

EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE

in Europa

Bilanz 2011



EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE IN EUROPA
BILANZ 2011
Heft 10

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

in Zusammenarbeit mit dem
Pfahlbaumuseum Unteruhldingen,
Strandpromenade 6,
D – 88690 Unteruhldingen-Mühlhofen



EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE IN EUROPA BILANZ 2011



ISENSEE VERLAG
OLDENBURG

Redaktion: Frank Both

Textverarbeitung und Layout: Ute Eckstein

Bildbearbeitung: Torsten Schöning

Umschlaggestaltung: Ute Eckstein

Umschlagbilder: Gregory S. Aldrete, Timm Weski, Michael Siedlaczek

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

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

ISBN 978-3-89995-794-5

© 2011 Europäische Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie / European Association for the advancement of archaeology by experiment e. V. – Alle Rechte vorbehalten
Gedruckt bei: Beltz Bad Langensalza GmbH, D-99941 Bad Langensalza

INHALT

<i>Gunter Schöbel</i> Vorwort	8
<i>Wulf Hein</i> Ein Leben für die Archäologie – Harm Paulsen	9
<i>Wolfram Schier</i> EXAR Berlin 8. 10. 2010 – 10.10.2010 Grußwort	13
<i>Mamoun Fansa</i> 20 Jahre Experimentelle Archäologie im Landesmuseum Natur und Mensch, Oldenburg	15
<i>Alexandra Krenn-Leeb, Wolfgang F. A. Lobisser, Mathias Mehofer</i> Experimentelle Archäologie an der Universität Wien Theorie – Praxis – Vermittlung – Wissenschaft	17
<i>Rosemarie Leineweber</i> Probieren geht über Studieren? Seminare und Praktika in archäologischen Freilichtanlagen	34
<i>Timm Weski</i> Das Seminar „Experimentelle Schiffsarchäologie – Historische Realität, Fiktion oder Freizeitvergnügen?“ an der Humboldt-Universität Berlin	43
<i>Gunter Schöbel</i> Die Kinder-Uni Tübingen und das Experiment	50
<i>Anna Grossman, Wojciech Piotrowski</i> Archaeology by experiment and education – the case of Archaeological Museum in Biskupin, Poland	62
<i>Hans Joachim Behnke</i> Das Archäotechnische Zentrum in Welzow	74
<i>Gregory S. Aldrete, Scott Bartell, Alicia Aldrete</i> The UWGB Linothorax Project: Reconstructing and Testing Ancient Linen Body Armor	88

<i>Philipp Roskoschinski</i> Von Schild, Schwert, Speer und Axt: Kampfweise und Waffengebrauch im germanischen Barbaricum und nordeuropäischen Frühmittelalter	96
<i>Michael Siedlaczek</i> Der experimentelle Nachguss von bronzezeitlichen Schwertern	109
<i>Julia Bucher, Patrick Nagy, Stefanie Osimitz, Kathrin Schäppi</i> Auf den Spuren der keltischen Münzmeister Untersuchungen zur Herstellung spätlatènezeitlicher subaerater Münzen – Ein interdisziplinäres Forschungsprojekt	120
<i>Irene Staeves</i> Energiesparwände in der Bronzezeit	130
<i>Gunter Schöbel</i> Das Hornstaadhaus – Ein archäologisches Langzeitexperiment Zwischenbericht 2010-2011.	138
<i>Wolfgang F. A. Lobisser, Ulrike Braun</i> „Phönix aus der Asche“ – Zur Planung und Errichtung eines neuen Langhausmodells im Archäologischen Zentrum Hitzacker auf der Basis von bronzezeitlichen Befunden	143
<i>Ákos Nemcsics</i> Die experimentelle Untersuchung der fischgrätenartigen Bausteinanordnung in der Mauerung unserer Vorfahren	162
<i>Markus Klek</i> „Auf der Suche nach dem Nass-Schaber“ Archäologie und funktionale Analyse von Gerbewerkzeug aus Knochen mit längsstehender Arbeitskante	178
<i>Jean-Loup Ringot</i> Die steinzeitlichen Aerophone: Flöten oder Schalmeien?	188
<i>Roel Meijer, Diederik Pomstra</i> The production of birch pitch with hunter-gatherer technology: a possibility	199
<i>Dieter Todtenhaupt, Thomas Pietsch</i> Zahnabdrücke in steinzeitlichen Pechen. Wie konnten sie sich so lange erhalten?	205

<i>Ruth Neumann, Brigitte Freudenberg, Margarete Siwek</i> Das Vaaler Bändchen – die Rekonstruktion eines archäologischen Kammgewebes aus Dithmarschen als Gemeinschaftsarbeit der Wollgruppe des Museumsdorfes Düppel in Berlin	213
<i>Claudia Merthen</i> Wie kommt der Fisch ins Band? Zur Rekonstruktion eines Gewebes aus Alt-Peru	219
<i>Thomas Martin</i> „Am Kochtopf des Apicius“ Die Universitätsgruppe ΕΜΠΕΙΡΙΑΖΩΝ und die Kochkunst der Römer – ein Erfahrungsbericht	232
<i>Thomas Martin</i> Konservierungsmethoden der Antike – Einmachen nach Columellas „De re rustica“	243
<i>Jens-Jürgen Penack</i> Laubfutterwirtschaft in der Region des Reinhardswaldes Ein Beitrag zur Geschichte der Landwirtschaft	249
Kurzberichte	264
<i>Ulrike Weller</i> Vereinsbericht der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie (EXAR) für das Jahr 2010	265

