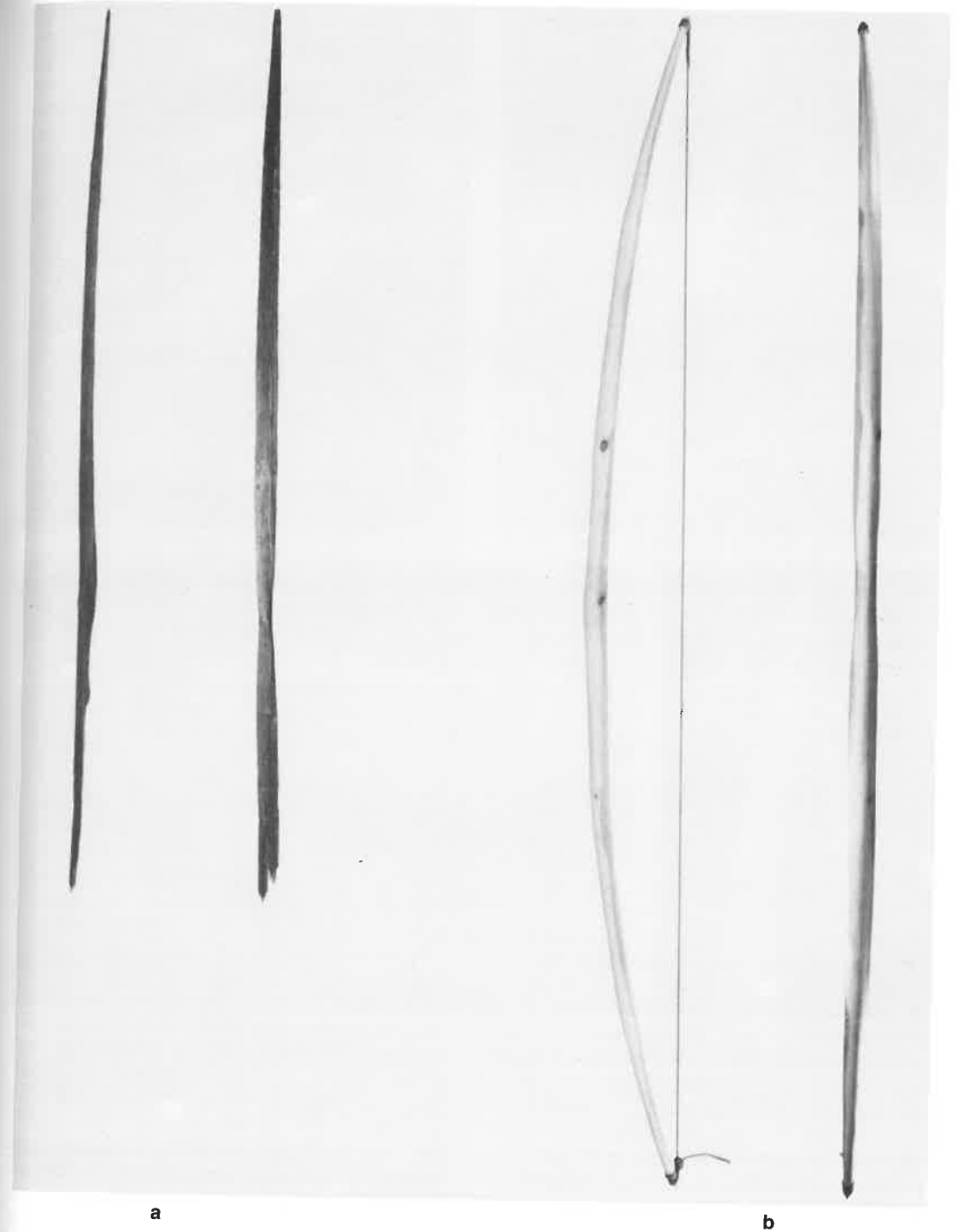


Abb. 1: Der Bogen aus Koldingen, Stadt Pattensen, Ldkr. Hannover und sein Nachbau. a. Original; b. Nachbau in der Vorderansicht; c. Nachbau in der Seitenansicht (Foto: W. Knust).



2



3



4



5

Abb. 2: Herausarbeiten des Bogenstabes aus dem Eibenstamm mit dem Flintquerbeil.

Abb. 4: Bewicklung der Bogenenden für die Befestigung der Sehne.

Abb. 3: Feinbearbeitung der Oberfläche mit einem groben Flintabschlag.

Abb. 5: Der rekonstruierte Bogen in gespanntem Zustand. Als Sehenschutz wird eine Armschutzplatte verwendet.

Knäste und Maserung an den entsprechenden Stellen und gleiche Jahresringanzahl und -dichte. Es ist jedoch statistisch unmöglich, einen Eibenstamm zu finden, der in allen diesen Punkten mit dem Bogenfragment von Koldingen übereinstimmt. Eibenbögen sind Individuen, die nicht reproduzierbar sind. Es ist nur möglich, einen ähnlichen Bogen mit vergleichbaren Verhaltensweisen herzustellen.

#### Der Nachbau

Für den Nachbau des Koldinger Bogens wählte ich einen Eibenstamm aus, der die gewünschten Eigenschaften besaß. Allerdings fiel er in der Dichte der Jahresringe etwas gröber aus. Es war meine Absicht, den Koldinger Bogen mit steinzeitlichem Gerät aus dem Stamm herauszuarbeiten, um einen groben Wert über die Herstellungsdauer zu gewinnen. Als Geräte waren lediglich ein kleines geschliffenes Querbeil aus Feuerstein und einige Abschläge und Klingen vorgesehen.

Grundsätzlich wird die Seite des Eibenstamms als Vorderseite des Bogens gewählt, die möglichst keine Fehler wie Knäste oder Wachstumsanomalien aufweist. Der Bogenstab wurde überwiegend mit dem Querbeil aus dem Stamm herausgearbeitet, ein Vorgang, der 3 Std. 42 Min. in Anspruch nahm (Abb. 2).

Die Feinarbeit am Bogen erfolgte mit Bruchstücken von Feuersteinabschlägen mit geraden Bruchkanten, die durch Schaben hervorragend glatte Oberflächen erzeugen (Abb. 3). Die geschabten Flächen des Bogens waren so glatt, daß auf ein abschließendes Schleifen verzichtet werden konnte.

Die von Beckhoff rekonstruierten Maße ließen sich wegen einiger Knäste nicht auf alle Teile des Nachbaus übertragen. Ein Knast im Bogenarm erfordert dort ein etwas dickeres Profil, um die Bruchgefahr an dieser kritischen Stelle herabzusetzen. Auch die Griffpartie wurde etwas kräftiger als beim Original belassen. Besonders sorgfältige Behandlung erfordert die Splintholzschicht auf der Außenseite des Bogens. Das Durchtrennen des äußersten Jahrringes sollte möglichst vermieden werden, weil das eine Schwachstelle im Bogen bedeutet.

Die spitzen Bogenenden erhielten keine eingeschnittenen Sehennocken, sondern feste wulstartige Bindungen, die in ihrer Funktion mit Zapfennocken vergleichbar sind (Abb. 4). Beim Aufziehen einer dreischäftigen handgedrehten Flachssehne zeigte sich, daß ein Bogenarm ungleich stärker durchgebogen war. In diesem Fall mußte der andere Bogenarm auf der Rückseite abgeschabt werden, bis sich beide Bogenarme symmetrisch bogen und gleiches Zuggewicht aufwiesen. Der gesamte Arbeitsprozeß am Bogenstab nahm 5 Std. 21 Min. in Anspruch.

Die Bogenschützen prüfen die richtige Spannhöhe ihrer Bögen, indem sie die rechte Faust auf die Innenseite des Bogens legen und den Daumen abspreizen. Die Bogensehne muß dann bei richtiger Spannhöhe auf dem Daumnagel liegen. Beim Spannen des Bogens mit der sog. Mittelmeerspannung (Abb. 6) trifft die Bogensehne beim Zurückschnellen meist auf den linken Unterarm. Ein Schutz in Form einer Armschutzplatte ist daher dringend erforderlich (Abb. 5). Auch die Zugfinger sollten bei längerem Schießen mit dem Bogen mit einem Leder geschützt sein.

Die Tabelle (Abb. 7) verdeutlicht das Anwachsen des Zuggewichts auf den Zugfingern bei steigender Zuglänge.

#### Die Pfeile

Die Suche nach Vorbildern steinzeitlicher Pfeile gestaltet sich äußerst schwierig, weil Pfeile dieser und auch jüngerer Zeitstufen meist nur fragmentarisch erhalten sind. Aus Schafffragmenten läßt sich lediglich die verwendete Holzart und annähernd die Schaftstärke rekonstruieren. Im Ausnahmefall ist die Sehnenkerbe oder der komplette Pfeilkopf mit noch im Schaftende sitzender Pfeilspitze erhalten. Befiederungen lassen sich bestenfalls anhand von Bewicklungen oder deren Abdrücken oder durch Reste der den Pfeilschäften anhaftenden Klebmasse nachweisen. Das Federmaterial ist nie erhalten. Beispiele für steinzeitliche und frühbronzezeitliche Pfeilfragmente sind auf Abb. 8 zusammengestellt.

Pfeilrekonstruktionen aus bekannten Details zusammensetzen, ist nicht unproblematisch. Allein über das Vorhandensein einer



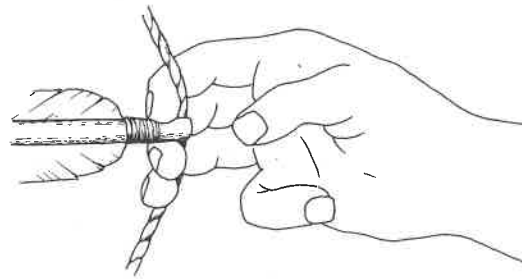


Abb. 6: Die Handhaltung bei der sog. Mittelmeer-spannung.

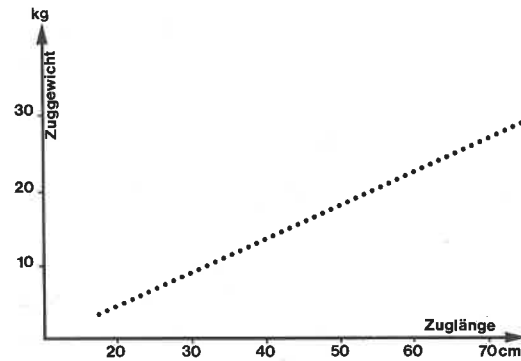


Abb. 7: Darstellung der Zugspannung in Abhängigkeit von Zuggewicht und Zuglänge.

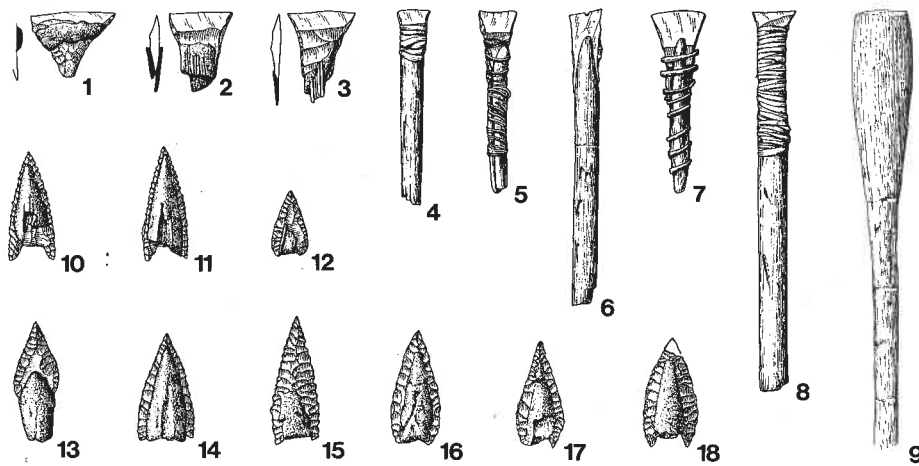


Abb. 8: Beispiele für neolithische und frühbronzezeitliche Pfeilspitzen mit Schäftungsresten. 1 Egolzwil II / Bodensee (Schweiz); 2,3 Ostorf, (DDR); 4 Twaerlose, (DK); 5 Dänemark; 6 Muldbjerg I (DK); 7 Norderdithmarschen; 8 Eising (DK); 9 Dänemark; 10-12 Schleswig-Holstein; 13-17 Niedersachsen; 18 DDR.

Pfeilbefiederung, etwa Anzahl und Form der Steuerfedern, kann sicherlich länger diskutiert werden. Letztlich kamen bei meinen Versuchen Pfeile heraus, die abgesehen von unterschiedlichen Spitzen vergleichbar waren: sie haben eine Gesamtlänge um 79 cm, das Schaftmaterial besteht aus Kiefer, Hasel und Birke und besitzt eine dreifache Befiederung mit rundlich geschnittenen Federfahnen. Die Federn sind gespalten und aufgebunden, aber nicht geklebt, wie es anscheinend beim Pfeil von Vinkelmoose der Fall war. Das Gewicht der Pfeile schwankt zwischen 25 und 35 g, je nach Verwendung verschieden schwerer Pfeilspitzen und Holzarten.

Für die Schußversuche standen 20 Pfeile zur Verfügung, die allerdings mit modernen Mitteln hergestellt wurden. Die Herstellungszeit eines Pfeiles mit steinzeitlichen Werkzeugen inklusive oberflächenretuschierter Flintspitze nimmt, auf früheren Versuchen basierend, etwa 2 Std. 15 Min. in Anspruch. Die Pfeile sind vielfach verwendbar. Die Spitzen aus Feuerstein können aber schon beim ersten Schuß beschädigt oder zerstört werden. Das Auswechseln einer beschädigten Spitze ist kein größerer Arbeitsaufwand. Ein Pfeil kann daher, soweit er nicht selbst beschädigt wird, für viele Schußversuche zur Verfügung stehen.

Es war beabsichtigt, einen Fächer verschiedener Pfeilspizentypen bei den Schußversuchen einzusetzen, deren Verwendung bei den jüngeren Holmegaardbögen möglich erscheint (Abb. 9): Angefertigt wurden 20 querschneidige Pfeilspitzen mit einer Herstellungszeit ca. 20 Sek. Davon wurden 15 mit länglicher Bewicklung im Schaftende befestigt, 5 wurden mit Hilfe von Birkenteer und kurzer Bindung eingeschäftet (Abb. 9). Dazu kamen 20 oberflächenretuschierte Pfeilspitzen dreieckiger Grundform mit hohler Basis. Es wurden breite und schmale Formen hergestellt, deren Herstellung je Stück ca. 15-20 Minuten dauerte. Sie wurden nach erhaltenen Vorbildern geschäftet (Abb. 8 u. 9).

Zusätzlich wurden 15 oberflächenretuschierte Spitzen dreieckiger Grundform mit Schaftzunge in den Versuch einbezogen. Auch hier wurden breite und schmale Formen gewählt, deren Herstellungszeit bei 15-20 Minuten liegt. Sie wurden mit Bindematerial im Schaftende befestigt. Mir sind keine geschäfteten Originale dieses Typs bekannt. Zuletzt wurden 3 Keulenpfeile aus Birkenholz geschnitzt, wobei Schaft und Kopf aus einem Stück bestehen. Eines der dafür benutzten Vorbilder zeigt Abb. 8,9.

#### Die Schußversuche

Für Schußversuche im Hinblick auf Reichweiten sind Pfeilspitzen nicht erforderlich. Es wurde in diesem Fall auf zwei unbewehrte Pfeile von 25 und 27 Gramm Gewicht zurückgegriffen, die lediglich eine Schutzbewicklung am Schaftende trugen. Unter gleichen Schußbedingungen (wie Abschußwinkel, Zuglänge und Windstille) wurden beide Pfeile 30mal bei einer Bogenzuglänge von 65 cm abgeschossen. Der Mittelwert der Schußweiten lag beim Pfeil 1 (25 g) bei 126,3 m; beim Pfeil 2 (27 g) bei 123,7 m. Um jagdliches Schießen simulieren zu können, gestattete man mir, in einem Schlachthof tote Tierkörper zu beschießen, die nicht für den Verzehr genehmigt waren. Beim Beschuß eines ausgewonnenen, ca. 60 kg schweren Schweines aus 20 m Entfernung drangen querschneidige wie dreieckige Spitzen mit und ohne Schaftdorn häufig durch den Tierkörper hindurch, so daß sie aus der

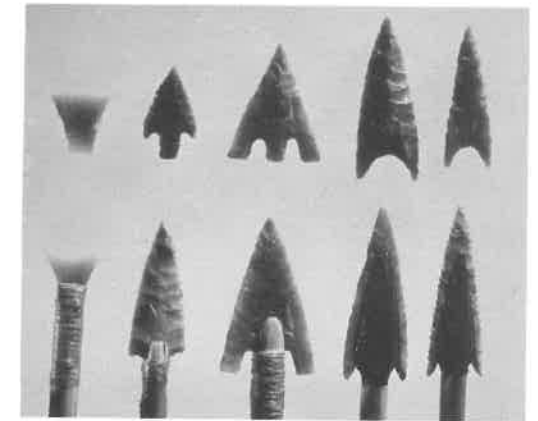


Abb. 9: Verschiedene Pfeilspitzen, die in den Versuchen Verwendung fanden. Geschäftet und ungeschäftet vor den Versuchen abgebildet.

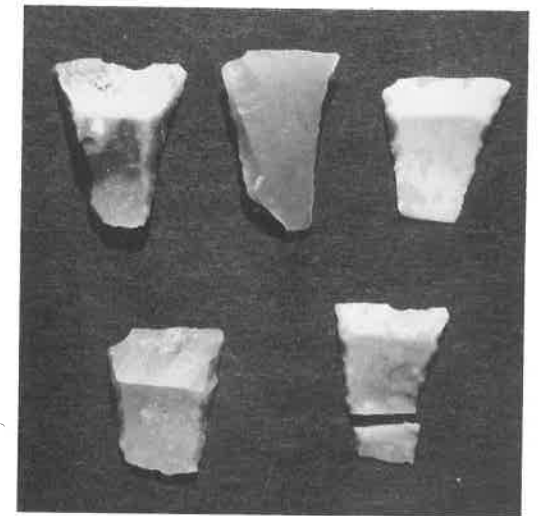


Abb. 10: Auswahl beschädigter Querschneider nach den Versuchen.

Rückseite des Tieres bis zu 30 cm herausragten. Dies war aber nur der Fall, wenn kein Knochen getroffen oder berührt wurde. Ein Unterschied zwischen der Wirkung von querschneidigen und dreieckigen Spitzen war augenscheinlich nicht zu erkennen. Die mit Hilfe von Birkenteer geschäfteten dreieckigen wie querschneidigen Pfeilspitzen erwiesen sich als wesentlich widerstandsfähiger gegen Beschädigungen als die nur mit Bindematerial im Schaft befestigten Spitzen, weil hier häufig nur die Schneiden und die

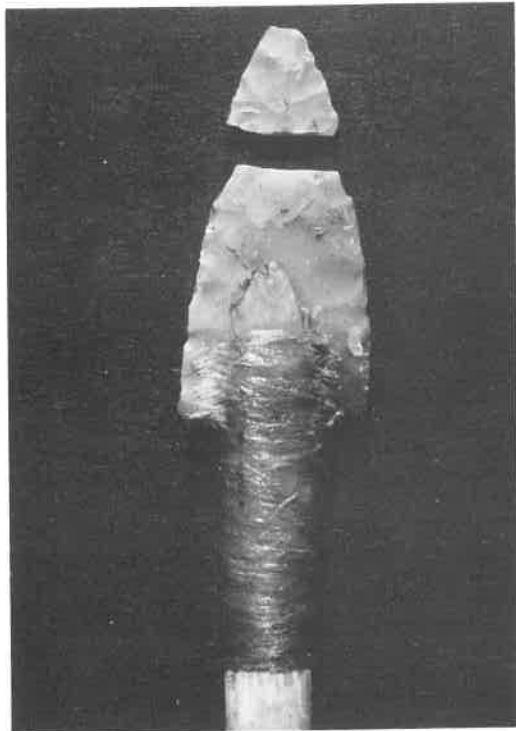


Abb. 11: Pfeilspitze, auf einen Baum abgeschossen und zerbrochen.

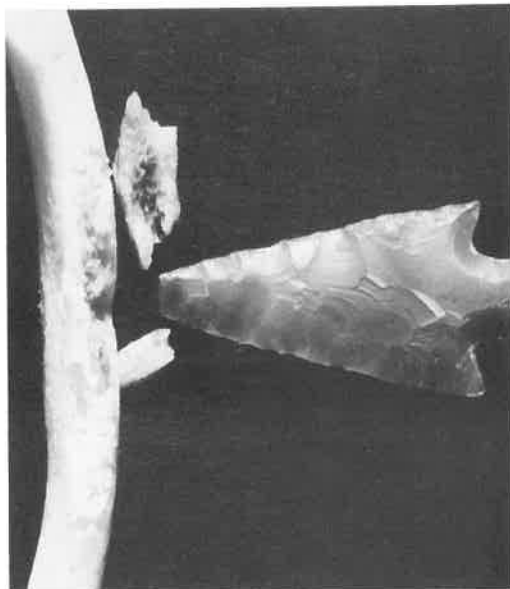


Abb. 12: Pfeilspitze, die einen Knochen getroffen hat und selbst zerbrochen ist.

äußerste Spitze aus der Birkenteermasse herausragen. Dafür ließ sich eine geringere Durchdringungsfähigkeit wegen ihrer größeren Querschnitte beobachten. Bei 30 Schüssen auf das tote Tier wären unter realistischen Jagdbedingungen etwa 20 tödlich verlaufen.

Die Pfeilschäfte überstanden die Schußversuche nahezu unbeschädigt. Lediglich in drei Fällen wurden Querschneider in den Schaft zurückgestaucht, durchtrennten die Bindungen und führten zu einer geringen Aufspaltung des vorderen Schaftbereichs. Bei den mit Birkenteer eingeschafteten Querschneidern traten solche Beschädigung nicht auf.

Bei Knochenberührung verloren Querschneider beider Schäftungsarten meist die Ecken, oder die Schneiden brachen schartig aus (Abb. 10). Eine Dreieckspitze breiterer Form ließ sich wegen ihrer weitgespreizten Widerhaken nur schwer aus der Wunde entfernen. Anders verhielt es sich bei Beschuß eines abgezogenen Rindes. Von 20 Schüssen aus 20 m Entfernung wären unter Jagdbedingungen nur etwa 7 Treffer als lebensbedrohend für das Tier eingestuft worden. Einige Pfeilspitzen blieben in den breiten Rippen stecken oder brachen ab (Abb. 12). Die Beschädigungen der Spitzen wiesen gegenüber den Schußversuchen auf das Schwein keine Abweichungen auf.

Fehlschüsse dürften wohl bereits in der Steinzeit zum Verlust von Pfeilen und deren Spitzen geführt haben. Die verirrtten Pfeile trafen meist das Erdreich, Bäume oder Steine und führten in Extremfällen zur vollständigen Zertrümmerung der Spitze. Bei einem Probeschuß auf einen Feldstein aus 15 m Entfernung zersplitterte die mit Birkenteer eingeschaftete Dreieckspitze in zahlreiche Trümmer, die nur schwer als Pfeilspitzenfragmente identifiziert werden würden. Der Schaft erlitt dabei starke Beschädigungen. Selbst bei Schüssen in feines Erdreich waren leichte Schäden der Schneiden zu beobachten, die aber durch Nachretuschieren behoben werden konnten. Bei querschneidigen Pfeilspitzen ist eine Reparatur nicht möglich und auch nicht sinnvoll, weil die Herstellung einer solchen Pfeilbewehrung nicht mehr als 20 Sekunden in Anspruch nimmt.

Bei Jagdaktivitäten haben verirrtte Pfeile wohl häufig Baumstämme getroffen. Um die Wirkung dieser Fehlschüsse beurteilen zu

können, wurde eine Dreieckspitze mit hohler Basis und eine weitere mit Schaftzunge aus 15 m Entfernung in einen Baum geschossen. Beide Spitzen brachen quer durch. Die eingebundene Dreieckspitze stauchte dabei in den Schaft zurück und durchschnitt die Bindungen (Abb. 11). Beide Spitzen drangen etwa 2 cm in das Holz des Baumes ein. Wir können wohl voraussetzen, daß Fehlschüsse in Bäume wohl immer zum Verlust von Flintpfeilspitzen führten.

Keulenpfeile wie in Abb. 8,9 gehören vom Mesolithikum bis heute zur Ausstattung der Bogenjäger. Sie dienten der Jagd auf kleine Pelztiere, deren Felle durch die stumpfen Spitzen unbeschädigt blieben. Die Wirkung dieses Pfeiltyps sollte aber nicht unterschätzt werden. So durchschlugen Keulenpfeile aus 15 m Entfernung mühelos Spanplatten bis 20 mm Stärke.

Bei den zahlreichen Schüssen mit dem Nachbau des Bogens von Koldingen auf verschiedene Ziele gab es eine Vielzahl von Beschädigungsformen an den Feuersteinspitzen, deren erschöpfende Behandlung in diesem Rahmen nicht möglich ist. Obwohl jeder Bogenschuß unter vergleichbaren Bedingungen abgegeben wurde, sind die Bedingungen beim Einschlag in das Ziel individuell. Es ist ein großer Unterschied, ob ein Pfeil nur die Weichteile eines Tieres durchschlägt, eine Rippe ankratzt oder hart auf einen kompakten Röhrenknochen prallt. Das findet seinen Niederschlag in den unterschiedlichen Beschädigungsformen, die in diesem Beitrag nur gestreift wurden.

Die zierlichen Dimensionen des Bogens von Koldingen könnten zu der Vermutung Anlaß geben, daß er für jagdliche Aktivitäten nicht geeignet gewesen sei.

Ziel dieses Beitrags sollte sein, mit Hilfe eines Nachbaus und weitgefächerten Schußversuchen einen Eindruck über die Leistungsfähigkeit des Bogens zu bekommen. Die dargestellten Ergebnisse zeigen recht eindrucksvoll, daß der Bogen durchaus in der Lage war, den Anforderungen der Menschen des Neolithikums als Jagd- und auch als Kampfzweck gerecht zu werden.

#### Literatur:

- BASTIAN, W. (1961): Das jungsteinzeitliche Gräberfeld von Ostorf - Bodendenkmalpflege Mecklenburg, Jahrbuch 1961: 7-130.
- BECKHOFF, K. (1963): Der Eibenholz-Bogen vom Ochsenmoor am Dümmer.- Die Kunde N.F. 14: 63-81.
- BECKHOFF, K. (1964): Der Eibenbogen von Vrees.- Die Kunde N.F. 15: 113-125.
- BECKHOFF, K. (1968): Eignung und Verwendung einheimischer Holzarten für prähistorische Pfeilbogen.- Die Kunde N.F. 19: 85-101.
- BECKHOFF, K. (1977): Der Eibenbogen von Koldingen, Stadt Pattensen, Ldkr. Hannover.- Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte 46: 177-188.
- CLARK, J.G.D. (1963): Neolithic Bows from Somerset, England, and the Prehistory of Archery in Northwestern Europe. - Proceedings of the Prehistoric Society 3:
- DEICHMÜLLER, J. (1974): Ein spätneolithischer Bogenstab von Koldingen, Kr. Hannover.- Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte 43: 102-103.
- FISCHER, A. (1985): Forsøg med Fortiden 3: På jagt med Stenalder-våben. Historisk-Archaeologisk Forsøgcenter Lejre.
- MÜLLER-BECK, H.J. (1965): Seeberg-Burgäschisee Süd. Teil 5: Holzgeräte und Holzbearbeitung.- Acta Bernensia II.
- PIESKER, H. (1958): Untersuchungen zur älteren lüneburgischen Bronzezeit.- Veröffentlichungen des Nordwestdeutschen Verbandes für Altertumsforschung und der urgeschichtlichen Sammlungen des Landesmuseums Hannover.
- RAUSING, G. ( ): The Bow. Some Notes on its Origin and Development. Lund.
- RUST, A. (1943): Die alt- und mittelsteinzeitlichen Funde von Stellmoor. Neumünster.
- WETZEL, G. (1966): Ein Eibenbogen von Barleben.- Ausgrabungen und Funde 11, 1966: 9-10.
- WILSON, T. (1901): Arrow Wounds.- American Anthropologist :

#### Anschrift des Verfassers:

Harm Paulsen  
Altfeld 23  
D-2380 Schleswig



## Formen und Brennen

Keramikherstellung  
von der Steinzeit bis zum späten Mittelalter

## Geschichte und Konstruktion alter Töpferscheiben

Wolfgang Czysz

### 1. Die Töpferscheibe in der Antike

Die schnell rotierende Töpferscheibe gehört zu den wirkungsvollsten Kraftmaschinen, die der Mensch erfunden hat. Das einfache Konstruktionsprinzip erlaubt es, durch Energie eines in Drehung versetzten Körpers den plastischen Werkstoff Ton zu verformen oder, wie auf einer vertikalen Karussell-Drehbank, einen festen Körper abzuspänen und abzdrehen.

Schon in der Antike hatte man versucht, den Erfinder dieser genialen Maschine ausfindig zu machen - ohne Erfolg -, denn der Zeitpunkt ihrer Entdeckung lag schon im Dunkel schriftloser Urzeit. Während die einen (im Griechenland des 5. vorchristlichen Jahrhunderts) den eingewanderten Skythen Anacharsis als Entdecker nannten, verwiesen die anderen auf Hyperbios von Korinth, während der berühmte römische Naturhistoriker Plinius den Athener Koroibos (Coroebus) für den Erfinder hielt.

Sicher ist nur, daß die Legendenbildung um die Töpferscheibe, die es übrigens auch in anderen Kulturkreisen gab (in China schrieb man die Töpferscheibe keinem geringeren als dem Kaiser Huang-Ti in der Mitte des 3. Jahrtausends, dem Ende des chinesischen Neolithikums zu), auch damals schon geographisch in eine falsche Richtung wies. Denn aus dem archäologischen Fundstoff kennen wir die ersten Drehscheibenerzeugnisse aus der Uruk-Warka-Kultur des Zweistromlandes zwischen Euphrat und Tigris. Von dort hat sich die Kenntnis gedrehter Keramik über Kreta (im 2. Jahrtausend v. Chr.), den Peloponnes und Mittelgriechenland

(etwa 1700 v. Chr.) und zuletzt durch die griechischen und phönizischen Kolonisten im Mittelmeerraum (9.-6. Jahrhundert v. Chr.) verbreitet. Auf diesem Wege sind auch die Händler der späten Hallstattzeit mit dieser neuen Technologie in Berührung gekommen und haben dieses Instrument an die Fürstentümer des 6. Jahrhunderts gebracht. Von dort gelangte die Kenntnis der Töpferscheibe wohl auf verschiedenen Verbreitungswegen in die Tiefe des keltischen Raumes.

Die Rekonstruktion der antiken Töpferscheibe stößt auf eine Reihe von Problemen, weil kein einziges Exemplar im Original erhalten geblieben ist. Wir kennen lediglich einzelne unvergängliche Konstruktionsteile sowie einige wenige bildliche Darstellungen, hauptsächlich von Vasenmalereien aus dem klassischen Griechenland, die aber durch ihre graphische Vereinfachung nicht immer das Konstruktionsprinzip und die Bauart genau erkennen lassen.

Im Raum nördlich der Alpen stellt die schnell rotierende Töpferscheibe bis zur Latènezeit die entwicklungsgeschichtliche Fortsetzung des einfachen, anfangs nur auf einem zentralen Zapfen gelagerten Drehtellers dar. Mit der Vergrößerung der Schwungmasse jedoch wurde eine stabile Achskonstruktion notwendig, die aus einem fest im Boden verankerten Dorn bestand, auf den die massive Schwungscheibe, deren Oberseite zugleich der Arbeitsteller war, aufgesetzt, sozusagen übergestülpt wurde. Dieser im klassischen Griechenland vielfach belegte Scheibentypus (Abb. 1) war aus Stabilitätsgründen in der Regel nur knapp über dem Boden gelagert und wurde durch den Töpfer selbst oder einen Gehilfen von Hand, später auch mit Hilfe eines Riemens oder Seiles, angezogen: Dieses Antriebsprinzip hatte Konsequenzen für die Drehrichtung der Scheibe, die sich dann nämlich stets im Uhrzeigersinn, d. h. rechtsherum, bewegte. Wegen der geringen Schwungmasse war dieser Typus noch verhältnismäßig „langsam“.

Die niedrig gelagerte „klassische“ Scheibe konnte jedoch noch durch den Einsatz eines fast zwei Meter langen (Holz-)Stabes als verlängertem Hebelarm verbessert werden, was die Drehgeschwindigkeit bzw. Rotationsdauer betrifft (Abb. 2). Dieser Stab greift in ein Loch am Scheibenrand ein, wird (wiederum im Uhrzeigersinn) herumgewirbelt und



Abb. 1: Niedrig gelagerte Radscheibe. Attisch schwarzfigurige Schale der 2. Hälfte des 6. Jh.s v. Chr. Niedrig gelagerte Scheibe mit starrer Achse, die in den Boden eingelassen und verankert ist. Der Töpfer dreht vom Stock mit Hilfe eines schmalen Drehwerkzeuges (Schiene oder eher Abdreheisen). Mus. Bad. Landesmuseum Karlsruhe.



Abb. 2: Römische Stabscheibe. Fresko in Pompeji, Italien; 1. Jh. n. Chr. (zerstört 79). Wandmalerei als Ladenschild an der Außenseite einer Töpferwerkstatt in der Nähe des Amphitheaters. Der Töpfer sitzt - links neben ihm Vulcanus (nicht mehr im Bild) - auf einem niedrigen Hocker vor der Scheibe („vom Stock“ drehend), zu seinen Füßen abgelegt der Stab zum Anwerfen des massiven Schwungkörpers.

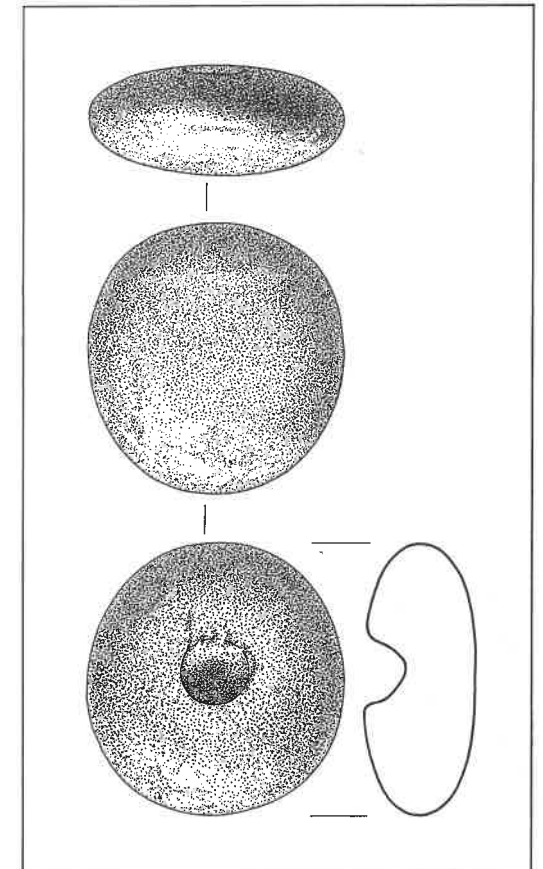


Abb. 3: Spurpfanne einer römischen Töpferscheibe. Aus dem Töpferdorf Rapis-Schwabmünchen, Ldkr. Augsburg; 1./2. Jh. Scheibenförmiger Naturkiesel mit eingeschliffenem konischem Näpfchen von 1,7 cm Durchmesser.

dann zum Töpfeln selbst aus der Hand gelegt. Aufgrund der „rechtshändig“ ausgeprägten Oberarmmuskulatur führt auch dieser Bewegungsablauf zu einer rechtsdrehenden Scheibe. Dank der Schwungmasse - häufig hat man alte Wagenräder (lat. rota) oder ausgediente Mühlsteine zweckentfremdet - blieb die Rotation lange erhalten (Abb. 3 u. 4). Dieser Typus der Stab- oder Rad-drehscheibe war in der Antike offenbar weit verbreitet und hat sich fast über ein Jahrtausend bis ans Ende der römischen Kaiserzeit dauerhaft gehalten. Wie und wo er sich über die Zeiten des frühen und hohen Mittel-

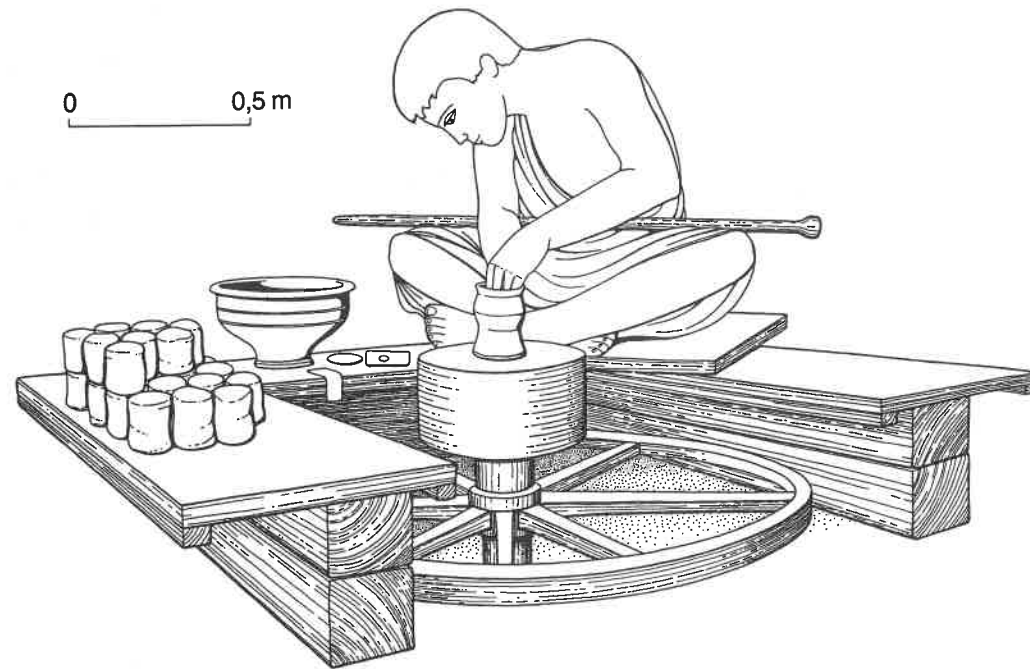


Abb. 4a: Rekonstruktion der römischen Radscheibe.

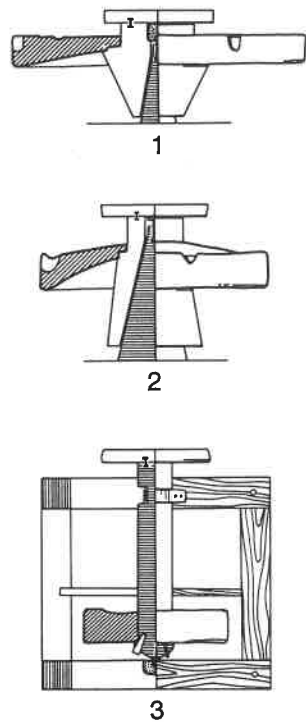


Abb. 4b: Scheibenkonstruktionssystem.

alters gerettet hat, ist aus Mangel an Funden oder Bildquellen heute noch nicht zu übersehen. Wichtig ist nur, zu wissen, daß sich dieser Konstruktionstyp, die Stabscheibe, schließlich bis in die Neuzeit gehalten hat und erst - regional unterschiedlich - seit Beginn unseres Jahrhunderts von anderen Scheibentypen verdrängt wurde.

Eine entscheidende Neuerung und Verbesserung vor allem für die physische Belastung des Töpfers gelang im hellenistischen Ostmittelmeerraum, gut belegt durch Darstellungen der Ptolemäerzeit (332-330 v. Chr.) in Ägypten (Abb. 5) und der Spätantike Nordafrikas: Es war die „Erfindung“ der fußgetriebenen Scheibe, die den Töpfer von der kraftzehrenden Dreharbeit seiner Arme entlastete (wodurch er sich besser auf das Formgeschehen selbst konzentrieren konnte); außerdem wurde dadurch das Arbeitstempo gesteigert, was wohl auch Auswirkungen auf die Dreh-, d.h. Formqualität der Keramik hatte.

Das Konstruktionsprinzip blieb gegenüber der „alten“, flach liegenden Radscheibe vorläufig noch dasselbe; es stellt allerdings typologisch eine Weiterentwicklung dar: Die

nach wie vor fest in den Boden eingelassene Achse wurde gewissermaßen nach oben verlängert, der Arbeitsteller vom Schwungkörper getrennt und nach oben verlegt. Dadurch blieb der Hauptschwungkörper „am Boden“ und konnte mit den Füßen bewegt werden. Auf demselben Prinzip beruht schließlich noch die mittelalterliche Blockscheibe (Abb. 6), die als Konstruktionstyp hierzulande noch bis ins 19. Jahrhundert hinein gebräuchlich war.

Die Folge dieses nun auf die Muskelarbeit der Beine verlagerten Drehprinzips war eine Linksdrehung der Scheibe, da die Beinmuskulatur auf Dauer wiederum nur eigene, muskeltypische Bewegungsabläufe erlaubt. Da nämlich der rechte Fuß (beim rechtshändig veranlagten Menschen) stets nach vorne tritt



Abb. 5: Ptolemäische Fußscheibe. Steinrelief am Isistempel von Philae, Ägypten; 3. Jh. v. Chr. Der Gott Chnum formt an der fußgetriebenen Töpferscheibe das Welte.



Abb. 6: Hafner an der Blockscheibe. Holzschnitt (10,3 x 11,5 cm) eines anonymen Holzschneiders (in: Polydorus Vergilius Urbinus; *De inventoribus rerum*, 1499, dt. Ausgabe „Von den erfindern der dyngen“, „Getruckt zu Augspurg durch Heynrich Steyner 1537“). Staats- und Stadtbibliothek Augsburg, 2° Enc Vergilius.

(„schiebt“), während der linke in einer leicht ziehenden Gegenbewegung pendelt, ergibt sich als Folge - und diese Beobachtung ist für die Keramik selbst besonders wichtig - eine Drehung gegen den Uhrzeigersinn, linksherum (wie übrigens alle späteren fußgetriebenen Scheiben auch). Wenn es also gelingt, anhand von Drehspuren (vor allem Quetschfalten und Texturen) die Drehrichtung eines Gefäßes zu bestimmen, kann dadurch ein wesentlicher Hinweis für die Bestimmung des Scheibentyps gewonnen werden, auf dem das Gefäß gedreht wurde.

## 2. Die Drehscheibe des Hafners in Mittelalter und Neuzeit

Die Quellenlage für die Geschichte der Drehscheibe des Hafners in Mittelalter und Neuzeit ist keineswegs günstiger, als man auf den ersten Blick für schriftliche Zeiten zu glauben geneigt ist. Bildquellen auf Papier oder Leinwand bleiben eine Seltenheit; originale Töpferscheiben haben sich - von selte-

nen Ausnahmen abgesehen - erst seit dem Ende des letzten Jahrhunderts erhalten. Der archäologische Fundstoff des Frühmittelalters (Merowingerzeit, 6./7. Jh.), aber auch noch der karolingischen und romanischen Epoche, besteht im Süden Deutschlands zum überwiegenden Teil aus handaufgebauter Ware, deren sozusagen prähistorische Herstellungsmethode „alle Zeiten“, selbst die Perioden qualitativster, perfekter Drehscheibenware der Antike, überdauert hat. Die Kenntnis der Töpferscheibe ging in den Wirren der Völkerwanderungszeit - jedenfalls hierzulande - verloren. Sie hat sich nur in den stadtartigen Zentren spätantik-romanischer Tradition wie Gallien, am Mittel- und Niederrhein und vermutlich auch am unteren Lauf der Donau erhalten. Diese Orte haben nach wie vor durchaus hochwertige und technisch verfeinerte Drehscheibenkeramik (Fernhandelsware) geliefert, ohne daß wir jedoch eine auch nur vage Vorstellung von der Typenzugehörigkeit ihrer Töpferscheiben hätten. Nicht zu übersehen ist außerdem, daß im 7. Jahrhundert in vielen ländlichen Regionen Süddeutschlands wieder Scheiben liefen, deren Konstruktion wir zwar nicht kennen, die jedoch mehr oder weniger - vom Standpunkt perfekter Drehscheibenware betrachtet - diletantische Produkte geliefert haben. Die handaufgebaute Ware dieser Zeit ist dagegen häufig auf einer langsamen, von Hand angezogenen Tournette („Ränderscheibe“) überdreht worden, was nach dem Augenschein - zumal im zerscherbten Zustand eines Gefäßes - nicht immer leicht von schneller Drehscheibenware zu unterscheiden ist. Für die Zeit des hohen und späten Mittelalters beschränkt sich unser Wissen im süddeutschen Raum nur auf wenige Bildquellen. Es handelt sich fast ausschließlich um Holzschnitte, die ausnahmslos dem Typus der hölzernen Blockscheibe (mit vertikalen Sprossen, daher „Sprossenscheibe“), also jener fußgetriebenen Scheibe mit fest verankertem Achsdorn, über den die Arbeitsplatte „gestülpt“ ist (Abb. 7), angehört; wir kennen sie bereits aus dem Zusammenhang mit dem hellenistischen Konstruktionstypus mit feststehender Achse. Sie war überall in Süddeutschland zu finden, zuletzt als massive Kreuzblockscheibe im bayerischen Kröning, wo sie bis in unser Jahrhundert hinein in Ge-



Abb. 7: Neuzeitliche Blockscheibe. Bierdeckeleinsatz aus Porzellan mit Emailfarben (Durchmesser 6,9 cm), Herkunft wohl schwäbisch; 19. Jh. Zwischen Schüssel und dreifüßigem Grapen Blockscheibe mit gedrehter Achse. Auf dem Scheibenteller zweihenkelige „Vase“ zwischen Initialen A. und N. Umschrift: „Hoch lebe das edle/Handwerk der Hafner“. Mus. Wertingen; Inv.-Nr. 31032/24-027.

brauch war. Späte Belege für diese Hafnerscheibe in Schwaben stammen aus dem Zunftmilieu bzw. seinen oft symbolhaften Darstellungen (Abb. 7), so daß man nicht sicher sein kann, ob diese Scheibentypen tatsächlich noch bis an den Beginn des 19. Jahrhunderts in Gebrauch waren oder ob hier lediglich alte Bild Darstellungen tradiert worden sind.

Ob sich die mit Stab getriebene, niedrig gelagerte Radscheibe (Abb. 8), die ja ebenfalls Nachfahre eines antiken Scheibentyps war, hierzulande ebenfalls gehalten oder wieder eingebürgert hat, wissen wir nicht. Sie ist erstmals und vorläufig noch als vereinzelt Exemplar in der „Steinguth-Fabrique“ von Louisensruh bei Aystetten nachweisbar, deren Gründer, der Augsburger Baron Balthasar von Hößlin (1759-1845), einst Kannebäcker aus dem Koblenzer Hinterland nach

Bayern geholt und anfangs zum Aufbau seiner Manufaktur beschäftigt hatte. Es liegt nahe, daß die fremden Handwerker aus dem Rheinland jene bei den dort ansässigen Steinzeugtöpfern weitverbreitete Töpferscheibe erst am Anfang des 19. Jahrhunderts in den Süden mitgebracht haben. Die wenigen in den Museen erhaltenen Hafnerscheiben der Neuzeit gehören alle dem „modernen“ Scheibentyp an, der sich heute in jeder Werkstatt durchgesetzt und alle „alten“ Typen verdrängt hat. Es ist die Schub- oder Fußscheibe mit der massiven, ursprünglich hölzernen, selten aus Stein geschlagenen, und später oft gußeisernen Schwungscheibe, die durch eine starre Achse („Spin-

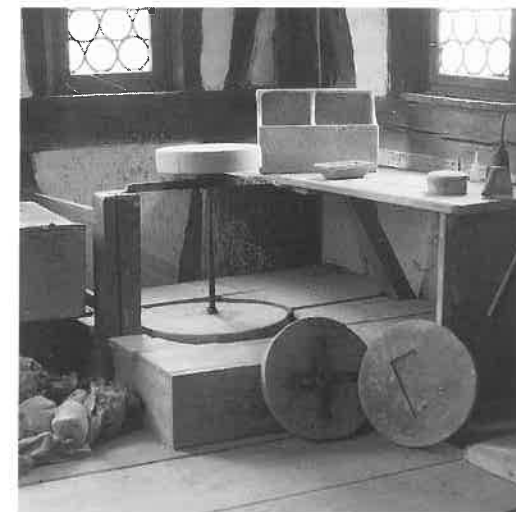


Abb. 9: Moderne Schubscheibe. Hafnerscheibe aus der Werkstatt Bittner in Oettingen, Ldkr. Donau-Ries; Anfang 20. Jh. Schubscheibe mit Schwungskörper (Durchmesser 50 cm) aus Buchenholz, auf der Unterseite zusätzlich beschwert durch zwei Bruchstücke eiserner Ofenplatten. Die Achsspitze läuft in einem eisernen Lager, das auf dem horizontalen Balken im Unterbau („Antritt“) festgeschlagen ist. Einfaches Halslager unter dem 35 cm großen Arbeitsteller. Mus. Oettingen, Inv.-Nr. 4128.



Abb. 8: Frühneuzeitliches Töpferrad. Kupferstich (7,8 x 4,5 cm) aus: Herman Hugo, *Pia Desideria; Liber Primus Gemitus Animae Poenitentis* (1682) 16 (Andachtsbuch des in Brüssel 1588 geborenen und 1629 in Rheinberg verstorbenen Jesuiten Herman Hugo). Staats- und Stadtbibliothek Augsburg, 8° ThPr 1682.

del“, daher die Bezeichnung Spindelscheibe) fest mit dem Arbeitsteller („Scheibenkopf“) verbunden ist (Abb. 9). Die zugespitzte (Eisen-)Achse läuft unten in einer am Boden verankerten Spurpfanne und oben, knapp unter dem Scheibenteller, in einem Halslager, das mit einer oder zwei Eisenstangen an der Sitzbank oder Werkstattwand fest montiert war. Der Hafner saß rittlings über der Scheibe und trieb „schob“, daher die Bezeichnung Schubscheibe) den Schwungskörper mit seinen nackten Füßen an, so daß die Drehrichtung üblicherweise linksläufig, d.h. gegen den Uhrzeigersinn, gerichtet war. Wann dieser Scheibentyp mit seiner neuen technischen Konstruktion die alten Block- und Radscheiben verdrängt hat, ist beim heutigen Forschungsstand noch nicht absehbar. Es liegt auf der Hand, daß dieser Vorgang nicht nur nach und nach, sondern auch

in verschiedenen Regionen unterschiedlich, verlaufen ist. Der älteste archivalische Nachweis für die Existenz jener Scheibe stammt wiederum aus der Manufaktur Louisensruh, wo in einem Inventar des Jahres 1815 verzeichnet werden: „6. Drehbänke, eine nach englischer Art. zwey nach Koblenzer=Art mit dem großen eisernen Rad“, sowie „zwey gewöhnliche Drehscheiben, wie die Porzellan Fabriken hier zu Land haben.“

#### Literatur:

- CZYSZ, W. (1982): Der Sigillata-Geschirrfund von Cambodnum-Kempton. Ein Beitrag zur Technologie und Handelskunde mittelkaiserzeitlicher Keramik. - Berichte der Römisch Germanischen Kommission 63: 281-348.
- CZYSZ, W. u. ENDRES, W. (1988): Archäologie und Geschichte der Keramik in Schwaben. - Neusäßler Schriften 6: 56-59 u. 154-157.
- DEHN, W. (1963): Frühe Drehscheibenkeramik nördlich der Alpen. - Alt-Thüringen 6: 372 ff.
- FOSTER, G. M. (1959): The Potter's Wheel: an analysis of idea and artifact in invention. - Southwestern Journal of Anthropology 15: 99-119.
- HORWITZ, H. Th. (1933/34): Die Drehbewegung in ihrer Bedeutung für die Entwicklung der materiellen Kultur. Anthropos. 38/39: 721-757 u. 749-757.
- HUSSONG, L. (1928): Zur Technik der attischen Gefäßkeramik: Trier.
- JOACHIM, J.-E. (1986): Zwei frühlatènezeitliche Fußgefäße und der Beginn der Drehscheibenkeramik im Rheinland. - Archäologisches Korrespondenzblatt 16: 317 ff.
- KOLLING, A. (1988): Erstmals Töpferscheiben aus Ton im römischen Deutschland. - Archäologisches Korrespondenzblatt 18: 365-371.

- LAUFER, B. (1917): The Beginnings of Porcelain in China. Field Museum of Natural History Publications 192. Anthropol. Ser. 15: 148-177, Taf. 11-12.
- LÖBERT, H. W. (1984): Typen neuzeitlicher Töpferscheiben in Deutschland. - Volkskunst 7: 5-9.
- LÖBERT, H. W. (1984): Types of potter's wheel and the spread of the spindle wheel in Germany. The many dimensions of Pottery. Ceramics in archaeology and anthropology. - Cingula 7: 205-226.
- MOOSLEITNER, F. (1974): Eine Unterlagsplatte für eine Töpferscheibe vom Dürrnberg bei Hallein, Land Salzburg. - Archaeologia Austriaca 56: 13 ff.
- REHM, A. (1938): Zur Rolle der Technik in der griechisch-römischen Welt. - Archiv für Kulturgeschichte 28: 135 ff.
- RICHTER, G. (1923): The Craft of Athenian Pottery.
- RIETH, A. (1939): Töpferscheibe.
- RIETH, A. (1960): 5000 Jahre Töpferscheibe. Konstanz.
- RIETH, A. (1965): Zur Frage der römischen Töpferscheibe. - Fundberichte aus Schwaben NF 17: 153-155.
- ZIOMECKI, J. (1964): Die keramischen Techniken im antiken Griechenland. - Zeitschrift für Kunstgeschichte und Archäologie 6: 1-36.
- ZIOMECKI, J. (1975): Les représentations d'Artisans sur les vases Attiques. - Bibliotheca Antiqua 13.

#### Anschrift des Verfassers:

Dr. Wolfgang Czys  
Bayer. Landesamt für Denkmalpflege  
Prinzregentenstr. 11a  
D-8900 Augsburg

## Keramiköfen in der Vor- und Frühgeschichte

Wolfgang Czys

Nach dem Trocknen an der Luft wird das Tongefäß gebrannt und durch einen irreversiblen Prozeß in keramische Substanz überführt. Wegen der physikalisch-chemischen Vorgänge in Ton und Masseteilchen muß der Brennvorgang vorsichtig und langsam ablaufen (besonders in den Temperaturbereichen um 240°C und später um 620°C, weil der Quarz bei diesen Temperaturen sprunghafte Volumenveränderungen durchmacht, die zu Rissen oder zum Zerspringen des Gefäßes führen können). Dieselben physikalischen Vorgänge erfordern auch ein behutsames Abkühlen nach dem Brand.

Technisch ist es durchaus möglich, Geschirr im offenen Herdfeuer zu „brennen“, doch freilich nur mit erheblichen Verlusten und Einschränkungen in der Verwendungsfähigkeit der Gefäße. Der vorgeschichtliche Mensch hat - in Analogie zu den Praktiken der Naturvölker - seine Keramik in ebenerdigen oder eingegrabenen Meilern gebrannt (Abb. 1). Dies kann nicht nur bei zahlreichen Kulturen Afrikas, Asiens oder Amerikas heute noch beobachtet, sondern auch im Experiment nachvollzogen werden: Die Tongefäße werden zusammen mit dem Brennmaterial (in der Regel Holz, Torf oder Dung) zu oft mehreren Metern großen Hügeln aufgeschichtet. Der angezündete Meiler brannte, oder besser glühte, langsam durch, wobei erstaunlicherweise schon nach wenigen Stunden Temperaturen von 700°C bis 800°C erreicht wurden, also Temperaturen, die für die Herstellung eines gebrauchstüchtigen Gefäßes ausreichen.

Solche Meilerbrände verlaufen jedoch je nach Wetterlage, Luftdruck und Windverhält-

nissen sehr unruhig; das Brenngut wird stets unterschiedlich mit Sauerstoff versorgt, so daß die Gefäße meist sehr stark gefleckt und - abhängig von der Luftzufuhr - oxidierend (mit warmen Braun-Rot-Tönen) oder reduzierend (mit grauen bis schwarzen Farben) aus dem Feuer kommen. Auch ist der Ausschub bei Meilerbränden recht hoch, wie man im Experiment beobachten kann.

Die Entwicklung eines stationären Brennplatzes mit bestimmten brenntechnischen Einrichtungen wie z.B. einer Brennplatte aus Steinen, einer umgebenden Mauer, Schüröffnungen usw. lag im Interesse des Töpfers; der Ausschub sollte so gering wie möglich gehalten und eine kontrollierbare Brennatsmosphäre (und damit eine bewußte Farbgestaltung) erreicht werden. Ofenkonstruktionen, die er auch auf den Brand von Keramik übertragen und anwenden konnte, waren ihm aus verschiedenen Bereichen des täglichen Lebens ja durchaus bekannt.

Regelrechte Töpferöfen der Vorgeschichte zählen jedoch zu den Seltenheiten, weil sie im archäologischen Befund kaum erkennbare Spuren hinterlassen haben. Schon aus den Keramikfunden selbst ergab sich für den Archäologen der Verdacht, daß seit der Urnenfelderzeit mit ihrer reduzierten Feinkeramik „Ofenkonstruktionen“ vorhanden gewesen sein müssen, ohne daß sie bisher im Boden nachgewiesen werden konnten. Beim Bau der Autobahn Augsburg-Stuttgart kam



Abb. 1: Meilerbrand. Experimentalmeyler (1986) mit ca. 50 Gefäßen. Aufgeschichtet aus trockenem Laubholz (Höhe etwa 1 m). Brenndauer 5 Stunden, Reduktion und Abkühlung 2 Stunden.



Abb. 2: Römische Töpferöfen. Schachttöfen mit senkrechter Flammenführung (Öfen 33-35) im Töpferdorf RAPIS-Schwabmünchen, Ldkr. Augsburg; 2. Jahrhundert.

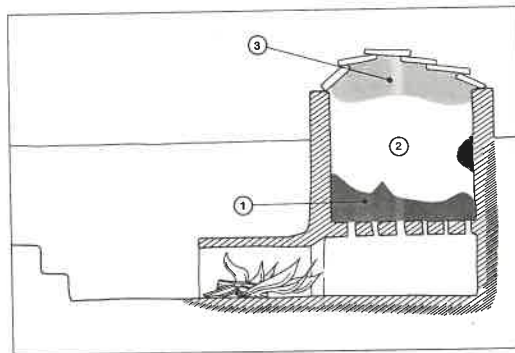
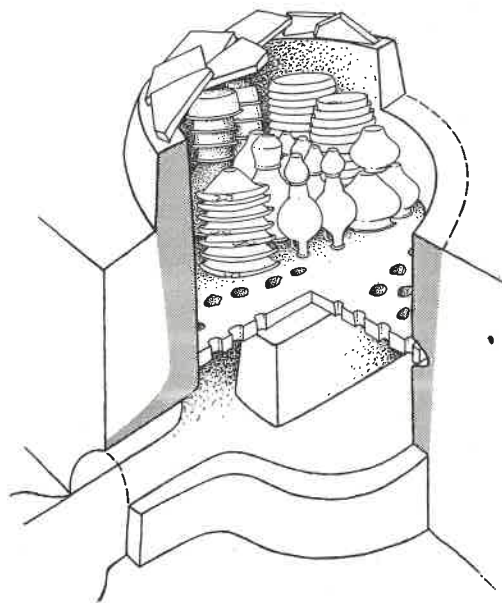


Abb. 3: Rekonstruktion eines römischen Töpferofens. Ofenfüllung und Schnittzeichnung der Brennkammer.

nahe dem Elchinger Kreuz 1976 der erste Ofen der späten Urnenfelderzeit zutage; er besaß eine regelrechte Brennkammer mit Rost, die durch eine Schüröffnung beheizt wurde. Öfen der Latène-Zeit zeigen dann bereits schon jene verfeinerten konstruktiven Details, die spätestens seit den klassischen Perioden des Ostmittelmeerraumes und seit der Kaiserzeit überall dort, wo die römische Zivilisation Fuß gefaßt hatte, zum technologischen Standard geworden waren: Es handelt sich um den Typ des „stehenden Ofens“, also eines oben offenen Zylinders („Schachtofen“), der durch einen horizontal liegenden Schürkanal unter der „Brennkammer“ beheizt wurde (Abb. 2). Das Brenngut (die Tonware) steht auf einem Rost über der „Feuerkammer“ (Abb. 3). Die Brennkammer faßt durchschnittlich rund einen Kubikmeter, wobei in den großen Manufakturen mit spezialisierter Produktion (Abb. 4 u. 5) wie z.B. in den Terra-Sigillata-Zentren Öfen von 3 m Durchmesser gar keine Seltenheit waren. Die erreichbare Temperatur lag zwischen 900°C und 1000°C, bei den Sigillata-Öfen ein wenig höher (max. 1050°C).

Dieser Ofentyp besitzt technisch ausgereifte Bauteile: Die Sogwirkung der Brennkammer führte zwar stets zu örtlichen Überhitzungen im Staubereich über der Feuerkammer (und entsprechend einer Unterfeuerung in den oberen Ofenstockwerken), doch war die Atmosphäre insgesamt ausgeglichen und stabil, so daß sich der Ausschuß in vertretbaren Grenzen hielt. Der Brennablauf war nun nicht mehr dem Zufall überlassen, sondern konnte anhand der Glühfarben im Schauloch, durch Zugproben, Rußentwicklung, durch Farbe und Aussehen des Rauches etc. verfolgt und gegebenenfalls korrigiert werden.

Der Typus des stehenden Schachtofens hat sich, vom Mittelmeerraum ausgehend, in den Provinzen des römischen Reiches (mit einigen traditionell bedingten Unterschieden) ausgebreitet und durchgesetzt. Diese mediterran-antike Technologietradition verlor sich jedoch im frühen Mittelalter und machte anderen technischen Konstruktionsmöglichkeiten Platz; aufgrund der bruchstückhaften archäologischen Quellenlage läßt sich heute noch kein klares Bild von diesen Vorgängen gewinnen.

Die antike Brenntradition endet im süddeutschen Raum mit dem späten 4. Jahrhundert.



Abb. 4: Terra-Sigillata-Ofen. Schachtofen aus Schwabegg, Stadt Schwabmünchen, Ldkr. Augsburg (1980); 1. Hälfte 3. Jahrhundert.

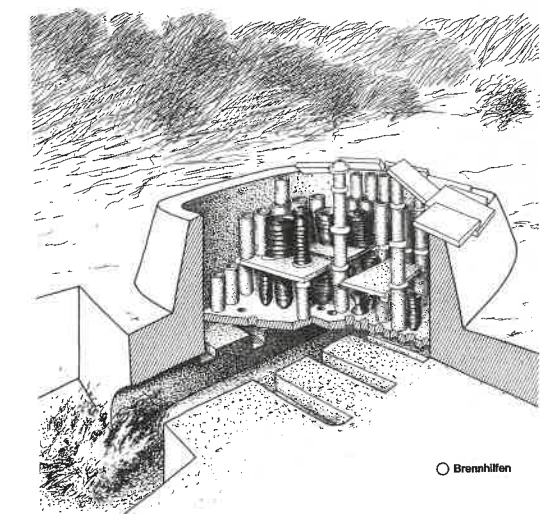


Abb. 5: Rekonstruktion des Sigillata-Ofens. Schachtofen mit Sigillata-Füllung, die wegen der leicht sinternden Glanztonengobe eine Reihe von Brennhilfsmitteln (Kammereinbauten, Distanzkörper) benötigt.



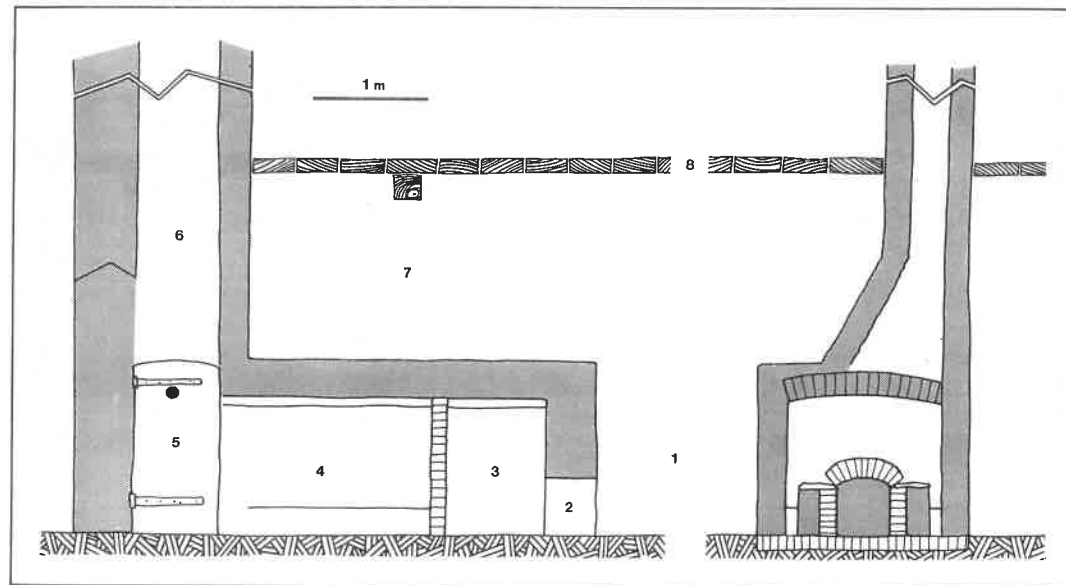
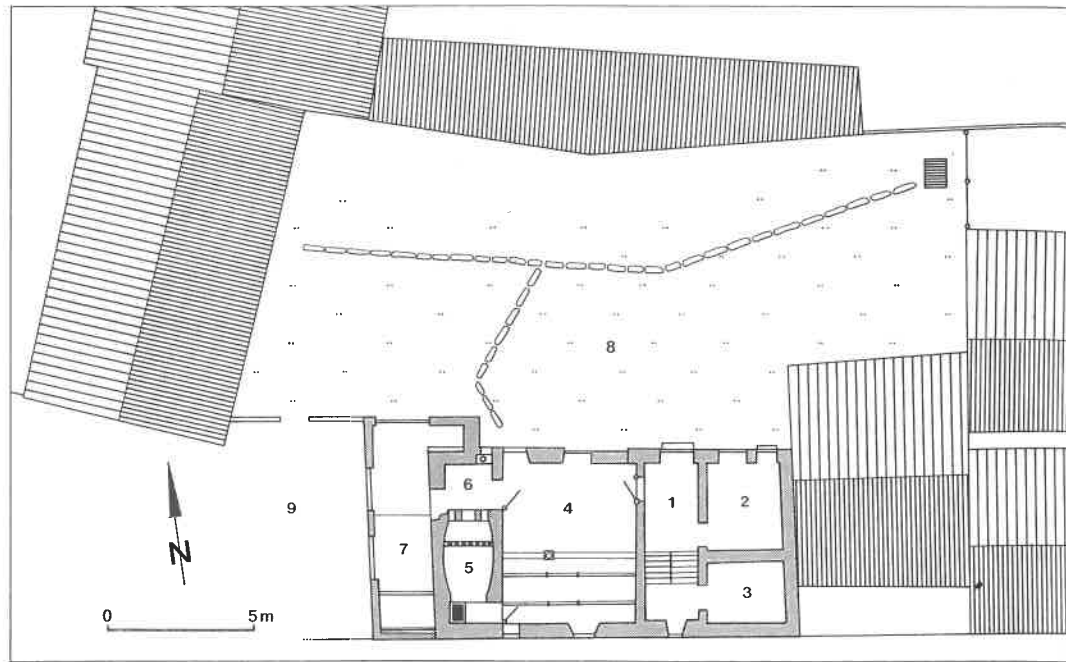


Abb. 6: Spätmittelalterlich-frühneuzeitlicher Flaschenofen. Liegender Ofen mit horizontaler Flammenführung in der Hafnerwerkstatt Bittner (Oettingen i. Bay., Ldkr. Donau-Ries); Anfang 20. Jahrhundert. Wegen der ausgebauchten Form der Brennkammer spricht man vom Typus des Flaschenofens.

Die Merowinger- und Karolingerzeit hat, wie übrigens auch das hohe Mittelalter, noch keine Ofenspuren im Fundbild hinterlassen. Allerdings werden in anderen Regionen, vor allen Dingen im Rheinland, neue Ofenentwicklungen erkennbar, die einem völlig anderen, zunächst eher ertümlich anmutenden Ofenprinzip entsprechen. Grundlegend verschieden ist die Führung der Heizgase, die nun nicht mehr vertikal durch den Schacht nach oben geführt, sondern horizontal durch die liegende Brennkammer geleitet werden (Abb. 6). Man spricht deshalb vom „liegenden Ofen“ mit horizontaler Flammenführung; aufgrund der ausgebauchten Form der Brennkammer benutzt man hin und wieder auch die Bezeichnung „Flaschenofen“. Der Rost (Düsenplatte) fehlt bei einfachen Öfen oder steht in größeren Kammern senkrecht vor dem Brennraum, der in einen mehr oder weniger langen Kamin mündet, welcher dem Ofen den notwendigen Zug verleiht.

Dieser Bautyp wird im süddeutschen Gebiet greifbar in der Hafnerei Bittner in Oettingen i. Bay., wo sich ein Ofen in der ebenerdigen Werkstatt des Hafnerhauses erhalten hat. In der Steinzeugmanufaktur Louisensruh bei Aystetten konnte ein gut 11 m langer und 4 m hoher „Koblenzer-Ofen“ untersucht werden, der als Konstruktionstyp speziell auf die Salzglasur abgestimmt und von rheinischen Steinzeugtöpfnern ins Land gebracht worden war.

Einen bemerkenswerten Sprung der Ofentechnologie ins Zeitalter der industriellen Revolution dokumentiert der zweite Louisensruher Ofen, der das Herzstück der Steinzeugmanufaktur war: Die wissenschaftliche Beobachtung, das Experiment und die Suche nach naturwissenschaftlichen Erklärungen führte zu neuen Konstruktionsformen, wobei hier die Entwicklung von Öfen mit neuen Heizstoffen wie Generator-Gas, Erdöl oder Strom außer acht bleibt und nur die jüngste Entwicklung des Holzgefeuerten Ofens vorgestellt und erläutert werden soll.

Der im Durchmesser 3 m weite Steinzeug-Ofen der Louisensruher Manufaktur (Abb. 7), die im Jahre 1808 vom bayerischen König konzessioniert wurde und nachweisbar bis 1867 bestand, war in einem 12 m hohen Turmhaus mit teilweise eisernem Dachstuhl eingebaut. Er besaß fünf radiale Feuerzüge, die aus der eigentlichen Schüröffnung, dem



Abb. 7: Neuzeitlicher Schachtofen. Schachtofen mit radialen Feuerzügen aus der Manufaktur Louisensruh bei Aystetten, Ldkr. Augsburg, im Grabungsbefund (1986); 1808-1867.

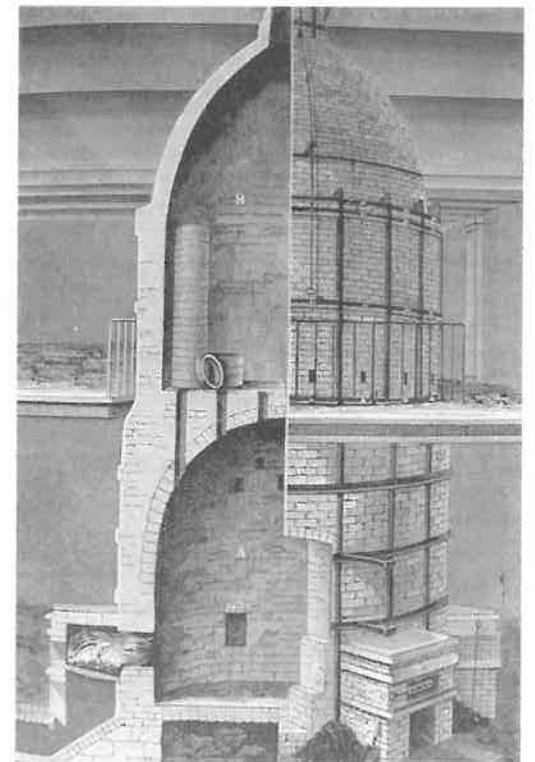


Abb. 8: Aufriß eines modernen Schachtofens. Darstellung eines Schachtofens vom Typ Aystetten aus der Berliner Porzellanmanufaktur; Anfang 20. Jahrhundert.

Rost und dem darunterliegenden Aschekasten bestanden, der zum Entfernen der anfallenden Asche diente. Neben der komplizierten Flammenführung markiert auch die riesige Dimension des Ofens den Unterschied zum mittelalterlichen Ofenbau. Soweit heute erkennbar, stammt diese Ofentechnologie zumindest nicht direkt aus dem damals auf dem Sektor des Keramikbrandes führenden England, wie die zeitgenössische Bezeichnung „Weegwood-Ofen“ glauben machen könnte. Die Erfindung der radial gefeuerten Öfen wird dem Franzosen J. Guettard zugeschrieben, der in der 1756 in den Pariser Vorort Sèvres verlegten ‚Manufacture royale‘ arbeitete. Von dort wohl gelangte diese Ofenkonstruktion auf verschiedenen, heute noch nicht nachvollziehbaren Wegen in die Welt und blieb bis in unser Jahrhundert hinein der ‚klassische‘ Typus des Porzellanofens (Abb. 8).

#### Literatur:

- CZYSZ, W. (1988): Die „Steinguth-Fabrique“ Lourensruh bei Aystetten, Lkr. Augsburg. in: Czysz, W. u. Endres, W.: Archäologie und Geschichte der Keramik in Schwaben. Neusäßener Schriften 6: 186-193.
- DREWS, G. (1978/79): Entwicklung der Keramik-Brennöfen. - Acta praehistorica et archaeologica 9/10: 33-48.
- GÖTZE, A. (1929): Reallexikon der Vorgeschichte, Bd. 13, s.v. Töpferei und Töpferofen: 328-335.
- JANSSEN, W. (1987): Der technische Wandel der Töpferöfen von der Karolingerzeit zum Hochmittelalter, dargestellt anhand rheinischer Beispiele. La Céramique (V.-XIX. s.). Actes du premier congrès international d'archéologie médiévale Paris: 107-119.

- KÖPKE, W. (1985): Töpferöfen: die Brennanlagen der traditionellen Töpfereien Spaniens. - Marburger Studien zur vergleichenden Ethnosoziologie 13. Bonn.
- LITZOW, K. (1984): Keramische Technik. München.
- LÜCKE, A. (1982): Rekonstruktion eines prähistorischen Töpferofens und Brennversuche in Kukate, Kr. Lüchow-Dannenberg. - Acta praehistorica et archaeologica 13/14: 269 ff.
- MÄMPEL, U. (1985): Keramik. Reinbek.
- MAYES, P. (1962): The Firing of a second pottery kiln of romano-british type at Boston. - Archaeometry 5: 80-92.
- PLANCK, D. u. RÖSKE, H. (1978/79): Römische Töpferöfen aus Benningen, Kr. Ludwigsburg. - Acta praehistorica et archaeologica 9/10: 135-143.
- PRESSMAR, E. (1979): Elchinger Kreuz, Ldkr. Neu-Ulm. Siedlungsgrabung mit urnenfelderzeitlichem Töpferofen. - Kataloge der Prähistorischen Staatssammlung München: 26 ff.
- RHODES, D. (1968/repr.1977): Kilns. Design, Construction and Operation.
- THURNWALD, R., (1929): Reallexikon der Vorgeschichte, Bd. 13, s.v. Technik: 221-230.
- WINTER, A. (1956): Alte und antike Brennanlagen, die Regie ihrer Feuer. - Keramische Zeitschrift 8: 513-517.
- WINTER, A. (1978): Die antike Glanztonkeramik. Praktische Versuche. - Keramikforschungen III: 26 ff. Mainz.

#### Anschrift des Verfassers:

Dr. Wolfgang Czysz  
Bayer. Landesamt für Denkmalpflege  
Prinzregentenstr. 11a  
D-8900 Augsburg

## Die Keramikherstellung im offenen Feldbrand

Mit einem Beitrag über archäologische Untersuchungen von Feldbränden

Monika Lüdtke  
Kim Dammers

Die einfachste Form, Keramik zu brennen, besteht darin, sie ins offene Feuer zu legen. So wurden vermutlich die ersten Keramikbrände durchgeführt. Brennöfen kamen erst später auf.

In einem so einfachen Prozeß wie dem „offenen Feldbrand“ lassen sich kleinere Gefäße in hinreichender Güte brennen. Aber größere Stücke und größere Stückzahlen führen zu Problemen. Der schroffe Wechsel zwischen heißer Flamme und kalter Frischluft läßt besonders die größere Ware zu Beginn des Brandes leicht zerspringen.

Ziel der Versuche war es zunächst, eine Brenntechnik herauszufinden, bei der die Zerstörung der Keramik im schwer kontrollierbaren Feuer möglichst gering gehalten wird.

#### Die Herstellung des Magerungsmittels

Rißbildung und Abplatzungen lassen sich weitgehend vermeiden, wenn der Ton z. B. mit Granit, Quarzit, Sand oder organischen Materialien gemagert wird. Dabei ist es sinnvoll, grobe und feine Magerungsteilchen zu mischen, damit sich möglichst formbarer, plastischer Ton ergibt. Aufgrund von Untersuchungen neolithischer Keramik wurde bei den hier beschriebenen Versuchen für die Magerung des Tones überwiegend Granit verwendet.

Als Werkzeuge zur Herstellung des Magerungsmittels wurden sog. Klopf- oder Reibe- steine verwendet. Sie sind fast immer rundlich und liegen gut in der Hand.

Für unsere Versuche stellte das Braun-

schweigische Landesmuseum in Wolfenbüttel ein fundortloses Original zur Verfügung, welches wahrscheinlich aus quarzitischem Sandstein besteht.

Als Unterlage (Amboß) diente ein größerer 47 kg schwerer Gneis mit einer geraden Oberseite.

Als Magerungsmittel wurde ein stark poröser Granit mit 26,5 kg Gewicht verwandt, der in kleine, handliche Stücke zerlegt wurde. Diese Kleinteile können leicht und ohne größeren Kraftaufwand zu Gesteinsgrus geklopft werden (Abb. 1).

Durchschnittlich konnte in einer Stunde ca. 1300 g Granitgrus hergestellt werden. Eine Siebanalyse von 1000 g Magerungsgrus ergab folgende Korngrößen in prozentualer Verteilung:

Korngröße : %

bis 0,125 mm	: 8,2
bis 0,25 mm	: 17,3
bis 0,5 mm	: 27,7
bis 1,0 mm	: 30,5
bis 2,0 mm	: 5,5
bis 2,5 mm	: 5,2

Tatsächlich brauchbar waren Korngrößen über 0,5 mm Maschenweite. Granitgrus, welcher zu groß erschien, wurde beim Verkneten mit Ton von Hand herausgelesen.

Der Vergleich der neuen mit den alten Ver-



Abb. 1: Zerkleinern von Granit mit Hilfe eines Klopfsteines.



Abb. 2: Oberfläche des originalen Klopsteines mit alten (dunklen) und neuen (hellen) Bearbeitungsspuren.

tiefungen im Werkzeug bestätigte die Vermutung, daß es sich um Schlagspuren handelt. Die Tiefe der kleinen Krater ist von der Härte des zu zerkleinernden Gesteines abhängig (Abb. 2).

Die Abnutzungsspuren am Steinamboß sind bisher unerheblich. Dies kann zum einen an der Härte des Gesteins liegen, zum anderen fallen die Bruchstücke des Granits im Normalfall mit der flachen Seite auf den Amboß.

#### Herstellen und Brennen der Gefäße

Als Grundmasse diente ein feuchter Drehton, dem auf 1000 g Ton 300 g Granitgrus beigegeben wurde. Das entspricht - nach Abzug von 10 Gewichtsprozent Wasser im Ton - einem Magerungszusatz von 25%. Das liegt knapp über dem Mittelwert der Keramik aus Bostholm (MEURERS-BALKE 1985) und unter dem Mittelwert der Keramik aus Dobl (BURGER 1988).

Die Gefäße wurden aus einem gemagerten Tonklumpen oder in Wulsttechnik gearbeitet, vorwiegend Trichterbecher mit einer Höhe von 8 cm und einem Mündungsdurchmesser von 7,5 cm, kleinere Schalen (Durchmesser 9,5 cm) und auch größere Gefäße bis 22 cm Durchmesser.

Nach dem Trocknen müssen die Gefäße vor-



3.1



3.2



3.3



3.4

Abb. 3: Ablauf eines Feldbrandes mit hauptsächlich Stroh als Brennmaterial.

gewärmt werden, ohne mit Flammen in Kontakt zu kommen. Teilweise kommt es zu gut sichtbaren Farbveränderungen. Der Prozeß des Vorwärmens ist notwendig, um dem Ton langsam bei 100°C - 200°C die Restfeuchte zu entziehen. Geschieht das zu schnell, wird das Gefäß leicht zerstört. Das chemisch gebundene Wasser (Kristallwasser) wird erst beim eigentlichen Brand bei höheren Temperaturen abgegeben. Auch dies muß langsam geschehen.

Es sollten bei offenen Feldbränden verschiedene Aspekte beachtet werden:

1. Die Wirkung unterschiedlicher Brennmaterialien wie Stroh, Reisig, Zweige und Äste (maximal 6 cm Durchmesser), durchaus auch miteinander kombiniert. 2. Unterschiedlicher Aufbau des Feuers.

Zwei von insgesamt neun Bränden sollen vorgestellt werden. Der eine wurde vorwiegend mit Stroh befeuert, der andere mit Holz.

#### Feldbrand mit überwiegend Stroh als Brennmaterial

Es hatte sich als ungünstig erwiesen, die Keramik direkt auf den kalten Boden zu stellen; deshalb schichtete ich eine Unterlage aus Stroh, etwas Reisig und Ästen auf. Obenauf gruppierte ich die Gefäße (Abb. 3.1), darüber zeltförmig wenige Äste. Hierauf wurde eine dicke Schicht Stroh gelegt und angezündet (Abb. 3.2). Die Flammen schlugen hoch und verbreiteten sich rasch über den gesamten Strohhaufen (Abb. 3.2). Sobald diese Schicht schwarz verbrannt war, wurde weiteres Stroh nachgelegt. So entstand in ca. 50minütigem Nachlegen ein dunkler, leicht glühender Haufen, der aus der Mitte oben stetig rauchte (Abb. 3.3). Das eigentliche Brennen besorgten die glühenden Strohaschen. Nach etwa zwei Stunden war der rauchende Kegel soweit zusammengesackt, daß der Brand als abgeschlossen betrachtet werden konnte (Abb. 3.4).

Von den zehn gebrannten Gefäßen hat nur eines eine Abplatzung. Ein Segerkegel mit dem Fallpunkt von 600°C ist geschmolzen. Die relativ geringe Sauerstoffzufuhr führte zu dunkleren Tonfärbungen; sie tendieren ins Dunkelbeige bis Grauschwarz.



