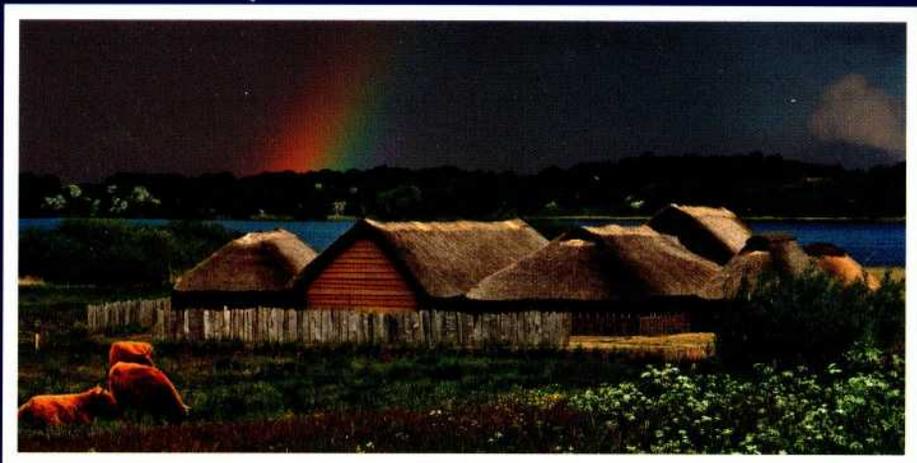
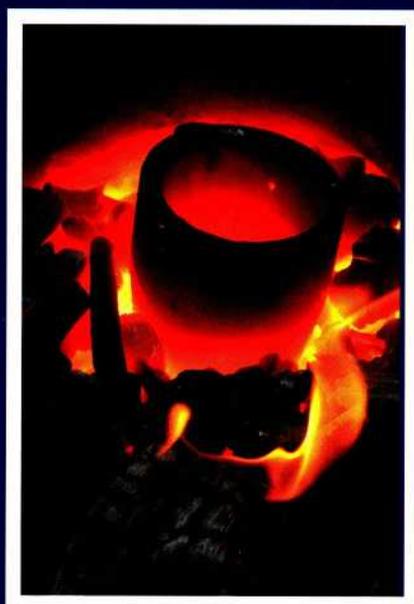
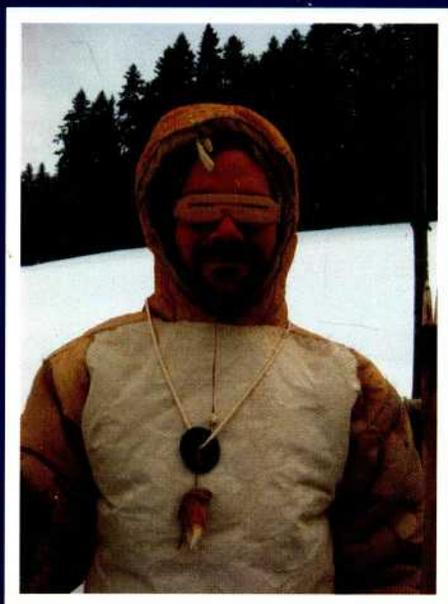


EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE

in Europa

BILANZ 2012





PFAHLBAU MUSEUM
UNTERUHLINGEN BODENSEE
Inv. Nr.: 27446

EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE IN EUROPA
BILANZ 2012
Heft 11

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

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



EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE
IN EUROPA
BILANZ 2012



Unteruhldingen 2012

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

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

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

Bildbearbeitung: Ulrike Weller

Umschlaggestaltung: Thomas Lessig-Weller, Ulrike Weller

Umschlagbilder: Markus Klek, Frank Trommer, Ute Drews

Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie, detaillierte bibliographische Daten sind im Internet abrufbar unter: <http://dnb.dbb.de>

ISBN 978-3-9813625-7-2

© 2012 Europäische Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie / European Association for the advancement of archaeology by experiment e.V. - Alle Rechte vorbehalten
Gedruckt bei: Beltz Bad Langensalza GmbH, 99941 Bad Langensalza, Deutschland

INHALT

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

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

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

Messerscharf analysiert – Technologische Untersuchungen zur Herstellung spätbronzezeitlicher Messer