Der experimentelle Nachguss von bronzezeitlichen Schwertern

Michael Siedlaczek

Vorbemerkung

Der hier vorliegende Aufsatz basiert auf meiner an der „Freien Universität Berlin“ 2008 eingereichten Magisterarbeit mit dem Titel „Studien zur Herstellung und Funktion spätbronzezeitlicher Schwerter“. Im Rahmen dieser Arbeit wurden persönlich in einer Serienuntersuchung über 150 bronzezeitliche Schwerter in sieben Museen und Sammlungen Deutschlands makro- und mikroskopisch untersucht. Die Herstellungsart der Schwerter, die feststellbaren Qualitätsunterschiede der Bronzen sowie die nachweisbaren Gebrauchsspuren bzw. -schäden, die gegebenenfalls an der Schwertoberfläche festgestellt werden konnten, standen bei dieser Studie im Mittelpunkt. Von grundlegender Wichtigkeit war es daher, die Herstellungspuren, wie z. B. die Anwendung bestimmter Werkzeuge richtig zu erkennen und zu deuten. Ferner charakteristische Gebrauchsspuren bzw. -beschädigungen zeitlich zuzuordnen und ihre Entstehung nachzuvollziehen, um Hinweise auf die Verwendungsdauer und Funktion geben zu können.

Einleitung

Grundsätzlich beruht jedes archäologische Interpretieren auf Analogien. Gerade die experimentelle Archäologie ist in dieser Hinsicht ein Instrumentarium zur Erkennt-

nisgewinnung. Es gestattet zudem einen, wie H. Drescher es formuliert, „Einblick in die Arbeitsart und Gedankenwelt der betreffenden Handwerker.“ Dennoch weist er zu Recht darauf hin, dass selbst sorgfältig ausgeführte Versuche trotzdem Fehler und Abweichungen von den Verfahren der Handwerker in vorgeschichtlicher Zeit enthalten können. Auch durch Übung können jahrhundertelange Erfahrungen und Traditionen bronzezeitlicher Werkstätten nicht ersetzt werden (DRESCHER 1958, 1 f.).

Bei der Vorarbeit zu der Studie konnte festgestellt werden, dass Aussagen zur Herstellung und Funktion von archäologischen Objekten, in der Archäologie nicht selten, auf einer rein theoretischen Grundlage abgehandelt wurden. Das Hauptanliegen, unterschiedliche experimentelle Versuche durchzuführen, bestand insofern darin, praktische Erfahrung mit dem Material, der Herstellung und der Handhabung eines Schwertes zu sammeln. Dadurch sollte möglichst eine einseitige oder sogar falsche Beurteilung der Herstellungs- und Gebrauchsspuren an den originalen Bronzeschwertern, die in den Museen untersucht wurden, vermieden werden. Ohne genaue Vorkenntnisse wäre es nicht immer möglich gewesen, beispielsweise Gussfehler, angeschmolzene Oberflächen oder unterschiedliche Korrosionsprodukte, die zumeist noch bei restauratorischen Maßnahmen entfernt worden waren, auseinanderzuhalten. Auch galt es, vorhandene prähistorische Werkzeugspuren oder -schäden von den nicht wenigen neuzeitlich verursachten Hinterlassenschaften am Schwert zu erkennen und zu unterscheiden. Aus diesen Gründen wurden zahlreiche Schwerter nach prähistorischen Vorbildern in Bronze nachgegossen und überarbeitet. Die experimentellen Versuche wurden vorrangig mit dem renommierten Bronzegießer Neil Burridge (siehe www.bronze-age-craft.com) in Großbritannien durchgeführt.

Seit vielen Jahren stellt er zahlreiche Repliken nach prähistorischen Vorbildern her. Auf seine enorme Erfahrung im Nachguss als auch im Überarbeiten der Schwerter, konnte im Rahmen der Nachgussversuche zurückgegriffen werden. Die hergestellten Griffzungenschwerter, u. a. vom Typ Ewart Park, Typ Reutlingen und Typ Gündlingen, wurden zunächst in Stein- und Lehmformen hergestellt und überarbeitet. In weiteren Experimenten sind auch praktische Stich-, Hieb- und Schnittversuche mit den Repliken unternommen worden.

Die Grundlage für die folgende kurze Zusammenfassung stellen daher die überlieferten Gussformen, die beobachteten Herstellungsspuren an den Originalen und Repliken sowie ein Teil der zahlreichen unterschiedlichen experimentellen Versuche dar.