4.1



4.2



4.3



4.4

Abb. 4: Ablauf eines Feldbrandes mit Holz als Brennmaterial.

## Feldbrand mit Holz als Feuerungsmaterial

Holzkohle und Glut bildeten die Grundlage des zweiten Feldbrandes, darauf mehrere starke Äste und dann die zu brennende Keramik. Die unterste Schicht aus Glut sollte dabei verhindern, daß die Gefäße bis zum Beginn des Brandes allzu stark auskühlten (Abb. 4.1). Weiteres Holz, auf die Glut am Rand gelegt, entzündete sich rasch. Hierbei wurden die Gefäße durch Rußpartikel dunkel. Dieser Holzring wurde durch Nachlegen immer weiter erhöht, bis seine Oberkante über die Keramik hinausreichte und diese auch von oben abgedeckt werden konnte. Dies war nach 25 Minuten erreicht (Abb. 4.2). Bereits 10 Minuten später sackte diese Deckschicht zusammen, und weitere Hölzer wurden nachgelegt, insgesamt dauerte dies 60 Minuten. Hiernach ließ ich das Feuer ausbrennen (Abb. 4.3) und nahm nach einer weiteren Stunde den Brennhaufen auseinander (Abb. 4.4).

Das Brennergebnis präsentiert sich folgendermaßen: Von sechs Gefäßen ist eines gesprungen. Zwei weitere Gefäße weisen Abplatzungen auf. Der Klang der Gefäße ist hell.

Die Farbe der Gefäße ist überwiegend hell. Ein größeres Gefäß, welches im Brennhaufen mit dem Boden nach unten stand, zeigt innen sogar eine weißlich-beige Farbe. Eine Tontrommel, die aus dunkelbraun brennendem Ton aufgebaut war, ist ebenfalls relativ hell gebrannt. An Stellen, wo die Keramik auf der Asche auflag oder sie von Brennmaterial bedeckt war, zeigt der Scherben bei allen Gefäßen dunkle Flecken.

## Auswertung

Festigkeit und Härte der Keramik sind bisher nicht untersucht worden, da die bisherigen Feldbrände lediglich Ergebnisse zur Art der optimalen Brennführung bringen sollten. Einen Überblick über die durchgeführten Feldbrände soll die unten aufgeführte Tabelle geben. Sie enthält Angaben zur Unterlage, Feuerungsmaterial/Brennführung, Farbe und Brenndauer.

Das Messen von Brenntemperaturen konnte lediglich einen groben Überblick geben. Bei vier Feldbränden kam Segerkegel (022) mit

dem Fallpunkt 600°C zum Einsatz. Drei der Kegel waren geschmolzen (Feldbrand 4, 6, 8), während einer beim Brand Nr. 5 nicht schmolz. Dabei ist zu bedenken, daß die Messung der Temperaturen nur sehr vage Richtwerte angibt, da innerhalb eines Feuers an verschiedenen Stellen unterschiedliche Temperaturen herrschen, die u. a. durch die Windstärke beeinflusst werden. Im allgemeinen wird knapp über der Glut wird die Temperatur am höchsten sein und mit zunehmender Höhe abnehmen.

Die Farbe der Keramik kann beeinflusst werden, und zwar durch das Feuerungsmaterial und die Technik beim Brennen. Oxidation bzw. Reduktion des im Ton enthaltenen Eisens sorgen für die Veränderungen. Locker geschichtetes Brennmaterial wie Holz, das viel Sauerstoff an die Keramik läßt (oxidierter Brand), sorgt für einen helleren Scherben (Abb. 5.1). Dagegen wird durch sauerstoffzehrendes Stroh eine reduzierende Brennatmosphäre erreicht; folglich ist die Keramik dunkler (Abb. 5.2). Gefäßbereiche, die in Holzkohle oder Asche stehen, werden dunkel bis schwarz (Abb. 5.3). Gefäßbereiche, welche außen im Brand stehen, sind oft heller als jene, die der Mitte zugewandt sind (Abb. 5.4).

Um die Hitzeeinwirkung im Inneren der Gefäße zu verstärken, wurden manche mit leicht entzündlichem Brennmaterial wie Stroh oder Reisig ausgefüllt und auf den Gefäßrand gestellt. Dieses Material fand sich beim Ausnehmen des Brandes verkohlt wieder. Die Innenfläche der Keramik ist schwarz, teils glänzend gefärbt (Abb. 5.5). Ein vollständig oxidierend gebranntes helles Gefäß entstand in einem Einzelbrand. Dieser Topf wurde mit dem Rand auf zwei dickere Hölzer gestellt, wodurch auch eine starke Sauerstoffzufuhr von unten gewährleistet war (Abb. 5.6). Eine völlige Schwarzfärbung mit starkem Glanz entstand bei weiteren Keramikgefäßen durch aufgeworfenes frisches Gras.

Die in Oerlinghausen durchgeführten Feldbrände dauerten zwischen 45 Min. und 2 Std. 50 Min.

Von den 90 Gefäßen sind 28 Stücke beschädigt oder unbrauchbar (31%). Davon zeigen 18 lediglich Abplatzungen, die nicht den Gebrauchswert mindern. Zehn Gefäße (11,1%) sind in den Bränden zersprungen und damit unbrauchbar. Abplatzungen traten



1



2



3



4



5



6

Abb. 5.1: Oxidierend gebrannte Gefäße.  
Abb. 5.2: Reduzierend gebrannte Gefäße.  
Abb. 5.3: Reduzierend gebrannte Gefäßbereiche.  
Abb. 5.4: Eine gleiche Schwarzfärbung entsteht dort, wo sich zwischen Gefäßen Holzkohle und Asche sammeln.

Abb. 5.5: Dieses Gefäß stand mit dem Rand nach unten im Brennhaufen. Da es von innen mit Stroh ausgefüllt war, kam es durch die Reduktion zu einer Schwarzfärbung.  
Abb. 5.6: Oxidierend gebrannter Kumpf.

Feldbrand Nr.	Unterlage	Feuerungsmaterial/Brennführung	Farbe	Brenndauer
1	- Strohschicht	- Stroh, Reisig, Holz (bis 3 cm Ø)	sehr dunkel	1 h
2	"	"	"	1 <sup>30</sup> h
3	"	- Stroh, Reisig, Zweige	relativ dunkel, beige-graue Farbe	2 <sup>50</sup> h
4	- alte Feuerstelle	- Holzkohle, Holz (Ø 2-3 cm)	lebhaftes Farben, hellrot bis schwarz	1 <sup>15</sup> h
5	"	- wenig Stroh, Reisig, Holz (Ø bis 3 cm) - Feuer wurde ringförmig auf dem Boden um die Keramik entzündet und nähergerückt.	relativ hell, beige bis grau, lebhaftes Farben	2 <sup>30</sup> h
6	- Strohschicht - Zweige (Ø bis 2cm)	- Stroh, Reisig, Holz	relativ hell, beige und stellenweise schwarz	45 min
7	- alte Feuerstelle - 2 Äste (Ø 4-5 cm)	- Holzkohle, Holz - Feuer wurde ringförmig auf dem Boden um die Keramik entzündet und nähergerückt.	hell	1 h
8	- Strohschicht - Äste (Ø 4 cm)	- Stroh, wenig Holz	relativ dunkel	2 <sup>45</sup> h
9	- alte Feuerstelle - Äste (Ø 3-4 cm)	- Holz (bis 4 cm Ø) - Feuer wurde ringförmig auf dem Boden um die Keramik entzündet und nähergerückt.	relativ hell	2 h

häufig bei dickwandigeren Gefäßen auf. Ursache war sicherlich das zu schnelle Aufheizen. Sämtliche Abplatzungen fanden in den ersten Minuten nach Entzünden des Feuerungsmaterials statt.

Unterschiede in der Herstellungstechnik spiegelten sich in den Schäden nicht wider. So brach z.B. keines der Gefäße im Bereich zwischen zwei Wülsten.

Mein Dank gilt Herrn Can Tegge (Hannover) für die hervorragende Fotodokumentation, Herrn Reinhard Maier (Hannover) für die Hilfe bei der Literaturliste sowie dem wissenschaftlichen Leiter des Archäologischen Freilichtmuseums in Oerlinghausen, Frank Andraschko.

Literatur:

BURGER, I. (1988): Zur Technologie der Keramik von Dobl. Die Siedlung der Chamerguppe von Dobl: 251-268.

CARDEW, M. (1980): Der Pioniertöpfer.

DROST, D. (1967): Töpferei in Afrika.

MEURERS-BALKE, J., ARNOLD, V., HULTHEN, B., JOHANNEN, N., LIERMANN, R., LÖFFLER, R., REICHENSTEIN, H. u. STRZODA, U. (1985): Neukirchen-Bostholm, Kreis Schleswig-Flensburg. Ein Siedlungsplatz der mittelneolithischen Trichterbecherkultur an der Flensburger Außenförde. Offa 42: 301-320.

Anschrift der Verfasserin:

Monika Lüdtko  
Zum Mühlensiek 1  
D-3252 Bad Münder 1, Ortsteil Bötber

## Archäologische Untersuchung von Feldbränden

Was folgt aus den Versuchen mit offenem Feldbrand für den ausgrabenden Archäologen? Um die Frage zu beantworten, wurden zwei Brandstellen ausgegraben, die zu Versuchszwecken gedient hatten.

Endziel ist es, bei Ausgrabungen Feldbrände zu identifizieren und mit allen Differenzierungen und Störungen sowie evtl. Branddetails (z.B. Datierung, Dauer, Temperatur, Größe) zu bestimmen.

Die Ausgrabung fand am Morgen nach dem letzten (Abend-)Brand statt (Asche und andere Oberflächenmaterialien waren vor der Ausgrabung abgetragen). Die Herdstelle auf dem offenen freien Feld des Freilichtmuseums war noch etwas warm. Die Bepflanzung wechselt hier zwischen Grasbüscheln mit eindringenden Pflanzen und bloßem Sand. Der Boden ist sauer, aus einem feinen grauen Sand, durchsetzt mit organischen Spuren von Wurzeln, Nadeln usw.

Untersucht wurden zwei Brandstellen. Feuerstelle II wurde für vier Brände benutzt. Nach dem letzten, einem Holzbrand, wurde sie bis in 17 cm Tiefe ausgegraben. Die Oberfläche oder Verfärbungsschicht aus hellgrauer Asche mit einigen Zweigen und nicht ganz abgebranntem Stroh sowie wenig Sand war etwa ein Meter im Durchmesser groß. Sie hatte einen scharfen Umriss.

Die Seitenansicht im Profil zeigte eine Tellerform, so daß die Schicht von 0,5 cm bis 0,4 cm nach außen dünner wurde.

Die zweite Schicht - so zeigt die Aufsicht von oben - bestand aus zwei Linsen aus Sand. Sie waren vermutlich nur aufgrund der Hitzeentwicklung beim Brand so deutlich zu erkennen. Linse A war ein flacher, relativ symmetrischer Körper mit einem hochgerechneten Durchmesser von etwas über 80 cm oben und einer Dicke bis zu 8 cm. Diese Linse aus feuergebleichtem Sand war sehr trocken. Im Profil ist darüber hinaus ein kaum 0,5 cm dickes Band zu sehen, aber im Planum war es nicht zu erkennen. Das Band zeigte einige dunkle Flecken aus „verbrannten“ organischen Materialien. Wurzeln waren mit dem bloßen Auge nicht zu sehen.

In Linse B gab es einige wenige Wurzeln, und der Sand war nicht ganz so trocken bzw.

hell wie in Linse A (Abb. 1). Ein fast 0,5 cm dickes dunkles Band ca. 1 cm über dem Boden war auch nur im Profil erkennbar. Es scheint, als wenn diese Linse nicht so heiß geworden wäre. Linse B könnte, so der vorläufige Befund, „reaktiver“ alter Herd-Schatten sein.

Im Umfeld beider Linsen war der Sand feucht und schwerer zu bearbeiten. Die glatten, abgerundeten Böden des Herd-Schattens deuten an, daß in einem homogenen Boden. einfache Hitzeübertragungsprinzipien aus der Physik anwendbar sind.

Die andere Brandstelle, Nr. I, auf demselben Boden wurde nur einmal mit Stroh befeuert. Das Brennareal von etwa 70 cm Durchmesser war an der Oberfläche besser abgegrenzt als in der Stelle II. Diese etwas ver-



Abb. 1: Feuerstelle II (Linse A).

filzte Schicht (nirgendwo dicker als 1 cm) lag auf einer Schicht, welche keinerlei Veränderung zeigte.

Zusammengefaßt sieht man, daß ein relativ kurzer, offener Strohfeldbrand auf sandigem Boden keine erkennbaren Veränderungen verursacht. Dagegen zeigt ein Feldbrand mit Holz oder Stroh viermal gefeuert auf demselben Boden einen deutlich erkennbar verfärbten bis zu 8 cm tiefen Befund mit erhöhter Festigkeit, ohne Wurzelreste und bezeichnender Form. Inwiefern diese Spuren über längere Zeiträume erhalten bleiben werden, muß noch geklärt werden.<sup>1</sup>

Anmerkung:

1) Text von der Redaktion gekürzt.

Anschrift des Verfassers:

Kim Dammers  
Städtisches Museum Northeim  
Medenheimer Str. 2  
D-3410 Northeim

**Brennversuche in einem vorgeschichtlichen Keramikbrennofen. Hitzacker 1989**

Wiebke Künnemann

Im Sommer 1989 fanden in Hitzacker „Tage der lebendigen Archäologie“ statt. Im Rahmen einer Übung zur experimentellen Archäologie wurden neben anderen Projekten zwei Keramikbrennversuche durchgeführt<sup>1</sup>. Die Konstruktion des Ofens wurde dem jungsteinzeitlichen Ofen von Büdelsdorf<sup>2</sup> nachempfunden, den auch A. Björn zu Brennversuchen nachgebaut hatte<sup>3</sup>. Die in den Boden eingetieften Ofenteile entsprachen weitgehendst den Angaben<sup>4</sup> von H. Hingst; die Maße wurden gering verkleinert. Das Material der Kuppel entspricht der Befundbeschreibung<sup>5</sup>, die Form orientiert sich an heutigen marokkanischen Beispielen, bei denen es sich um einkammerige, kombinierte Keramikbrenn- und Backöfen handelt<sup>6</sup>. Bevor der eigentliche Bau des Ofens begonnen werden konnte, wurden Weiden geschnitten und Lehm aufbereitet. Die Arbeit war dadurch erleichtert, daß bereits mit Stroh und Mist gemagerter Lehm - Reste eines Fachwerkhauses - zur Verfügung stand. Dieser wurde mit ungemagertem Material gemischt und geschlämmt. Pro Schubkarre trocknen Lehms wurden 1 bis 1,5 Eimer Wasser verwendet. Anschließend wurde der Lehm mit Hilfe von Baumstämmen gewalkt, z.T. getreten und zu einer knetfähigen Masse aufbereitet, wie es aus der Tonverarbeitung bekannt ist. Als nächstes wurde eine Ofengrube von 30 cm Tiefe und 95 cm Durchmesser ausgehoben, die mit Lehm und Steinen ausgekleidet wurde. Zur 50 cm breiten Ofenöffnung hin wurde eine gepflasterte Rampe ange-

legt<sup>7</sup>. In Verbindung mit dem hinteren Teil der Brennkammer wurden zwei Belüftungskanäle von 90 cm Höhe und 13 cm Breite angelegt, die ebenfalls mit Steinen ausgekleidet wurden. Vom Grubenboden bis zur Oberfläche maßen sie 50 cm (Abb. 1). Am oberen Grubenrand wurde als Basis für die Kuppel ein ca. 10 cm breiter Lehmring angelegt. Durch diesen Ring wurden acht Weidenruten von 1,5-2 cm Stärke und ca. 2,5 m Länge in den Erdboden gesteckt und zu einem kuppelförmigen Gerüst gebogen. Für den weiteren Aufbau der Kuppel wurden dünnere Weidenzweige eingeflochten, die sofort von beiden Seiten mit Lehm umhüllt wurden (Abb. 2), so daß eine 8-10 cm dicke Wandung entstand. Dieses Verfahren hat gegenüber dem Aufbau eines korbartigen Gerüsts den Vorteil, daß die Ofenwandung von beiden Seiten verstrichen werden kann, wodurch eine größtmögliche Stabilität der Kuppel erreicht wird. Es hat sich als sinnvoll erwiesen, eine Pause einzulegen, in der der Lehm antrocknen kann, wenn die Kuppel zu halber Höhe errichtet ist. Dieses Vorgehen verhindert ein Absacken der Wandung aufgrund zu hoher Feuchtigkeit. Auf dem höchsten Punkt der Kuppel blieb ein Abzugsloch von 12 cm Durchmesser ausgespart, das mit einem schornsteinartigen Lehmring eingefast wurde. Die Lage dieses Schornsteins ist wichtig, damit das Abzugsloch nicht zu einen Belüftungsloch wird. Der Durchmesser sollte ausreichend groß sein; bei einem früheren Versuch mit einem Ofen gleichen Typs hatten während eines reduzierenden Brandes angestaute Gase beinahe zur Detonation des ganzen Ofens geführt.<sup>8</sup>

**Materialverbrauch / Zeitaufwand**

Für die Kuppel wurden zweieinhalb Schubkarren Lehm und drei Eimer Mist sowie ein Armvoll Weidenruten verwendet. Je weniger Weidenruten verbraucht werden, desto geringer ist am Ende die während des Trocknens der Kuppel durch den Schrumpfungsprozeß entstehende Spannung. Nach einer Trockenzeit von zehn Tagen wurde der Ofen vorgebrannt und war damit betriebsbereit (Abb. 3). Für den Ofenbau, ohne Trockenpause, benötigten vier Personen sieben Stunden.



1



2



3



4

Abb. 1: Steinpflaster der Ofengrube mit Öffnungen der Belüftungskanäle.

Abb. 3: Der Ofen während des Vorbrennens.

Abb. 2: Die Ofenwandung wird von innen geglättet.

Abb. 4: Gebrannte Keramik im Ofeninneren.

## Temperaturmessungen

Für die Temperaturmessungen während des Keramikbrandes wurden ein im hinteren Teil der Ofenkammer fixiertes (A) und ein flexibles Meßgerät (B) verwendet, die sich bereits bei ethno-archäologischen Forschungen in Marokko bewährt hatten.<sup>9</sup> Mit (B) erfolgten Messungen im Ofeninneren und direkt auf der Oberfläche der Keramik. Gemessen wurde während der Anheizphase in Zehn-Minuten-, im weiteren Verlauf des Brandes in Stunden-Abständen.

## Brennversuch I

Zuerst wurde die Ofengrube gitterförmig mit Buchenscheiten, Stroh und feinem Anmachholz gefüllt. Eine Lage luftgetrockneter Keramik wurde kompakt eingestapelt, die untere Holzlage ergänzt. Bei der Keramik handelte es sich um z.T. von Studenten nach vorge-schichtlichen Funden handgeformte, z.T. von einer Keramikerin auf der Drehscheibe gefertigte Gefäße. Das Brennmaterial befand sich auch neben und zwischen dem Brenngut. Beim Entzünden des Feuers waren die hinteren Belüftungskanäle verschlossen, die Luftzufuhr an der Ofenöffnung wurde durch Fächeln unterstützt. Zehn Minuten später herrschte im hinteren Bereich der Brennkammer eine Temperatur von 180°C, die Belüftungskanäle wurden geöffnet, damit die Flammen von der Beschickungsöffnung bis in den hinteren Bereich der Kammer gelangen konnten. Eine halbe Stunde nach Entzündung des Feuers wurden 4 kg Buchenholz nachgelegt. Angestrebt wurde eine ruhige Flammenentwicklung mit langsamem Temperaturanstieg. Nach 45 Minuten bei knapp 400°C in der Kammer schlugen Flammen aus dem Schornstein. Eine Nachfeuerung erfolgte nach Bedarf, ungefähr in halbstündigen Abständen vier Scheite à 5 x 3 x 25 cm. Um die Glut von der Asche zu befreien, wurde während des Brennvorganges vor der Ofenöffnung eine Aschengrube ausgehoben. Die Temperatur stieg langsam, aber stetig. Die Höchsttemperatur von 700°C war nach 2,5 Stunden Brenndauer erreicht. Durch das Abzugsloch war die rotglühende Keramik zu erkennen. Der Ofen hielt Temperaturen von über 600°C über eine Stunde

lang. Während der letzten Temperatursteigerung deuteten dumpfe Knallgeräusche auf Keramikbruch hin. Im Ofenmantel entstanden Risse, die noch während des Brennvorgangs mit Lehmbrei abgedichtet wurden. 3¼ Stunden nach Entzündung wurden die hinteren Belüftungskanäle und die vordere Öffnung verschlossen, eine ¾ Stunde später wurde die Nachfeuerung eingestellt. Die Temperatur betrug zu diesem Zeitpunkt in der Brennkammer 580°C, direkt auf der Keramik 621°C. 7¾ Stunden nach Inbetriebnahme wurden die Belüftungskanäle geöffnet, die vordere Ofenöffnung von Soden geräumt. Die Temperatur blieb konstant bei 260°C. Um den Abkühlungsprozeß zu beschleunigen, wurde die erreichbare Glut aus dem Ofen genommen, Anteile verblieben unter und zwischen der Keramik. Die Temperatur im Ofen schwankte um 250°C/220°C, auf der Keramik wurden 440°C gemessen. Nach 17 Stunden wurden auf der Keramik noch 51°C gemessen; eine Stunde später konnte sie problemlos dem Ofen entnommen werden.

Der Brennprozeß hatte 18 Stunden gedauert, insgesamt waren 50 kg Brennholz in 3½ Stunden verfeuert worden.

Die Gefäße (Abb. 4) waren unregelmäßig rot gefärbt. 75% des Brenngutes waren unversehrt, bei 25% zeigten sich Risse in der Wandung, z.T. waren ganze Scherben herausgesprungen. In der Ofenwandung klafften bis zu 2 cm breite Risse, die mit Lehm abgedichtet wurden.

## Brennversuch II

Der Ofen wurde erneut beschickt. Die gitterförmige unterste Lage Brennholz wurde lokaler gepackt als beim ersten Brand. Zehn Minuten nach Entzündung des Feuers betrug die Temperatur im hinteren Kammerbereich 300°C, diverse Knallgeräusche wiesen auf Keramikbruch hin. 1½ Stunden nach Brandbeginn erreichte der Ofen eine Temperatur von 800°C, von einer weiteren Befuerung wurde abgesehen, da mit dem Verlust der gesamten Ofenfüllung zu rechnen war. Vier Stunden später war der Ofen auf 160°C abgekühlt. Beim Ausräumen zeigte sich, daß die gesamte Keramik zerbrochen war.

## Ergebnis und Ausblick

Bei Brennversuch I waren höhere Temperaturen erwartet worden. Björn gibt für seine Brennexperimente Temperaturen zwischen 700°C-900°C<sup>10</sup>, Lucke für die ethnographischen Beobachtungen in Ifrane Ali Höchsttemperaturen bis zu 800°C an<sup>11</sup>. „Die durchschnittliche Höchsttemperatur betrug bei den sechs beobachteten Bränden 840°C<sup>12</sup>. Unter Umständen hätte eine Erhöhung der Brenntemperaturen durch eine Abdeckung des gesamten Ofens mit Grassoden und durch den Verschluß der Abzugsöffnung erreicht werden können<sup>13</sup>. Auch mit einer Höchsttemperatur von 700°C war ein ausreichend harter Brand erzielt worden.“ Die Mindesttemperatur zur Herstellung eines dauerhaften, wasserbeständigen Scherbens bei kurzer Brenndauer liegt in der Größenordnung von ca. 550°C<sup>14</sup>. Dieser Wert wird von P.M. Rice mit Verweis auf unterschiedliche Reaktionen verschiedener Tone als allgemeingültig angezweifelt<sup>15</sup>, vorliegende Werte liegen allerdings weit über diesem Minimum.

Die rötliche Färbung des Brenngutes weist auf einen oxydierenden Brand hin, der der Luftführung während des Brennvorganges entspricht. Die dunklen Schlieren auf der Keramik resultieren aus dem direkten Kontakt des Brenngutes mit den Flammen.

Für den Verlust von 25% der Ofenfüllung im ersten und 100% im zweiten Brand ist wahrscheinlich die Witterung mitverantwortlich. Am Tage des zweiten Brandes herrschte hohe Luftfeuchtigkeit, zeitweise regnete es in Strömen, die Keramik war zudem über Nacht im Zelt gelagert worden. Trockener Ton ist stark wasseranziehend, so daß die getrockneten Gefäße die Feuchtigkeit der Luft aufnahmen und nicht mehr trocken waren, als sie in den Ofen kamen. Aus Gebieten, in denen noch heute Keramik ohne Ofen gebrannt wird, ist bekannt, daß die getrocknete Keramik vor dem Brand am Feuer angewärmt wird<sup>16</sup>. Auch ist es in vielen Gebieten der Erde üblich, daß Teilzeit-Töpfer nur in den trockenen Zeiten des Jahres produzieren und Tage mit feuchter Witterung meiden, da Brandverluste an feuchten Tagen generell höher sind als an trockenen<sup>17</sup>.

Die beim zweiten Brand extrem schnell angestiegene Temperatur ist als Faktor für den Keramikbruch weitgehendst auszuschließen.

Nach 45 Minuten waren 800°C erreicht. Aus dem Südwesten der USA sind rezente Beispiele bekannt, bei denen ein Anstieg auf 900°C in 20 Minuten nichts Ungewöhnliches ist<sup>18</sup>.

Vorliegende Versuche haben gezeigt, daß mit wenig Aufwand in kurzer Zeit einfache Brennöfen zu errichten sind. Diese Einkammeröfen sind mehrfach wiederzuverwenden. Sowohl für den Aufbau als auch für eine gezielte Befuerung bedarf es einiger Erfahrung, über die sowohl Spezialisten als auch eine breite Bevölkerungsgruppe verfügt haben kann. Die vorliegende Rekonstruktion ist eine Möglichkeit zum Befund aus Büdelsdorf. Eine Idealform läßt sich durch weitere Versuche entwickeln; ob diese der ursprünglichen Kuppelform näherkommen wird, läßt sich anhand des Originalbefundes nicht klären. Wichtiger als die Form der Kuppel scheint gerade im Vergleich mit ethnographischen Beobachtungen eine gründliche Brandführung und Wahl der klimatischen Bedingungen zu sein. Dieses ließe sich anhand von ausführlichen Versuchsreihen klären.

Zur Ergänzung der Versuche und ihrer Auswertung haben ethnographische Arbeiten wesentlich beigetragen. Gerade im Bereich der Töpferei- und Keramikforschung zeigt sich eine fruchtbare Zusammenarbeit von Archäologie, Experimentalarchäologie und Ethnoarchäologie.

## Anmerkungen:

- 1) Hieran waren beteiligt: W. Künnemann, M. Lund, K. Martens und A. Moser.
- 2) BJØRN, A. u. HINGST, H. (1973): Back- und Töpferöfen der jüngeren Steinzeit aus Schleswig-Holstein. - Die Heimat 80: 107-110.
- 3) Ebd. 108-110. BJØRN, A. (1978): Rekonstruktion einfacher Töpferöfen und Brennversuche. Acta praehistorica et archaeologica 9/10: 7-11.
- 4) HINGST 1973, 108 (Durchmesser 1,3 m, Tiefe 0,8 m).
- 5) HINGST 1973, 108: „Um den in Höhe der alten Oberfläche aufgedeckten Steinring einer kesselförmigen, in den Wandzonen sorgfältig mit Steinen ausgelegten Mulde (...) zog sich ein Ring aus kleinen kreisrunden und mit dunkler, kohligter Erde gefüllten Verfärbungen, die sich im Vertikalschnitt als Spuren von Astlöchern auswiesen.“

- 6) LUCKE, A. (o.J.): Vergleichende ethno-archäologische Untersuchungen zu Brenntechniken in vier nordmarokkanischen Töpferorten. Töpferei- und Keramikforschung 2 (im Druck). Das gewählte Beispiel stammt aus Ifrane Ali, Provinz Tetouan. „Diese einkammerigen, runden Kuppelöfen unterscheiden sich kaum von den in der Gegend üblichen Brotbacköfen, und tatsächlich werden die kleineren Exemplare unter ihnen auch oft zu diesem Zweck benutzt. (...) Die in der Regel etwa 1,5 m hohen Öfen haben einen Durchmesser von etwa 2,00 m...“
- 7) BJØRN 1973, 108.
- 8) Mündliche Hinweise von Kai Martens, dem an dieser Stelle für die Kritik und freundliche Auskunft gedankt sei.
- 9) LUCKE a.a.O., „Gemessen wurde mit zwei unterschiedlichen Geräten. 1. Einem (...) stationären Temperaturmeßinstrument Jumo RKSD 85 der Firma Naber mit einem Meßbereich bis 1200°Celsius (...) 2. (...) zur gleichzeitigen Erfassung unterschiedlicher Bereiche der Brennstellen wurde darüber hinaus ein mobiles, batteriegesteuertes Digitalmeßgerät des Typs TXX 1082 der Firma Ebro mit einem Meßbereich bis zu 1000° Celsius eingesetzt.“
- 10) BJØRN 1973, 110.
- 11) LUCKE a.a.O.
- 12) Ebenda.
- 13) BJØRN 1973, 109.
- 14) WOTZKA, H.-P. (o.J.): Keramikbrand im offenen Feuer: Vergleichende Analyse pyrometrischer Daten aus dem Töpferdorf Ikenge (Äquatorregion, Zaire). Töpferei- und Keramikforschung 2 (in Vorbereitung). Der Autor bezieht sich hier u.a. auf Cardew (1970, 11).
- 15) RICE, P.M. (1987): Pottery Analysis: Chicago/London. 159.
- 16) Ebenda, 152.
- 17) Ebenda, 156. „Humidity and rainfall are also crucial factors, and many part-time potters

practice their craft in the dry season to avoid the difficulties rain causes in drying and firing their pots (...) Many potters recognize that firing losses in the rain season are generally much higher than in the dry season“.

18) Ebenda, 156 f.

#### Literatur:

- BJØRN, A. und HINGST, H. (1973): Back- und Töpferöfen der jüngeren Steinzeit. - Heimat 80: 107-110.
- BJØRN, A. (1977): Rekonstruktion einfacher Töpferöfen und Brennversuche. - Acta praehistorica et archaeologica 9/10: 7-11.
- Lucke, A. (o.J.): Vergleichende ethno-archäologische Untersuchungen zu Brenntechniken in vier nordmarokkanischen Töpferorten. Töpferei- und Keramikforschung 2 (im Druck).
- RICE, P.M. (1987): Pottery Analysis. Chicago/London.
- WOTZKA, H.-P. (o.J.): Keramikbrand im offenen Feuer: Vergleichende Analyse pyrometrischer Daten aus dem Töpferdorf Ikenge (Äquatorregion, Zaire). Töpferei- und Keramikforschung 2 (im Druck).

#### Anschrift der Verfasserin:

Wiebke Künnemann  
Langenfelder Str. 121  
D-2000 Hamburg 50

## Brennversuche und Langzeitexperiment mit einem rekonstruierten zweikammerigen Grubenofen des Typs Hasseris

Arne Lucke

Seit Sommer 1978 wird im Hannoverschen Wendland (Landkreis Lüchow-Dannenberg) ein langfristig konzipiertes Kurs- und Forschungsprogramm experimenteller Archäologie durchgeführt, in dessen Rahmen die Brennversuche in rekonstruierten prähistorischen und historischen Töpferöfen einen herausragenden Teil einnehmen. Derartige Brennversuche im Sinne experimenteller Archäologie tragen mit dazu bei, unsere Kenntnisse über Lebensbedingungen, Verhaltensweisen und technisches Wissen der Menschen vergangener Zeiten zu erweitern (GOLDMANN u. HOFMANN 1978, 1). Die langfristig konzipierte Versuchsreihe experimenteller Archäologie zu Fragen der Interpretation archäologischer (und ethnographischer) Befunde sowie damit verbundener Dokumentationsmethoden wurde im August 1978 auf dem Gelände des Werkhofs Kukate mit der Rekonstruktion eines prähistorischen Töpferofens eingeleitet (LUCKE 1982, 269). An den Bau dieses Töpferofens schlossen sich in den Jahren 1979 und 1980 im Rahmen der Kursprogramme „Vor- und frühgeschichtliches Töpferhandwerk“ und „Töpfern wie unsere Vorfahren“ jeweils Brennversuche in diesem Ofen sowie in vier während des Kurses im Sommer 1980 erbauten historischen Töpferöfen unterschiedlicher Konstruktion an (WOLF 1980, 292). Einen weiteren Schritt zur Aktualisierung der Vor- und Frühgeschichte im Sinne experimenteller Archäologie bedeuteten die im Juni 1986 im Rahmen eines Blockseminars mit Studenten des Archäologischen Instituts der

Universität Hamburg auf dem Werkhof Kukate veranstalteten praktischen „Übungen zur experimentellen Archäologie“, bei denen u. a. auch Brennversuche in einem rekonstruierten einfachen Meilerofen des Typs Büdelsdorf (BJØRN 1973, 108) durchgeführt wurden. Eine andere Variante des einkammerigen Grubenofens vom Typ Büdelsdorf konnte anlässlich der „Tage der Lebendigen Archäologie am Hitzacker-See“ vom 7. bis 9. Juli 1989 zusammen mit Studenten der „Arbeitsgruppe Experimentelle Archäologie“ der Universität Hamburg in zwei Brennversuchen erprobt werden (s. Beitrag KÜNNEMANN). Bei dem im August 1978 auf dem Werkhof Kukate nachgebauten prähistorischen Töpferofen handelte es sich um einen sogenannten zweikammerigen Grubenofen des Typs Hasseris. Er wurde auf der Grundlage neuerer archäologischer Befundinterpretationen (HINGST 1974, 96ff.) und in Anlehnung an ähnliche Rekonstruktionen dieses Ofentyps in Dänemark (BJØRN 1969: 58ff.; ders. 1978/79, 7ff.) entworfen.

Während der Rekonstruktion des Töpferofens wurde besonderer Wert auf eine umfassende Dokumentation aller Bauphasen gelegt. Diese sollte es in einigen Jahren zusammen mit der noch andauernden Beobachtung und Dokumentation des seit 1980 fortschreitenden Ofenzerfalls sowie Ausgrabungsbefunden entsprechender Töpferöfen erlauben, einen Interpretationsvergleich auf erweiterter Basis anzustellen. Eine für den Sommer 1990 in Kukate geplante Ausgrabung der seit nunmehr 10 Jahren verfallenden Töpferofenreste wird möglicherweise weiteres Grundlagenmaterial für einen solchen Vergleich liefern.

Im Zusammenhang mit diesen bereits 1978 angestellten konzeptionell-methodischen Grundüberlegungen experimenteller Archäologie kann man die Ausgrabung eines zweikammerigen Grubenofens des Typs Hasseris bei Groß Sachau durch die Kreisarchäologie im Oktober 1989 für die im Landkreis Lüchow-Dannenberg schwerpunktmäßig betriebene Töpferei- und Keramikforschung als einen ausgesprochenen Glücksfall bezeichnen, auf den noch zurückzukommen sein wird (STREMLER 1989, 3). Die Länge der Öfen des Typs Hasseris variiert von 2,50 m bis zu 4,30 m, die Breite zwischen 1,40 m und 2,10 m (HINGST 1974,





Abb. 1: Bauphase des zweikammerigen Grubenofens von Kukate mit Baumaterialien (Lehm, Rollsteine, Findlinge, Weidenäste).

72ff.). Bei dem vorliegenden Töpferofen mißt der von der Lehmkuppel überdachte Teil 2 m in der Länge und 1,40 m in der Breite. Unter Berücksichtigung der in den Gesamtbau integrierten Arbeitsgrube kann der Töpferofen von Kukate mit einer Länge von 3,40 m und einer Breite von 2,40 m zu den mittelgroßen Exemplaren gerechnet werden. Die Stärke der freitragenden Lehmkuppel beträgt dabei etwa 0,10 m.

Der Lehmverputz wurde bei der Kuppelrekonstruktion von Kukate sowohl von innen als auch von außen um das relativ dichte Weidengeflecht herum aufgebaut. Dagegen hatte Reynolds bei einer früheren Rekonstruktion des Hasseris-Töpferofens die ebenfalls etwa 0,10 m starke Lehmkuppel über dem hier lediglich stützenden und später wegbrennenden Holzgeflecht aufgezogen (REYNOLDS 1976, 35). Die eindeutigen Grabungsbefunde sowie die fast vollständig erfaßte und rekonstruierbare Lehmkuppel des Töpferofens von Groß Sachau haben nun die

von Reynolds angewandte Bauweise im wesentlichen bestätigen können.

Als Baumaterialien kamen in Kukate ausschließlich stark gemagerter Lehm, Rollsteine, kleinere Findlinge sowie frisch geschlagene Weidenäste zur Verwendung (Abb. 1). Während der Brennversuche wurde die Lehmkuppel zur Wärmedämmung zusätzlich mit Grassoden abgedeckt. Für die Fertigstellung des Ofens benötigten zwei Personen mit Unterbrechung insgesamt etwa 45 Arbeitsstunden.

Ähnlich wie bei den Meileröfen wurden auch die einkammerigen bzw. zweikammerigen Grubenöfen aus statischen und wärmetechnischen Gründen in mehr oder weniger sorgfältig gegen Bodenfeuchtigkeit abisolierten Erdgruben angelegt. Vor der mit einer flach gewölbten Lehmkuppel überdeckten rund-ovalen Brennkammer liegt, getrennt durch einen Erdssockel, die ebenfalls rund-ovale Arbeitsgrube (Abb. 2). Das Brenngut wird bei diesem Ofentyp, gesondert von der Brenn-

kammer, im hinteren erhöhten Teil des Kuppelraums aufgestellt. Die Feuerzone befindet sich in einer grabenartigen Eintiefung unmittelbar hinter der Beschickungsöffnung (Abb. 3).

Zur Regulierung der bei jedem Brand allmählich zu steigenden Brenntemperatur kann die Beschickungsöffnung nach und nach mit Grassoden oder Lehmmauersteinen verschlossen werden. Die variable Luftzufuhr, die bei solchen zweikammerigen Grubenöfen erst eine gewisse Feuerlenkung ermöglicht (DREWS 1978/79, 35), wird durch in die Grassoden eingelegte Tonrohre oder ausgesparte Öffnungslöcher gewährleistet. Der im Hannoverschen Wendland während des Sommerhalbjahres vorherrschenden Windrichtung wurde dahingehend Rechnung getragen, daß der Töpferofen von Westen her befeuert und belüftet wurde. Bezeichnenderweise hatte der 1989 in Groß Sachau ausgegrabene Töpferofen mit seiner strikten Ost-West-Ausrichtung die gleichen Befeuerungs- und Belüftungskriterien. Bei dem Grubenofen von Kukate befand sich unterhalb der Beschickungs- und Feuerungsöffnung ursprünglich noch ein zusätzliches stationäres, armdickes Lüftungsrohr. Diese Öffnung mußte nach dem ersten Brennversuch zu einer über die ganze Länge der Beschickungsöffnung sich erstreckenden, niedrigen Zugluft- und Schürpforte erweitert werden. Erst diese Modifikation ermöglichte es, der Brennkammer ausreichend Sauerstoff zuzuführen und gleichzeitig die sich in der grabenartigen Feuerzone ansammelnden Feuerungsrückstände aus dem Ofen zu entfernen. Die aus Lehm über einem festen Weidengeflecht gefertigte flache Kuppel erlaubt zusammen mit der ovalen Gesamtform des Ofeninnenraums und den regulierbaren Luftzuführungen eine ausgeglichene Wärmelenkung (Abb. 4).

Die beim Brennvorgang entstehenden Heizgase können über ein im hinteren Teil der Kuppel eingebautes Abzugsloch entweichen. Um eine größere Festigkeit der Kuppelkonstruktion zu erhalten, wurde der fette Lehm kräftig mit Sand und Häcksel gemagert. Darüber hinaus ist der gesamte Unterbau (Böden, Wände) des Töpferofens sowohl aus statischen Gründen als auch aus solchen der Wärme- bzw. Feuchtigkeitsdämmung in massiver Rollstein-Lehm-Mauertechnik ausge-



Abb. 2: Töpferofen von Kukate: Freitragende Kuppel aus Weidengeflecht, Beschickungsöffnung und Arbeitsgrube.



Abb. 3: Töpferofenrekonstruktion von Kukate: Beginn der freitragenden Kuppelkonstruktion mit Blick auf Feuerzone und Beschickungsöffnung.

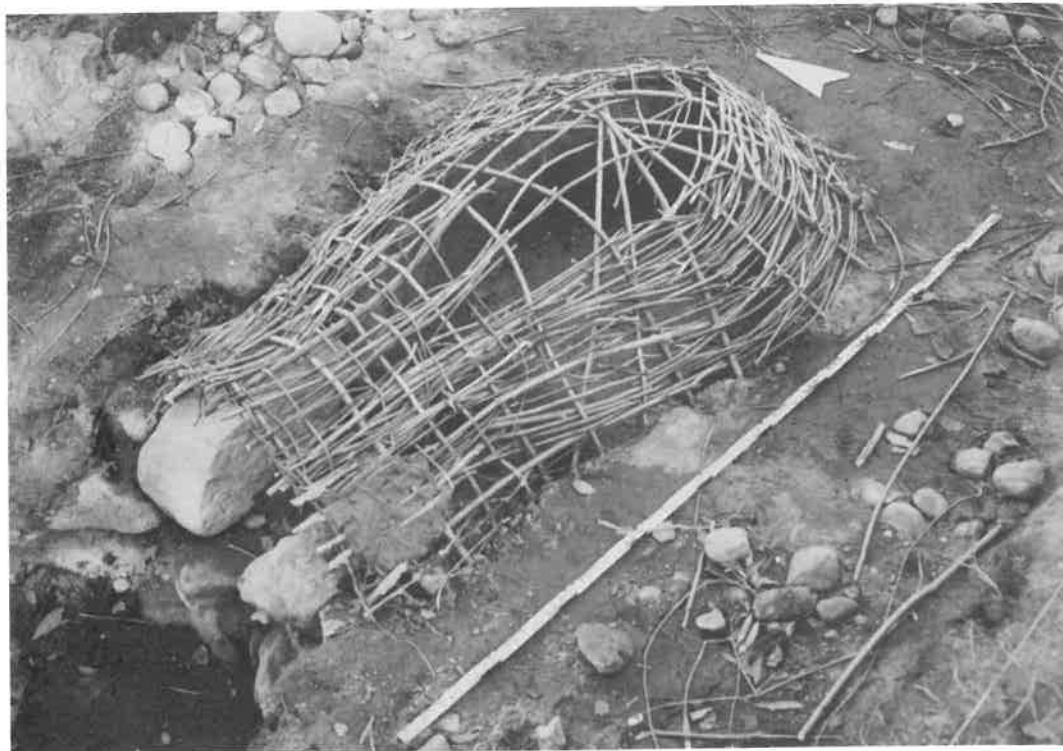
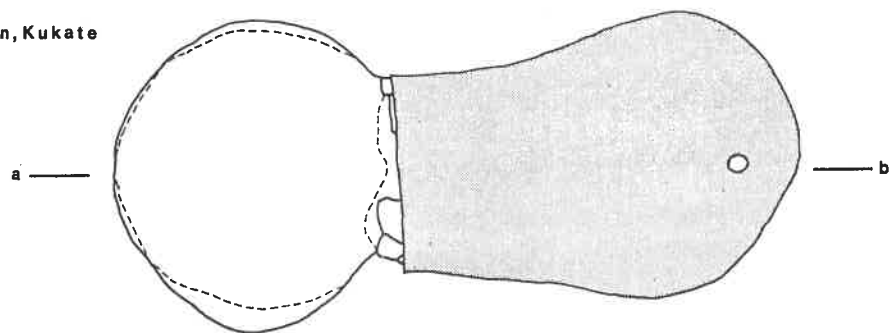


Abb. 4: Töpferofenrekonstruktion von Kukate: Kuppel aus Weidengeflecht vor Auftrag des Lehm mantels.

Töpferofen, Kukate  
Planum 2  
1:20



Töpferofen, Kukate  
OW-Profil  
1:20



Abb. 5 und 6

führt worden. Ebenfalls solider gestaltet wurde mit Hilfe einiger kleinerer Findlingsblöcke das Portal der Feuerungs- und Beschickungsöffnung (Abb. 5 u. 6).

In dem oben genannten zweikammerigen Grubenofen haben insgesamt drei, davon zwei dokumentierte, Brennversuche stattgefunden. Nachdem der Ofen am 25.7.1979 zum Austrocknen etwa sechs Stunden lang mit Kiefernholz vorgeheizt worden war, wurde er für den ersten Brennversuch beschickt, der vom 26.7. bis zum 28.7.1979 im Rahmen des Kursprogramms „Vor- und frühgeschichtliches Töpferhandwerk und Brennversuche in einem rekonstruierten prähistorischen Töpferofen“ stattfand. Vom 7.9. bis zum 13.9.1979 wurde dann zusammen mit den Kursteilnehmern der zweite Brennversuch durchgeführt. Bei der Ware, mit der der Töpferofen für beide Brennversuche beschickt wurde, handelte es sich ausschließlich um Gefäße, die von den Teilnehmern des Kurses vorher in „prähistorischer“ Herstellungstechnik angefertigt wurden. Die zu brennenden Gefäße unterschiedlicher Form und Größe waren sowohl in Treib- als auch in Aufbautechnik geformt worden. Beim zweiten Brennversuch wurde der Ofen aus Vergleichsgründen zusätzlich mit einigen frei auf der Scheibe gedrehten Gefäßen beschickt. Der zur Herstellung der Gefäße benötigte Ton war - einer methodischen Grundregel experimenteller Archäologie folgend (COLES 1976, 11) - an zwei Lagerstätten des Landkreises Lüchow-Dannenberg (Güstritz, Kröte) durch die Teilnehmer selbst gewonnen und anschließend aufbereitet worden. Als Magerungsmittel für den Ton kamen neben Sand auch Asche und Häcksel zur Anwendung.

Während beider Brennversuche wurde der Töpferofen mit Kiefern- bzw. Buchenholzscheiten beheizt. Diese wurden jeweils in einem Mengenverhältnis von 3 : 1 verfeuert. Der Gesamtholzverbrauch betrug dabei - das Vorheizen inbegriffen - etwa einen Kubikmeter Holz je Brennversuch. Hinsichtlich des relativ hohen Verbrauchs ist allerdings zu berücksichtigen, daß das verfeuerte Holz infolge der damaligen ungünstigen Witterungsverhältnisse nicht genügend durchgetrocknet war.

Abweichend von der üblichen Praxis bei derartigen Versuchen (BJØRN 1978/79: 7ff.) wurde, um eine genauere Kontrolle über die

im Ofeninnenraum entstehenden Temperaturen zu erhalten als dies mit Segerkegeln allein möglich gewesen wäre, ein NiCrNi-Thermoelement mit einem Meßbereich bis zu 1200° C benutzt. Dieses war derart im hinteren Teil der Lehmkuppel eingesetzt, daß der Meßstab mit einem Drittel Länge in den hinteren oberen Innenraum des Töpferofens hineinragte. Während der Anheizphase wurde das mit dem Thermoelement verbundene Drehspulenmeßgerät (RKSD 85) alle 15 Minuten abgelesen. Nach dem Verschließen der Beschickungsöffnung und der Züge wurden die Meßwerte alle 30, 60 bzw. 120 Minuten kontrolliert. Neben den Temperaturwerten und der Uhrzeit wurden in einem Protokollbuch auch die anwesenden Teilnehmer, das Brennmaterial und sonstige relevante Vorgänge vermerkt. Diese Daten sollten eine spätere systematische Auswertung und Rekonstruktion der Brennversuche erleichtern helfen. Beide Brennversuche wurden darüber hinaus auch photodokumentarisch festgehalten. Das nach den protokollierten Temperaturwerten erstellte Kurvendiagramm läßt deutlich den unterschiedlichen Verlauf der beiden Brennversuche erkennen (Abb. 7).

Während bei dem ersten Brennversuch (26.7. - 28.7.1979) nach etwa 15 Stunden die Höchsttemperatur von 880° C erreicht wurde, war dies beim zweiten Brennversuch (8.9. - 13.9.1979) schon nach 11 Stunden der Fall. Insbesondere während der Anheizphase verlief der Versuch vom 26.7. - 28.7.1979 bei erheblichen Temperaturschwankungen unausgeglichen. Auffallend ist bei diesem ersten Versuch auch der relativ kurze, steile Kurvenverlauf der Abkühlphase, d. h. nach dem Zeitpunkt des Schließens aller Ofenöffnungen (Beschickungsöffnung, Luftkanäle, Abzugsloch). So war bei diesem Versuch die Innentemperatur des Töpferofens bereits nach etwa 30 Stunden von 875° C auf 20° C abgekühlt.

Zufriedenstellender und insgesamt ausgewogener verlief der zweite Brennversuch (8.9. - 13.9.1979). Nach 11 Stunden wurde der auch bei diesem Versuch höchste Temperaturwert von 880° C erreicht. Dieser Wert ließ sich dann fast 45 Minuten konstant halten. Nach einem letzten massiven Befeuern mit Buchenholzscheiten und dem darauffolgenden Verschließen aller Öffnungen fiel aufgrund des einsetzenden Sauerstoffmangels die

Temperatur kurzfristig bis auf 640° C, um dann langsam und beständig in einer langen, flachen Kurve abzusinken. 40 Stunden nach dem Verschließen der Züge betrug die Innentemperatur 300° C, 62 Stunden danach konnten 200° C registriert werden und nach 104 Stunden, beim Öffnen des Töpferofens, wurden noch 40° C gemessen.

Als Ursachen für dieses vom ersten Brennversuch abweichende Erscheinungsbild sind in erster Linie zu nennen:

1. Während des ersten Brennversuchs bezüglich der Luftführung und der Feuerlenkung „experimentell“ gesammelte Erfahrungen, welche sich positiv auf den Verlauf des zweiten Brennversuchs auswirkten.
2. Verbreiterung der unteren Lüftungs- und Schüröffnung des Töpferofens vor dem zweiten Brennversuch.
3. Bessere Nutzung des beschriebenen Mischungsverhältnisses von Kiefern- und Buchenholz beim zweiten Brennversuch.

Wie das Kurvendiagramm beider Brennversuche zeigt, lassen sich in derartigen zweikammerigen Grubenöfen mit annähernd 900° C verhältnismäßig hohe Brenntemperaturen erzeugen. Bedingt durch seine besonderen Konstruktionsmerkmale erreicht dieser Ofentyp zudem die für einen ausgeglichenen Verlauf der Abkühlphase entscheidende optimale Wärmedämmung.

Nach Abschluß des ersten Brennversuchs wurde die freitragende Lehmkuppel des Töpferofens von ihrer Grassodenbedeckung befreit. Hierbei zeigte sich, daß sich der Lehm durch Hitzeeinwirkung stellenweise rot-orange bis grau-ocker verfärbt hatte. Vor dem Brennversuch bereits aufgetretene feinere Schwindungsrisse in der Kuppel hatten sich insbesondere im Bereich über der Brennkammer bis zu 0,5 bzw. 0,25 cm vergrößert. Die größeren Fassungssteine zu beiden Seiten der Beschickungsöffnung waren teilweise an den Innenrändern gesprungen und hatten sich in diesem Bereich rostrot verfärbt.

Für den zweiten Brennversuch wurden lediglich die größeren Risse in der Kuppel mit einem feuchten Lehm-Sand-Gemisch ausgebessert. Nach Abschluß des zweiten Brennversuchs konnten keine weiteren schwerwiegenden Schäden im Kuppel- oder Portalbe-

reich festgestellt werden. Der Gesamtzustand des Töpferofens nach zwei Brennversuchen erlaubte nach geringfügigen Ausbesserungen durchaus noch mehrere entsprechende Brände.

Nach einem letzten, nicht dokumentierten Brennversuch im Sommer 1980 wurde der Töpferofen dem natürlichen Verfall überlassen. Dieser Prozeß wird in einem noch andauernden Langzeitversuch, über den hier nur verkürzt berichtet werden soll, beobachtet und dokumentiert. Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die besondere Fragestellung zu langfristiger Veränderung einer Fundstelle, wie sie ähnlich für das Experiment im Michelsberger Erdwerk in Mayen formuliert wurde (LÜNING 1974, 125). Derartige Experimente können darüber hinaus dazu beitragen, einerseits Fehleinschätzungen bei Befundinterpretationen vermeiden zu helfen (JEWELL u. DIMBLEBY 1977, 191) sowie andererseits neue Befundanalyse- und -dokumentationsverfahren zu erproben (ASCHER 1970, 215).

Bereits im Herbst 1981 waren die gesamte Arbeitsgrube sowie der herausragende Töpferofenbereich mit Ausnahme der Kuppeloberkante dicht mit Gras, Disteln und anderem Unkraut bewachsen. Im Winter 1982/83 begannen dann Lehnteile der Eingangspforte und die Ränder der Abzugsöffnung abzubrockeln. Die Kuppel war, obwohl mehr oder weniger dicht zugewachsen, zu diesem Zeitpunkt noch intakt. Erst nach dem harten Winter 1983/84 mit seinen starken Nachfrösten stürzte dann, ausgehend von der bereits erweiterten Abzugsöffnung, im Frühjahr 1984 der hintere, erhöhte Teil der Kuppel ein. Im Sommer 1986 waren alle freitragenden Teile des Ofens in den Ofeninnenraum verstürzt und einige der für die Ofenwandungen verwendeten lehmvermauerten Rollsteine ebenfalls herausgebrochen. Lediglich die beiden aus der unkrautüberwucherten und an den Rändern mittlerweile stark abgeflachten Grube herausragenden massiven Portalsteine lassen erahnen, daß sich dort noch vor wenigen Jahren die Beschickungsöffnung des Töpferofens befunden hatte.

Inzwischen - im Frühjahr 1990 - stellt sich die ehemalige Versuchsstelle nur noch als eine fast völlig zugewachsene und zugeschwemmte länglich-ovale Vertiefung von ca. 0,40 m Tiefe und etwa 2 m Länge dar, deren

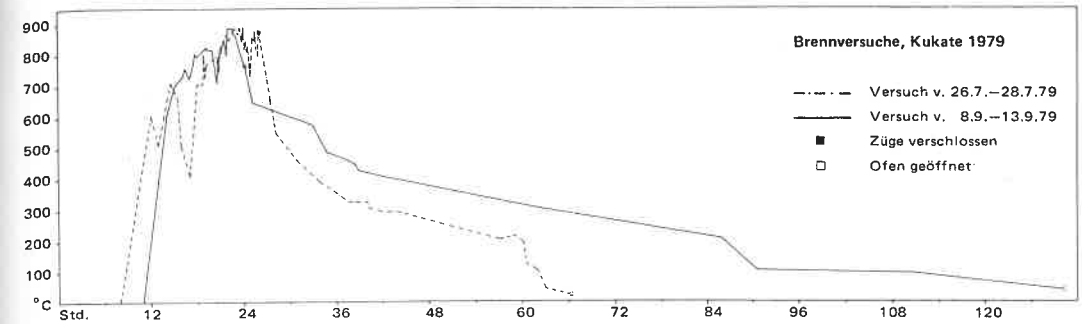


Abb. 7

einziges, kaum noch zu erkennendes Merkmal die moosüberwucherten Spitzen der beiden verstürzten Findlinge sind.

Die Qualität der Töpferware beider Brennversuche unterschied sich voneinander nur wenig. Beide Brände ergaben eine weitgehend poröse Ware mittlerer Festigkeit, wie sie ähnlich auch bei normalen Schürhbränden bis zu 1000° C entsteht. Der harte Scherben war, abgesehen von einigen Schwindungsrissen, gut und gleichmäßig gebrannt. Mehrere der rötlichockerfarbigen Gefäße wiesen aufgrund der im Ofeninneren unregelmäßigen Rauchentwicklung grauschwarze Schmauchflecken auf. Dennoch wird man den Brennprozeß in dem horizontalen Grubenofen von Kukate eher als oxydierend denn als reduzierend ansprechen müssen.

Während beim ersten Brennversuch noch etwa 30 Prozent Bruch entstand, konnte der Bruchverlust des zweiten Brennversuchs auf etwa 15 Prozent herabgesetzt werden. Neben einer wegen der Art ihrer Herstellung meist unregelmäßig aufgebauten und teilweise unzureichend luftgetrockneten Ware dürften hierfür allerdings auch Fehler durch falsches Einsetzen sowie ungeschicktes Heizen verantwortlich zu machen sein. Das insgesamt gleichmäßigere Brennergebnis und die deutliche Verringerung des Ausschusses beim zweiten Brennversuch ist vor allem auf die in diesem Falle weniger schroffen Temperaturwechsel und die homogenere Temperaturverteilung zurückzuführen.

Bisher aus Norddeutschland und Jütland bekannt gewordene Ausgrabungsbefunde zwei-

kammeriger Grubenöfen werden übereinstimmend als eisenzeitlich bzw. kaiserzeitlich interpretiert. An das Ende der vorrömischen Eisenzeit datiert B. Sielmann (1968/72, 64ff., Abb. 1 u. 2) aufgrund der Scherbenfunde drei einfache Grubenofenanlagen aus der Gemarkung Regesbostel, Kr. Harburg. In der kaiserzeitlichen Siedlung von Dätgen, Kr. Rendsburg-Eckernförde, fanden sich u. a. auch zwei Grubenöfen (HINGST 1974, 72ff.). Einen ähnlichen Befund lieferte der eisenzeitlich-kaiserzeitliche Siedlungskomplex von Strande, Kr. Rendsburg-Eckernförde, wo insgesamt fünf zum Teil aufwendig gestaltete zweikammerige Grubenöfen dokumentiert werden konnten (HINGST 1974, 28ff., Abb. 8 u. 9). Im Bereich der von H. Hingst untersuchten frühkaiserzeitlichen Siedlung von Wenningstedt-Braderup auf Sylt, Kr. Nordfriesland, wurde neben 24 Meileröfen auch ein zweikammeriger Töpferofen entdeckt (HINGST 1968, 234ff.; ders. 1974, 93). Ebenfalls in die Jahrhunderte um Christi Geburt lassen sich die von A. BJØRN (1969, 58ff.; ders. 1978/79, Abb. 1 u. 9) in Lejre nachgebauten horizontalen Grubenöfen von Glostrup und Hasseris datieren.

Neuere Ausgrabungsbefunde aus einer Siedlung der jüngeren römischen Kaiserzeit bei Rullsdorf, Kr. Lüneburg, die einen mit der Kukater Töpferofenrekonstruktion nach Maß und Aufbau fast identischen zweikammerigen Grubenofen ergaben (ASSENDORP 1985, 3), belegen, daß dieser Ofentyp auch in Nordostniedersachsen verbreitet gewesen ist.

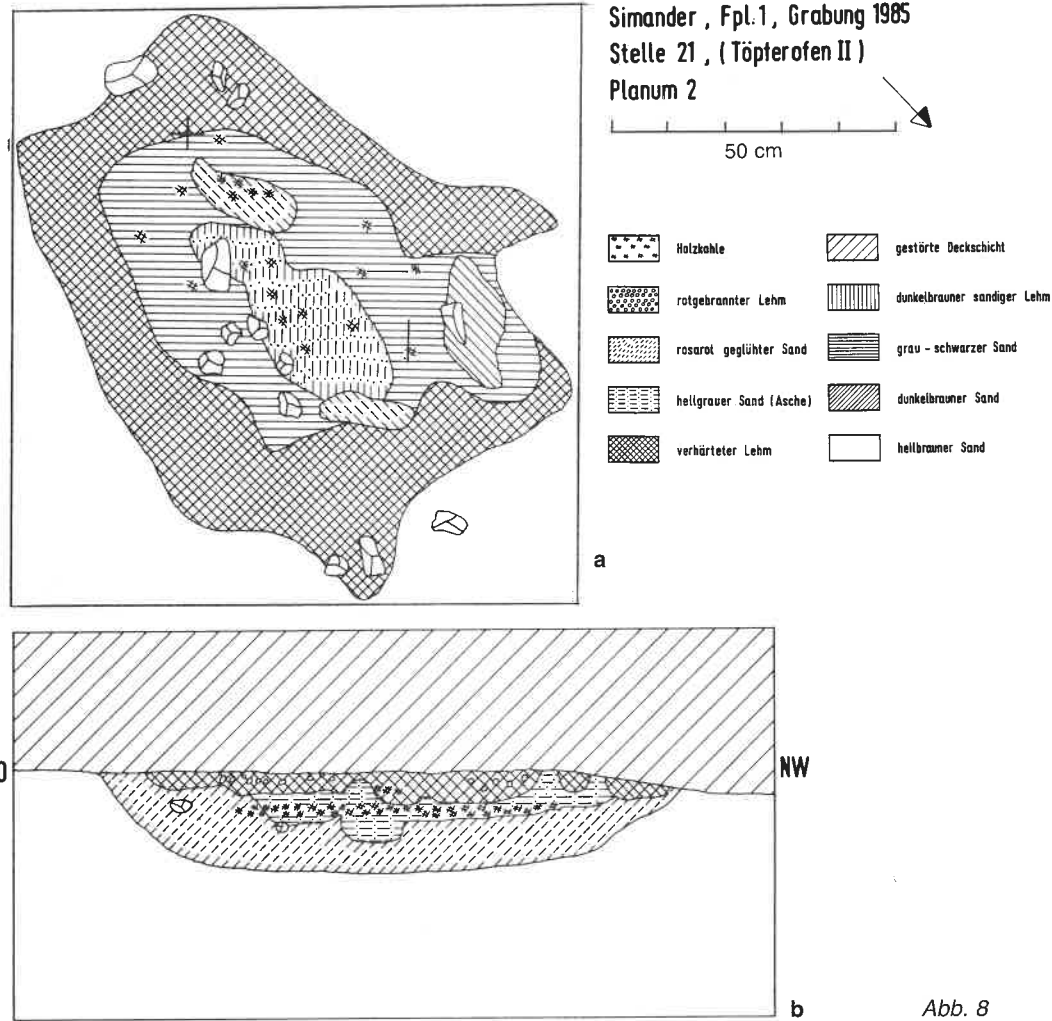


Abb. 8

Ebenfalls kaiserzeitlich zu datieren waren die Reste zweier Töpferöfen, die der Verfasser im August 1985 im Rahmen einer Rettungsgrabung bei Simander, Kr. Lüchow-Dannenberg, bergen und dokumentieren konnte (WACHTER 1986, 27): Die auf dem sandigen Höhenrücken des Staringsbergs - aufgrund früherer Scherbenfunde in Abfallgruben bereits als slawische Siedlungsstelle bekannt - in der Nähe von acht eisenzeitlichen Brandschüttungsgräbern freigelegten kaiserzeitlichen Töpferöfen waren unterschiedlichen Typs. Während es sich bei Töpferofen I, Stelle 1, wohl um einen einkammerigen Grubenofen handelte, war Töpferofen II, Stelle 21, nach der archäologischen Befundsituation

gleichermaßen als ein zweikammeriger Grubenofen des Typs Hasseri anzusprechen (Abb. 8a, b).

Der Fund eines Töpferofens innerhalb der mehrphasigen Siedlung von Hitzacker/Elbe, Kr. Lüchow-Dannenberg (LÜDTKE 1981, 90), läßt darüber hinaus darauf schließen, daß entsprechende, nur geringfügig abgewandelte zweikammerige Grubenöfen in dieser Region noch bis zum Beginn des 14. Jahrhunderts im Gebrauch waren.

Einen weiteren Beleg für die Verbreitung derartiger zweikammeriger Grubenöfen in Nordostniedersachsen lieferte der bereits erwähnte, durch den Verfasser im Herbst 1989 auf einem Acker bei Groß Sachau, Kr. Lü-

chow-Dannenberg (nur etwa 6 km von Kukatate entfernt), ausgegrabene Töpferofen (Abb. 9). Aufgrund der zahlreichen Keramikbefunde läßt er sich zweifelsfrei in die jüngere vorrömische Eisenzeit datieren. Zudem ergab die nach spezifischen Fragestellungen durchgeführte Dokumentation und Ausgrabung des Groß Sachauer Töpferofens einige interessante Befunddetails betreffend des Aufbaus und der Funktion derartiger Grubenöfen, die im Zusammenhang mit den in Kukatate und Hitzacker durchgeführten Experimenten weitere Interpretationshilfen leisteten. So ließen sich für den Töpferofen von Groß Sachau aufgrund des archäologischen Befundes mehrere stattgefundenen Brände nachweisen, da einige der augenscheinlich während des Brandes zu Bruch gegangenen Töpfe danach noch mehrfach in unterschiedlicher Position gebrannt worden waren. Gleichzeitig gelang es erstmals, die gesamte eingestürzte Ofenkuppel zu erfassen und derart zu bergen, daß eine vollständige Rekonstruktion ihrer ursprünglichen Form, Größe und Bauweise möglich zu sein scheint.

Insbesondere die Frage nach Bauweise und Form der im archäologischen Befund in den seltensten Fällen belegbaren obertägigen Kuppeln derartiger eingetiefter Grubenöfen erweist sich in diesem Zusammenhang von besonderer Bedeutung für die Qualität und Technik damaliger Keramikbrände. Wie sehr die Bildung des Hitzestaus im Ofen und somit das Erreichen höherer Temperaturen in kürzerer Zeit bei geringerem Materialverbrauch in hohem Maße von der Form und Bauweise des Kuppelgewölbes abhängig ist, war sicher auch schon den prähistorischen Töpfern bekannt (PFANNKUCHE 1986, 19). Neben der Art der Beheizung läßt sich so vor allem durch die Bauweise des Ofens, der Form seiner Kuppel und der Verteilung der Züge die Zusammensetzung der Verbrennungsgase, d. h. nicht nur die gleichmäßige Verteilung einer bestimmten Temperatur, sondern auch die Gleichmäßigkeit der vorherrschenden Ofenatmosphäre, günstig beeinflussen.

Zahlreiche Brennversuche mit prähistorischen und historischen Töpferöfen sowie ethnographische und ethnoarchäologische Un-

Abb. 9

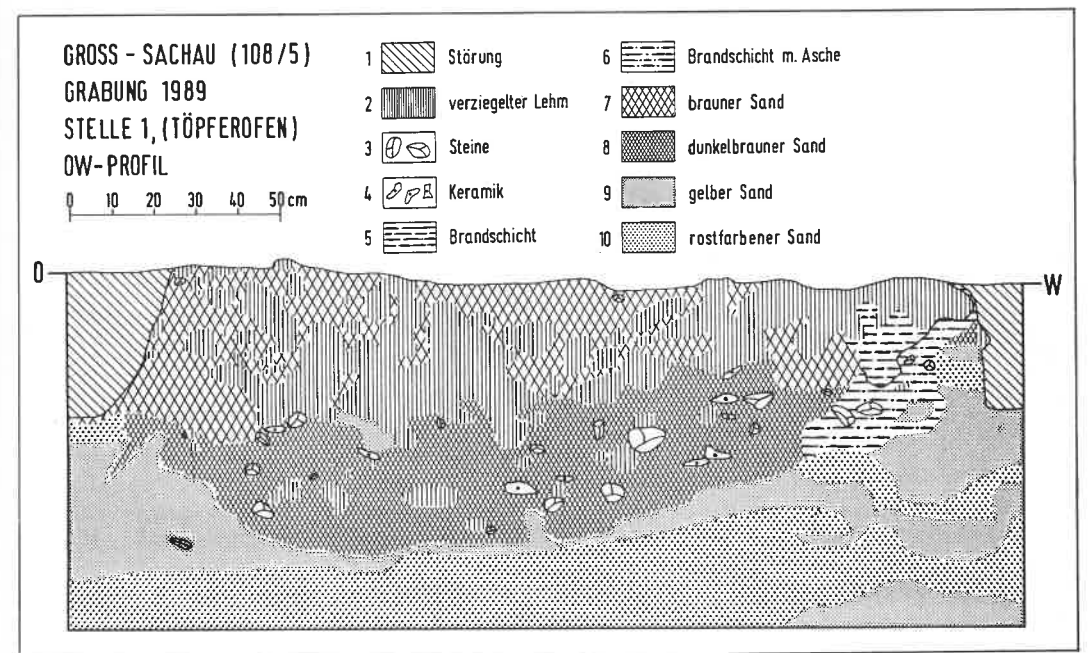




Abb. 10: Vorbrand im rekonstruierten zweikammerigen Grubenofen von Kukate.

tersuchungen zu Töpferei- und Brenntechniken des Verfassers in Nordafrika (VOSSEN 1990: 130, 173) und Lateinamerika haben darüber hinaus gezeigt, daß man bei künftigen Brennversuchen im Sinne experimenteller Archäologie vermehrt auf Vorgänge wird achten müssen, die aus dem eigentlichen archäologischen Befund nicht mehr oder in den seltensten Fällen zu erschließen sind. Zu nennen sind hier insbesondere Art und Anordnung des Brennmaterials, Einsetzordnung der Gefäßtypen, Brenntechnik und Brennverlauf, Überprüfung und Regelung des Brandverlaufs, Art der Kuppel und der Züge sowie die vorherrschende Witterung während des Brandes.

Eine Materialanalyse und vergleichende Untersuchung jüngereisenzeitlich-kaiserzeitlicher Tonware einerseits und jungbronzezeitlich-ältereisenzeitlicher Tonware andererseits mit der im zweikammerigen Grubenofen von

Kukate gebrannten Keramik konnte die chronologische Einordnung dieses Ofentyps in Form des bei kontrollierten Versuchen experimenteller Archäologie nicht seltenen „negativen Beweises“ (PULESTON 1971, 322) im wesentlichen bestätigen. So gehörte zu den unmittelbaren feuerungstechnisch-keramologischen Ergebnissen der Experimente in Kukate u. a. auch die Erkenntnis, daß eine Produktion bronzezeitlicher bzw. ältereisenzeitlicher Töpferware in derartigen zweikammerigen Grubenöfen eher unwahrscheinlich ist. Die dem Verfasser durch umfangreiche Materialaufarbeitungen bekannte jungbronzezeitliche und ältereisenzeitliche Tonware Norddeutschlands (LUCKE 1979, 195; ders. 1980: 115ff., ders. 1980/81) erreicht nur in ganz seltenen Fällen eine Qualität, d. h. vor allem Dichte und Härte des Scherbens, wie sie bei den in Kukate gebrannten Gefäßen zu beobachten ist. Auf die Wahrscheinlichkeit

geringerer Brenntemperaturen und inhomogenerer Temperaturverteilung am Brenngut bei der Herstellung jungbronzezeitlicher und ältereisenzeitlicher Keramik deutet nicht nur ihre Farbe und Flächenstruktur, sondern vor allem auch ihre Brandqualität und Magerung hin. Eine Produktion jungbronzezeitlicher bzw. ältereisenzeitlicher Tonware in derartigen komplexeren zweikammerigen Grubenöfen ist daher kaum anzunehmen.

Vielmehr wird man davon ausgehen müssen, daß ein Großteil der Tonware dieser Zeitabschnitte in unseren Gebieten entweder im offenen Feldbrand, wie er noch heute in rezenten Stammesgesellschaften üblich ist (EGGERT u. KANIMBA 1980, 402; DAVID u. DAVID-HENNIG 1971, 296), im Meilerbrand (RIEDERER 1977, 60) oder im einfachen Grubenbrandofen (DREWS 1978/79, 34) hergestellt wurde. Erst seit der jüngeren vorrömischen Eisenzeit dürften sich auch im Norden Deutschlands entwickelte Töpferofentypen - wie der in Kukate rekonstruierte - durchgesetzt haben.

Entsprechend den von H. W. Mechelk (1971, 65) erläuterten Voraussetzungen, Möglichkeiten und Zielen von Untersuchungen an Keramik können vergleichende Probebrände, wie sie in Kukate durchgeführt wurden, Aussagen über erreichte Temperaturen und damit auch über die Ofenkonstruktionen ermöglichen. Durch auf diese Weise gewonnene Fakten wird es u. a. möglich, die Herstellungstechnik eines bestimmten Zeitabschnitts in einem begrenzten Raum zu rekonstruieren.

Der Bau des Töpferofens in Kukate und die anschließenden Brennversuche haben darüber hinaus gezeigt, daß die damaligen Töpfer schon über ein hohes Maß an Erfahrung verfügt haben müssen. Der Arbeits-, Zeit- und Wissensaufwand, welcher für die Konstruktion und Inbetriebnahme eines solchen zweikammerigen Grubenofens notwendig ist, läßt vermuten, daß zumindest im Zusammenhang mit diesem Ofentyp von einem spezialisierten Töpferhandwerk ausgegangen werden muß.

Schon H. Hingst (1974, 103) hatte darauf hinweisen können, daß nicht nur die Quantität und Qualität kaiser- und völkerwanderungszeitlicher Tongefäße die Tätigkeit von spezialisierten Handwerkern postulieren, sondern vor allem auch der Bau entwickelter Ofentypen und die Beherrschung unterschiedlicher

Brenntechniken die Weitergabe von Erfahrung von Generationen voraussetzen.

Weitere Aufschlüsse zu Fragen archäologischer Befundinterpretation sind von einer für 1990 geplanten Teilausgrabung der seit 1980 ungestört belassenen Überreste des Töpferofens von Kukate zu erwarten. Mit dieser Ausgrabung wird sich dann der methodische Kreis von archäologischem Originalbefund, dem darauf basierenden Rekonstruktionsversuch und endlich dem rezenten archäologischen Befund des Experiments schließen.

Wenn auch letztlich fraglich bleiben muß, inwieweit die in Kukate durchgeführten Versuche sich schlüssig auf prähistorische Verhältnisse übertragen lassen (INGERSOLL u. MACDONALD 1977, XIV; COLES 1973, 18), haben sich dabei dennoch verschiedene neue Erfahrungswerte und Interpretationsansätze ergeben, die eine Weiterführung entsprechender Untersuchungen im Sinne einer experimentellen bzw. lebendigen Archäologie als sinnvoll erscheinen lassen.

Darüber hinaus konnten die jüngsten Ergebnisse vergleichender ethnoarchäologischer Untersuchungen zu nordafrikanischen Brenntechniken sowie Temperaturmessungen in einfachen ein-kammerigen Kuppelöfen marokkanischer Rifberber (LUCKE 1990, 213ff.) u. a. auch für die Beurteilung prähistorischer Brenntechniken wertvolle Interpretationshilfen liefern, so daß sich im Rahmen der Weiterentwicklung experimenteller archäologischer Forschung der methodische Ansatz einer sich in ihren spezifischen Fragestellungen und Interpretationsmodellen wechselseitig beeinflussenden und ergänzenden Kombination von archäologischer Befundanalyse, experimenteller Simulation, naturwissenschaftlich-technischer Dokumentation sowie ethnoarchäologisch-ethnographischem Vergleich langfristig als sinnvoll und erfolgversprechend erweisen wird.

#### Literatur:

- ASCHER, R. A. und CUES, I. (1970): Design and construction of an experimental archaeological structure. - *American Antiquity* 35 (2): 215-216.

- ASSENDORP, J. (1985): Bausteine der Lüneburger Vor- und Frühgeschichte. Die Ausgrabungen in Rullsdorf und Oedeme (Ausstellungskat.): 1-7. Lüneburg.
- BJORN, A. (1969): Ild og ler. Kopenhagen.
- BJORN, A. und HINGST, H. (1973): Back- und Töpferöfen der jüngeren Steinzeit aus Schleswig-Holstein. - Die Heimat 80: 107-110.
- BJORN, A. (1978/79): Rekonstruktion einfacher Töpferöfen und Brennversuche. - Acta praehistorica et archaeologica 9/19: 7-11.
- COLES, J. (1973): Archaeology by Experiment. London.
- COLES, J. (1976): Erlebte Steinzeit - Experimentelle Archäologie. München.
- DAVID, N. und DAVID-HENNIG, H. (1971): Zur Herstellung und Lebensdauer von Keramik. Untersuchungen zu den sozialen, kulturellen und ökonomischen Strukturen am Beispiel der Ful aus der Sicht des Prähistorikers. - Bayer. Vorgeschichtsblätter 36: 289-317.
- DREWS, G. (1978/79): Entwicklung der Keramik-Brennöfen. - Acta praehistorica et archaeologica 9/10: 33-48.
- EGGERT, M. und KANIMBA, M. (1980): Aspects d'un métier traditionnel: L'industrie de poterie Ikenge. - Baessler-Archiv, N.F., Bd. XXVIII: 387-430.
- GOLDMANN, K. und HOFFMANN, B. (1978/79): Brenntechniken von Keramik und ihre Wiedergewinnung durch experimentelle Archäologie. - Acta praehistorica et archaeologica 9/10: 1 ff.
- HINGST, H. (1968): Eine eisenzeitliche Siedlung in Wenningstedt-Braderup auf Sylt, Kr. Südtondern. - Führer zu vor- und frühgeschichtlichen Denkmälern 9: 234ff.
- HINGST, H. (1974): Töpferöfen aus vorgeschichtlichen Siedlungen in Schleswig-Holstein. - Offa 31: 68-107.
- HINGST, H. (1975): Die Töpferscheibe von Wenningstedt-Braderup/Sylt. - Antike Welt, H. 4: 48-50.
- INGERSOLL, D., YELLEN, E. J. und MACDONALD, W. (eds.) (1977): Experimental Archaeology. New York.
- JEWELL, P. A. und DIMBLEBY, G. W. (eds.) (1977): The Experimental Earthwork on Overton Down, Wiltshire, England: The First Four Years. - Experimental Archaeology: 193-227.
- KÜNNEMANN, W. (1990): Brennversuche in einem vorgeschichtlichen Keramikbrennofen. Hitzacker 1989. In diesem Katalog.
- LUCKE, A. (1979): Vorbericht über die Ausgrabung eines jungbronzezeitlichen Urnenfriedhofs bei Barchel, Kr. Rotenburg/Wümme. - Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte 48: 193-197.
- LUCKE, A. (1980): Die Besiedlung des südlichen Niederelbegebietes in der jüngeren Bronzezeit. Zur inneren Gliederung und Gruppenabgrenzung. Dissertation. Hamburg.
- LUCKE, A. (1980/81): Bericht über die Inventarisierung der vor- und frühgeschichtlichen Bestände der Heimatmuseen des Museumsverbundes im Landkreis Lüchow-Dannenberg und andere Aktivitäten. - Hannoversches Wendland 8: 59-66.
- LUCKE, A. (1982): Rekonstruktion eines prähistorischen Töpferofens und Brennversuche in Kukat, Kr. Lüchow-Dannenberg. - Acta praehistorica et archaeologica 13/14: 269-275.
- LUCKE, A. (1990): Vergleichende ethno-archäologische Untersuchungen zu Brenntechniken in vier nordmarokkanischen Töpferorten. - Töpfer- und Keramikforschung, Band 2: 213-225.
- LÜDTKE, H. (1980/81): Der Fund zweier Töpferöfen innerhalb der mehrphasigen Siedlung von Hitzacker/Elbe, Kr. Lüchow-Dannenberg. - Hannoversches Wendland 8: 85-100.
- LÜNING, J. (1974): Das Experiment im Michelsberger Erdwerk in Mayen. - Archäologisches Korrespondenzblatt 4: 125-131.
- MECHELK, W. (1975): Voraussetzungen, Möglichkeiten und Ziele von Untersuchungen an Keramik-Ausgrabungen und Forschungen 20: 62-65.
- PFANNKUCHE, B. (1986): Du Mont's Handbuch der Keramikbrennöfen. Köln.
- PULESTON, D. E. (1971): An experimental approach to the function of Classic Maya chultuns. - American Antiquity 36: 322-334.
- REYNOLDS, P. J. (1976): Farming in the Iron Age. Cambridge.
- RIEDERER, J. (1977): Die Technik der Töpfer in Sri Lanka. - Berliner Beiträge zur Archäometrie 2: 57-66.
- SIELMANN, B. (1968): Drei eisenzeitliche Ofenanlagen aus der Gemarkung Regesbostel, Kr. Harburg. - Harburger Jahrbuch 13: 64.
- STREMLER, R. (1989): Eisenzeitlicher Töpferofen entdeckt. - Elbe-Jeetzel-Zeitung vom 2. November 1989: 3.
- VOSSEN, R. (1990): Reisen zu Marokkos Töpfern. Forschungsreisen 1980 und 1987. Hamburg.
- WACHTER, B. (1986): Einbaum, slawischer Burgwall und Tagung in Hitzacker - Aus dem Bericht der archäologischen Denkmalpflege im Landkreis Lüchow-Dannenberg für 1985/86. - Hannoversches Wendland 11: 23-26.
- WOLF, H.-U. (1980): Reduktionsbrand im Sägespäneofen. - Keramik-Magazin, H. 6: 292-293.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Arne Lucke  
Archäologische Denkmalpflege für den  
Landkreis Lüchow-Dannenberg  
Königsberger Str. 10  
D-3130 Lüchow

## Der eisenzeitliche Lochplattenofen von Weddinghusen/Dithmarschen: Umfeld, Beschreibung, Nachbauten, Versuche, Deutung

Volker Arnold

Im Jahre 1936 konnte Fritz Tischler im Rahmen einer Notbergung in einer Kiesgrube bei Weddinghusen/Dithmarschen eine Brandgrube mit zahlreichen keramischen Resten sicherstellen. Die bis dahin unbeachteten Funde wurden erst vom Verfasser Ende der 70er Jahre durchgesehen. Dabei stellte sich heraus, daß ganz wesentliche Teile eines großen Ofens erhalten waren und sich zusammensetzen ließen. Da sich die Möglichkeit einer Restaurierung im archäologischen Landesmuseum nicht sofort ergab, wurde gleich ein erster Nachbau des Ofenoberteils versucht, dem später weitere Nachbauten folgten.

Die Grube stammt aus dem Bereich einer großen, allerdings nur durch sporadische Notbergungen untersuchten Siedlung der Zeit um Christi Geburt, wie sie am Westrand der Dithmarscher Geest recht dicht gesät sind (HINGST 1983, Karte 23; BOKELMANN 1980, Abb. 1, 21). Schon vor der Auffindung dieses Ofens waren Teile anderer Öfen bekannt. Inzwischen läßt sich feststellen, daß derartige Ofenteile und ihre charakteristischen Begleitfunde in Dithmarscher Geestrandsiedlungen dieser Zeit völlig normal zu sein scheinen. Weitere Ofenteile wurden in westlich vorgelagerten Marschsiedlungen des 1. Jahrhunderts ausgepflügt (TUTLIES 1987, Taf. 88). Nur von zwei dieser Ofenfundstellen liegen genauere archäologische Aufzeichnungen vor, auf die weiter unten eingegangen wird, die aber zur Deutung der Öfen nicht viel beitragen (Abb. 1). Bisher war es noch nicht möglich, gezielt eine weitere

Ofenfundstelle archäologisch zu untersuchen; das wird um so kritischer, desto mehr diese eisenzeitlichen Geestrandsiedlungen inzwischen ohne weitere Untersuchungen durch Kiesabbau und Landwirtschaft zerstört worden sind und werden.