Katharina Schächli

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

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

Einleitung

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

In meiner Dissertation gehe ich deshalb

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

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

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

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

Der konzeptuelle Ansatz der „chaîne opératoire“

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

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

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

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

Forschungsgeschichte

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

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

Die Materialbasis

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

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

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

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

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

Methodisches Vorgehen

Mit einer Ausnahme sind sämtliche Bronzemesser von Wollishofen-Haumesser

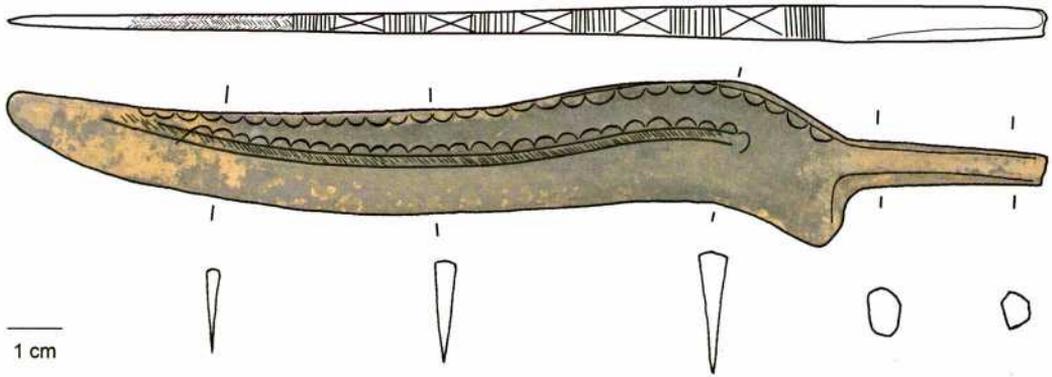


Abb. 1: Griffdornmesser von Wollishofen-Haumesser, welches als Vorlage für die experimentell nachgearbeiteten Messer diente (Inv.-Nr. 1277-6).

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

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

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

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

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



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

Die „chaîne opératoire“ der Herstellung von Bronzemessern

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

Guss

Am fertigen Messer zeugen Reste von Gussnähten im Bereich des Griffdornes

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



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



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

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

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

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

Abtrennen von Gusstrichter und Gussbrauen

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

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

Hämmern und Zwischenglühen

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

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



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

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

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

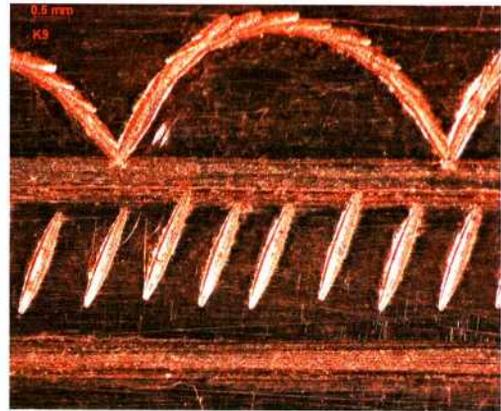
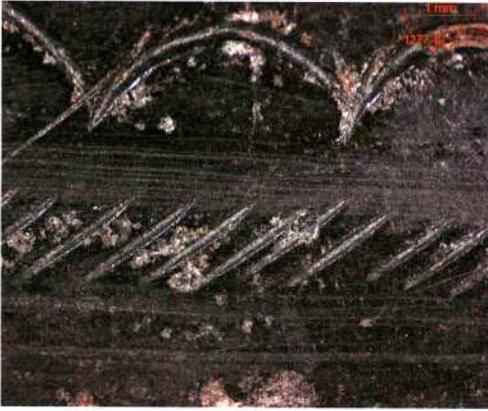


Abb. 6: Die ziselierten Halbkreisbögen mit den sich überlappenden Meißelhieben über der geritzten Rillenzier. Links Original und rechts Replikat.

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

Schleifen

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

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

Verzieren

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

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

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

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

Griff und Schärfen

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

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

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

Gussgleiche Messer

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

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



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

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

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

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

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

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

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

Weiterführende Untersuchungen

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

Für metallografische Analysen zur Unter-

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

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

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

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

Zusammenfassung

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

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

Literatur

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Archéologie neuchâteloise 3. Saint-Blaise 1986.

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

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

Abbildungsnachweis

Alle Abbildungen: Katharina Schäppi

Autorin

Katharina Schäppi

Im Winkel 9

CH-8450 Andelfingen

ISBN 978-3-9813625-7-2