Forschungsgeschichte

Wiederholt sind erkenntnisgewinnend Nachgüsse von bronzenen Objekten durchgeführt und detailliert beschrieben worden. Hinweise zu experimentellen Nachgussversuchen von Schwertern sind jedoch eine Seltenheit. Dass der erfolgreiche Nachguss von Schwertern bereits im 19. Jahrhundert durchgeführt wurde, zeigt die nicht zu unterschätzende Anzahl von Schwertern, die in der Fachliteratur als „gefälschte Schwerter“ bezeichnet werden. Zum ersten Mal publiziert wurde der erfolgreiche experimentelle Nachguss eines Schwertes 1985 von D. Liebel (LIEBEL 1985, 39 ff.). Von einer Bronzegießergruppe aus der Schweiz wurden 1995 Griffzungenschwerter in einer Sandsteinform gegossen. Als Fazit wurde jedoch festgestellt, dass die nachgegossenen Exemplare von sehr schlechter Qualität waren (FASNACHT 1995, 241 ff., Abb. 2). Eine ausführliche Beschreibung ihrer Schwertgussversuche

in Lehmformen wurde 1998 von S. Ó. Faoiláin und P. Northover publiziert (FAOILÁIN, NORTHOVER 1998, 69 ff.).

Quellenlage

Schwerter herstellende Werkstätten sind kaum bezeugt. Genannt werden können die Hinterlassenschaften einer bronzezeitlichen Gießerei in Radzovce, Slowakei (FURMÁNEK, VELIAČIK, VLADÁR 1999, 138 f.) und vor allem in Dainton, Großbritannien (NEEDHAM 1980, 177 ff.). Die bekannten weiteren Gussformen sind zumeist Zufallsfunde, stammen aus Altgrabungen ohne genaue Beschreibung der Fundsituation oder aber sind lediglich in Depots niedergelegt worden. Aufgrund fehlender Befunde kann die Herstellungsweise daher lediglich aus den wenigen erhaltenen Gussformen oder gegebenenfalls indirekt, am Artefakt, erschlossen werden.

Das Erschmelzen der Bronze und die mögliche Weiterverarbeitung der Schwerter kann anhand unterschiedlicher bronzezeitlicher Funde rekonstruiert werden. Dies betrifft zunächst den für den Gussvorgang erforderlichen Schmelzherd, die Tondüsen vom Blasebalg, sowie der Tiegel, als auch die für die Weiterverarbeitung gebrauchten Werkzeuge, wie z. B. Hämmer, Ambosse, Meißel, Punzen und Schleifsteine. In diesem Zusammenhang können vor allem die Funde und Befunde aus Möriken in der Schweiz, sowie Bad Buchau und Bad-Säckingen in Baden-Württemberg genannt werden (JOCKENHÖVEL 1986, 213 ff.). Ferner sind aber auch Gebrauchswerkzeuge bzw. Materialien zu erwähnen, die im archäologischen Befund bzw. durch Funde nur schwer oder gar nicht nachgewiesen sind. Hierzu zählen z. B. Holzklammern oder Zangen zum Halten des Tiegels oder Einklemmen der Gussformen, Holzhämmer zum Härten bzw. Dengeln oder Sand und Leder zum Polieren der Schwerter.

Gussformen

Zu dem beim Schwertguss angewandten Herstellungsverfahren zählt der Guss in sog. Zwei-Schalen-Gussformen, der auch als Klappformguss bezeichnet wird. Für Schwerter sind Gussformen bei diesem Verfahren aus Stein und Lehm bekannt. Unvollständig abgearbeitete Gussnähte an der Griffangel oder -zunge, die sich an einigen Schwertern beobachten lassen, belegen ebenfalls einen Guss in einer Zwei-Schalen-Gussform.

Zwei steinerne Gussformen liegen beispielsweise aus Heilbronn-Neckargartach, Baden-Württemberg vor, die in einem Depot mit weiteren Gussformen sorgfältig niedergelegt wurden (PARET 1955, 35 ff.). Die zwei quaderförmigen Gießformen aus Letten-Kohlen-Sandstein dienten zur Herstellung von mehr als 65 cm langen Griffzungenschwertern, die jedoch keinem Typ sicher zugeordnet werden können (Abb. 1). Auf allen Längsseiten dieser sog. multiplen Gießform befinden sich Formnegative, wobei ein unbenutztes Schwertnegativpaar intentionell zerkratzt worden war. Die Innenflächen der zwei anderen Formnegative weisen hingegen Spuren von ca. 900°C Hitzeeinwirkung auf. Der Einguss erfolgte von der Griffzunge. Da der Gussrichter für einen Einguss zu klein ausgestaltet wurde, ist anzunehmen, dass ein zusätzlicher Eingussrichter beispielsweise aus Ton auf die Form aufgesetzt war. Die Steinform ist zudem mit Entlüftungskanälen und Passnuten versehen worden.

Lehmformen sind im archäologischen Fundgut in Deutschland kaum bezeugt. In der bereits erwähnten Waffenwerkstatt von Dainton, Großbritannien sind hingegen zahlreiche gut erhaltene Exemplare ausgegraben worden (NEEDHAM 1980, 177 ff.). Die dort aufgefundenen Lehmformen dienten u. a. für die experimentellen Rekonstruktionen als Vorbilder.