Weitere Ofenteile dieser Art sind mir durch Vermittlung von Ole Harck aus Sylt bekannt; vergleichbare sollen im Bereich Flögel, Kr. Cuxhaven, vorkommen. Publiziert ist ein im ganzen ähnlicher Ofen aus den kaiserzeitlichen Schichten der Grabung Hatzum-Boomborg, Kr. Leer. Allerdings ist die publizierte Rekonstruktion sehr frei ergänzt; bei einem Vergleich mit dem Weddinghusener Ofen ist unbedingt auf die in der Rekonstruktionszeichnung angegebenen Originalteile zu achten (HAARNAGEL 1979, 284-285 u. Taf. 73,2).

In Dithmarschen, dem Bereich, in dem ich auch den Kontext der Ofenfunde überblicken kann, sind Teile dieser Öfen stets verbunden mit besonders stark ausgeglühten Keramikscherben. Dies gilt auch für den Fund mit dem rekonstruierten Ofen sowie für einen weiteren, im Heider Museum aufbewahrten Fund von der gleichen Fundstelle. Die zu Rotfärbungen ausgeglühten Scherben weichen von der Keramik aus normalen Siedlungsgruben und -schichten dieser Zeit deutlich ab, da letztere normalerweise schwarz, bräunlich-rot oder dunkelgrau, also reduzierend gebrannt sind mit oder ohne abschließender Glanzkohlenstoffbildung. Oxidierend gebrannte Partien sind seltener und auch nur in oberflächennahen Teilen des Scherbens vorhanden. Eine vorläufige Durchsicht der mitgefundenen ausgeglühten Keramikscherben brachte keine sicheren Anhaltspunkte dafür, daß diese Keramik vorher benutzt wurde. Wenn auch eine detaillierte Untersuchung noch aussteht, ist es doch nicht sehr wahrscheinlich, solche einwandfreien Spuren für vorherigen Gebrauch aufzufinden, da z. B. Essensreste beim Sekundärbrand verschwinden und Abriebspuren an Gefäßböden auch aus der Trocknungszeit vor dem Brand eines Gefäßes stammen können. Als sichere Spuren kämen z. B. starke Abnutzung an den Gefäßrändern oder nach Bruch abgearbeitete Henkelansätze in Frage. Wichtig ist allerdings, daß zumindest einige Topfscherben eines Ofenfundes im Heider Museum von Gefäßen einer derartigen Größe zu

stammen scheinen, daß sie nicht in den Ofenoberbau gepaßt hätten! Im Zusammenhang mit der Rekonstruktion des Ofens und den Nachbauten konnten eine Reihe von Beobachtungen gemacht werden, die Anhaltspunkte für Deutungen und Ausgangspunkte für weitere Versuche liefern können, die dann den strengen Kriterien des wissenschaftlichen Versuches genügen müßten. Dies trifft für die bisherigen Versuche und Vorführungen zu diesem Thema keineswegs zu. Hier stand im Rahmen der Museumsarbeit eher die Vorführung im Vordergrund. Auswertbare Meßserien und Protokolle konnten dabei nicht erstellt werden. Als ausgesprochen lehrreich erwiesen sich bei den Versuchen gemachte Fehler. Der Ofen gliedert sich in einen Oberbau in Form eines großen Kegelstumpfes und einen Unterbau, dessen genaue Form leider nicht

ermittelt werden konnte. Bei der Rekonstruktion (Abb. 2) konnte ein fragmentarisches säulenförmiges Stück nicht untergebracht werden; es muß allerdings offen bleiben, ob es überhaupt mit einem solchen Ofen zu tun hat. Das Material des Ofens ist halbfetter oder fetter Ton ohne körnigen Magerungszuschlag, aber mit einem erheblichen Anteil an ausgebrannter organischer Magerung halmartiger Struktur. Nach Ausweis zahlreicher Hohlräume von Ährenresten und Getreidekörnern sind große Mengen Stroh in den Ton eingemischt worden. Dadurch sind Ofenteile leicht von Keramikscherben mit kantig-körniger Gesteinsmagerung zu unterscheiden. Es soll aber darauf hingewiesen werden, daß auch andere Tongeräte dieser Zeit wie Webgewichte strohgemagert sind. Der Ofenoberbau ist, mit der späteren oberen Abschlußfläche nach unten, auf einer

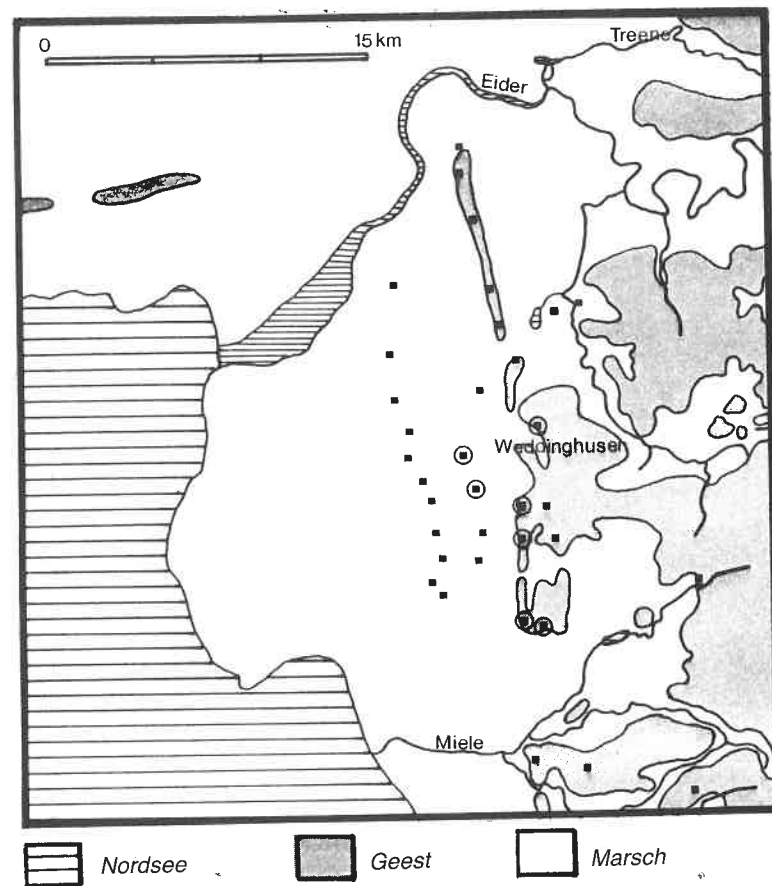


Abb. 1: Siedlungen der römischen Kaiserzeit im nördlichen Dithmarschen (nach Hingst 1983, mit Nachträgen). Geest gerastert, sonst Marsch und Niederungen. Hervorgehoben: Siedlungen, von denen bisher Ofenteile bekannt sind.

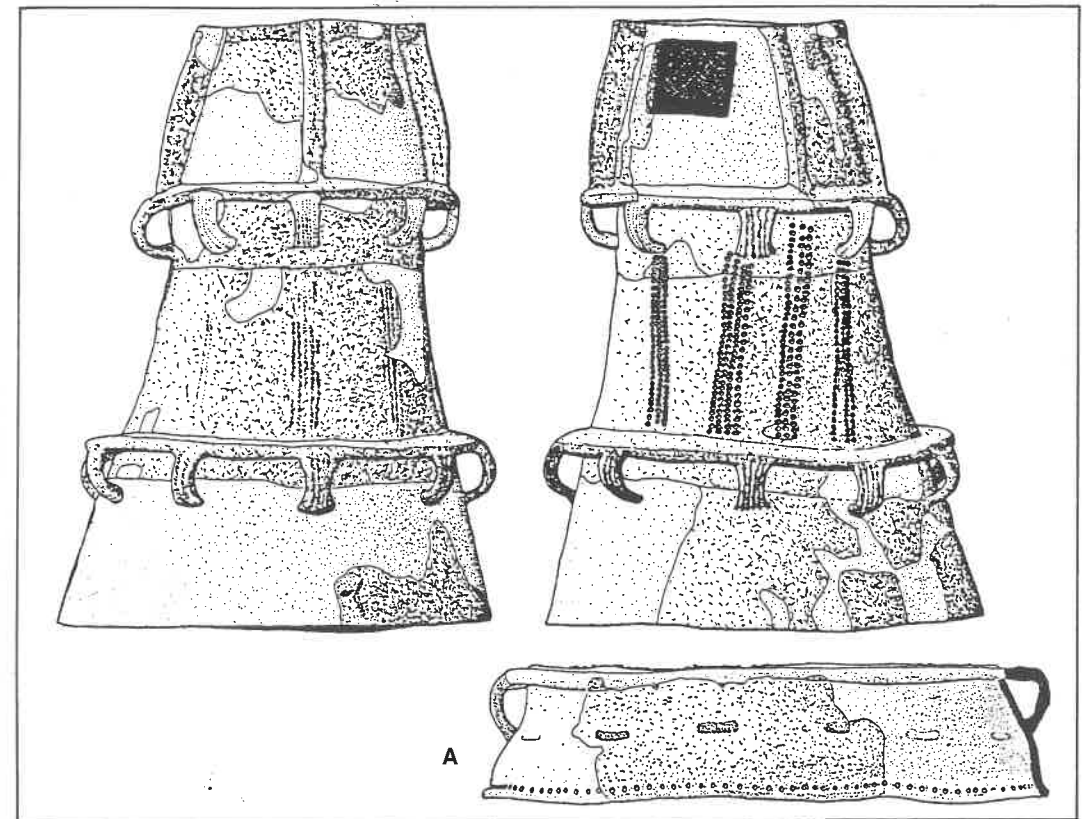


Abb. 2: Lochplattenofen der Zeit um Christi Geburt von Weddinghusen mit zugehörigem Unterbau A. Der Oberbau ist 1 m hoch.

ebenen, feinsandigen Unterlage errichtet und dort auch soweit getrocknet worden, daß die Auflagefläche, die nachher oben zu denken ist, sandig rauh blieb, im Gegensatz zu den vergleichsweise sorgfältig glattgestrichenen Teilen der Ofenwandung. Mindestens ein halmgroßes Loch ist durch den noch feuchten Ton dieser oberen Abschlußfläche durchgestochen worden. An den Bruchlinien der Ofenwand läßt sich deutlich erkennen, daß der Ofen aus einzelnen, offenbar konzentrischen Streifen aufgesetzt war in Breiten deutlich unter 10 cm. Dabei fallen zwei umlaufende Bruchlinien ins Auge, an denen sich bereits während des Brennbetriebes des Ofens wieder Fugen aufgetan haben müssen, erkennbar daran, daß der sonst dunkle Kern der Bruchflächen rotgebrannt war. Sie markieren offenbar Bauabschnitte des

Ofens. Danach endete ein Bauabschnitt, nachdem die vier senkrechten und die erste umlaufende Henkelleiste angebracht wurde. Bevor die zweite Henkelleiste angesetzt wurde, war nach einem zweiten Bauabschnitt eine weitere Trockenpause eingelegt worden. Bei der ersten umlaufenden Leiste sind die Henkel selbst erst mit dem folgenden Bauabschnitt angebracht worden. Der Ofenunterbau (A) läßt sehr viel weniger Details über seine Herstellung erkennen, da leider viel zu wenig Bruchstücke vorliegen, um ihn zu rekonstruieren (Abb. 2). Einigermaßen klar sind nur das Profil und die Henkelansätze. Von der Lochplatte, die den Unterbau nach oben hin abschloß, sind nur unzusammenhängende Teile vorhanden. Glücklicherweise sind nun aus dem zweiten Weddinghusener Fund im Heider Museum Teile



Abb. 3: Oberbau des ergänzten originalen Lochplattenofens.

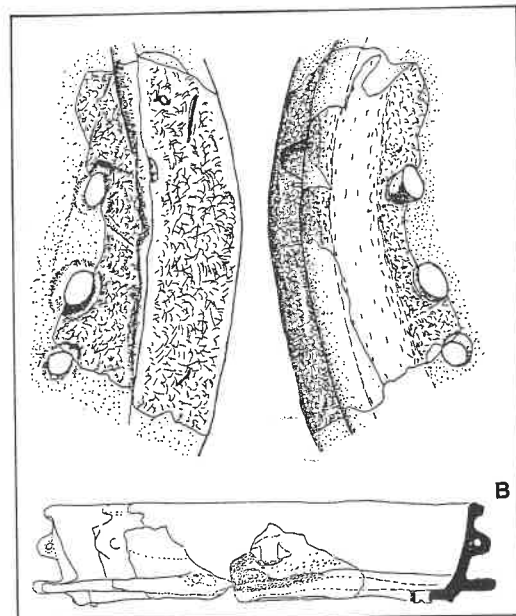


Abb. 4: Unterbau eines anderen Lochplattenofens von Weddinghusen (B), Größe wie Unterbau A.

eines ähnlichen Ofenunterbaus (B) erhalten, die allerdings dickwandiger sind und statt Bandhenkeln Henkelösen haben (Abb. 4). Hier wird die Anordnung von Wandung, Verstärkungsleiste und Lochplatte klar. Auch wird deutlich, daß die Herstellung, wie beim Oberbau, in umgekehrter Lage mit der Lochplatte zuerst erfolgte. Abdruckspuren an nahezu allen Lochplattenstücken auch der anderen Dithmarscher Öfen zeigen, daß sie über einem Gerüst aus parallelen Hölzern geformt wurden. Im Falle der beiden hier erläuterten Unterbauten handelt es sich um runde Asthölzer, in einem anderen Fall um Spalthölzer mit eckigem Querschnitt. Die Löcher sind in Fingerstärke so durchgedrückt, daß sie zwischen den Spalten des Stützgerüsts liegen. So ergab sich normalerweise eine reihenförmige Anordnung der Löcher. An die Lochplatte wurden nun die Seitenwand mit einer umlaufenden kragenförmigen Leiste und schließlich die Henkel angesetzt. Der Unterbau scheint in dieser Lage getrocknet zu sein, denn ein Verstreichen der Lochplatte fand nach Herausnehmen der Stützhölzer nicht statt, so daß bei dem fertigen und richtig herumgedrehten Unterbau die Oberseite mit Lochplatte und umlaufender Leiste sehr unregelmäßig aussah und sowohl die Abdrücke der Stützhölzer wie auch die Kragen und Zipfel, die beim Durchdrücken der Löcher entstanden, noch erhalten sind. Man kann davon ausgehen, daß es bei der Herstellung des Unterbaus nicht darauf ankam, eine einigermaßen ebene Lochplattenoberfläche zu erzielen. - Bei beiden Unterbauten sind die Wandungen nur zu weniger als einem Drittel vorhanden. Sollte es irgendeine Befeueroeffnung gegeben haben, so sind in keinem Fall davon irgendwelche Reste vorhanden.

Von Interesse für die Deutung sind an der Farbe des Tons unterscheidbare Zonen verschiedener Brandintensität. Der Unterbau B mit den Henkelösen ist partiell an dem umlaufenden Steg, wo der Oberbau ansetzt, und an einem alten Riß und dessen Umgebung schaumig verschlackt. Bei dem Unterbau A mit den Bandhenkeln hat die Wandung innen nahe der Lochplatte die Spuren stärkster Feuereinwirkung, zwar ohne Verschlackung, aber mit Bildung violetter Farben. Ein Teil seines unteren Randes dagegen ist nur äußerst schwach gebrannt. Bei dem rekon-

struierten Oberbau scheint die obere Partie, besonders um die Öffnung, am wenigsten Feuereinwirkung mitbekommen zu haben. Hier hat der Wandungsscherben auch noch einen fast durchgehenden schwarzen Kern und fühlt sich noch ledrig an. Alle Spuren lassen erkennen, daß die Feuereinwirkung im Bereich der Lochplatte am stärksten gewesen sein muß und nach oben abnahm.

Abgesehen von den bereits erwähnten alten Rissen ließ sich noch ein weiterer Gebrauchsschaden feststellen. Die obere Abschlußfläche des Oberbaus stand ursprünglich wie eine weitere umlaufende Leiste vor, war aber schon frühzeitig restlos abgebrochen worden, da auch hier die Bruchflächen der Brennfarbe der Ofenoberfläche entsprechen. An den vier senkrechten Stützleisten sind die Ausmaße dieser umlaufenden, aber henkellosen Leiste an den Abbruchspuren zu erkennen.

Die Deutungsgeschichte verdient, kurz vorausgeschickt zu werden. Wo Lochplattenteile dieser Öfen in Publikationen und Ortsakten erwähnt wurden, sind sie als Reste von Töpferöfen gedeutet. Die erste und lange Zeit einzige Rekonstruktion machte der junge K. W. Struve, der als Student und Mitarbeiter bei

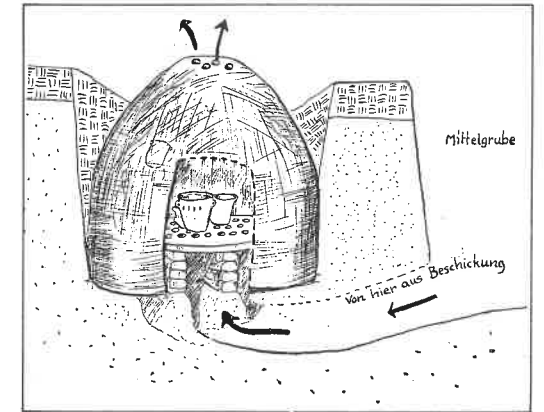


Abb. 5: Spekulative Rekonstruktion eines Weddinghusener Töpferofens (nach Struve 1941/42).

der benachbarten Ausgrabung der Stellerburg in Weddinghusen eine Notbergung durchführte und publizierte. Das damals geborgene Material ist anscheinend in den Kriegswirren verlorengegangen. Er erkannte damals nicht, daß die großen „Keramikränder“ Ofenteile gewesen sind, sondern machte seine Rekonstruktion nach dem Grabungsbefund und einem einzelnen Lochplat-

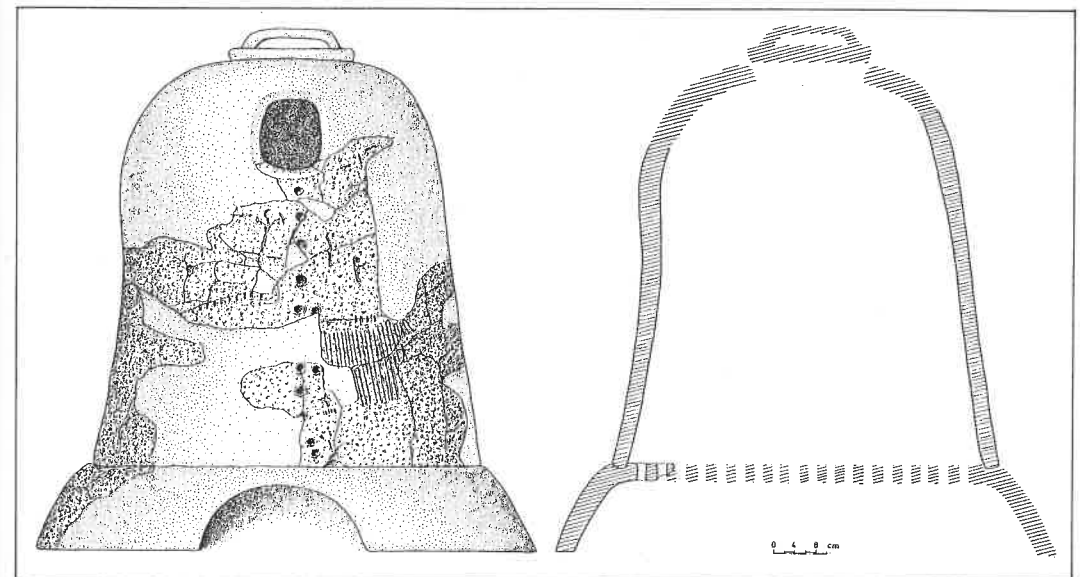


Abb. 6: Spekulative Rekonstruktion eines Lochplattenofens von Hatzum-Boomborg (nach Haarnagel 1979).



tenbruchstück der gleichen Fundstelle aus Privatbesitz (STRUVE 1941/42). Dieses (erhaltene) Bruchstück ist so verzogen, daß Struve es als Teil einer durchlocherten gewölbten Kuppel ansah (Abb. 5). Die von Struve angenommene Beheizung der Töpferofengrube von einer benachbarten Grube aus ist durch keinen Befund nachweisbar und wegen des nachrutschenden Kiesuntergrundes ganz unwahrscheinlich.

Hans Hingst hat in seiner Darstellung der Töpferöfen in Schleswig-Holstein in Weddinghusen (HINGST 1974, 90) nur die Befunde herangezogen, die Funde dagegen weder genauer studiert noch vorgelegt. Auch er schließt aus Lochplattenbruchstücken auf Töpferöfen. Die bei Struve und Hingst beschriebenen Gruben scheinen geglähten Sand und darüber offenbar zusammenhanglos eingefüllte Ofen- und Keramikscherben enthalten zu haben. Werner Haarnagel sieht den Boomborger Ofen ohne weitere Diskussion als Töpferofen an, weist aber darauf hin, daß in Feddersen Wierde ganz anders gebaute, ebenso als Töpferöfen gedeutete große dickwandige Lehmkuppelöfen vorkommen (Abb. 6).

So ist es naheliegend, daß auch der Autor zunächst auf einen Töpferofen schloß und den noch nicht fertig rekonstruierten Ofen in dieser Deutung vorstellte (ARNOLD 1976a, 1976b u. 1979). Bester Beweis schienen die regelhaft mit solchen Ofenresten verbundenen verschlackten und verzogenen Keramikscherben zu sein, die als die zugehörigen Fehlbrände interpretierbar waren (Abb. 7).



Abb. 7: Ausgeglühte Gefäßkeramik aus der Fundgrube des Weddinghusener Lochplattenofens. Archäologisches Landesmuseum Schleswig.

Schon vor der „Entdeckung“ des besprochenen Ofenoberbaus wurde ein Rekonstruktionsversuch nach Ofenresten im Heider Museum nachgebaut und als Töpferofen ausprobiert. Diese Rekonstruktion erwies sich als mindestens so falsch wie die von Struve; der zu kleine Ofennachbau war oben offen und mit einem Tondeckel verschließbar - die Rekonstruktion von Hatzum-Boomborg hatte unbewußt Pate gestanden. Ein weiteres Mal wurden nach der Rekonstruktion des Originals der Ofenoberbau und eine lose Lochplatte nachgeformt und als Töpferofen probiert (Abb. 8). Zwei folgende Nachbauten umfaßten Oberbau und Unterbau, einmal als Töpferofen benutzt und ein zweites Mal als geplanter, aber mißlungener Versuch für andere Deutungen. Parallel dazu liefen in unregelmäßiger Folge verschiedene Versuche zur Nachfertigung von Keramik nach vorgeschichtlicher Machart (ARNOLD 1987). Trotz aller Unzulänglichkeiten ließen sich doch über die gewonnenen Erfahrungen gezielte Fragestellungen für weitere Versuche und auch für weitere Fundstellenuntersuchungen ableiten, obwohl der Verfasser glaubt, von einer stichhaltigen Deutung weiter entfernt zu sein als je.

Beim Aufbau des Oberbaus (Abb. 3) gab es keine Widersprüche zu den Beobachtungen an den Originalen. Bei der Einarbeitung von Halmen ist die Gefahr groß, ein falsches Mischungsverhältnis zu bekommen. Der letzte Versuch scheiterte an einem viel zu großen Halmanteil im Ton, der sehr zu Ungunsten der Stabilität nach dem Brand ausfiel. Zudem liegt die Halmstärke vorgeschichtlichen Getreidestrohs zwischen der von Heu und heutigem Stroh, so daß ein genau gleiches Gefüge nicht ohne weiteres herstellbar ist. Im übrigen zeigt sich bei den Nachbauten, daß der Halmzusatz beim Aufbau für sehr gute Haltbarkeit sorgt. Es zeigte sich, daß Arbeits- und Trockenpausen beim Erreichen der Stellen, die auch beim Original feststellbar waren, sinnvoll sind. In einem Fall sackte der Ofenoberbau bei zu früher Weiterarbeit in sich zusammen, was auch nicht mehr ganz auszugleichen war. Die rechteckige Öffnung darf nicht zu früh in die Ofenwand geschnitten werden!

Größere Probleme gab es beim Nachbau des Unterbaus, der nur zweimal ausgeführt wurde. Es ergab sich dabei das Problem, wie

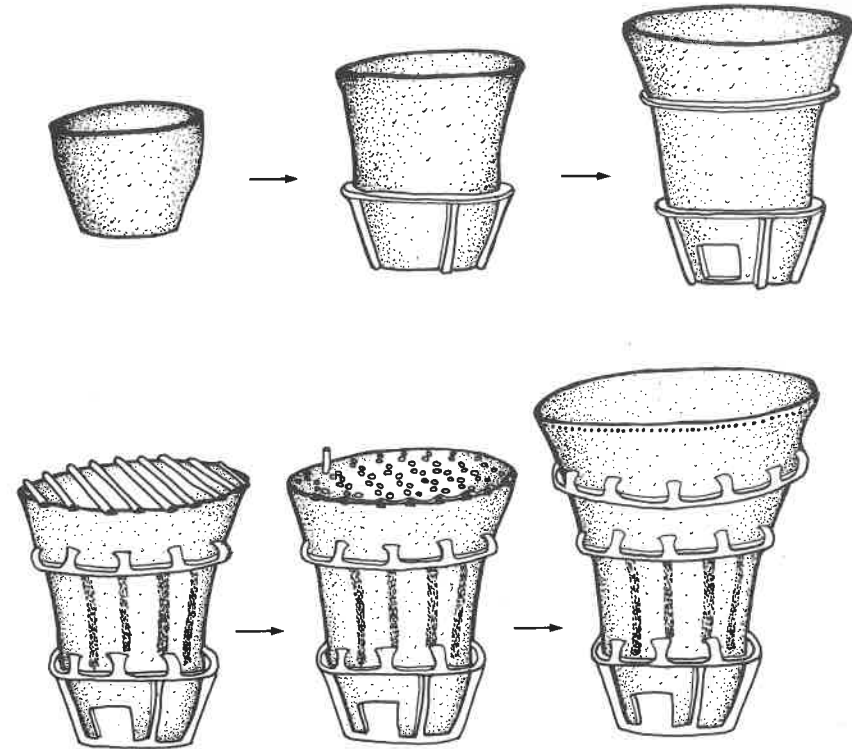


Abb. 8: Herstellungsabfolge beim Lochplattenofen. Er wurde „auf dem Kopf“ errichtet. Bei den Nachbauten wurde allerdings die Lochplatte auf einem getrennt errichteten Stützholzgerüst vorgeformt und dann zur Weiterarbeit auf den angetrockneten Oberbau aufgelegt.

das Stützgerüst zu errichten sei. Bei dem letzten Versuch wurde es auf zwei Querhölzern zusammengesetzt und die Lochplatte darauf vorgefertigt. Sobald sie vorsichtig mit Hilfe mehrerer Leute vom Stützgerüst abgehoben werden konnte, wurde sie auf den umgekehrt stehenden, hinreichend angetrockneten Oberbau gelegt und so gut wie möglich angepaßt. Dabei begann sie etwas nach unten durchzuhängen, was eher als ein Vorteil anzusehen ist, falls die Lochplatte später belastet wird. Dann steht sie ja umgekehrt und bildet sozusagen ein schwach gebogenes Gewölbe. Die Lochplatte verblieb auf dem Oberbau; dort wurden auch Wandung, Rand und Henkel des Unterbaus angesetzt. Allerdings hatte die angestrebte Paßgenauigkeit nach endgültiger Trocknung doch etwas gelitten. Dies lag nicht nur daran, daß sich beide Teile etwas verzogen, sondern auch daran, daß der bereits angetrocknete Oberbau beim endgültigen Trocknen nicht in dem

Maße schrumpfte wie der noch viel feuchtere Unterbau. Eine Befeuersöffnung im Unterbau wurde in freier Phantasie so gestaltet, daß normale Holzscheite eingebracht werden konnten.

Die getrockneten Ofenteile lassen sich trotz Größe und Gewicht leicht transportieren, ohne Schaden zu nehmen. Ist der Ofen erst einmal selbst ausgeglüht, nimmt die Stabilität allerdings erheblich ab. Abgesehen von dem letzten mißlungenen Versuch war es allerdings möglich, auch den gebrannten Oberbau mehrfach abzuheben und beide Teile zu transportieren. Im Laufe des Brennens aufgetretene Risse hatten allerdings die Eigenschaft, sich mit jedem neuen Brand zu vergrößern. Da die vielen durch den Halmzusatz entstandenen Hohlräume für einen äußerst zackigen und unregelmäßigen Rißverlauf sorgen, war der Zusammenhalt zunächst noch verblüffend groß.

Bei zwei Brennversuchen als Töpferofen

wurde der Ofen soweit als möglich eingegraben bzw. zugeschüttet. In einem der Fälle war der Ofen vor dem Versuch noch ungebrannt und sollte nicht nur die hereingestellte Keramik, sondern auch sich selbst brennen. Bei dem verwendeten Anschüttmaterial (Sand und Kies) gelang das auch vollständig. In den anderen beiden Fällen wurde der Ofen zunächst nur zu dem Zweck befeuert, selbst zu verziegeln. Dazu wurden um den getrockneten Ofen Grassoden turmartig geschichtet und zwischen Grassoden und Ofenwand eine Handbreit Platz für Brennholz und Äste gelassen. Dieser Sodenturm blieb oben offen, die Deckplatte wurde allerdings auch mit brennbarem Material bedeckt. Der Abzug blieb frei, ebenfalls die rekonstruierte Beschickungsöffnung am Unterbau. Nun wurde der Unterbau unter der Lochplatte allmählich immer höher geheizt. Nach etwa einer Stunde geriet dann auch das Brennmaterial außerhalb der Ofenwand in Brand, zuletzt stürzte der Sodenturm teilweise zusammen. In beiden Fällen war der Ofen hinreichend durchgeziegelt, wobei sich rotgebrannte und dunkle Partien engräumig abwechselten. Damit war der Ofen z. B. gegen Regen genügend gesichert.

Die Versuche, in dem Ofen Keramik zu brennen, verliefen insgesamt erfolgreich. Allerdings gab es einige Schwierigkeiten, da nicht viele Gefäße hineinpaßten und vor allem nur sehr ungünstig zu stapeln waren. Man mußte schließlich auf jeden Fall vermeiden, beim immer kniffligen Aufsetzen des Oberbaus auf die Lochplatte die dort stehenden, empfindlichen ungebrannten Gefäße umzukippen oder umzustürzen (Abb. 9 u. 10). Je mehr Risse der Oberbau schon hatte, desto größer war auch die Gefahr, daß er in der Schwebe zerfallen könnte und so Unterbau und zu brennende Keramik mit zerstören würde. Ribbildung und Verbrauch von Brennmaterial waren übrigens deutlich größer, wenn der Ofen nicht eingegraben oder angeschüttet wurde. Ein Rauchbrand mit Glanzkohlenstoffbildung an den Gefäßoberflächen gelang nicht immer nach Wunsch, da z. B. der Ofen nicht immer entsprechend abzudichten war. Sobald die Atmosphäre wieder oxidierend wurde und die Temperatur noch genügend hoch war, kam es wieder zur Oxidation der Gefäßoberflächen mit entsprechenden unerwünschten Farbänderungen. Insgesamt läßt

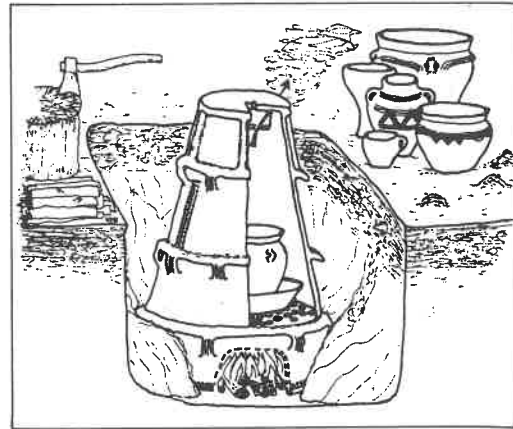


Abb. 9: So stellte sich der Verfasser ursprünglich eine Nutzung als Töpferofen vor (Arnold 1976 b).

sich sagen, daß das Brennen von Keramik in solchen Lochplattenöfen möglich, aber sehr unbequem und störanfällig ist. Verschiedenste Versuche des Verfassers zeigten, daß man einen Brand vorgeschichtlicher Art auf viel einfachere Weise erreichen kann (ARNOLD 1987).

Auch bei Keramikbränden in anderen stehenden zweikammerigen Öfen wurden übrigens trotz gelegentlicher Temperaturen um den Sinterpunkt des Tones nie derart verzogene und verschlackte Scherben erzielt wie unter den Befunden der Lochplattenöfen üblich. Auch die Öfen entwickelten nicht derartig schaumig-verschlackte Zonen wie am Unterbau aus dem Heider Museum.

Da auch von volkskundlicher Seite Einwände gegen die Deutung als Töpferofen erhoben wurden, überwand sich der Verfasser (nach heftiger Gegenwehr) zu anderen Deutungsversuchen. Eine Möglichkeit, initiiert durch Ernst Helmut Segschneider, deutet den Ofen als Hausofen, der Wärme speichern und Funkenflug vermeiden sollte. Dabei ist an eine Beheizung des Unterbaus unter der Lochplatte überwiegend mit Holzkohle gedacht, ferner an die Auffüllung eines Teil des Oberbaus über der Lochplatte mit Scherben zerbrochener Keramikgefäße, und zwar durch die rechteckige Abzugsöffnung. In diesem Falle hätte der Oberbau des Ofens nur selten entfernt werden müssen, um die Scherben mit Flugasche auszuräumen. Nach erneutem Aufsetzen des Oberbaus hätten

dann die von der Asche befreiten Scherben wieder eingesetzt werden können. Der Weg der Flamme und der Rauchgase durch die Scherben hätte einen nennenswerten Funkenflug auf jeden Fall unterbunden. Auch nach Verlöschen der Befuerung hätte die Füllung wie bei einem Nachtspeicherofen noch lange nachgewärmt. Der flache obere Abschluß hätte sich dazu geeignet, Speisen in den flachbodigen eisenzeitlichen Gefäßen warm zu halten oder Feuchtes zu trocknen. Zu dieser Deutung wurde der letzte Versuch durchgeführt. Auf Grund der falschen Materialzusammensetzung brach aber die Lochplatte einige Zeit nach Auffüllen mit Scherben ein, so daß ein Vergleich des Funkenfluges bei Brennholzverwendung mit und ohne Scherbenauffüllung nicht mehr ausreichend möglich war und Beobachtungen hinsichtlich Wärmespeicherung entfielen.

Beide vorangegangene Deutungen haben den Nachteil, nicht zu erklären, wieso diese Öfen in Dithmarschen nur in unmittelbarer Nähe der Westküste anzutreffen sind, wäh-



Abb. 10: In den Nachbau des Weddinghusener Lochplattenofens werden Töpfe zum Brennen eingesetzt. Foto: Löbert.

rend meines Wissens aus gleichalten Siedlungen des Hinterlandes keine entsprechenden Ofenteile vorliegen. Gerade die Rohstoffe für die Keramik sind in der Küstennähe nicht optimal, es sei denn, man hätte Marschenklei verwendet. Bei der Deutung als Hausofen sind die verschlackten Scherben und Ofenpartien nicht gut erklärbar, obwohl dazu Dauerversuche fehlen.

In einem weiteren Versuch sollte geprüft werden, ob sich derartige Öfen zur Gewinnung von Salz aus Meerwasser geeignet hätten. Der Gedanke ist, daß man bei gleicher Füllung und Feuerführung wie bei der Deutung als Hausofen durch die Beschickungsöffnung intervallweise Salzwasser auf die glühend heißen Scherben gießt. Um die Scherben müßten sich dann nach genügend langer Aktivität derartige Salzkrusten bilden, daß nach Abnehmen des Oberbaus genügend Salz oder stark salzhaltige Asche gewonnen werden kann. Ohne Versuch kann schwerlich vorausgesagt werden, ob diese Methode zum Erfolg führt. Wenn ja, so wäre verständlich, wieso es zu den Verschlackungserscheinungen kommen konnte, denn die im Meerwasser enthaltenen Natrium- und Kaliumsalze setzen Sinter- und Schmelzpunkt von Tonen erheblich herab. Auch dieses müßte in einem Versuch nachvollziehbar sein.

Häufig auf eisenzeitlichen Siedlungen des genannten Bereiches sind auffällige bimsartig, glasig-grünliche Schlacken. Gerade aus Weddinghusen liegt ein ganzer Karton vor. Es ist zumindest in Betracht zu ziehen, daß diese Schlacken ebenfalls mit den Öfen zu tun haben könnten.

Abschließend soll auf die Schritte aufmerksam gemacht werden, die einer Lösung der mit den Lochplattenöfen zusammenhängenden Fragen näher bringen könnten. Günstig wäre die erneute Freilegung solcher Öfen und eine genaueste Beobachtung des Befundes unter Berücksichtigung der verschiedenen Deutungsmöglichkeiten. Lage und Kontext in einem Siedlungsareal wären ebenso von Wichtigkeit; allerdings ist die Frage, ob an einer der bisher bekannten und in Frage kommenden Fundstellen Dithmarschens eine solche Beobachtungsmöglichkeit noch besteht.

Wichtig wären genauere Untersuchungen der verwendeten Materialien, sowohl der Öfen wie auch der Gefäßkeramik. So könnte

vielleicht geklärt werden, ob der verwendete Ton der Marsch, den Geschiebemergelvorkommen oder Schollen zwischeneiszeitlicher Meerestone entnommen wurde. Zu prüfen sind der Scherben der Öfen und die Gefäßkeramik auf Mineralien, die Aufschluß über Brenntemperatur, Brenndauer, Brennatmosphäre und gegebenenfalls Salzzufuhr geben. Weitere notwendige Untersuchungen wurden oben schon erwähnt: Prüfung der Gefäßkeramik auf vorherige Benutzung, systematische Prüfung großformatiger Gefäßkeramik darauf, ob sie unzerbrochen unter den Ofenoberbau gepaßt hätte usw. Sicher ist es notwendig, weitere Deutungsmöglichkeiten zu finden und zu durchdenken. Natürlich hat auch der Verfasser andere Möglichkeiten durchdacht oder in Betracht gezogen. Ist der Ofen überhaupt so richtig orientiert? Dienten die Öfen als Darre oder zu sonstigen Trocknungszwecken? Haben sie mit der Verarbeitung von Metallen oder Perleinglas zu tun? Oder hat man die erhitzte Außenwand des Ofens zum Backen von Fladen verwendet? Sicher ist es nicht verkehrt, alle zunächst noch so abwegig erscheinenden Deutungen zumindest gedanklich durchzuarbeiten und mit den festgestellten Befunden und Spuren abzustimmen, gegebenenfalls ergänzt mit nochmals dazu angesetzten Versuchen. Versuche dazu sollten gezielter und besser dokumentiert sein, wobei sich Schauvorführungen, die vorrangig als Öffentlichkeitsarbeit eines Museums gedacht sind, als wenig geeignet herausstellen, da stets die Dokumentation zu leiden hat. Dem wäre allenfalls durch eine ausreichende Zahl an Beteiligten abzuwehren. Gerade die Anzahl der notwendigen Helfer wird leicht unterschätzt. Für einen nicht öffentlichen Brennversuch, bei dem trotzdem einige Neugierige zu erwarten sind, wären acht Personen ideal. Zwei Personen sollten für die Foto- und Filmdokumentation zuständig sein, eine für die Betreuung von Zuschauern, eine zur Beschaffung und Bereitstellung von Brennmaterial, eine für die notwendigen Messungen, eine nur zur Protokollführung, eine zur „Bedienung“ des Ofens und eine weitere nur zu dem Zweck, irgendwelche unerwartet notwendige oder nicht bedachte Hilfsmittel zu besorgen. Schließlich muß immer bedacht werden, daß erfolgreiche und widerspruchsfreie Versuche nur eine

Stütze, keineswegs ein Beweis für eine Deutung sein können. Den größeren Wert derartiger Versuche sehe ich darin, unpraktikable Deutungsmöglichkeiten zu widerlegen.

#### Literatur:

- ARNOLD, V. (1976 a): Ein Töpferofen der römischen Kaiserzeit mit abnehmbarer Kuppel aus Weddinghusen, Kreis Dithmarschen. - Die Heimat 83: 165-167.
- ARNOLD, V. (1976 b): Formen und Brennen von Töpfen vor neunzehnhundert Jahren. - Blätter zur Heimatkunde (Beilage zur Zeitschrift Dithmarschen).
- ARNOLD, V. (1979): Museum für Dithmarscher Vorgeschichte Heide, in: Führer durch die Ausstellung „Die Dithmarscher“, Dithmarschen N.F.: 54-66.
- ARNOLD, V. (1985): Der Lochplattenofen von Weddinghusen. Experiment und Deutung. - Archäologische Informationen 8/1: 48-53.
- ARNOLD, V. (1987): Rohstoffverfahren beim Töpfereibau nach vorgeschichtlicher Art. - Archäologische Informationen 10: 174-180.
- BOKELMANN, K. (1980): Neue Funde und Beobachtungen zur frühen Besiedlung der Nordermarsch in Dithmarschen. - Dithmarschen N.F.: 74-80.
- BOKELMANN, K. (1988): Wurtten und Flachsiedlungen der römischen Kaiserzeit. Ergebnisse einer Prospektion in Norderdithmarschen und Eiderstedt. In: Michael Müller-Wille u. a., Norderhever-Projekt 1, Offa 66: 149-161.
- HAARNAGEL, W. (1979): Die Grabung Feddersen Wierde, Wiesbaden 1979.
- HINGST, H. (1974): Töpferöfen aus vorgeschichtlichen Siedlungen in Schleswig-Holstein. Offa 31: 68-107.
- HINGST, H. (1983): Die vorrömische Eisenzeit Westholsteins. Offa 49: 1983.
- STRUVE, K.-W. (1941/42): Struve, Ein kaiserzeitlicher Töpferofen von Weddinghusen, Kreis Norder-Dithmarschen. Offa 6/7: 179-184.
- TUTLIES, P. (1987): Studien zur kaiserzeitlichen Besiedlung der Marschen in Dithmarschen. Ungedruckte Magisterarbeit Hamburg 1987.

#### Anschrift des Verfassers:

Dr. Volker Arnold  
Museum für Dithmarscher Vorgeschichte  
und Heider Heimatmuseum  
Brahmsstr. 8  
D-2240 Heide

## Herstellung mittelalterlicher Töpferware im Museumsdorf Düppel

Gudrun und Gunter Böttcher

### Einführung

Ein Keramikscherbenfund führte zur Auffindung eines Dorfes aus der ersten Hälfte des 13. Jahrhunderts. Auf seinen Spuren entstand das Museumsdorf Düppel in Berlin. Seit 1976 arbeitet die Töpfergruppe des Museumsdorfes über Fragen der Herstellung der Keramik des 12. bis 14. Jh.s im Berliner Raum mit Schwerpunkt auf dem im Dorfbereich Gefundenen. Letzteres waren zum einen spätslavische, granitgrusgemagerte Töpfe mit ebenem Standboden, doppelkonischem Körper und Randlippe; dekoriert waren sie mit umlaufenden Rillen, Wellenlinien, Ritzmustern u.a. Zum anderen handelt es sich um frühdeutsche, sandgemagerte Kugelbodengefäße mit mehr oder weniger kugel- bis birnenförmigem Körper, spiral- oder gurtfurchenverzietem, eingezogenem Hals und Randlippe (Kannen mit Standknubben, Töpfe). Die meisten Fundstücke sind unglasierte und nicht wasserdichte, mäßig bis klingend hart gebrannte Irdenware. Die Scherbenfarben reichen von Ziegelrot über Ocker bis - überwiegend - Grau und Grauschwarz. Die seltenen glasierten oder engobebemalten Stücke werden als eingeschleppte auswärtige Ware interpretiert. Brennöfen oder sonstige betriebliche Relikte einer Töpferei sind unseres Wissens in Berlin bisher nicht gefunden worden. Auf die verschiedenen keramischen Massen und möglichen Herstellungsverfahren braucht hier nur summarisch eingegangen zu werden,

da hierzu gute und vielfältige Literatur existiert.

### Die Ausgangsstoffe

In den Gebieten zwischen Weichsel und Elbe finden sich hauptsächlich Lehme und Sekundärtone, die bei zahllosen Unterschieden meist eines gemeinsam haben: sie schmelzen bereits bei relativ niedriger Hitze (ab gut 1000°C), wobei das Temperaturintervall von beginnender bis zur vollständigen Schmelze so klein ist, daß es kaum möglich ist, in mittelalterlichen Öfen zuverlässig Sinter- bzw. Klinkerware herzustellen. Diese Tone resp. Lehme eignen sich daher nur zur Fertigung ungesinterter, also poröser, nicht wasserdichter Irdenware (dichtgesinterte alte Gefäße wären Zufallsprodukte oder auswärtiger Herkunft, partielle Sinterungen an mittelalterlichen Töpfen sind dagegen nicht selten; entsprechende Versuche deuten bereits an, daß dichtgesinterte Keramik bei über drei und mehr Stunden gehaltener Maximaltemperatur von knapp 1000°C doch gezielt herstellbar sein könnte).

Die Tone und Lehme enthalten unterschiedlich starke und vielfältige Verunreinigungen, vorwiegend Sand, Kalk und Eisenoxid. Die in Düppel gefundenen Kugelbodengefäße sind erkennbar aus unterschiedlich stark eisenoxidhaltigen Massen gefertigt; soweit diese reduzierend gebrannt, also ocker- bis dunkelfarbig sind, läßt sich das durch „Umbrennen“ von Proben in sauerstoffreicher Atmosphäre nachweisen, in der die Stücke sich je nach Eisengehalt weißrosa bis kräftig rot umfärben. Die Fundstücke enthalten Sandbeimengungen, die den Massen als Magerung zugesetzt worden oder natürliche Verunreinigungen sind. Die unterschiedlich starken Sandbeimengungen setzen sich aus Partikeln aller Korngrößen bis zu ca. 2 mm Durchmesser zusammen; größere Teilchen scheinen nicht absichtliche Verunreinigungen zu sein. Aufgrund unserer Schätzungen anhand hergestellter Vergleichsmassen reichen die Magerungsanteile in den Fundstücken von ca. 15 Vol.-% bis ca. 30 Vol.-%. Um hinreichend wechseltemperaturbeständige Kochtöpfe zu erhalten, sind erfahrungsgemäß Magerungen von nicht unter 20 Vol.-% erforderlich.

Der im Museumsdorf anstehende eisenoxidhaltige Mergellehm hat einen hohen Sandanteil, der durch Ausschlämmen hinreichend zu entfernen ist. Die so gewonnene Masse läßt sich dann sowohl ohne als auch mit aus dem Schlämmsatz herausgeseibtem Feinsandzusatz sehr gut verarbeiten. Zu Vergleichszwecken dienen uns Tone anderer Herkunft. Weiter ins Detail zu gehen erübrigt sich, solange die alten Tonentnahmestellen nicht bekannt sind.

#### Formen der Kugeltöpfe

Die Fundstücke bestehen aus dem mehr oder weniger kugel- bis birnenförmigen, stets handgeformten Körper; einem Halsteil, der mit Spiral- oder Gurtfurchen versehen und eingezogen ist und leicht konisch verläuft; gradlinig oder eingeknickt steigt er aus der Gefäßschulter empor; die Randleppe des Halsteiles ist meist mit einer inneren Hohlkehle versehen, deren Schnittprofil häufig keulenförmig ist. Die Wandungen der Gefäße sind unterschiedlich dick, oft sehr dünn, manchmal partiell nur 2 mm stark. Es handelt sich um nicht sehr sorgfältig geformte Gebrauchsware, wobei allerdings Gefäßhals und Randleppe überwiegend auffällig kreisrund und gleichmäßig erscheinen. Dem ersten Augenschein nach wirken sie freige dreht, ebenso die Furchen. Zur Aufklärung des Formgebungsverfahrens haben wir zahlreiche Versuche durchgeführt, da in dieser Hinsicht Unklarheit besteht (HENNICKE u. HUISMANN 1985, 257 ff.). Zunächst haben wir in den verschiedenen Aufbautechniken (Wulst-, Streifen- und Lappentechnik, Herausformen aus einem massiven Tonzylinder bzw. Kegelstumpf nach Art der Jütepötteherstellung [LYNGAARD 1972]) Gefäße geformt und dabei festgestellt, daß trotz größten Bemühens es nicht oder nur mit unverhältnismäßig großem Zeitaufwand möglich ist, auf diese Weise - ohne drehbare Hilfsvorrichtung - Töpfe zu formen, die den Originalen entsprechen. Zwar lassen sich in jeder dieser Techniken problemlos und schnell Kugeltöpfe herstellen, auch das abschließende Heraustreiben des Kugelbodens aus der ebenen Grundfläche per Hand, Holzkeule, runden Steinen, Stoffballen o.ä. bereitet keine Schwierigkeiten, so daß der eigent-

liche Gefäßkörper sowohl in Wandstärke als auch im Aussehen den Vorbildern entspricht; die Schwierigkeiten beginnen bei der kreisrunden Ausformung von Hals und Randleppe und bei der Erzeugung der Furchendekoration. Mit noch akzeptablem Zeitaufwand von bis zu einer Stunde allein hierfür gelingen diese Details in den Originalen entsprechenderweise praktisch nicht. Die Kreisform wird nicht genügend erreicht, die Furchen sind nicht exakt, die Kehlung der Lippe ist nicht wirklich stimmig, die Wandstärke weist große Unregelmäßigkeiten auf. Oft bleiben erkennbare Spuren der Handformung sichtbar. Es blieb nur der Schluß, daß die Töpfer sich seinerzeit drehbarer Hilfskonstruktionen bedient haben mußten. In Frage kamen Schüsseln in Form eines Kugelsegmentes, die sich auf ebener Fläche im Kreise drehen lassen und die als Untersatz des Werkstückes es erlauben, letzteres um seine Achse zu drehen. Diese Versuche verliefen nicht befriedigend, da eine exakte Rotation nicht erreicht wurde. Die Drehungen waren schwankend. Weiter war der Gebrauch von verschiedenen Handdrehscheiben denkbar. Diese Geräte, hinreichend gut justiert, haben eine recht genaue Rotation. Sie erlauben aber wegen der fehlenden ausreichend großen Schwungmasse noch kein freies Drehen. Hier werden die Gefäße zunächst zentrisch um die Scheibenmitte herum aufgebaut. Damit das Werkstück später wenig deformiert wird, hat sich das Aufbauen eines Zylinder- oder Kegelstumpfgefäßes als zweckmäßig erwiesen. Sodann wird in die (rechte) Arbeitshand zwischen Daumen und Zeigefinger, die V-förmig gespreizt sind, ein nasser Lappen<sup>1</sup> so eingelegt, daß er etwas über beide Finger hinausreicht und dabei deren „V“ nachbildet. Gleichzeitig wird er ein Stück weit auf den Handrücken zurückgeschlagen. Das andere Lappende wird mit dem kleinen Finger und/oder dem Ringfinger gegen die Handinnenfläche gehalten. Nun greift man den oberen Rand des Tonzylinders mit dem Daumen (innen), dem Zeigefinger (außen) und dem Lappen so weit über, wie der Daumen lang ist. Die linke Hand setzt die Scheibe, z.B. entgegen dem Uhrzeigersinn, mit langsamem, gleichmäßigem Ziehen in Bewegung. Die Rechte übt mit starr gehaltenem Arm mit den Daumen- und Zeigefingerkuppen gleich-

mäßigen Druck auf die hindurchgleitende Gefäßwand aus. So wird diese solange egalisiert, bis keine Unregelmäßigkeiten mehr zu spüren sind. Während des Weiterdrehens werden Daumen und Zeigefinger etwas nach oben verschoben, und das Überdrehen beginnt dort von neuem. Dieser Arbeitsablauf wird fortgesetzt, bis der obere Gefäßrand erreicht ist. Bei einiger Übung lernt man, wie stark der auszubehende Druck sein muß. Die Wand des überdrehten Bereiches wird gleichzeitig dünner und etwas nach oben gezogen.

Der Gefäßrand wird aus einem einseitig längs abgeschrägten Tonwulst gebildet; er wird mit der verjüngten Seite innen an der Gefäßwandoberkante ringförmig angesetzt, angedrückt und verstrichen, ohne dabei die Gefäßwand unterhalb der Verbindung zu deformieren. Die Verbindungsnaht wird durch Überdrehen ausgeglichen. Die Randleppe, die robuster und dicker als die übrige Wand sein soll, wird durch Überdrehen und anschließendem Nach-außen-Ziehen zwischen Daumen und Zeigefinger, immer unter Mithilfe des nassen Lappens, gebildet. Abschließend werden die Furchen mit der Längskante eines rundovalen Holzbrettchens oder Geröllkreisels eingedreht.

Das Gefäß wird nun zum Trocknen beiseite gestellt, bis es lederhart ist. Anschließend läßt sich der Gefäßhals mittels der abgerundeten Längskante eines langen, flachen Geröllsteins ausweiten; dazu legt man das nasse Werkzeug innen so an die Wandung an, daß beim Drehen ein geeigneter, sehr gleichmäßiger Druck ausgeübt wird. So lassen sich auch evtl. entstandene Wanddeformationen noch korrigieren. Zieht man nochmals die Außenfurchen nach, werden diese schärfer ausgeprägt, wobei gleichzeitig dem Hals der gewünschte „Bogenschwung“ verliehen wird. Die Fundstücke zeigen oft auch am Innenhals umlaufende Einfurchungen; diese entstehen, wenn sie genau gegenüber den Außenfurchungen erhaben hervortreten, durch die Druckwirkung beim Bilden der Außenfurchen, sonst beim Enddrehen der Innenwand.

Das Austreiben des Gefäßbauches kann teilweise noch auf der Scheibe geschehen. Dazu bedient man sich eines feuchten Steines, Holzlöffels oder Stoffballens, den man bei sehr langsamer Scheibendrehung von in-

nen gegen die Wandung drückt. Das muß gleichmäßig in mehreren „Durchgängen“ von oben nach unten oder umgekehrt geschehen. Beim Versuch, die endgültige Wölbung unmittelbar zu erreichen, entstehen Risse, die nur schwer zu korrigieren sind. Dann wird das Werkstück mit einem Schneidedraht von der Scheibe getrennt. In der Regel ist am Übergang von Bodenplatte und Seitenwand zuviel Ton vorhanden, der mit Messer oder Schaber gleichmäßig rundum entfernt wird. Das Heraustreiben des Bodens geschieht durch Drücken von innen mittels Holzkeule oder Rundstein und durch stabilisierenden Gegendruck von außen mit der Handfläche der linken Hand. Der gesamte Gefäßbauch wird jetzt so lange durch Drücken und klopfendes Treiben bearbeitet, bis er die Endform erreicht hat. Eine zu starke Wandung kann durch Schaben von innen und/oder außen abgetragen werden. Eventuelle beim Treiben entstandene Risse können mit frischem Ton, der aufgelegt und durch beidseitigen Druck eingearbeitet wird, geschlossen werden. Sehr schmale Risse werden dazu zunächst verbreitert, um ein fehlerloses und luftblasenfreies Einarbeiten des Tones zu gewährleisten. Nicht durchgehende Risse deuten auf eine zu große Wanddicke hin und können durch Abschaben beseitigt werden, andernfalls sind sie tiefgehend zu verstreichen. Hierbei hilft ein nasser Lappen, ein Messer oder ein ausgekochter und geklopfter nasser Zunderschwamm (Baumpilz), der bei richtiger Handhabung stets etwas Wasser abgibt, was die Arbeit sehr erleichtern kann.

Bei einem Teil der Originaltöpfe findet sich im Bereich der Gefäßschulter rundum eine Verdickung. Diese als Indiz für eine Verbindungsnaht von zuvor getrennt gefertigten Gefäßteilen zu deuten, ist nicht schlüssig. Beim Überdrehen eines aufgebauten Halsteiles wird die Wandung dünner (s.o.), ebenso die Bauchwand beim Austreiben. Der unter Umständen stehenbleibende Zwischensteg behält die ursprüngliche Wandstärke bei. Wird hingegen der Bauchtrieb bereits innerhalb des Halsteiles begonnen, entfällt eine Schulterverdickung. Eine nachträgliche Zusammenfügung gesondert gefertigter Teile wäre ein nicht notwendiger und schon deshalb nicht wahrscheinlicher zusätzlicher Arbeitsgang; eine Verbindungsnaht am Schulterknick würde zudem wegen der an Knick-

stellen ohnehin erhöhten Gefahr einer Rißbildung dieses Risiko noch zusätzlich vergrößern, weshalb ein Töpfer derartiges unbedingt vermeidet. Erforderliche Verbindungen werden tunlichst unter- oder oberhalb von Umbrüchen vorgenommen, zumal dort eine Verbindung auch sehr viel leichter durchzuführen ist.

Die abschließende Oberflächenbehandlung besteht in einem Abreiben mit einem nassen Lappen. Ein zusätzlicher Tonschlickerüberzug ist an den Fundstücken nicht zu erkennen, desgleichen keine Polierspuren.

Das Endprodukt entspricht optisch und haptisch den Vorbildern. Luft einschüsse im Hals- oder Randbereich sind wie bei den Fundstücken regelmäßig abgeflacht, was nach Rieth ein Indiz für Aufbautechnik ist (RIETH 1960).

Zu vergleichbaren Ergebnissen führte auch die Verwendung einer fußgetriebenen Scheibe, die keine für ein freies Drehen ausreichende Schwungscheibe besitzt, also zwar ein beidhändiges Überdrehen zuläßt, aber der o.a. Handscheibe entspricht. Hier läßt sich eine leichte Variante der Blockscheibe denken (MECHLEK 1981). Schließlich konnten die Originaltöpfe zunächst auf einer Freidrehscheibe gedreht worden sein, z.B. auf einer schweren Blockscheibe. Der gesamte Gefäßbauch wäre dann durch Treiben in o.a. Weise nachträglich herausgeformt worden.<sup>2</sup> Dieses Verfahren ist nicht wahrscheinlich: bei Gebrauch einer Freidrehscheibe drängt es sich einfach auf, den oberhalb der Bodenplatte aufragenden Teil des Gefäßbauches unmittelbar durch Drehen zu formen. Es wäre unsinnig, anders zu verfahren. So haben Gasttöpfer, die die Gefäße nachbilden sollten, unabhängig voneinander ohne Zögern den oberen Bauteil mitgedreht und nur den Boden nachträglich umgeformt. Nach den über Jahre und ständig wiederholt durchgeführten Versuchen halten wir es für schlüssig und für wahrscheinlich, daß Kugelbodengefäße, die in Düppel ergraben worden sind, zunächst freihändig aufgebaut und anschließend im Hals- und Randbereich durch Überdrehen auf einer Hand- oder Fußdrehscheibe, mit der ein freies Drehen noch nicht möglich war, nachgeformt worden sind. Die Randlippe kann dabei unmittelbar aus dem obersten Halsteil, der entsprechend dicker vorgefertigt worden sein muß, oder aus

einem besonders angesetzten Randwulst herausgedreht worden sein.

Die benutzte Aufbautechnik konnten wir bisher nicht identifizieren; infolge des anschließend sehr intensiven Weiterarbeitens des gesamten Werkstückes sind entsprechende charakteristische Spuren teilweise völlig verschwunden, teilweise nicht eindeutig erkennbar. Es finden sich zwar einige Strukturen, die an Streifen- oder Wulstverbindungen denken lassen. Diese Erscheinungen können jedoch auch beim Nachformen bzw. Nachdrehen entstanden sein. Als Arbeitshypothese läßt sich an eine Gefäßbildung nach Art der „Fürentöpfe“ denken (LYNGAARD 1972).

Auf senkrechten, rechtwinkligen Scherbenbruchflächen lassen sich Strukturen erkennen, die Arbeitsspuren sind. Setzt man z.B. zwei Tonstreifen aneinander, ergeben sich - stark vereinfacht - folgende Strukturen (Abb. 1):

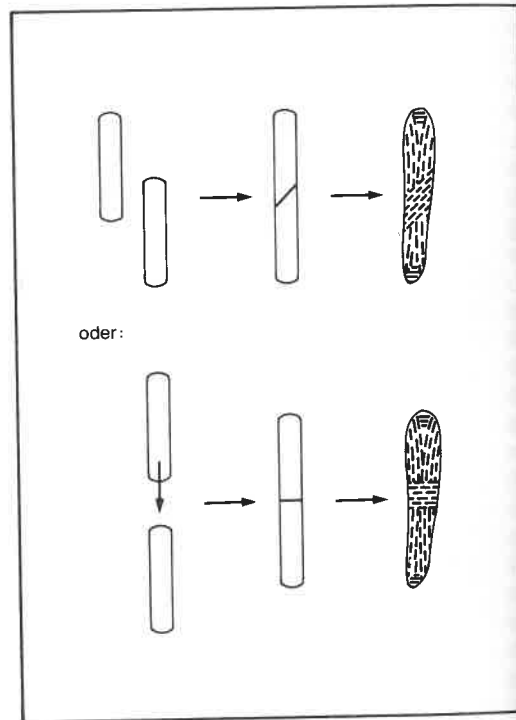


Abb. 1:

Diese werden jedoch gleichzeitig von weiteren Strukturen überlagert, die von der Weiterbearbeitung herrühren und die die ursprüngli-

chen bis zur Unkenntlichkeit verschieben können. Die Anwesenheit zahlreicher oder grober Magerungspartikel stören das Bild zusätzlich, oft bis zur Unidentifizierbarkeit. Auch beim freien Drehen können Strukturen auftreten, die einer Verbindungsnaht ähneln oder gleichen. Treffen Aufbautechnik, Überdrehen, nachträgliche tiefwirkende Oberflächenbearbeitung, Rillendekor und starke Massemagerung aufeinander, ergibt sich ein kaum oder gar nicht entwirrbares Bild.

Um Verbindungen aufzuspüren, dreht man die Bruchfläche so, daß die parallel zur Grundrichtung der Bruchflächenaußenkante verlaufenden Strukturen dominierend hervortreten; zeigen sich dann von einer zur anderen Bruchkante durchgehende Störstrukturen, kann dort der Bereich einer Verbindung sein.

#### Das Brennen

Zum Brennen der gut getrockneten Rohware haben wir in jeweils zahlreichen Versuchen unterschiedliche Einrichtungen getestet:

a) Im offenen Feldbrand und dessen verbesserter Variante, dem Grubenbrand, lassen sich nur aus sehr stark gemagertem Ton gefertigte Gefäße (30 Vol.-% bis 40 Vol.-% Sandmagerung) wegen der sofortigen vollen Einwirkung der Feuerhitze mit Erfolg brennen. Die Töpfe zeigen meist große und deutliche gegeneinander abgesetzte Fleckungen unterschiedlicher Färbung. Der Brand ist kurz, schon 1,5 Stunden bis 2 Stunden reichen aus. Temperaturen von 800°C bis über 1000°C werden erreicht.

Wegen der charakteristischen Farbflecken scheiden diese Verfahren für die Düppeler Funde aus.

b) Im Brennmeiler sind nur so geringe Temperaturen zu erzielen, daß dieses Verfahren gleichfalls ausscheidet.

c) In Einkammeröfen haben wir nur dann den Funden entsprechende Ergebnisse erhalten, wenn die Töpfe mittels Hilfseinrichtungen wie bei Zweikammeröfen von dem Brennstoff getrennt gehalten wurden, da andernfalls auch hier die großflächigen Farbfleckungen auftreten. Man kann das Brenngut z.B. so auf Lehmbarren setzen, daß es sich oberhalb des Brennstoffes befindet. Als Brennöfen kommen dann durchaus Öfen von der Art der

in Groß Raden gefundenen Vielzwecköfen in Betracht (SCHULDT 1978, Abb. 21).

d) Mehrkammeröfen gestatten ein Steuern des Brennvorganges: ein sehr langsames Aufheizen, relativ gleichmäßiges Erhitzen der Töpfe, hohe Brenntemperaturen und eine am gesamten Gefäß gleichmäßige Ausbildung der Brenngut. Das Brenngut ist vom Feuerungsbereich getrennt.

Für das 13. Jh. sind „stehende“ Öfen, auch oberzugige oder Vertikalöfen genannt, weitverbreitet nachgewiesen. Bei diesen befindet sich der Feuerungsbereich unterhalb des Brennraumes und ist von diesem durch seine „Lochtemne“ (Plattform aus Lehm oder Ziegeln mit Durchlässen für Luft und Brenngase) abgetrennt. Dieser, in den Einzelheiten variantenreiche, Ofentyp kann klein bis recht groß dimensioniert sein. Gegenüber dem „liegenden“ Ofen (s.u.) hat er folgende Nachteile:

1. Bei lange einwirkenden Hitzegraden von oberhalb 1000°C kann die Tenne erweichen, sich verformen und sogar einstürzen.

2. Die Hitze kann den Brennraum direkt senkrecht hinauf in Richtung Abzug durchströmen, weshalb ausgeprägte heiße und kältere Brennraumzonen entstehen; hierdurch wird eine weniger gleichmäßige Ausheizung nicht nur des gesamten Brennraumes, sondern sogar des einzelnen Gefäßes bewirkt, was zu Spannungen und Rißbildungen führen kann.

e) Weniger wahrscheinlich, aber doch möglich, war auch die Verwendung „liegender“ (horizontaler) Öfen. Bei diesen sind Feuer- und Brennraum hintereinander „horizontal“ angeordnet. Die Brenngase werden durch eine Öffnung am hinteren Ende des Brennraumes in einen Kamin oder direkt ins Freie geführt. Feuer- und Brennraum sind durch eine „Prallmauer“ oder durch eine oder mehrere Säulen von einander getrennt, wodurch der scharfe Aufprall der Flamme auf das Brenngut gemildert wird. Bei diesem Ofentyp wird eine bessere Hitzeverteilung erreicht. Wegen seiner überwiegend waagerechten Bauweise kann ein solcher Ofen besonders groß sein. Da hier die Nachteile der Lochtemne entfallen, eignet er sich besonders gut für Hochtemperaturbrände (Steinzeug).

Beheizt werden alle diese Öfen in derselben Weise:



1



2



3



4



5

Abb. 2.1: Überdrehen des Gefäßhalses mit Hilfe einer Handtöpferscheibe.

Abb. 2.2: Drehen der Randlippe zwischen Daumen und Zeigefingerknöchel.

Abb. 2.3: Rillendekoration.

Abb. 2.4: Zuletzt wird der Gefäßbauch herausgetrieben, hier mit einer Holzkeule.

Abb. 2.5: Meterlanger „Fuchs“ über dem Kamin des „liegenden“ Ofens beim Reduktionsbrand; in der Brennkammer herrschen jetzt mehr als 1000°C.

Das Vorfeuer wird außen vor dem Ofen in Form eines kleinen, später etwas größeren Feuers begonnen. Hat dessen Hitze- strahlung die Luft im Ofeninneren erwärmt, entsteht Luftauftrieb (Zug). Die Flammenspitzen werden jetzt in die Feueröffnung des Ofens hineingesogen. Sehr langsam und in kleinen Schritten wird das Feuer dann in den Ofen hineingelegt. Dieses Vorfeuer dauert vier bis fünf Stunden. Beim anschließenden Vollfeuer achtet man - auch beim Reduktionsbrand - darauf, daß der Feuerraum nicht durch zu schnelles und zu reichliches Nachlegen und die entstehende Glutmenge verstopft wird, da sonst die Verbrennung behindert ist und eine zügige Hitzesteigerung und höhere Temperaturen nicht erreicht werden. Optimaler Brennstoff besteht aus einer Mischung von Nadelholz (lange Flammen) und Laubholz (höherer Heizwert). Die Brenntemperatur erkennt man an der Glühfarbe der Töpfe, weshalb ein Guckloch in den Brennraum nötig ist (LEACH 1980, 336). Eine vorherrschend sauerstoffreduzierte Atmosphäre läßt sich am Rauch und gegebenenfalls an der Flamme über dem Ofenabzug erkennen, die bei sauerstoffreicher Flamme fehlen. Die gewünschte Endtemperatur muß längere Zeit gehalten werden (30 Minuten bis 3 Stunden), damit die langsamen Festkörperreaktionen im Scherben sich entwickeln können. Sollen reduzierend gebrannte Töpfe entstehen, müssen sofort bei Ende der Haltezeit alle Ofenöffnungen verschlossen werden. Der hierzu erforderliche Prozeß ist nicht allgemein bekannt. Auch wir hatten anfangs damit unsere Schwierigkeiten. Daher soll hier kurz darauf eingegangen werden:

Zunächst wird der Ofenabzug so vermauert, daß nur noch eine später mit einem einzigen Stein verschließbare Öffnung verbleibt. Dann wird ein letztes Mal möglichst viel Brennholz nachgelegt. Jetzt wird schnell die Feueröffnung vollständig mit Steinen oder Lehmbarren und Lehmmörtel vermauert und mit einer zusätzlichen Lehmschicht abgedichtet. Sofort wird der Abzug völlig geschlossen und gleichfalls mit Lehm verputzt. Zuletzt wird der gesamte Ofen einschließlich der frisch vermauerten Bereiche mittels eines Handbessens mit sehr wäßrigem Lehmschlicker überzogen; dieser dringt auch in feinste Haarrisse des Ofenmantels ein und dichtet sie zuverlässig ab. Eventuelle Rauchaustrittsstellen

werden mit Lehmschlicker nachbehandelt, wozu der Ofenmantel noch mehrere Stunden genau kontrolliert werden muß. Nach einer bis zu einer Woche dauernden Abkühlzeit kann das Brenngut entnommen werden.

#### Anmerkungen:

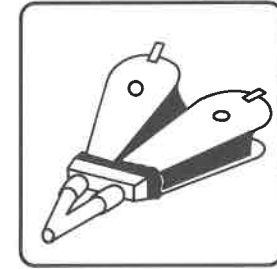
- 1) Ein Leinenlappen fusstelt weniger als ein Wollappen und beseitigt auch besser die Unebenheiten im Ton.
- 2) Die stets auftretenden deutlichen Unregelmäßigkeiten in der Form, der Wandstärke und der inneren und äußeren Oberfläche weisen das immer freihändige Formen des Gefäßbauches aus.

#### Literatur:

- HENNICKE, H.W. u. HUISMANN, I. (1985): Keramische Untersuchungen an grautoniger Irdeware des 13. bis 16. Jahrhunderts, in: Rötting, Hartmut, Stadtarchäologie in Braunschweig: 257 ff. Hameln.
- LEACH, B. (1980): Das Töpferbuch. Bonn.
- LYNGAARD, F. (1972): Jydepotter & Ildgrave, København.
- MECHLEK, H.W. (1981): Zur Frühgeschichte der Stadt Dresden und zur Herstellung einer spätmittelalterlichen Keramikproduktion im sächsischen Elbgebiet aufgrund archäologischer Befunde: 92-93. Berlin.
- RIETH, A. (1978): 5000 Jahre Töpferscheibe: 54 ff. Konstanz.
- SCHULDt, E. (1978): Burg und Siedlungen von Groß Raden - Museum für Ur- und Frühgeschichte Schwerin.

#### Anschrift der Verfasser:

Gudrun und Gunter Böttcher  
Borkumer Straße 46  
D-1000 Berlin 33



Bronzegießer  
und  
Eisenschmiede

Frühe Metallgewinnung und Verarbeitung

## Technische Bemerkungen zur Herstellung der bronzenen Ringgehänge aus dem Hortfund von Allendorf

Dirk Vorlauf

### 1. Einführung

In Allendorf (heute Stadtallendorf, Kr. Marburg - Biedenkopf) wurde 1943 ein außerordentlich reicher, urnenfelderzeitlicher Hortfund geborgen (UENZE 1949/50). Unter den zahlreichen Bronzegegenständen befanden sich vier Ringgehänge, 15 Einzelringe und ein Ringbruchstück, alle mit T-förmigem Querschnitt. Lediglich das größte Gehänge - bestehend aus 21 Teilen - setzt sich aus drei großen T-förmigen und 18 rundstabigen Ringen zusammen (Abb. 1 u. 4).

Mit diesen markanten Ringgehängen - über deren Verwendung nichts Konkretes ausgesagt werden kann (UENZE 1949/50, 218) - liegt eine sehr kleine Fundgruppe vor. Vergleichbare Gehänge sind aus Gambach bei Gießen (HERRMANN 1967), vom Haimberg bei Haimbach (VONDERAU 1929a u. 1929b), aus Hellwitt auf Alsen/Dänemark (SPROCKHOFF 1956), Rataje/Tschechoslowakei (SOLLE 1947/48) und Uelzen (JACOB-FRIESEN 1931) bekannt. Fünf kleine Einzelringe stammen aus dem Bronzedept von Wallstadt (KIMMIG 1935).

Anliegen dieser Untersuchung war, die Herstellungstechnik entsprechender Stücke - ausgehend von den Allendorfer Funden - nachzuweisen; galten sie doch schon immer als „in eins“ gegossen (z. B. bei VONDERAU 1929a, 9, Nr. 36).

Als Arbeitsgrundlage wurden daher die Allendorfer Fundstücke untersucht (in naturwissenschaftlicher Hinsicht durch Röntgenbilder,

Abb. 2 u. 3) und genau beschrieben. Der dadurch erarbeitete Herstellungsvorgang konnte schließlich in Versuchen nachvollzogen und verifiziert werden.

### 2. Beschreibung der Allendorfer Fundstücke

#### Ringgehänge I (Abb. 1, 1):

Drei größere ineinandergegossene Ringe (Außendurchmesser: ca. 9,5 cm; lichte Weite: ca. 7,8 cm), je drei kleinere eingehängt (Außendurchmesser: ca. 4,4-4,5 cm; lichte Weite: ca. 3,3-3,4 cm), alle aus Bronze mit T-förmigem Querschnitt, ergeben ein Gehänge von 351 g Gewicht.

Einige Ringe zeigen eine ganz umlaufende Gußnaht an der Innenseite, bei anderen finden sich von dieser nur noch Reste. Oberer und unterer Ringteil sind häufig gegeneinander verschoben (Abb. 6). Verdickungsstellen am Außenrand fast aller Ringe lassen auf Gußzapfenreste schließen.

#### Ringgehänge II (Abb. 1, 2):

Drei größere ineinandergegossene Ringe (Außendurchmesser: ca. 8,5-8,7 cm; lichte Weite: ca. 7,0-7,2 cm), je drei kleinere eingehängt (Außendurchmesser: ca. 3,6-3,8 cm; lichte Weite: ca. 2,6-2,8 cm), alle aus Bronze mit T-förmigem Querschnitt, ergeben ein Gehänge von 296 g Gewicht.

Im Gegensatz zu den kleinen Ringen von Gehänge I scheinen diese nach dem Guß besser überarbeitet, aber wohl auch mehr abgenutzt zu sein. Innen umlaufende Gußnähte sind daher nur bei wenigen Stücken vorhanden, allerdings lassen Verdickungsstellen am Außenrand wieder auf Gußzapfen schließen. Insgesamt sind die kleinen Ringe dieses Gehänges wohl sauberer gegossen, wodurch der T-förmige Querschnitt klar herauskommt. Die großen Ringe zeigen eine gut sichtbare umlaufende Gußnaht an der Innenseite, außerdem sind oberer und unterer Ringteil wieder gegeneinander verschoben. Als Besonderheit, sehr gut am Mittelring zu sehen, tauchen weitere Gußnähte auf, die vertikal zur umlaufenden Gußnaht stehen. Diese Vertikalnähte „teilen“ den Ring in einen Drittel- und einen Zweidrittelbogen, wobei besonders auffällt, daß der Drittelbogen leicht aus dem Ringprofil herausgesetzt ist, wodurch am Ringaußenrand „Stufen“

entstehen. Wiederum kann anhand der Verdickungsstellen an den Außenrändern auf Gußzapfenreste geschlossen werden.

#### Ringgehänge III (Abb. 1, 3):

Drei größere ineinandergegossene Ringe (Außendurchmesser: ca. 9,6-9,8 cm; lichte Weite: ca. 7,4-7,7 cm) mit T-förmigem Querschnitt, je drei kleinere rundstabige Ringe eingehängt (Außendurchmesser: ca. 3,2-3,4 cm; lichte Weite: ca. 2,6-2,8 cm), bei denen jeweils in einen Ring dieser Dreiergruppen nochmals drei etwas kleinere rundstabige Ringe (Außendurchmesser: ca. 2,2-2,5 cm; lichte Weite: ca. 1,8-1,9 cm) eingehängt gegossen sind. Dieses 21teilige Bronzegehänge hat ein Gewicht von 321 g.

Alle kleinen Ringe sind gleichmäßig rund und weisen keine Gußnaht auf, wohl aber je eine Verdickungsstelle am Außenrand. Die großen Ringe zeigen die gleichen Gußrückstände wie die des Gehänges II, besonders Vertikal- und Horizontalgußnähte sind am Mittelring gut zu sehen (Abb. 5).

#### Ringgehänge IV (Abb. 1, 4):

Ein größerer Ring (Außendurchmesser: ca. 7,9 cm; lichte Weite: ca. 6,5 cm), in den vier kleinere Ringe (Außendurchmesser: ca. 3,1-3,2 cm; lichte Weite: ca. 2,3-2,5 cm) eingehängt gegossen worden sind, alle aus Bronze mit T-förmigem Querschnitt, ergeben ein Gehänge von 60 g Gewicht.

Die kleinen Ringe, gut überarbeitet, aber

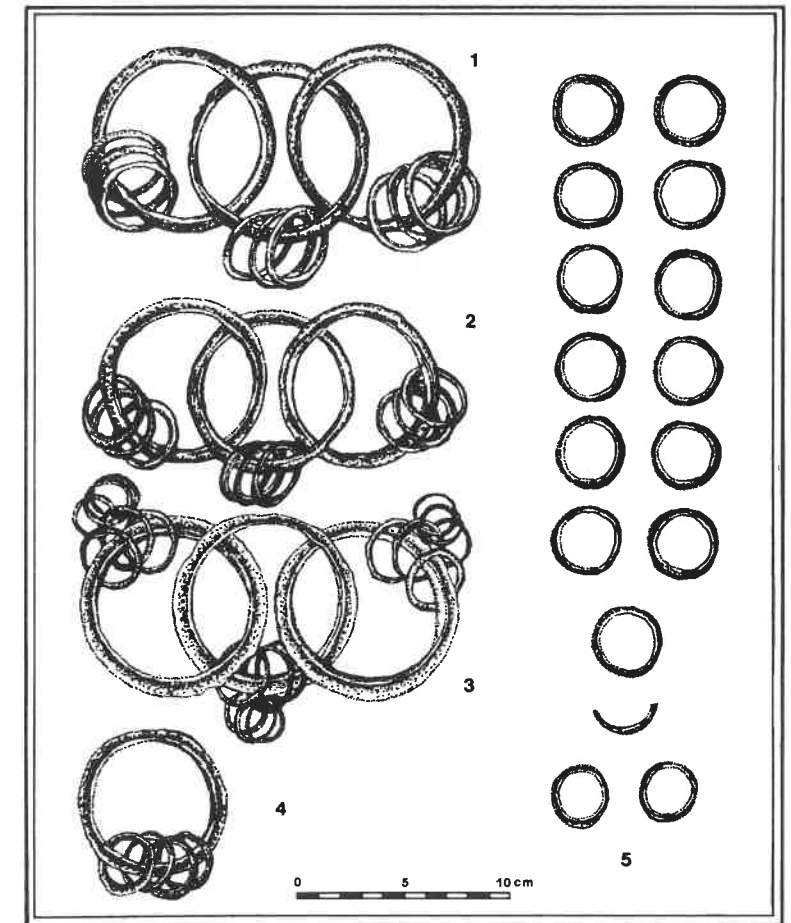


Abb. 1: Ringgehänge und Einzelringe aus dem Hortfund von Allendorf.



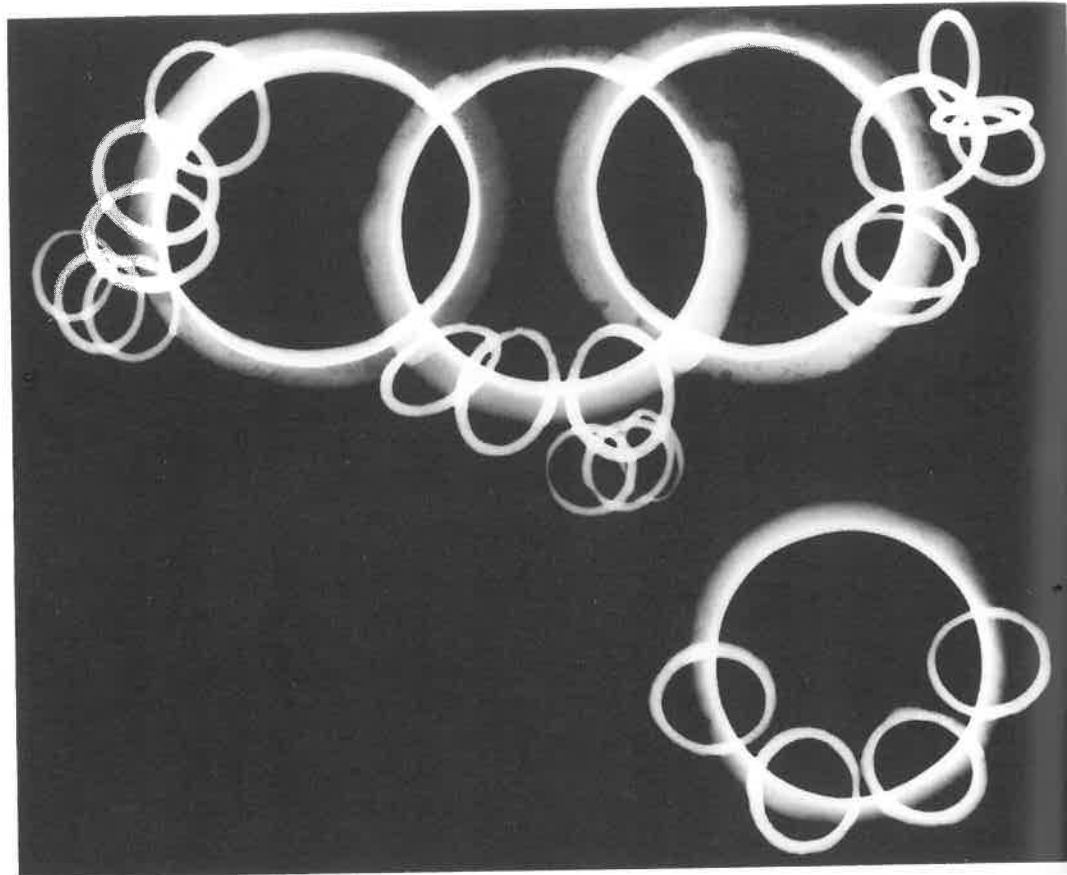


Abb. 2: Röntgenaufnahme; Ringgehänge I (oben), II (unten).

wohl auch sehr abgenutzt, zeigen weder Gußnähte noch Gußzapfenspuren. Auch der große Ring scheint gut überarbeitet, aber auch sehr abgenutzt zu sein, da nur noch Reste der innen umlaufenden Gußnaht vorhanden sind und sich kein Hinweis auf einen Gußzapfen findet.

Einzelringe (Abb. 1,5):

15 Einzelringe und ein Bruchstück, alle aus Bronze mit T-förmigem Querschnitt, wobei 13 Ringe und das Fragment in etwa gleiche Maße aufweisen (Außendurchmesser: ca. 4,0 cm; lichte Weite: ca. 3,0 cm), die restlichen sind kleiner (Außendurchmesser: ca. 3,4 cm; lichte Weite: ca. 2,4 cm).

Bei fast allen Ringen kommen innen umlaufende Gußnähte sowie Gußzapfenreste am Außenrand vor. Oberer und unterer Ringteil sind häufig gegeneinander verschoben. Die 13 etwas größeren Ringe ähneln sich so sehr, daß sie aus einer Gußform stammen könnten.

### 3. Versuchsbeschreibung

Aufgrund der Röntgenbilder (Abb. 2 u. 3) besteht kein Zweifel an der schon früher geäußerten Annahme, daß alle Ringe jeweils in einem Gußvorgang hergestellt worden sind.

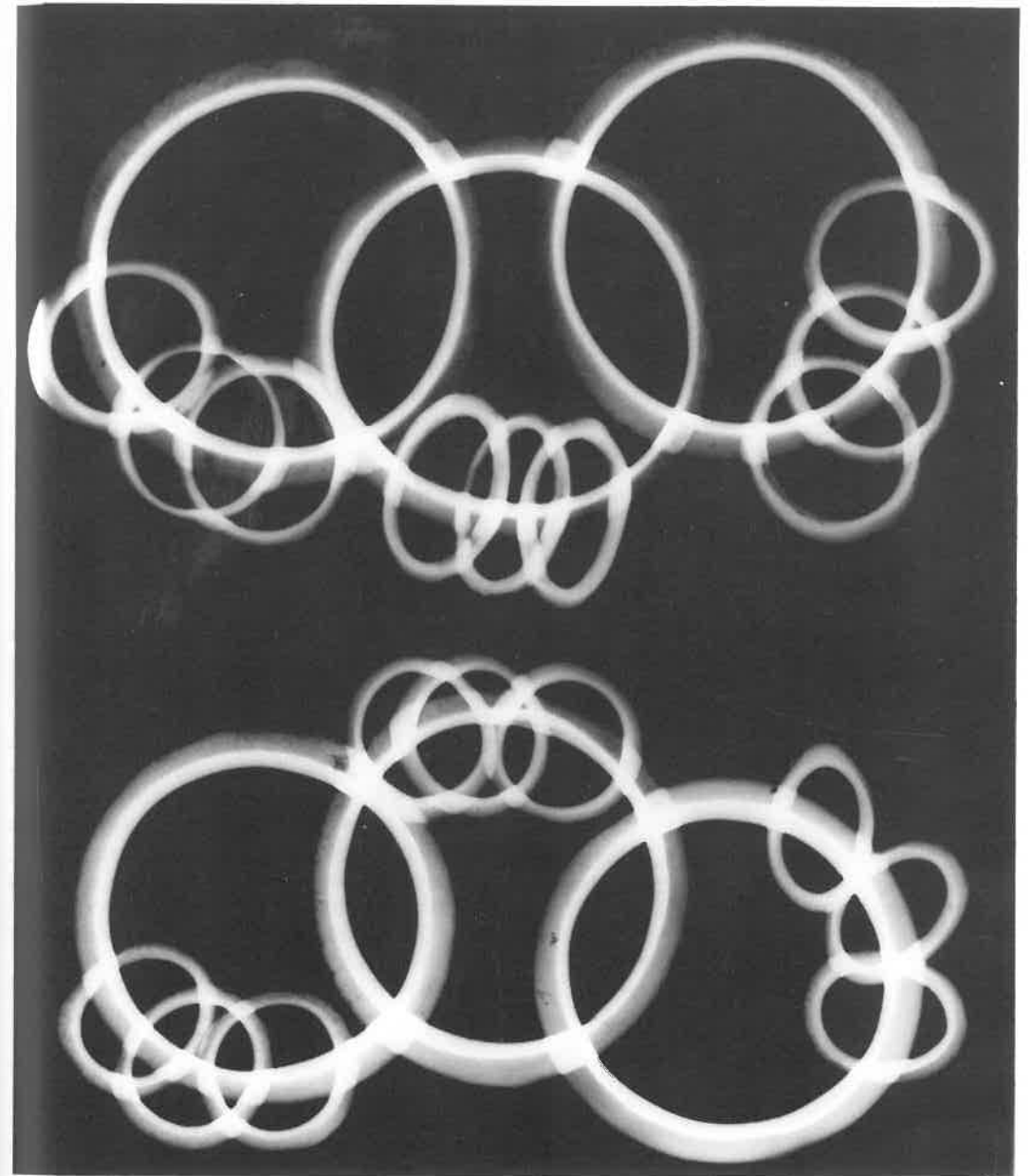


Abb. 3: Röntgenaufnahme; Ringgehänge III (oben), IV (unten).



Abb. 4: Ringgehänge III.



Abb. 5: Detailaufnahme des großen Mittelrings von Gehänge III mit Horizontal- und Vertikalgußnähten an der Innenseite.

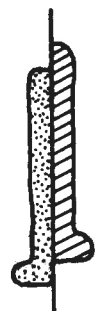


Abb. 6: Querschnitt eines Rings mit gegeneinanderverschobenem Ober- und Unterteil.

Bei den kleinen Ringen mit T-förmigem Querschnitt machen die innen umlaufenden Gußnähte und die Gußzapfenspuren eine Herstellung in zweiteiliger Schalenform wahrscheinlich. Gußrückstände an den großen Ringen weisen auf eine vierteilige Form hin, die es ermöglichte, bereits vorgegossene Ringe aufzustecken, um dann große eingießen zu können. Bestimmend für die Rekonstruktion dieser Form waren vor allem die Vertikalgußnähte (Drittel- und Zweidrittelbogen) (Abb. 7).

Abweichend von der Herstellung mit wiederverwendbaren Schalenformen aus Ton oder Stein entstanden die rundstabigen Ringe des Gehänges III durch Guß in verlorener Form (zu Bronze-gußtechniken vergl. GÖTZE 1925; in bezug auf mehrteilige Formen z.B. zur Anfertigung von Ketten vergl. ebd. Taf. 77). Entsprechend den erarbeiteten Grundlagen wurden in drei Versuchen die Herstellungsphasen eines 12- und eines 5teiligen Gehänges (Abb. 1, 1-2 u. 1, 4) praktisch nachvollzogen und die Gußrückstände mit denen der Originale verglichen. Verwendung fanden Tonformen, deren äußere Form - mangels prähistorischer Vorbilder - frei bestimmt werden konnte. Aufgrund der beschriebenen Zielsetzung wurde in Wachs gegossen und ganz auf Metallguß verzichtet.

Versuch I: Im Sinne eines Vorversuchs wurden aus einer zweiteiligen Schalenform große Ringe mit T-förmigem Querschnitt gegossen. Die Gußrohlinge zeigten eine innen und außen umlaufende Gußnaht und als starke Verdickung den Gußzapfen am Außenrand. Oberer und unterer Ringteil sind, je nachdem wie gut die Formhälften beim Guß aufeinanderlagen, gegeneinander verschoben, so daß der Querschnitt unsauber wird (Abb. 6). Bedingt durch die Überarbeitung des Rohgußstücks weist der fertige Ring, im Gegensatz zur Form, jetzt einen kleineren Außendurchmesser und eine größere lichte Weite auf.

Versuch II: Aus einer zweiteiligen Schalenform wurden insgesamt 24 kleine Ringe mit T-förmigem Querschnitt gegossen. Gußrückstände und daraus resultierende Hinweise auf die Herstellungstechnik entsprechen denen von Versuch I. Sehr interessant sind die unterschiedlichen Maße der überarbeiteten Ringe (Abb. 9).

Versuch III: Mit einer vierteiligen Schalenform

und den schon vorgegossenen Ringen aus Versuch II wurde ein 12- und ein 5teiliges Gehänge hergestellt (Abb. 7 u. 8). Je nachdem wie gut alle Formteile aufeinanderlagen, zeigen die großen Ringe unterschiedliche Verschiebungen des Profils. Besonders stark kommen Horizontal- und Vertikalgußnähte zum Vorschein. Auch dieser Versuch zeigte, daß sich die Maße von Form und überarbeiteten Gußstücken unterscheiden (Abb. 9).

#### 4. Zusammenfassung

Anhand der Röntgenbilder und Gußrückstände konnte das Herstellungsverfahren der Allendorfer Fundstücke theoretisch erarbeitet und dann, mit Hilfe von praktischen Versuchen, verifiziert werden. Bei einer Beschreibung der Herstellungsphasen sind Gehänge I, II, IV und die Einzelringe (Abb. 1, 1-2 u. 1, 4-5) gemeinsam zu betrachten.

Der Bronze-gießer fertigte zuerst einen Vorrat an kleinen Ringen, die dann in drei Arbeitsgängen - durch jeweiliges Eingießen eines großen Ringes - zu einem 12teiligen Gehänge verarbeitet wurden. Bei diesem Vorgehen entstand also zuerst ein 4teiliges, dann ein 8teiliges und schließlich ein 12teiliges Gehänge (Abb. 8). Rein technisch wäre es allerdings auch denkbar, daß anfangs zwei 4teilige Stücke gefertigt wurden und diese dann im dritten Arbeitsgang durch ein weiteres zu verbinden waren. Die Herstellung von Gehänge IV entspricht dem ersten Arbeitsgang, nur mit vier kleinen Ringen ausgeführt (Abb. 8, 1). Eine besonders aufwendige Fertigung wurde bei Gehänge III (Abb. 4) betrieben. Das Verbinden der großen Ringe entspricht zwar den übrigen Gehängen, jedoch mußte für jeden kleinen Ring ein Vorbild aus Wachs geformt, eingehängt und mit Ton umgeben werden. Beim Zusammenfügen der Wachsstücke entstanden Verdickungen, die später an den Bronzeringen noch sichtbar sind. Nach dem Brennen der kleinen Tonformen - dabei floß das Wachs aus - wurde Metall eingegossen. Danach mußten die Tonformen zerstört werden, um die Gußstücke freizulegen.

Abb. 9 zeigt, wie verschieden Maße von Ringen aus einer Gußform sein können. Diese Abweichungen entstehen durch unsaubere Güsse, die vom Handwerker überarbeitet

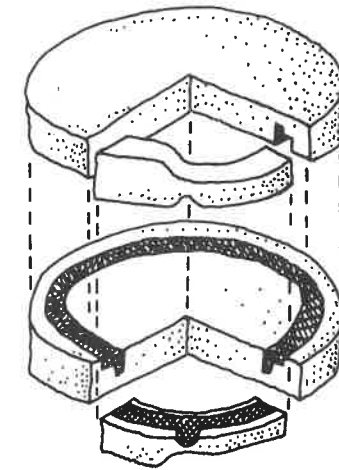


Abb. 7: Schematische Darstellung der vierteiligen Kastenform.

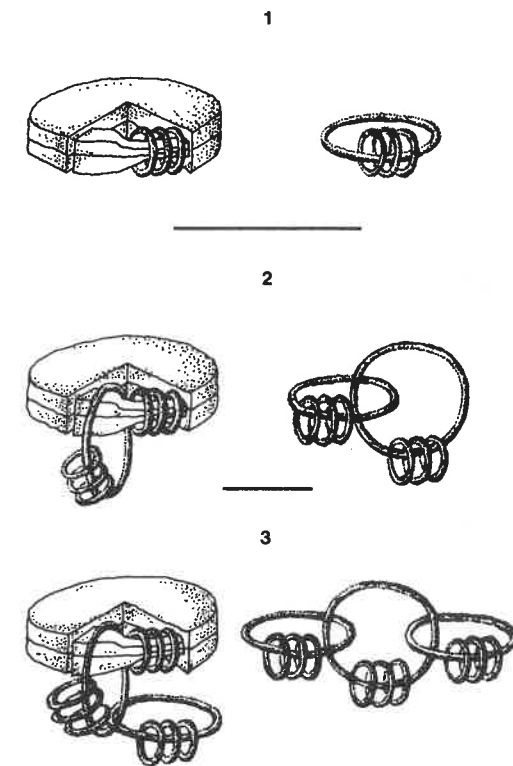


Abb. 8: Schematische Darstellung der Herstellungsphasen von Gehänge I und II (IV).

	AUSSENDURCHMESSER cm	LICHTE WEITE cm
FORM VERS. II	4,0	2,5
	3,9	2,4
13 UEBERARBEITETE RINGE	3,9	2,4
	4,1	2,5
	4,0	2,5
	4,0	2,4
	4,0	2,6
	3,9	2,4
	4,1	2,5
	4,0	2,4
	4,0	2,5
	4,0	2,6
	4,1	2,6
	4,0	2,6
	( 3,9 - 4,1 )	( 2,4 - 2,6 )
FORM VERS. III	8,6	6,4
	8,6	6,3
4 UEBERARBEITETE RINGE	8,7	6,4
	8,6	6,4
	8,8	6,5
	( 8,6 - 8,8 )	( 6,3 - 6,5 )

Abb. 9: Maße der Gußformen und überarbeiteten Gußstücke, Versuch II und III.

worden sind. Selbst wenn dies mit in Betracht gezogen wird, lagen für die großen T-förmigen Ringe mindestens drei Formen verschiedener Größe und für die kleinen T-förmigen ebenfalls mindestens drei vor.

Insgesamt mag dieser Beitrag dazu dienen, den handwerklichen Fähigkeiten urnenfelderzeitlicher Bronze gießer noch ein wenig mehr Respekt zu verschaffen.

#### Anmerkungen:

Die Ergebnisse dieser Untersuchung wurden bereits vor einigen Jahren vorgelegt: vgl. VORLAUF, D. (1987): Technische Bemerkungen zur Herstellung der bronzenen Ringgehänge aus dem Hortfund von Allendorf. Eine Untersuchung mit Versuchsbeschreibungen. - Kleine Marburger Schriften 21: 35-45.

Dieser Beitrag stellt eine überarbeitete Kurzfassung des oben genannten dar.

#### Literatur:

- GÖTZE, A. (1925): Bronze guß. - M. Ebert (Hg.), Reallexikon der Vorgeschichte, Bd. II: 147-162. Berlin.
- HERRMANN, F.-R. (1967): Zur Geschichte des Hortfundes von Gambach. - Wetterauer Geschichtsblätter 16: 1-18.
- JACOB - FRIESEN, K. H. (1931): Einführung in Niedersachsens Urgeschichte: 114; Taf. 42, 5. Hildesheim und Leipzig.
- KIMMIG, W. (1935): Das Bronzedepot von Wallstadt. - Germania 19: 116-123; Taf. 7, 1, 1-5.
- SOLLE, M. (1947-48): Halstatsky Hromadny Nalez z Rataji nad Sazavou. - Pamatky Archaeologicke 43: 102-104; Abb. 1, 8.
- SPROCKHOFF, E. (1956): Jungbronzezeitliche Hortfunde (Katalog des Römisch - Germanischen Zentralmuseums Mainz 16). Bd. I: 262; Bd. II: 145, Taf. 58, 5. Mainz.
- UENZE, O. (1949-50): Der Hortfund von Allendorf. - Prähistorische Zeitschrift 34-35: 202-220.
- VONDERAU, J. (1929a): Bronzen von Haimberg bei Fulda (Veröffentlichung des Fuldaer Geschichtsvereins 20): Taf. VII, 3. Fulda.
- VONDERAU, J. (1929b): Neuere Untersuchungen und Funde am Haimberg bei Fulda. - Germania 13: 19-26; Abb. 5, 8.

#### Anschrift des Verfassers:

Dirk Vorlauf  
Vorgeschichtliches Seminar  
Philipps-Universität Marburg  
Biegenstraße 11  
D-3550 Marburg

## Ein bronzenes, zweischneidiges „Rasiermesser“ der älteren Urnenfelderzeit im archäologischen Experiment

Dirk Vorlauf

### Einführung

Dank der PBF-Edition (Prähistorische Bronzefunde) liegt mit den bronzenen „Rasiermessern“ eine gut aufgearbeitete Fundgruppe vor. Die Arbeiten von A. Jöckenhövel (1971 u. 1981) sind dabei besonders erwähnenswert und für den folgenden Zusammenhang wichtig.

Bereits seit dem 17. Jahrhundert gelangten solche Stücke in prähistorische Sammlungen, jedoch herrschte erst in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts weitgehend Einigkeit im Hinblick auf eine Terminologie. Diesbezügliche Unsicherheiten resultierten aus den anfänglichen Schwierigkeiten bei einer Funktionszuweisung (JÖCKENHÖVEL 1971, 245-249 u. 1980, 10-11). „Rasiermesser“ wurde schließlich, aufgrund archäologischer Befunde und praktischer Versuche (JÖCKENHÖVEL 1971, 10 u. 245-246), allgemein akzeptiert. Mit diesem festgelegten Terminus - daran besteht wohl kaum Zweifel - kann aber keineswegs eine primäre oder gar singuläre Funktionsdefinition gemeint sein. Vielmehr sind die bronzenen „Rasiermesser“ - die feinsten und schärfsten Gebrauchsgegenstände dieses Materials innerhalb der Bronzezeit - als multifunktionale „Werkzeuge“ zu sehen, die dort Verwendung fanden, wo immer sie benötigt wurden. Die Gestaltung und die Schärfe der Klingen führte M. Gedl (1981, 1) zu folgendem Ergebnis: „Die Rasiermesser eigneten sich von allen bekannten bronzezeitlichen Geräten am besten zur Haar- und Bartpflege; sie waren als universales, verfeinertes Schneide- und Schabegerät gebräuchlich“.

Einige Versuche - die jüngsten von H. Drescher (1963, 138) und U. Ruoff (1983) - belegen die Tauglichkeit einschneidiger „Rasiermesser“ für Bartrasuren. Hingegen wurden andere Verwendungsmöglichkeiten in neuerer Zeit bislang nicht praktisch untersucht. Daraus ergab sich der Anlaß, ein auf rein experimenteller Ebene ermitteltes, größeres Spektrum vorzulegen. Daß bei diesen Versuchen ein zweischneidiges Messer benutzt wurde, war durch die Annahme begründet, gerade bei solchen Stücken eine formgebundene Multifunktionalität recht einfach nachweisen zu können, die sich eben nicht ausschließlich auf Haar- und Bartpflege beschränkt. Vorher erarbeitete konkrete Fragestellungen - grundlegend für Ablauf und Beobachtung der Versuche - sollen hier kurz stichpunktartig aufgelistet werden:

- Gebrauchswert einer gegossenen und geschärften Bronzeschneide
- Handhabung des Messers
- Anwendung bei Haarschnitten
- Spektrum möglicher Haarfrisuren
- Anwendung bei Bartrasuren
- Spektrum verschiedener Bartrachten
- Transchieren und Kleinschneiden von Fleisch
- Möglichkeiten weiterer Verwendung, die sich aus den durchgeführten Versuchen ergeben.

### Versuchsvorbereitung

Aufgrund der oben formulierten Fragen wurden fünf Versuche zusammengestellt (I-III Haarschnitt, IV Bartrasur, V Fleischverarbeitung). Das dabei verwendete zweischneidige „Rasiermesser“ stammt im Original aus einer urnenfelderzeitlichen Brandbestattung von den Lahnbergen bei Marburg (Hügelgräbernekropole „Stempel“ - Grabhügel K<sup>1</sup>). Es handelt sich dabei um ein Stück mit Rahmengriff und x-förmiger Griffverstrebung, das am ehesten der Variante Neckarmühlbach entspricht (JÖCKENHÖVEL 1971, 130-132). Die Nachbildung<sup>2</sup> (Abb. 1a u. 1b) wurde entgegen der üblichen prähistorischen Herstellungstechnik im Herdgußverfahren gefertigt (DRESCHER 1963, 125-131 u. JÖCKENHÖVEL 1971, 3-6 u. 1980, 1-2), mit modernem Werkzeug überarbeitet und schließlich durch Nachschleifen mit Sandpapier und mehrfa-

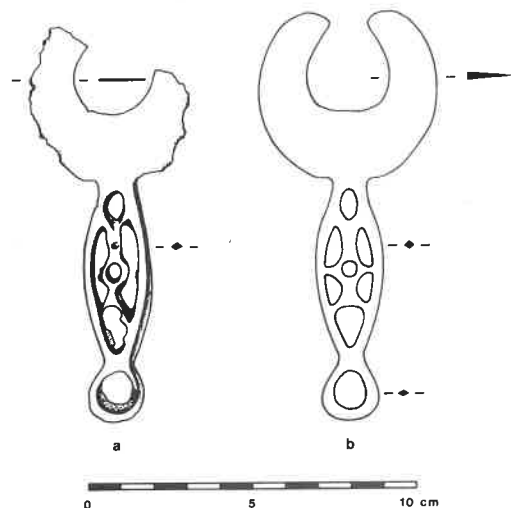


Abb. 1: Umzeichnung des Originalfundstücks aus der urnenfelderzeitlichen Hügelgräbernekropole „Stempel“ - Grabhügel K - auf den Lahnbergen bei Marburg (a). Umzeichnung der bei den Versuchen verwendeten Nachbildung (b).

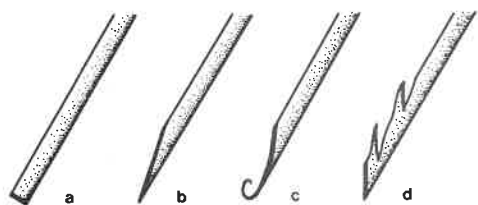


Abb. 2: Unterschiedliche Durchtrennung der Haare.

ches Abziehen auf Leder mit der gebrauchsfertigen Schärfe versehen. Unerwartet schwierig gestaltete sich die Auswahl eines Kamms, der bei Versuch I-III unbedingt notwendig war. Neben den sogenannten Kammanhängern (SANGMEISTER 1962, Taf. 4b u. 5), die wohl keine profane Verwendung fanden, liegen aus der Bronzezeit nur wenige Beispiele vor. Das Königsgrab von Seddin z.B. enthielt neben der Pinzette und dem einschneidigen „Rasiermesser“ auch einen Bronzekamm (KIEKEBUSCH 1928, Taf. XIX, 1.1, 2.11 u. Taf. XX, 1.b). Weitere Beispiele aus Bronze und Horn erwähnt auch E. Sangmeister (1962, 9-16). Eine größere Anzahl von Kämmen aus organischem Material stellt G. Säflund (1939, Taf. 64) vor. H. Drescher (1957) beschäftigte sich

ausführlich mit der Herstellung von Hornkämmen und führt in diesem Zusammenhang einige Fundstücke der nordischen Bronzezeit an. Aufgrund der von ihm ermittelten üblichen Aufteilung von Zinken und Zwischenräumen (DRESCHER 1957, 238) wurde ein moderner Hornkamm für die Versuche ausgewählt (Abb. 3 u. 6). Neben „Rasiermesser“, Hornkamm und einem Streichriemen zum Abziehen der Klinge sollten - mit dem Anspruch, möglichst realitätsbezogene Versuchsabläufe durchzuführen - keine weiteren Hilfsmittel benutzt werden. Obwohl Herstellung und Gebrauch von Seife möglicherweise auch schon während der Bronzezeit in Mitteleuropa bekannt war (DRESCHER 1963, 137-138), wurde auf eine Verwendung bei den Versuchen I-IV verzichtet.

#### Versuchsdurchführung

##### I-III: Haarschnitt

Eine im Umgang mit modernen Messerhaarschnitten erfahrene Frisöse schnitt drei Versuchspersonen das Haupthaar. Nach dem Anfeuchten (Abb. 4) und Durchkämmen wurde das Haar vom Nacken her, in mehreren Reihen, bis hoch zum Wirbel gleichmäßig gekürzt (Abb. 5 u. 6, 11 u. 12). Schnitt und Angleichen von Seitenhaar, Pony und Wirbel - bei den drei Versuchen in unterschiedlicher Reihenfolge durchgeführt - vervollständigte schließlich die Frisur (Abb. 7-10, 13 u. 14). Obwohl einzelne Haarpartien nicht mit Klemmen oder Klips hochgesteckt werden konnten, sollte dennoch eine gleichmäßige und saubere Frisur entstehen. Aus diesem Grund wurde „naß geschnitten“; so war es sehr einfach, Strähnen beiseite zu kämmen und Stück für Stück vorzugehen, ohne daß herabfallende oder herunterhängende Haare hinderlich waren (Abb. 11-13). Ein Nachfeuchten einzelner Bereiche war aufgrund des hohen Zeitaufwandes für einen Haarschnitt (I: 110 min, Abb. 11-13; II: 60 min, Abb. 14; III: 50 min, Abb. 9 u. 10) bei allen Versuchen nötig. Obwohl im gesamten Verlauf nur mit einer Schneideseite gearbeitet wurde, mußte diese lediglich nach dem ersten Haarschnitt mehrmals auf Leder abgezogen werden.

Entgegen anfänglicher Erwartungen, gerade

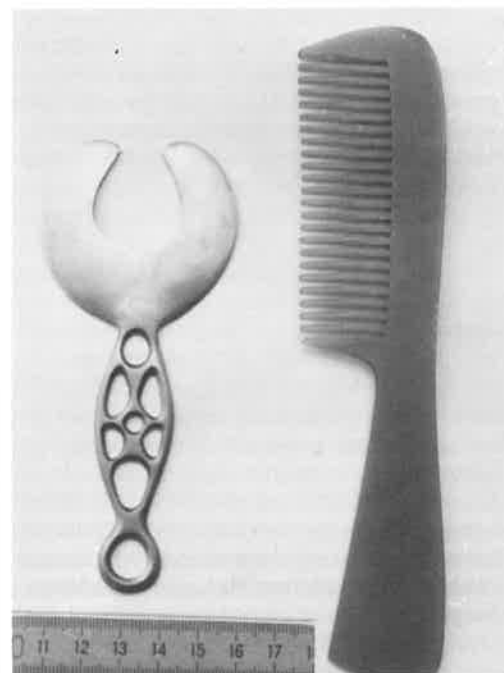


Abb. 3: Links: Nachbildung des „Rasiermessers“. Rechts: Moderner Hornkamm mit breiten Zinken und breiten Zinkenabständen.

von Seiten der Frisöse, erbrachten die Versuche sehr interessante und überraschende Ergebnisse.

Form und Gestaltung des Messers begünstigte eine leichte und angenehme Handhabung (Abb. 8 u. 13), wobei von den Schneiden lediglich die obere Hälfte nützlich verwendet werden konnte (Abb. 12 u. 13). Folglich wäre eine bis zum Griffansatz durchgearbeitete und geschärfte Schneide bei ausschließlicher Benutzung für Haarschnitte unnötig.

Besonders überraschend war die vorhandene und bei Gebrauch auch sehr dauerhafte Schärfe des Bronzemessers (Anm. 2). Zwar zeigte sich, daß damit, im Gegensatz zu einem modernen Stahlmesser, nur recht dünne Strähnen mit einem Schnitt durchtrennt werden konnten (Abb. 11 u. 12), jedoch war das Haarschneiden keineswegs eine „schmerzhafteste Prozedur“ für die Versuchspersonen. Die Untersuchung der abgeschnittenen Haare ergab, daß ca. 95% glatt durchtrennt worden waren (Abb. 2a u. 2b); sehr wenige zeigten Schnittspuren, die für eine



Abb. 4: Vor dem Durchkämmen am Anfang des Haarschnitts.



Abb. 5: Schnitt der ersten abgeteilten Reihe des Nackenhaares.



Abb. 6: Schnitt der vierten abgeteilten Haarreihe am Hinterkopf.



Abb. 7: Schnitt des Ponys.



Abb. 8: Letztes Angleichen beim Schnitt der Seitenhaare.



Abb. 9: Fertiger Haarschnitt (Pagenkopf).



Abb. 10: Fertiger Haarschnitt (Pagenkopf).

stumpfe Klinge typisch sind (Abb. 2c u. 2d). Das Anfeuchten der Haare geschah aus den erwähnten praktischen Gründen, die Schneideigenschaften des Messers waren hierdurch nicht begünstigt oder behindert. Zwar mußte für einen Haarschnitt im Gegensatz zu Stahlmessern die doppelte Zeit aufgewendet werden, dennoch steht - rein funktional betrachtet - die Bronzeschneide der modernen in nichts nach. Heute gängige Haarschnitte, z.B. Fasson-, Pagen- oder Stufenschnitt, sind ohne weiteres zu verwirklichen. Ein unterschiedliches Kürzen von Deck- und Unterhaar wie mit modernen Ausdünschere ist allerdings nicht möglich.

#### IV: Bartrasur

Bereits durchgeführte Versuche (DRESCHER 1963, 138 u. RUOFF 1983) belegen, daß ein Mehrtagebart nur schlecht oder gar nicht zu rasieren sei. Dieses Ergebnis sollte in einem kurzen Experiment nochmals überprüft werden.

Ein Mehrtagebart (4 mm - 6 mm Haarlänge) wurde zuerst in trockenem, dann in angefeuchtetem Zustand angegangen. Nach mehreren Schabeversuchen mit und gegen die Strichrichtung der Haare mußte der Versuch schließlich abgebrochen werden.

Eine befriedigende Rasur ist sicherlich möglich, jedoch erst bei längeren Barthaaren, die festgehalten und dann direkt über der Haut durchgetrennt werden können.

#### V: Fleischverarbeitung

Ein Stück Schweinefleisch wurde in Würfel

zerschnitten, ein zweites in dünne Scheiben tranchiert<sup>3</sup>.

Beim Zerkleinern des ersten Stückes konnten zwar zufriedenstellende Schneideergebnisse erzielt werden, jedoch erwies sich das Messer in seiner Form und Proportion als recht ungeeignet. Einerseits wesentlich zu klein für solche Arbeiten, behinderte andererseits die bis zum Griffansatz geschärfte Schneide eine günstige Handhabung.

Als hervorragend geeignet erwies sich das Messer hingegen beim Tranchieren des zweiten Fleischstückes. Da hierbei mit dem Verlauf der Gewebefasern geschnitten wurde, war ein sehr zügiges Vorankommen möglich. Die gebogenen Schneiden kamen jetzt in ganzer Länge zum Einsatz. Als besonders vorteilhaft zeigte sich das abgerundete, aber trotzdem scharfe Schneidenende, da so ein „Aufstechen“ der dünnen Fleischlappen nicht zu befürchten war. Außerdem begünstigte die gesamte Schneidenform ein gutes „Hineinkommen“ in das recht feste Gewebe.

#### Auswertung und Interpretation

Der Versuch solche Ergebnisse von vorneherein als bewiesene prähistorische Realität interpretieren zu wollen, scheint m.E. verfehlt. Hingegen sollten experimentell ermittelte Fakten, im Sinne einer Nachbar- oder Hilfswissenschaft, die bisher aufgrund des archäologischen Befundes erarbeiteten Aussagen bereichern und ergänzen.

Experiment und archäologischer Befund machen es im vorliegenden Fall sehr wahrscheinlich, daß entsprechende Messer zur Haar- und Bartpflege benutzt worden sind. In konkreter Übertragung auf die prähistorische Bevölkerung wird deutlich, daß Haar- und Bartracht durchaus in heutiger Vielfalt vorhanden gewesen sein kann. Mit einer solchen Funktionszuweisung ist das Verwendungsspektrum zweischneidiger - wie auch einschneidiger - „Rasiermesser“ allerdings noch nicht erschöpft. Gerade die gebogenen, an ihrer Spitze abgerundeten und bis zum Griffansatz geschärften Schneiden lassen auf weitere Funktionen schließen. Da durch neuere Untersuchungen nicht nur Menschen-, sondern auch Tierhaarreste an einigen Messern nachgewiesen werden konnten (JOCKENHÖVEL 1971, 246-248 u. GEDL 1981, 1), scheint hier ein Hinweis auf andere



Abb. 11: Eine erste Haarreihe wurde im Nacken mit dem Kamm abgeteilt und die übrigen Haare Richtung Wirbel gekämmt.



Abb. 12: Schnitt der fünften abgeteilten Haarreihe. Damit die darüber liegenden Strähnen nicht behindern, wurden sie über den Kopf nach vorne gekämmt.



Abb. 13: Schnitt der Ponys. Störende Strähnen sind zur Seite gekämmt.



Abb. 14: Schnitt der Seitenhaare.

Verwendungen, z.B. im Sinne von Versuch V, gegeben. Eine Benutzung beim Öffnen, Häuten und Zerlegen von Tieren ist sicherlich nicht unwahrscheinlich.

Die meisten „Rasiermesser“ stammen aus Grabinventaren, davon beinahe alle aus Männerbestattungen. Folglich könnte bei diesen kleinen multifunktionalen Geräten von einer hauptsächlich Benutzung durch den Mann ausgegangen werden. Wobei eine daraus resultierende ausschließliche Verwendung zur Bartrasur wohl fehlinterpretiert wäre; führt man sich vor Augen, welcher besondere Platz den „Rasiermessern“ durch ihre speziellen Eigenschaften innerhalb der gesamten Gruppe bronzezeitlicher Metallgeräte zukommt.

An dieser Stelle gilt mein besonderer Dank den beteiligten Versuchspersonen Pascale und Jaco Schneider sowie der Frisöse Lisa Vorlauf.

#### Anmerkungen:

- 1) Die Bestattung des Grabhügels K wurde bereits 1965 durch das Landesamt für Denkmalpflege, Außenstelle Marburg geborgen, nachdem die Anlage zuvor von einem Raubgräber angegraben worden war. In „Fundberichte Hessen 8“ (1968, 108) erschien eine kurze Fundmeldung, die allerdings nichts über den Urneninhalt aussagte. 1983 konnte schließlich im Rahmen des Forschungsprojektes „UK - Forschungen Marburg“, unter Leitung von C. Dobiat, die Freilegung der damals „en bloc“ geborgenen Urne vorgenommen werden.

Neben anderen Bronzebeigaben fand sich darin auch ein zweischneidiges „Rasiermesser“, das als Vorbild für die bei den Versuchen verwendete Nachbildung diente.

Aufgrund dieser Fundgeschichte konnte das Original leider keinen Eingang in die Arbeiten von A. Jockenhövel (1971 u. 1980) finden.

- 2) Die Nachbildung wurde im Gußverfahren aus der Legierung RG 10 hergestellt. Es handelt sich dabei um Bronze (Zusammensetzung: 10% Zinn, 3-5% Zink, Rest Kupfer), die in der modernen Metallindustrie Verwendung findet und oft als Rotguß bezeichnet wird.

Im Bezug auf Härte und Schärfe entspricht diese Legierung durchaus prähistorischen Materialvorsetzungen (DRESCHER 1963, 135-137).

- 3) Ursprünglich war bei diesem Versuch geplant, ein Stück Rehwild zu häuten („aus der Decke zu schlagen“) und zu zerlegen („zerweiken“). Leider bot sich im Verlauf der hiesigen Jagdzeit auf Rehwild (bis Jan. 1990) aber keine Gelegenheit, ein entsprechendes Experiment bis zur Drucklegung des Manuskripts durchzuführen. Mit Beginn der neuen Jagdzeit (ab Mitte Mai) soll dies nachgeholt und später an anderer Stelle publiziert werden.

#### Literatur:

- DRESCHER, H. (1957): Die Herstellung bronzezeitlicher Hornkämme. Die Kunde NF 8: 234-239.
- DRESCHER, H. (1963): Untersuchungen der Technik einiger bronzezeitlicher Rasiermesser und Pinzetten. Die Kunde NF 14: 125-142.
- GEDL, M. (1981): Die Rasiermesser in Polen. Prähistorische Bronzefunde VIII, 4. München.
- JOCKENHÖVEL, A. (1971): Die Rasiermesser in Mitteleuropa. Prähistorische Bronzefunde VIII, 1. München.
- JOCKENHÖVEL, A. (1980): Die Rasiermesser in Westeuropa. Prähistorische Bronzefunde VIII, 3. München.
- KIEKEBUSCH, A. (1928): Das Königsgrab von Seddin. Augsburg.
- RUOFF, U. (1983): Von der Schärfe bronzezeitlicher „Rasiermesser“. Archäologisches Korrespondenzblatt 13: 459.
- SÄFLUND, G. (1939): Le Terremare. Uppsala.
- SANGMEISTER, E. (1962): Gräber der Urnenfelderkultur von Hüfingen, Ldkr. Donaueschingen. Badische Fundberichte 22: 9-16.

#### Anschrift des Verfassers:

cand. phil. Dirk Vorlauf  
Vorgeschichtliches Seminar  
Philipps-Universität Marburg  
Biegenstraße 11  
D-3550 Marburg

## Eisenerzverhüttung im Experiment

Zur Erforschung eines fast vergessenen vor- und frühgeschichtlichen Handwerks

Frank Nikulka

### 1. Archäologie und Metallurgie

Stets ist die Erforschung handwerklicher Techniken - ganz besonders des Metallhandwerks - eines der vorrangigen Ziele der archäologischen Wissenschaft gewesen. Immer wieder wurden und werden auch heute noch archäologische Funde zutage gefördert, die von dem hervorragenden Können der prähistorischen Metallhandwerker Zeugnis ablegen. Doch nicht allein die Endprodukte der Arbeitsprozesse - Werkzeug, Waffen, Haushaltsgerät und Schmuck - sind von Bedeutung; vielmehr erfordern auch die Überreste handwerklicher Tätigkeiten die verstärkte Aufmerksamkeit der Archäologie. Insbesondere die Ausgrabung von Schlackenhalde und Resten unzähliger Eisenerzverhüttungsöfen hat zu einer ausgedehnten, internationalen Forschungstätigkeit auf dem Gebiet des vor- und frühgeschichtlichen Metallhandwerks geführt. Von herausragender Bedeutung ist in diesem Zusammenhang das Eisenerzverhüttungszentrum der römischen Kaiserzeit im Heilig-Kreuz-Gebirge in Polen. Aber auch in der Tschechoslowakei, im südlichen Großbritannien, in Skandinavien und in Nord- und Süddeutschland ist eine große Anzahl von Verhüttungsplätzen ausgegraben worden.

Der experimentelle Nachvollzug der frühen Eisenerzverhüttung bildet denn auch seit etwa dreißig Jahren einen der Schwerpunkte der Archäometallurgie. Wesentlich gefördert wird die Erforschung des vor- und frühgeschichtlichen Eisenhüttenwesens durch das

1966 gegründete „Comité pour la sidérurgie ancienne“ mit Sitz in Prag. Zu dessen Mitgliedern gehören namhafte Archäologen und Metallurgen aus mehreren europäischen und außereuropäischen Ländern. Zahlreiche Tagungen und Kongresse zum frühen Metallhandwerk, über die regelmäßig in der archäologischen Fachzeitschrift „Archeologické rozhledy“ berichtet wird, zeugen vom besonderen Stellenwert dieser Thematik in der archäologischen und metallurgischen Forschung.

### 2. Einige grundsätzliche Bemerkungen zum Betrieb vorgeschichtlicher Eisenerzverhüttungsöfen (Rennfeueröfen)

#### Das Verfahren

Als Rennfeuerprozess bezeichnet man ein spezielles Verfahren zur Gewinnung von Eisen aus Eisenerz, bei dem das Eisen im Gegensatz zur modernen Hochofentechnik (max. ca. 1600°C) aufgrund der geringeren Temperaturen im Rennfeuerofen (max. ca. 1300°C) normalerweise nicht flüssig wird.

Das Ausgangsmaterial für die Eisengewinnung (Eisenerz) ist eine chemische Verbindung von Eisen und Sauerstoff, Quarz und anderen Bestandteilen. Um das gewünschte Eisen zu erhalten, wird das Erz in Schacht- oder Grubenöfen unterschiedlicher Größen verhüttet. Hierzu werden die Öfen normalerweise mit Holz oder Holzkohle vorgeheizt, bis eine Temperatur von mehreren Hundert Grad erreicht ist. Dann werden Erz und Holzkohle entweder miteinander vermischt oder schichtweise in den Ofen gefüllt. Im Verlauf der nächsten Stunden wird dem Erz der Sauerstoff entzogen (Reduktion), da er sich mit dem Kohlenstoff der Holzkohle chemisch verbindet und als gasförmige Kohlenstoff-Sauerstoff-Verbindung aus dem Ofen entweicht. Das Eisen wird somit freigesetzt. Währenddessen muß der Ofen entweder durch natürliche Luftströmung oder mittels Blasebälgen belüftet werden, um die notwendigen Temperaturen von mindestens ca. 1100°C zu erreichen.

Wenn die Verhüttung als beendet angesehen wird - z.B. weil die Temperaturen sinken -, wird der Ofen entweder sofort oder erst nach mehreren Stunden bzw. Tagen geöffnet, um

das entstandene Eisenprodukt (Luppe) zu entnehmen und anschließend zu Geräten zu schmieden.

#### Die Produkte

Bei der Verhüttung von Eisenerz entsteht einerseits Eisen und andererseits das Abfallprodukt Schlacke. Das Eisen sammelt sich in einem Gemisch aus Schlacke und Holzkohle im unteren Ofenbereich, meist vor den Luftzufuhrdüsen. Dieses Gemisch hat ein Gewicht von einigen Hundert Gramm bis zu mehreren Kilogramm. Das Eisen ist im Gegensatz zum heutigen Hochofeneisen noch sehr stark mit Schlacke verunreinigt. Dieses Konglomerat aus Eisen, Schlacke und Holzkohle wird in der Fachliteratur als „Luppe“ oder „Eisenschwamm“ bezeichnet. Die während der Verhüttung entstehende Schlacke wird entweder aus dem Ofen herausgeleitet (abgestochen) oder sie fließt in eine unter dem Ofenschacht befindliche Grube und bildet dort einen Schlackeklotz. Schlacke besteht zwar hauptsächlich aus den geschmolzenen sandigen Bestandteilen des Erzes, sie enthält aber auch einen Teil des freigesetzten Eisens. Die Schlacke verbleibt entweder in der Grube unter dem Schacht, oder wird nach dem Erkalten herausgenommen und zerschlagen, um das darin enthaltene Resteisen zu gewinnen.

#### 3. Vom Nutzen der Experimente

So einfach der Verhüttungsvorgang theoretisch auch erscheinen mag, so kompliziert ist doch der praktische Nachvollzug der vor- und frühgeschichtlichen Eisenerzverhüttung. Zum einen werden Experimente durchgeführt, um zu klären, wie die ausgegrabenen Reste vorgeschichtlicher Rennfeueröfen zu deuten sind. Zum anderen versucht man zu erforschen, welche Faktoren (z.B. Erzart, Belüftung, Holzkohlenmenge) für eine erfolgreiche Eisenerzverhüttung von entscheidender Bedeutung sind.

Deshalb wurden in den vergangenen drei Jahrzehnten bereits mehr als dreihundert Experimente von mehreren Arbeitsgruppen in vielen Ländern Europas durchgeführt. Die bekanntesten Berichte zur vorindustriellen afrikanischen Verhüttungspraxis des 19. und

20. Jahrhunderts enthalten zwar wertvolle Angaben zum Ablauf traditioneller Eisenerzverhüttungen, sie geben jedoch keine Auskunft über die während des eigentlichen Verhüttungsvorgangs im Ofen herrschenden Bedingungen. Dies gilt ebenso für die wenigen Schriftquellen zur mittelalterlichen bzw. frühneuzeitlichen Eisenerzverhüttung in Europa. Die wohl bekannteste Abhandlung zum Bergbauwesen im Europa des frühen 16. Jahrhunderts mit dem Titel *De re metallica libri XII* wurde von Georgius Agricola verfasst und im Jahre 1556 erstmalig herausgegeben. Dieses beachtenswerte, mit anschaulichen Kupferstichen illustrierte Werk enthält zahlreiche Informationen zum Bergbau, zur Verarbeitung der abgebauten Erze sowie zum Schmieden des gewonnenen Eisens. Erkenntnisse zum eigentlichen Reduktionsvorgang sowie zum Einfluß bestimmter Verfahrensweisen auf den Verhüttungsprozess und auf die Eigenschaften des Eisens können jedoch weder aus Schriftquellen und ethnographischen Berichten noch aus den Ausgrabungsbefunden gewonnen werden. Da die heutigen industriellen Reduktionsverfahren mit der vor- und frühgeschichtlichen Verhüttungspraxis nicht identisch sind, kann auch die neuzeitliche Eisenhüttenkunde auf einige Fragen keine Antwort geben. Nur der experimentelle Nachvollzug der vor- und frühgeschichtlichen Eisenerzverhüttung ermöglicht uns das Verständnis dieses für den technisch-zivilisatorischen Fortschritt der Menschheit so überaus bedeutsamen Handwerks.

#### 4. Ausblick

Führt man sich die große Zahl von wissenschaftlichen Publikationen zu Versuchen mit Rennfeueröfen vor Augen, so wird die Kontinuität und die internationale Beteiligung an der Erforschung der vor- und frühgeschichtlichen Eisengewinnung während der vergangenen dreißig Jahre sehr deutlich. Dennoch sind bis heute längst nicht alle Fragen beantwortet worden. Da mit großer Wahrscheinlichkeit auch in den kommenden Jahren immer wieder Reste unterschiedlicher Ofentypen ausgegraben werden, wird es stets neue Fragestellungen und Hypothesen geben, die durch weitere Versuche zu testen sind.

Es bleibt zu hoffen, daß zukünftige Versuche systematisch durchgeführt und umfassend dokumentiert werden. Nur wenn die Versuchsbedingungen genauestens erfaßt und auch publiziert werden, ist es möglich, daß Forscher aus den Erfahrungen anderer Experimentatoren konkreten Nutzen für ihre eigenen Versuche ziehen können. Ist diese Forderung erfüllt, so wird es möglich sein, in systematischer und für Außenstehende nachvollziehbarer Form die vielen noch offenen Fragen zu beantworten.

Anschrift des Verfassers:

Frank Nikulka M.A.  
Rieselweg 8  
D-3139 Hitzacker

### Eisenerzverhüttung als Forschungsprojekt: Planung, Durchführung, Auswertung

Hermann Holsten und Frank Nikulka

#### 1. Einleitung

Im Jahre 1986 wurden vom Archäologen des Landkreises Lüchow-Dannenberg, Dr. A. Lucke, erstmalig eine Lehrveranstaltung zur experimentellen Archäologie am Archäologischen Institut der Universität Hamburg ange-

boten und Experimente in Kukate, Ldkr. Lüchow-Dannenberg, durchgeführt. Einige Teilnehmer dieser Übung gründeten später die studentische „Arbeitsgruppe Experimentelle Archäologie“. Im Anschluß an die Ausgrabung von Verhüttungsöfen in Groß Meckelsen, Ldkr. Rotenburg/Wümme, wurde eine Versuchsserie mit je drei Gruben- und Schachtöfen auf dem Grabungsgelände geplant und 1988 mit großem öffentlichen Interesse durchgeführt.

Im Juli 1989 konnten im Rahmen der „Tage der Lebendigen Archäologie“ im Elbestädtchen Hitzacker auf dem dortigen Grabungsgelände wiederum zwei Schachtöfen auf ihre Eignung zur Produktion weiterverarbeitbaren Eisens getestet werden.

#### 2. Zielsetzungen

Bei vielen der bisher durchgeführten Versuche wurden die Mengen der verbrauchten Rohstoffe (Erz, Holz, Holzkohle) sowie der erzeugten Produkte (Eisen, Schlacke) nur unzureichend angegeben. Korrekte Mengenangaben (quantitative Daten) sind aber erforderlich, um eine angemessene Vorstellung vom Rohstoffverbrauch und von der Wirtschaftlichkeit dieser alten Technik zu gewinnen. Deshalb beschlossen wir, die Rohstoff- sowie die Produktmengen bei unseren Versuchen in Groß Meckelsen und in Hitzacker vollständig zu erfassen. Das Experiment in Kukate ist eher als ein erster Vor-Versuch zu werten und wird hier deshalb nur beiläufig erwähnt. Die Mengenerfassung erfolgte in Kukate noch nicht mit der von uns später geforderten Genauigkeit.

Bei den Versuchen in Groß Meckelsen sollte insbesondere die Wirtschaftlichkeit von Schacht- und Grubenöfen miteinander verglichen werden. Ein weiteres Ziel unserer Experimente war die exakte Dokumentation der Temperatur- und Gasentwicklung in den Öfen. Wir hofften, den Einfluß der Luftzufuhr auf die Verhüttung erkennen und somit gezielt regulieren zu können. Außerdem sollte durch schrittweise Veränderung der Belüftungsbedingungen (Düsenposition, Luftmenge) von einem Experiment zum anderen versucht werden, die entstehende Schlacke in die hierfür vorgesehene Grube unter dem Schacht fließen zu lassen. So sollten Schlack-

keklötze erzeugt werden, wie wir sie aus archäologischen Befunden kennen. In diesem Beitrag werden die Versuchsplanung, -durchführung und der gegenwärtige Stand der Auswertung sowie die daraus resultierenden neuen Fragen vorgestellt.

### 3. Versuchsvorbereitung und Dokumentation

Die für die Verhüttungsversuche benötigte Holzkohle wurde von der Arbeitsgruppe im Jahre 1988 selbst hergestellt. Dabei konnte in einer Versuchsserie die Effektivität verschiedener Meilertypen (ebenerdiger Meiler, Grubenmeiler und abgelöschtes Grubenfeuer) getestet werden.

Bei den Verhüttungsversuchen in Groß Meckelsen wurde Raseneisenerz aus der Wietze-Niederung in der Nähe von Hannover mit einem Eisenoxid-Gehalt von 26,8 % - Gewicht ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) verwendet. Die sechs Öfen haben wir lagenweise mit je insgesamt 15 kg geröstetem Erz ( $\varnothing$  20-40 mm) beschickt. Hierzu kamen noch unterschiedliche Mengen an Holz und Holzkohle, die zum Vorheizen der Öfen benötigt wurden. Die Schachtöfen wurden sowohl in Hitzacker als auch in Groß Meckelsen mit unterschiedlichen Aufbautech- niken (Flechtwerk- und Lappentechnik) errichtet und standen frei über den Schlackegruben. Zur Belüftung der Öfen verwendeten wir einen umfunktionierten handelsüblichen Industriestaubsauger, einen Handblasebalg und ein elektrisches Schiedegebläse. In einem Protokoll wurden Versuchsvorbereitung und -durchführung (wie z.B. Art, Menge und Zeit der Beschickung, Temperatur an verschiedenen Meßstellen, besondere Beobachtungen zur Rauchentwicklung, Verpuffungen, Schlackefluß, Rißbildung an den Ofenschächten etc.) festgehalten.

### 4. Versuchsdurchführung\*

Der Versuch in Kukate (Abb. 1) Während des ersten Versuches mit einem Schachtöfen in Kukate (KU 86/S1) wurde die Menge der Rohstoffe nicht vorher bestimmt, sondern nach Bedarf eingegeben. Die Temperatur wurde mit einem Meßfühler etwas oberhalb der Düsen erfaßt. Gasanalysen konnten hingegen nicht durchgeführt

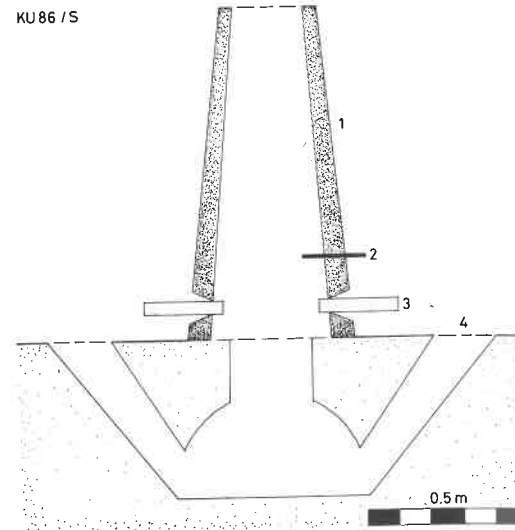


Abb. 1: KU 86/S; 1 Ofenschacht, 2 Meßfühler (NiCrNi), 3 Luftdüse, 4 Belüftungskanal.

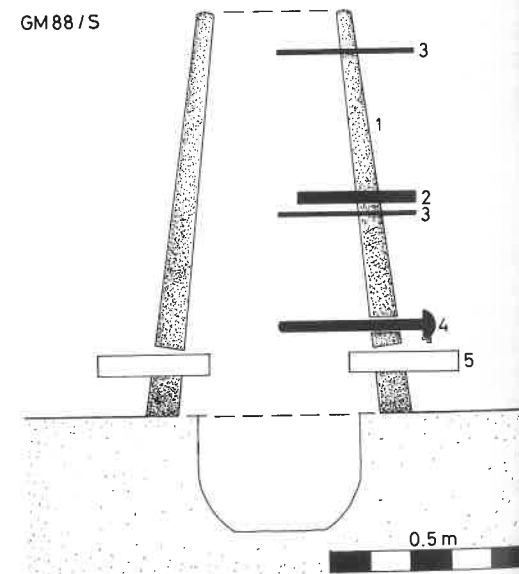


Abb. 2: GM 88/S; 1 Ofenschacht, 2 Gas-Meßrohr, 3 Meßfühler (NiCrNi), 4 Meßfühler (PtRhPt), 5 Luftdüse.

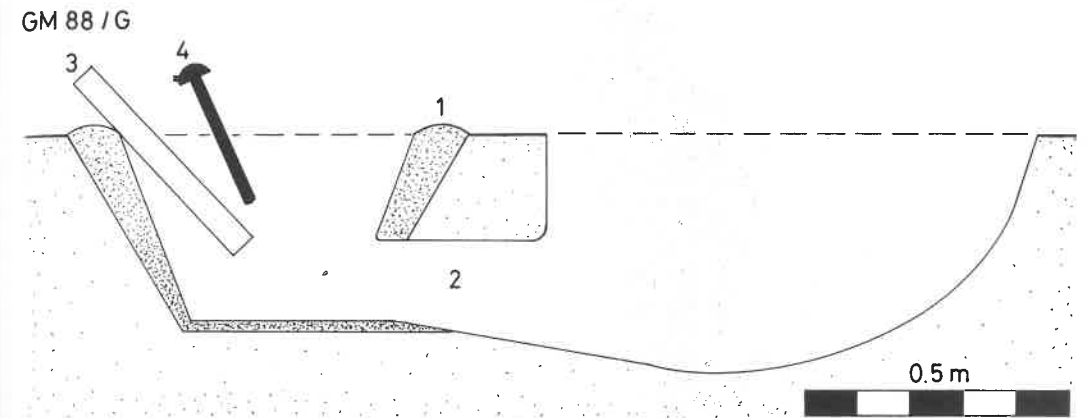


Abb. 3: GM 88/G; 1 Lehmwandung, 2 Schlackekanal, 3 Luftdüse, 4 Meßfühler (PtRhPt).

werden, da ein entsprechendes Gerät nicht verfügbar war. Die Luftzufuhr erfolgte mit zwei selbstgebauten und handbetriebenen Blasebälgen durch zwei Luftdüsen im unteren Bereich des Schachtes. Zusätzlich wurde die mit glühender Holzkohle gefüllte Grube unter dem Schacht über zwei seitliche Belüftungskanäle nach Bedarf belüftet. Wir hofften, durch eine Öffnung der Belüftungskanäle im richtigen Moment das Verbrennen der Holzkohle in der Grube zu ermöglichen. Der sich im unteren Schachtbereich bildende Schlackeklotz sollte dann in die Grube sacken. Dies gelang jedoch nicht.

Die Versuche in Groß Meckelsen (Abb. 2 u. 3)

In Groß Meckelsen führten wir 3 Versuche in Schachtöfen, ähnlich dem von Kukate, und 2 Versuche in Grubenöfen (nach Vorbildern aus Zentralafrika) durch.

Der dritte dieser Schachtöfen steht rekonstruiert in einer Ausstellung im Museum Kloster Zeven, Ldkr. Rotenburg/Wümme, und konnte deshalb noch nicht ausgewertet werden. Ein Versuch mit einem anderen Grubenofentyp ist bisher ebenfalls noch nicht ausgewertet und wird hier nicht weiter erläutert.

Im Gegensatz zu dem Versuch von Kukate haben wir die einzugebenden Rohstoffmengen in Groß Meckelsen im Voraus festgelegt. In jeden Ofen sollten die gleichen Mengen eingegeben werden. Die Schachtöfen GM 88/S1, S2 und S3 sowie die Grubenöfen GM 88/G1 und G2 wurden zuerst mit Holz und Holzkohle vorgeheizt. Danach haben wir im Laufe mehrerer Stunden in jeden Ofen insgesamt 15 kg geröstetes Raseneisenerz derselben Lagerstätte (Wietze-Niederung bei Hannover) sowie 30 kg selbst hergestellte Buchenholzkohle schichtweise eingefüllt. Anschließend wurde die Ofenfüllung nochmals mit Holzkohle abgedeckt.

Die Temperaturmessung erfolgte bei den Schachtöfen GM 88/S1 und S2 in drei verschiedenen Höhen des Schachtes. Je ein Schacht und ein Grubenofen wurden gleichzeitig betrieben. Da wir nur ein Gasanalysegerät zur Verfügung hatten, konnten Gasmessungen auch nur an je einem Schachtöfen durchgeführt werden. Die Gasproben entnahmen wir im unteren Schachtdrittel, oberhalb der Luftdüsen.

Der erste Schachtöfen (S1) wurde anfangs als „Windofen“ ohne künstliche Luftzufuhr betrieben. Zur Temperatursteigerung mußten im weiteren Versuchsverlauf Gebläse oder Handblasebalg eingesetzt werden. Den zweiten und dritten Schachtöfen belüfteten wir mit Hilfe des Schiedegebläses. Den



HI 89/S

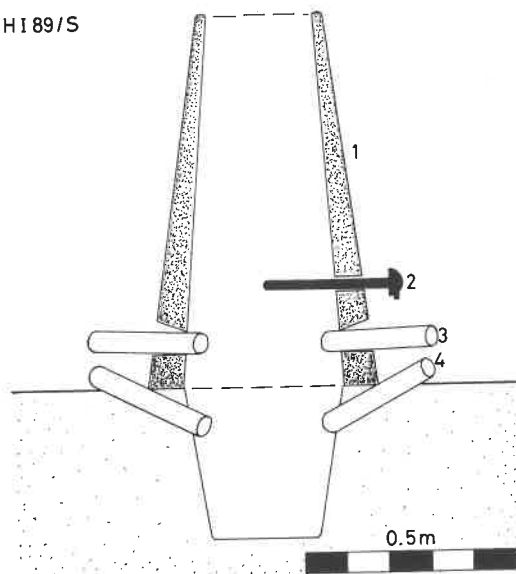


Abb. 4: HI 89/S; 1 Ofenschacht, 2 Meßfühler (PtRhPt), 3 Luftdüse, 4 Schlackegrubendüse.

Grubenöfen G1, G2 und G3 führten wir die benötigte Verbrennungsluft mit Hilfe des Industriestaubsaugers zu.

Die Versuche in Hitzacker (Abb. 4) Die beiden Versuche in Hitzacker unterschieden sich von den Experimenten in Groß Meckelsen in folgender Hinsicht: In Hitzacker wurden in S1 42 kg Erz und in S2 52 kg Erz verbraucht. Die vorgesehene Erzmenge war also wesentlich größer als bei den Versuchen von Groß Meckelsen.

Die Gewichtsanteile von Erz zu Holzkohle waren im Versuch S1 identisch (1:1). Im Versuch S2 war das Gewichtsverhältnis von Erz zu Holzkohle hingegen wie 1:0,4. Bei beiden Verhältnisangaben wurde die jeweils zum Anheizen benötigte Holzkohle nicht berücksichtigt. Der Anteil von Holzkohle pro kg Erz war in Hitzacker folglich entschieden geringer als in Groß Meckelsen. Im Gegensatz zu den Versuchen von Groß Meckelsen wurden die Hitzackeraner Öfen mit bereits glühender Holzkohle vorgeheizt. Außerdem wurden bei Versuch HI 89/S1 etwa 17 Handvoll Hühnermist (insgesamt 3,5 kg) zugegeben, um die Eigenschaften des Eisens durch Phosphatanreicherung positiv zu beeinflussen.

Die Belüftung der Öfen wurde, aufbauend auf den Erfahrungen von Kukate und Groß Meckelsen, noch weiter variiert.

Der erste Schachtofen wurde, außer durch zwei Düsen im Schacht, zusätzlich mit einer in die Schlackegrube reichenden Düse belüftet. Die Düsen im Schacht wurden nicht wie bei unseren Versuchen in Kukate und Groß Meckelsen auf die Schachtmitte ausgerichtet (zentriert), sondern schräg (tangential) eingesetzt. Auf diese Weise wurde der Luftstrom nicht in die Mitte des Schachtes geleitet, sondern an dessen Innenwand entlang geführt. Dem zweiten Schachtofen wurde die benötigte Luft auf andere Weise zugeführt. Als Ersatz für die hier nicht vorhandenen Düsen im unteren Schachtbereich hatten wir unmittelbar unter dem Schachtfuß, also am oberen Rand der Schlackegrube, zwei Düsen eingebaut. Diese waren leicht nach unten geneigt und ebenfalls tangential ausgerichtet.<sup>2</sup>

Bei dem ersten Schachtofen wurde die Temperatur kontinuierlich an einer Meßstelle im Zentrum des Schachtes (ca. 12 cm über den Düsen) gemessen. Schachtofen S2 wurde hingegen gänzlich ohne Temperaturmessungen durchgeführt. Gasanalysen konnten nicht durchgeführt werden, da ein entsprechendes Gerät nicht zur Verfügung stand.

### 5. Kurzprotokolle der Versuchsabläufe

Die folgenden Abschnitte enthalten Zusatzinformationen, die aus den Temperatur- und Mengendiagrammen (Abb. 5 - 10) nicht hervorgehen. Die obere Temperaturkurve der Abb. 6 und 7 stellt jeweils den Temperaturverlauf im Ofenzentrum etwa 12 cm über dem Düsenniveau dar. Die Werte der unteren Kurve wurden von einem Meßfühler in der Schachtmündung aufgenommen. Ist nur eine Kurve dargestellt, so handelt es sich um die Temperaturen im sogenannten Reduktionsbereich des Ofens. Dieser liegt etwas oberhalb der Belüftungsdüsen.

#### 5.1. Kukate, Schachtofenversuch 1 (KU 86/S1)

Da die Temperatur mit einem Ni-Cr-Ni-Temperaturelement gemessen wurde, konnten Werte über 1200°C nicht erfaßt werden (Abb. 5).

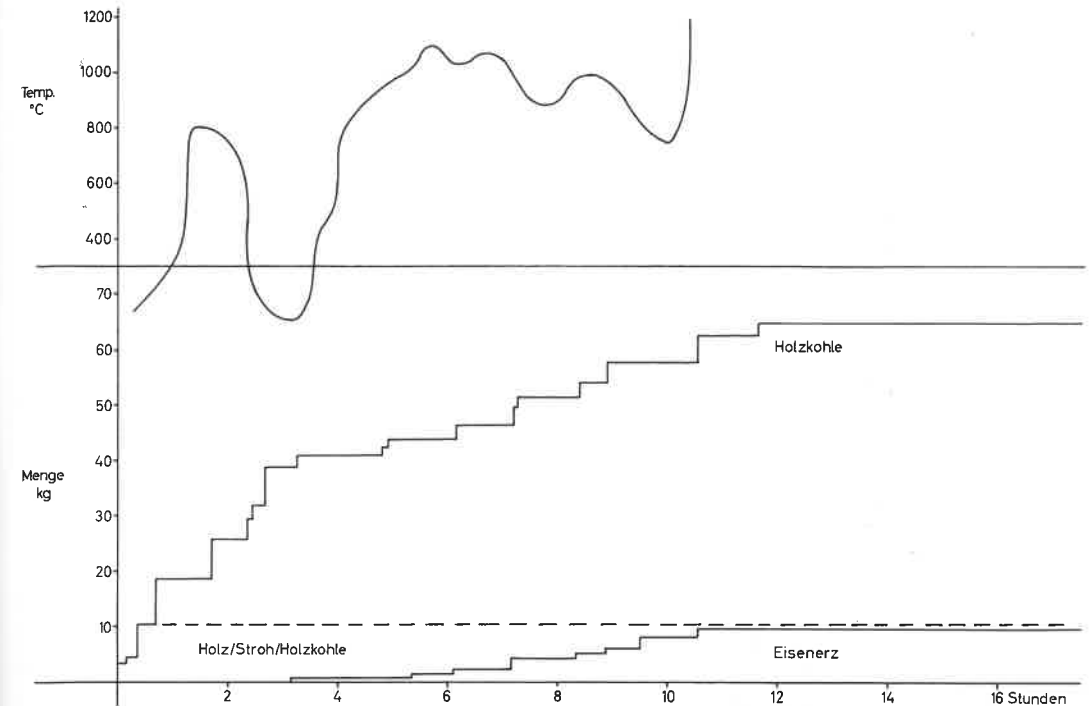
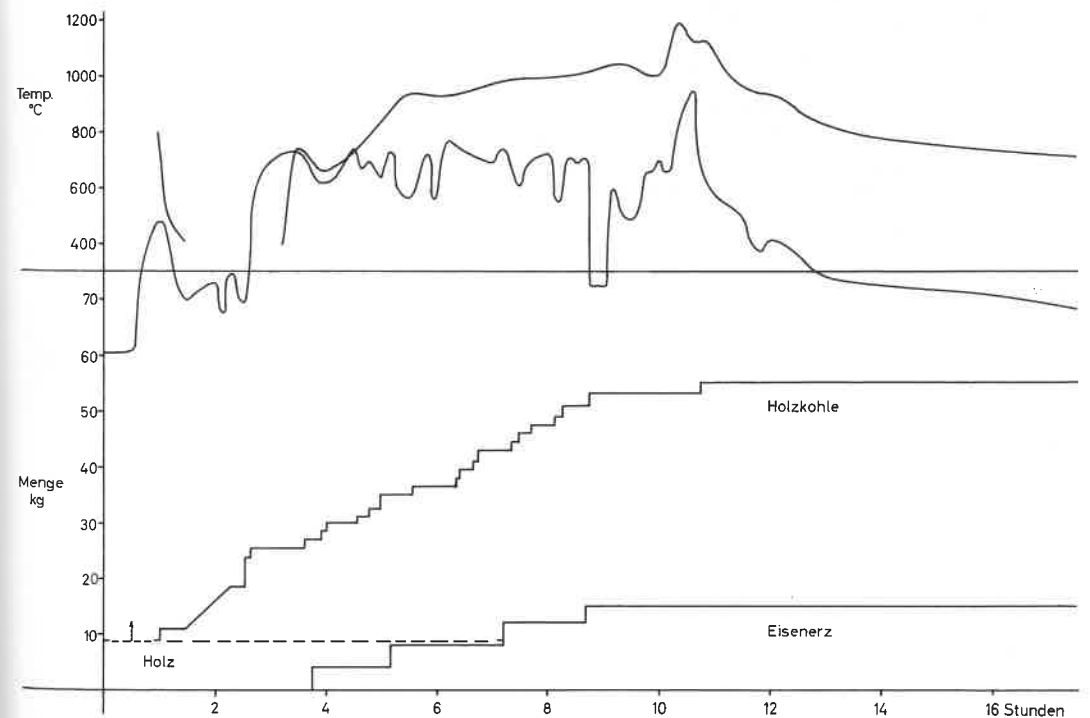
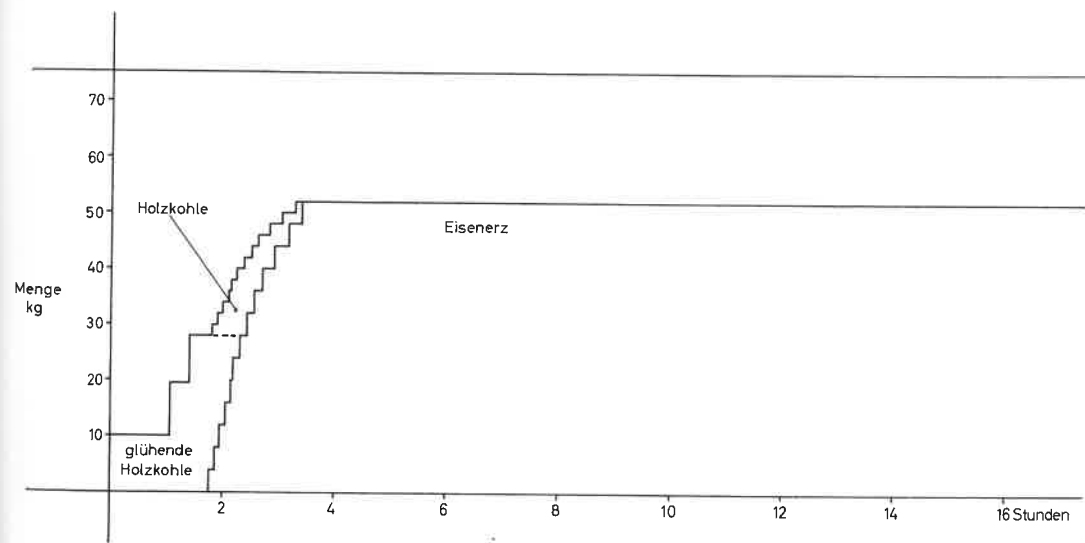
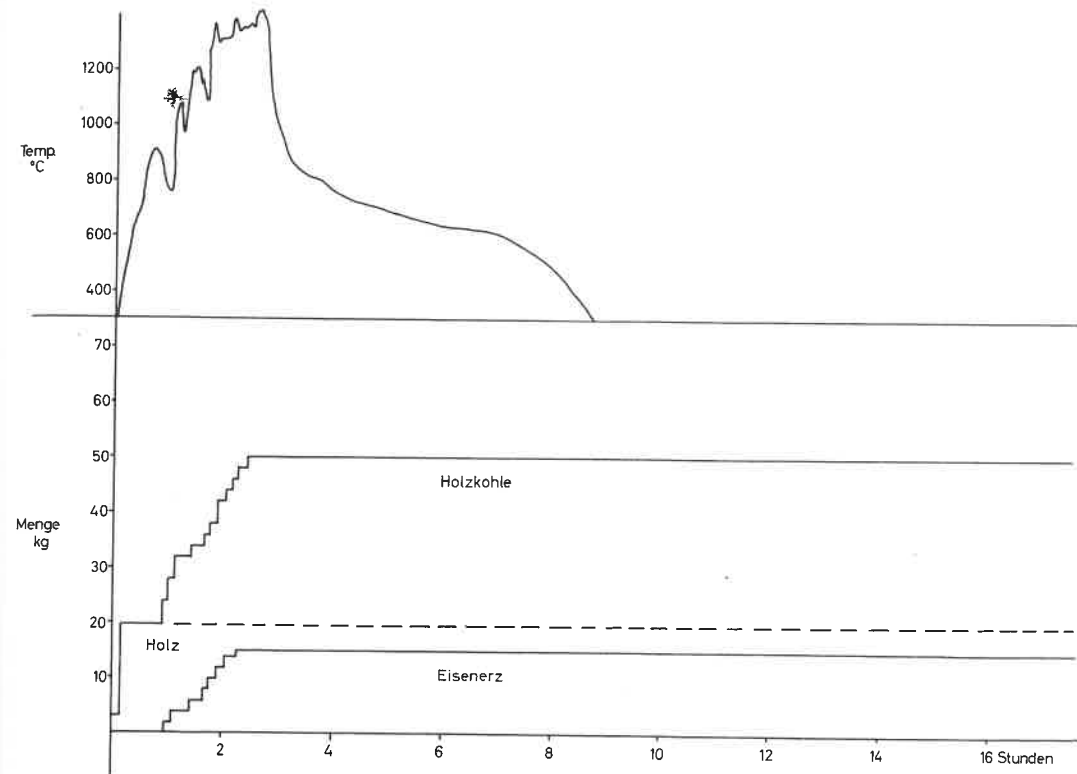
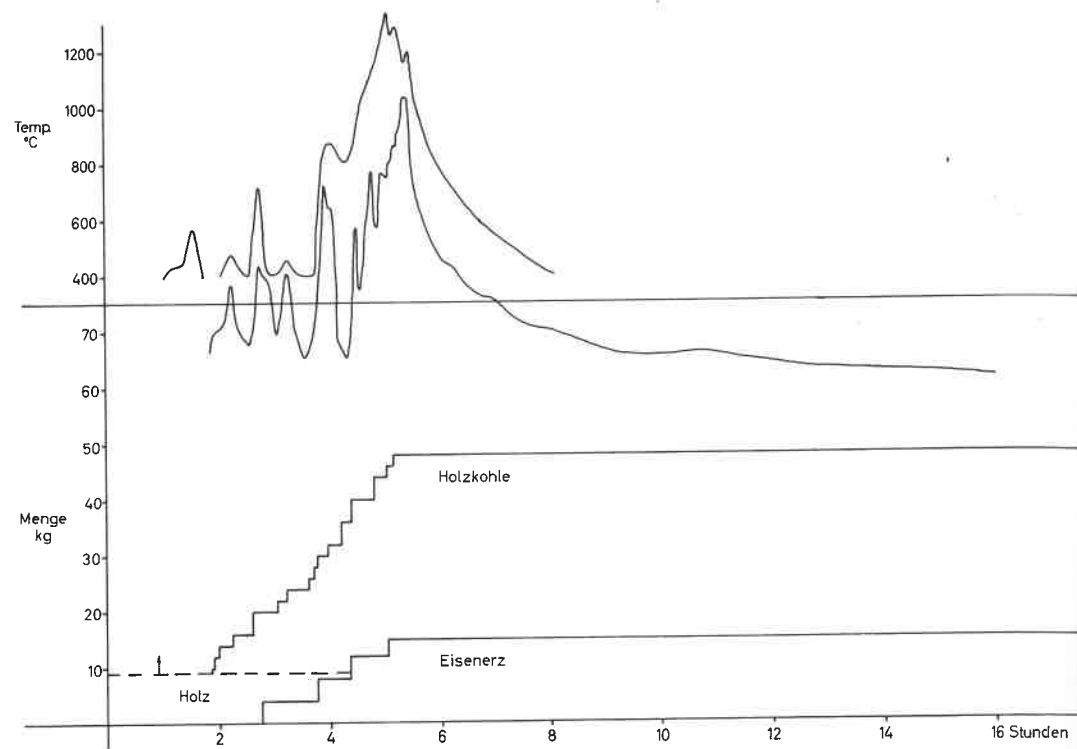


Abb. 5 - 10: Temperatur- und Mengendiagramme, 5 Ku 86/S1, 6 GM 88/S1, 7 GM 88/S2, 8 GM 88/G1, 9 GM 88/G2, 10 HI 89/S2.





VZ 6.12: Die in die Schlackegrube hinabreichenden Belüftungskanäle werden mit Grasplaggen abgedichtet.<sup>3</sup>

VZ 9.30: Nach dem Stochern mit einer Eisenstange durch eines der Belüftungslöcher im Schacht wird vermutet, daß sich im Bereich des Schachtfußes ein anscheinend kompakter Schlackeklotz gebildet hat.

VZ 9.40: Um den Schlackefluß in die unterhalb des Ofenschachtes befindliche Schlackegrube zu ermöglichen, wird glühende Holzkohle in die Belüftungskanäle gefüllt.

VZ 10.24: Das Temperaturmeßgerät fällt aus.  
VZ 12.40: Der Ofenschacht wird umgestoßen.

Während des Verhüttungsvorganges wurde der Schachtofen entsprechend der folgenden Auflistung belüftet:

- Mit natürlichem Zug als „Windofen“ während der VZ: 0.00-3.14, 6.56-7.09, 7.46-8.01, 9.21-9.44, 9.56-10.17
- Unter Einsatz von Blasebälgen während der VZ: 3.15-3.25, 3.50-6.55, 7.10-7.45, 8.02-9.20, 9.45-9.55, 10.18-12.12

Der bei etwa VZ 3.15 einsetzende deutliche Temperaturanstieg ist wohl auf die gleichzeitig beginnende Belüftung zurückzuführen.



Abb. 11: GM 88/S1; Temperaturmessung.

5.2. Groß Meckelsen, Schachtofenversuch 1 (GM 88/S1) (Abb. 1 u. 6)

In der Phase bis zur ersten Erzbeschickung wurde der Ofen mit mindestens 9 kg Astholz und 18,85 kg Holzkohle gefüllt. Während der ersten sechs Stunden des Versuchs wurde der Schachtofen als „Windofen“ mit natürlichem Zug durch vier gegenständig angeordnete Düsen von drei Zentimeter Innendurchmesser belüftet.

VZ 5.58 - 6.37: Belüftung mit Gebläse durch eine Düse

VZ 8.15 - 9.16: Belüftung mit einem Handblasebalg durch eine Düse

VZ 10.02 - 10.42: Belüftung mit Gebläse durch eine Düse

Der untere Temperaturkurvenverlauf (Abb. 6) dokumentiert zum einen den Temperaturabfall vom Reduktionsbereich bis zur Gicht (Schachtmündung) und zum anderen regelmäßige Temperaturschwankungen, die jeweils nach den Erz- bzw. Holzkohlebeschickungen auftraten.

Der Meßfühler des im Ofenzentrum positionierten Temperaturelementes wurde erst nach VZ 0.59 angeschlossen.

Es ist bemerkenswert, daß bis zum erstmalig



1



2



3



4

Abb. 12.1: GM 88/S2; Gichtflamme.

Abb. 12.3: GM 88/S2; Schlackeglocke vor Düsenloch.

Abb. 12.2: GM 88/G2; Beschickung und Schlackefluß.

Abb. 12.4: GM 88/S2; Eisenkugeln (ca. 0,2 bis ca. 1,5 cm Durchmesser).

gen Einsatz des Gebläses nur maximal 933°C im Schachtzentrum gemessen werden konnten. Trotz wiederholter künstlicher Belüftung lag die höchste gemessene Temperatur nur kurzfristig bei 1186°C (Abb. 6).

5.3. Groß Meckelsen, Schachtofenversuch 2 (GM 88/S2) (Abb. 12.1 u. 7)

VZ 0.00-1.34: Anheizen des Ofens mit insgesamt 27 kg Astholz

VZ 1.36-2.42: Weiterer Aufbau der Glutfüllung durch Eingabe von 11 kg Holzkohle

VZ 1.05-1.45: Der auffällige Temperaturanstieg an der Meßstelle im Ofenzentrum ist auf eine Beschickung mit Reisig (VZ: 1.34) zurückzuführen.

Belüftung des Ofens:

VZ 0.00-2.16: Mit natürlichem Zug durch vier geöffnete Düsenlöcher

VZ 2.16-2.35: Der Ofen „zieht“ sich die benötigte Luftmenge durch zwei Düsenlöcher.

VZ 2.36-5.27: Mit einem Schmiedegebläse wird der Schacht durch zwei gegenüberliegend angeordnete Düsen belüftet.

VZ 2.46-3.45: In diesem Zeitraum werden insgesamt 8 kg Erz und 12 kg Holzkohle eingegeben. Während der folgenden drei Stunden (VZ 3.48-6.42) wird der Ofen jedoch nur noch für etwa 1,5 Std. künstlich belüftet, und es werden nochmals 7 kg Erz und 16 kg Holzkohle eingegeben.

VZ 5.11: Ersetzen einer Düse

VZ 5.42: Alle Belüftungsöffnungen werden verschlossen.

5.4. Groß Meckelsen, Grubenofenversuch 1 (GM 88/G1)

VZ 0.00-2.10: Der Ofen wird zum Vorheizen nur mit natürlicher Belüftung betrieben. Nach einem Maximum bei VZ 0.27 sinkt die Temperatur bis unter 400°C. Dies ist wohl durch eine vorübergehend unzureichende Verbrennung zu erklären.

VZ 2.11-2.30: Belüftung des Ofens mit dem Industriestaubsauger

VZ 2.35-4.34: Nach einer kurzfristigen Überlastung des Stromnetzes wird der Ofen mit einem 12 V - Gebläse belüftet.

VZ 2.59: Austausch der ersten Düse

VZ 4.35-6.04: Der Ofen wird wiederum mit dem Staubsauger belüftet.

VZ 4.58: Nachdem mit einem Holzstock durch den Schlackekanal im Grubenfeuer gestochert worden ist, fließt die Schlacke

durch diesen Kanal ca. 50 cm aus dem Grubenofen heraus.

VZ 5.53: Die zweite Düse wird ersetzt. Daraufhin steigt die Temperatur bis auf 1600°C. Bei einem erneuten Versuch, die Schlacke abzustecken (VZ 6.03), wurde festgestellt, daß der Schlackeklotz im Randbereich des Ofens schon weitgehend abgekühlt war. Er konnte nicht mehr durchstoßen werden.

VZ 6.04: Die Belüftung wird beendet.

Im Verlaufe des Versuches kam es jeweils nach der Beschickung mit Erz oder Holzkohle zu einem 10-30 Min. andauernden Temperaturabfall. Darauf folgte ein Wiederanstieg, teilweise über den vorher erreichten Wert hinaus (Abb. 8).

5.5. Groß Meckelsen, Grubenofenversuch 2 (GM 88/G2) (Abb. 12.2 u. 9)

VZ 0.00-0.53: Bei natürlichem Zug wird der Ofen mit der Zugabe (VZ 0.00-0.25) von insgesamt 19,5 kg Reisig und Astholz angeheizt.

VZ 0.54-2.39: Beschickung mit Erz und Holzkohle und Belüftung mit einem Industriestaubsauger durch eine Düse, deren Mündung 14 cm über der Grubensohle liegt.

VZ 1.25-1.37: Der Temperaturabfall ist durch den Bruch der ersten Düse zu erklären.

VZ 1.37: Die Düse wird ersetzt.

Während der Zeiten VZ 1.50-2.02, 2.13-2.18 und 2.32 floß die Schlacke selbständig in die Schlackegrube.

VZ 2.39: Die Belüftung wird eingestellt, und in der Folge sinkt die Temperatur innerhalb von etwa 30 Min. relativ schnell um ca. 500°C.

5.6. Hitzacker, Schachtofenversuch 2 (HI 89/S2) (Abb. 10)

Leider stand bei diesem Versuch kein Temperaturmeßelement zur Verfügung. Dies ist um so bedauerlicher, als der Versuch bezüglich der Kriterien Beschickungsverhältnis, Dauer der Beschickungsphase, Menge an durchgesetzten Rohstoffen, Schlackefluß, Bildung eines Schlackeklotzes und erhaltenes Eisen als relativ erfolgreich bezeichnet werden muß.

VZ 0.00-1.43: Die Schlackegrube und der Schacht werden kontinuierlich bis zur Gicht (Schachtmündung) mit glühender Holzkohle gefüllt. Hierbei entwickelt der Ofen einen nat-

türlichen Zug durch die beiden tangential in die Schlackegrube hinabreichenden Düsen.

VZ 1.43-3.31: Künstliche Belüftung des Ofens durch zwei Düsen mit einem Schmiedegebläse. Während dieses Zeitraumes wurde der Ofen fortlaufend mit insgesamt 27 kg Holzkohle und 54 kg Erz beschickt.

VZ 3.31: Offensichtlich hat sich im unteren Schachtbereich ein kompakter Schlackeklotz gebildet, da die zugeführte Gebläseluft zwischen Schachtfuß und umgebendem Erdreich herausgedrückt wird. Das Gebläse wird abgestellt und die Düsen verschlossen.

## 6. Versuchsauswertung

Die Auswertung der Versuche sollte Antworten auf folgende Fragen geben:

- Lassen sich die entstandenen Schlacken hinsichtlich des in ihnen enthaltenen Eisens unterscheiden?
- Welche Schlacke enthält am meisten Eisen?
- An welcher Stelle befindet sich diese eisenreiche Schlacke?
- Ist eine Luppe entstanden?
- Wie hoch ist die absolute bzw. prozentuale Eisenausbeute?
- Wie verhält sich das Erzgewicht zum Schlackegewicht?