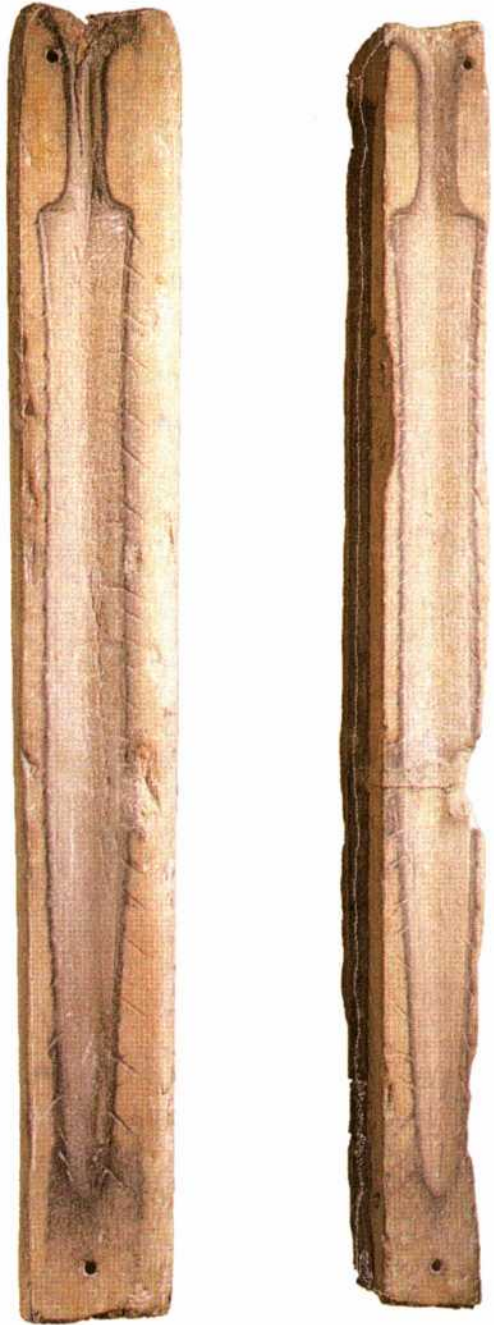


Abb. 1: Gussformen aus Letten-Kohlen-Sandstein zur Herstellung von Griffzungenschwertern. Aus einem Depotfund aus Heilbronn-Neckargartach (Baden-Württemberg).

Hingewiesen sei auch auf eine spätbronzezeitliche, mehrteilige Gussform, eine sog. Stückform, aus Erlingshofen, Bayern. Mit dieser einzigartigen bronzenen Stückform konnte ein vollausgestalteter Bronzeschwertgriff des Typs Mörigen gegossen werden (DRESCHER 1958, 78 ff., Taf. 14).

Neben dem Guss in Klappformen ist für die Griffe der Vollgriffschwerter, zumindest indirekt, auch der Guss im Wachsausschmelzverfahren nachgewiesen. Dieses Gussverfahren, der auch als Guss in verlорener Form bezeichnet wird, ist durch keine Gießform belegt. Aus dem Fehlen derartiger Gussformen darf jedoch nicht der Schluss gezogen werden, dass es sich um ein selten angewandtes Gießverfahren gehandelt hat, da sich die nur leicht gebrannten, kleinteiligen Formfragmente kaum haben erhalten können. Neben der Griffform, z. B. bei vorhandenen Unterschneidungen, weisen vor allem auch mitgegossene Modellierspuren, sog. Bossierspuren, auf einen Guss im Wachsausschmelzverfahren hin.

Herstellung der Gussformen

Steinformen

Für die Herstellung einer Steingussform muss zunächst ein zum Gießen geeigneter Stein besorgt und mit großem Zeitaufwand bearbeitet werden. Als verwendetes Material für Gussformen aus Stein ist Sandstein, Gneis, Speckstein und Schiefer belegt. Nicht jede dieser Gesteinsarten ist jedoch für einen Bronzeguss gleich gut geeignet. Für einen erfolgreichen Guss ist in dieser Hinsicht die Hitzebeständigkeit, die Porosität, aber auch eine wärmespeichernde Eigenschaft des Materials entscheidend. Nur wenn die Gesteinsart diese Kriterien erfüllt, kann die Gussform auch als sog. Dauerform, für mehrere Schwertgüsse verwendet werden. Ferner sind aber auch die Bearbeitungsmöglichkeiten des Materials von Bedeutung, da gegebenenfalls feinere

Formbearbeitungen, z. B. in Speckstein mit großen Quarzanteilen, kaum möglich sind.

Bei der Ausarbeitung einer steinernen Gießform wurden zunächst zwei Steinhälften quaderförmig zugehauen und an den Oberseiten plan geschliffen. Die gewünschte Form des Schwertes wurde bei allen Gießformen als Hohlraum bzw. als sog. Formnegativ passend zueinander, in die beiden Steinhälften geschnitten bzw. herausgekratzt. Der Gusstrichter wurde z. T. separat hergestellt. Bei einer auftauchenden Lunkerbildung an einer bestimmten Stelle des Rohlings, konnte für einen erneuten Guss, gegebenenfalls der Trichter vergrößert und dadurch die Eingießgeschwindigkeit bzw. der Druck verändert werden. Bei den experimentellen Versuchen befand sich der Anguss an der Griffzunge, doch sind einige bronzezeitliche Schwerttypen auch von der Klingenspitze aus gegossen worden. Je nach Porosität des Gesteins wurden zudem, um eine Lunkerbildung am Schwert zu vermeiden, unterschiedlich viele Entlüftungskanäle, sog. Kokillen, in die Gussform eingeritzt.