Um diese Fragen beantworten zu können, haben wir die Schlacken bzw. Schlackeklötze zuerst mit einem Winkelschleifer vertikal geschnitten, gesichtet, fotografiert, gezeichnet und beschrieben. Anschließend wurden sie mit dem Hammer auf einem Amboss bis auf eine Größe von ca. 0,5 bis ca. 2 cm Durchmesser zertrümmert, um das freigesetzte Eisen auslesen zu können. Das Eisen und die verschiedenen Schlacken wurden dann gewogen.

### 6.1. Die Schlacke der Schachtofen

Wir konnten beobachten, daß sich die Schlacke der Schachtofen GM 88/S1 und S2 vorwiegend in Form von sogenannten „Schlackeglocken“ (Abb. 13) im unteren Bereich des Schachtes vor den Düsen befand und stellenweise mit der Schachtwand verschmolzen war.

Der untere Bereich dieser Schlackeglocken reichte bis in die mit Holzkohle gefüllte

Schlackegrube hinein. Von diesen Schlackeglocken, wie auch von allen anderen Schlacken, wurden Referenzstücke für spätere Analysen zurückbehalten (Abb. 12.3).

Der Aufbau der Schlackeglocken

Der obere Teil, also jener Bereich der Schlackeglocke, der vor den Düsen erhalten war, bestand aus einer äußerlich blau-grau bis violetten, im Bruch grauen, kompakten, verhältnismäßig schweren und relativ stark magnetischen Schlacke. Zwischen den Fließstrukturen dieser Schlacke befand sich keine Holzkohle. Aus der Schlacke konnte nach dem Zertrümmern nur vergleichsweise wenig Eisen ausgelesen werden. Lediglich im Übergangsbereich dieser blau-grau bis violetten Schlacke zur darunter befindlichen grünlichen Schlacke nahm der Eisenanteil zu. Eine eindeutige Zuordnung des Eisens zu der einen oder zu der anderen Schlacke war hier nicht möglich.

Der untere Teil der Schlackeglocken bestand hauptsächlich aus äußerlich grünlicher, im

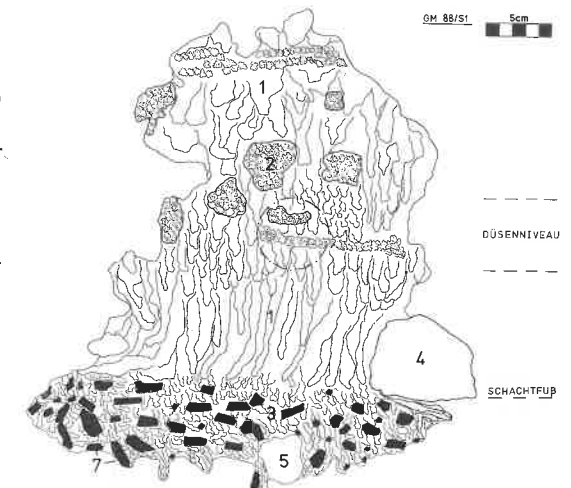


Abb 13: GM 88/S1; Schlackeglocke links: zur Düse zeigend; rechts: zum Ofenzentrum zeigend, 1 blau-graue bis violette Schlacke, stark magnetisch, schwer, kompakt, 2 anreduziertes Erz, 3 grünliche Schlacke, sehr schwach magnetisch, leicht, porös, 4 Schachttrest, 5 geglühter Sand der Schlackegrube, 6 Kruste aus Schlacke und Asche, 7 Holzkohle.

Bruch grünlich-poröser, relativ leichter, nicht bzw. vergleichsweise nur sehr schwach magnetischer Schlacke. Teilweise war diese Schlacke von silber-grauen Häutchen umgeben, die wiederum stark magnetisch waren. Diese grünliche Schlacke war zwischen die Holzkohlefüllung der Schlackegrube geflossen.

Während des Zertrümmerns zerbröselte diese Schlacke zu feinem Schlackegrus (wenige Millimeter Durchmesser). Einige etwas kompaktere aber ebenfalls grünliche Schlackestücke ließen sich nur mit einem kräftigen Hammerschlag zertrümmern. Anschließend konnten aus diesen Schlacken kleine Eisenkugeln ( $\varnothing$  0,2 bis 1,5 cm) ausgelesen werden. Größere Eisenstücke waren hingegen nicht entstanden.

In den Schachttöfen HI 89/S1 und S2 sind kompaktere Schlackeklotze entstanden, als dies in den Schachttöfen von Groß Meckelsen und Kukate der Fall war. Der Schachtofen 89/S1 konnte noch nicht näher untersucht werden, da er als Exponat präpariert wurde und in der Ausstellung zu sehen ist. Der zweite Schachtofen HI 89/S2 enthält einen kompakten Schlackeklotz, der bis ca. 20 cm in die Schlackegrube hinabreicht. Die Oberkante dieses Schlackeklotzes befindet sich ca. 5 cm oberhalb des Schachtfußes. Die Schlacke ist äußerlich blau-grau, im Bruch jedoch deutlich heller. Grünliche Schlacke, wie wir sie aus den Öfen von Groß Meckelsen kennen, ist hier nur sehr vereinzelt im untersten Bereich des Schlackeklotzes vorhanden.

Der Schlackeklotz enthält in seiner gesamten Höhe Eisenkugeln und knollenförmige Eisenstückchen (ca. 0,5 bis ca. 1,5 cm Durchmesser). Im oberen Bereich des Schlackeklotzes, vorwiegend in den oberen 10 cm, wurden millimeterdünne Eisenschichten in lamellarer Form erkannt. Hierbei handelt es sich um deutliche Anreicherungen von Eisen im oberen Teil des Schlackeklotzes - insbesondere im Bereich der Luftzufuhr. Bei diesem Versuch sind wir dem angestrebten Ziel - der Bildung einer Luppe - schon recht nahe gekommen.

#### 6.2. Die Schlacke der Grubenöfen

Nach beendeter Verhüttung befand sich in den Grubenöfen GM 88/G1 und G2 jeweils ein Schlackeklotz. Der Aufbau dieser Schlack-

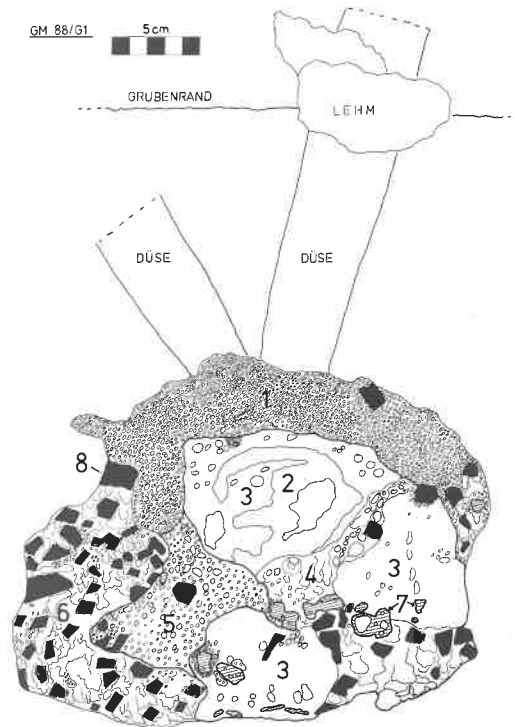


Abb. 14: GM 88/G1; Schlackeklotz, 1 u. 3 - 6 grünliche Schlacken, kaum magnetisch, unterschiedlich kompakt, 2 dunkelgraue Schlacke, sehr stark magnetisch, schwer, kompakt, 7 Eisen, 8 Holzkohle

keklotze war jedoch nicht identisch. Der Schlackeklotz aus Grubenofen G1 (Abb. 14) war ca. 20 cm hoch und ca. 25 cm breit. Dieser Schlackeklotz lag auf der Sohle des Ofens und war mit der Grubenwandung verschmolzen.

Der oberste Bereich des Schlackeklotzes (1) bestand aus äußerlich und im Bruch grünlicher, außerordentlich poröser, mit sehr vielen kleinen Gasblasen ( $\varnothing$  1-2 mm) durchsetzter Schlacke. Diese Schlacke enthält kein sichtbares Eisen und ist nicht magnetisch. Darunter folgt der Kernbereich des Schlackeklotzes. Dieser wurde aus drei Bereichen von grünlicher, sehr kompakter Schlacke (3) mit relativ wenigen größeren Gasblasen gebildet. Der oberste dieser drei Bereiche enthielt dunkelgraue, sehr stark magnetische, kom-

pakte Schlacke (2), jedoch kein freies Eisen. Zwischen den Bereichen kompakter grünlicher Schlacke befand sich ebenfalls grünliche, jedoch weniger dichte Schlacke (4). Teilweise enthielt diese Schlacke etwas Holzkohle und Hohlräume (5). In dieser Schlacke, etwa 4-6 cm über der Grubensohle, sind im Profilschnitt durch den Schlackeklotz drei knollenförmige Eisenstückchen (7) von ca. 0,5 bis 2 cm Durchmesser zu sehen. Weitere Eisenstückchen waren im unteren der drei Bereiche dieser grünlich-kompakten Schlacke eingeschlossen. Die randliche Schlacke (6) des Schlackeklotzes entsprach der grünlichen, mit silber-grauen Häutchen überzogenen Schlacke der Schachttöfen S1 und S2 von Groß Meckelsen.

Der Aufbau des Schlackeklotzes im Grubenofen GM 88/G2 war hingegen eher dem Aufbau der Schlackeglocken der Schachttöfen ähnlich. Die obere Hälfte des Schlackeklotzes bestand aus äußerlich blau-grau bis violetter, im Bruch grauer, stark magnetischer Schlacke. Die untere Hälfte setzte sich aus verschiedenen Formen grünlicher Schlacke zusammen. Mehr als die Hälfte des nach dem Zerschlagen der Schlacke ausgelesenen Eisens stammt aus dem Bereich der blau-grau bis violetten Schlacke.

#### 6.3. Die Eisenausbeute

Wir unterscheiden zwischen „absoluter“ (in kg) und „prozentualer“ Eisenausbeute. Um Versuche vergleichen zu können, bei denen unterschiedliche Erzmengen und -qualitäten eingegeben wurden, muß die prozentuale Ausbeute bestimmt werden. Hierzu wird das Verhältnis des Eisengehaltes der verbrauchten Erzmenge (Fe Erz) zum Eisengehalt der Schlacke bzw. Luppe (Fe Luppe) mit folgender Formel berechnet:

$$\frac{\text{Fe Luppe} \times 100}{\text{Fe Eisen}}$$

Fe Eisen

Um den Eisengehalt des Erzes durch sogenannte „stöchiometrische Berechnungen“ ermitteln zu können, ist die genaue Dokumentation der verbrauchten Erzmengen sowie eine repräsentative Erzanalyse erforderlich. Die absolute und prozentuale Ausbeute unserer Versuche ist in folgender Tabelle dargestellt.

Tab. 1: Eisenausbeute

Versuch	absolute Ausbeute (kg)	prozentuale Ausbeute (%)
KU 86/S1	0,0	0,0
GM 88/S1	0,168	6,0
GM 88/S2	0,133	4,75
GM 88/G1	0,399	14,25
GM 88/G2	0,197	7,03
HI 89/S1	>0,215	>1,9
HI 89/S2	1,630	11,76

Da das Mischungsverhältnis der bei den Versuchen HI 89/S1 und S2 verwendeten Raseisenerze (26,8 bzw. 49,5%-Gewicht  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) nicht exakt dokumentiert wurde, haben wir für die Berechnung der Ausbeute ein Verhältnis von 1:1 angenommen. Wahrscheinlich ist der Anteil des Erzes mit dem geringeren Prozentsatz an Eisenoxid jedoch höher anzusetzen. Berücksichtigte man dies, so wäre die prozentuale Ausbeute größer als die in der Tabelle genannten Werte.

Versuch HI 89/S1 wurde noch nicht vollständig ausgewertet, so daß es sich bei der Eisenausbeute nur um eine vorläufige Angabe handeln kann.

#### 6.4. Zum Verhältnis von Erzgewicht und Schlackegewicht

Um das Gewichtsverhältnis von Erz zu Schlacke berechnen zu können, wurde sämtliche entstandene Schlacke zuerst zertrümmert. Danach haben wir Holzkohle und Eisen aussortiert und die verbleibende Schlacke gewogen. Die an der Schachtwand haftende Schlacke wurde abgeschlagen und entsprechend berücksichtigt.

Die Mengen sind in der folgenden Tabelle enthalten:

Tab. 2: Erz- u. Schlackegewicht

Versuch	Schlacke (kg)	Erz (kg)	Schlacke Erz
KU 86/S1	?	7,6	?
GM 88/S1	11,36	15,0	1:1,3
GM 88/S2	13,99	15,0	1:1,1
GM 88/G1	14,14	15,0	1:1,1
GM 88/G2	11,84	15,0	1:1,3
HI 89/S1	?	42,0	?
HI 89/S2	26,20	52,0	1:1,9

Aus den hier aufgeführten Mengen- und Verhältnisangaben ist ersichtlich, daß nur ein sehr geringer Bestandteil des Erzgewichts während der Verhüttung verloren geht.<sup>4</sup>

## 7. Ergebnisse

Die wichtigsten Ergebnisse unserer Versuche fassen wir nun zusammen:

- Es konnten neben mehreren Schlackevarianten zwei Hauptschlackearten - grünliche und blau-grau bis violette Schlacke - unterschieden werden.
- Das Eisen war in den Schächtofen von Groß Meckelsen hauptsächlich in der grünlichen Schlacke im oberen Bereich der Schlackegrube in Form von kleinen Kugeln oder knollenförmigen Stückchen enthalten. Der Grubenofen GM 88/G2 enthielt beide Schlackearten. Das Eisen befand sich hier jedoch vorwiegend in der blau-grau bis violetten Schlacke.
- Im Grubenofen GM 88/G1 war hingegen nur die grünliche Schlacke vorhanden. Diese enthielt das freigesetzte Eisen.
- Eine deutliche Eisenanreicherung im Bereich der Luftzufuhr wurde im Schachtofen HI 89/S2 erreicht. Hier ist eine - wenn gleich noch nicht sehr gut ausgeprägte - Luppe entstanden. Ob es sich hierbei um ein Frühstadium der Luppebildung handelt, oder ob ein Teil des Eisens geschmolzen und nach unten geflossen ist, um sich dann als Eisenkugeln bzw. Eisenknollen abzulagern, bleibt vorerst unklar.
- Die erfaßten Daten zum Gewicht von Schlacke und Erz zeigen, daß das Gewichtsverhältnis zwischen der entstandenen Schlacke und dem von uns verwendeten

ten Raseneisenerz im Mittel etwa 1:1,3 entspricht.

- Im Laufe der Versuche wurde das Gewichtsverhältnis von Erz zu Holzkohle während der Beschickungsphase<sup>5</sup> von 1:2,76 in Kukate (KU 86/S1) auf 1:0,46 in Hitzacker (HI 89/S2) gedrosselt, ohne daß negative Einflüsse auf die Temperaturentwicklung erkennbar waren. Dies entspricht einer Einsparung des Rohstoffes Holzkohle von 83,33 %. Hierbei handelt es sich um einen ganz entscheidenden Schritt zur Brennstoffeinsparung.
- Durch bisher noch ausstehende metallurgische Analysen muß geklärt werden, ob das Verhältnis von Erz zu Holzkohle auch einen Einfluß auf die Qualität des gewonnen Eisens hat.
- Ferner muß untersucht werden, ob die im Schlackeklotz des Schachtofens HI 89/S2 im Vergleich zu den anderen Versuchen relativ häufig auftretende lamellare Form des freien Eisens dem gewünschten Verhüttungsprodukt Luppe eher entspricht als die sonst vorwiegend angetroffenen kugeligen und knolligen Formen des Eisens (Abb. 12.4).
- Die Versuchszeit - hierunter verstehen wir jenen Zeitraum vom Entzünden des Ofens bis zum Beenden der Belüftung - kann je nach Ofentyp, Ofengröße, Beschickungsmenge, Anheizphase und Belüftungsart sehr stark variieren. Bei den Schächtofen kann diese Zeit, in Abhängigkeit von einer ausreichenden Belüftung mit einem Gebläse und einer fortwährenden Beschickung, deutlich reduziert werden. Diese Verkürzung zeigt keine negativen Auswirkungen auf die Eisenausbeute.
- Der Grubenofen G2 von Groß Meckelsen

Tab. 3: Erzdurchsatz pro Stunde

Versuch	erstes Erz (VZ)	letztes Erz (VZ)	Summe Zeit	Summe Erz kg	Durchsatz kg/Std.	Eisenausbeute in %
KU 86/S1	3.07	10.33	7.26	7,6	1,02	0,0
GM 88/S1	3.44	8.38	4.54	12	2,45	6,0
GM 88/S2	2.45	4.48	2.03	12	5,85	4,75
GM 88/G1	2.15	5.29	3.14	12	3,71	14,25
GM 88/G2	0.57	2.15	1.18	14	10,77	7,03
HI 89/S1	1.50	5.43	3.57	40	10,13	?
HI 89/S2	1.46	3.22	1.36	48	30,00	11,76

scheint jedoch im Vergleich zum ersten Versuch (GM 88/G1) zu schnell betrieben worden zu sein. Die Eisenausbeute von nur etwa 7% läßt vermuten, daß ein Großteil des Eisens nicht freigesetzt werden konnte. Möglicherweise hat die Steigerung des Erzdurchsatzes pro Stunde einen negativen Einfluß auf die Eisenausbeute gehabt.

Wie aus Tabelle 3 zu ersehen ist, hat eine Erhöhung des Durchsatzes bei den Schächtofen nicht zwangsläufig eine Abnahme der Eisenausbeute zur Folge.

- Die bisher durchgeführten Versuche ermöglichen uns vorerst nur einen fragmentarischen Einblick in die technisch-chemischen Abläufe während der Raseneisenerzverhüttung in Schacht- und Grubenöfen.
- Weitere Versuchsserien sind jedoch geplant und können möglicherweise in dem in Hitzacker im Aufbau befindlichen „Zentrum für Lebendige Archäologie“ stattfinden.

## 8. Ausblick

Nach der Auswertung von nunmehr neun Verhüttungsversuchen, an denen die Verfasser teilnehmen konnten, zeigt sich die Notwendigkeit einer detaillierten Dokumentation. Obwohl wir durch Anwendung eines Protokollformblattes versucht haben, diesem Anspruch gerecht zu werden, wurden einige als selbstverständlich angesehene Details in der sprichwörtlichen Hitze des Gefechtes dennoch nicht dokumentiert. Um solchen Fehlern bei zukünftigen Experimenten vorzubeugen, gilt es eine detaillierte Dokumentations-systematik (z.B. in Form eines Datenblattvordruckes) zu erarbeiten.

Fände eine solche Dokumentationssystematik auch bei anderen Arbeitsgruppen allgemeine Anwendung, so wäre eine vergleichende Versuchsauswertung wesentlich besser möglich, als dies bisher der Fall ist.

### Anmerkungen:

- 1) Zu den Teilnehmern dieser Arbeitsgruppe gehören H. Holsten, A. Jensen, M. Lund, K. Martens, A. Moser und F. Nikulka. Die wissenschaftliche Betreuung übernahm Prof. Dr. M.K.H. Eggert (Hamburg, jetzt Erlangen). Die Versuche hätten

nicht ohne die großzügige finanzielle Unterstützung der Sulzmann-Stiftung (Universität Mainz) durchgeführt werden können. Hierfür sind wir der Sulzmann-Stiftung zu großem Dank verpflichtet.

Herr Dr. W.-D. Tempel (Kreisarchäologe Ldkr. Rotenburg/Wümme) ermöglichte es uns in dankenswerter Weise, die Versuche auf dem Grabungsgelände von Groß Meckelsen in öffentlichkeitswirksamer Form durchzuführen. Ein ganz ausgezeichnetes Temperaturanzeigergerät mit integriertem Drucker wurde uns freundlicherweise von der Firma Ahlborn Meß- und Regelungstechnik (Holzkirchen) zur Verfügung gestellt. Ein Gasanalysegerät erhielten wir leihweise vom chemisch-physikalischen Institut der Universität Hamburg. Für die freundliche Beratung sei Herrn Prof. Dr. Sinn sowie Herrn Blie-meister an dieser Stelle gedankt. Die Erzanalysen wurden von Herrn Sachse (Hamburg Gas Consult) durchgeführt. Herr Höter (Degussa, Hamburg) hat uns in sehr zuvorkommender Weise bei der Auswahl der Temperaturmeßfühler beraten. Auch ihm gebührt unser aufrichtiger Dank.

Für die Anfertigung der Diagramme danken wir ganz herzlich unserem Kommilitonen Herrn M. Burger (Hamburg).

- 2) Wir folgten hierbei den Erfahrungen von W. Gebers/F.-A. Linke bei ihren Versuchen auf dem Grabungsgelände von Rullstorf (s. Gebers, W. u. Linke, F.-A. (1987): Experimentelle Archäologie - eine Aufgabe der Denkmalpflege? - Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen 1: 70-74; s.a. Beitrag Garbers in diesem Ausstellungskatalog S. 394).
- 3) Das Kürzel „VZ“ bedeutet Versuchszeit. Versuchszeit und reale Tageszeit sind nicht identisch.
- 4) In der Fachliteratur wurde bisher von Verhältnissen zwischen 1:2 und 1:3 ausgegangen. Bei dem für HI 89/S2 angegebenen Schlackegewicht handelt es sich um einen Schätzwert. Die Schlacke konnte noch nicht vollständig gewonnen werden.
- 5) Als „Beschickungsphase“ definieren wir den Zeitraum vom Beginn der ersten Erzeingabe bis zum Ende der letzten Erzeingabe.

### Anschriften der Verfasser:

Hermann Holsten  
Langenfelder Str. 121  
D-2000 Hamburg 50

Frank Nikulka  
Rieselweg 8  
D-3139 Hitzacker

## Experimentelle Eisenverhüttung oder der Versuch, den alten Schmelzern auf die Schliche zu kommen

Hermann-Volker Garbers

Der Titel mag bei vielen ernstern Wissenschaftlern ein Kopfschütteln verursachen, doch gibt er bei allen guten Absichten und Vorsätzen am besten wieder, wie die bisherige Praxis im wesentlichen aussah, die sich in näherer Zukunft wohl auch nicht entscheidend verändern wird. Für systematische Versuchsreihen unter Beteiligung der Naturwissenschaften fehlte und fehlt weitgehend das Geld, so daß der Großteil der Verhüttungsversuche meist mit bescheidenen Mitteln und erheblichem persönlichen Engagement durchgeführt wurde, wobei häufig die Ergebnisse noch nicht einmal veröffentlicht wurden. So verwundert es nicht, daß eine Versuchsordnung unabhängig voneinander mehrmals durchgeführt wird. Da bleibt es nicht aus, daß auch die gleichen Fehler wiederholt werden.<sup>1</sup>

Dies kann momentan nur durch konsequentes Publizieren aller Versuche mit einer möglichst reichhaltigen Beschreibung der sie bestimmenden Parameter vermieden werden. Es lassen sich auch bei bescheidenen äußeren Umständen relativ einfach Grunddaten ermitteln, die Versuche vergleichbar machen. Hierzu gehören die Maße und Konstruktion der Ofenanlagen, die explizite Darstellung der Fragestellung sowie der sie bedingenden Versuchsordnung und die Beschreibung und Auflistung der während des Versuches gemessenen Daten, wobei sich dies keinesfalls auf rein quantitative Daten beschränken sollte.<sup>2</sup> Sehr wichtig ist eine möglichst umfassende

Dokumentation, um so auch nach längerer Zeit die Versuche und ihre Ergebnisse rekonstruierbar zu halten (Protokolle, Photos, Zeichnungen).

### Die Ausgangslage

In den häufigsten Fällen sind auf Grabungen gemachte Funde und Befunde - gepaart mit dem Wunsch, Vergleichbares mit ähnlichen Techniken herzustellen - die Hauptauslöser für die Durchführung von Verhüttungsversuchen. Genauso verhielt es sich auch mit den seit 1986 auf dem Grabungsgelände auf dem Kronsberg bei Rullstorf durchgeführten Versuchen. Hinzu kam noch der glückliche Umstand, daß in der näheren Umgebung von den Bauern häufiger größere Brocken von Raseneisenerz aufgepflügt wurden, so daß der Rohstoff in genügender Menge vorhanden war. Einschränkung ist für die Rullstorfer Versuche zu sagen, daß bei den beiden ersten Versuchskampagnen (1986 und 1987) die Funde und Befunde zur Eisenverhüttung noch nicht aufgearbeitet waren, so daß als Vorlage bekannte Ofentypen aus der Literatur genommen wurden. Auch war die Zielsetzung zu Anfang noch sehr ungenau. Grundsätzlich hoffte man, einen aus der Literatur bekannten Schlackeklotz mit angereicherter Luppenzone zu erzielen und dabei Faktoren zu ermitteln, die zur Erlangung dieses Zieles wichtig sind.<sup>3</sup>

Dazu zählten in erster Linie das Beschikungsverhältnis und die Luftführung. Die anfängliche Unerfahrenheit - verbunden mit Zeit-, Geld- und Personalmangel - brachte es mit sich, daß die ersten vier Versuche kaum oder nur sehr mangelhaft dokumentiert wurden. Ab dem fünften Versuch wurde ausführlich Protokoll geführt. Nach Beendigung der Grabungskampagne 1987 hatte der Autor im Rahmen einer zweijährigen AB-Maßnahme die Möglichkeit, die seit 1979 ergrabenen Funde und Befunde auszuwerten und somit auch fundierte Grundlagen für weitere Versuche zu liefern. Die wichtigsten Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Sowohl die Ausmaße der noch erhaltenen Herde als auch die der aus vielen Bruchstücken zusammengesetzten Schachtpartien



Abb. 1: Aus mehreren Bruchstücken zusammengesetzter antiker Ofenschacht aus Rullstorf mit erhaltener Schachtsohle und einer Düsenöffnung, jedoch ohne Schachtrandabschluss.

(Abb. 1) lassen erkennen, daß wir es in Rullstorf mit eher kleinen, freistehenden Schachttöfen mit eingetieftem Herd zu tun haben: Schachthöhe ca. 60 cm; lichter Durchmesser unten ca. 26-30 cm; oben ca. 20-25 cm; Herddurchmesser ca. 30 cm; erhaltene Herdtiefe meist < 30 cm; größte erhaltene Wandungsstärke ca. 5 cm<sup>4</sup>.

2. Mehrere zusammengesetzte und z. T. verglaste Düsenziegel bezeugen, daß die alten Schmelzer ihre Öfen künstlich belüftet haben, wobei das größte Schachtfragment mit einer erhaltenen Düsenöffnung zeigt, daß mit höchstens zwei Düsen zu rechnen ist<sup>6</sup>, deren Durchmesser 2-3 cm beträgt (Abb. 2).

3. Unter den Schlackefunden fand sich kein eindeutiges Stück Abstichschlacke; es ist davon auszugehen, daß die Öfen ohne Abstich betrieben wurden.

4. Der Zustand insbesondere der unteren Schachtfragmente deutet darauf hin, daß es sich um reine Einwegöfen handelte.

5. Die Schächte wurden zumindest im oberen Bereich in Wulsttechnik errichtet und stark mit strohartigem organischem Material gemagert.

### Versuchsvorbereitungen

Da die parallel stattfindende Grabung nicht beeinträchtigt werden durfte, gestalteten sich die Versuche in der Regel als reine „Feierabendveranstaltungen“. Bis dato (Oktober 1989) wurden 17 Verhüttungsversuche durchgeführt, sechs 1986, vier 1987<sup>6</sup> und sieben 1989. Weitere Versuche sind noch in diesem Jahr noch geplant. Die Benennung der Öfen resultiert aus der kurz vor den ersten Versuchen geschehenen Katastrophe im Kernreaktor in Tschernobyl. Sie dokumentiert unsere starke Betroffenheit und ist durchaus als gewollter, wenn auch sehr schwacher Protest gegen einen derartig risikoreichen Umgang mit unserer Umwelt anzusehen. Die Versuchsöfen erhielten den Namen Tscherno und eine der Reihe nach fortlaufende Ziffer (z. B. „Tscherno 6“). Die Ofenschächte (Abb. 5.1) wurden in Wulst- oder Ziegeltechnik, 1989 aus Zeitgründen in der Regel mit einer Kelle um einen Reisigbesen hochgezogen. Bei dem Material handelte es sich um



Abb. 2: Schachtfragment zeigt eine erhaltene Düsenöffnung von 2-3 cm Durchmesser.

vor Ort anstehenden Lehm, der mit feinem Sand und Stroh gemagert wurde. Die Strohmagerung war auch bei den antiken Stücken deutlich zu beobachten. Unter den Schächten wurde mittels einer Kelle die Herdgrube ausgehoben, wobei durch die Öffnung, durch welche die Erde herausgezogen wurde, beim folgenden Trockenbefeuern die nötige Luft eindringen konnte. Der Schacht sollte jedoch eine gewisse Zeit an der Luft getrocknet werden, da sonst sehr starke Risse entstehen können. Der Reisigkern kann zum Trockenbefeuern einfach entzündet und der Ofen danach weiter mit Holz befeuert werden, und zwar solange, bis er beim Klopfen mit dem Fingerknöchel klingt - ein Zeichen dafür, daß kaum noch Feuchtigkeit vorhanden ist. Hiernach ist der Ofen verhüttungsbereit. Das dafür vorgesehene Erz wurde mit dem Hammer auf etwa Haselnußgröße zerkleinert, da größere Stücke bei der Verhüttung häufig nicht völlig aufgeschmolzen wurden, sondern außen eine Schlackehülle aufwiesen, während der Kern noch reines Erz enthielt. Zur Befuerung und als Reduktionsmittel diente handelsübliche Grillholzkohle. Als Düsen fungierten zwei Eisenrohre mit einem Durchmesser von ca. 5,5 cm, die allerdings bis auf zwei Ausnahmen immer unter der Schachtwandung in den Brennraum geführt wurden.<sup>7</sup> Belüftet wurde mittels umgesteckter Industriestaubsauger, deren Luftstärke bedingt über die Gasführung des sie betreibenden Stromaggregates geregelt werden konnte. Die Öfen wurden mit Holz angeheizt und anschließend mit Holzkohle bis zum Rand aufgefüllt. Ab diesem Moment begann die Beschickung mit Holzkohle und Erz (Abb. 5.2) in abwechselnden Lagen, und zwar je nach Fragestellung in unterschiedlichem Volumenverhältnis. Als Maß für die Beschickung dienten handelsübliche 800 ml Konservendosen; eine Füllung Holzkohle wog netto ca. 175 g, eine Füllung Erz ca. 1200 g. Bei den Versuchen im Jahre 1986 wurden aus Zeit- und Geldmangel nur kleine Ofenschächte gebaut, mit einer Höhe um 35 cm. Auch 1989 wurden noch drei Versuche in „Miniaturöfen“ durchgeführt. Die anderen Schächte wiesen dagegen eine Höhe zwischen 60 und 100 cm auf. Betrachtet man unsere Öfen im Rahmen bekannter Befunde und Theorien zur mitteleuropäischen Entwicklung in der Verhüttung-

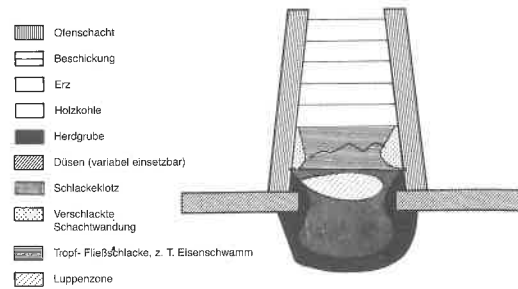


Abb. 3: Schematische Darstellung eines Ofens.

stechnik, handelt es sich um Mischformen. Grob unterscheidet man heutzutage konstruktionsmäßig bei den Schachtöfen zwei Arten: Schachtöfen mit eingetieftem Herd und Schachtöfen mit keiner oder nur sehr flacher Herdgrube.<sup>9</sup> Diese beiden Typen repräsentieren nach Auskunft vieler Autoren auch ein chronologisches Verhältnis, wobei der Erstgenannte als typisch für die vor- und frühgeschichtliche Verhüttungstechnik angesehen wird, der zweite Typ dagegen erst ab dem Frühmittelalter richtig eingesetzt wurde und bis in die frühe Neuzeit weiterexistierte. Beiden Ofenarten werden bestimmte technische Merkmale zugeordnet. So wird für die frühen Öfen neben einer künstlichen Belüftung auch noch ein Betrieb mit nur natürlichem Luftzug postuliert. Außerdem geht man davon aus, daß in der frühen Phase die Schlacke nicht abgestochen wurde, sondern dieses erst bei den ebenerdigen Öfen einsetzte. Unsere Versuche in Schachtöfen mit eingetieftem Herd und gleichzeitigem Abstich in eine dafür eingerichtete Abstichgrube verbinden Merkmale beider Verhüttungstechniken. Die Belüftung mit nur natürlichem Zug wurde am Rande auch untersucht und stellte sich als sehr ineffektiv bzw. unmöglich heraus.<sup>10</sup> Die Versuchsreihen der verschiedenen Jahre bauten zwar grundsätzlich aufeinander auf, doch wurden immer wieder z. T. völlig neue Aspekte miteingearbeitet. 1986 ging es zunächst darum, Erfahrungen beim praktischen Nachvollzug antiker Eisenverhüttung zu gewinnen. Die Zielsetzung war noch sehr allgemein. Es sollte ein den antiken Vorlagen ent-

sprechender Schlackeklotz in der Herdgrube entstehen mit einer Zone möglichst reinen Eisenschwammes; die überschüssige Schlacke sollte aus dem Herd abgestochen werden. Nach den ersten beiden mißlungenen Versuchen - es gelang weder einen Schlackeklotz zu bilden noch eine Luppe zu produzieren noch einen Abstich zustande zu bringen - ging es dann nur darum, die Befuerungstechnik so einzurichten, daß das Erz richtig schmolz und seine „Ofenreise“ antreten konnte. Mit dem dritten Versuch gelang es zumindest, den Schlackeklotz zu erzeugen und mehrere Abstiche erfolgreich durchzuführen. Tscherno 6 wies nach dem Durchtrennen schließlich auch eine dickere Luppe auf (Abb. 4). Die Versuche aus dem Jahre 1987 beinhalteten mehrere Detailspekte. Zum einen soll-



Abb. 4: In der Längsachse durchgetrennter Experimentalofen Tscherno 6 mit großem Schlackeklotz und „Luppenzone.“

ten die Öfen größer gebaut werden (ca. 80-100 cm Schachthöhe). Es sollte ein Versuch ohne Abstich erfolgen. Außerdem sollte erprobt werden, ob kleingehacktes Holz (statt Holzkohle) als Brennmaterial und Reduktionsmittel ausreicht. Schließlich wollten wir unterschiedliche Belüftungsverfahren untersuchen, wie z. B. Verhüttung mit natürlichem Zug und eine Anordnung der Luftöffnungen in der Schachtwandung. Da nur drei Öfen zur Verhüttung parat waren, wurden an einem Objekt mehrere Fragestellungen untersucht (z.B. Befuerung nur mit Holz bei natürlicher Belüftung). Eine solche unsystematische Vorgehensweise brachte erhebliche Probleme bei der Auswertung der Versuche mit. Daher sollte bei den Versuchen des Jahres 1989 gegenüber den früheren möglichst nur ein Parameter entscheidend verändert werden, um so die Unterschiede im Verhüttungsergebnis besser nachvollziehen zu können. Als wesentliche von uns meßbare Parameter standen das Beschickungsverhältnis von Holzkohle zu Erz, die Ofenmaße, die Luftmenge (nur halbquantitativ nach dem Maß „mehr oder weniger“) und das rein qualitative Maß „mit Abstich“ oder „ohne Abstich“ zur Verfügung. Als Vorlage diente der bis dahin erfolgreichste Versuch mit Tscherno 6. Bisher wurden das Beschickungsverhältnis, die Ofenmaße und die Luftmenge verändert. Keiner der Versuche erbrachte bisher ein annähernd so gutes Ergebnis wie Tscherno 6. Es zeigte sich, daß viele der Parameter sehr ungenau waren (z. B. die Luftmenge, die nur über die grobe Gaseinstellung des die Staubsauger betreibenden Stromaggregates zu bestimmen war). Auch zeigten sich Abhängigkeiten, deren Folgen schwer zu beurteilen sind (ein größeres Ofenvolumen mit damit verbundener höherer Beschickungsmenge erfordert eine höhere Luftmenge). Schließlich ergaben sich noch neue Aspekte, deren Auswirkungen allenfalls sehr vage bestimmt werden konnten. So erbrachten die sehr kleinen Öfen (Schachthöhe ca. 20 cm) nur stark zerschmolzene Schlackenklötze ohne erkennbare Eisenausscheidungen. Bei diesen Öfen wurde beobachtet, daß die Verbrennung der Holzkohle und das Schmelzen des Erzes schon an der Gicht passierte, so daß sich keine günstige Ofenatmosphäre bilden konnte. Die bisherigen Versuche erbrachten zwar viele Hinweise, doch lassen sich daraus





1



2



3



4

Abb. 5.1: Ofenschacht vor der Befuerung.

Abb. 5.3: Abstechen und Herausfließen der Schlacke.

Abb. 5.2: Beschickung des Ofens mit Eisenerz.

Abb. 5.4: Schnitt durch den Ofen, Schlackenbildung im unteren Bereich.

bisher nur Negativaussagen gewinnen. Um dies positiv zu verändern, ist als nächster Versuch geplant, eine nach den Vorgaben des Verhüttungsprotokolles für Tscherno 6 genaue Kopie des Versuches durchzuführen. Ergibt sich daraus kein annähernd gleiches Ergebnis, muß nach bisher nicht beachteten Parametern geforscht werden. Im anderen Fall müßten systematisch Parameter für Parameter verändert und die Auswirkungen untersucht werden. Im folgenden sollen daher die aufgenommenen Daten von Tscherno 6 aufgelistet werden. Verhüttungsprotokoll vom 26.11.1986

Name: Tscherno 6  
Schachthöhe: 36 cm  
lichter oberer Durchmesser: 20 cm

gesamter oberer Durchmesser: 28 cm  
lichter unterer Durchmesser: 25 cm  
Herdtiefe: 25 cm  
Herdform: im Profil konisch mit flach gerundeter Sohle  
Belüftung: zwei gegenständige, leicht versetzte Düsen unter der Schachtwandung, leicht in den Herd geneigt.  
Problemstellung: Erzielung einer raumfüllenden Belüftung, Beschickungsverhältnis ca. 2:1 Hk/Erz (Vol.). Versuch mit Abstich.  
Bemerkungen: Lehmschacht mit feinem Sand und Stroh gemagert; Versuchsaufbau von 11:50-12:40 Uhr; Anheizen um 13:10 Uhr mit Holz; um 14:00 Uhr mit Holzkohle bis zum Rand aufgefüllt (ca. 10 kg); Beginn der Beschickung.

Zeit	Holzkohle	Erz	Abstiche	Bemerkungen
14.00				Ofen randvoll mit Holzkohle
14.10	2			
14.13	1			
14.14	2			
14.15	1			
14.17	2			
14.20	1			
14.22	2			
14.25	1			Ofen zeigt leichte Risse an Oberkante
14.28	2			
14.30	1			
14.32	2			
14.35	1			
14.38	2			
14.39	1			
14.42	1			
14.43	1			
14.44	1			
14.46	2			Risse werden größer
14.48	1			
14.50	2			
14.52	1			
14.55	2			
14.57	1			
14.58	2			
15.00				Luft leicht reduziert
15.01	1			an windzugewandter Seite brechen verbrannte Mantelstücke aus oberer Umrandung, bis 4 cm tief

Zeit	HolzkohleErz	Abstiche	Bemerkungen
15.04	2		Luftzufuhr etwas erhöht
15.06	1		
15.08	2		Risse am Rand bis zu 1 cm tief
15.09	1		
15.11	2		
15.14		1. Abst.	Luft aus, keine Schlacke
15.15	2	1	Luft an und auf $\frac{1}{3}$ gestellt <sup>11</sup>
15.17	1		
15.18	2		
15.20	1		
15.21	2		
15.22	1		
15.23	2		
15.25	1		
15.26	2		
15.27	1		Rand an luftzugewandter Seite verglüht, bricht bei geringer Berührung ab
15.29	2	1	
15.32	2	1	
15.34	2		
15.35	1		
15.37	2		
15.38	1		
15.39	2		
15.40	1		
15.41	2		
15.43	1		
15.44	2		
15.46	1		
15.47	2		
15.48	1		Luft auf $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ gestellt
15.50	2		
15.52	1		
15.53	2		
15.54		2. Abst.	Abstichschlacke läuft bis 1 m in die Abstichgrube
15.55			Abstich wieder mit Sand verschlossen
15.56	2	1	
15.58	1		Luft auf $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ zurück
15.59	2		
16.02	1		
16.05	2		Luft auf $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ stärker gestellt
16.07	1		
16.08	2		
16.11	1		
16.13	2		
16.15		3. Abst.	Menge d. Silikatschlacke etwas weniger
16.18	1		Abstich wieder mit Sand verschlossen
16.19	2		
16.21	1		
16.23	2		
16.25	1		

Zeit	HolzkohleErz	Abstiche	Bemerkungen
16.28	2		
16.30	1		
16.33	2		
16.37	1		
16.38		4. Abst.	Schlackenmenge wie beim 2. Abstich
16.40			Ende Abstich
16.41	2		
16.44	1		
16.46	2		
16.48	1		
16.51	1		
16.53	2		
16.57	1		
16.59		5. Abst.	
17.00			Ende Abstich
17.01	2		
17.03	1		
17.05	1	2	
17.07	1		
17.08	2		
17.12	1		
17.14		6. Abst.	
17.17	2		
17.19	1		
17.22	1		
17.23	1		
17.26	1	1	
17.29	1		
17.30	1		
17.32	1		
17.33		7. Abst.	mäßiger, etwas zähflüssiger Abfluß
17.37	1	1	
17.39	1	1	
17.43	1	1	
17.46	1	1	
17.47		8. Abst.	mäßig
17.51	2		
17.52	1		
17.54			Luft auf $\frac{3}{4}$ gestellt
17.55	1	1	
17.58	1		
18.00	1	1	
18.03		9. Abst.	mäßig
18.07	1	1	
18.10	1	1	
18.17	1	1	
18.19	2	2	absichtlich tiefer brennen lassen
18.20			Feuer verlöscht
		10. Abst.	wenig
18.25			Luft volle Kraft, Feuer bleibt aus
18.27			Ende

Gesamtverhüttungsdauer: 3 Stunden 27 Minuten  
 Eingesetzte Holzkohle: 109 Dosen à 175 g = 19,07 kg (ohne Vorheizkohle)  
 Eingesetztes Erz: 62 Dosen à 1200 g = 74,4 kg  
 Beschickungsverhältnis Holzkohle : Erz: Volumen 1: 0,57; Gewicht 1: 3,9  
 Abstiche: 10, davon 9 erfolgreich (Abb. 5.3).

Dies sind die gemessenen Daten zum bisher erfolgreichsten Versuch. Hier hatte sich in Höhe der Düsen als oberste Schicht des Schlackeklotzes eine ca. 2 cm mächtige Schicht fast reinen Eisens abgesetzt (Abb. 6). Da dieses Ergebnis als Anschauungsobjekt erhalten werden sollte, wurde das Eisen bisher weder herausgetrennt noch ausgeschmiedet. Es ist mit Werkzeugstahl ritzbar und dürfte somit auch weich genug zum Schmieden sein. Die Ausbeute kann nur

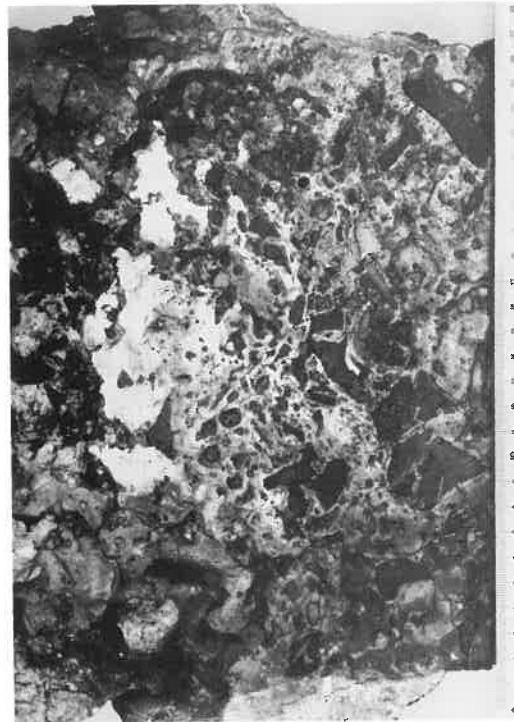


Abb. 6: Detailfoto der Luppenzone von Tscherno 6. Weiß = reines Eisen, grau = Schlacke, schwarz = Holzkohleeinschlüsse.

geschätzt werden; sie dürfte zwischen 2 und 3 kg liegen. Laut einer chemischen Analyse des Institutes für Anorganische und Analytische Chemie in Clausthal-Zellerfeld<sup>12</sup> enthält das eingesetzte Erz im Durchschnitt 52,81 % FeO, dies entspricht einem Reineisengehalt von ca. 41,05 %. Theoretisch hätten also aus den 74,4 kg Eisenerz 30,54 kg Eisen gewonnen werden können, d. h. bei dem erfolgreichsten durchgeführten Verhüttungsversuche sind uns über 90 % des theoretisch gewinnbaren Eisens in Form von Schlacke verlorengegangen. Ob noch höhere Erträge zu erzielen sind, müssen weitere Versuche zeigen. Ob dieses Ergebnis den antiken Werten annähernd gleicht, kann hier noch nicht entschieden werden. Bei Verhüttungsversuchen der Universität Erlangen-Nürnberg (ZWIKER et al., 1983, S. 8186) wurde eine Ausbringungsmenge an Eisen aus dem Erz zwischen 17 und 28 % erzielt, jedoch wurden hier auch die kleinsten Eisenpartikel mitausgelesen.

#### Zusammenfassung

Die bisherigen Verhüttungsversuche in Rullstorf basierten auf an gleicher Stelle entdeckten Verhüttungsfunden, doch glichen die antiken Funde nur entfernt den experimentellen Objekten. Einerseits setzten die äußeren Umstände enge Grenzen (Zeit-, Geld- und Personalmangel), zum anderen ging es für die Beteiligten zunächst darum, Erfahrungen auf diesem Gebiet zu sammeln. Die Vorgehensweise war dementsprechend eingeeignet und rein empirisch, sie dürfte jedoch so dem alten Verfahren sehr viel näher kommen als aufwendige Laborversuche. Die Ergebnisse weisen ein weites Spektrum in Bezug auf das Ziel, Eisen zu gewinnen, auf von mißlungen bis sehr erfolgreich: Es kann hier keine eindeutige Rezeptur angegeben werden, wie in Rennöfen Eisen zu gewinnen ist. Doch ergaben sich Hinweise, worauf zu achten ist bzw. welche Vorgehensweise förderlich oder eher hinderlich ist. Einer der wichtigsten Punkte ist die Luftführung. Sie sollte möglichst raumfüllend sein, damit das Erz gleichmäßig abschmelzen kann. Zuviel Luft und, damit verbunden, eine sehr hohe Temperatur führt zu einem sehr schnellen Abschmelzen des Erzes, und das darin gebundene Eisen

wird durch die Schlacke nach unten gezogen, ohne daß eine Anreicherung erfolgt. Zu wenig Luft verhindert ein vollständiges Verbrennen der Holzkohle, die dann in größerer Menge von Schlacke umflossen im Ofen verbleibt und einer stärkeren Anreicherung von Eisen ebenfalls hinderlich ist. In Abhängigkeit hierzu steht das Beschickungsverhältnis von Holzkohle zu Erz. Es sollte nach Volumenprozenten mindestens 2: 1, nach Gewicht gemessen ca. 1: 4 betragen. Das Eisen setzt sich immer im durch die Düsen dringenden Luftstrom ab oder in seiner unmittelbaren Nähe. Damit deutet sich an, daß die Hauptverbrennung in diesem Bereich liegen sollte, was bei sehr kleinen Schächten nicht der Fall ist, da die Beschickung bereits im Gichtniveau verbrennt. Dies führt zusätzlich zu einer starken Verschlackung des Schachtes im oberen Bereich, bis zum vollständigen Zusetzen des Schachtes. Die besten Ergebnisse kamen aus Öfen, in denen erreicht werden konnte, daß sich ein massiver Schlackeklotz im Herd bildet, in dem kaum noch unverbrannte Holzkohle eingeschlossen war und der bis auf Düsenniveau angewachsen im obersten Bereich eine Lage konzentrierten Eisens entstehen läßt. Der Schlackeklotz stellt somit nicht reines Abfallprodukt dar, sondern ein anzustrebendes Verhüttungsprodukt, ohne das größere Eisenmengen nicht gewonnen werden können.

Diese sicher sehr vagen und eher qualitativen Aussagen sollten durch weitere Versuche überprüft und konkretisiert werden. Grundsätzlich müssen wir uns darüber bewußt sein, daß es kein eindeutiges Ergebnis geben kann, da auch die „alten“ Hüttenmänner unterschiedliche Techniken angewandt haben. Ziel kann es nur sein, einen Bereich von Merkmalen zu ermitteln, innerhalb dessen mehr oder weniger größere Mengen an Eisen gewonnen werden können, wobei versucht werden sollte, die quantitativen Anteile der Einzelelemente näher zu bestimmen. So kann man auf Dauer gesehen hoffen, konkretere Aussagen darüber machen zu können, wieviel Eisen mit welcher Technik in welchem Ofentyp in welcher Zeit mit wieviel Arbeitskräften und Arbeitseinsatz mit wieviel Rohstoff (Erz und Holzkohle) hergestellt wurde. Auf dieser Grundlage können quantitative Aussagen gemacht werden. Doch geben diese Werte allenfalls Grenzwerte wieder, die

mit der antiken Realität nicht übereinstimmen müssen. Sie ermöglichen lediglich eine Orientierung in diesem Bereich. Auch können sie dazu dienen, alte, immer wieder übernommene Theorien zu überprüfen und u. U. zu korrigieren. Als Beispiel sei hier das Beschickungsverhältnis von Holzkohle zu Erz angeführt. Bei den bisher veröffentlichten Versuchen wurde gewichtsmäßig die Beschickung immer im Verhältnis von mindestens 1: 1 angegeben, häufig jedoch deutlich mit mehr Holzkohle als Erz eingegeben. Dies kann nur mit der Annahme erklärt werden, daß mindestens genausoviel Holzkohle nötig sei wie Erz, um ein befriedigendes Ergebnis zu erzielen. Der Versuch mit Tscherno 6 zeigt, daß gute Ergebnisse durchaus mit weniger Holzkohle als Erz zu erreichen sind.<sup>13</sup> Diese Erkenntnis hat natürlich Auswirkungen auf die Schätzungen für den Verbrauch an Holzkohle in der Antike bis hin zu den Veränderungen im Baumbestand in der näheren Umgebung von Verhüttungsplätzen.

Der grundlegende Erkenntnisgewinn aber, und dies kann nicht hoch genug eingeschätzt werden, liegt in dem Nachvollzug auf rein pragmatischer Ebene, da so viele theoretische Vorüberlegungen auf ihre Praktikabilität hin untersucht werden können. Zu denken sei hier z. B. an die These, daß in Rennöfen mit nur natürlicher Belüftung verhüttet wurde. Diese Meinung wird bis heute seit über 30 Jahren in den Beschreibungen zur antiken Verhüttung aufgeführt. Bei den von uns durchgeführten Verhüttungsversuchen nur mit natürlichem Zug zeigte sich bei der Beschickung mit Holzkohle, daß die Verbrennung sehr ungleichmäßig und vor allem sehr langsam verlief. Hinzu kam, daß die Luftöffnungen sehr leicht verstopften. Dieser Versuch wurde wegen seiner Ineffektivität - in vier Stunden wurden nur gut 43 kg Erz eingesetzt - auf künstliche Belüftung umgestellt, und es konnten in den nächsten 2,5 Stunden mit diesem Verfahren noch gut 140 kg Erz verhüttet werden. Der zweite Versuch mit natürlicher Belüftung verlief zwar etwas schneller, doch beruhte dies auf dem Einsatz von Holzscheiten statt Holzkohle; sie wiesen eine wesentlich luftigere und für Verbrennung günstigere Packung auf. Das Ergebnis bestand aus stark zergliederten Fließschlacken ohne erkennbare Eisenabsonderungen. Selbst wenn man davon ausgeht, daß beide

Verfahren gleich viel Eisen erbringen würden - was bezweifelt werden muß -, zeigt sich, wie zeitaufwendig die Verhüttung mit natürlicher Belüftung ist. Berücksichtigt man noch, daß der Einsatz künstlicher Belüftung aus der Schmiedetechnik bekannt und erprobt war, ist schwer zu verstehen, warum dies keinen Eingang in die Verhüttungstechnik gefunden haben soll.

Zuletzt sei noch angeführt, daß durch Verhüttungsversuche ein intensiver Kontakt mit allen Elementen, die die Verhüttung betreffen, hergestellt wird; das erleichtert den Umgang mit antiken Verhüttungsfunden und ermöglicht eine genauere Beurteilung. Diese Beispiele verdeutlichen, daß trotz aller Mängel bei den bisherigen Versuchen und trotz der beschränkten Möglichkeiten, unter denen sie in der Regel stattfinden müssen, Verhüttungsversuche immer einen Erkenntnisgewinn für die Beteiligten bedeuten. Wichtig ist dabei eine möglichst sorgfältige und umfassende Dokumentation dieser Versuche.

#### Anmerkungen:

- 1) F. Nikulka unternahm in seiner Masterarbeit den Versuch, die bisherigen Versuchsschmelzen systematisch auszuwerten und miteinander zu vergleichen (F. NIKULKA, 1989).
- 2) So stellen Erläuterungen rein qualitativer Art, wie z. B., daß die Verbrennung im Ofen an einer bestimmten Stelle besser verlief als an den anderen Stellen, eine wichtige Grundlage bei der Beurteilung des Verhüttungsergebnisses dar.
- 3) Die Versuche aus dem Jahre 1986 sind bei Gebbers/Linke (1987) schon kurz besprochen, jedoch ohne genauer auf die gemessenen Einsatzmengen einzugehen.
- 4) Es fand sich unter den Schachtwandungsfragmenten kein einziges Stück, das außen nicht Abplatzungen aufwies, also in voller Stärke erhalten war.
- 5) Dieser Schachtteil umfaßt den halben Durchmesser des Originalen und hat eine Düsenöffnung. Es ist davon auszugehen, daß die Düsen annähernd gegenständig angeordnet waren, da dies eine gleichmäßige Luftführung im Brennraum gewährleistet; also kann dieser Ofen höchstens noch eine weitere Düsenöffnung besessen haben.
- 6) Zwar wurden vier Ofenschächte gebaut, doch nur drei kamen zum Einsatz; der vierte Schacht wurde aus statistischen Gründen mitgezählt.
- 7) Tscherno 9 wurde rein natürlich belüftet, bei Tscherno 7 wurde in der Anfangsphase auf künstliche Belüftung verzichtet.
- 8) Diese Maßzahlen beschreiben bis zum Rand gefüllte Dosen; größere und eckige Holzkohlestücke waren schwieriger zu bemessen. Außerdem fielen bei der Beschickung häufiger Stücke

daneben, so daß die reale Beschickungsmenge immer unter der errechneten gelegen hat; sie dürfte jedoch um nicht wesentlich mehr als 5 % differieren.

- 9) Auf die Grubenöfen möchte ich hier nicht weiter eingehen, zumal deren Existenz für unser Gebiet nicht ganz unumstritten ist und sie grundsätzlich kaum eine Rolle gespielt haben dürften.
- 10) Siehe Anmerkung 7. Das Erz schmolz dabei zwar auf, doch konnte ein Absetzen einer konzentrierten Eisenzone nicht festgestellt werden. Außerdem liefen diese Öfen um ein vielfaches langsamer als diejenigen mit künstlicher Belüftung.
- 11) Die Luftmenge wurde wie gesagt über den Gashebel am Stromaggregat reguliert. Die im folgenden angegebenen Mußzahlen (1/3, 1/4 etc.) geben an, welche Stellung der Gashebel in dem Bereich von geschlossen bis voll geöffnet einnahm.
- 12) Das Zustandekommen dieser Analyse verdanken wir Herrn Prof. W. Brockner und Frau Dipl.-Chem. G. Heimbruch.
- 13) Selbst wenn man für die Vorheizholzkohle gut geschätzt 10 kg veranschlagt und diese dazu rechnet, liegt die Holzkohlenmenge deutlich unter der des Erzes.

#### Literatur:

- GEBERS, W. und LINKE, F. A., (1987): Experimentelle Archäologie - eine Aufgabe der Denkmalpflege? - Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen 3: 1987, S. 70-74.
- NIKULKA, F. (1989): Frühe Eisenverhüttung und ihr experimenteller Nachvollzug: Eine Analyse bisheriger Versuche. Wissenschaftliche Hausarbeit zur Erlangung des akademischen Grades eines Magister Artium der Universität Hamburg. Hamburg.
- ZWICKER, U., HAASE, W. und SPITZHIRN, J. (1987): Metallkundliche Untersuchungen zur vor- und frühgeschichtlichen Eisenherstellung im süddeutschen Raum. - 12. Werkstoffkolloquium, Universität Erlangen-Nürnberg, Vorträge am 14.3.1983, Teil 2: 8.1 - 8.271.

Anschrift des Verfassers:

Hermann-Volker Garbers  
Schulstr. 2  
D-2121 Vögelsen

## Rekonstruktionsversuch einer frühmittelalterlichen Esse

Ernst Giese

### 1. Problemstellung

Durch zahlreiche Funde von Essensteinen und dem dazugehörigen Schlackenkuchen ist die Form und Funktion der frühmittelalterlichen Essen Nordeuropas hinreichend geklärt.

Praktische Schmiedeversuche mit solchen Essen lassen sich aber erst mit einem Blasebalg durchführen. Insbesondere für Versuche zur Weiterverarbeitung von Rohluppen oder zum Gärben von Stählen wäre die Benutzung von Original-Essen wünschenswert, um Auswertungen nach ökonomischen Gesichtspunkten zu ermöglichen.

Leider kann bei der Rekonstruktion von Blasebälgen nur auf sehr wenige Quellen zurückgegriffen werden. Funde von fragmentarisch erhaltenen Bälgen sind nicht bekannt. Hinweise sind nur von sechs bildlichen Darstellungen bekannt, die meist im Zusammenhang mit Szenen der nordischen Sagenwelt stehen (Abb. 1,2).

Fundstelle	Zahl der Blasebälge
Ramsundsberg	2
Gök	2
Halton	2
Hyllestad	2
Vegusdal	1
Hael	2

(nach Müller-Wille 1977)

Der Rekonstruktionsversuch stützte sich auf bislang unpublizierte Ergebnisse von dänischen Kollegen, die schon Blasebälge ge-

baut und im Zusammenhang mit Essensteinen auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüft haben. Insbesondere sind hier zu nennen: Bjarne Lønborg, Odense, Johnny Jensen, Bogense, Bent Dahlin-Johnson, Skodstrup, und Bo Albrechtson, Viby.

### 2. Herstellung der Blasebälge

Zunächst war die Frage zu klären, ob ein Doppel- oder Einzelblasebalg gebaut werden sollte. Einzelblasebälge sind nach L. Beck schon von römischen Schmieden benutzt worden (BECK 1894-1903). Von den sechs frühmittelalterlichen Darstellungen zeigt jedoch nur eine einen Einzelblasebalg. Bei der Herstellung von Doppelbälgen gibt es wiederum zwei Möglichkeiten: Die nachträgliche Kopplung zweier Einzelbälge oder die Kopplung der Bälge in der Grundkonstruktion. Die Entscheidung fiel für letzteres, da dieses Prinzip bereits von den dänischen Vorbildern bekannt war.

Um Vergleichswerte zu erhalten, wäre es wünschenswert, in einer zweiten Versuchsreihe die Funktionstüchtigkeit zweier nachträglich gekoppelter Einzelblasebälge zu klären.

Eine weitere Fragestellung ergab sich aus der Größe und dem Öffnungswinkel der zu konstruierenden Bälge. Nach der Darstellung von Hyllestad (Norwegen) wurde ein großer Öffnungswinkel angestrebt. Dieser erleichtert auch die Erzeugung des für den Betrieb der Esse wichtigen stetigen Gebläsewindes. Die Größe der Bälge wurde aufgrund der Erfahrungen mit den o.g. dänischen Versuchen gewählt.

Als Material für den Korpus des Balges wurde Eiche aufgrund ihrer Festigkeit und Härte verwendet. Der Balg sollte flexibel eingesetzt und Transportschäden so gering wie möglich gehalten werden.

Fehlende Funde von Blasebalgfragmenten könnten allerdings eventuell auf die Verwendung eines minderwertigen Holzes bei den Originalen hinweisen.

Die eichenen Teile des Korpus wurden von einem Tischler angefertigt, die technischen Einzelheiten sollte er nach eigenem Dafürhalten entscheiden. Moderne Konstruktionslösungen wurden dadurch zwar in Kauf genommen, sind aber für die Funktion der

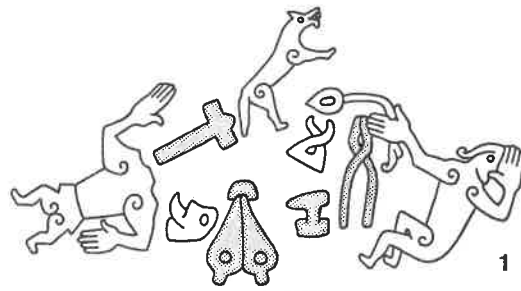
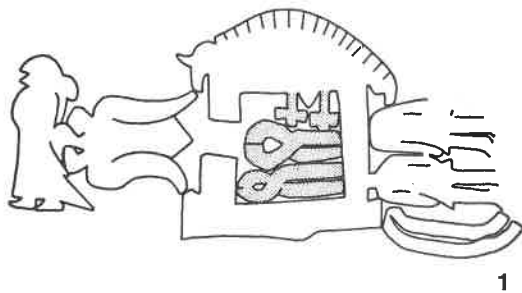


Abb. 1: Schmiedeszenen aus der Wielandsage (Schmiedegeräte hervorgehoben): 1 Bildstein von Ardre, Gotland (Ausschnitt). 9. Jahrhundert. 2 Walbeinkästchen von Auzon, Haute Loire, sog. Franks Casket (Ausschnitt). Um 700. Unmaßstäblich. Nach Müller-Wille 1977, 132.

Abb. 2: Schmiedeszenen aus der Sigurdsage (Schmiedegeräte hervorgehoben): 1 Felsritzung von Ramsundsberg, Södermanland (Ausschnitt). 11. Jahrhundert. 2 Hölzerner Türpfosten von Hyllestad, Aus-Agder (Ausschnitt). 12. Jahrhundert. Unmaßstäblich. Nach Müller-Wille 1977, 133.

Bälge unerheblich. Um den Blasebalg wetterfest und damit für den Gebrauch im Freien geeigneter zu machen, wurde die Oberfläche gewachst.

Als nächstes galt es, die Ventilkonstruktion zu klären. Die Darstellung von Hyllestad liefert hier keine Anhaltspunkte. Auf dem Stein von Ramsundsberg (Södermanland) ist jedoch die Draufsicht eines Blasebalges abgebildet. Hier sind deutlich die beiden Ventilöffnungen auf der Oberseite der Balgklappen zu erkennen. Müller-Wille erwähnt in seinem Artikel, daß es sich um die stilisierte, einem

Tierkopf nachempfundene, Darstellung eines Blasebalges handeln könnte. (MÜLLER-WILLE 1977) Dieser Versuch sollte jedoch unter anderem zeigen, daß die Abbildung von Ramsundsberg der Realität möglicherweise sehr nahe kommt.

Um auch beim schnellen Öffnen und Schließen der Klappen einen ausreichenden Luft-eintritt in den Blasebalg zu gewährleisten, muß das Einlaßventil relativ groß sein oder aus mehreren kleinen Löchern mit eigenen Ventilmechanismen bestehen. Die Größe der Öffnung schließt in diesem Fall jedoch eine

einfache Lederklappe als Verschlußelement aus. Am Boden des Balges wäre eine solche Lösung ohne weiteres denkbar, nicht aber im Deckel, da das Leder so starr sein muß, daß es nicht weit genug öffnet; bei biegsamem Leder aber würde es durch sein Eigengewicht nicht ausreichend schließen.

Um trotz des großen Deckelventils eine ausreichende Funktionsfähigkeit zu erreichen, wurde ein hölzerner Schließmechanismus gewählt, der die ungefähre Form eines Löffels hat (Abb. 3 u. 4). Der „Löffelstil“ ist das Ausgleichsgewicht zur eigentlichen Ventilklappe. Er besteht aus leichtem Fichtenholz, das in Öl gekocht wurde, um ein späteres Arbeiten des Holzes und so ein Verziehen der Dichtfläche zu verhindern.

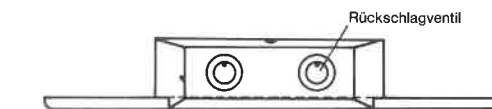
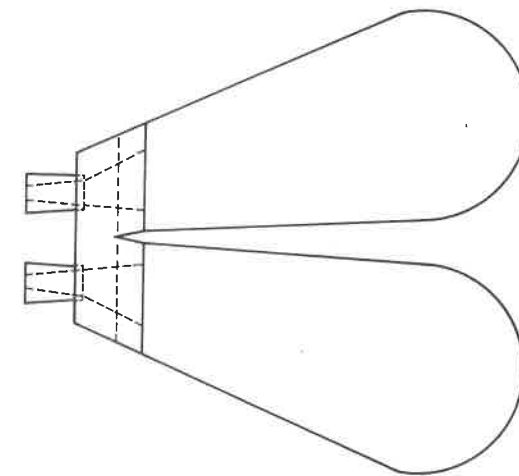
Alle Lederteile am Balg sind pflanzengegerbt und stammen bis auf die „Scharniere“ zwischen Korpus und Balgklappe von der Ziege. Das Scharnier besteht aus festerem und dickerem Rindsleder. Zur zusätzlichen Abdichtung der Einlaßventile wurde ein Ring aus dem o.g. Material (Innendurchmesser 5 cm, Außendurchmesser 7,5 cm) geschnitten, der mit der rauhen Seite zum Absperrlement zeigend auf die Innenseiten der Balgklappen geklebt wurde. Die Rückschlagventile an den Ventilstützen bestehen aus runden Lederstücken, die mit einem Nagel befestigt wurden.

Die Bespannung des Balges wurde an den Korpus angenäht. Dies ist ein sehr aufwendiges Verfahren, aber es ermöglicht eine Veränderung der Ventilklappen auch nachträglich, ohne das Material zu zerstören.

Zur Zusammenführung der beiden Gebläseluftströme wurde ein Y-Stück aus Kiefernholz hergestellt. Die Wahl des Holzes war hier abhängig vom natürlichen Vorkommen einer entsprechenden Astgabel, so daß sich die Schnitzarbeit auf ein Minimum reduzierte. Balg und Y-Stück sind durch zwei Lederschläuche verbunden.

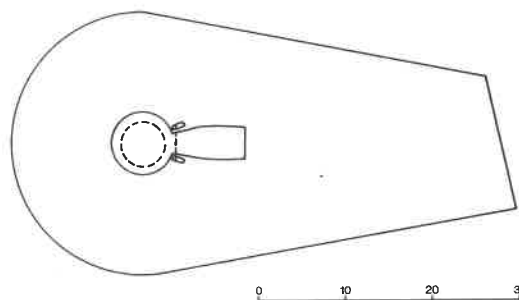
### 3. Ergebnis

Anläßlich einer Vorführung im Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen wurde der Blasebalg in Betrieb genommen (Abb. 5). Das Y-Stück wurde mit Lehm als zusätzlicher Dichtung in den Essenstein eingesetzt und wie oben beschrieben mit dem Balg verbun-



0 10 20 30 cm

Abb. 3: Balgkorpus.



0 10 20 30 cm

Abb. 4: Blasebalgklappe mit Ventil.



Abb. 5: Blasebalg in Betrieb im Freilichtmuseum in Oerlinghausen.

den. Während des ca. fünfstündigen Betriebs konnten ohne Schwierigkeiten mehrere kleine Schmiedestücke (Feuerschläger) hergestellt werden. Die Einlaßventilkonstruktion erwies sich als sehr zufriedenstellend.

Damit ist zumindest in Erwägung zu ziehen, daß der Balg aus der Darstellung vom Ramsundsberg nur in sehr geringem Maße vereinfacht abgebildet ist. Gegen Ende der Betriebszeit ließ die Leistung des Doppelbalges jedoch etwas nach. Zunächst konnten allerdings keine sichtbaren Schäden festgestellt werden. Erst bei der Demontage stellte sich heraus, daß die Rückschlagventile sich wegen der Hitze beim Betrieb aufgerollt und verhärtet hatten.

Hierfür können zwei Umstände verantwortlich gewesen sein:

a) die Ventile verbrennen aufgrund einer falschen Materialwahl

b) unsachgemäße Handhabung, indem die Balgklappen nicht wechselweise, sondern gleichzeitig geöffnet und geschlossen wurden.

Wie ersichtlich ist, bleibt der durchgeführte Versuch in weiten Teilen spekulativ und kann keine endgültigen Ergebnisse liefern. Besonders die Wahl der Korpusabmessungen, die Kopplung der Bälge und die Zusammenführung der beiden Luftströme können erst eine Bestätigung erfahren, wenn eindeutige Funde vorliegen.

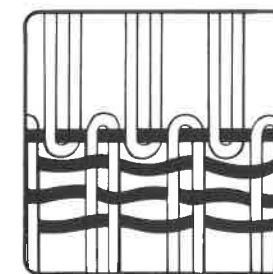
Solange dies jedoch nicht geschehen ist, müssen praktische Versuche zur Feuerführung frühmittelalterlicher nordeuropäischer Essen, die es den Handwerkern erlauben, Erfahrungen in der Schmiedetechnik dieser Zeit zu sammeln, mit solchen abgeleiteten Werkzeugen durchgeführt werden.

#### Literatur:

- BECK, L. (1894-1903): Die Geschichte des Eisens. Braunschweig.
- BRATE, E. (1936): und Elias Wessen, Södermanlands Runinskrifter (Sveriges Runinskrifter 3), Stockholm 1924.
- FELDDHAUS, F. D. (1965): Die Technik der Vorzeit, der geschichtlichen Zeit und der Naturvölker. 2. Aufl. München.
- MÜLLER-WILLE, M. (1977): Der frühmittelalterliche Schmied im Spiegel skandinavischer Grabfunde. - Frühmittelalterliche Studien 11. Berlin-New York.
- MÜLLER-WILLE, M. (1983): Der Spiegel im Spiegel archäologischer Quellen. - Das Handwerk in vor- und frühgeschichtlicher Zeit 2. Göttingen.
- OLHAVER, H. (1939): Der Germanische Schmied und sein Werkzeug. - Hamburger Schriften zur Vorgeschichte und germanischen Frühgeschichte 2. Leipzig.
- RESI, H. G. (1979): Die Specksteinfunde aus Haithabu. - Ausgrabungen in Haithabu 14. Neumünster.
- THEOBALD, W. (1933): Technik des Kunsthandwerks im zehnten Jahrhundert des Theophilus Presbyter. Berlin.
- THOMSON, R. (1964): Forsøg på rekonstruktion af fortige Smedeprocesser. - Kuml.
- THOMSON, R. (1971): Essenstein und Ausheizschlacken aus Haithabu. - Ausgrabungen in Haithabu 5. Neumünster.

#### Anschrift des Verfassers:

Ernst Giese  
An der Untertrave 19/23  
D-2400 Lübeck



## Leute machen Kleider

Frühgeschichtliches  
Spinnen und Weben

# Frühgeschichtliche Wollgewebe aus Norddeutschland - ihre Verbreitung und Herstellung

Klaus Tidow

Unter den Textilfunden, die bei Ausgrabungen in Norddeutschland gefunden wurden, gibt es eine große Anzahl von Wollgeweben, die uns einen guten Überblick über die in der Bronze- und Eisenzeit sowie im Frühmittelalter gebräuchlichen Gewebearbeiten und deren Herstellung vermitteln (Abb. 1).

Die Tuchbindung ist die älteste Gewebearbeit und von mehreren Fundstellen in Norddeutschland überliefert. Zu den bemerkenswertesten Funden gehören die Reste einer Decke aus dem Baumsargfund von Harrislee bei Flensburg aus der Periode II der Bronzezeit (1600-1300 v. Chr.). Es ist ein sehr grobes Wollgewebe mit Kettgarnen in s-Drehung und Schußgarnen in z-Drehung (siehe dazu ausführlicher TIDOW in Vorb.). Auch die Reste eines Gürtels aus einem Grabhügel bei Itzehoe sind für diese Zeit typisch (SCHLABOW 1938, 85-88). Gewebefunde ähnlicher Konstruktion befinden sich auch unter den bronzezeitlichen Textilfunden aus Jütland, so daß davon ausgegangen werden kann, daß solche Gewebe für Gewänder und Gürtel damals allgemein verbreitet waren (siehe dazu BROHOLM u. HALD 1940).

Für das erste vorchristliche Jahrhundert lassen sich dann weitere textiltechnisch wichtige Wollgewebe nachweisen. Ein verhältnismäßig vollständiges Gewebe, das den damals üblichen Wollgewebetypen entspricht, wurde im Kiebitzmoor bei Diepholz in der Nähe eines Bohlenweges gefunden (HAYEN/TIDOW 1982, 29-31). Fast 100 Gewebe in Tuchbindung gehören zum Fundkomplex Feddersen Wierde (Abb. 2). Sie sind in der Zeit zwischen etwa 50 v. Chr. und dem 1. Jh. n. Chr. gewebt worden. Die Tuchbindung war

zu dieser Zeit in unseren Breiten noch die am häufigsten gewebte Bindung in der Wollweberei. Man verwebte sowohl einfache Garne als auch Zwirne, wobei Gewebe aus Zwirnen nicht so zahlreich sind wie solche aus einfachen Garnen (ULLEMEYER u. TIDOW 1981, 86-87). Die meisten Gewebe bestehen sowohl in der Kette als auch im Schuß aus Garnen in z-Drehung und sind überwiegend von mittelfeiner Qualität, während die Gewebe aus z/s-Zwirnen gröber sind. Das älteste erhaltene Wollgewebe aus Zwirnen stammt aus Döhren bei Petershagen. Es befand sich an einer Bronzesitula und ist in das 5. Jh. v. Chr. datiert (TIDOW 1981, 72-75). Es ist wesentlich feiner als die Wollgewebe aus Zwirnen von der Feddersen Wierde. Nicht viel läßt sich bis heute über die Ableitungen der Tuchbindung - Panama und Rips - aussagen. Wir kennen nur einige wenige Fragmente, wenn man die Anfangs- und Seitenkanten in diesen Bindungen unberücksichtigt läßt. Sie

Abb. 1: Wollgewebe - Die wichtigsten Gewebearbeiten in Bronzezeit, Eisenzeit und Frühmittelalter.

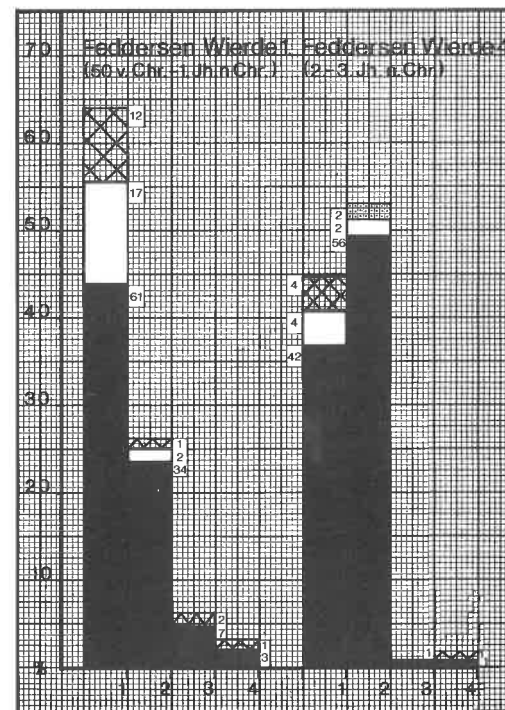
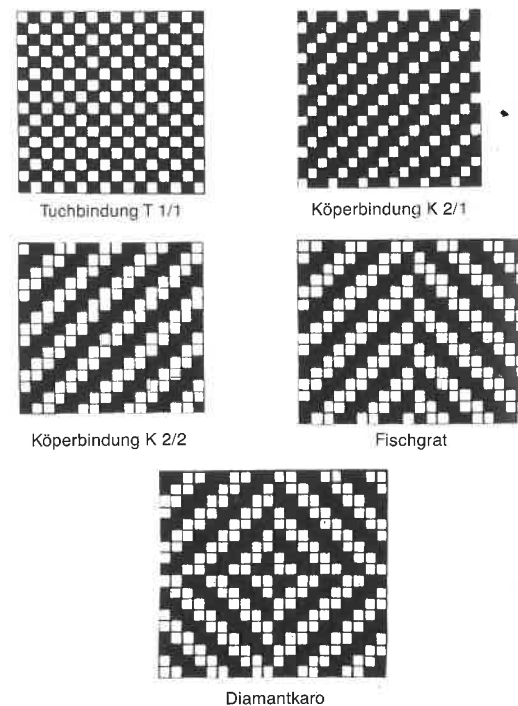


Abb. 2: Vergleich der wichtigsten Gewebearbeiten - Feddersen Wierde

kommen auch nicht als selbständige Gewebe vor, sondern sind meist schmale Streifen in anderen Bindungen (ULLEMEYER u. TIDOW 1981, 87-90). Es ist aber auch nicht auszuschließen, daß einige der sehr kleinen Reststücke auch Gewebekanten sind. Obwohl es in der Eisenzeit und im Frühmittelalter nicht allzu schwierig war, Rips- und Panamabindungen auf den damals gebräuchlichen Webstühlen zu weben, ist der niedrige Anteil dieser Bindungen unter den Wollgeweben doch bemerkenswert.

Auch der Köper mit dem kleinsten Bindungsrapport, der dreibändige Köper K 2/1 ist bis in das 11. Jh. unter den Textilfunden aus Norddeutschland sehr selten. Erst seit diesem Jahrhundert wird er häufiger gewebt und ist im 12. und 13. Jh. die vorherrschende Gewebearbeit in der Wollweberei. Sicherlich

hängt diese Entwicklung mit der Einführung des Trittwebstuhles zusammen, da auf diesem der Köper K 2/1 wesentlich einfacher zu weben ist als auf dem Gewichtwebstuhl, der auch im Hochmittelalter noch benutzt worden ist. Marta Hoffmann hat bereits früher darauf hingewiesen, daß das Weben eines ungleichen Köpers dem Prinzip des Gewichtwebstuhles widerspricht. Die sehr zweckmäßige Litzen- und Trennstabeinrichtung des Gewichtwebstuhles und die besondere Schärmmethode eignen sich zum Weben von gleichseitigen Bindungen wie Tuch T 1/1 und Köper K 2/2 (HOFFMANN 1964, 202-204). Daß aber auch der Köper K 2/1 auf dem Gewichtwebstuhl gewebt wurde, beweisen mehrere Wollgewebe in dieser Bindung mit Anfangskanten in Rips. Die ältesten stammen von der Feddersen Wierde, die bisher jüngsten aus dem mittelalterlichen Lund (11./12. Jh. - LINDSTRÖM 1982, 182-184). Ob auch die in das 13. Jh. datierte Kante aus Emden eine Gewebearbeit dieses Typs ist, ist zweifelhaft, da man sie auch auf einem Trittwebstuhl weben kann (TIDOW 1987, 22-25 u. GOLDMANN).

Der vierbändige Köper K 2/2 ist neben der Tuchbindung die am häufigsten gewebte Bindung. Wann sie erstmals in Norddeutschland gewebt wurde, ist ungewiß, da die bisher ältesten Funde von der Wurt Feddersen Wierde stammen. Lise Bender Jørgensen, die sich in den letzten Jahren sehr intensiv mit frühgeschichtlichen Textilfunden befaßt hat, geht davon aus, daß sich die Köperbindung K 2/2 bereits in der Übergangszeit von der Bronze zur Eisenzeit allgemein verbreitet hat (BENDER JØRGENSEN 1986, 289). Die aus der Zeit um Chr. Geb. überlieferten Köpergewebe aus Norddeutschland bestehen meist aus einfachen Garnen, seltener aus Zwirnen. Sie sind häufig von mittelfeiner Qualität. Feine Köpergewebe sind unter den Siedlungsfunden seltener, überwiegen aber bei den Grabfunden aus späteren Jahrhunderten.

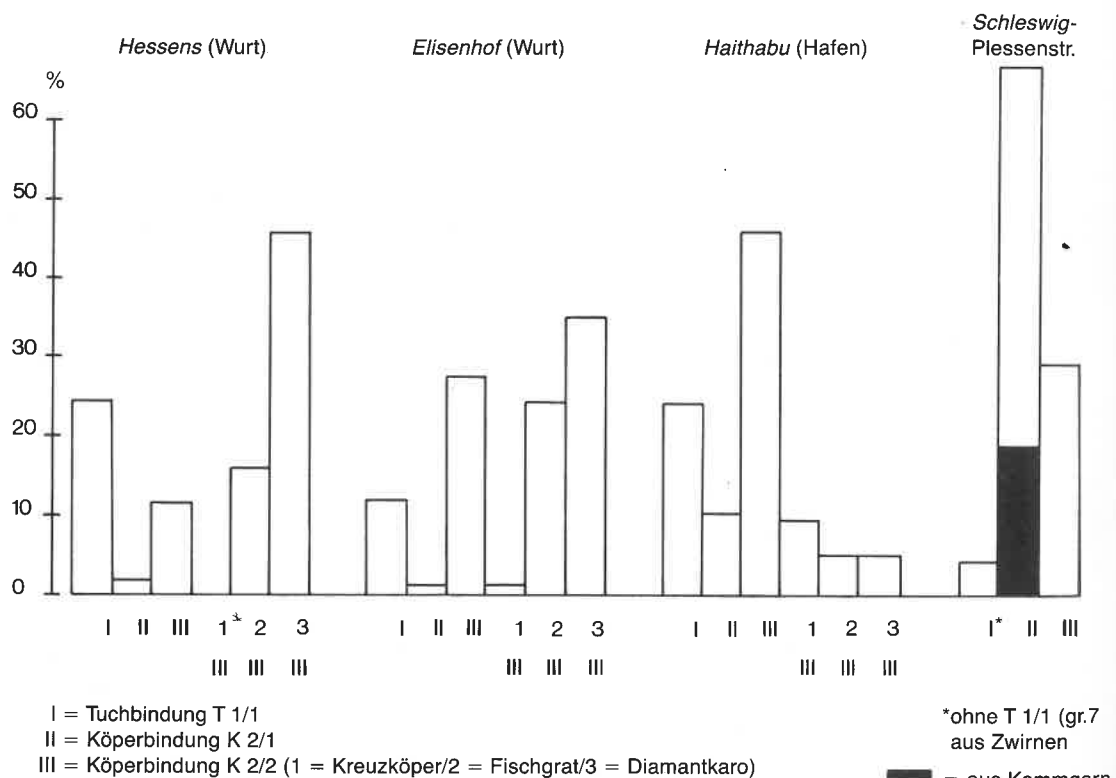
Von dem Köper K 2/2 haben die frühgeschichtlichen Weber andere Bindungen wie Spitzgrat, Fischgrat, Kreuzköper, Spitzkaro und Diamantkaro abgeleitet. Spitzgrat, Kreuzköper und Spitzkaro sind allerdings sehr selten, während Fischgrat und Diamantkaro von der römischen Kaiserzeit bis in die Wikingerzeit im Norden besonders beliebt

Bindungen der Wollweber waren. Danach verschwinden sie sehr schnell und sind - den archäologischen Funden nach - seit dem 11. Jh. bei uns nicht mehr gewebt worden. Nur der Kreuzkörper kommt unter den spätmittelalterlichen Textilfunden noch vereinzelt vor. Neben der Tuchbindung waren im Hoch- und Spätmittelalter die Körper K 2/1 und K 2/2 weit verbreitet - so weisen es jedenfalls die vielen Funde von Wollgeweben aus Ausgrabungen in Städten mit mittelalterlichen Kulturschichten aus (Abb. 3). Die Atlasbindung wurde in der Wollweberei wahrscheinlich erst im 15. Jh. gewebt.

Die ältesten Fischgratgewebe aus unserer Region stammen ebenfalls von der Feddersen Wierde, und zwar aus der Zeit um Chr. Geb. Es sind lediglich 17 Fragmente, also im Vergleich zum Körper K 2/2 nicht viele. Nur für ein Gewebe ließ sich der Bindungsrapport bestimmen, es wechseln 10 Fäden in Z-Rich-

tung mit 10 Fäden in S-Richtung. Obwohl aus dem 5. und 6. Jh. bisher keine Fischgratgewebe vorliegen, darf angenommen werden, daß diese Bindung auch damals hergestellt wurde, da sie für die folgenden Jahrhunderte verhältnismäßig oft nachzuweisen ist, z.B. unter den Funden von den Wurten Hessens und Elisenhof aus dem 7./8. Jh. (TIDOW u. SCHMID) 1979, S. 126-128.; HUNDT 1981, S. 17-22). Wenn an diesen Geweben ein Bindungsrapport feststellbar ist, so ist es oft der, bei dem 10 Fäden in Z-Richtung mit 10 Fäden in S-Richtung wechseln. Wir haben jedoch auch Gewebe mit breiteren Rapporten untersucht. Von der Gewebequalität entsprechen die Fischgratkörper den Körpern K 2/2. Es überwiegen die mittelfeinen Qualitäten, aber auch sehr feine Fischgratgewebe sind bekannt. Dies gilt nicht nur für die Wurtenfunde, sondern auch für die Moorfunde. Betrachten wir nunmehr die Diamantkarobin-

Abb. 3: Wollgewebe (7.-13. Jh.). Ein Vergleich der wichtigsten Gewebearbindungen



I = Tuchbindung T 1/1  
 II = Körperbindung K 2/1  
 III = Körperbindung K 2/2 (1 = Kreuzkörper/2 = Fischgrat/3 = Diamantkaro)

\*ohne T 1/1 (gr.7 aus Zwirnen)  
 ■ = aus Kammgarn

n. Schablow 1953 u. Tidow/Schmid 1979

n. Hundt 1981

n. Hägg 1984

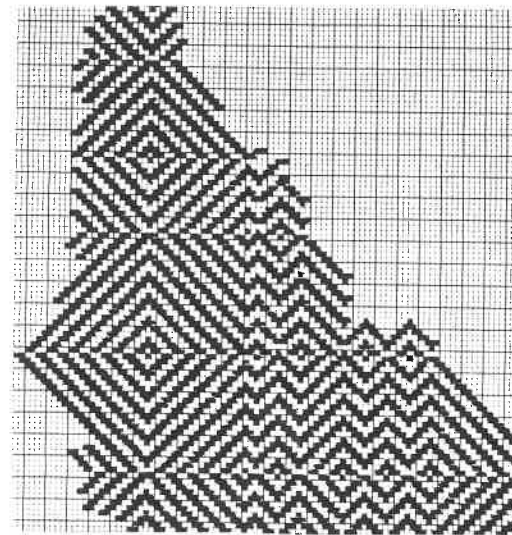


Abb. 4: Feddersen Wierde FW 87: Grobes Spitzkaro- und Diamantkarogewebe aus Wolle (Großrapport) 50 v. Chr. - 1. Jh. n. Chr.

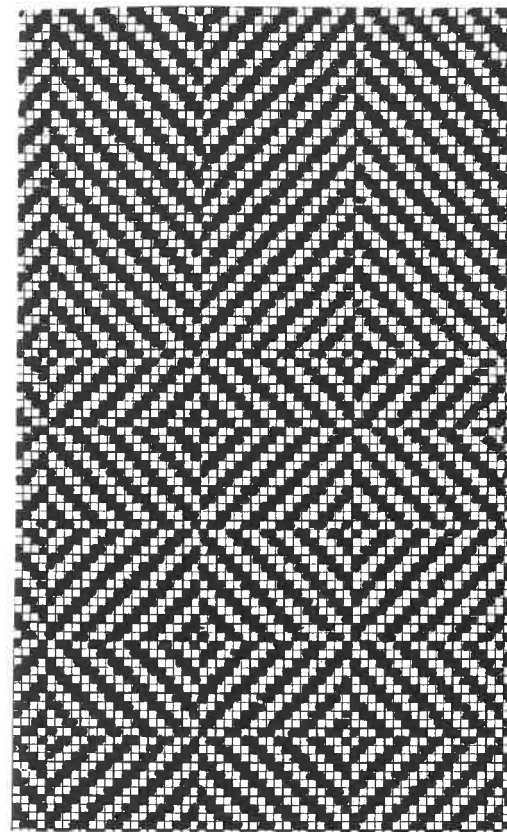


Abb. 5: Feddersen Wierde FW 97: Feines Diamantkarogewebe aus Wolle (Großrapport), 2.-3. Jh. n. Chr.

dungen, so zeigt sich, daß die bisher ältesten Funde wiederum von der Feddersen Wierde stammen. Es sind zwar insgesamt nur die Reste von 8 Geweben, doch kommen sie in allen Siedlungsschichten vor, was bedeutet, daß die ältesten wohl um Chr. Geb. entstanden sind (Abb. 4). Interessant ist weiter, daß bis auf zwei Gewebe alle übrigen sogenannten Mischgewebe sind, das heißt, sie weisen sowohl Merkmale des Spitzkaro als auch solche des Diamantkaro auf (Abb. 5). Diese Kombination ist nichts besonderes, da wir sie auch von anderen Fundplätzen kennen (z.B. Mainz, WILD 1970, 165, Abb. 39 u. 40). Die beiden reinen Diamantkaros von Feddersen Wierde haben im übrigen auch große Bindungsrapporte, während sich die kleineren Rapporte wohl erst im 2./3. Jh. durchsetzten. Dies geht u. a. auch aus den Untersuchungen an den Wollgeweben aus dem Vehnemoor, aus Dätgen und aus Thorsberg hervor (2.-4. Jh. n. Chr.). Einige dieser Gewebe sind bereits mit dem später weit verbreiteten Bindungsrapport aus 20 Kett- und 18 Schußfäden gewebt worden. Diese Bindungsart war nicht nur in Norddeutschland, sondern auch in allen übrigen Ländern des nördlichen Europas weit verbreitet (BENDER JØRGENSEN 1980, 29-32). Die Diamantkaros sind sowohl unter den Funden von Hessens als auch unter denen vom Elisenhof am zahlreichsten vertreten, während sie in Haithabu im 10. Jh. scheinbar nicht mehr so oft vorkommen (HÄGG 1984, 139-141). Für die Kette hat man fast immer Garne in z-Drehung, für den Schuß solche in s-Drehung genommen. Dies trifft jedoch nur für die Siedlungsfunde zu, während die Diamantkaros aus Gräbern (z.B. Dunum und Ketzendorf) fast alle aus z-gesponnenen Garnen bestehen. Sie sind auch zu den feinen und sehr feinen Gewebequalitäten zu rechnen (TIDOW 1989, 338-359). Ältere Funde aus Mooren sind meist aus unterschiedlich gesponnenen Garnen gewebt worden (SCHLABOW 1976, 69-82). Die Diamantkarobindung war sicherlich vom 3./4. Jh. bis in das 8./9. Jh. die beliebteste Bindung im Norden. Wann sie verschwand, läßt sich nicht einwandfrei sagen, da gut datierte Funde aus dem 9.-11. Jh. nicht sehr zahlreich sind.

Vergleichen wir die wichtigsten Wollgewebetypen der römischen Kaiserzeit und des Frühmittelalters miteinander - und zwar an



den Beispielen Feddersen Wierde und Hessens, den bekanntesten Wurtensiedlungen an der niedersächsischen Nordseeküste - so ergibt sich folgendes Bild: Die Gewebe von der Feddersen Wierde in Tuch- und Köperbindung bestehen überwiegend in beiden Fadensystemen aus Garnen in z-Drehung. Andere Garnkombinationen (z.B. z-s und z/s-z/s) kommen allerdings auch vor. Der Anteil des Köpers K 2/2 im 2./3.Jh. ist jedoch höher als der in den Jahrhunderten zuvor. Die Gewebe aus dem 2./3.Jh. sind außerdem im allgemeinen von etwas besserer Qualität. Auffallend sind auch die verhältnismäßig gleichmäßigen Gewebeeinstellungen. Die Tuch- und Köpergewebe von Hessens aus dem 7./8.Jh. dagegen haben in der Kette fast immer Garne in z-Drehung und im Schuß Garne in s-Drehung. Die Unterschiede in der Gewebeeinstellung sind allerdings nicht sehr groß, doch sind viele in der Kette etwas dichter als im Schuß. Zu erwähnen ist jedoch, daß die Gewebeeinstellungswerte für die Tuchgewebe weit gestreut sind. Es hat auf der Wurt Hessens scheinbar zwei sich klar von einander unterscheidende Wollgewebequalitäten gegeben: grobe und mittelfeine bis feine. Die Diamantkaros von Hessens bestehen auch aus verschiedenen gesponnenen Garnen (Kette: z und Schuß: s) (Abb. 6 u. 7). Sie sind von der Gewebeeinstellung her etwas feiner als die Tuch- und Köpergewebe. Wie die Gewebefunde von der Wurt Feddersen Wierde zeigen, hat man damals auch gemusterte Gewebe erzeugt, indem man farbige Fäden im Schuß oder in der Kette streifenweise bzw. in Kette und Schuß zu Karomustern webte. Eine weitere Möglichkeit, Gewebe zu mustern, besteht darin, unterschiedlich gesponnene Garne in einem Fadensystem zu verweben. Diese Technik hat man bereits in der Bronzezeit gekannt (z.B. für das Gürtelweben - BROHOLM u. HALD 1940, 73-74). Eine andere Variante der Musterung durch verschieden gesponnene Garne besteht z.B. darin, daß man jeweils 4 Kett- bzw. 4 Schußfäden in s-Drehung mit 4 Kett- bzw. 4 Schußfäden in z-Drehung wechseln läßt. Solche Gewebe waren in Skandinavien in der römischen Kaiserzeit beliebt (BENDER JØRGENSEN 1986, 352).

Von den für die Garn- und Geweberzeugung nötigen Geräten hat man bei Ausgrabungen nur Teile gefunden. Es sind in erster

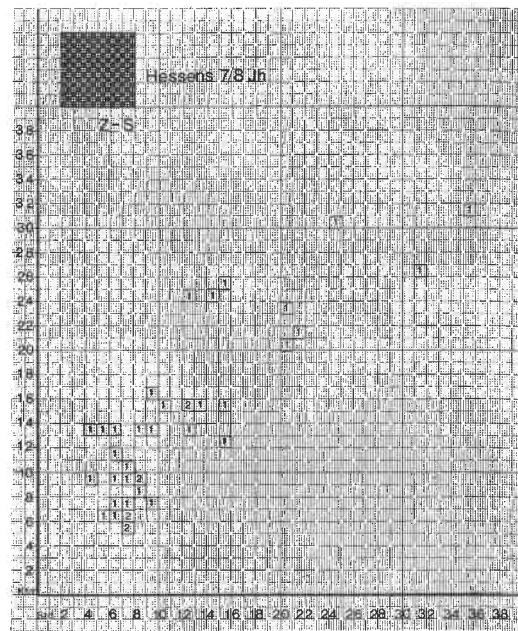


Abb. 6: Hessens: Wollgewebe in Tuchbindung - Gewebeeinstellung.

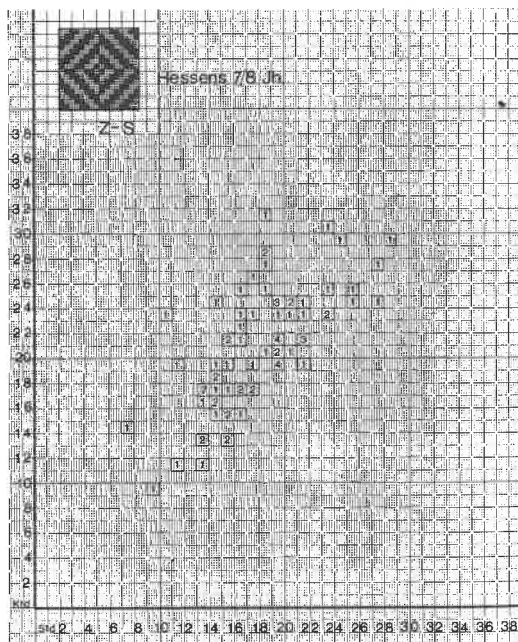


Abb. 7: Hessens: Wollgewebe in Diamantkarobindung - Gewebeeinstellung.

Linie Spinnwirtel und Webgewichte, die nachweisen, daß Handspindel und Gewichtswestuhl von den Jahrhunderten um Chr. Geb. bis in die Wikingerzeit in Norddeutschland die wichtigsten Produktionsmittel waren. Spinnwirtel und Webgewicht sind zwar auch aus dem Hochmittelalter erhalten geblieben, doch gehen wir davon aus, daß nunmehr auch schon Spinnräder und Trittwebstühle bekannt waren (TIDOW 1987, 22-25).

Wir kennen z.B. aus allen Siedlungsschichten von Feddersen Wierde ebenso wie aus Elisenhof und Haithabu und anderen frühmittelalterlichen Ausgrabungen Webgewichte. Besonders erwähnenswert ist außerdem eine rund 20 cm lange und 2,5 cm breite Webspule vom Elisenhof. Das Garn auf dieser Spule ist in s-Drehung gesponnen, wie in den meisten frühmittelalterlichen Geweben der Schuß (HUNDT 1981, 76).

Die Webgewichte von Feddersen Wierde, Elisenhof und Haithabu sind als Einzelstücke geborgen worden, während von anderen Grabungen auch Reihen von Webgewichten in Grubenhäusern ausgegraben wurden. Haio W. Zimmermann hat darüber bereits früher sehr ausführlich berichtet. Ausgehend von seinen Ausgrabungen in Dalem und Midlum-Northum gibt er uns einen umfassenden Überblick über die bisher bekannten früh- und hochmittelalterlichen Webhäuser (ZIMMERMANN 1982, 109-134).

Wir gehen davon aus, daß man zur Herstellung der Anfangskante für den Gewichtswestuhl ein besonderes Gerät gebrauchte. Die erhaltenen Gewebeanfangskanten aus der Bronze-, Eisenzeit und dem Frühmittelalter zeigen, daß dafür ein Schärbock oder ein ähnliches Gerät erforderlich gewesen sein muß. Ob diese Schärgeräte so ausgesehen haben wie die bekannten Schärgestelle aus Skandinavien, muß vorläufig offen bleiben, da unter den Holzfunden aus frühgeschichtlichen Ausgrabungen bisher Teile solcher Geräte nicht erkannt worden sind.

Zum Schären der Kette am Schärbock braucht man im allgemeinen ein oder zwei Garnknäuele. Solche Knäuele hat man ebenfalls ausgegraben. Sie sind allerdings auch für andere Verwendungszwecke denkbar.

Ist der Gewichtswestuhl durch Funde von Webgewichten gut belegbar, so ist das für die anderen in Frage kommenden Webstühle - Rahmengriff- oder Rundwebstuhl und Tritt-

webstuhl - nicht der Fall. Die Schaftrolle eines Trittwebstuhles aus dem 11.Jh. fand man in Haithabu. Sie ist der bisher früheste Hinweis für den Gebrauch dieses Webstuhles in Nordeuropa. Weitere Funde von Schafrollen sind u.a. aus Schweden und Polen bekannt (siehe dazu zuletzt NYBERG 1984, 145-149). Daß trotzdem aber in Haithabu der Gewichtswestuhl allgemein gebräuchlich war, bestätigen die für diese Zeit typischen ringförmigen Webgewichte, die dort verhältnismäßig zahlreich geborgen wurden.

Auch für den Rahmen- oder Rundwebstuhl gibt es bis jetzt nur wenige Belege. Als Beweise gelten einige besondere Anfangskanten und Gewebeabschlüsse, die in Norddeutschland nur unter den eisenzeitlichen Textilfunden von Feddersen Wierde und Thorsberg vorkommen (Abb. 8 u. 9). Ein erst vor einigen Jahren bekannt gewordenes Stück eines Gewebeabschlusses aus dem 10.Jh. stammt von der Wurt Dorum bei Cuxhaven. Dieser Gewebeabschluß an einem mittelfeinen Köpergewebe K 2/2 bezeugt, daß auch im Frühmittelalter der Rundwebstuhl zum Weben von Durchschnittsqualitäten verwendet wurde. Bis in die Wikingerzeit läßt sich der Gewichtswestuhl auch durch verhältnismäßig viele Anfangs- und Seitenkanten, die nur auf solchen Webstühlen gewebt werden können, nachweisen (einfache und verstärkte Seitenkanten sind auch auf anderen Webstühlen herzustellen). Wichtig sind besonders die Anfangskanten in Rips und in Brettchenweberei. Die älteste Anfangskante in Ripsbindung befindet sich an dem bereits erwähnten Wollgewebe in Tuchbindung aus Harrislee. Sie wurde mit einem Knäuel geschärt und besteht aus 8 Fäden in s-Drehung. Theoretisch wäre sie auch als Seitenkante vorstellbar, wie z.B. ein Fund von Feddersen Wierde beweist (ULLEMEYER u. TIDOW 1981, 100), doch wären dann die s-gesponnenen Garne der Schuß, was damals unüblich war. Wie solche Ripskanten früher hergestellt wurden, ist unbekannt, da Schärgeräte aus frühgeschichtlicher Zeit nicht überliefert sind. Wenn sie aber auf einem Schärbock oder ähnlichen Gerät entstanden sind, hat man dafür ein Hilfsgerät gebraucht. Es könnte ein Webkamm gewesen sein, wie John Peter Wild z.B. für die nördlichen römischen Provinzen nachgewiesen hat (WILD

1970, 74). Es ist aber auch denkbar, daß die Ripskanten mit Litzen wie am Gewichtwebstuhl gewebt worden sind. Ein anderer Fund, der den Gebrauch des Gewichtwebstuhles für die Zeit um Chr. Geb. bestätigt, ist eine Gewebeanfangskante in Rips an einem Wollgewebe aus dem Kiebitz-Moor bei Diepholz (s.o.). Diese Kante ist mit zwei Knäueln geschärt und besteht aus 5 Fäden in z-Drehung. An diesem Gewebe sind im übrigen noch die beiden verstärkten Seitenkanten vorhanden. Das Gewebe ist 124 cm breit (das breiteste bisher erhaltene Wollgewebe aus der Bronzezeit, die Decke von Muldberg, mißt 211 cm; das breiteste Wollgewebe aus der Eisenzeit, der Mantel von Hunteburg, mißt 186 cm).

Aus den folgenden Jahrhunderten kennen wir zahlreiche Wollgewebe mit Anfangskanten in Rips und Panama. Im Frühmittelalter ist besonders eine Ripskante mit Verstärkungsfäden weit verbreitet gewesen, wäh-

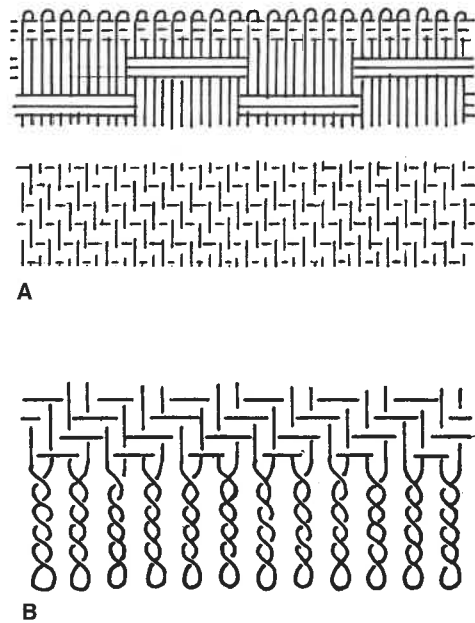


Abb. 9: Schemazeichnung Gewebeanfangs- und Abschlußkanten. A = Gewebeanfangskante aus Emden (13. Jh.). B = Gewebeabschluß aus Derum (10. Jh.).

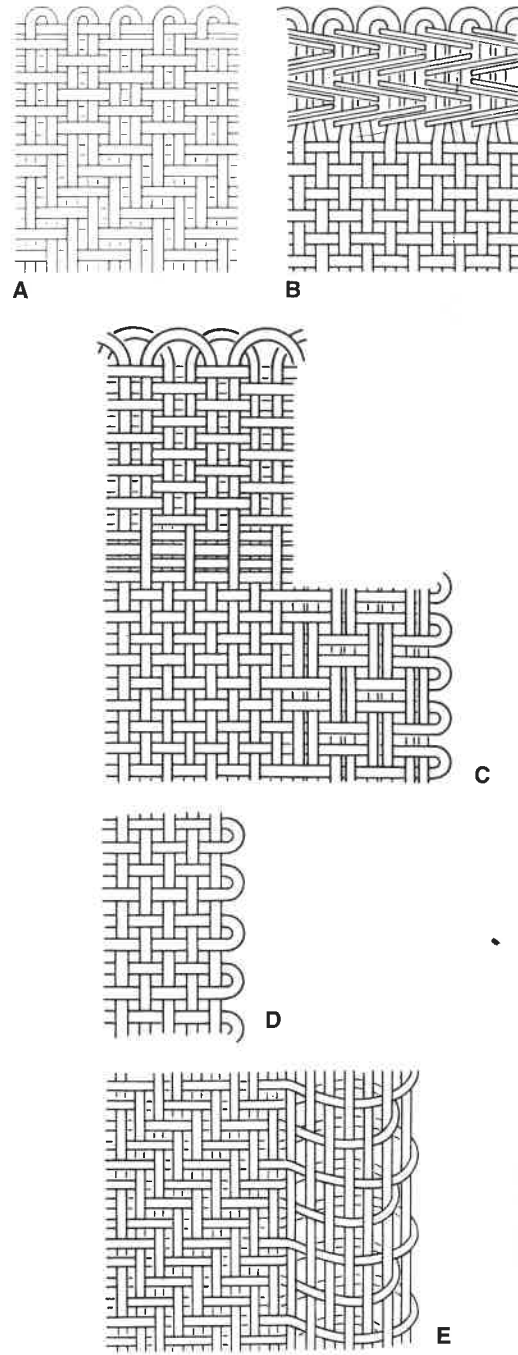


Abb. 8: Schemazeichnungen Gewebeanfangs- und Seitenkanten. A = Anfangskante in Rips mit Verstärkungsfäden. B = Anfangskante in Brettchenweberei. C = Anfangskante in Rips und Seitenkante in Panama. D = Einfache Seitenkante. E = Seitenkante in Schlauchweberei.

rend Anfangskanten in Brettchenweberei seltener sind. Solche Kanten fehlen z.B. unter denen von Hessens und kommen auf Elisenhof nur dreimal vor. Die ältesten Kanten in Brettchenweberei befinden sich im übrigen an den Prachtmänteln aus der römischen Kaiserzeit und sind manchmal mehrere Zentimeter breit (z.B. ist die Anfangskante des Mantels von Vehnemoor 10 cm breit und mit 122 Vierlochbrettchen gewebt (SCHLABOW 1976, 66). Kanten in Schlauchweberei, die im allgemeinen auch als Nachweis für den Gewichtwebstuhl gelten, können jedoch auch auf Rundwebstühlen gewebt werden. Auch sie lassen sich für das erste Jahrtausend n. Chr. Geb. durch mehrere Funde belegen. Ebenso haben sich Seitenkanten in Brettchenweberei aus diesem Zeitraum erhalten. Einige von ihnen, die bisher als Anfangskanten gedeutet wurden, weil zwei Fäden im Fach der Brettchenweberei liegen, sind aber Seitenkanten. Dies gilt für solche, bei denen die aus dem Brettchengewebe kommenden Fäden s-gesponnen sind. Garne in s-Drehung hat man, vor allem im Frühmittelalter, nur als Schuß genommen (SCHLABOW 1955, S. 95).

#### Literatur:

- BROHOLM, H.C. u. HALD, M. (1940): Costumes of the Bronze Age in Denmark.  
 GOLDMANN, A. (1989): Ein Experiment zur frühgeschichtlichen Gewebe-Anfangskante von Emden. - Webe mit: 20-24.  
 HÄGG, I. (1984): Die Textilfunde aus dem Hafen von Haithabu. - Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu. Bericht 20. Neumünster.  
 HOFFMANN, M. (1964): The Warp-Weighted Loom. Oslo.  
 HUNDT, H.J. (1981): Die Textil- und Schnurreste aus der frühgeschichtlichen Wurt Elisenhof. Die frühgeschichtliche Marschensiedlung beim Elisenhof in Eiderstedt, Bd. 4. Frankfurt.  
 BENDER JØRGENSEN, L. (1986): Forhistoriske tekstiler i Skandinavien. Prehistoric Scandinavian Textiles. Kopenhagen  
 BENDER JØRGENSEN, (1980): Cloth of the Roman Iron Age in Denmark. - Acta Archaeologica Vol. 50: 1-60. Kopenhagen.

- LINDSTRÖM, M. (1982): Medieval Textile Finds in Lund. - Textilsymposium Neumünster Archäologische Textilfunde: 179-186. Neumünster.  
 NYBERG, G.G. (1984): Eine Schaftrulle aus Haithabu als Teil eines Webstuhls mit waagrecht gespannter Kette. - Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu, Bericht 19: 145-150. Neumünster.  
 SCHLABOW, K. (1955): Textilfunde und Hausopfer von Tofting. Offa 12: 94-97.  
 SCHLABOW, K. (1976): Textilfunde der Eisenzeit in Norddeutschland. Neumünster.  
 SCHLABOW, K. (1938): Textilreste vom Galgenberg in Itzehoe. Offa III: 86-88.  
 TIDOW, K. u. SCHMID, P. (1979): Frühmittelalterliche Textilfunde aus der Wurt Hessens (Stadt Wilhelmshaven) und vom Gräberfeld Dunum (Kr. Friesland) und ihre archäologische Bedeutung. In: Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet, Bd. 13: 123-153.  
 TIDOW, K. u. HAYEN, H. (1982): Ein Wollgewebe vom Bohlenweg VI (Pr.). - Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland 5: 29-31.  
 TIDOW, K. u. ULLEMEYER, R. (1981): Textil- und Lederfunde der Grabung Feddersen Wierde, Bd. III: 77-152.  
 TIDOW, K. (1981): Gewebereste an einer Bronzesitula aus Döhren, Stadt Petershagen, Kr. Minden-Lübbecke. In: K. Günther: Beiträge zur vorrömischen Eisenzeit in Ostwestfalen, Bd. 18: 72-75. Münster.  
 TIDOW, K. (1987): Neue Erkenntnisse über frühgeschichtliche Webstühle. - Webe mit 4: 22-25.  
 TIDOW, K. (1989): Herstellung und Verbreitung von Gewebebindungen bei norddeutschen Wollgeweben des Mittelalters aufgrund von Neufunden. - Lübecker Schriften zur Archäologie und Kulturgeschichte, Bd. 16, 338-359.  
 WILD, J.P. (1970): Textile Manufacture in the Northern Roman Provinces. Cambridge.  
 ZIMMERMANN, H.W. (1982): Archäologische Befunde frühmittelalterlicher Webhäuser. Ein Beitrag zum Gewichtwebstuhl. - Textilsymposium Neumünster Archäologische Textilfunde: 109-134. Neumünster.

Anschrift des Verfassers:

Klaus Tidow  
 Textilmuseum  
 Parkstr. 17  
 D-2350 Neumünster

## Webhäuser im ersten und frühen zweiten Jahrtausend n. Chr. in Mittel- und Nordeuropa

W. Haio Zimmermann

...daß sie (Hochwebstühle) in einer leichten Bodenvertiefung aufgestellt werden, wird damit erklärt, daß die Bodenfeuchtigkeit für die Fäden günstig ist.

Y. Kawabata: Kyoto, 7. Kap.

In archäologischen Grabungen läßt sich der Gewichtswebstuhl durch die häufig in großer Zahl auftretenden Webgewichte nachweisen sowie, wenn wie in den Wurten die Erhaltungsbedingungen günstig sind, durch erhaltene Textilien oder die Abdrücke von diesen. Die Webgewichte sind meist aus Ton hergestellt, solche aus der Bronzezeit bis in die ältere römische Kaiserzeit haben die Form von oben durchlochtem Kegeln oder Pyramiden; ihnen folgen ringförmige Webgewichte. Älteste Hinweise für den Gewichtswebstuhl stammen aus der jüngeren Steinzeit; in Mitteleuropa gibt es die jüngsten Befunde aus dem 12./13. Jh. n. Chr.; in Norwegen wird er auf der Insel Stord noch heute genutzt (Abb. 1, HOFFMANN 1964, ZIMMERMANN 1982). Dort nahm M. Hoffmann an dem Erfahrungsschatz teil, den die Weber im Laufe vieler Generationen sammeln konnten, und wie wir ihn heute mit experimenteller Archäologie nie erreichen. So vermittelt uns M. Hoffmann (1964) eine gründliche Bestandsaufnahme der Webtechnik, die sich an diesen Webstühlen des 20. Jhs. nicht wesentlich von denen aus früherer Zeit unterscheiden dürfte. Mit den norwegischen und weiteren ebenfalls aus der Neuzeit noch bekannten skandinavischen Gewichtswebstühlen sind Darstellungen aus urgeschichtlicher Zeit, so

z. B. in der griechischen Vasenmalerei und auf Felsbildern in Norditalien, gut vergleichbar (Abb. 2, HOFFMANN 1964, ZIMMERMANN 1988).

In archäologischen Grabungen ließen sich mehrfach die Standorte nachweisen, wo gewebt wurde. Das ist am sichersten dann möglich, wenn der Webstuhl abbrannte und die Gewichte zu Boden fielen. Bisweilen können die zwei Kettfädenebenen an zwei parallelen Webgewichtreihen erkannt werden (Abb. 4 u. 5). Gewebt wurde außer im Wohnteil der Langhäuser vor allem in Grubenhäusern. Diese sind kleine Hütten mit eingetieftem Fußboden, die vorwiegend als Werkstätten genutzt wurden, besonders auch für das Weben. So ist es nicht nur durch die besseren Erhaltungsbedingungen zu erklären, daß Webstuhlfunde überwiegend in Grubenhäusern aufgedeckt wurden (Langhäuser werden in den Grabungen oft nur im Fundamentbereich unter der Lauffläche erfaßt, während die Sohle der Grubenhäuser unter der Füllung dieser Gruben erhalten ist). Beispiele dafür sind von der Bronzezeit bis in das hohe Mittelalter bekannt. Auch aus jüngerer Zeit kennen wir Belege, daß in feuchten Kellern gewebt wurde, so z.B. in den „Dunken“, den Webkellern auf der schwäbischen Alb. Damit erhalten wir auch die Erklärung, weshalb man solche für die menschliche Gesundheit so schädlichen Standorte aufsuchte: Eine konstant hohe Luftfeuchtigkeit ist für das Weben vor allem von Flachs und anderen Pflanzenfasern, weniger für Wolle, nötig. So erklärt sich auch das vorangestellte Zitat von Kawabata. Reichte die Luftfeuchtigkeit in den Grubenhäusern noch nicht aus, so legte man unter dem Webstuhl langgestreckte Gruben an (ZIMMERMANN 1982, 134-141). Ausgräber erklärten diese oft damit, daß so die Kette verlängert werden konnte; zu diesem Zweck wären die Gruben aber meist zu flach gewesen.

### Webstuhlbefunde in der Wüstung Dalem

In den Grabungen, die im Rahmen eines DFG-Forschungsprogrammes vom Niedersächsischen Institut für historische Küstenerforschung, Wilhelmshaven, in der Siedlungskammer Flögeln durchgeführt wurden, konnten verschiedentlich Webstuhlbefunde freige-

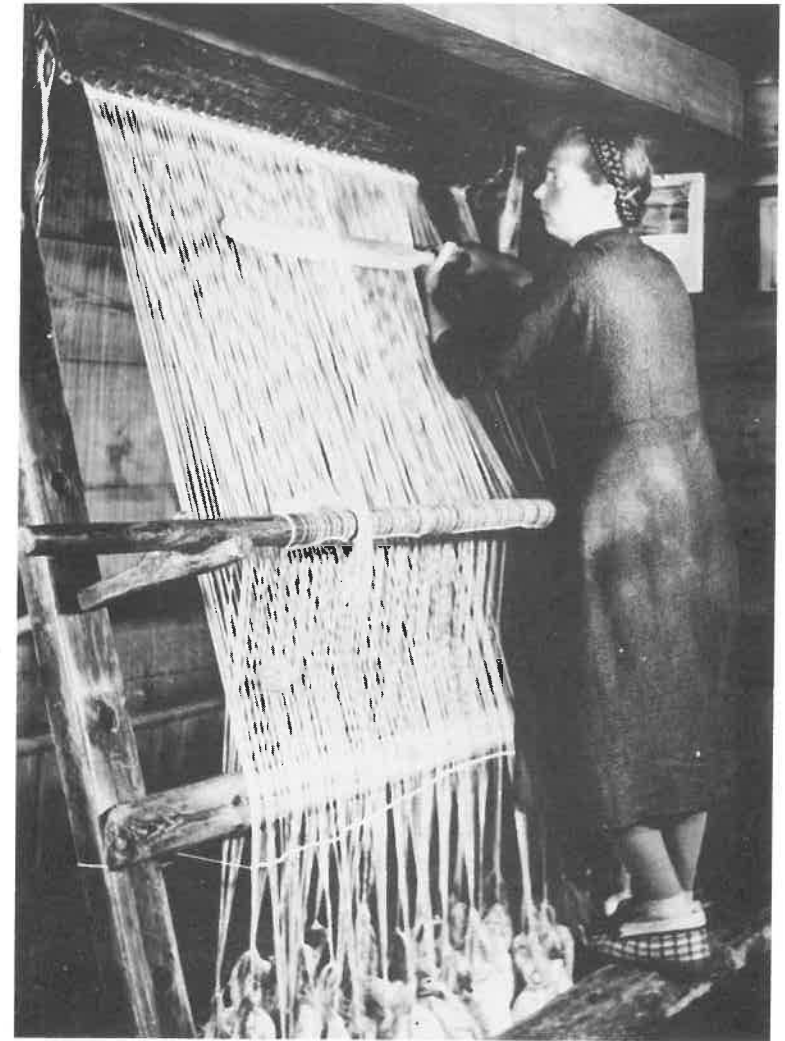


Abb. 1:  
Gewichtswebstuhl  
von der Insel Stord,  
Westnorwegen 1956.  
Der Schuß wird mit  
dem Webschwert  
hochgeschlagen,  
während der Litzestab  
gezogen ist  
(Foto: M. Hoffmann).

legt werden. Für die römische Kaiserzeit und Völkerwanderungszeit beschränken diese sich nur auf einige der oben beschriebenen Langgruben, für das frühe und hohe Mittelalter handelt es sich aber mehrfach um abgebrannte Webstühle in Form von Webgewichtreihen. Wir wollen hier exemplarisch einen Befund in „Grubenhäuser 9“ aus der Wüstung „Dalem“, Gemeinde Langen-Neuenwalde, Kr. Cuxhaven, beschreiben. Das Dorf Dalem hat vom 7. Jh. bis um 1340 n. Chr. bestanden (ZIMMERMANN 1981; 1989). Mindestens sechs Grubenhäuser kön-

nen sicher als Webhäuser angesprochen werden (Abb. 3).

Das Wandpfostenhaus Grubenhäuser 9 hatte Spaltbohlenwände und maß 4,9 x 3,5 m. Seine Tiefe betrug unter dem Grabungsplanum noch 18 cm, unter der alten Oberfläche dürfte diese ca. 40 cm betragen haben. Ein für die Dalem Grubenhäuser typischer Ofen aus plattigen Steinen, oben ursprünglich mit „falschem Gewölbe“, lag im Südosten (Abb. 3). Nach einem Brand, dem der Webstuhl zum Opfer fiel, ist das Grubenhäuser aufgegeben worden; das erklärt die gute Er-

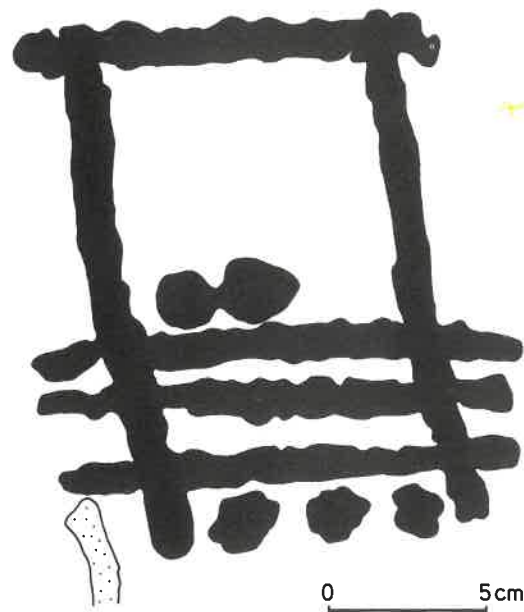


Abb. 2: Felszeichnung Nr. 165 von der „Grande Roccia“, Naquane, Val Camonica, Italien, Gewichtswebstuhl.

haltung der Befunde. Von insgesamt 104 ringförmigen Webgewichten lagen die meisten in zwei Doppelreihen auf der Sohle des Grubenhauses (Abb. 4 u. 5). Etwas tiefer als die Gewichte kam eine Standspur von genau 4 m Länge und bis zu 15 cm Breite zutage. Hier hatte sich offenbar im Laufe der Zeit beim Weben ein unterer Verbindungsholz zwischen den Seitenstützen (vgl. Beitrag TIDOW, Abb. 1) etwas in den Boden eingearbeitet. Die zwei gegeneinander versetzten Doppelreihen von Gewichten liefern uns eine Momentaufnahme, alle haben gleichzeitig die Kette gestrafft. Wir müssen deshalb von einer Kette von ca. 3,5 m Breite ausgehen und können den Versatz nur durch den beim Brand entstehenden Luftzug erklären. Da in den östlichen Reihen noch viele Gewichte fast senkrecht standen und gegeneinander lehnten, so wie sie vom Webstuhl gefallen waren, dürften diese dem ursprünglichen Bereich unter dem Webstuhl viel näher gewesen sein als die im Westen. Der Webstuhl hatte also insgesamt eine Breite von 4 m. Er

ist damit mit Abstand der größte bisher archäologisch nachgewiesene Befund eines Gewichtswebstuhls. Funde datieren ihn in das 11. oder 12. Jh. Er ist damit im Vergleich zu anderen bekannten, wie auch in Dalem, recht jung. Da in dieser Zeit schon der Trittwebstuhl allgemein verbreitet war, auf dem viel schneller gewebt werden konnte, die Webbreite dagegen eingeschränkt war, hatte der Gewichtswebstuhl wohl nur noch als Spezialgerät für breite Tuche Bedeutung. So erklärt sich, daß gerade dieser junge Webstuhlbefund eine solch außergewöhnliche Breite hatte.



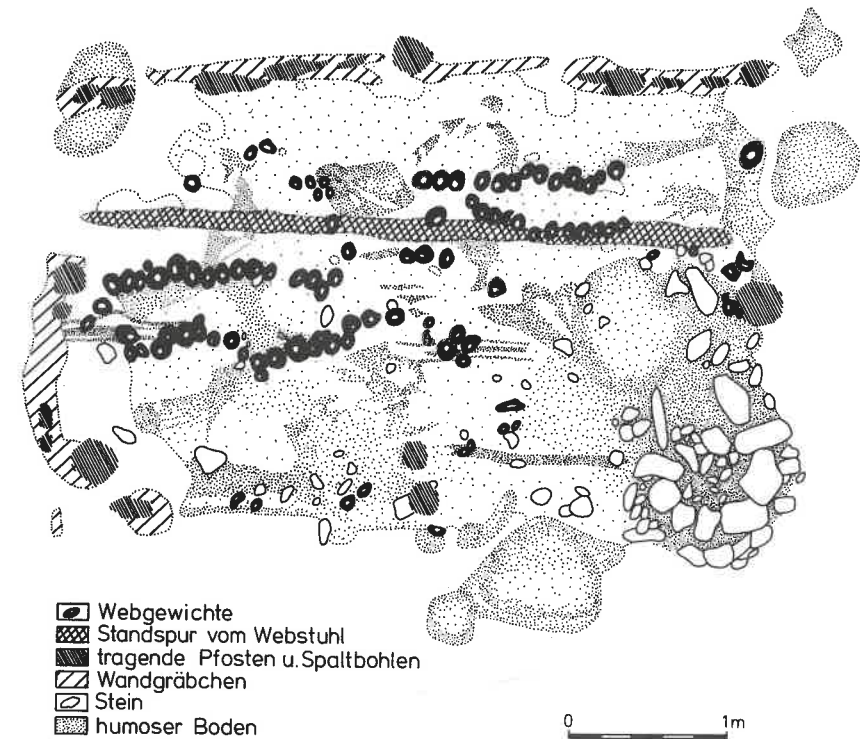
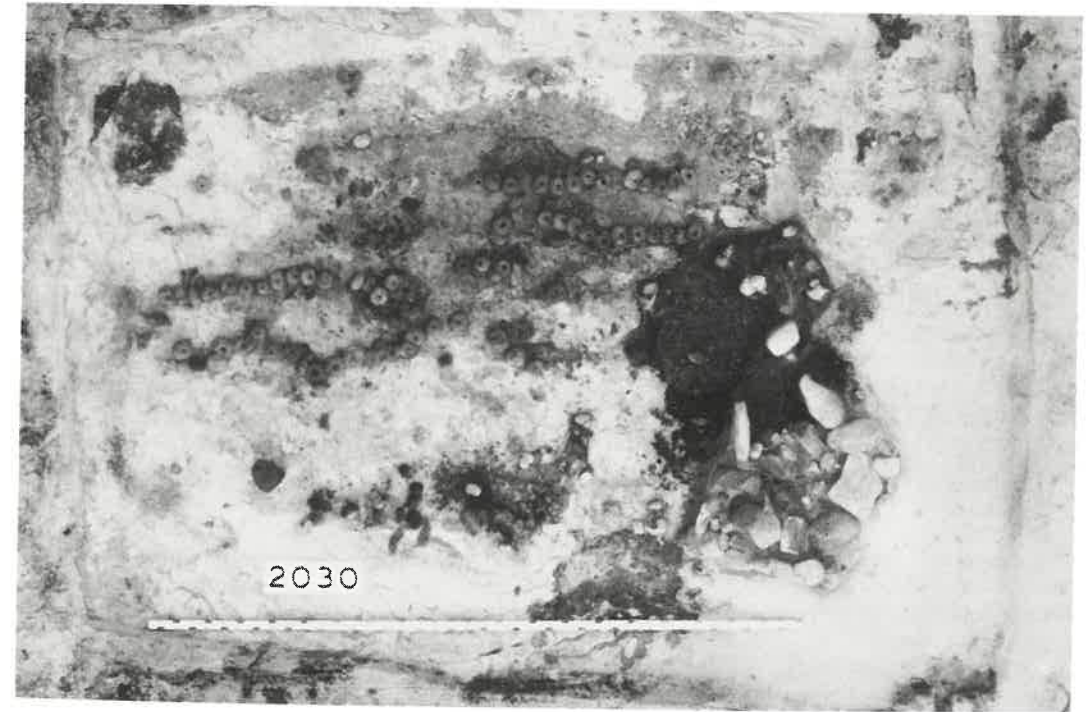
Abb. 3: Wüstung Dalem, Kr. Cuxhaven. Rekonstruktion von Grubenhaus 10 mit Gewichtswebstuhl.

#### Literatur:

- HOFFMANN, M. (1964): The Warp-weighted Loom. Studies in the History and Technology of an ancient Implement. Oslo, Bergen, Tromsø.  
 KAWABATA, Y. (1962): Kyoto; deutsche Übersetzung W. Donat 1965: Kyoto oder die jungen Liebenden in der alten Kaiserstadt. München.

Abb. 4 (rechts oben): Wüstung Dalem, Kr. Cuxhaven. Grubenhaus 9 mit Standspur und Gewichten eines Gewichtswebstuhls. Norden ist oben.

Abb. 5 (rechts unten): Wüstung Dalem, Kr. Cuxhaven. Grubenhaus 9, Senkrechtaufnahme. Norden ist oben.



- ZIMMERMANN, W. H. (1981): Die früh- bis hochmittelalterliche Dorfwüstung Dalem, Kr. Cuxhaven. In: A. v. Doorselaer (Hg.), *De Merovingische beschaving in de Scheldevallei*. Westvlaamse Archaeologica Monografieën II: 239-248. Kortrijk.
- ZIMMERMANN, W. H. (1982): Archäologische Befunde frühmittelalterlicher Webhäuser. Ein Beitrag zum Gewichtswebstuhl. *Jahrbuch der Männer vom Morgenstern* 61: 111-144. Bremerhaven.
- ZIMMERMANN, W. H. (1988): Frühe Darstellungen vom Gewichtswebstuhl auf Felszeichnungen in der Val Camonica, Lombardei. In: *Archaeological Textiles*. Arkæologiske Skrifter 2: 26-38. Kopenhagen.
- ZIMMERMANN, W. H. (1989): Die Wüstung Dalem 7. - 14. Jh. n. Chr. in der Siedlungskammer Flögeln, Kr. Cuxhaven, in: G. Pischke (Hg.): *Geschichtlicher Handatlas von Niedersachsen*: 8-9, Karte 10. Neumünster.

Anschrift des Verfassers:

Dr. W. Haio Zimmermann  
Niedersächsisches Institut für historische  
Küstenforschung  
Viktoriastr. 26/28  
D-2940 Wilhelmshaven

## Das Weben am Gewichtswebstuhl

Klaus Tidow

Die wesentlichen Bestandteile des Gewichtswebstuhles sind der Waren- oder Tuchbaum,

an dem die Kette mit der Anfangskante angehängt wird, ein Trennstab, ein Litzenstab (für das Weben der Tuchbindung) und die Webgewichte, die die Kette in Spannung halten. Der Warenbaum lagert auf zwei parallelen, nach hinten geneigten Seitenstützen, die meist an eine Wand gelehnt sind. Diese Schrägstellung ermöglicht es, daß mit dem Trennstab ein Fach gebildet werden kann (Abb. 1).

Dazu ordnet man die Kettfäden derart, daß jeweils der 1., 3., 5., usw. Kettfaden hängtbleibt, während man den 2., 4., 6., usw. über den Trennstab legt. Dadurch entsteht das erste, das sogenannte natürliche Fach (Abb. 1), in das der Schußfaden eingeführt werden kann. Um das Gegenfach zu bilden, ist es notwendig, die bisher senkrecht herabhängenden Kettfäden nach vorn über den Trennstab hinauszuführen. Das geschieht mittels eines Litzenstabes. An ihm sind die senkrecht herunterhängenden Kettfäden einzeln durch Litzen befestigt.

Durch das Vorziehen des Litzenstabes können die senkrechten Kettfäden nach vorne gebracht werden. Es entsteht so das zweite für die Tuchbindung erforderliche Fach, auch künstliches Fach (Abb. 2) genannt. In dieses Fach wird wiederum der Schußfaden eingeführt. Hat man den Schußfaden nach oben geschoben, wechselt man das Fach, indem man den Litzenstab nach hinten vor die Stützen legt. Den Schußfaden schlägt man mit den Händen oder einem sogenannten Webschwert fest an das bereits fertige Gewebe an.

Das künstliche Fach wird dadurch geöffnet, daß zunächst der Litzenstab auf die eine Seite auf die Halterungsgabel gelegt wird und dann erst auf die zweite. Genauso wird beim Zurückbringen des Litzenstabes verfahren.

Den Schuß webt man zweckmäßigerweise von einer Spindel (natürlich ohne Wirtel) ab und legt ihn so in das Fach ein, daß er im mittleren Bereich der Kette leicht gewellt liegt. Man vermeidet so das Einspringen des Gewebes. Ein Breithalter - eine mit den Fingern gehäkelte Schnur oberhalb der Webgewichte - bringt die Kette auf die gewünschte Breite. Um Köper zu weben, benötigt man der Bindung entsprechend mehrere Litzenstäbe.

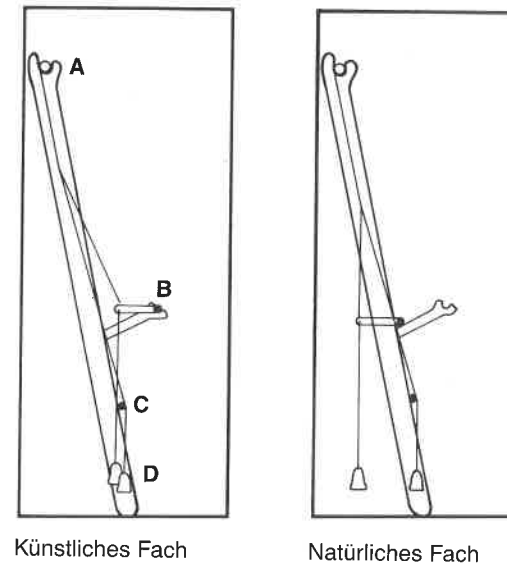


Abb. 1: Schemazeichnung: Fachbildung am Gewichtswebstuhl. A = Tuchbaum. B = Litzenstab. C = Trennstab. D = Webgewichte.

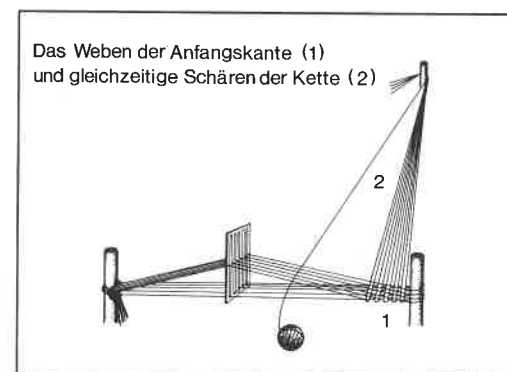


Abb. 2: Schemazeichnung: Kette schären für den Gewichtswebstuhl.

Das Schären der Kette für den Gewichtswebstuhl (Abb. 2)

Die Anfangskante ist gewöhnlich 5 bis 20 mm breit. Sie ist ein kleines Band für sich (1), dessen Kettfäden (mit Zugabe für das Anknöten an die Pfosten) so lang sein müssen wie das später auf dem Gewichtswebstuhl zu fertigende Gewebe. Zwischen zwei Pfosten werden diese Fäden gespannt, vorher jedoch in die Schlitze und Löcher des Webkammes eingezogen (man kann Anfangskanten auch mit Webbrettchen oder einem kleinen Litzenstab weben).

Durch Heben und Senken des Kammes entstehen die beiden für die Tuchbindung nötigen Webfächer. Die Schußfäden, die später die Kette des Hauptgewebes bilden, müssen an einer Seite in der gewünschten Länge ausgespannt werden. Das Einführen des Schußfadens geschieht in der Regel so, daß das Garnknäuel beim Durchziehen des Fadens durch das Fach auf der Gegenseite bleibt (2). Daher findet man in der Gewebeanfangskante immer zwei Fäden in jedem Fach. Sie gelten im allgemeinen als Beweis dafür, daß eine Anfangskante vorliegt (es gibt solche Kanten jedoch auch als Seitenkanten, auf deren Herstellung in diesem Zusammenhang nicht näher eingegangen werden kann).

Die beiden Fäden sind die künftigen Kettfäden, die am unteren Ende eine Schlaufe haben. Man kann sie gewöhnlich aufschneiden, um die durch die Webgewichte gestrafften Kettfäden je nach der zu webenden Bindung mit den Litzenstäben zu verbinden. Das Aufschneiden erübrigt sich, wenn zum Beispiel bei der Tuchbindung die Kettfäden in einer bestimmten Ordnung an der Übergangsstelle von der Anfangskante zum Gewebe verkreuzt werden.

Anschrift des Verfassers:

Klaus Tidow  
Textilmuseum  
Parkstr. 7  
D-2350 Neumünster

## Archäologische Bodenspuren eines Gewichtwebstuhls der frühen Eisenzeit mit einem Beitrag über Webversuche

Bernd Engelhardt und Elisabeth Weickmann

Bei der Rettungsgrabung „Prunn I“, Stadt Riedenburg, Ldkr. Kelheim, Bayern, im Unteren Altmühltal wurde unter anderem ein bisher unbekannter Typ von Hausgrundriß der frühen Eisen/Hallstattzeit entdeckt. Es handelt sich um die Bodenverfärbung eines langen schmalen Gebäudes mit Apsiden-Abschluß (Abb. 1). Nicht nur der Bautyp dieses Hauses selbst ist ungewöhnlich, auch ein Befund im Inneren des Gebäudes verdient besondere Beachtung.

Nahe der Nordwand des Hauses zeigt sich im Planum 3 eine hantelförmige Bodenverfärbung von 2,6 m Länge und 0,8 m Breite. Ein Profilschnitt (Abb. 2) gab zunächst Rätsel auf. Die beiden Gewichte des hantelförmigen Gebildes erwiesen sich als verfüllte Fundamentgruben von Holzpfosten (Abb. 2A u. D), während sich der Griff dazwischen als flacher Graben entpuppte. In ihm fanden sich in einer Reihe liegende 28 zumeist gut erhaltene Webgewichte (Abb. 3 u. 4). Zusätzlich ließen sich am Rande dieses Grabens zwei

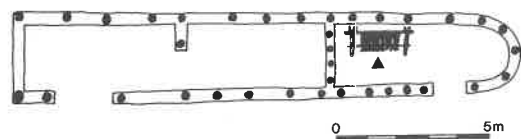


Abb. 1: Rekonstruktionsversuch des gesamten Befundes mit dem Webbereich und Webeinrichtung.

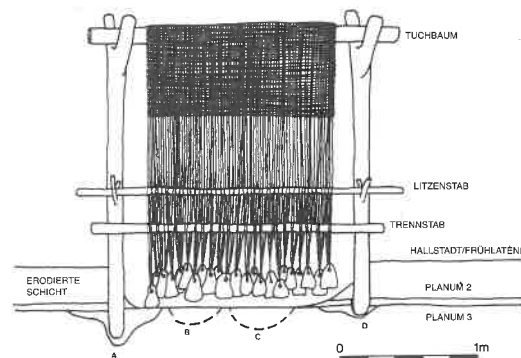


Abb. 2: Profildarstellung, Bodenverfärbung und dazugehörige Rekonstruktionsmerkmale.



Abb. 3: Scherben und Webgewichte in situ.



Abb. 4: Die Webgewichte nach der Restaurierung.

weitere recht verwaschene Verfärbungen (Abb. 2, B u. C) beobachten.

Nach einigen Überlegungen löste sich das Rätsel um die Bedeutung dieses Befundes: Es mußte sich um die Standspuren eines Webstuhles handeln. Die beiden Pfostenlöcher a und d sind als Fundament der tragenden Konstruktion dieser Vorrichtung anzusehen, die des besonderen Haltes wegen wohl zusätzlich noch an die Hauswand gelehnt war. In dem Graben zwischen diesen Pfosten hingen Gewichte hinab, welche die Kettfäden strafften. So war es möglich, ein längeres Stück zu weben, ohne die Kettfäden neu aufbinden zu müssen. Nicht eindeutig sind die beiden verwaschenen Verfärbungen b und c zu interpretieren. In ihnen kann man entweder einen Hinweis auf eine Abstützung der Tragpfosten des Webstuhles vermuten oder auch Tritts Spuren der hier arbeitenden Weberin (bzw. des Webers).

Über das Material der verwobenen Fäden und über die Bindungsart des hier entstandenen Gewebes sagt dieser Befund natürlich nichts aus. Die nicht sehr große Anzahl der Webgewichte spricht jedoch für ein gröberes Garn und für eine einfache Bindungsvariante, so wie sie auch für den praktischen Versuch gewählt wurden.

Am Anfang der Webtechnik wurden zwischen zwei senkrecht in die Erde gesetzten Pfosten Fäden gespannt und das gesponnene Material von Hand eingeflochten. Ebenso ist es denkbar, daß die Webvorrichtung aus hängenden Kettfäden bestand, die durch eine Beschwerung gespannt wurden.

Aus ähnlich einfachen Vorrichtungen entwickelte sich dann im Neolithikum der senkrechte Webstuhl, dessen einzige Reste in der Siedlung meist nur die Webgewichte aus gebranntem Ton oder Stein sind (Abb. 5). Sehr selten findet man wie bei dem obigen Befund Spuren, die auf den eigentlichen Webstuhl hindeuten. Gewebefragmente selbst haben sich nur in Feuchtbodensiedlungen erhalten. Anderswo überlieferten sie sich höchstens als zufällige oder absichtliche Abdrücke auf Keramik. Ein Beispiel hierfür ist der Becher aus einem Grab der Glockenbecherkultur (um 2000 v. Chr.) bei Altdorf, Kr. Landshut (Abb. 6), auf dem der Abdruck eines schmalen Textilbandes Verwendung fand.

Aufgrund der oben beschriebenen Befunde wurde ein Gewichtwebstuhl aus einfachen

Baumstämmen hergestellt und für das Webexperiment verwendet.

Da dieser Webstuhl für Demonstrationzwecke benutzt wurde, hatte man auf die Verankerung im Boden verzichtet und dafür einen Holzrahmen auf einer Platte befestigt (Abb. 7). In der Gabelung des Baumstammes liegt ein Querholz; der sog. Stoff- oder Warenbaum, an dem die Kettfäden angebunden und das fertige Gewebe aufgewickelt wird.

Die Kettfäden werden in zwei Fadengruppen geteilt, die eine mechanische Fachbildung ermöglichen. Die einzelnen Fadengruppen

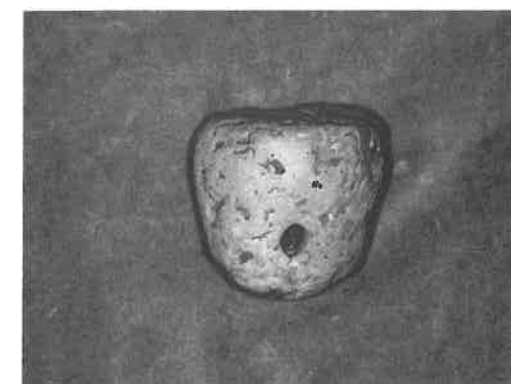


Abb. 5: Webgewichte aus der Zeit der Chamergruppe, Ldkr. Regensburg, Süd-Bayern.



Abb. 6: Gefäß aus der Glockenbecherkultur aus Altdorf, Kr. Landshut, mit Gewebeabdrucken; Leinenbindung.



Abb. 7: Rekonstruktionsversuch eines Gewichtswebstuhls.

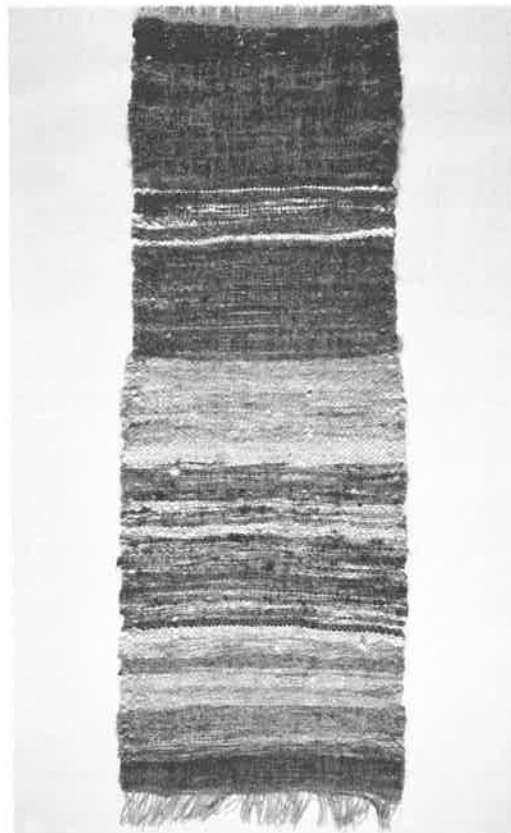


Abb. 8: Das Endprodukt.

werden gleichzeitig angehoben oder gesenkt.

Der Schußfaden wird in das natürliche Webfach von Hand eingelegt und mit dem Webschwert nach oben angeschlagen, um ein festes Gewebe zu erzielen.

Mit Hilfe des Litzenstabes wird beim Gewichtswebstuhl das zweite Fach gebildet; das Gegenfach. Jeder zweite Faden läuft durch die Litzen, das sind Garnschlingen, die am Litzenstab angebunden werden. Wenn der Stab angehoben wird, werden die vorher gesenkten Fäden der zweiten Fadengruppe nach vorne gezogen, die vorher angehobenen Fäden werden gesenkt. In das Gegenfach wird ein neuer Schußfaden eingelegt, der in entgegengesetzter Richtung zurückgezogen wird. Der Schußeintrag in Fach und Gegenfach geschieht in ständigem Wechsel; ein Gewebe in Leinwandbindung entsteht. Sie realisiert die maximal mögliche Zahl von Überkreuzungen und stellt somit das festeste Gewebe dar.

Durch das Drehen des Stoffbaumes wird das fertige Gewebe aufgewickelt.

Die Länge des Stoffes ist vorgegeben durch die Länge der Kettfäden, die von den Kettgewichten abgewickelt werden.

Auf dem frühgeschichtlichen Gewichtswebstuhl lassen sich schmale und breite, grobe und feine Stoffe herstellen. Der hier rekonstruierte Webstuhl hat nicht die nach dem Befund erfaßte Breite, was für dieses Experiment nicht von Nachteil ist (Abb. 8).

Anschriften der Verfasser:

Dr. Bernd Engelhardt  
Bayrisches Landesamt für  
Denkmalpflege, Außenstelle Landshut  
Abteilung Vor- und Frühgeschichte  
Sigmund-Schwarz-Str. 4  
D-8300 Landshut

Elisabeth Weickmann  
Moniberg 78a  
D-8300 Landshut

## Das Weben am Rundwebstuhl

Annelies Goldmann

### Einleitung

Im Gegensatz zum Gewichtswebstuhl gibt es für die Existenz des Rundwebstuhles nur Hypothesen. Es wurden Gewebefetzen mit Abschlüssen gefunden, die an den üblichen Gewichtswebstühlen nicht herzustellen sind.

Zu nennen ist zum Beispiel ein mittelalterlicher Wollkörper von der Dorfwurt Dorum aus dem 10. Jh., bei dem die Kettfäden in 1 cm langen Schlaufen enden (Abb. 1).

Auch sind Flechtanten aus dänischen Mooren bekannt, wo die Schlaufen übereinander abgekettet worden sind, wie es vom Stricken her geläufig ist.

Um ein Gewebe mit derartigen Kanten nachweben zu können, wurde im Museumsdorf Düppel nach einer Schemazeichnung von Klaus Tidow ein entsprechendes Gerät rekonstruiert (Abb. 2).

### Aufbau und Arbeitsablauf beim Rundwebstuhl

In ein stabiles Rahmengerüst sind zwei Bäume eingehängt. Der untere Stamm hält die Kettfäden anstelle der sonst üblichen Webgewichtsreihe straff. Während der untere Baum beim Einrichten der Kette festliegen muß, soll er während der Arbeit frei hängen, weil sich die Kettspannung verändert. Ein oder zwei größere Stein- oder Tongewichte, an beiden Seiten des frei schwebenden Baumes angebracht, sorgen für zusätzlichen Spannungsausgleich. Die Kettfäden verlaufen in der Runde über zwei nicht drehbare Bäume und können endlos ausgenutzt werden, was weder beim Gewichtswebstuhl

noch beim heute noch gebräuchlichen Trittwebstuhl möglich ist.

Anfang und Ende des Gewebes bildet ein und dieselbe Schnur. Die Kette wird nicht einfach in der Runde um die Bäume geschärt, sondern von und zu einer zwischen den Seitenstützen gespannten Schnur, wie es die schematische Darstellung zeigt (Abb. 3).

### Öffnen der Webfächer

Zunächst wurden zwei Litzenstäbe vorne eingehängt und somit abwechselnd zwei künstliche Fächer geöffnet. Das funktionierte gut, bedeutete aber nicht, daß es so gewesen sein muß. Im Forschungszentrum Lejre in Dänemark, wo man ebenfalls auf dem Gebiet der Weberei experimentiert, hatte man eine einfachere Lösung gefunden. Beim Rundwebstuhl werden die Webfächer analog zum Gewichtswebstuhl mit einem Trennstab und einem Litzenstab gebildet. Allerdings ist es sinnvoll, diesen Trennstab nicht als Rundholz, sondern als flache Latte zu wählen, damit sich das natürliche Fach besser öffnen kann (Abb. 4 u. 5).

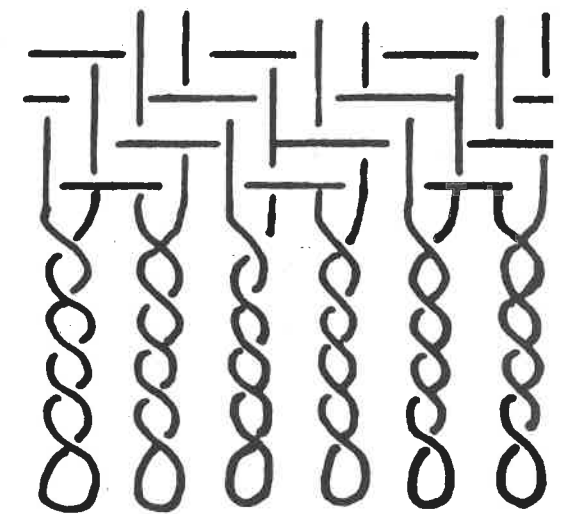


Abb. 1: Gewebeabschluß Dorum (nach Tidow, 1988, 207).



Abb. 2:  
Rundwebstuhl,  
Rekonstruktion  
Museumsdorf Düppel,  
Foto: Klaus Anger.

Das fertige Gewebe wandert um den Webstuhl herum. Wenn sich die Webfächer nicht mehr öffnen lassen, muß der Schußfaden bis zum Schluß mit der Nadel eingetragen werden. Das Ergebnis ist ein Schlauch, was zeigt, daß in der Vorzeit endlos gewebt werden konnte. In dänischen Mooren wurden mehrfach verhältnismäßig gut erhaltene Gewebe aus der Eisenzeit in Zylinderform gefunden. Das Schlauchkleid aus dem Huldremoor in Jütland beispielsweise ist 2,64 m lang und 1,68 m breit (Abb. 6) (HALD 1980, 360).

Eine Frau mit der Durchschnittsgröße von 1,65 m schlägt 20 cm des Röhrenkleides um und trägt einen Überfall auf Brust und Rücken, wie eine Puppe im Textilmuseum Neumünster in Schleswig-Holstein demonstriert. In diesen Zusammenhang passen auch die Darstellungen germanischer Frauen auf den Siegestäulen Trajans und Marc Aurels in Rom, wenn dies auch neuerdings von Lise Bender Jörgensen als reichlich optimistisch angesehen wird (JÖRGENSEN 1988, 107). Das fertige Gewebe vom Rundwebstuhl muß kein Schlauch bleiben. Die Anfangs- und

Endschnur bewährt sich quasi wie ein Reißverschluß. Wird die Schnur durchgeschnitten und herausgezogen, bleibt ein Stoff mit vier einwandfreien Webkanten übrig. Je nach Wunsch erhält man mehr oder weniger große gedrehte Schlaufen, denn automatisch drehen sich nun die losen Fadenenden zusammen, wie in dem Beispiel von Dorum. Am Rundwebstuhl entstehen also vollwertige ungenähte Kleidungsstücke, sei es nun als Schlauch oder ähnlich als „tunica recta“ zu drapierendes Tuch. So ist in der Bibel (JOHANNES 19, Vers 23) über die Kleidung von Christus zu lesen: „Der Rock aber war ungenäht, von oben an gewirkt durch und durch“.

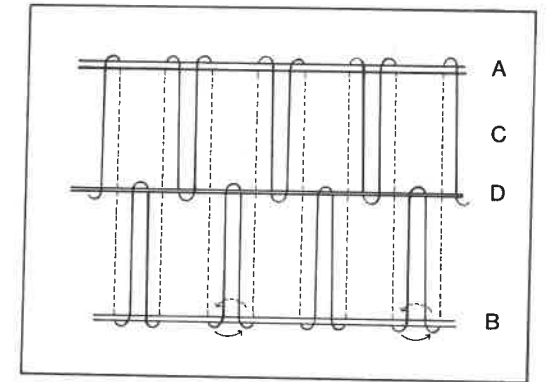


Abb. 3: Verdeutlichung des Ketteschärens über einer Schnur (nach Hald 1980, 166).  
A = oberer Baum; B = unterer Baum; C = Kettfäden; D = Anfangsschnur

Praktische Erfahrungen mit dem Rundwebstuhl - Webversuche im Museumsdorf Düppel 1986 - 1988

Im Winter 1986 wird im Museumsdorf Düppel ein Rundwebstuhl aufgebaut.

Als Kette dient gezwirnte braune maschinengesponnene Wolle, als Schuß weiße handgesponnene Skuddenwolle. Geplant sind vier Kettfäden pro Zentimeter bei einer Breite von insgesamt 140 cm. Wie aus dem Zeitprotokoll hervorgeht, reichen 18 Stunden zum Schärens der Kette. Es wird zu dritt gearbeitet; die Fäden werden sorgfältig um den oberen und unteren Baum herum und über die Rückfront des Gerätes gegeben. Es muß sehr genau darauf geachtet werden, daß sich die Fäden an der Anfangsschnur in U-Schlaufen treffen und die Richtung wechseln.

Dann werden Litzen für zwei Stäbe geknüpft, und oberhalb der Anfangsschnur kann der erste Schußfaden eingelegt werden. Weil man nicht, wie vom Gewichtwebstuhl her gewohnt, mit einer Kamm- oder Brettchenanfangskette arbeitet, liegen die Fäden zunächst verschieden dicht beieinander. Abhilfe wird durch einen nachträglich eingehäkelten Kettordner geschaffen. Ansonsten gibt es keine Probleme. Da die Kettfäden aus Industriewolle nicht so stark aneinander kleben wie die selbstgesponnenen Fäden, lassen sich die Fächer sehr leicht öffnen. Es ist sogar möglich, zeitweise zu zweit auf der Bank vor dem Webstuhl zu arbeiten. Die Anfangsschnur läßt sich auch ohne große Mühe mit der ganzen Arbeit um den Webstuhl herum verschieben.

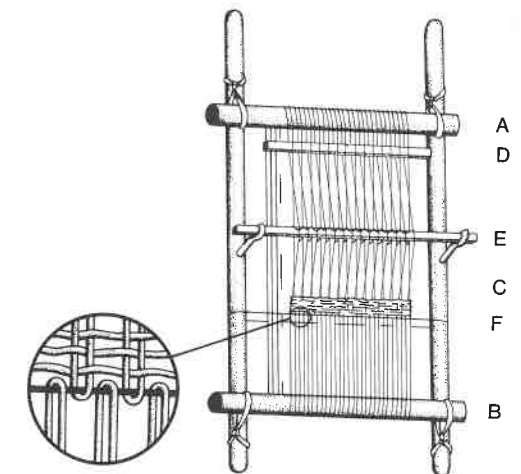
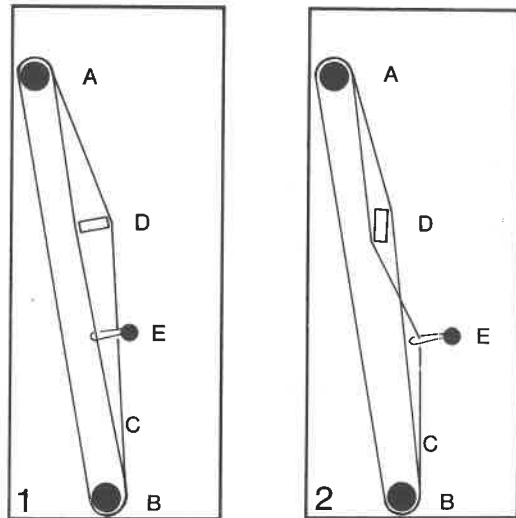


Abb. 4: Schemazeichnung Rundwebstuhl (nach Munksgaard 1974, 31). A = oberer Baum; B = unterer Baum; C = Kettfäden; D = Trennstab; E = Litzenstab; I = künstliches Fach; II = natürliches Fach





Natürliches Fach      Künstliches Fach

Abb. 5: Schemazeichnung Rundwebstuhl (nach Jørgensen 1988, 120). A - E analog Schemazeichnung Abb. 4. F = Anfangsschnur



Abb. 6: Rundgewebe vom Huldremoor (nach Hald 1980, 360).

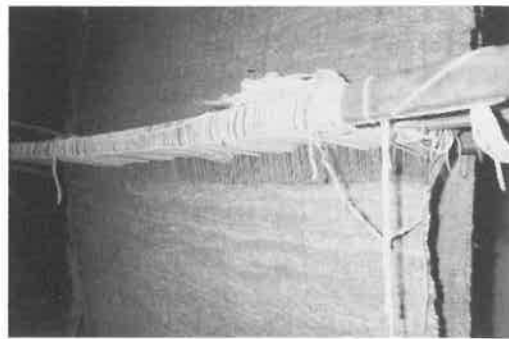


Abb. 7: Kurz vor dem Abschluß (Foto: Eva Maria Pfarr).



Abb. 8: Das Flechten der Kante (Foto: A. Goldmann).

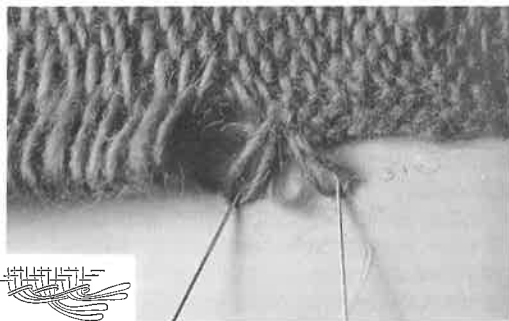


Abb. 9: Flechtkante aus dem Frærmoor, Rekonstruktion Textilwerkstatt Lejre (Foto: Henrik S. Rasmussen).

### Abschlußarbeiten

Gegen Ende des Webens geht es darum, gerade und genau mit der Anfangsschnur zusammenzutreffen. Mit Schußkeilen wird ein Bogen in der Mitte aufgefüllt. Hier bewähren sich die zwei Litzenstäbe, die von den gleichen Seitenholmen aus, dicht nebeneinander wie beim Trittwebstuhl, immer noch ein kleines Fach öffnen (Abb. 7). Die Anfangsschnur läßt sich nur schwer herausziehen. Nun werden beide Kanten wie beim Stricken abgekettet: die Abschlußkante mit zwei über die zwei übernächsten Maschen, die Anfangskante mit einer Masche über die nächste (Abb. 8 u. 9). Das dauert etwa 2,5 Stunden.

### Ergebnis

Der Stoff sieht gut aus, und vor allem ist kaum eingewebt worden. Das ist der auffallendste Vorteil gegenüber unseren Tuchen vom üblichen Gewichtwebstuhl. Die Maße betragen jetzt 3,1 m zu 1,36 m. Für ein Umschlagtuch vielleicht etwas zu groß, bietet es sich als Decke für die Familienschlafstelle an.

Das Zeitprotokoll berücksichtigt nicht Nachspannen, Breithalter Richten, Auf- und Abbauen bei Standortwechsel.

### Zeitprotokoll - Rundwebstuhl

Datum	Stundenzahl	Tätigkeit	Personen
19.02.86	9	Schären	3
25.02.86	9	Scheren	3
02.03.86	6	Litzen knüpfen	2
04.03.86	6	Litzen knüpfen	2
11.03.86	6	Weben	2
18.03.86	4	Weben	2
23.03.86	8	Weben u. Ordnen	3
01.04.86	2	Weben	1
bis 31.05.86	3	Weben	1
bis 20.01.87	24	Weben	4
bis 30.07.87	27	Weben	5
bis 02.10.88	24	Weben	5
bis 02.10.88	6	Stopfen	3
bis 02.10.88	2,5	Abketten	1
10.10.88	4	Verputzen	1

140,5

### Literatur:

- GOLDMANN, A. (1987): Der Rundwebstuhl, eine spezielle Form des senkrechten Gewichtwebstuhls, Museumsdorf Düppel. Berlin.
- HALD, M. (1980): Ancient Danish Textiles from Bogs and Burials. Kopenhagen.
- DOKKEDAL, L./NORGARD, A./SKYTTE JENSEN, E. (1985): Afprovning af Startborter, Side-og Afslutningkanter på „Rundvaev“ I laerred. Lejre.
- ULLEMEYER, R./TIDOW, K. (1981): Textil- und Lederfunde der Grabung Feddersen Wierde, in: Einzeluntersuchungen zur Feddersen Wierde: 116-119: Wiesbaden.
- MUNKSGAARD, E. (1974): Oldtidstragter. Nationalmuseum Kopenhagen.
- JØRGENSEN, L.B. (1988): Textilfunde aus dem Mittel-Elbe-Saale-Gebiet. Jahresschrift für Mitteldeutsche Vorgeschichte 71: 91-123.
- TIDOW, K. (1988): Neue Funde von mittelalterlichen Wollgeweben aus Norddeutschland. Archaeological Textiles: 197-210. Kopenhagen.

### Anschrift der Verfasserin:

Annelies Goldmann  
Suarezstr. 27  
D-1000 Berlin 19

## Das Ausrüsten von Wollgeweben

Annelies Goldmann

Schon in der Bronzezeit wurden die Gewebe gründlich gewalkt, d.h. mit Druck, Wärme und einer Walkflüssigkeit bearbeitet (SCHLABOW 1983, 12). Die Fasern quellen dabei auf, und die einzelnen Haare verfilzen miteinander.

1982 wurde im Museumsdorf Düppel ein erster Versuch in dieser Richtung gestartet. Auf dem Gewichtswebstuhl war eine Bahn von 4,73 m Länge und 45 cm Breite mit gezwirnter Kette und ungezwirntem Schuß entstanden, bestimmt für ein Kinderkleid. Der Schuß hatte sich schwer nach oben anschlagen lassen, und die Arbeit ähnelte einem Sieb.

Quadrate von 10 cm Seitenlänge, auf die gesamte Fläche verteilt, wurden markiert, und Kett- und Schußfäden in drei Ecken auf 2 cm gezählt, um die Veränderung nach den erforderlichen Arbeitsgängen genau feststellen zu können.

Der Stoff wurde zunächst verputzt und über Nacht zum Entspannen in zu Beginn 50°C heißes Wasser gelegt, danach zwischen Tüchern getrocknet und mit Birkenholzasche gewaschen. Aus fünf Pfund gemahlener Bornholmer Tonerde, heißem Wasser, 150 g Ammoniumkarbonat und einem Stück Kernseife wurde ein Walkbrei angerührt und darin der Stoff mit den Händen bearbeitet und dann sechs Stunden lang mit den Füßen (Gummistiefel) kalt getreten.

Nach dem Auswaschen und Trocknen unter Druck zeigte das Ergebnis einen Einsprung von 25 % in der Breite und 20 % in der Länge.

Mit dieser Erfahrung konnten jetzt andere Webvorhaben besser vorher berechnet werden, d.h. gleich breiter und länger veranschlagt werden. So gelang es 1986, ein großes quadratisches Tuch von 2 x 2 m auf dem

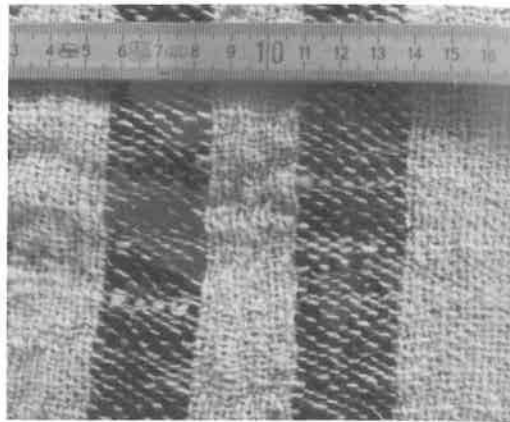


Abb. 1: Fischgratmuster, entstanden durch verschiedene Drehung der Kettfäden.



Abb. 2: Jakob Spensetzer, Kardenmacher, der 330. Bruder, 1545 (entnommen aus: „Das Hausbuch der Mendelschen Zwölfbrüderstiftung zu Nürnberg“, 1965, Blatt 166 v).



Abb. 3: Hanß Forchhamer, der 270. Bruder; 1521 (entnommen aus: „Das Hausbuch der Mendelschen Zwölfbrüderstiftung zu Nürnberg“, 1965, Blatt 136 r).



Abb. 4: Rauhergerät mit Distelkarden, im Museumsdorf Düppel erstellt.

Gewichtswebstuhl fast wunschgemäß zu realisieren.

Eine besondere Freude und auch Überraschung erlebten wir nach dem Walken eines Tuches vom Gewichtswebstuhl, wo wir in die Kette zehn Fäden in entgegengesetzter Spinnrichtung geschärt hatten. Nach sechs Stunden Treten mit Schmierseife und heißem Wasser sowie Trocknen unter Druck ist ein Gratlinienmuster entstanden, die Tuchbindung wirkt wie Köper. Der Streifen mit brauner Skuddenwolle macht das Ergebnis deutlich: links in Randnähe sieht die Bindung wie Spitzköper aus (Abb. 1).

Dieses Experiment sollte beweisen, daß man im frühen Mittelalter die unterschiedliche Spindrehung der Garne zur Musterung ausgenutzt hat. Ein angenehmer Nebeneffekt kam hinzu. Durch die Walke ist ein griffiges weiches Tuch entstanden. Wir sind dem Geheimnis echter Tuchmacherkunst nähergekommen.

Zur weiteren Veredelung von Wollgeweben nach dem Walken gehört das Rauhen mit Wollkratzern oder Distelkarden (Abb. 2, 3 u. 4). Der dabei entstehende Faserflor muß noch geschoren, d.h. mit großen Scheren weiter behandelt werden.

In Haithabu gefundene gerauhte Köpergewebe scheinen für bestimmte Teile der Tracht, z.B. die Obertunika, angefertigt worden zu sein.