Lehmformen

Die überlieferten Formen aus Lehm weisen in der Regel zwei unterschiedlich gemagerte Lehmschichten auf, die sich wie bei der Rekonstruktion, meist auch farblich unterscheiden lassen (Abb. 2). Die innere Lehmschicht besteht aus feingemagertem Lehm, die anschließend von einer oder mehreren gröberen, mit organischem Material, wie beispielsweise Gras, Häcksel, Dung oder Haar versetzten Lehmschichten ummantelt wurden. Die auf diese Weise hergestellten, langen Lehmformen sind trotz der Magerung äußerst instabil, so dass eine zusätzliche Stabilisierung durch eingebettete Äste in den Lehmschichten erreicht werden kann. Auf die noch feuchte Lehmform wurde beim experimentellen Versuch ein im Maßstab 1:1 gefertigtes Modell aus Holz eingebet-



Abb. 2: Teilstück einer gebrannten, zweiteiligen Lehmform. Gut sichtbar ist der zweiphasige Aufbau, die Verschnürungsstellen, sowie rechts die nun verkohlten Überreste eines in die Form eingebetteten Astes.

tet. Die Verwendung von Holzmodellen bei der Herstellung einer Lehmform ist z. B. durch Holzmaserungsabdrücke in einer Gussform aus Jarlshof, England, belegt (HODGES 1959, 129 ff.). Um ein Zusammenkleben des Modells mit den Formhälften zu verhindern wurden zuvor die Kontaktflächen mit Asche bestreut, welches als Trennmittel diente. Die zweiteilige Klappform wurde nach einem Andrücken geöffnet und das Modell anschließend entfernt. Wenn nicht, wie beim Versuch, ein kegelförmiger Eingusstrichter bereits am Modell vorhanden war, musste am oberen Klingenende oder an der Klingenspitze dieser nachträglich angebracht werden. In einem zusätzlichen Arbeitsschritt wurde die Oberfläche am Formnegativ zusätzlich geglättet. Gegebenenfalls können die Mittelrippe oder Profilierungen plastisch

herausgeformt bzw. eingeritzt werden. Um ein leichteres Einbringen der Nietlöcher zu ermöglichen wurden an den für die Nieten vorgesehenen Stellen Noppen an der Gussform angebracht (Abb. 3). Am gegossenen Rohling sind an diesen Stellen nun seichte Vertiefungen vorhanden, in die in einem sekundären Arbeitsschritt die Nietlöcher erheblich leichter gedorn oder gebohrt werden konnten. Zur sicheren Anpassung der Formteile können die Lehmformen jedoch auch mit Justierungsstiften versehen werden. Wie die überlieferten Lehmformen jedoch zeigen waren ausmodellerte Passnuten gebräuchlicher, die in die angebrachten Vertiefungen der anderen Formhälfte eingreifen. Ebenfalls oft nachgewiesen ist ein Verschnüren der beiden Gushälften. Dabei werden beide Gussformen mit umlaufenden Verschnü-

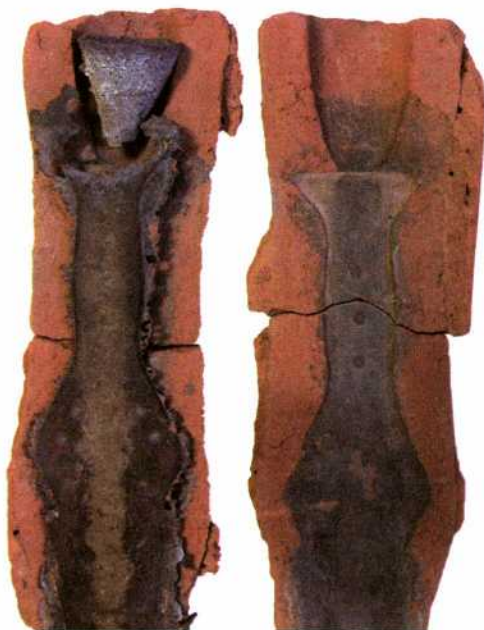


Abb. 3: Aufgeklappte Lehmform nach dem Guss. Auf der linken Seite ist der dazugehörige Rohling zu sehen.

rungsritzen, den sog. Passmarken, versehen und vor dem Guss an dieser Stelle verschnürt. Im experimentellen Versuch wurden die Formen lediglich verschnürt. Im abschließenden Schritt der Gussformbearbeitung wurde die Form an der Luft, etwa ein bis zwei Wochen, getrocknet. Während des Erschmelzens der Bronze wurde dann in einem Holzkohlefeuer die Gussform aus Stein, aber auch aus Lehm, auf rund 400 °C vorgeheizt. Durch das Erhitzen wird vermieden, dass die Form beim Einguss der Schmelze aufgrund eines Hitzeschocks zerspringt und es verhindert zudem ein zu schnelles Erkalten der Bronze in der Form. Durch die verbrannten organischen Magerungsbestandteile und die beim Trocknen und Erhitzen entstandenen kleinen Risse ist die Form zudem gasdurchlässig geworden. Auf die Anbringung von Entlüftungskanälen, die im sekundären Arbeitsschritt durch zusätzlich Nacharbeit entfernt werden müssen, konnte daher bei den Lehmformen verzichtet werden.