### Literatur:

- HÄGG, I. (1984): Die Textilfunde aus dem Hafen von Haithabu, Ausgrabungen in Haithabu. Bericht 20. Neumünster.  
 MORDASCHEWITZ, G. (1982): Protokoll zum sogenannten Kinderkleid, Manuskript Museumsdorf Düppel.  
 SCHLABOW, K. (1985): Gewebe und Gewand zur Bronzezeit. Neumünster.  
 TIDOW, K. (1978): Die Wollweberei im 15. bis 17. Jahrhundert. Neumünster.  
 WHEWELL, C.S. (o.J.): Filzen und Walken. Ciba Sonderdruck.  
 Das Hausbuch der Mendelschen Zwölfbrüderstiftung zu Nürnberg, München (1965).

### Anschrift der Verfasserin:

Annelies Goldmann  
 Suarezstr. 27  
 D-1000 Berlin

Heidi Stolte

Das Brettchenweben ist ein Verfahren, bei dem der Weber nicht unbedingt auf einen Webstuhl oder einen Webrahmen angewiesen ist. Schon sehr früh wurden in dieser Technik vorwiegend schmale Gewebe hergestellt.

Den deutschen Begriff „Brettchenweberei“ verdanken wir Margarethe Lehmann-Filhes, die ihn, einer isländischen Bezeichnung folgend, um 1900 einführte. Sie trug mit ihren Forschungen und praktischen Versuchen auch richtungweisend dazu bei, die in Deutschland fast vergessene Volkskunst des Brettchenwebens neu zu beleben.

Als Webgerät dienen - unverändert seit mehr als 2000 Jahren - Brettchen, die an den Ecken mit Löchern versehen sind.

Es gab Brettchen mit bis zu acht Löchern; doch wurden immer schon quadratische, vierlöcherige Brettchen am häufigsten verwendet (Abb. 1).

Je nach Kulturkreis und wohl auch entsprechend der sozialen Stellung des Webers wurden die Brettchen aus Holz, Horn, Knochen, Leder, Elfenbein oder Bronzeblech hergestellt.

Wie auf spätmittelalterlichen Abbildungen überliefert wurde, schlug man den Schußfäden gelegentlich mit einem schmalen, webeschwertähnlichen Kleingerät an.

Üblicherweise wird in jedes Loch ein Kettfaden eingezogen und die Kette dann gespannt. Die Flächen der Brettchen stehen parallel zur Kette. Dreht man die Brettchen in dieser Stellung ständig in eine der beiden möglichen Richtungen, so werden die Kettfäden jedes Brettchens für sich zu einer Schnur verzwirrt. Verwendet man Vierlochbrettchen, so öffnen sich bei einer vollständi-

gen Drehung der Brettchen um 360 Grad nacheinander vier Webfächer, gebildet von jeweils anderen Kettfäden. Ein zusammenhängendes Gewebe entsteht dadurch, daß nach jeder Vierteldrehung - 90 Grad - ein „Schußfaden“ durch das neu entstandene Webfach geführt wird. Er hält nur die Verschnürungen der Kettfäden fest und wird selbst, außer bei Spezialtechniken, nicht im Gewebe sichtbar (Abb. 2).

Ein Brettchengewebe besteht also aus den nebeneinanderliegenden Schnüren, die jedes einzelne Brettchen liefert, und dem verbindenden, quer zur Kette durchgeführten Schußfaden. Aus den im Gewebe mehrfach übereinanderliegenden, miteinander verdrehten Kettfäden erklärt sich die besondere Zugfestigkeit und Haltbarkeit eines Brettchenbandes.

Das Verfahren legt es nahe, die Drehrichtung der Brettchen von Zeit zu Zeit umzukehren; denn der Kettvorrat verschnürt sich auch, und zwar entgegengesetzt zur beabsichtigten Drehung im gewebten Band (Abb. 3). Um diese unerwünschten Verdrehungen aufzuheben und den Brettchen bis kurz vor Ende der Kette freies Spiel zu erlauben, bietet sich ein mehr oder weniger regelmäßiger Wechsel in der Drehrichtung der Brettchen an. Dieser Wechsel ist charakteristisch für Brettchengewebe und kann zugleich für die Musterbildung genutzt werden (Abb. 4).

Auf der Ober- und Unterseite des Gewebes erscheint nach jeder Brettchendrehung und dem nachfolgenden „Schuß“ eine neue Gewebereihe. Die verschnürten Kettfäden sehen darin oft aus wie schrägliegende „Maschen“. Die Farbverteilung und die Schrägrichtung der Kettfäden, damit die Musterung des Bandes, sind abhängig vom ursprünglichen Einzug der Kettfäden in die Brettchenlöcher und auch von der jeweiligen Drehrichtung der Brettchen (Abb. 3a und 3b).

Dreht man bei mehrfarbig eingefädelten Brettchen alle Brettchen gleich oft in Richtung des entstehenden Gewebes bzw. in Richtung des Kettvorrats, so entstehen regelmäßige, spiegelbildliche Muster, die durch beliebigen Wechsel im Drehrhythmus leicht abzuwandeln sind (Abb. 4).

Über diese einfachen spiegelbildlichen Muster hinaus bestehen fast unbegrenzte weitere Möglichkeiten, da ja jedes Brettchen für sich in der Farbfolge seiner Fäden und in sei-

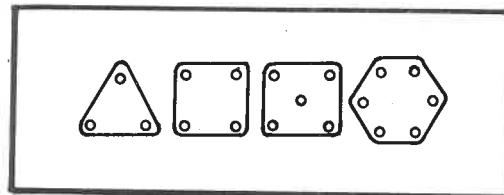


Abb. 1: Einige Brettchenformen.

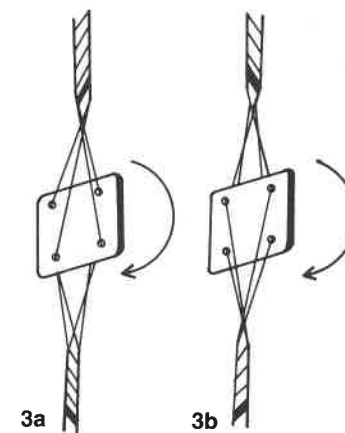


Abb. 3: Ein von links eingezogenes Brettchen (Abb. 3a) (Symbol in der Musterzeichnung auf Seite 1:) bildet beim Drehen in der Löcherfolge A-B-C-D nach „oben“ hin eine Z-gedrehte Schnur, nach „unten“ hin eine S-gedrehte. Bei einem von rechts eingefädelten Brettchen (Abb. 3b) ergibt sich bei gleicher Drehfolge die jeweils entgegengesetzte Drehung in der Schnur (Symbol in der Musterzeichnung: \d).

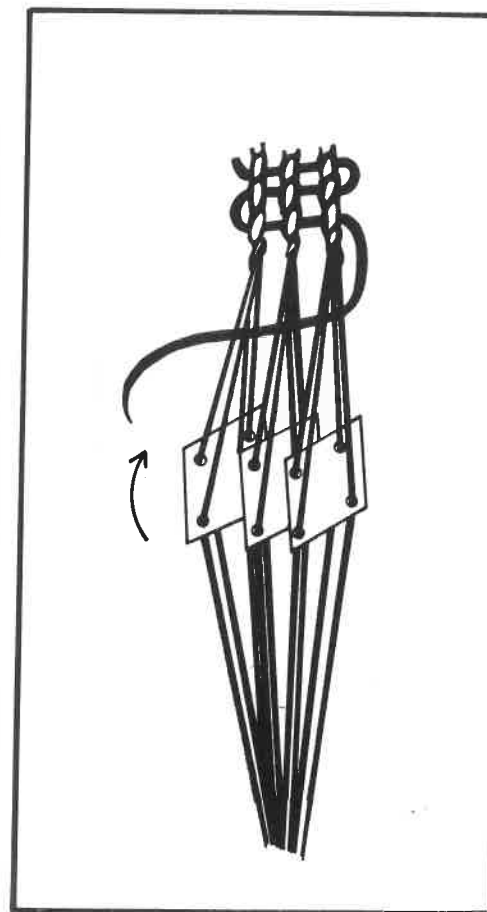


Abb. 2: Entstehung des Gewebes beim Brettchenweben. Zur Verdeutlichung sind die Kettfäden des entstehenden Bandes auseinandergezogen gezeichnet, und die Verschnürung der Kettfäden erscheint größer als in Wirklichkeit.

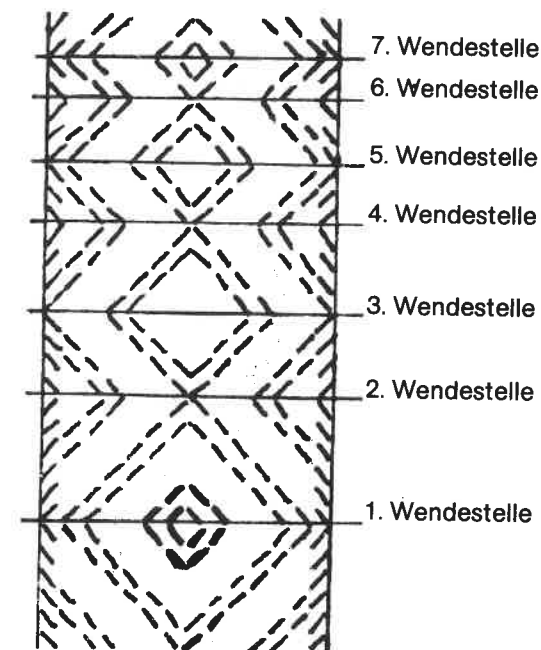


Abb. 4: Schematische Darstellung von Muster- und Strukturbildung durch wechselnden Drehrhythmus, bei einem „Grundmuster“ der Brettchenweberei, der Raute. Die Drehrichtung der Brettchen wurde erstmals nach 6 Vierteldrehungen gewechselt, dann wieder nach 6, 4, 4, 3, 3, 2 und 2 Drehungen mit den jeweiligen „Schüssen“.

ner Schnurrichtung (S- oder Z-Drehung) verändert werden kann.

Beim Bild- und Schriftweben, das man im frühen Mittelalter in höchster Vollendung beherrschte, müssen jeweils einzelne Brettchen vor dem Durchgeben des nächsten Schußfadens in die Farb- bzw. Fadenstellung versetzt werden, die das gewünschte Muster weiterführt. Hierzu ist auch eine besondere Farbverteilung beim Einfädeln der Brettchen zu beachten.

Ähnliche Effekte wurden auch durch Broschieren erreicht, einem Verfahren, bei dem mit einem zweiten Schußfaden, dem Muster-schuß, bestimmte Kettfäden unter- oder übergegangen werden.

Eine Art Durchbruchmuster mit Reliefcharakter ergibt sich, wenn nicht alle Löcher bezogen werden.

Bei auf die Spitze gestellten Brettchen ergeben sich gleichzeitig zwei Webfächer. So läßt sich ein Doppelgewebe herstellen, das man zu einem festen Schlauch gestalten kann. Der Schußfaden wird hierbei durch ein Webfach hin- und durch das andere zurückgeführt.

Die hier nur angedeuteten Möglichkeiten der Gestaltung wirken fast unerschöpflich. Viele engagierte Brettchenweber trugen dazu bei, sie wiederzuentdecken oder neue zu erfinden - und doch geben uns nicht wenige der von Archäologen geborgenen oder in Abbildungen überlieferte Brettchengewebe heute noch herausfordernde Rätsel auf.

Erkenntnisse über den Ursprung des Brettchenwebens scheinen noch kaum gesichert; eine umfassende Geschichte des Verfahrens ist noch nicht geschrieben worden.

Einige Autoren führen Belege an, die nach Ägypten, bis ins dritte vorchristliche Jahrtausend, zurückweisen würden.

Nach Peter Collingwoods vorsichtiger, u. a. auf genauen webtechnischen Analysen beruhender Datierung stammen die ersten sicheren Beweise für das Brettchenweben dagegen erst aus dem 6. Jahrhundert v. Chr. (COLLINGWOOD 1982, 10-12).

In den frühesten Geweben, die er als eindeutige Zeugnisse für die Verwendung von Brettchen gelten läßt, tritt das Brettchengewebe interessanterweise nicht als isoliertes Band auf - wie später meist -, sondern als Anfangskante an größeren Geweben. Bei einer solchen festen und haltbaren Anfangskante



Abb. 5: Fast vollständig erhaltene Kette mit 52 Brettchen, gefunden im „Oseberg-Schiff“ - etwa 850 n. Chr. (Copyright: Universitetets Oldsaksamling, Oslo).



Abb. 6: Eine der ältesten europäischen Darstellungen des Brettchenwebens, nach Zechlin 1952. Die Darstellung gibt dem Textilforscher nur wenig eindeutige Hinweise über die Brettchenwebtechnik (die Kette ist nicht gespannt, die Brettchen sind durcheinandergelagert, ein Schußfaden ist nicht sichtbar), doch führt sie einfühlsam die verhängnisvollen Folgen einer unterbrochenen Konzentration der Weberin auf ihr kompliziertes Werk vor Augen.

wurden die Schußfäden des Brettchenbandes als Kettfäden für das größere Gewebeteil weitergeführt (SCHLABOW 1965). Ihr gleichmäßiger Abstand war eine gute Voraussetzung z. B. für das Weben am Gewichtswebstuhl.

Im Thorsberger Moor fand man die Reste eines prachtvollen Umhanges, gewebt in Körperbindung, der an allen Seiten mit Brettchengewebten Kanten eingefast war - eine meisterhafte Leistung der Weber des 3./4. Jahrhunderts n. Chr., die es verstanden, zwei sich grundsätzlich voneinander unterscheidende Webtechniken zu verbinden. Die breiteste Brettchengewebte Kante war mit 178 Brettchen hergestellt worden, wie Karl Schlabow u. a. durch eine Nachbildung des Webstückes nachwies.

Ein einzigartiger Fund stammt aus der Nähe von Oseberg in Norwegen. Hier bargen Archäologen ein begonnenes Band mit eingezogener Kette und 52 Holzbrettchen, das man einer vornehmen „Wikingerfrau“ und ihrer Dienerin um 850 n. Chr. mit in ihr Totenschiff gegeben hatte (Abb. 5).

Frühmittelalterliche Funde aus England, Skandinavien und dem Mittelmeerraum - besonders aus Sizilien - bezeugen einen Höhepunkt des Brettchenwebens zu dieser Zeit: Aus Gräbern hochgestellter Persönlichkeiten, aus Klöstern und Kirchen wurden kostbare Brettchenbänder und -borten geborgen, aus Wolle oder Leinen, später farbiger Seide, Silber- und Goldfäden. Eingewebte Inschriften und komplizierteste Muster geben einen Einblick in den hohen Stand der Brettchenweber zu dieser Zeit und in ihre Möglichkeiten.

Sehr viel einfachere Wollbänder, meist einfarbig, fanden sich in den Resten dörflicher Siedlungen (HUNDT 1981). Hier dienten die gewebten Bänder vielleicht weniger der Zierde oder dem Ausdruck weltlicher und kirchlicher Würde, sondern vielmehr praktischen Zwecken. Möglicherweise gebrauchte man sie als Gürtel, Wickelbänder oder Traggurte für schwere Lasten. Die besondere Zugfestigkeit eines Brettchengewebes ließe auch seine Verwendung als Tierleine oder Zuggeschirr zu, wie das heute noch in einigen Ländern anzutreffen ist (VAN DEN BERG 1975).

Brettchenbänder des 14./15. Jahrhunderts dienten zunehmend nur noch als Stückenuntergrund, und nach dem 15. Jahrhundert ver-

schwand die Brettchenweberei weitgehend aus dem Textilbild (SCHUETTE 1948).

Als Volkskunst im bescheidenen Umfang weiterbetrieben, findet sie sich heute noch in Skandinavien, Island, im europäischen Rußland, auf dem Balkan, in der Türkei, im Kaukasus, im Nahen und Fernen Osten, in Nordafrika und jetzt auch in Amerika, wo sie wahrscheinlich im vorigen Jahrhundert eingeführt wurde (Abb. 6).

#### Literatur:

- HOLZKLAU, E. (1977): Brettchenweberei. Stuttgart.  
HUNDT, H.-J. (1981): Die Textil- und Schnurreste der frühgeschichtlichen Wurt Elisenhof. Frankfurt/Bern.  
JOLIET-VAN DEN BERG, M. u. H. (1975): Brettchenweben. Bern und Stuttgart.  
JOLIET-VAN DEN BERG, M. u. H. (1976): Mit Brettchen gewebt. Freiburg.  
LENZ, C. (1976): Brettchenweben. Ravensburg.  
SCHLABOW, K. (1965): Der Thorsberger Prachtmantel. Neumünster.  
SCHLABOW, K. (1981): Die Kunst des Brettchenwebens. Neumünster.  
SCHUETTE, M. (1948): Brettchenweben. Schmidt, O. (Hg.): Reallexikon zur deutschen Kunstgeschichte, II. Bd.: 1138-1150. Stuttgart-Waldsee.  
SNOW, M. u. W. (1977): Brettchenweben. Bonn-Röttgen.  
ZECHLIN, R. (1952): Werkbuch für Mädchen. Ravensburg.  
COLLINGWOOD, P. (1982): The Techniques of Tablet Weaving. London.

#### Anschrift der Verfasserin:

Heidi Stolte  
Matterhornstr. 27  
D-1000 Berlin 38

## Versuch der Musternachbildung eines Brettchengewebes: Teilstück der Manipel von Sankt Ulrich

Heidi Stolte

### Beschreibung des Bandes

In der katholischen Kirche St. Ulrich und Afra, Augsburg, wird ein Teilstück einer Manipel („Ärmeltuch“) aufbewahrt, die wahrscheinlich dem heiligen Ulrich mit ins Grab gegeben wurde. Ulrich von Augsburg, geb. 890, war von 923 bis zu seinem Tode 973 Bischof von Augsburg.

Die mir vorliegenden Abbildungen weisen auf einen außergewöhnlich guten Erhaltungszustand des Bandes hin; die durch die Kettfäden gebildete Musterung ist fast immer klar zu erkennen, so daß es mir möglich erscheint, allein auf der Grundlage der Abbildungen den Versuch einer Nachbildung zu unternehmen (Abb. 1).

Nach S. Müller-Christensen 1955 ist das erhaltene Stück insgesamt 72 cm lang und 6,5 cm breit. Das Band wurde nach ihren Angaben mit 134 Vierlochbrettchen gewebt, die mit Seidenfäden bezogen waren. Größere Flächen sind mit Goldfäden lancierend<sup>1</sup> überdeckt, einige Stellen nach dem Weben mit blauer Seide überstickt worden.

Mir liegen drei vergrößerte, schwarzweiße Abbildungen von einem Ende der Manipel vor - darunter eine von der Rückseite (Stadt-bildstelle Augsburg, mit freundlicher Vermittlung von Herrn Dr. Fansa, Oldenburg, und Herrn Dr. Czysz, Augsburg). Hier soll versucht werden, diesen Teil nachzuweben.

Bei der Betrachtung der Abb. 1 fallen zwei Hauptmotive auf:

1. Ein schrägliegendes Kreuz, verflochten in ein weiteres Symbol. Letzteres setzt sich

zusammen aus einem großen „Karo“ und je einem kleineren an seiner oberen und unteren Spitze.

2. Eine Hand mit ausgestreckten Fingern und leicht abgespreiztem Daumen, mit dem Ansatz eines Ärmels. Die Hand ist umgeben von Großbuchstaben. In der vermutlichen Webrichtung betrachtet (auf den Abbildungen von unten nach oben verlaufend zu denken), kann man zeilenweise, aber spiegelbildlich dargestellt, die Worte lesen: DEX TE RA DEI („Die Rechte (Hand) Gottes“).



Abb. 1: Teil der Manipel des hl. Ulrich (Augsburg, Kath. Kirchenstiftung St. Ulrich und Afra).

Beide Hauptmotive sind eingerahmt von Schmuckbändern, die sie jeweils wie die Ränder eines Medallions umschließen. Vor, zwischen und nach den Motiven überkreuzen/verschlingen sich diese Bänder knotenartig. Jeweils in der Mitte der „Knoten“ und einmal in Höhe der Mittelfingerspitze der Hand wechseln die rot-weißen Schrägstreifen ihre Richtung, entlang einer horizontal verlaufenden Linie. Hier handelt es sich um eine deutliche „Wendestelle“: Die Drehrichtung fast aller Brettchen wurde hier gleichzeitig gewechselt.

Betrachtet man eines der meist diagonal (parallel zur Grundmusterung der rot-weißen Schrägstreifen) verlaufenden Schmuckbänder im einzelnen, so meint man, ein flaches, durchlaufendes, mit roten Punkten auf weißem Grund regelmäßig gemustertes Band zu sehen, das von einer schmalen weißen, rot begrenzten „Schnur“ umschlungen wird.

Eine sehr eingehende Betrachtung erschließt noch einige Besonderheiten:

- Rechts oberhalb des verflochtenen Kreuz-Motives ist die ansonsten „mäandernde“, in Z-Formen erscheinende schmale „Schnur“ zu annähernd ovalen Formen abgewandelt, die den flachen Streifen nun ringartig umschließen.
- Während der unterste von den Schmuckbändern gebildete „Knoten“ dem obersten vollständig zu gleichen scheint, weist der mittlere - zwischen den Hauptmotiven - einige Unregelmäßigkeiten auf. Unter anderem erscheint der richtunggebende helle Streifen hier unterbrochen und wird danach im Muster mit einem Versatz weitergeführt.
- Links und rechts des verflochtenen Kreuzmotivs verläuft das aus seinen zwei Elementen zusammengesetzte Schmuckband senkrecht. Auch hier scheinen die sonst klaren Musterzusammenhänge unterbrochen, und eine Symmetrie, wie sie den übrigen Teil des Bandes charakterisiert, ist nicht ersichtlich.

Nach Peter Collingwood ist der größte Teil der Manipel in der weitverbreiteten, vergleichsweise einfachen „Warp-Twining“-Brettchenwebtechnik gearbeitet (siehe Beschreibung und Abbildung bei: „Technik des Brettchenwebens“).

Das Handmotiv und die Buchstaben dagegen entstanden in einer weitaus komplexeren Technik, die Collingwood als „Double-Fa-

ced 3/1 Broken Twill“ bezeichnet und beschreibt.

### Vorbereitung - Vorexperimentierphase

Seit etwa zehn Jahren beschäftige ich mich - damals angeregt von einer kleinen Abbildung eines Teils der Manipel von St. Ulrich - insbesondere mit „Überschneidungen“ in Brettchenwebmustern.

1987 fand ich in Peter Collinwoods Buch erstmals deutliche Abbildungen von einem Teil der Manipel (S. 286 u. S. 287) sowie den Hinweis, daß die Hand und die Buchstaben in der mir bis dahin unbekanntem Technik des „Double-Faced 3/1 Broken Twill“ entstanden waren (S. 142).

Darüber hinaus enthielt das Buch eine Beschreibung dieser besonderen Technik (S. 282-316) und eine webtechnische Analyse über den Verlauf von 27 Brettchenschnüren/26 Gewebereihen in einem Ausschnitt aus dem diagonalen „Schmuckband“ (Abb. 2).

Nun konnte ich erste gezielte Versuche beginnen:

1. Das Nacharbeiten des Ausschnittes nach P. Collingwoods Zeichnung.
2. Das Erlernen und Üben des Double-Face 3/1 Broken Twill-Verfahrens.
3. Das Nachweben eines Buchstabens der Manipel in dieser Technik.
4. Das Ausprobieren der Übergänge von der üblichen Brettchenwebtechnik zu diesem komplizierteren Verfahren.

Im Sommer 1989 wurde im Archäologischen Museum Biskupin, Polen, nach einem Entwurf von Nora Torlop (Museumsdorf Düppel) ein Webgerät angefertigt, das das Experimentieren an der St.-Ulrich-Manipel ermöglicht hat.

Aus früherer Zeit sind nur wenige Vorrichtungen für das Weben breiter Brettchenbänder bekannt, z. B. aus spätmittelalterlichen Abbildungen. Diese schienen mir aber für meinen Zweck nicht geeignet. So erfüllt das verwendete Webgerät rein funktionale Aufgaben und erhebt keinerlei Ansprüche auf historische Vorbilder.

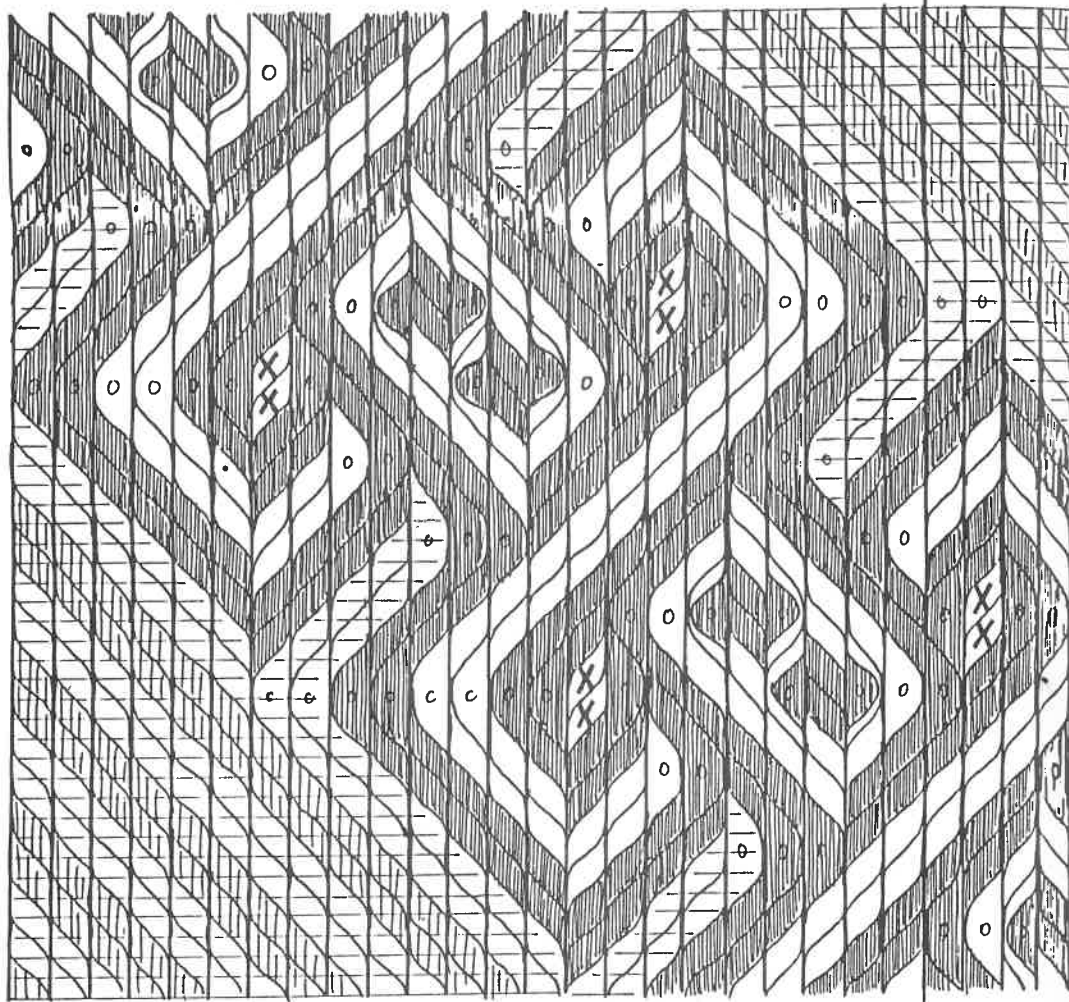


Abb. 2: Analyse über den Verlauf von 27 Brettchenschnüren/26 Gewebereihen aus dem „Schmuckband“ der Manipel (COLLINGWOOD 1982, 142).

### Das Experiment

Da ich nur nach Abbildungen arbeitete, konnte ich natürlich nicht anstreben, die St.-Ulrich-Manipel Reihe für Reihe originalgetreu nachzuweben.

Es ging mir vielmehr darum, unter Berücksichtigung der Gesetzmäßigkeiten der „Warp-Twining“- und der „Double-Faced-3/1 Broken-Twill“-Brettchenwebtechniken herauszufinden: Welche Webvorgänge waren im einzelnen nötig, um den Musterverlauf in der St.-Ulrich-Manipel entstehen zu lassen?

Dazu begann ich zunächst einen Webplan zu zeichnen, der während der Arbeit Schritt für Schritt wuchs und detaillierter wurde.

### A. Webplan - Musterzeichnung

Hier soll zunächst nur auf den Gewebeteil bis kurz unterhalb der Hand eingegangen werden; die in „Double-Faced-3/1 Broken Twill“ gearbeiteten Teile erfordern eine andere Art der Darstellung des Webverlaufs.

Die Manipel bietet drei Haupt-Orientierungsrichtungen:

1. Der Verlauf der Brettchenschnüre.
2. Waagrecht: Die nach jeder Brettchendre- hnung und dem zugehörigen Schuß ent- stehende Gewebereihe.
3. Diagonal: Die rot-weißen Schrägstreifen und die in gleicher Richtung verlaufenden „Schmuckbänder“.

Von diesen Hauptrichtungen aus konnte mit Hilfe der Gesetzmäßigkeiten des „Warp-Twining“-Brettchenwebens, mit Lupe, Lineal, Zentimetermaß und einigen Dreisatz-Bere- chnungen der hauptsächliche Musterverlauf erschlossen werden (besonders an den stärker mit Goldfäden überdeckten Teilen war er al- lerdings nur zu erahnen).

Eine gute Ausgangsbasis bot hierfür P. Col- lingwoods Analyse vom Verlauf von 27 Brett- chenschnüren in 26 Reihen (vgl. Abb. 2).

Für die Musterzeichnung wählte ich unlinier- tes Papier (1 Kästchen: 0,5 x 0,5 cm). Ein Kästchen in der Breite stellt die von einem Brettchen gelieferte Schnur dar; ein Käst- chen in der Höhe eine Gewebereihe (= eine Brettchendre- hnung + Schuß). Durch Schräg- striche wird die nötige S- bzw. Z-Verschnü- rung dargestellt - der Übersicht halber nur für die roten Fäden eingezeichnet.

Rote waagrechte Linien kennzeichnen, wo die Verschnürungsrichtung der entsprechen- den Brettchen geändert werden muß (Verfah- ren s. Abschnitt G. „Weben“); blaue waag- rechte Linien weisen auf Stellen hin, wo fast alle Brettchenschnüre ihre Richtung wech- seln. Für einen „roten Punkt“ des „Schmuck- bandes“ müssen zwei Brettchen innerhalb zweier aufeinanderfolgender Reihen um je ein Loch weitergedreht werden als ihre Nach- barn. Verwendetes Symbol:

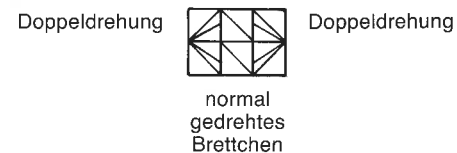


Abb. 3

Die leuchtfarbenen Senkrechten sind Zähl- und Orientierungshilfen für das Weben.

### B. Zu den Brettchen

S. Müller-Christensen gibt die Zahl der ver- wendeten Brettchen mit 134 an. Nun ist aber an der Längsachse des Bandes, dort, wo die rot-weißen Schrägstreifen von links und rechts aufeinandertreffen, stets ein Versatz um eine Webreihe zu erkennen:

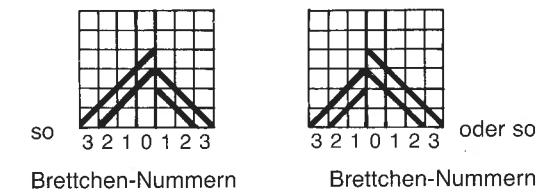


Abb. 4

Falls man voraussetzt, daß eine allgemeine Längssymmetrie angestrebt wurde, so liegt es nahe, daß das mit 0 bezeichnete Brett- chen die exakte Mitte des Gewebes be- stimmt und die Anzahl der Brettchen also eine ungerade gewesen sein muß.

Von dieser Annahme ausgehend, verglich ich insbesondere den Musterverlauf am Rand des Bandes mit meiner Webzeichnung und entschied mich dann, 133 Brettchen zu ver- wenden, und zwar



4 + 62 + 1 + 62 + 4  
Randbrettchen, Musterbrettchen, Randbrettchen,  
einfarbig rot je zwei weiße, einfarbig rot  
eingefädelt zwei rote Fäden eingefädelt

Abb. 5

Die Brettchen stellte ich aus Pappe her (5 x 5 cm) und numerierte sie, von der Mitte 0 ausgehend, mit gleichen Nummern nach links und rechts. Für jedes Brettchen der Endnummern -5 und -0 verwendete ich ab- weichende Farben, um die Orientierung beim

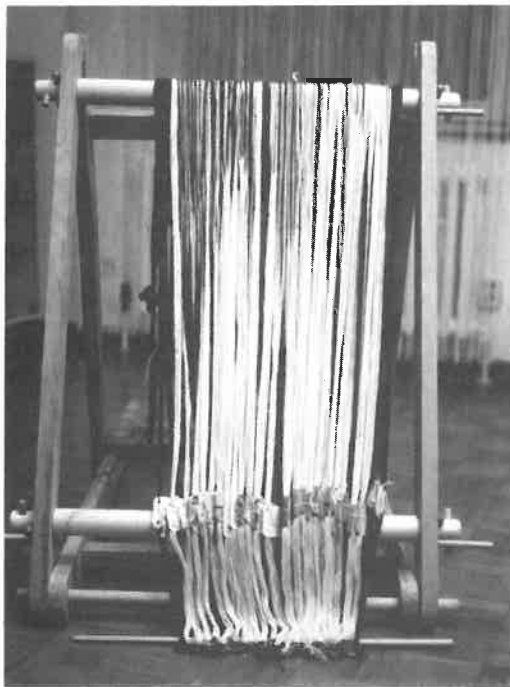


Abb. 6: Aufbringen der Kette auf das Webgerät.

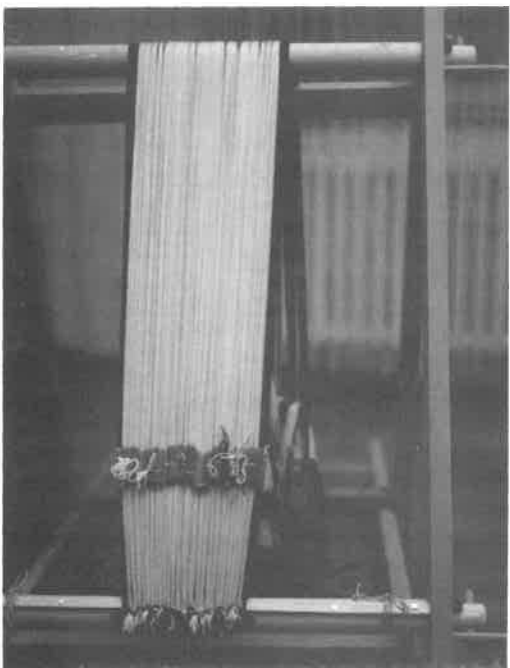


Abb. 7: Kette vor dem Einstellen des Grundmusters.

Weben zu erleichtern (vgl. die leuchtfarbigen Senkrechten in der Musterzeichnung).

### C. Material

Da ich nicht wußte, ob mein Versuch ein erkennbares Ergebnis haben würde, sah ich zunächst vom kostbaren Originalmaterial - Seide - ab.

Einen ersten Versuch mit Wolle (Patons Bristol, 100 % Merino, Lauflänge 210 m auf 50 g) mußte ich nach etwa zehn gewebten Reihen abbrechen, da die Fäden zu stark aneinanderklebten und das Drehen der Brettchen zur Qual machten. Außerdem drohte das Muster schon zu diesem Zeitpunkt im Abrieb roter und weißer Wollfusseln zu verschwimmen.

Breite des Gewebes beim Abbruch: 14,5 cm. Ich entschied mich schließlich für dünne Baumwolle (Austermann Musical, Lauflänge 125 m auf 50 g) und nahm damit auch in Kauf, daß das Gewebe wesentlich breiter werden würde als das Original,

- weil ich meinen Augen kaum zutraute, den exakten Verlauf von 532 Fäden auf 6,5 cm zu kontrollieren (die Stärke eines Kettfadens im Original scheint etwa heutiger Nähseide [!] zu entsprechen),
- und weil ich meinte, daß der komplizierte Musterverlauf nur in vergrößerter Form den Besuchern der geplanten Ausstellung nahegebracht und verständlich gemacht werden könne.

### D. Schären der Kette

Da der Einzug aller Musterbrettchen gleich war - 2 rote, 2 weiße Fäden -, konnte das zeitsparende Verfahren des „Schären im Pack“ (COLLINGWOOD 1982, 60-65) angewendet werden.

1. Brettchen in der benötigten Reihenfolge - gleiche Nummern aufeinander - zu einem Pack übereinandergeschichtet.
2. Fäden von 2 weißen und 2 roten Knäueln durch die entsprechenden Löcher des Packs gefädelt; an einem Pfosten des „Schärbocks“ festgeknotet.
3. Pack mitsamt den eingezogenen Fäden um die Pfosten des „Schärbocks“ herumgeführt, dabei rechts und links von einem

Pfosten bei jedem Umgang je ein Brettchen in seinen gespannten Fäden hängengelassen.

4. Immer 10 Brettchen (für die spätere Mitte: Zweimal 12 Brettchen) vorübergehend mit einem Faden zusammengeschnürt.
5. Fäden am ersten und letzten Pfosten durchgeschnitten - Kettlänge etwa 2,30 m.

### E. Aufbringen der Kette auf das Webgerät

1. Die vorderen und hinteren Kettfäden von je 5 bzw. 6 Brettchen an einem Ende miteinander verknötet.
2. Die Kettfadenbündel oben über den „Kettbaum“ gehängt; unten, über den Knoten, eine schmale flache Leiste eingeschoben (Abb. 6).
3. Die schmale Leiste mit dem Anfang der Kette unten am „Tuchbaum“ befestigt.
4. Die Spannung der Kettfäden über den „Kettbaum“ hinaus gleichmäßig eingestellt; die Fäden von je 10 bzw. 12 Brettchen auf der hinteren Seite des Webgerätes mit Gewichten belastet.

Als Gewichte verwendete ich Webgewichte, die im Museumsdorf Düppel gerade nicht gebraucht wurden, und Steine. Belastung: Kettbündel für die Randbrettchen: je ca. 270 g; Kettfadenbündel aus den Fäden von je 10 bzw. 12 Brettchen: durchschnittlich ca. 580 g. Gesamtgewicht der Belastung ca. 7520 g.



Abb. 9: Das Weben nach der Musterzeichnung.

### F. Vorbereitung für das Weben

Beginn: Anfang September 1989

1. Durch die Art des Schären lagen jetzt noch alle gleichfarbigen Fäden durch das ganze Pack hindurch auf derselben Brettchenkante (Abb. 7). Jedes Brettchen mußte nun in seiner S- bzw. Z-Richtung und im Farbverlauf auf das Grundmuster „Schrägstreifen“ eingestellt werden:

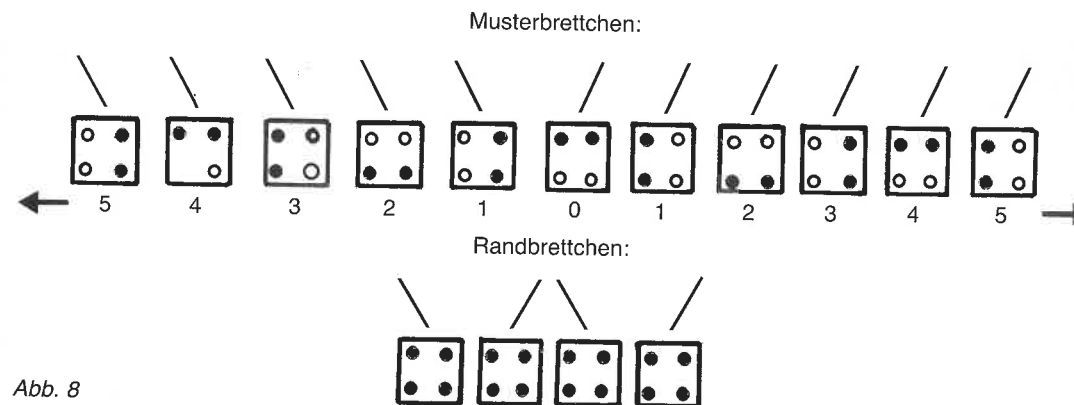


Abb. 8

2. Die Brettchen teilte ich zunächst in fünf kleinere Packs auf, die jeweils nacheinander gedreht wurden. Die Packs wurden auf der Kette etwas versetzt angeordnet.

### G. Weben

Nach einer Webprobe (alle Brettchen für etwa 6 Webreihen entgegengesetzt zur später beabsichtigten Richtung gedreht) begann das Weben nach der Musterzeichnung (Abb. 9).

Wenn ein Brettchen im Musterverlauf die S- bzw. Z-Drehung seiner Schnur wechselt und seine Farben entgegengesetzt zum vorherigen Verlauf liefern sollte, so gab es zwei Möglichkeiten:

- Das jeweilige Brettchen wird ab dieser Stelle gegenläufig zu den übrigen Brettchen gedreht. Dies legt eine Absonderung von den übrigen Brettchen nahe, z. B. durch Hinaufschieben auf der Kette, und führt zur Bildung weiterer Packs, die jeweils gesondert gedreht werden müssen.
- Das jeweilige Brettchen wird an dieser Stelle einmal „gewendet“, d. h. in Längsrichtung der Kette um seine Achse gekippt (Abb. 10). Es liefert ab dieser Wendestelle seine Farben und seine Schnurdrehung spiegelbildlich, genauso wie bei a), kann aber zusammen mit allen anderen Brettchen in der Haupt-Drehrichtung weitergeführt werden.

Für das Verfahren b) entschloß ich mich, wenn der Wechsel in der Schnurrichtung nur einzelne Brettchen betraf. Ab den deutlichen Wendestellen dagegen drehte ich die Mehrzahl der Brettchen entgegengesetzt zu vorher (blaue waagrechte Linie in der Musterzeichnung) und wendete dort nur die Brettchen, die ihre S- oder Z-Richtung beibehalten sollten.

Während der Arbeit am „Kreuz/Karo“-Symbol glaubte ich, noch drei vorher nicht so deutlich gesehene Haupt-Wendestellen zu entdecken. Dadurch ergaben sich immerhin insge-



Abb. 10: Das „Wenden“ einzelner Brettchen.

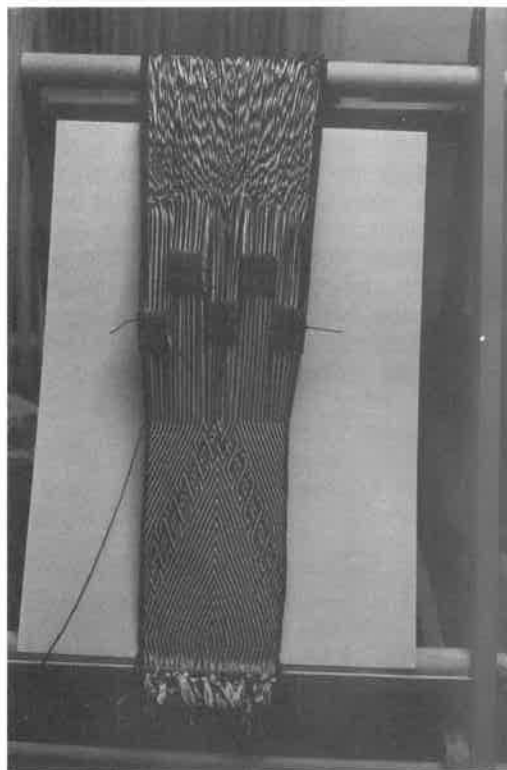


Abb. 11: Verschnürungen des Kettvorrats beim Weben.

samt fünf Reihen - die einzigen im Verlauf des ganzen Bandes -, in denen alle Brettchen ohne weitere Manipulationen einfach nur ein Loch weitergedreht werden konnten. Ansonsten waren, in jeder Reihe abwechselnd, entweder die Doppeldrehungen für die „roten Punkte“ oder das Wenden von Brettchen mit oder ohne Doppeldrehung zu beachten.

Bitter rächten sich Konzentrationsmängel: Jeder in der Zeichnung vergessene schwarze oder rote Strich, eine Brettchenwendung an falscher Stelle, eine versehentlich zu spät oder zu früh als „gewebt“ abgehakte Reihe, eine unerwartete Unterbrechung beim Weben ... schon entstanden Fehler. Sie wurden oft erst mehrere Reihen später offensichtlich. Das Rückgängigmachen aller Schritte bis zu ihrem Ursprung kostete stets viel Zeit und Konzentration.

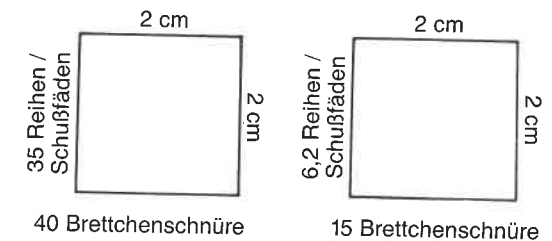
Bis der erste „Knoten“ des „Schmuckbandes“ erreicht war (Abb. 10. u. 11), hatte sich der Kettvorrat erheblich verschnürt (Abb. 11). Es war nicht zu erwarten, daß sich diese Verdrehungen durch gegenläufige Webvorgänge wieder auflösen würden, zumindest nicht innerhalb der zur Verfügung stehenden Arbeitshöhe.

So mußten die Kettfadenbündel hier - wie später noch öfter - von den Gewichten gelöst und die Verschnürungen aufgedreht werden. Das wachsende Gewebe wurde auf dem drehbaren „Tuchbaum“ aufgerollt.

Einen Versuch, wenigstens in einem Teilstück des Bandes mit Broschierung<sup>2</sup> zu arbeiten, gab ich nach wenigen Reihen auf: Der Broschierfaden wirkte verloren, und die broschierte Stelle hatte einen gänzlich anderen Charakter als die (allerdings schwer erkennbaren) entsprechenden Stellen auf der Original-Abbildung. Ein Grund für das unbefriedigende Bild liegt sicher darin, daß jede einzelne Verschnürung der Kettfäden in meinem Gewebe wesentlich länger wurde als im Original. Während die Musterdiagonalen im Original etwa im Winkel von 45 bis 50 Grad zur Waagrechten verlaufen, schien sich bei meiner Arbeit das ganze Muster in die Länge zu ziehen, und die vergleichbaren Winkel vergrößerten sich auf etwa 70 Grad.

Ein Vergleich des Verhältnisses von Kett- und Schußfäden klärte die webtechnische Ursache der unterschiedlichen Schrägen:

Vergleich des Verhältnisses Brettchenschnüre/Gewebereihen



Im Original  
(schätzungsweise; wenn man P. Collingwoods Breitenangabe von insgesamt 6,5 cm Breite zugrundelegt)

In meiner Arbeit

Abb. 12: Vergleich des Verhältnisses Brettchenschnüre/Gewebereihen.

Aus diesen Zahlenverhältnissen mußten sich etwa folgende Webbilder ergeben:

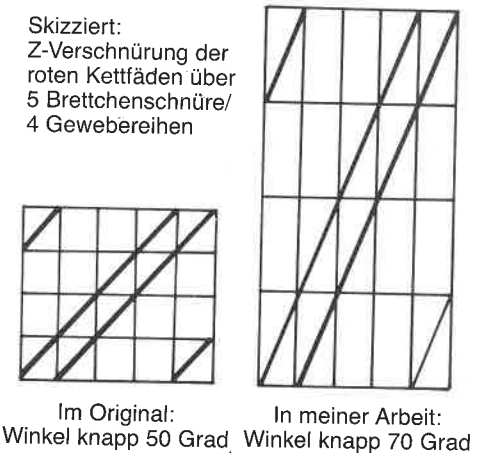


Abb. 13

Mindestens zwei Ursachen sind m. E. für das unterschiedliche Erscheinungsbild verantwortlich:



1. Da ein Baumwollfaden der von mir gewählten Stärke unnachgiebiger ist als ein dünner Seidenfaden, läßt er sich beim Verschnüren und beim Anschlagen der Gewebereihen nicht so fest zusammendrücken - weder als Kett- noch als Schußfaden.
2. Die einzelnen Kettfadenbündel waren mit durchschnittlich 580 g recht stark belastet. Das erleichterte zwar das reibungslose Drehen der Brettchen, setzte die Kettfäden aber vielleicht doch zu stark unter Spannung.

Weitere Versuche, z. B. mit anderem Material und geringerer Kettbelastung, müßten diese Zusammenhänge klären.

Die Hand und die Buchstaben arbeitete ich in der von P. Collingwood beschriebenen Technik des „Double-Faced 3/1 Broken-Twill“-Webens, Variante: Zweipack-Methode (COLLINGWOOD 1982, 293-316). Hierzu schob ich für die entsprechenden Motivstellen jedes zweite Brettchen auf der Kette etwas nach oben - Pack B. Die unteren Brettchen bildeten Pack A. Beide Packs mußten nun durch Kippen einzelner Brettchen auf eine bestimmte Folge von S- bzw. Z-Verschnürungen eingestellt werden. Die Struktur des „Double-Faced 3/1 Broken Twill“ entsteht dann durch Wiederholung einer Vierersequenz:

Nach P. Collingwood:

1. Drehung: Pack A und Pack B vorwärts drehen
2. Drehung: Pack A rückwärts, Pack B vorwärts drehen
3. Drehung: Pack A und Pack B rückwärts drehen
4. Drehung: Pack A vorwärts, Pack B rückwärts drehen.

Farbwechsel und Änderung der Verschnürungsrichtung der einzelnen Brettchenschnüre sind nur an bestimmten Stellen innerhalb des Webvorgangs möglich - durch Kippen einzelner Brettchen. Das mußte in der Webzeichnung berücksichtigt werden. Weiterhin war herauszufinden, mit welcher Drehung der Vierersequenz ein Motiv am günstigsten zu beginnen war und wie die Übergänge zu den weiterhin in der „normalen“ Brettchenwebtechnik verlaufenden restlichen Musterteilen zu gestalten waren.

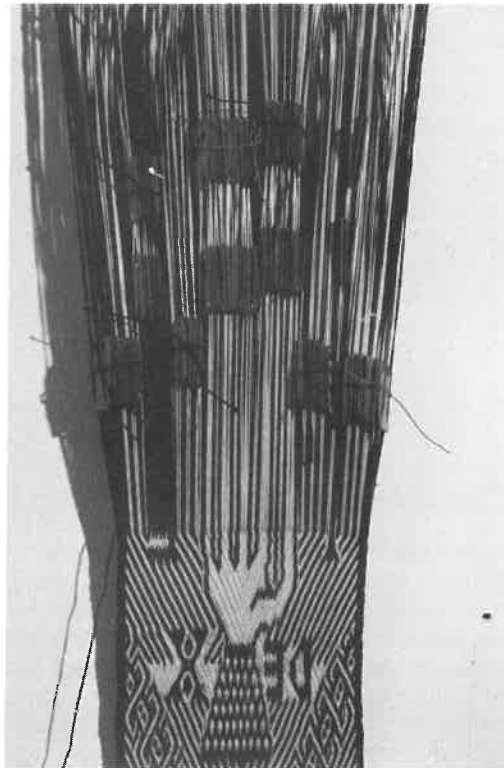


Abb. 14: Komplizierte Stellen im Muster machten das Aufteilen der Brettchen in viele Packs nötig.

Dieser Teil der Webarbeit war außerordentlich schwierig und erforderte zahlreiche Teilversuche, bis ein befriedigendes Musterbild entstanden war. An den kompliziertesten Musterstellen mußten die Brettchen über die Breite des Gewebes bis in 12 Packs aufgeteilt werden, die jeweils unterschiedlich zu behandeln waren (Abb. 14).

Das Gewebe ist jetzt 17,5 cm breit (an einigen Stellen 18 cm) und etwa 1,35 m lang.

Ergebnis

Wenn man von den unterschiedlichen Schrägen absieht, so läßt sich der Musterverlauf der Nachgestaltung m. E. durchaus mit den

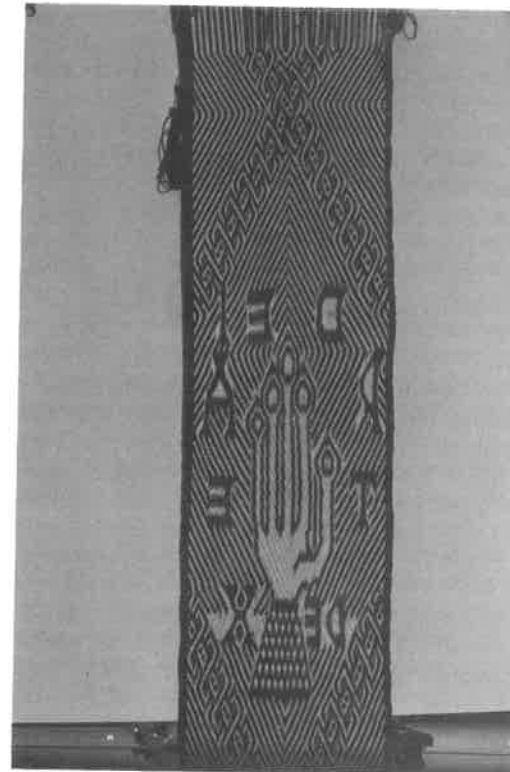


Abb. 15: Ein Teil der Nachbildung.

Abbildungen der Manipel in Beziehung setzen.

Dies scheint dafür zu sprechen, daß dem Original an den entsprechenden Stellen vergleichbare Webvorgänge zugrunde liegen (Abb. 15).

Diskussion - Kulturhistorische Einordnung

Es bleiben viele Fragen offen:

- Wie wurde vor 1000 Jahren das Weben eines so komplizierten Bandes geplant und durchgeführt?
- War der Weber/die Weberin allein aufgrund genauer Kenntnisse der Webvorgänge in der Lage, das Muster während der Arbeit, ohne ins einzelne gehende Zeichnungen, zu entwickeln?

- Welche Hilfsmittel und Geräte wurden benutzt?
- Wie wurde die Kette gespannt?
- Wo ist das Band entstanden?

In Augsburg hält man es für möglich, daß es in dem von Bischof Ulrich 968 begründeten Kanonissenstift St. Stephan, Augsburg, gewebt worden sein könnte (s. BESCHREIBUNG der Manipel). Die Haken- und Flechtornamente auf dem weniger bekannten Teil des Bandes erinnern aber auch an Motive irisch-keltischer Kunst.

Neben vielen eher technischen Fragen stehen auch inhaltliche:

- Welche uns heute verborgenen, vielleicht auch damals nur wenigen Menschen zugänglichen Symbolgehalte mögen in den einzelnen Musterteilen oder im Musterverlauf der gesamten Manipel ausgedrückt oder verschlüsselt sein?
- Wieviel davon bezieht sich persönlich auf den Bischof Ulrich, dem die kostbare Manipel mit ins Grab gegeben wurde?

Ulrich von Augsburg war ein Zeitgenosse von Otto I. (912-973), dem er auch persönlich nahestand. Von Ottos Vater, König Heinrich I., als Bischof eingesetzt, förderte Ulrich in seiner Amtszeit den Bau von Klöstern, Dom und Armenhospital.

Vielen Augsburgern ist der Bischof heute noch gegenwärtig als früherer Retter ihrer Stadt: Gegen die häufigen Angriffe der Magyaren hatte Ulrich die Befestigung Augsburgs verstärken lassen. Ausschlaggebend für seine Heiligsprechung (bereits 993, als erster Bischof) war seine Haltung 955 während einer Belagerung der Stadt durch die Ungarn. Der Überlieferung zufolge ermutigte er in seinem geistlichen Amt die Augsburger zum Aushalten und zeigte sich den Belagerten waffenlos und ungeschützt. Dieser persönliche Mut beeindruckte die Angreifer stark; sie zogen ab und wurden kurz darauf von König Otto I. auf dem Lechfeld vernichtend geschlagen (10. 8. 955). Otto ließ die Überlebenden unerbittlich verfolgen, und so gelang es, einer jahrhundertelangen Bedrohung durch die ungarischen Überfälle ein Ende zu setzen. Zur Abwendung dieser Gefahren hatte Otto erstmals zahlreiche deutsche Stämme vereinigen können; dies und sein militärischer Erfolg trug später zu seiner Kaiserkrönung bei (962 durch den Papst in Rom). Otto I., der Große, wurde der Stifter

des Heiligen Römischen Reiches Deutscher Nation (FISCHER-FABIAN 1977, 34-36; HOFMANN 1987, 207-212; KOHL 1963).

Die Menschen der damaligen Zeit sahen in der Rettung der Stadt Augsburg mit Bischof Ulrichs Hilfe ein Gottessignal - ein Zeichen des verborgenen Wirkens Gottes. Die „Hand Gottes“ in der Manipel mag darauf hinweisen. Sie mag auch die Legende aufgreifen, nach der dem heiligen Ulrich zweimal während einer Messe vom Himmel eine Hand erschien, die den Kelch segnete (BESCHREIBUNG der Manipel; Müller-Christensen, S. 1955).

Darstellungen einer Hand als Zeichen für ein göttliches Wesen sind uralt und finden sich auch in nicht-christlichen Kulturkreisen.

Nach Gerd Heinz-Mohr (1988, 124-126) drückte die Hand „immer schon . . . Aktivität, Macht, Herrschaft aus“. In der christlichen Welt verkörpert die Hand Gottes

- „Gott in der Totalität seiner Macht und Wirksamkeit . . .“

- „ . . . Darreichung, Bewahrung, Bündnis“,

- „ . . . Zeichen göttlichen Eingreifens . . .“,

- „durch die Hand Gottes ergriffen zu sein, bedeutet Empfang des Geistes Gottes“.

In diesem Zusammenhang ist es interessant, die kreisförmigen Betonungen am Ende der Finger zu betrachten. Sie werden vom unbefangenen Betrachter leicht als Fingernägel gedeutet. Dieser Deutung widerspricht aber das lateinische DEX TE RA DEI, das die Hand eindeutig als „Rechte Gottes“ bezeichnet, und auch die recht realistisch dargestellte Handlinie/Falte zwischen Daumen und Zeigefinger. So scheinen also in der Manipel die Fingerkuppen betont dargestellt - Zeichen für die Berührung Gottes?

Das in der Manipel eingewebte schrägliegende Kreuz gleicht am ehesten dem „Andreaskreuz“ (crux decussata) (Abb. 16). Nach Gerd Heinz-Mohr (1988, 165-167) war dies ursprünglich ein „Symbol der gekreuzten Hölzer des Feueropferaltars und diesbezüglich auf Darstellungen der Opferung . . . zu finden“.

Rätselhaft erscheint die spiegelbildliche Darstellung der Buchstaben um die Hand herum und der Textverlauf in ungewohnter Leserichtung (Abb. 17).

Wegen der Lancierung und der nachträglichen Stickerei kann es heute keinen Zweifel



Abb. 16

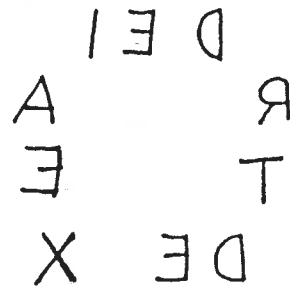


Abb. 17

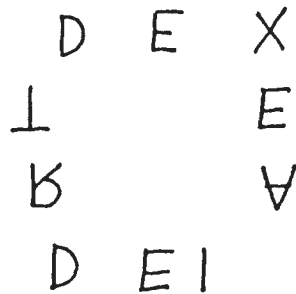


Abb. 18

geben, welches die Vorderseite des Bandes ist.

Bedenkt man die Verwendung des Gewebes als Manipel - „Meßornatstück des Priesters in Gestalt eines am linken Unterarm getragenen breiten, seidnen Bandes mit Fransen“ (MEYERS 1908, 597) -, so fällt auf: Der dem Bischof Gegenüberstehende kann, dank der besonderen symmetrischen Eigenschaften der Buchstaben D, E, X und I, einen größeren Teil der Schrift „richtig herum“ lesen (Abb. 18).

War das Absicht? Oder deutete vielleicht ein des Lesens unkundiger Brettchenweber den ihm gegebenen Entwurf falsch und stellte den Text versehentlich spiegelverkehrt dar? Liegt vielleicht in der spiegelbildlichen Darstellung eine Verschlüsselung, eine Anspielung auf das geheime Wirken Gottes, das oft unverständlich scheint und sich nicht nach Menschengesetzen richtet?

Ob die „Schmuckbänder“ nur als zierendes Beiwerk gedacht waren?

Sind die Unregelmäßigkeiten im mittleren „Knoten“ - die Unterbrechung des sonst durchlaufenden „flachen Bandes“, die Weiterführung mit deutlichem Musterversatz - und die unterbrochene Linienführung links und rechts des mathematisch klaren „Kreuz/Karo“-Symbols durch (nur allzu verständliche!) Webfehler bedingt? Stellt die Weiterführung des Musters an diesen Stellen eine Improvisation dar, um möglichst unauffällig zum geplanten Musterverlauf zurückzukehren? Oder liegt hierin eine Absicht und ein tieferer Symbolgehalt (vielleicht etwa: „Zerrissenes kommt durch die Hand Gottes zurück zur alten Ordnung“)?

Ist die Umwandlung der mäandernden „roten Schnur“ in eine ringförmige Umschließung des „flachen Bandes“ - oberhalb des Kreuzes - einem Irrtum beim Weben zu verdanken, aus dem man das Beste zu machen verstand? Ist sie eine bewußte Variante, um den Musterverlauf aufzulockern? Hat sie symbolische Bedeutung?

Auch wenn eindeutige Antworten kaum zu finden sind, können Fragen vielleicht zum Verständnis der Denkweise und des Weltbildes des mittelalterlichen Menschen beitragen.

Mit der Verwendung heutiger Hilfsmittel, mit dem Entschluß zur Verwendung stärkerer Fäden und dem Verzicht auf den zusätzlichen

Arbeitsgang des Lancierens hatte ich mir in meinem Versuch die Arbeit gegenüber der unbekanntenen Herstellerin/dem Hersteller der Manipel erheblich erleichtert.

Wenn es gelänge, dem heutigen Betrachter einen Eindruck zu vermitteln,

- wieviel Zeit, Ausdauer und Konzentration vor über tausend Jahren für das Band aufgewendet wurden und

- welche hervorragende Beherrschung textiler Handwerkskunst sich in der Manipel mit der heute eher unspektakulären Breite von 6,5 cm offenbart,

so hätte sich der Versuch der Nachgestaltung gelohnt.

Anmerkungen:

- 1) Lancieren: Gleich während des Webens wird ein zweiter Schußfaden - der Musterschuß - eingesetzt, über die ganze Breite des Gewebes.
- 2) Broschieren: Gleich während des Webens wird ein zweiter Schußfaden - der Musterschuß - eingesetzt, um einzelne Teile des Gewebes zu überdecken.

Literatur:

- BESCHREIBUNG der Manipel des hl. Ulrich - ein Blatt aus dem Archiv der katholischen Kirche St. Ulrich und Afra, Augsburg.
- COLLINGWOOD, P. (1982): The Techniques of Tablet Weaving. London.
- FISCHER-FABIAN, S. (1977): Die deutschen Cäsaren. Locarno.
- HEINZ-MOHR, G. (1988): Lexikon der Symbole. München.
- HOFMANN, W. (1987): Unsere Heiligen als Schutzpatrone. Regensburg.
- KOHL, H. (1963): Bischof Ulrich. Augsburg.
- Meyers Kleines Konversationslexikon (1908): 7. Aufl., 4. Bd.
- MÜLLER-CHRISTENSEN, S. (1955): Liturgische Gewänder mit dem Namen des heiligen Ulrich. Augsburg.

Anschrift der Verfasserin:

Heidi Stolte  
Matterhornstr. 27  
D-1000 Berlin 38

## Vom Vlies zum Faden

Brigitte Freudenberg

### Die Wollvorbereitung

Die Bearbeitung des Naturproduktes Wolle erfordert eine vorherige Reinigung, schon um einen Parasitenbefall zu verhindern. Einige Tage vor der Schafschur trieb man früher die Tiere durch fließendes Gewässer, um auf diese Weise relativ gereinigte Wolle zu erhalten. Im Museumsdorf Düppel wird das Wollvlies nach der Schur kalt und ohne Waschmittelzufuhr gewaschen, damit das Wollfett Lanolin als Wetterschutz erhalten bleibt. Danach wird das getrocknete Vlies mit der Hand gezupft, wobei Unreinheiten, wie z.B. Stroh, herausfallen (Abb. 1.1). Mit Wollkatzern (Karden, Kardätschen) werden die Wollfasern anschließend in eine Richtung geordnet und noch besser aufgelockert (Abb. 1.2 u. 1.3). Die derart vorbereitete Wolle ist nun spinnfertig.

### Spinnen mit der hängenden Spindel

Seit der jüngeren Steinzeit wurde mit der freihängenden Handspindel gesponnen. Die Spindel besteht aus einem Holzstab mit einem Gewicht als Schwungmasse, dem Wirtel, aus gebranntem Ton, Stein oder einer Holzscheibe. Ein mit der Hand verdrehter Vorfaden wird mit einer Schlaufe am Spinnstab so befestigt, daß die Spindel hängen kann. Das Fadenende und das vorbereitete Spinngut hält man in der linken Hand. Mit der rechten Hand wird die Spindel in Schwung gesetzt, damit sie sich gleichmäßig in eine Richtung dreht. Währenddessen bildet man aus dem Wollflausch der linken Hand ein Faserdreieck und zieht daraus einige Fasern, die sich zu einem Faden verdrehen (Abb. 2).



Abb. 1.1: Die Rohwolle wird gezupft.



Abb. 1.2: Die gezupfte Wolle wird auf Karden aufgebracht.



Abb. 1.3: Wollbearbeitung mit Handkarden.

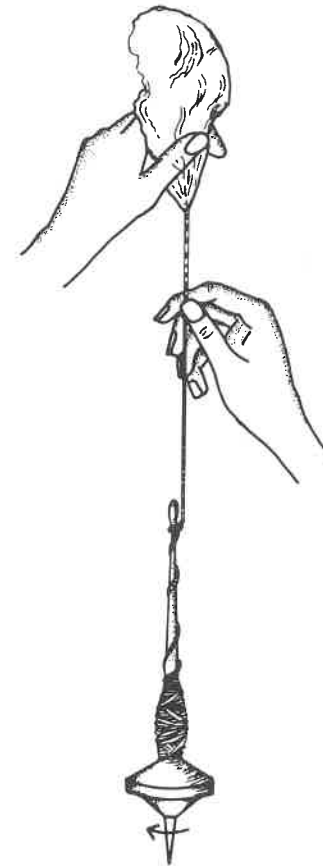


Abb. 2: Spinnen mit der Handspindel.

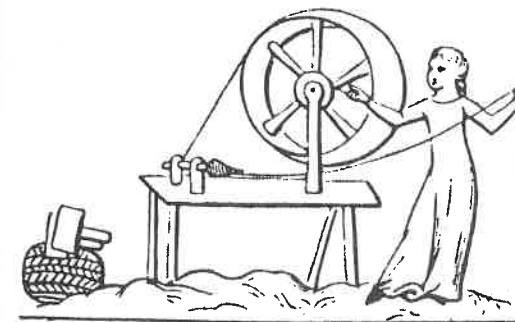


Abb. 3: Spinnrad aus dem 15. Jh. (Bohnsack 1981).

Dieser Vorgang, Schwung geben und Fasern ziehen, wird so oft wiederholt, bis die Spindel mit dem entstandenen Faden den Boden berührt. Nun muß die obere Schlaufe gelöst und der Faden aufgewickelt werden. Dieser Vorgang muß vielfach wiederholt werden.

### Das Handspinnrad

Als Weiterentwicklung der Handspindel entstand das Handspinnrad, indem aus dem Spinnstab eine waagrecht gelagerte Achse wurde. Der Wirtel in seiner Funktion als Schwungmasse wurde hierbei überflüssig. Zum Antrieb der Spindel benötigte man jetzt ein auf der Achse gelagertes Schnurrädchen, eine Antriebsschnur und ein großes Schwungrad.

Erwähnt wurde ein solches Spinnrad erstmals in der Handwerksordnung von Speyer im Jahre 1298 (BOHNSACK 1981, 67) (Abb. 3). Im Deutschen Museum München wurde eine Nachbildung davon erstellt. Der Drechsler im Museumsdorf Düppel, Manfred Weise, hat nach den vorliegenden Maßen ein Spinnrad aus Holz für das Experimentieren gebaut.

### Arbeitsablauf beim Handspinnrad

Das große Schwungrad ist mittels einer Antriebsschnur mit einer kleinen Rolle, an der ein Stab (der Spinnstab) befestigt ist, verbunden. An einem zuvor per Hand gedrehten und befestigten Vorfaden wird nun angesponnen; das geschieht folgendermaßen: Mit der Kurbel am großen Spinnrad setzt man mit der rechten Hand die Spindel in Bewegung. Die linke Hand hält und verzieht das am Vorfaden befindliche Faserdreieck schräg zur Spindelachse (Abb. 4.1). Der so geführte Faden gleitet dabei über die sich drehende Spindelspitze, und durch das gleichzeitige Verziehen des Faserdreiecks entsteht ein Faden, der immer länger wird. Daher auch der Ausdruck: Spinnen mit langem Auszug (Abb. 4.2). Um diesen Faden auf die Spindel aufzuwickeln, muß der Spinnvorgang unterbrochen werden. Durch eine kleine Gegendrehung des großen Schwungrades löst sich der Faden von der Spindelspitze und wird nun so aufgewickelt, daß die Spitze für den näch-



Abb. 4.1: Am Handspinnrad entsteht ein Faden.



Abb. 4.3: Der Faden wird im rechten Winkel zur Achse aufgewickelt.

sten Spinnvorgang frei bleibt. Beim Aufwickeln hält man den gesponnenen Faden im rechten Winkel zur Spinnachse und dreht dabei das Schwungrad (Abb. 4.3). Danach kann der Spinnvorgang erneut aufgenommen (Abb. 4.4) werden.

Wie ersichtlich ist, besteht im Arbeitsvorgang zwischen Handspindel und Handspinnrad kein großer Unterschied. Bei beiden muß die Arbeit unterbrochen werden.

Erst mit dem später entwickelten und heute noch gebräuchlichen Spinnrad mit Fußantrieb wurde ein effektives Arbeiten möglich,



Abb. 4.2: Spinnen mit langem Auszug.

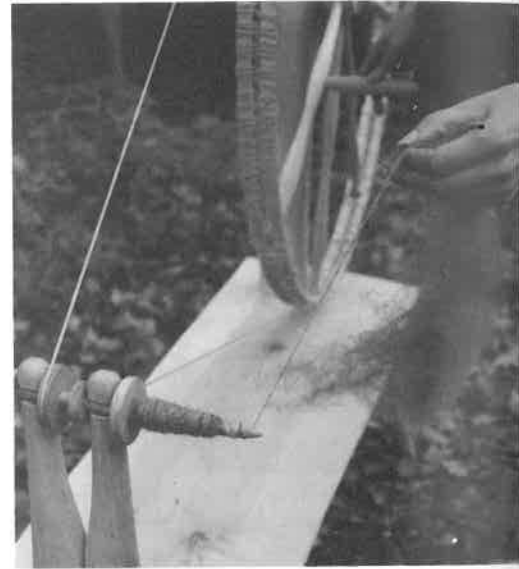


Abb. 4.4: Erneuter Spinnanfang.

da sich hierbei der gesponnene Faden ohne Arbeitsunterbrechung aufwickelte.

#### Literatur:

BOHNSACK, A. (1981): Spinnen und Weben. Hamburg.

#### Anschrift der Verfasserin:

Brigitte Freudenberg  
Länderallee 36  
D-1000 Berlin 19

## Experimentieren mit Pflanzenfarben

Ingeborg Klempau

### Einleitung

Tierische Fasern (z.B. Wolle) können auf Grund ihrer chemischen Beschaffenheit Farbstoffe aus Pflanzen aufnehmen; dabei kann es sich um eine oberflächliche Ablagerung des Farbstoffes handeln oder um eine Durchdringung der Faser. Man unterscheidet Farbstoffe, die direkt „aufziehen“, d.h. sie gehen mit der Eiweiß-Substanz der Faser eine feste Verbindung ein, und solche, die nur nach einer Vorbereitung der Faser mit einer Beize (indirekt) aufgenommen werden. Zu den direkt aufziehenden Farbstoffen gehören vor allem die gerbstoffhaltigen aus Rinden. Heutzutage besteht das Beizen in einer Erwärmung/Abkochung der Faser beispielsweise mit Alaun, Weinsteinsäure oder Pottasche, d.h. mit farblosen Kristallen. In der mittelalterlichen Hauswirtschaft wurden dazu Pflanzen benutzt (Bärentraube, Bärlapp, Sauerampfer) oder Aschenaufgüsse, Kalklaugen und ausgefalter Urin. Beide Gruppen waren selbst nicht frei von Eigenfarbe; das bedeutet, daß man unsere heutigen Farbvorstellungen nicht auf das Mittelalter übertragen kann.

Pflanzenbestimmungsbücher liefern einen Überblick über die Pflanzen, die zum Färben geeignet sind. Einige Pflanzen führen in ihrem deutschen und/oder lateinischen Namen einen Hinweis auf ihren früheren gewerblichen Gebrauch bis zur Einführung chemischer Farben im 19. Jh., z.B. Färberginster, Färberwau, Färberwaid, Rötengewächse, *Serratula tinctoria* (Schärte), *Carthamus tinctorius* (Saflor) oder *Rubia tinctoria* (Krapp). Einige davon sind schon im vorkarolingischen Schrift-

tum erwähnt: walt = Färberwau (*Reseda luteola*), waisdo = Färberwaid *Isatis tinctoria*. Darüber hinaus gibt es eine ganze Reihe von Pflanzen, die zum Färben benutzt wurden, aber keinen Hinweis in ihrem Namen tragen wie z.B. Birke, Eiche, Erle, Apfelbaum, Schachtelhalm, Rainfarn, Waldkerbel, Walnuß oder Zwiebelschale.

Die Pflanzenteile, die zur Farbgewinnung geeignet sind, wechseln von Pflanze zu Pflanze. Die ganze Pflanze, der oberirdische/unterirdische Teil, die Blüte, die Blüthenarbe, die Rinde des Stammes/der Wurzel, der Bast oder die Schalen der Früchte können Farbstoff enthalten. Unsere heimischen Beeren/Früchte enthalten zwar Farbstoffe, doch sind diese meist nicht lichtecht. Lichtechtheit und Waschfestigkeit sind Voraussetzung für den Gebrauch. Auch die Sammelzeit wechselt von Pflanze zu Pflanze. Im allgemeinen ist es die Zeit vor der Blüte, weil dann die Pflanze im Saft steht.

### Prinzip des Färbevorgangs

Die Pflanzen werden in der Regel gekocht, der Sud wird abgesehen, und in dem Sud wird die vorher gewaschene, evtl. gebeizte Wolle erwärmt/gekocht, dann gespült und getrocknet. Der Erwärmungs- und Abkühlungsprozeß der Wolle muß langsam erfolgen. Die Mengen, die Zeiten, die Beizen und die Pflanzenteile variieren.

Im folgenden werden einige Experimente vorgestellt, die mit Pflanzen aus dem Museumsdorf Düppel durchgeführt wurden.

### Die Farbe Gelb

Aus den meisten Färbepflanzen erhält man Gelb in den verschiedensten Nuancen, von sehr hellem Gelb über Grüngelb, Rotgelb, Beige, Orange, Graugelb bis Braun. Die wichtigsten gelbfärbenden Pflanzen sind: Birke, Rainfarn, Reseda, Wildapfel, Färberginster und Berberitze. Einige ergeben unter Zusatz von Alkali (Pottasche) zur Farbflotte einen Farbumschlag: Birke (gelb/orange), Schilf und Kreuzdorn (gelb/hellgrün). Die wichtigste gelbe Farbe bildete seit dem Mittelalter der Safran (*crocus sativus*). Die Narbe seiner Blüte enthält den direkt aufziehenden Farbstoff. Da dieser sehr teuer war und nur unter Aufsicht von „Safranschauern“

auf den Märkten gehandelt wurde, suchte man nach Ersatz und fand ihn in den Blüten des Saflor (*carthamus tinct.*), auch Bauernsafran, Landsafran oder wilder Safran genannt. Er enthält einen gelben - nicht sehr echten - und einen roten - echten Farbstoff, die sich bei unterschiedlichen Temperaturen aus der Pflanze lösen. Wenn die gelbe Farbe verblaßte, wurde das Kleidungsstück nicht etwa heller, sondern rötlicher. Saflor stammt, ebenso wie Safran, aus dem Mittelmeergebiet; sein Anbau wurde im Norden bis zum Elsaß betrieben.

#### Gelb aus Rainfarn

Ca. 500 g Rainfarn (Abb. 2) - die gesamte Pflanze ohne Wurzel - wurden in ca. 5 cm große Stücke geschnitten, diese in ca. 3 l Wasser gekocht und nach 1 Std. abgeseiht. Währenddessen wurden ca. 50 g Wolle vorbehandelt<sup>1</sup> und unter Zusatz von 3 g Alaun/l in der Flotte über eine Stunde langsam zum Kochen gebracht. Die Wolle wurde im heißen Zustand ausgedrückt, in die Farbflotte überführt und ca. 1 Std. gekocht; anschließend wurde sie langsam abgekühlt und gespült. Das Ergebnis war ein grünliches Gelb. Dieser Versuch wurde mit einer größeren Menge Rainfarn wiederholt, um herauszufinden, ob möglicherweise eine intensivere Grünfärbung zu erreichen ist. Dies ist jedoch nicht gelungen.

#### Gelb aus Birkenlaub

120 g frisches ausgewachsenes Birkenlaub wurden in 1 l Wasser gekocht und abgeseiht; in der Flüssigkeit wurden 3 g Alaun aufgelöst. In dieser Flotte wurde 2 x 10 g Wolle 1/2 Std. gekocht. Anschließend wurden 1 x 10 g Wolle entnommen, gewaschen und gespült. - Ergebnis: Gelb - während die anderen 10 g Wolle ungewaschen getrocknet und dann in 1 l Wasser unter Zugabe von 1 Messerspitze Pottasche über 16 Std. stehen gelassen. Das erzielte Gelb konnte so durch Alkalisierung in Bronze-gelb überführt werden und trägt damit zur Farbenvielfalt bei.

#### Die Farben Rot und Braun

Die Zahl der heimischen Pflanzen, die eine rote Farbe geben, ist verhältnismäßig gering. Saflor wurde bereits genannt, dazu kommen Gänsefuß (*Chenopodium album*), Labkräuter,

Ahorn, Holzapfel, Schlehdorn, Faulbaum und bestimmte Flechten. Aus dem Mittelmeerraum wird die Färberochsenzunge (*Anchusa tinct.*) im Mittelalter eingeführt und angebaut. Die größte Rolle spielt jedoch seit dem frühen Mittelalter die aus Südfrankreich stammende Krappwurzel, deren Anbau von Karl dem Großen verordnet wurde. Sie wurde im Osebergfund (bei Oslo) nachgewiesen, der auf etwa 800 n. Chr. zu datieren ist. Mit dem verstärkten Indienhandel kommt dann das Rot- oder Brasilholz von einem in den Tropen und Subtropen wachsenden Nadelbaum in Gebrauch.

Im Zusammenhang mit den roten Farben müssen auch Farbstoffe aus dem Tierreich genannt werden, weil sie überragende Bedeutung erlangten. Bestimmte Schildläuse wurden „geerntet“, im Essigbad getötet, getrocknet und gehandelt. Die Kermes-Schildlaus, die auf Eichen vor allem in Südosteuropa lebte, ergab im zerriebenen Zustand einen karminroten Sud. Nach der Entdeckung Südamerikas kommt die Cochenille-Schildlaus dazu, die auf den Feigenkakteen lebt und leichter zu „ernten“ ist. Ihre Abkochung ergab eine scharlachrote Farbe. Zu erwähnen ist noch der Purpur, jener kostbare Farbstoff des Altertums, der aus den Manteldrüsen einer Raubschnecke gewonnen wurde.

#### Rot aus Bergahorn

Zur Verfügung stand eine kleine Menge der äußeren Schicht einer Bergahornwurzel. Sie wurde in wenig Wasser gekocht. In dem entstandenen Sud wurde eine kleine Probe Wolle nach Vorbehandlung und ohne Beize 1 1/2 Std. gekocht. Das Ergebnis war ein dunkler Rosenholztön. Dieser Versuch sollte wiederholt werden mit mehr Material, das nach den einzelnen Wurzelschichten differenziert ist.

#### Rot aus Faulbaumrinde

100 g Faulbaumrinde wurden getrocknet, fein geschnitten in 2 l Wasser über Nacht eingeweicht, dann darin 2-3 Std. gekocht und abgeseiht. Der abgekühlten Flotte wurden 3 g Alaun zugesetzt, und 2 x 25 g Wolle beige-fügt. Nach einstündigem Kochen erfolgte die Entnahme der ersten Probe: Sie zeigte ein dunkles Gelb. Nach Abkühlung der Flotte wurde 1 Messerspitze Pottasche hinzugefügt

und nach weiteren 3 Std. die 2. Probe entnommen: Sie war bronzebraun gefärbt. Der Versuch sollte mit weniger Material wiederholt werden, um den roten Anteil der Farbe besser herauskommen zu lassen.

#### Braun aus Walnußschalen

Die grünen Hülsen der Walnüsse wurden gesammelt und sofort für 48 Std. unter Wasser gebracht. 2 x 50 g ungebeizte Wolle wurden für 24 bzw. 48 Std. in einen kalten Auszug gegeben, 2 x 50 g ungebeizte Wolle für 1 bzw. 3 Std. in ein 40° Bad (mit Hülsen) und 1 x 50 g ungebeizte Wolle wurde 3/4 Std. gekocht (mit Hülsen).

Als Ergebnis des Experiments zeigten die Proben Abstufungen von Falbenfarben bis Dunkelnußbraun.

#### Die Farbe Blau

Für den Küpenfarbstoff Blau verwendete

man den aus dem vorderen Orient stammenden, in Deutschland aber seit altersher bekannten Färberwaid (*Isatis tinct.*) (Abb. 1). Er wird bereits im vorkarolingischen Schrifttum genannt. Karl der Große veranlaßte - wie beim Krapp - den feldmäßigen Anbau, und im Osebergfund konnte auch er identifiziert werden. Der in der Pflanze enthaltene Indigo ist nicht wasserlöslich. Er muß durch einen Reduktionsvorgang in alkalischem Milieu in das lösliche, farblose Indoxyl überführt werden. Hierin eingebrachtes Garn schlägt nach dem Herausziehen an der Luft durch Oxydation in Blau um, es „vergrünt“. Das Blau haftet fest und zwar direkt, ohne Beize, und es ist die lichtechteste Farbe überhaupt.