Der Guss

Bei den experimentellen Versuchen wurden die zweiteiligen Klappformen für den Einguss senkrecht in einem Behälter mit Sand positioniert. Sand ist insofern geeignet, da sich die Form beim Einguss der heißen Schmelze noch ausdehnt und die Gefahr eines Berstens der Form verringert wird. Die Gusstrichter der bekannten Gussformen weisen darauf hin, dass der Einguss in die Formen von oben nach unten erfolgte. Ob auch der sog. steigende Guss zu Anwendung kam, bleibt fraglich. Hierbei wird die in einer Schräglage positionierte Form von unten nach oben aufgegossen. Die Schmelze bleibt dadurch in Bewegung und erstarrt erst richtig, wenn der Formhohlraum ausgefüllt ist. Bei dieser Gießweise können vor allem eingeschlossene Gasblasen vermieden werden.

Zur Herstellung der Gusslegierung wurde Kupfer und Zinn in einem Schmelztiegel unter Verwendung eines Blasebalgs erschmolzen. Bei den experimentell nachgegossenen Schwertern handelte es sich in der Regel um eine 9,3%ige Zinnbronze. Zur Herstellung der Bronze wurde handelsübliches Zinn und Kupfer für Kabelleitungen verwendet. Die hergestellte Bronze weist demnach nicht die gleichen Nebenbestandteile auf, wie beispielsweise Arsen, Nickel oder Blei, die sonst bei prähistorischen Bronzeobjekten festzustellen sind. Dies dürfte u. a. die Begründung für die z. T. hervorragende Qualität der nachgegossenen Schwerter sein. Zum Gießen wurde die Schmelze auf ca. 1100 bis 1200° C erhitzt. Eine leichte Überhitzung ist nötig um Gussfehler möglichst zu vermeiden, da bei einer unzureichenden Erhitzung die Schmelze erstarren kann, bevor die Form komplett ausgefüllt wird. Für ein fertig bearbeitetes Schwert, das ohne organische Griffenlagen beispielsweise ca. 600 g wiegt, wurde in dem hier vorgestellten Versuch ca. 1 kg Bronze erschmolzen. Ein Metallüberschuss ist nötig, da die



Abb. 4: Der Einguss in die Lehmform. Im Hintergrund der mechanische Blasebalg.

Bronze nicht nur in den eigentlichen Formhohlraum, sondern auch mehr oder weniger die Spalten der zusammengesetzten Formhälften ausfüllt. Zudem musste genügend Material für den Gussstrichter berücksichtigt werden. Besaß die Legierung eine ausreichende Temperatur, wurden die auf der Schmelze schwimmenden Verunreinigungen, wie Kohlestückchen, aus dem modernen Graphitschmelztiegel entfernt. Anschließend ist der Tiegel aus der Glut genommen worden und in einem gleichmäßigen, nicht abreißenden Strom wurde die Form befüllt (Abb. 4). Um Luftansammlungen in der Gussform zu verhindern und so ein vollständiges Ausfüllen zu gewährleisten, wurde während des Eingusses zudem mit einem Stock leicht gegen den mit Sand gefüllten Behälter geklopft. Nachdem die Form bis fast zum oberen Gusskegelrand mit Bronze gefüllt war, konnte das Erkalten der Bronze, mit der einhergehenden Schrumpfung des erstarrenden Metalls, gut am Gusskegel beobachtet werden. Schon nach wenigen Minuten



Abb. 5: Aufklappen der Lehmform nach dem Guss.

konnten die zwei Formhälften geöffnet und das partiell noch glühende Gussstück entnommen werden (Abb. 5). Nach dem Ausglühen des Rohlings wurde das Schwert im kalten Wasser abgeschreckt. Durch das Abschrecken der Bronze wird eine unnötig starke Oxidation verhindert und das feinkristalline Gefüge bleibt erhalten.

Überarbeitung

Nach dem Guss wurde der Rohling nach einer ersten Begutachtung überarbeitet. Hierzu gehörte das Abtrennen des Gusszapfens bzw. -kegels, das Entfernen der Gussnähte und das Abschleifen der Gusshaut. Mit Hammer und Meißel wurde der Gusszapfen abgetrennt, während die dünnen Gussnähte größtenteils mit der Hand abgebrochen werden konnten. Die raue, stumpfe Gusshaut wurde mit grobkörnigen und anschließend mit feinkörnigen Schleifsteinen entfernt. Bei den experimentellen Versuchen wurden dafür Felsgesteine, Sand- und Bimsstein verwendet. Anders als mit einer modernen Stahlfeile, konnten mit den härteren Schleifsteinen nicht nur die Gusshaut überschleifen, sondern auch kleinere Gusslunker durch den Treibeffekt geschlossen werden. Durch

den beim Schleifen entstandenen feuchten Schmirgel wurden zudem Unebenheiten der Oberfläche ausgeschliffen. Das Überschleifen der Rohlinge mit Schleifsteinen dauerte pro Schwert ein bis zwei Tage. Mit einer erheblich längeren Arbeitszeit muss bei einer sehr unebenen Oberfläche oder aber bei einer stark profilierten Schwertklinge gerechnet werden.