Es ist nicht bekannt, wie der Färbevorgang in der mittelalterlichen Hauswirtschaft abließ. Doch ist anzunehmen, daß die Blätter des Waid einem Gärprozeß mit ausgefautem Urin unterzogen wurden. In den Großanbaugebieten Elsaß und Thüringen hat sich im ho-



Färberwaid

Abb. 1



Rainfarn

Abb. 2

hen Mittelalter folgende Aufbereitung durchgesetzt: Der Waid wird mit dem Pferddegöpel zermahlen - die letzte Waidmühle wurde 1920 aufgegeben - dann zu Ballen geformt und auf Darren getrocknet. Im Inneren der Ballen vollzieht sich durch die entstehende Wärme eine Gärung. Die Waidbauern verkauften diese Ballen an die Waidjunker in den Städten, die in einem komplizierten zweiten Gärprozeß mit Urin, der etwa 1/2 bis 3/4 Jahr in Anspruch nahm, einen fast schwarzen Rückstand in Pulverform gewannen, der in Fässer verpackt auf die Märkte der Städte kam. Hier wurde die Ware von vereidigten Färbern geprüft und der Preis festgesetzt. Die Färber setzten große Mengen Waid in sogenannten Küpen (Kufen) an, das sind hölzerne bzw. gemauerte Bottiche, die mehrere hundert Liter Urin faßten und erwärmt werden konnten. Daher die Bezeichnung „Küpenfarbstoff“ oder „verküpen“. Eine solche Küpe achtete auf Farbe, Schaum, Geruch und Geräusch der aufsteigenden Blasen. Alle 3 Stunden mußte der Bodensatz gerührt werden. Schließlich war die Küpe „angekommen“ und hatte dann eine grünlich-gelbe Farbe. Für 12-24 Stunden kamen die Stoffbahnen am Netz in der Küpe, dies geschah meist am Sonntag. Am Montag wurde das Netz dann herausgezogen und der Stoff der Luft ausgesetzt, er „vergrünte“, was wiederum 24 Stunden dauerte. Währenddessen mußte die Küpe ruhen, d. h. sie wurde nicht gerührt. Die Küpe konnte mehrmals benutzt werden. Mit Zusätzen wie Kleie, Sirup, Kalk und Soda wurde die Gärung über Wochen und Monate in einem bestimmten Balance-Zustand gehalten. Die Farbintensität nahm von Färbegang zu Färbegang ab, sofern man nicht Waid nachfüllte.

Wie wertvoll der blaue Farbstoff war, geht unter anderem aus der ersten erhaltenen Nürnberger Klosterhandschrift (etwa 1400) hervor, in der Anleitungen gegeben werden, Tuchabfällen die blaue Farbe zu entziehen und dem Färbeprozess erneut zuzuführen. Bei der Wertbemessung mag auch mitspielen, daß es in der Vorstellungswelt der damaligen Menschen eine magische Kraft war, die den Farbumschlag von gelb nach blau innerhalb kurzer Zeit bewirkt und die nun von den Pflanzen auf die Textilfaser und somit auf deren Träger überging.

Blau aus Färberwaid  
Färberwaidblätter von einer Pflanze wurden zu Brei zerkleinert. Nach dem Untermischen der Wolle wurde der Brei vorsichtig erwärmt und mehrere Tage warm gehalten (Kochkiste). Nach 3 Tagen wurde die Wolle herausgenommen, abgeschüttelt und gelüftet. Das Ergebnis des Experiments war ein braungrün untermisches Blau; die Eigenfarbe des Blattes war mit aufgezogen.

In vielen Küpenversuchen, z. B. mit Pottasche, Kleie, Krapp und Waid oder mit ausgefaultem Urin, Salz und Waid, konnte das Aufziehen der Eigenfarbe bisher nicht verhindert werden. Die Seltenheit der Pflanze begrenzt leider die Anzahl der Experimente.

Bei allen Versuchen wurde bewußt auf den Zusatz von Metallsalzen (Eisen-, Chrom-, Kupfersalze) zur Nuancierung verzichtet, da diese in der dörflichen Hauswirtschaft nicht vorhanden gewesen sein dürften.

Anmerkung:

1) Vorbehandlung der Wolle: In Seifenlauge (evtl. Seifenkrautwurzel) waschen, danach mehrmals spülen.

Literatur:

- DELMANT, A. (1890): Die Echtfärberei der losen Wolle.  
 HENTSCHEL, K. (1976): Pflanzenfarben auf Wolle. - Webe mit.  
 OPITZ, H. und C. (1975): Von Pflanzenfarben und Färberpflanzen. - Beiträge zur Naturkunde in Osthessen, Heft 9 und 10.  
 PLOSS, E. (1973): Ein Buch von alten Farben. München.  
 VITALIS, D.I.B. (1832): Lehrbuch der gesamten Färberei auf Wolle, Seide, Leinen, Hanf und Baumwolle. Ilmenau.  
 ZSCHIESCHE, P. (1896): Der Erfurter Waidbau und Waidhandel. - Mitteldeutscher Verein d. Geschichte und Altertumskunde von Erfurt, Heft 18.

Anschrift der Verfasserin:

Ingeborg Klempau  
Ratsmühlendamm 49  
D-2000 Hamburg 63

## Trageversuche mit einem eisenzeitlichen Frauenkleid und einer bronzezeitlichen Männertracht

Heike Marx und Michael Meier

In nördlichem Klima in Mitteleuropa, an der Nordseeküste bis nach Skandinavien haben die Menschen der vorgeschichtlichen Zeiten sich durch Kleidung vor den Wetterunbilden schützen müssen. Gleichzeitig mußte diese praktisch sein, damit die Ackerbauern und Viehzüchter ihrer täglichen Arbeit nachgehen konnten. Sie mußten Äcker bestellen, Vieh treiben, Häuser bauen, Waldstücke roden und andere Arbeiten verrichten, wie z. B. backen, töpfern, weben und kochen. Wie aber läßt sich das tragen, was uns als Tracht aus den Zeiten des 1. und 2. Jahrtausends vor Christus bekannt ist? Wie praktisch sind die Mäntel, Kleider und Umhänge tatsächlich? Und für wie sinnvoll erweisen sich die Gewandfibeln, die ja nicht nur unter künstlerischen und handwerklichen Gesichtspunkten betrachtet werden dürfen?

Während der Jahre 1987 bis 1989 führten die Autoren Trageversuche mit nachgearbeiteten urgeschichtlichen Textilien durch. Die Ergebnisse werden hier in einem Kurzbericht vorgestellt.

Nach prähistorischen Vorgaben nachgearbeitete Kleidungsstücke gibt es in mehreren Museen. Diese sollen einerseits helfen die bisherigen Erkenntnisse zu den Herstellungstechniken zu überprüfen, andererseits als plastische Anschauungsobjekte in der Ausstellung dienen. Über die „Trageeigenschaften“ gibt es kaum Untersuchungen. Dadurch entstand die Idee zu den folgenden Versuchen. Die Ergebnisse müssen nach be-

stimmten Kriterien objektiv bewertbar sein. In diesem Fall beschränkt sich die Arbeit auf objektive Maßstäbe wie Bewegungsfreiheit und „Sitz am Körper“. Subjektive Empfindungen - zusammengefaßt im Begriff „Trageempfinden“ - bleiben unberücksichtigt. Gefühle wie Kälte, Wärme und das Kratzen der Stoffe würden immer aus der Sicht eines Menschen des 20. Jahrhunderts beschrieben. Und es ist anzunehmen, daß sich das Empfinden und die Empfindlichkeit im Laufe der Jahrtausende gewandelt haben.

### Die eisenzeitliche Frauentracht

#### Das Kleid

Eine vollständige Frauentracht wurde bislang selbst in den Mooren mit ihren sehr guten Erhaltungsbedingungen unter Luftabschluß, nicht gefunden. Deshalb diente ein Kleid, das auf römischen Siegessäulen in der Zeit um Christi Geburt dargestellt ist, als Vorlage. Außerdem konnte auf einen Fund in Jütland aus Huldremose zurückgegriffen werden. Schnitte für derartige Kleider sind im Band „Textilfunde der Eisenzeit in Norddeutschland“ (SCHLABOW 1976) zu finden.

Der Fund in Huldremose besteht aus einem Schlauchgewebe mit folgenden Maßen: 84 cm im Durchmesser (264 cm Umfang) und 188 cm Länge. Das obere Ende dieses Schlauches wurde umgelegt, so daß ein Kragen von etwa 20 cm entstand, der auf Brust und Rücken liegt. Zwei Fibeln oder Gewandnadeln halten das Kleid auf den Schultern zusammen, Ärmel fehlen. Denn nach Tacitus „..... hat es keine Ärmel, so daß Arme, Schultern und sogar die anstoßenden Teile der Brust unbedeckt bleiben.“

Bedingt durch seine große Weite fällt das Kleid in zahlreichen Falten bis auf die Füße. In der Taille werden die Falten durch einen brettchengewebten Gürtel geordnet und gerafft.

Für die Trägerin des Kleides wurden die Originalmaße entsprechend geändert. So ergab sich ein Durchmesser von rund 77 cm und eine Länge von 173 cm (Abb. 1). Der Umschlag an den Schultern mißt 32 cm. Eine Naht schließt das ursprüngliche Rechteck (173 cm x 240 cm) zu einem schlauchartigen Gewand.

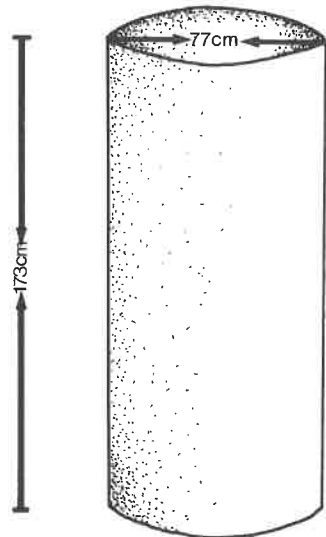


Abb. 1: Schematische Darstellung des einfachen Schlauchgewebes der eiszeitlichen Frauen-tracht.

#### Die verwendeten Stoffe

In der Literatur wird von leichten Wollstoffen gesprochen, die zur Herstellung derartiger Kleidungsstücke dienen. Zu schwere Wollstoffe lassen sich nicht mehr in der beschriebenen Weise in Falten legen. K. Schlabow läßt die Antwort auf die Frage offen, ob es nicht auch Kleider dieses Typs aus Leinenstoffen gegeben haben kann. Um diese Möglichkeit grundsätzlich von der technischen Seite zu prüfen, wurde ein Leinenstoff genommen, der in Leinenbindung gewebt wurde und 18 Kettfäden und 17 Schußfäden pro Quadratzentimeter enthält.

#### Die Gewandnadeln

Aus der Eisenzeit liegen zahlreiche Gewandnadeln vor. Die Fibeln und Nadeln hielten die Kleidung auf der Schulter geschlossen.



Abb. 2: Die Kropfnadel als Verschluss des Schlauchgewebes über der Schulter.



Abb. 3: Die Fibel zeigte sich als optimaler Verschluss für das Kleid.

sen. Bei den Trageversuchen wurden zwei unterschiedliche Rollenkopfnadeln aus Eisen benutzt, sowie eine eiserne Fibel. Die eine Nadel zeichnet sich durch einen geraden Schaft aus, bei der anderen handelt es sich um eine „Kropfnadel“ (Abb. 2). Die Fibel wird als zweiteilige Armbrustfibel mit hohem Nadelhalter bezeichnet (Abb. 3).

#### Die Trageeigenschaften der Frauentracht

Das Kleid erweist sich als sehr funktionell. Es läßt sich der Witterung anpassen, indem sich bei schlechtem Wetter der Umschlag hochschlagen läßt. Er hat fast die Wirkung eines Schulterkragens (Abb. 4). Umgekehrt führt die lockere Trageweise und die Brustfreiheit bei Sonnenschein und Wärme zu einer angenehmen Kühlung (Abb. 5). Die Länge des Kleides führt bei längerem Gebrauch zu Abnutzungserscheinungen am unteren Saum.



Abb. 4: Beim Hochziehen des auf dem Rücken liegenden Schulterkragens wird der Körper recht gut vor der Witterung geschützt.

Auf der Vorderseite muß das Kleid durch einen Gürtel etwa 10 cm hochgerafft werden, um ungehindert gehen zu können. Die Gewandnadeln zeigten unterschiedliche Gebrauchsfähigkeit. Die Nadel mit dem geraden Schaft rutscht schon nach kurzer Zeit aus dem Kleid. Die Kropfnadel dagegen eignet sich besser, weil sich das Gewebe in den Kropf schiebt und dort fest sitzt. Bei der Fibel ist ein Herausrutschen des Stoffes unmöglich, da sie sich verschließen läßt.

#### Die bronzezeitliche Männertracht

##### Der Kittel

Der Kittel ist eine Nachbildung eines in einem Grabhügel, dem „Trindhoj“ bei Ribe in Dänemark gefundenen Originals (H.C. BROHOLM, M. HALD 1940). Es ist in Tuchbin-



Abb. 5: Die normale Trageweise führt dagegen zu einer starken Belüftung des Oberkörpers.

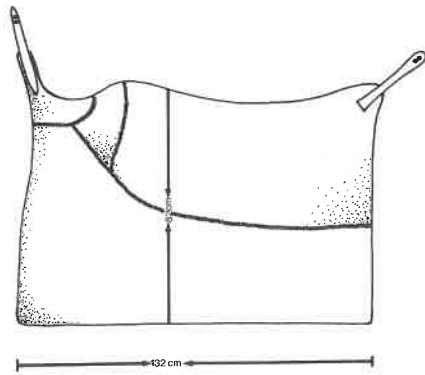


Abb. 6: Stoffbahn sowie Nahtverlauf des nachgebildeten bronzzeitlichen Männerkittels.

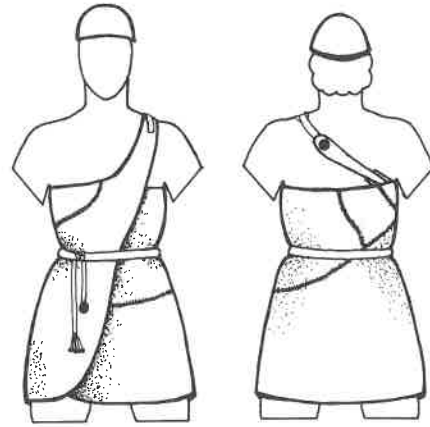


Abb. 7: Bisher gezeigte Abbildungen über den Sitz des Kittels in der Literatur.



Abb. 8a und 8b: Tatsächlicher Sitz des Kittels während der Trageversuche.

dung aus Wolle gewebt worden und wurde anschließend gewalkt. Danach wurde aus dem Grundmaterial ein annähernd rechteckiges Stück Stoff genäht, wobei vermutlich Zuschnittreste aus der Herstellung halbrunder Männermäntel verwendet wurden. Die Abmessungen betragen ca. 133 cm x 85 cm. Als Verschluss für diese rechteckige Stoffbahn dienten Lederstreifen an den beiden oberen Enden.

Die Kittelmaße des Originalfundes wurden entsprechend der Versuchsperson auf ein Maß von 132 cm x 82 cm geändert (Abb. 6). Verwendet wurde Vierhornschafwolle, die zu einem Gewebe mit 8,5 Schußfäden und 6 Kettenfäden pro Quadratzentimeter verarbeitet wurde. Die Herstellung erfolgte auf einem Bauernwebstuhl. Anschließend wurde der Stoff ca. 40 min. je Quadratmeter bei etwa 50° C Wassertemperatur auf einem groben Waschbrett gewalkt.

Beim Tragen wird der Kittel der Länge nach um den Körper gewickelt. Das eine Ende liegt unter dem linken Arm, das andere auf der Brust. Es ergeben sich eineinviertel Umdrehungen. Der Lederriemen, der am Brustzipfel liegt, wird über die rechte Schulter auf den Rücken bis zum anderen Riemen geführt. Ein Doppelknopf hält beide Lederriemen zusammen. In der Taille wird der Kittel zusätzlich von einem gewebten Gürtel gehalten.

#### Die Trageeigenschaften des bronzzeitlichen Männerkittels

Beim Tragen des bronzzeitlichen Männerkittels gab es Schwierigkeiten mit dem Sitz der Stoffbahn am Körper. Stramm gewickelt und mit dem Doppelknopf verschlossen, läßt sich durchaus ein in den verschiedenen Abbildungen der Literatur gezeigter Sitz erreichen. Nach kurzem Tragen hat sich dieser jedoch schon leicht verändert. Dabei rutscht die Tuchbahn dem Uhrzeigersinn folgend um den Körper, sodaß der Doppelknopf immer weiter auf die linke Schulter gleitet. Zum Schluß paßt sich der Kittel einer „natürlichen Haltung“ an (Abb. 7). Auch ein Kürzen des Lederriemens konnte ein Verrutschen bei der Arbeit nicht verhindern. Es engte lediglich die Bewegungsfreiheit erheblich ein, bis sich die Stoffbahn nach längerem Tragen wieder ge-

weitert hatte. Als günstig erweisen sich die auf der linken Körperseite überlappenden Enden der Stoffbahn im Bereich der Oberschenkel. Sie ziehen sich beim Sitzen über dem Bein auseinander. Die linke Seite fällt neben dem Körper nach unten, während die rechte Stoffecke zwischen den Beinen liegt und den Genitalbereich abdeckt.

#### Danksagung

An dieser Stelle sei Frau Jutta Wegner (Wenigsen) gedankt für die Anfertigung des Tuchgewebes für den bronzzeitlichen Männerkittel und Herrn Can Tegge (Hannover) für seine umfangreiche Film- und Fotodokumentation. Unser besonderer Dank gilt Herrn Frank Andraschko, der als Veranstalter und Organisator die Teilnahme an den „Tagen der experimentellen Archäologie“ in Oerlinghausen 1988 und 1989 ermöglicht hat.

#### Literatur:

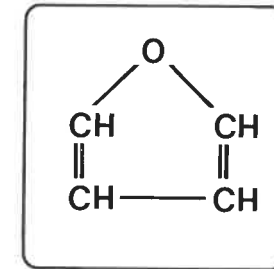
- BROHOLM, H. C. and HALD, M. (MCMXL 1940): Costumes of the bronze age in Denmark.
- JACOB-FRIESEN, K. (1963): Einführung in Niedersachsens Urgeschichte, Teil 2, Bronzezeit: 301-308.
- JACOB-FRIESEN, G. (1974): Einführung in Niedersachsens Urgeschichte, Teil 3, Eisenzeit: Abb. 493.
- SCHLABOW, K. (1972): Schätze der Urgeschichte, Gewebtes Leinen in urgeschichtlicher Zeit.
- SCHLABOW, K. (1976): Textilfunde der Eisenzeit in Norddeutschland: 95-96. Neumünster.
- SCHLABOW, K. (1981): Trachten der Eisenzeit: 27. Neumünster.
- SCHLABOW, K. (1982): Die Kunst des Brettchenwebens: 20-21. Neumünster.
- TACITUS, C.: Germania, Wilsner, L., Kap. 17: Die Kleidung.

#### Anschriften der Verfasser:

Heike Marx  
Zum Mühlensiek 1  
D-3252 Bad Münder 1

Michael Meier  
Niedersächsisches Landesverwaltungsamt  
- Institut für Denkmalpflege -  
Scharnhorststr. 1  
D-3000 Hannover 1





Aus der Chemiewerkstatt  
der Antike

# Das Werler Briquetage und seine experimentelle Erprobung im Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen

Hermann Mesch

## 1. Einleitung

1988 gelang es erstmals im Experiment, einen Salzkuchen nach einem zweitausend Jahre alten Verfahren in einem Salzsiedeofen zu erzeugen. Grundlagen dafür sind die Bruchstücke von rund 2 500 Stücken Briquetage, die in den siebziger Jahren im Stadtgebiet von Werl gefunden wurde. Der Name bedeutet „Ziegelpackwerk“ oder „Ziegeluntermauerung“. Der französische Festungsbaumeister De La Sauvagère fand 1740 am Salzfluß Seille rot gebrannte Tonstangen und Scherben von Bechern (BERTAUX 1977, 261). Erst zu Beginn dieses Jahrhunderts erkannte man den Zweck des Briquetage als Hilfsmittel zur Salzgewinnung.

## 2. Die Form

Es handelt sich bei dem in Werl geborgenen Material um sechs verschiedene Briquetagearten.

### 2.1. Die Zylindersäulen (Abb. 1 u. 3)

Sie haben mit 1 811 Stücken einen Anteil von 80,3 % an der Gesamtmenge des Briquetage von 2 255 Stücken: Bruchstücke von Zylindersäulen mit Endstück (634 Stück), Bruchstücke von Zylindersäulen (782 Stück) und Bruchstücke von Endstücken (392 Stück).

Eine Säule ist vollständig erhalten. Sie hat eine Höhe von 186 mm und einen Durchmes-

ser von 36 - 39 mm. Die Farbe ist hellgraurötlich; das Gewicht beträgt 362 g. Diese Säule repräsentiert den Durchschnitt. Eines der Endstücke hat einen Durchmesser von 60 mm; seine Tiefe beträgt 25 mm. Das andere Endstück hat einen leicht ovalen Durchmesser zwischen 67 und 61 mm; die Tiefe liegt hier bei 16 mm. Die Durchmesser der Säulen liegen zwischen 23 und 48 mm (Durchschnitt 35 mm). An mindestens 86 % der Zylindersäulen fällt auf, daß sie mit organischen Materialien gemagert wurden. Ebenso typisch ist die schlechte Bearbeitung der Säulen (die Stücke wurden nur einmal gebraucht) und die Zugabe von Schoten des Saatleindotters, die sich in mindestens 20 % der Säulen nachweisen läßt. Offenbar wurden diese Säulen im Spätsommer oder Herbst hergestellt, so daß Salz nur saisonal gesiedet wurde.

### 2.2. Die Tiegel

Insgesamt wurden 237 Bruchstücke (10,6 %) geborgen, darunter mindestens ein Randstück, welches aber untypisch ist. Als Magerung treten an mindestens 42 % der Tiegel Steine bis zu Korngrößen von 20 mm auf. Aus den Bruchstücken ließ sich ein Tiegel rekonstruieren: Seine Höhe beträgt 14 cm, sein innerer Durchmesser 8 cm, sein äußerer Durchmesser 14 cm. Er hat ein Fassungsvermögen von rund 400 ml. Dies muß eine genormte Größe gewesen sein.

### 2.3. Die Ovalsäulen (Abb. 2 u. 3)

Diese Fundgruppe - hergestellt wie die Zylindersäulen - besteht aus nur 64 Stücken. Die Endstücke sind hörnerartig ausgeformt. Auffallend sind eine stärkere Rötung sowie Risse in immer nur einer der flachen Seiten, so daß die Rekonstruktion beim Einbau dieser Säulen in die Befeuersöffnung eines Ofens möglich wurde. Die Höhe der Säule muß zwischen 20 und 30 cm gelegen haben; denn nur dann können hinter ihr im Ofen Zylindersäule und Tiegel übereinander gestanden haben. Die Breite des Fußes beträgt im Schnitt 74 mm, die Dicke 59 mm, in halber Höhe 58 zu 46 mm und kurz unterhalb der Hörner 77 zu 43 mm. Die Hörner messen 30x30 mm bei einer Höhe von 25 mm.

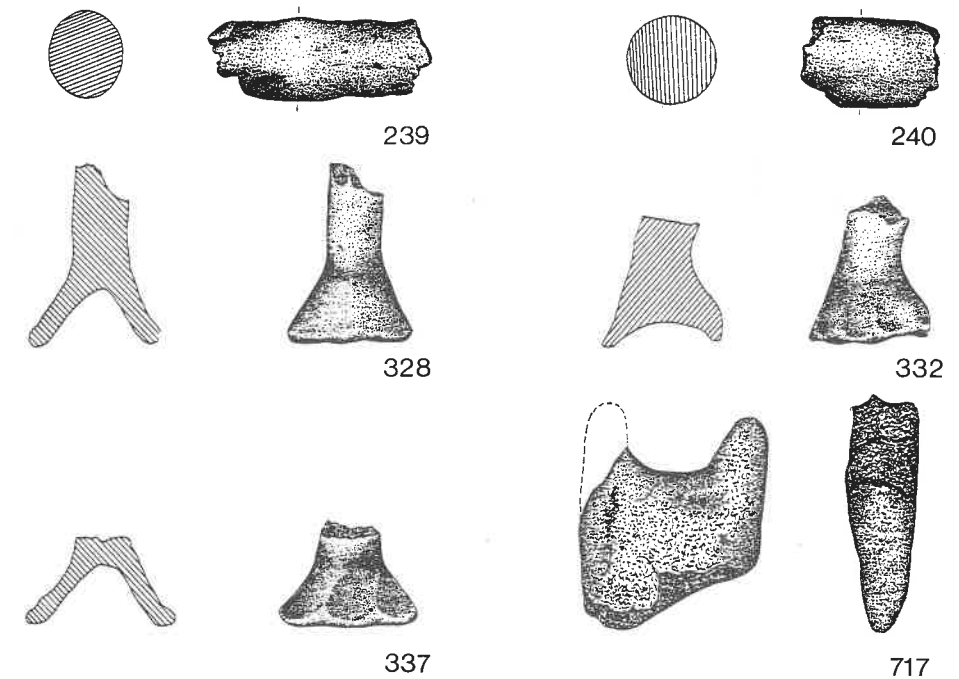


Abb. 1: 1. Bruchstück einer Zylindersäule (Fundnummer 293), Schnitt; Bruchstück einer Zylindersäule (Fdnr. 240), Schnitt; 2. Bruchstück eines Endstückes einer Zylindersäule (Fdnr. 328), Schnitt, Bruchstück eines Endstückes einer Zylindersäule (Fdnr. 337), Schnitt; 3. Bruchstück eines Endstückes einer Zylindersäule (Fdnr. 332), Schnitt; 4. Endstück einer Ovalsäule mit einem Horn (Fdnr. 717) u. Seitenansicht. M. 1:3.

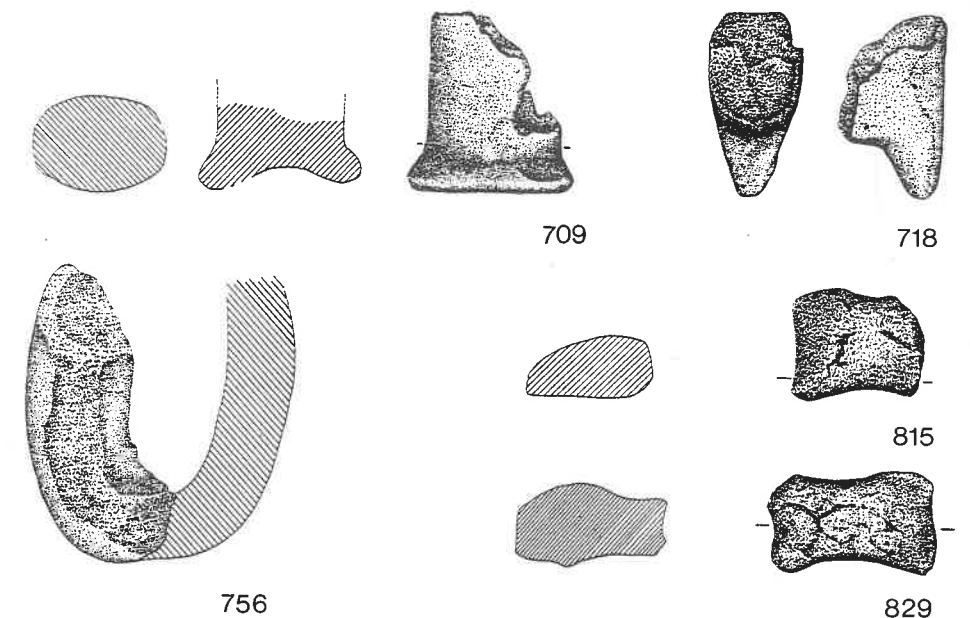


Abb. 2: 1. Fuß einer Ovalsäule (Fdnr. 709) Schnitte; 2. Horn von einer Ovalsäule (Fdnr. 718), Seitenansicht; 3. Kissen (Fdnr. 815), Kissen (Fdnr. 829), Schnitt; 4. Tiegel (Fdnr. 756). M. 1:3.

#### 2.4. Die Kissen (Abb. 2)

Diese Fundgruppe ist zum ersten Mal im Briquetage entdeckt worden. Es handelt sich um 70 Stücke (3,1 %). Ihre Bedeutung ergibt sich in der Rekonstruktion: Wenn Zylindersäulen und Tiegel in einen Ofen hineingestellt wurden, mußten die offenen Zwischenräume verschlossen werden, damit ein oben geschlossener Ofen entstand.

Die Kissen bestehen fast nur aus Lehm. Die Messungen der konkav gewölbten Außenseiten entsprachen den Durchmessern der Tiegeln. Die Unterseite ist immer von starken Rissen durchzogen und besitzt eine leicht rötliche Farbe, weil sie in den Ofen ragte. Ein Fundstück (Fundnr. 832) besitzt eine dreieckige Form, weil es an der Außenseite zwischen zwei Tiegeln auf dem Ofenmantel stand.

#### 2.5. Die Tonbruchstücke

Die sehr weichen, insgesamt 67 Fundstücke weisen zu rund 50 % Glättungsspuren auf. Die Farbe variiert von einem Rötlichbraun bis zu Ziegelrot. In den Bruchstücken sind in der Regel organische Spuren zu finden. Der Lehmanteil ist hoch, ebenso der Abrieb.

#### 2.6. Die Tiegelrohlinge

Es handelt sich um 6 Stücke. Sie waren zunächst in der Gruppe der Tonbruchstücke aufgeführt, da bei der Materialaufnahme ihr Zweck noch nicht klar war. Sie bestehen aus einem Ton-Lehm-Gemisch mit einem relativ hohen Tonanteil. In den Bruchflächen sind kleine Steine oder Kiesel bis zu einer Korngröße von 10 mm zu erkennen. Außerdem fallen die Stücke durch eine gleichmäßige Dicke auf, die bei 35 bis 40 mm liegt. Die Rundungen haben einen Durchmesser von 195 bis 260 mm ergeben. Daraus läßt sich keine Rekonstruktion ableiten; denn die Stücke müssen nicht kreisrund sein. Interessant ist, daß der Magerungsbestandteil Kiesel in den Tonbruchstücken auf die Gruppe der Tiegel hindeutet. Das bestätigte sich durch die Experimente bei der Herstellung eines Tiegel-Modells: Die Rohform des Tonbatzens von rund 2,5 kg Ton für den Tiegel glich auffallend den Bruchstücken der Rohlinge.

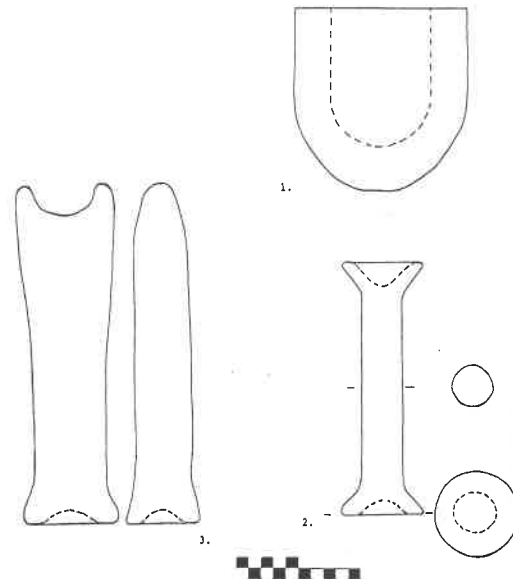


Abb. 3: Schematische Darstellung des Werler Briquetage. 1. Tiegel, 2. Zylindersäule, 3. Ovalsäule.

Der feuchte plastische Ton löste sich am leichtesten vom Model, wenn er mit feinem Sand bestreut wurde. Noch besser ging es, wenn er vorher zwischen 1/2 und 1 1/2 Std. gelagert und getrocknet wurde. Demnach 'produzierten' die Salzsieder zuerst aus dem aufbereiteten Ton eine Reihe von Rohlingen, um dann daraus Tiegel herzustellen. Überzählige Rohlinge konnten zunächst einmal liegenbleiben. Die organischen Spuren auf den Außenseiten entstanden durch Lagerung auf organischem Material. Warum die Tonfladen zu einem späteren Zeitpunkt dem Feuer ausgesetzt wurden, ist noch unklar.

#### 3. Die Datierung des Werler Briquetage

Die Auswertung des Archäomagnetismus von der Universität Rennes/Bretagne ergab zwei relevante Daten, 50 v. Chr. und 250 n. Chr. Der Verfasser stimmt der jüngeren Datierung zu, weil sich unter dem sonstigen Werler Material einige Scherben von kaiserzeitlichen Töpfen befanden. Außerdem fand Dr. M. Rind im Magazin des Museums für Archäologie in Münster im Fundgut der Grabung Westick bei Kamen, Kr. Unna, ein Bruchstück einer Zylindersäule, das als Öl-

lämpchen inventarisiert war. Die Grabung fand 1934 statt, und das geborgene Material datiert die Siedlung in das zweite bis vierte nachchristliche Jahrhundert. (KORZUS 1970, 19).

#### 4. Die Salzsiederversuche im Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen 1987 bis 1989

Ziel war es, einen eisenzeitlichen Salzsiedofen zu rekonstruieren, zu erproben und Werte für mögliche Mengenberechnungen an Sole, Heizmaterial, Salzkuchen und Arbeitsaufwand zu erhalten.

Versuche experimenteller Archäologie können nicht schlüssig und zweifelsfrei beweisen, daß der Mensch sich einst der gleichen Arbeitsmethode bediente. Sie können jedoch wichtige Interpretationshilfen liefern.

#### 4.1. Die Anfertigung des Briquetage

##### Die Säulen:

Aus einem Block einer Lehm-Ton-Mischung von ca. 1 kg wurde eine Rolle von ca. 22 cm Länge und 5 cm Durchmesser geformt. Diese Lehm-Ton-Mischung war mit Heu, Sand und Kies bis zu einer Korngröße von 5 mm gemagert. Der Anteil der Magerung lag bei 50 %, der Lehmanteil betrug 40 % und 10 % der Tonanteil. Diese Rolle blieb 1-2 Stunden zum Trocknen liegen. Die Enden wurden trompetenförmig ausgearbeitet, so daß sich die Länge der Säule auf 20 cm verkürzte. Der Durchmesser der Endstücke lag bei 6-8 cm. Beim Trocknen konnten leichte Risse auftreten. Für den Ofen 2/87 wurden 60 Säulen gebraucht, die von zwei Personen in 2-3 Stunden (ohne Trocknung) herzustellen waren.

##### Die Ovalsäulen:

Der Ton mußte relativ trocken sein, da sich zu weicher Ton bei der Höhe von ca. 27 cm zu sehr verformte. Der Durchmesser der Säule lag bei 8 x 4 cm. Die hornartigen Enden wurden frei ausgeformt. Die Herstellung der 6-8 benötigten Ovalsäulen dauerte pro Stück durchschnittlich 10-15 Minuten.

##### Die Tiegel:

Aus dem gleichen Gemisch ohne Heu, aber mit Kiesel in Korngröße bis 20 mm, wurde ein Tonfladen von rund 25 cm Durchmesser

und 3 cm Dicke gefertigt. Sein Gewicht betrug 2,5 kg. Um den Tiegel leichter vom Holzmodel trennen zu können, wurde der Fladen vorher mit Sand eingerieben. Das Model hatte einen Durchmesser von 8 cm, war oben rund, und seine Höhe betrug 11 cm. Die Wandstärke von 3 cm wurde durch einen abnehmbaren Holzring in dieser Breite mit einem Durchmesser von 14 cm in sehr gleichmäßiger Dicke hergestellt. Der Holzring lag auf sechs Zapfen, die in dem 50 cm langen Holzmodell saßen (Abb. 4). Da der Tiegel mit Hilfe des Ringes abgenommen wurde, verformte er sich nur minimal. Sein Inhalt betrug 450 ccm. Das gesamte Material wurde 14 Tage vor dem Ofenbau angefertigt und zum Trocknen weggestellt.

##### Der Ofenbau:

Zuerst wurde eine Grube von 0,8 x 1,0 m ausgehoben. Die Tiefe betrug 20-25 cm. Auf dem Rand wurde eine Art Wall errichtet: Höhe 15 cm, Breite unten 15-20 cm, oben 8-10 cm. Die Seite des Walles zur Grube hin war senkrecht geformt. Zwei Befeueroöffnungen in den Schmalseiten wurden freigelassen, 30 cm und 45 cm für die Abluftöffnung. Sie wurde zweigeteilt, um die Luftzufuhr besser kontrollieren zu können. Diese Arbeit konnte von zwei Personen in 1-1 1/2 Stunden durchgeführt werden. Danach wur-

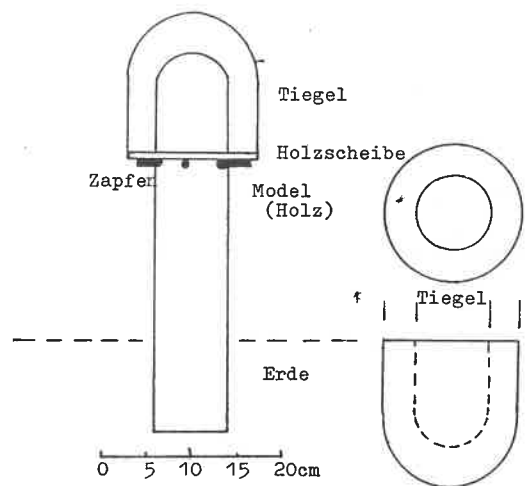


Abb. 4: 1. Modell zur Herstellung von Tiegeln mit aufgesetztem Tiegel, 2. Tiegel, 3. Tiegelrohling (Schema).

den die Ovalsäulen in die Öffnungen eingesetzt. Ein mit Lehm ummantelter Holzstab (Durchmesser 3 cm, mit Lehm 5 cm) wurde darüber gelegt und mit Lehm verstrichen. Die Zylindersäulen mit aufgesetzten Tiegeln wurden zu je sechs Stück in einer Reihe hineingestellt. Beim zweiten Ofen standen die Tiegel in einer Reihe in Längsrichtung, um mit der Befuerung jeden Punkt des Ofens erreichen zu können. Kleine Tonballen glichen die Unebenheiten im Boden und bei den Säulen aus. Diese Tonballen sind aus Halle bekannt (MATTHIAS 1961, 166-169). Alle Öffnungen des Ofens wurden sorgfältig mit Lehm verstrichen, wobei die Kissen entstanden.

#### 4.2. Versuche 1987

Zuerst wurde der Ofen angefeuert und langsam angewärmt, um einer Rißbildung vorzubeugen; nach zwei Stunden wurde kräftig geheizt. Nach vier Stunden nahmen 50 % der Tiegel langsam eine hellgraue Farbe mit rötlichem Schimmer an. Die äußeren Reihen und die hinteren Tiegel an den Abzugsöffnungen waren nicht so heiß. Nach sechs Stunden waren an den Böden der Tiegel knapp 500° C erreicht. Die 11%ige Sole aus Bad Salzuflen füllten wir ca. 3 cm hoch in die Tiegel ein. Nach wenigen Sekunden kochte sie, schäumte auf und hinterließ einen weißen Belag an den Tiegelwänden. Der Boden war leicht aufgeschwemmt. Wir ließen den Ofen 2 bis 2½ Stunden abkühlen. Dann füllten wir die Hälfte der Tiegel mit je 100 ml Sole an. Diese kochte kaum, erwärmte sich auf 60-80° C. An den Oberflächen bildeten sich nach kurzer Zeit Salzkristalle, die beim vorsichtigen Nachfüllen langsam zu Boden sanken. So entstand eine Schicht grober Salzkristalle. Dann aber lösten sich die Böden der Tiegel auf, und Salz und Sole liefen in den Innenraum des Ofens. Die Lehm-Ton-Mischung enthielt zu wenig Ton. Der Versuch wurde abgebrochen.

In einem Versuch zuvor hatten wir ebenfalls ledertrockene Gefäße nach dem Vorbild des Ofens der „Manga“ (GOULETQUER u. KLEINMANN 1978, 44) benutzt (Abb. 5). Bereits nach 30 Minuten Feuerung wurde eine selbstgefertigte Sole mit ca. 20 % Salz - entsprechend einer Sole aus der Werler Umgebung - in die Tiegel gefüllt. Die Sole kochte leicht in den mittleren Tiegeln, in der Rand-

zone lag die Temperatur bei 60° C. An der Oberfläche setzten sich grobe Salzkristalle ab, die beim Nachfüllen langsam zu Boden sanken. Die Auflösung der Böden erfolgte etwas langsamer als beim sogenannten zweiten Versuch (s. o.). Der Versuch dauerte insgesamt sechs Stunden.

Diese Methode mit ungebrannten Tiegeln läßt keine Salzkuchen entstehen, auch gleicht das Briquetagematerial nicht dem Werler Fundgut. Im zweiten Versuch war zwar die Form, nicht aber die Farbe und Härte der Tiegel erreicht worden.

#### 4.3. Versuche 1988

Nachdem die Experimente mit ledertrockenen Tiegeln keine ausreichenden Ergebnisse gebracht hatten, wurden 1988 in einem Ofen Tiegel eingebaut, die in einem modernen Töpferofen gebrannt wurden (Abb. 6).

Von den insgesamt 36 Tiegeln, die vorher drei Wochen an der Luft getrocknet wurden, zerplatzten beim Brennen vier Tiegel komplett, acht weitere waren relativ schwer beschädigt, besonders im Bodenbereich. Die Ursache dafür ist im Wasseranteil zu sehen, der auch nach drei Wochen immer noch relativ hoch war.

Der Ofen 1/88 entsprach im Aufbau dem des Vorjahres; allerdings waren nicht mehr 60 Tiegel eingebaut, sondern 14, die in zwei Reihen zu sieben Tiegeln hintereinander standen. Das Innenmaß betrug 1,0 x 0,5 m. Tönerne Abstandhalter von 10 cm Länge und 1,5-2 cm Durchmesser sollten bewirken, daß die Tiegel auch an der Ofenwand von allen Seiten von den Flammen umgeben waren. Eine Tonrolle über der Befeuungsöffnung (40 x 4 cm) und ein Weidenholz über der Abluftöffnung (40 x 3 cm) haben sich im Versuch bewährt. Probleme ergaben sich mit dem Sand, in den der Ofen eingetieft war, weil er in fließende Bewegung überging. Die Seitenwände wurden mit einem Geflecht aus dünnen Weidenruten verstärkt. Dann wurde der Ofen vorsichtig angefeuert, zunächst mit Fichtenholz, das nicht besonders abgelagert war. Trotzdem stieg die Temperatur in den vorderen, schon beim Einbau beschädigten Tiegeln nach 30 Minuten deutlich an. 50° C wurden in den leeren Tiegeln gemessen; nach einer Stunde in den ersten sechs Tiegeln, die den Flammen ausgesetzt waren,

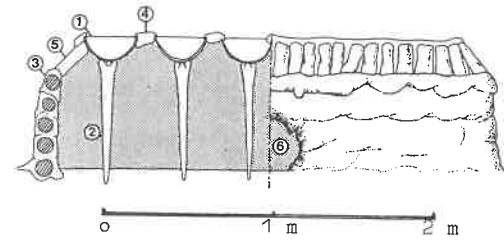


Abb. 5: Schnittzeichnung durch einen Salzsiedeofen aus Manga (Niger). 1. Tiegel, 2. Zylindersäulen, 3. Ofenwand, 4. Kissen, 5. Säulenreste, 6. Befeuungsöffnung (nach GOULETQUER 1976: 23).

rund 70° C. Nach weiteren 30 Minuten wurden je 200 ml 20%ige Sole eingefüllt. Die vorderen Tiegel begannen nach 2½ Stunden zu kochen. Dies ließ sich durch geringere Befuerung und Nachfüllen kalter Sole verhindern. Danach lag die Temperaturbandbreite zwischen 90 und 58° C (an der Abluftöffnung). Laut Aussage der Salzsiedehandbücher des letzten Jahrhunderts entsteht bei Temperaturen unterhalb 90° C das beste Salz, grobkörnig, gut haltbar, und auch das Salz der Manga wird so beschrieben; ebenso, daß dort die Salzsieder das Kochen der Sole unterbanden.

Nach rund 30 Minuten bildeten sich in den vorderen Tiegeln die ersten kleinen Salzkristalle. Diese schwammen zuerst in losem Verband, verdichteten sich, und nach wenigen Minuten war die Oberfläche zugewachsen, so daß kein Wasser mehr verdunsten konnte. Durch Rühren entstanden große Stücke, die zu Boden sanken; so schied sich im Verlauf des Siedeprozesses Salzkruste auf Salzkruste ab, in den vorderen Tiegeln schneller als in den hinteren. Die Temperaturen sanken nur langsam, nachdem kein Holz mehr nachgelegt worden war, von 85 und 58° C auf 80 und 55° C innerhalb von 30 Minuten.

Der Ofen wurde in den folgenden Tagen jeden Tag - nach einer Einheizzeit von 2 bis 2½ Stunden, die notwendig war, um Siedetemperaturen von rund 80° C zu erreichen - einige Stunden benutzt.

Anschließend wurde ein zweiter Ofen - nach dem gleichen Prinzip gebaut, jedoch nur mit 3%iger Neigung und ungebrannten Tiegeln - befeuert. Die Säulen zeigten nach sechs Stunden Brand eine rote Färbung, die Böden

der Tiegel zuerst eine hellgraue, dann allmählich eine dunkelbraun-rote, später eine rote Färbung. Die Innenräume der Tiegel hatten eine dunkelbraunrote Farbe. Der Klang der Tiegel war schon erheblich heller als der von den ledertrockenen Stücken.

Schließlich wurde ein dritter Ofen mit nur zehn ungebrannten Tiegeln gebaut, und zwar auf dem stark angeschrägten Boden am Hang. Basis war eine Lehmtenne von 30 cm Breite, 80 cm Länge und 4 cm Dicke. Auch die Seitenwände, die mit einer Neigung von 15 % 10-23 cm tief in den Sandboden reichten, wurden mit einer 2 cm starken Lehm-schicht bestrichen.

In Ofen 1 enthielten an diesem Tag die Tiegel rund 2 cm hoch Salz. Diese Menge entspricht rund 70-80 g nassen Salzes. Von allen habe ich dann je einen Löffel Salz (rund 25 g) herausgenommen und in einem der mittleren Tiegel zusammengeschüttet, um wenigstens einen richtigen Salzblock zu erhalten. Dadurch war dieser Tiegel zu einem Drittel gefüllt. Die Temperaturen in der Sole lagen immer zwischen 90 und 60° C. Dann kühlte der Ofen aus und wurde am Tag darauf noch einmal befeuert. Er brachte wieder etwas Salz; das Problem aber war, daß die Tiegel nicht kontinuierlich beobachtet, d. h. umgerührt werden konnten. Folglich entstand über der Sole eine feste Salzkruste, und es konnte kein weiteres Wasser verdunsten. Ofen 1 wurde noch einmal, Ofen 2 (mit ungebrannten Tiegeln) ebenfalls angefeuert. Nach 2 Stunden konnte ein vorderer Tiegel, der rund 60° C erreicht hatte, mit Sole gefüllt werden. Nach wenigen Minuten begannen aus der Wand kleine Tonplättchen in Höhe der oberen Soleschicht zum Tiegelboden abzusinken. Diese Masse dickte dann langsam ein und wurde fest. Weitere Tiegel wurden nicht gefüllt, um den Ofen nicht völlig zu zerstören, aber es war unmöglich, mit diesem Ofen noch Salz zu produzieren.

Jetzt wurde die Arbeit auf Ofen 3 konzentriert. Er stand an der Hangkante, um einen besseren Zug zu erreichen. Außerdem hatte ich in eine Säule rund 50 Schoten von rezentem Leimdotter und deren Stengel eingearbeitet. Die Abdrücke sollten nach dem Brand mit den Originalfundstücken verglichen werden. Eine Probebefeuung ergab einen guten Zug, obwohl der Wind auch von oben in den Ofen drückte.

Parallel dazu wurde Ofen 1 vorgeheizt und wieder mit Sole aufgefüllt. Es zeigte sich: Die Salzkruste ließ sich in einem Stück zum Absinken bringen, wenn man einen Eßlöffel Sole (5 ml) langsam darauf träufelte. Die feste Schicht riß und sackte ohne Rührbewegung zu Boden. Dann wurde Ofen 3 angefeuert. Da der Wind immer noch nicht günstig stand, wurde ein Kamin gebaut. An der Abluftöffnung im Halbkreis von 40 cm Durchmesser wurden Weidenstäbe von 35 cm Länge in den Boden gesteckt, mit einem Geflecht aus dünnen Weidenruten verbunden und mit gemagertem Lehm eingestrichen (Dicke: unten ca. 10 cm, oben 5 cm). Der Zug verbesserte sich deutlich. Auch Ofen 1 bekam einen Kamin. Als Ergebnis davon glich sich die Temperatur in den Tiegeln an: 85° C in den in Flammen stehenden Tiegeln und 70° C in den hinteren, so daß die Salzproduktion in den hinteren Tiegeln erheblich stieg. Außerdem wurde weniger Feuerholz benötigt: nur noch 800 g in der Stunde. Ofen 3 wurde kräftig mit trockenem Holz befeuert, so daß die Säulen und die Böden der Tiegel



Abb. 6: Salzsiedeofen der römischen Kaiserzeit, Nachbau aus Oerlinghausen.

nach vier Stunden in eine dunkelrote Glut übergangen. Um ein Uhr nachts wurde die Befeuerung eingestellt. Am nächsten Morgen um 9 Uhr ging es weiter.

Der Salzkuchen in dem gefüllten Tiegel in Ofen 1 war noch feucht. Nach der Aufheizzeit von 2½ Stunden konnte Ofen 1 noch einmal vier Stunden sieden, so daß sich eine Gesamtsiedezeit von 24 Stunden ergab. Rund 2,8 kg feuchten Salzes waren gewonnen, dazu noch rund 2 kg in den Wandungen der Tiegel. Ein Versuch im Backofen hatte ergeben, daß bei einem Tiegel eine Menge von rund 150-170 g Salz in kristalliner Form in den Wandungen steckt, bevor Salz sich im Tiegel absetzt. Dieses Ergebnis bedeutet, daß rund 25 Liter Sole versotten waren. Tatsächlich wurden aber 35 Liter verbraucht. Zum Teil ist Sole auf den Rand des Ofens geschüttet worden, außerdem ist ein Teil, rund 0,5 Liter, in den ungebrannten Tiegeln versickert.

Nach diesen Ergebnissen mußte es möglich sein, in einem Zeitraum von 36 Stunden Siedevorgang ohne Unterbrechung alle Tiegel mit einem Salzblock zu füllen.

Es zeigte sich, daß es zu aufwendig ist, eine Kuppel über dem Salzsiedeofen zum Brennen der ledertrockenen Tiegel zu konstruieren, die dann nach dem Brand der Tiegel abgetragen wird, um die Tiegel mit Sole füllen zu können. Außerdem fehlt dafür der archäologische Beweis.

Nach der letzten Feuerung im Ofen 1/88 wurde der mit dem Salzkuchen gefüllte Tiegel herausgenommen. Nach einigen kurzen Schlägen mit einem Beil und einem Weidestock als Meißel an den Verbindungspunkten zu den drei angrenzenden Tiegeln ließ sich der noch heiße Tiegel dem Ofen entnehmen. Stellenweise war eine dünne Schicht der Außenwand abgeplatzt, aber der Tiegel selbst zeigte keine Risse. Nach einigen Schlägen mit der stumpfen Seite des Beiles auf den Tiegel riß dieser und gab einen wohlgeformten und sehr harten Salzblock frei. Zu unserer Überraschung wog der Salzblock nur 325 g, war also erheblich kleiner als nach Größe des Tiegels und spezifischem Gewicht des Salzes erwartet worden war. Fazit: Man kann mit dem Werler Briquetage Salzblöcke herstellen, die eine genormte Größe besitzen. Erstaunlich ist der geringe Holzverbrauch für den eigentlichen Siedebetrieb.

#### 4.4. Versuche 1989

Im August und im September wurden zwei Öfen mit Tiegeln, die im Töpferofen vorgebrannt waren, nach Werler Prinzip gebaut und betrieben. Tiegel mit einem Magerungsanteil von 10-20 % brachten die besten Siedeergebnisse. Sechs Tiegel konnten gefüllt werden. Doch die Siededauer von 40 Stunden erscheint recht hoch. Ein Salzsiedeofen nach französischem Vorbild von der Seille erbrachte in nur 10 Stunden einen festen Salzblock von 240 g. Allerdings hat die Sole in den Bechern der Seille durchgehend mit rund 105° C gekocht und wurde nicht wie in den Tiegeln aus Werl nur auf rund 70-90° C gehalten. Im kommenden Jahr werde ich einen Ofen nach Werler Prinzip ‚kochen‘ lassen, um eventuell den Versuchsaufbau zu korrigieren. Die weiteren Versuche zum Brennen von Tiegeln brachten erste Ansätze. Es gelang aber noch nicht, im offenen Feldbrand die notwendige Höhe der Brenntemperatur ausreichend zu halten.

#### 5. Ergebnisse

Die Versuche der vergangenen drei Jahre zeigen, daß die Menschen während der römischen Kaiserzeit im Bereich der heutigen Stadt Werl mit verhältnismäßig einfachen Mitteln aus der Sole Salz herstellen konnten, und zwar in einer genormten Größe, eventuell mit einem festen Handelswert. Obwohl Salz ein wertvolles Handelsgut war, fehlen im Fundgut von Werl Hinweise auf Reichtum, wie es zum Beispiel in Hallstatt/Österreich der Fall ist.

#### Literatur:

- BECK, H. (1970): Spätkaiserzeitliche Funde in Westfalen. - *Bodenaltertümer Westfalens* 12: 1-21.
- BEHM-BLANKE, G. (1956): Zur Methode der urgeschichtlichen Salzgewinnung in Mitteldeutschland. - *Forschungen und Fortschritte* 30: 20-23.
- BERTAUX, J.-P. (1977): Das Briquetage an der Seille in Lothringen. - *Archäologisches Korrespondenzblatt* 7: 261-272.

- BRISAY, DE K.W. und EVANS, K.A. (1975): *Salt. The Study of an Ancient Industry. (Report on the Salt Weekend 1975)*. Colchester.
- EMONS, H.-H. und WALTER, H.-H. (1984): *Mit dem Salz durch die Jahrtausende*. Leipzig.
- GOULETQUÉR, P.-L. und KLEINMANN, D. (1978): *Die Salinen des Mangalandes und ihre Bedeutung für die Erforschung der prähistorischen Briquetagestätten Europas*. - *Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien* 108: 41-49.
- JODLowski, A. (1976): *Technika produkcji na terenie Europy w pradziejach i we wczesnym sredniowieczu*. Krakau.
- KORZUS, B. (1970): *Die römischen Fundmünzen von Erin, Westick und Borken*.
- LEIDINGER, W. (1983): *Frühe Salzgewinnung in Werl, Kr. Soest, Westfalen*. - *Archäologisches Korrespondenzblatt* 13: 269-274.
- MATTHIAS, W. (1961): *Das mitteldeutsche Briquetage - Formen, Verbreitung und Verwendung*. - *Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte* 45: 119-225.
- MATTHIAS, W. (1976): *Die Salzproduktion - ein bedeutender Faktor in der Wirtschaft der bronzezeitlichen Bevölkerung an der mittleren Saale*. - *Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte* 60: 373-394.
- MESCH, H. (1989): *Zu Experimenten mit rekonstruierten kaiserzeitlichen Salzsiedeöfen im Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen*. - *Ex Archaeo* 1: 25-58.
- MENQUIN, J. (1961): *Salt - A Study in Economic Prehistory*. Brügge.
- RIEHM, K. (1958): *Neue Einblicke in die Technik der vorgeschichtlichen Salzsiedekunst*. - *Forschungen und Fortschritte* 32, Heft 2: 47-49.
- RIEHM, K. (1960): *Die Formsatzproduktion der vorgeschichtlichen Salzsiedestätten Europas*. - *Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte* 44: 180-217.
- RIEHM, K. (1961): *Prehistoric Salt-Boiling*. - *Antiquity* 35: 181-191.
- RIEHM, K. (1962): *Werkanlagen und Arbeitsgeräte urgeschichtlicher Salzsieder*. - *Germania* 40: 360-400.

#### Anschrift des Verfassers:

Hermann Mesch  
Vinnenberger Straße 6  
D-4410 Warendorf 4

## Das Doppeltopf-Verfahren - eine rekonstruierte mittelalterliche Methode der Holzteergewinnung

Andreas Kurzweil und Dieter Todtenhaupt

Neben der mechanischen Bearbeitung verstand es der Mensch schon sehr früh, Holz auf chemischem Wege umzuwandeln. Am bekanntesten ist der Meiler, in dem der Energieträger Holzkohle erzeugt wird (OSTEROTH 1989). Daneben entstand ebenfalls schon sehr früh eine spezielle Form der che-



Abb. 1: Wagen mit Schmertopf an der Hinterachse. Lucas Cranach d. Ä.: Landsknechtslager (1542). Aus: Die deutsche Geschichte, Bd. 9, zur Sendereihe bei SAT 1.

mischen Holzumwandlung, bei der die entstehenden flüchtigen Substanzen aufgefangen werden: die Teerschwelerei. Holzteer und Holzpech nahmen vielfach den Platz unserer heutigen Kunststoffe ein. Diese Produkte dienten als Grundstoff für Wagenschmierer (Holzachsen; Abb. 1), Konservierungsmittel für Holz, Seile und Textilien („Teerjacke“ der Seeleute; Abb. 2) und wurden zum Abdichten (Kalfatern) von Schiffen, Booten und Fässern benutzt. Klebriges Pech eignete sich sowohl zur Ausführung von Reparaturen wie auch zum Vogelfang (Pechvogel). Desinfizierend wirkende Bestandteile wie Phenole erlauben bis heute den Einsatz in der Human- und Veterinärmedizin, z.B. bei der Therapie verschiedener Hautkrankheiten. Mit Pech bestrichenes Leinen oder Leder diente im Mittelalter als Wundpflaster. Die Pechfackel erhellte die Dunkelheit.



Abb. 2: Mit Teer abgedichteter leinener Löscheimer. Luisenhütten Wocklum bei Balve. Foto: D. Todtenhaupt.

Nach DIN 55496 sind Teere durch zersetzende Behandlung organischer Naturstoffe (Holz, Kohle, Erdöl) gewonnene flüssige und halb feste Erzeugnisse; Pech sind dagegen die meist festen Rückstände der Destillation der Teere, aber manchmal auch die bei der Destillation von organischen Stoffen unmittelbar gewonnenen schmelzbaren Rückstände, z.B. Harzpeche. Als organisches Produkt unterliegt Teer der Verwitterung und ist nur unter besonderen Umständen erhalten geblieben (SCHLICHTHERLE 1989). Durch die Lagerung im Boden erleiden die Teere eine tiefgreifende chemische Veränderung, und es ist nur mit einem großen analytischen Aufwand festzustellen, ob z.B. Nahrungsmittelreste, Baumharze oder durch Pyrolyse gewonnene Materialien vorliegen. Eine Entwicklung einer einfachen und billigen Untersuchungsmethode steht noch aus, am vielversprechendsten ist die GC/MS-Analyse. Über die Ergebnisse dieser Methode wird gesondert berichtet.

Laboruntersuchungen über Pech liegen z.B. von der Bremer Kogge (LANGE 1983) und von hallstattzeitlicher Keramik vor (SAUTER 1980).

Holzteer ist ein Gemisch aus mehreren hundert chemischen Verbindungen. Die Hauptbestandteile sind gesättigte und ungesättigte Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Aldehyde, Carbonsäuren, Alicylen und Aromate (TOTH 1982). Ausbeute und Beschaffenheit sind von vielen Einflüssen wie Holzart, Schweltemperatur, Heizgeschwindigkeit, Herstellungstechnologie u.a. abhängig. Am besten eignet sich als Ausgangsmaterial harzreiches Kiefernholz; besonders ergiebig sind die Wurzeln (Stubben) alter Bäume. In slawischen Gebieten wurde auch die dort häufig vorkommende Birke zur Teergewinnung eingesetzt.

Bei fast jedem Verfahren zur Gewinnung von Teer aus Holz kommt das Verfahren der trockenen Destillation, der Pyrolyse, zur Anwendung, d.h. das Holz wird unter Luftabschluß erhitzt und die dabei entstehenden flüchtigen Produkte werden abgekühlt (kondensiert) und aufgefangen (Abb. 3) (NIKIZIN 1955). Als Rückstand der Destillation verbleibt Holzkohle.

Die Verfahren der Teergewinnung unterscheiden sich vor allem darin, ob das zu verschwelende Holz direkt (autotherme Prozeß-

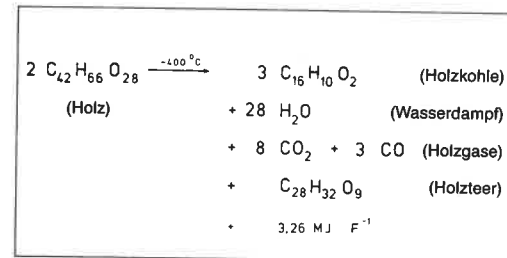


Abb. 3: Vereinfachte Darstellung der Pyrolyse von Holz.



Abb. 4: Gewinnung von Holzteer durch Grubenschwelerei in Österbotten. Kupferstich von J. H. Seeliger nach einer Zeichnung von A. Dahlsteen (1749). Royal Library, Stockholm.



Abb. 5: J. W. Meil: Der Theerbrenner (1765). Dorn 160, SMPK.

führung) oder indirekt (allotherme Prozeßführung) erhitzt wird (KLAR 1910). Beim ersteren handelt es sich um modifizierte Meilertechniken, z.B. Gruben- oder Hangmeiler, die durch spezielle Anordnungen ein Auffangen der Pyrolyseprodukte ermöglichen. Diese Verfahren kamen und kommen vor allem in den waldreichen Gebieten Skandinaviens und der UdSSR vor, man findet sie aber auch schon in der Antike erwähnt (BUGGE 1925) (Abb. 4). Für Südwestdeutschland und Frankreich sind die aus einer Kammer bestehenden sogenannten Salbeöfen, für Sachsen und Österreich der Stinkstaa oder Pechölstein typisch. Der Vorteil der autothermen Prozeßführung ist der relativ einfache und billige Aufbau der Anlagen; der große Nachteil besteht darin, daß zum Erreichen der nötigen Betriebstemperatur etwa ein Drittel des

Reaktionsholzes (Kienholz) verbrannt werden muß.

Mit allothermer Prozeßführung wurden die Teer- oder Pechöfen betrieben, die seit dem 13. Jh. die wichtigsten Produktionsstätten für Holzteer waren. Vereinzelt bis in die Mitte des 20. Jh.s betrieben, lag die Hochblüte dieses Zweiges der Waldwirtschaft im 17. bis zum 19. Jh. (Abb. 5).

A. Scamoni konnte allein auf dem Gebiet der DDR über 300 dieser Anlagen nachweisen (SCAMONI 1955). In der Bundesrepublik ist als letzter Zeuge dieses Gewerbes noch ein Ofen als technisches Kulturdenkmal in Kirtorf/Hessen erhalten geblieben (ERNST 1983), die DDR bewahrt noch zwei dieser Anlagen (BÖTTCHER 1988 u. MÖBES 1981).

Den ersten Nachweis allothermer Prozeßfüh-

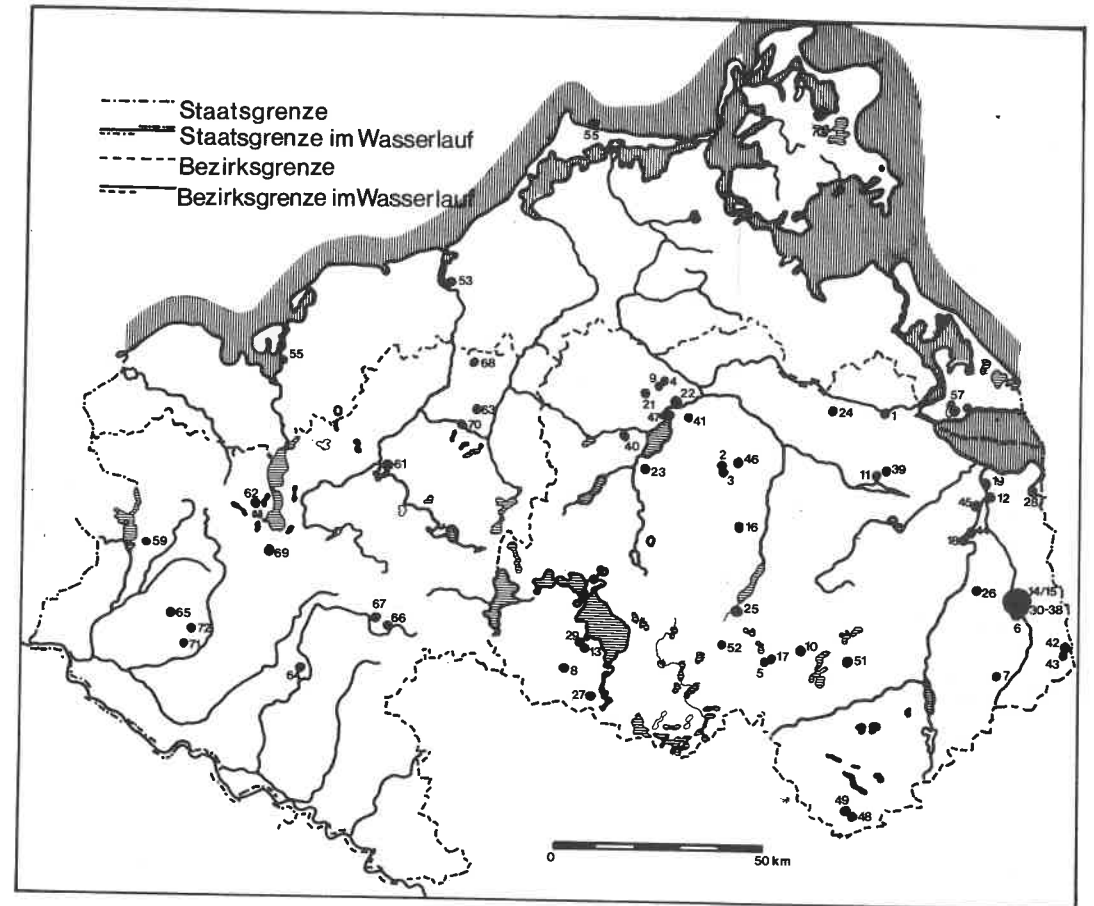


Abb. 6: Mecklenburg. Fundplätze mit Hinweisen auf Teer- und Pechbereitung.

rung stellt das Doppeltopf-Verfahren dar, das im folgenden näher beschrieben werden soll. Gesicherte archäologische Nachweise zur Methodik dieser Art der Teergewinnung liegen seit dem 7. Jh. n. Chr. vor und stammen alle aus dem slawischen Bereich (RAJEWSKI 1970). Am besten erforscht ist hierbei Mecklenburg durch R. Voss (VOSS 1986) (Abb. 6). Es handelt sich bei den Funden meist um eine typische Keramik mit Pechverkrustung (Abb. 7) sowie einem oder mehreren Löchern im Boden oder um Spuren im Erdreich. Dabei handelt es sich um im oberen Bereich trichterförmige, unten zylinderförmige Gruben mit Brandspuren.

Die Deutung dieser Gruben als Produktionsstätte gelang erstmals W. Szafranski 1948 in Biskupin/Polen (SZAFFRANSKI 1949/50). W. Szafranski erinnerte sich 1988: „Der Zweck

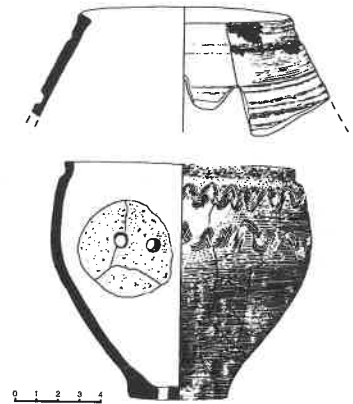


Abb. 7: oben: Gefäß mit Teerkruste aus jungslawischer Teersiedestelle. Museum Waren IV/78/101. Fundort: Rossow, Kreis Pasewalk, DDR. unten: Slawisches Gefäß mit Menkendorfer Anklängen. Museum Stralsund 1970: 204 a-c. Fundort: Wolzin, Kreis Wolgast, DDR.



Abb. 8: Lackprofil einer auf dem Gelände des Museumsdorfes entdeckten vermuteten Teerschmelgrube.



Abb. 9: Temperaturmessung mit NiCr-Ni-Thermoelementen in Edelstahlgefäßen.

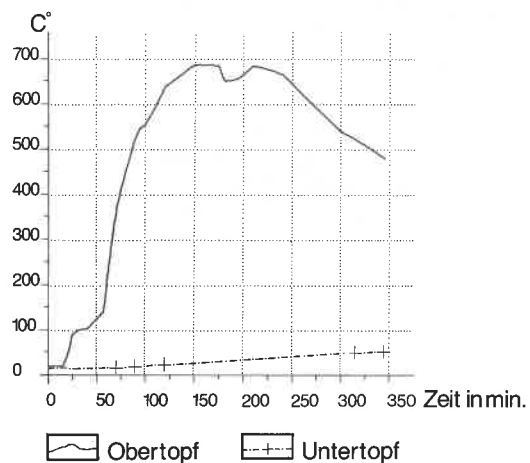


Abb. 10: Temperaturverlauf im Schwelofen.

dieser Gruben war uns allen ein Rätsel, bis dem alten Dorfschmied Biskupins einfiel, daß sein Großvater im Wald mit Hilfe von zwei Töpfen Teer gemacht hatte.“ Sollten die aufgefundenen Gruben auch zur Teerherstellung verwendet worden sein? Erste Versuche mit Birkenrinde als Ausgangsmaterial bestätigten im Jahre 1948 diese Annahme, ebenso die Auswertung ethnologischer Literatur.

Funde von bisher vier solcher Gruben auf dem Gelände des Museumsdorfes Düppel - einer Wüstung aus der Zeit um 1230 n. Chr. - führten zur Gründung der „Arbeitsgruppe Teerschwele“ (GEHRKE 1970). Diese Gruppe hat u.a. das Ziel, das Herstellungsverfahren an Hand des archäologischen Fundstoffes (Abb. 8) im Detail zu rekonstruieren.

Erste Auswertungen der Literatur ergaben, daß die Methode nirgends schriftlich fixiert wurde (KURZWEIL und TODTENHAUPT 1987). Nur drei Berichte aus Rußland und Ostpreußen beschreiben ähnliche Verfahren (ZELENTIN 1927 und HOHENSTEIN 1857 und MAGER 1960). Die angestrebte Rekonstruktion konnte also nur durch „trial and error“ erfolgen.

#### Das Experiment

Eine Rekonstruktion des sogenannten Doppeltopf-Verfahrens war nur mit Hilfe der Töpfergruppe des Museumsdorfes Düppel möglich. Diese stellte dankenswerterweise genügend Replikat mittelalterlicher Teerkeramik zur Verfügung, um die Versuche ausführen zu können. Mit Hilfe dieser Töpfe wurden Freilandexperimente durchgeführt, die zur Aufgabe hatten, die Abhängigkeit der Teerausbeute und Beschaffenheit von Holzart, Heizgeschwindigkeit und Heizdauer zu ermitteln. Temperaturmessungen mit NiCr-Ni-Thermoelementen (Abb. 9) während der Versuche erlaubten dazu Aussagen (Abb. 10), die sich mit dem in der Literatur angegebenen Verlauf der Pyrolyse decken. Begleitend wurden Labortests an Modellen, Differentialthermoanalysen und Literaturstudien über die Chemie des Holzes durchgeführt. Ein wichtiges Problem war die Magerung der verwendeten Keramik. Einschlägige Abbildungen in der archäologischen Fachliteratur erlauben selten entsprechende Rückschlüsse; es



1



2



3



4



5



6

Abb. 11: Phasen der Holzteergewinnung im Doppeltopf-Verfahren. 1. „Putzen“ des Kiens. 2. Fertig zum Brennen. 3. Großes Feuer. 4. Abkühlphase. 5. Öffnen des Reaktionsgefäßes und Herausnehmen der Holzkohle. 6. Holzteer.



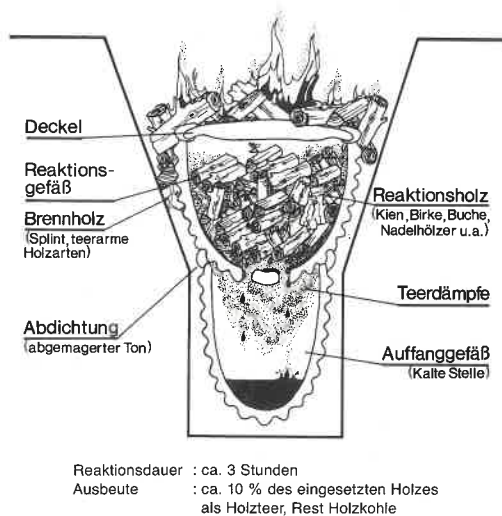


Abb. 12: Rekonstruktionsversuch einer bäuerlichen Teerschwele aus dem Mittelalter.

mußte experimentiert werden. Das Ziel war eine Keramik, die sich möglichst eng an das mittelalterliche Vorbild anlehnt. Gute Erfahrungen wurden mit einer 30-50%igen Schamottmagerung erzielt, ebenso mit einer ebenfalls 30-50%igen Magerung mit Quarzsand der Korngröße 0,5-2 mm. Gebrannt wurden die Töpfe im Nachbau eines mittelalterlichen Ofens oder in einer Brenngrube, in beiden Fällen mit Holz. Die mechanische Stabilität dieser Keramik ist nicht sehr groß, um so besser ist ihr thermisches Verhalten. Nach den bisherigen Erkenntnissen aus etwa 100 Versuchen lief die Gewinnung von Holzteer mit Hilfe von zwei Töpfen mit großer Wahrscheinlichkeit wie nachstehend beschrieben ab:

Ein Keramikgefäß von 10-15 l Inhalt mit durchlochtem Boden wird fest mit kleingehacktem Kienholz oder anderem geeigneten Material, wie Birkenrinde, gefüllt und in einer ca. 1 m tiefen trichterförmigen Grube auf ein zweites, etwa gleich großes Gefäß gestellt. Das obere Gefäß wird mit einem Deckel abgedeckt, sowohl der Deckel als auch die Trennlinie zwischen den beiden Gefäßen mit gemagertem Lehm abgedichtet. Das untere Gefäß, der Kondensatauffangbehälter, steht dabei eingegraben in der kühlen Erde, während um den oberen Reaktionstopf ein Feuer entfacht und ca. 2-3 Stunden unterhalten

wird. Die Temperaturen liegen in der Endphase der Pyrolyse bei ca. 700° C. Die Grube soll zur Brennstoffersparnis die Wärme zurückstrahlen und gleichzeitig den Topf vor Temperaturschwankungen schützen. Danach läßt man die Anordnung erkalten, räumt die Asche aus der Grube, entfernt den oberen Topf und gräbt das Kondensatgefäß, in dem sich der Rohteer angesammelt hat, aus. Noch zweckmäßiger ist es, nur den Deckel des Reaktionsgefäßes abzunehmen, die als Rückstand der Pyrolyse gebildete Holzkohle zu entnehmen und das Gefäß neu mit Holzkohle zu beschicken. Auf diese Weise können 3-5 Schwelungen durchgeführt werden (Abb. 11).

Der gewonnene Rohteer muß vom wäßrigen Anteil (dieser eignet sich gut zum Konservieren von Schnur) befreit werden und kann dann bis zur gewünschten Konsistenz eingekocht werden.

Ausbeute und Beschaffenheit der Produkte Teer und Holzkohle hängen, wie erwähnt, von vielen Faktoren ab. Die Ausbeute beim Doppeltopf-Verfahren beträgt 10 Gew.% +/- 40 Rel.%, bezogen auf luftgetrocknetes Holz (Abb. 12).

Angesichts dieser hohen Ausbeute kann man vom Doppeltopf-Verfahren als einer Methode sprechen, die nur durch exakte Beobachtung entwickelt worden sein kann. Allgemein scheint es sich um ein bäuerliches, slawisches Verfahren zur Deckung des Eigenbedarfs an Teer gehandelt zu haben, ausgeübt von Spezialisten. Größere Produktionen, wie im Wermsdorfer Forst (OETTEL 1987) oder in der Slowakei beobachtet, zeigen bereits den Übergang zum Handwerk an (REMIASOVA und RUTTKAY 1967). Der Konkurrenz der Ende des 13. Jh.s auftauchenden Teeröfen war das Doppeltopf-Verfahren nicht gewachsen und spielte von da bis in das 17. Jh. nur noch lokal, z.B. in Ostpreußen, eine Rolle.

Ermöglicht wurde die Forschung auf dem Gebiet des Holzteers vor allem durch Vorstand, Mitarbeiter und Mitglieder des Museumsdorfes Düppel, Berlin, das Berliner Landesamt für Bodendenkmalpflege, ferner durch das Panstwowe Muzeum Archeologiczne Biskupin, Polen, und den Arbeitskreis Archäometrie der Gesellschaft Deutscher Chemiker, denen die Verfasser an dieser Stelle ihren Dank aussprechen möchten.

#### Literatur:

- BÖTTCHER, H.J. u.a. (1988): Neue Zeit vom 10.8. 1988: 8.
- BUGGE, G. (1925): Die Holzverkohlung und ihre Erzeugnisse. Berlin und Leipzig.
- ERNST, E. (1983): Der Schmeer- oder Pechofen von Eschbach. - Hessenpark 2: 9 ff.
- GEHRKE, W. u. MÜLLER, A. (1970): Zur mittelalterlichen Siedlungsforschung in Berlin. - Ausgrabungen in Berlin 1: 150 ff.
- HOHENSTEIN, A. (1857): Theer-Fabrikation für Waldbesitzer und Forstmänner, Wien.
- KLAR, M. (1910): Technologie der Holzverkohlung. Berlin.
- KURZWEIL, A. u. TODTENHAUPT, D. (1987): Bibliographie zum Thema Holzteer. Museumsdorf Düppel. Berlin.
- LANGE, W. (1983): Die Untersuchung eines mittelalterlichen Holzteers aus der Bremer Kogge. - Berliner Beiträge zur Archäometrie 8: 289-298.
- MAGER, F. (1960): Der Wald in Altpreußen als Wirtschaftsraum, Bd. II: 55-63. Köln u. Graz.
- MÖBES, G. (1981): Holzteerproduktion im Thüringer Holzland. - Urgeschichte und Heimatforschung 18: 3 ff.
- NIKITIN, N.I. (1955): Die Chemie des Holzes. Berlin.
- OETTEL, G. (1987): Die spätslawische Pechsiederei und Grubenköhlerei im Wermsdorfer Forst, Kreis Oschatz. - Arbeits- u. Forschungsber. z. sächs. Bodendenkmalpflege 31: 283-324.
- OSTEROTH, D. (1989): Von der Kohle zur Biomasse. Berlin, Heidelberg, New York.
- RAJEWSKI, Z. (1970): Pech und Teer bei den Slawen. - ZfA 4: 46-53.
- REMIASOVA, M. u. RUTTKAY, A. (1967): Zistovaci vayskum v Kosi (Teergruben in Kos. Slowakei). - Slovenska Archeologia XY-2: 455-464.
- SAUTER, F. (1980): Neue Untersuchungen von „Harz“-Auflagen auf hallstattzeitlicher Keramik. - Forschungsberichte zur UFG 11: 61 ff.
- SCAMONI, A. (1955): Teeröfen als Nachweis eines ursprünglichen Vorkommens der Kiefer. - Archiv für Forstwesen, 4. Band, Heft 2/3: 170-183.
- SCHLICTHERLE, H. (1989): Pfahlbauten: die frühe Besiedlung des Alpenvorlandes. - Spektrum der Wissenschaft 6: 72-85.
- SZAFRANSKI, W. (1949/50): Wczesnohistoryczna smolarnia z Biskupina w pow. Zniskim. - Slavia Antiqua 2,2: 453 ff.
- TOTH, L. (1982): Chemie der Räucherung. - Wissenschaftliche Arbeitspapiere der Senatskommission zur Prüfung von Lebensmittelzusatz- und -inhaltsstoffen. DFG.
- Voss, R. (1986): Studien zur Technologie der Teer- und Pechherstellung anhand der slawischen Keramik mit Teer- und Pechverkrustungen vom 7. bis 12. Jh. in Mecklenburg. Diplomarbeit,

Fachbereich Ur- und Frühgeschichte Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.  
ZELENTIN, D. (1927): Russische (Ostslawische) Volkskunde: 141. Berlin u. Leipzig.

#### Anschriften der Verfasser:

Andreas Kurzweil  
Eisenacher Str. 11  
D-1000 Berlin 30

Dieter Todtenhaupt  
Hohenzollerndamm 24  
D-1000 Berlin 31

## Verzeichnis der Leihgeber

Adameck, Marco u.a.  
Tilsiter Str. 3  
2080 Pinneberg

Arbeitskreis für experimentelle Archäologie  
Hannover  
Michael Meier  
Zum Mühlensiek 1  
3252 Bad Münder 1

Archäologische Denkmalpflege  
für den Landkreis Lüchow-Dannenberg  
Königsberger Str. 10  
3130 Lüchow

Archäologisches Freilichtmuseum Oerlinghausen  
Postfach  
4811 Oerlinghausen

Bayer. Landesamt für Denkmalpflege  
Außenstelle Augsburg  
Prinzregentenstr. 11a  
8900 Augsburg

Bayer. Landesamt für Denkmalpflege  
Außenstelle Landshut  
Sigmund-Schwarz-Str. 4  
8300 Landshut

Detlefs, Margareta  
2241 Weddingstedt-Borgholz

Deutsches Schifffahrtsmuseum Bremerhaven  
Van-Ronzelen-Straße  
2850 Bremerhaven

Heimatmuseum Oettingen  
Hofgasse 14  
8867 Oettingen

Institut für Denkmalpflege Hannover  
Scharnhorststr. 1  
3000 Hannover

Institut für Ur- und Frühgeschichte der  
Universität Köln  
Weyertal 125  
5000 Köln 41

Mesch, Hermann  
Vinnenberger Str. 6  
4410 Warendorf

Museum für Dithmarscher Vorgeschichte  
Brahmsstraße 8  
2240 Heide

Museumsdorf Düppel  
Clauertstr. 11  
1000 Berlin 37

Niedersächsisches Landesmuseum Hannover  
Am Maschpark 5  
3000 Hannover

Panstwowe Muzeum Archeologiczne Oddzial  
w Biskupinie  
00-950 Warszawa  
Skr. pocztowa 69  
ul. Długa 52  
Arsenal  
Polen

Rheinisches Landesmuseum Bonn  
Colmantstr. 14-16  
5300 Bonn

Römisches Museum  
Dominikanerstr. 15  
8900 Augsburg

Stadtarchäologie Kempten  
Poststraße  
Untere Hofmühle  
8960 Kempten

Textilmuseum Neumünster  
Parkstraße 17  
2350 Neumünster

Universitätsmuseum für Kunst und  
Kulturgeschichte  
Schloß  
3550 Marburg

Vorlauf, Dirk  
Vorgeschichtliches Seminar der  
Philipps-Universität  
Biegenstraße 11  
3550 Marburg

Weickmann, Elisabeth  
Moniberg 78a  
8300 Landshut

Weise, Carmen  
Oberhofer Weg 60b  
1000 Berlin 45