Härtung

Der Vorgang des Härtens erfolgt bei Bronze, anders als bei Objekten aus Eisen, nur beim Kaltschmieden. Durch das Härten kommt es bei der Bronze zu einer Materialverdichtung des Gefüges, wodurch die Härte und Festigkeit des Metalls gesteigert, gleichzeitig aber auch die Dehnbarkeit herabgesenkt wird. Bei einem zu starken Aushärten wird die Bronze spröde, sodass Materialrisse entstehen können. Durch das Erhitzen der Bronze können jedoch, beim sog. Rekristallisationsglühen bzw. Weichglühen, die Spannungen im Metallgefüge wieder aufgehoben werden. Erst danach kann, ohne die Gefahr von entstehenden Materialrissen, das Werkstück plastisch weiter verformt werden. Beim experimentellen Versuch wurde die Schwertklinge ohne Zwischenglühen, lediglich mit einem Holzhammer im kalten Zustand gehärtet. Anschließend erfolgte das Ausdengeln der Klingenkanten. Sorgfältig wurde in diesem Arbeitsschritt durch gleichmäßige Schläge auf eine Planierpunze die Schneidenbahn ausgedengelt. Allerdings wurde für die Schwerter eine Planierpunze aus Stahl verwendet. Durch das Verdichten der Bronze wurde die Schneidenbahn von der übrigen Klinge abgesetzt, in der Aufsicht verbreitert und im Querschnitt dünner ausgeformt. In weiteren Versuchen ist auf Klingensegmenten, die von Fehlgüssen stammen, auch das Ausdengeln mit bronzenen Werkzeugen ausprobiert worden. Festgestellt werden konnte, dass mehr Schläge nötig und die

Kanten auch nicht so scharf abgesetzt wurden. Die zuvor ca. 1,7 mm starke Schneidenkante ist durch die Härtung auf ca. 9 mm verdichtet worden. Experimentell war ebenfalls nachzuweisen, dass ohne Rekristallisationsglühen, selbst nach sechs maligem Aushärten der Schneidenbahnen, keine Materialrisse an der nur noch 3 mm starken Schneidenbahn auftraten.

Sekundäre Umformungen

An einigen bronzezeitlichen Schwertern war zu beobachten, dass die Griffzungen und -platten an den Zungenbrücken, besonders häufig am oberen Ende, zusätzlich ausgeschmiedet wurden. Auch die Randstege sind bei einigen Exemplaren in einem sekundären Arbeitsschritt mit einem Hammer gestaucht worden. Dadurch sind die Randstege nicht nur gehärtet, sondern auch um einige Millimeter erhöht worden, wodurch auch ein besserer Halt der Belagplatten erzielt werden konnte. Diese zusätzlichen, sekundären Verformungen wurden experimentell nicht nachvollzogen.

Herstellung der Nietlöcher

Die Nietlöcher wurden, wie bereits erwähnt, in der Form als sog. Nietlochformstutzen vorgegeben. Die Verwendung solcher Nietformstutzen lassen sich nicht nur an einigen Lehmformen nachweisen, sondern es können auch seichte Vertiefungen im Bereich der Nietlöcher an einigen Schwertern beobachtet werden. Die Nietlöcher selbst dürften in die Klingenzunge bzw. -platte mit einem spitz zugeschliffenen oder U-förmigen Dorn eingeschlagen bzw. eingedornt worden sein. An einigen spätbronzezeitlichen Exemplaren kann auch ein Durchbohren der Nietlöcher festgestellt werden, worauf charakteristische Bohrgrate und Schleiffrillen hindeuten. In den experimentellen Versuchen bereitete

das Durchlochen der Griffzunge erhebliche Schwierigkeiten. Unvollständig durchgeschlagene Nietlöcher konnten jedoch auch an einigen untersuchten Schwertern registriert werden. Um die hölzernen Griffbelagplatten an der Griffzunge zu fixieren, wurden anschließend lediglich Kupfernieten verwendet. Die Nieten der bronzezeitlichen Schwerter hingegen dürften hauptsächlich aus einem gegossenen Rundstab hergestellt worden sein, der jedoch bei einigen Schwertern nachträglich auch vierkantig ausgeschlagen war. Die Griffplatten wurden experimentell aus Lindenholz geschnitzt, was sich jedoch beim Gebrauch als nicht stabil genug erwies. Wahrscheinlicher ist die Verwendung von Obstbaumhölzern, da sie relativ hart sind und zudem eine schöne Maserung besitzen. Eine abschließende Politur der Schwertoberfläche erfolgte mit Filz, Leder und Tüchern (Abb. 6). Im letzten Arbeitsschritt wurden dann die äußersten Schneiden mit feinkörnigem Sandstein und anschließend mit Felsgestein, z. B. Grüngestein, geschärft.

Experimentelle Versuche zur Handhabung

Experimentell wurden zahlreiche Hieb-, Stich- und Schnittversuche mit den nachgegossenen Schwertern vom Typ Ewart Park und Typ Reutlingen unternommen. An dieser Stelle können jedoch nur Einige davon genannt werden. Die oft als zu klein bezeichnete Griffzungenlänge stellte bei der Handhabung kein Problem dar, da auch das Heft der Schwerter umgriffen werden konnte. Zu vermerken ist, dass die nur 600-800 g leichten Schwerter eine andere Handhabung erfordern, als es bei Schwertern aus späteren Epochen der Fall zu sein scheint. Die kleineren Schwerter dürften wohl eher wie ein Messer, als wie ein Schwert gebraucht worden sein. Die experimentellen Versuche mit den Schwertern ergaben, dass Stiche und schneidende Hiebe mit etwas Übung problemlos zu voll-



Abb. 6: Die überarbeiteten und polierten Schwerter mit einem Tüllenbeil.



Abb. 7: Einmalig vollzogener Schnitt mit einer geschärften Klinge an einem Stück Schweinefleisch.

ziehen sind. Ein auf einer Unterlage liegendes Stück Schweinefleisch konnte z. B. mit leichtem Druck ca. 7 cm tief eingeschnitten werden (Abb. 7). Aber auch die ausgeführten Hiebe mit einem Schwert vom Typ Reutlingen zeigten fatale Auswirkungen. So konnte z. B. der Schädel einer Ziege mit einem Hieb fast vollständig durchtrennt werden (Abb. 8). Eine dabei entstandene Scharte wurde durch einmaliges Weichglühen und mehrmaligem Dengeln innerhalb weniger Minuten fast vollständig entfernt. Kleinere Scharten, die beim Aufprall zweier Schwertklingen entstanden sind, konnten zumeist ohne deutlich sichtbare Formveränderung des Klingenumrisses- bzw. Querschnitts, ausgewetzt werden. Festzustellen war aber, dass sich die Schwertklingen, bei einem kräftig ausgeführten Hieb verbogen. Um jedoch diesbezüglich weitere Aussagen treffen zu können, müssten Hiebversuche mit mehrmals weichgeglühten und anschließend wieder gehärteten Klingen durchgeführt werden.



Abb. 8: Ein durch einen Hieb mit einem nachgegossenen Schwert vom Typ Reutlingen fast durchtrennter Ziegenschädel.

Bemerkung

Abschließend möchte ich nochmals betonen, dass es für die Beantwortung vieler Fragestellungen die sich vor allem bei der Begutachtung der Originalschwerter ergaben, unabdingbar war, persönliche Erfahrungen im Metallhandwerk zu besitzen. Es waren jedoch nicht nur die experimentellen Versuche, sondern vor allem auch die zahlreichen Gespräche hilfreich, die ich mit Experimentalarchäologen, Bronze gießern, Schwertkämpfern, Restauratoren und Naturwissenschaftler geführt habe. Mein an der Universität in der Regel theoretisch angeeignetes Wissen wurde insofern durch die interdisziplinäre, in diesem Sinne auch praktische Zusammenarbeit, erheblich erweitert. Auch wenn an einigen Universitäten die experimentelle Archäologie vermehrt als Instrument zur Horizonterweiterung akzeptiert und auch ausgeübt wird, so wäre für die Zukunft eine noch größere Einbeziehung von praktischen Experimenten in der archäologischen Disziplin wünschenswert.

Summary

The experimental recast of Bronze Age swords

In the framework of my thesis "Studies on the production and function of Late Bronze Age swords", more than 150 bronze swords in different museums were investigated. To get practical knowledge of the material bronze and about the function of bronze swords, several swords were recast and overworked with the highly reputed brass founder Neil Burridge in Great Britain. The experimental recasts and the blow and cutting experiments are forming the foundation to recognize tool- and usage traces. These and other experimental recasts were undertaken to avoid possible one-sided or even wrong assessments of the production- and usage traces of the original bronze swords.

Literatur

- DRESCHER, H. 1958: Der Überfangguss. Ein Beitrag zur vorgeschichtlichen Metallurgie. Mainz 1958.
- FAOLÁIN, S. Ó., NORTHOVER, J. P. 1998: The Technology of Late Bronze Age Sword Production in Ireland. *The Journal of Irish Archaeology*, IX. Indreabhan 1998, 69-88.
- FASNACHT, W. 1995: 4000 Jahre Kupfer- und Bronze guss im Experiment. Experimentelle Archäologie – Bilanz 1994. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 8, 1995, 237-246.
- FURMÁNEK, V., VELIAČIK, L., VLADÁR, J. 1999: Die Bronzezeit im slowakischen Raum. Prähistorische Archäologie in Südosteuropa 15. Rahden 1999.
- HODGES, H. W. M. 1958/59: The Bronze Age moulds of the British Isles 1: Scotland and Northern England moulds of stone and clay. *Sibrium* 4, 1958/59, 129-137.
- JOCKENHÖVEL, A. 1986: Struktur und Organisation der Metallverarbeitung in urnenfelderzeitlichen Siedlungen Süddeutschlands. In: Siedlung, Wirtschaft und Gesellschaft während der jüngeren Bronze- und Hallstattzeit in Mitteleuropa. Veröffentlichungen des Museums für Vor- und Frühgeschichte Potsdam 20. Berlin 1986, 213-234.
- LIEBEL, D. 1985: Rekonstruktion des Bronzeschwertes von Stenn in originalgetreuer Technik. Restaurierung und Museumstechnik 6. Weimer 1985, 39 ff.
- NEEDHAM, S. 1980: An Assemblage of Late Bronze Age Metalworking Debris from Dainton, Devon. *Proceedings of the Prehistoric Society* 46. Cambridge 1980, 177-215.
- PARET, O 1955: Der große Fund von Bronze gussformen der Spätbronzezeit von Neckar gartach (Gem. Heilbronn). *Fundberichte aus Schwaben NF*. 13, 1952-54. Stuttgart 1955, 29-39.

Anschrift des Verfassers

Michael Siedlaczek M.A.
Freienwalderstr. 22
D – 13359 Berlin

ISBN 978-3-89995-794-5