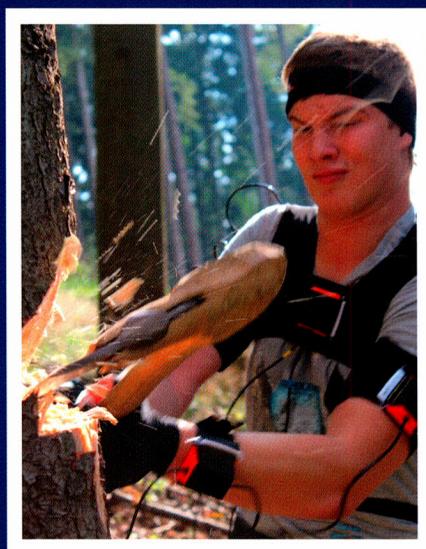
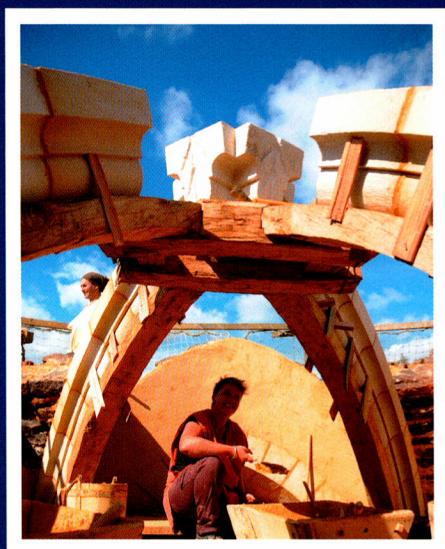


EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE

in Europa

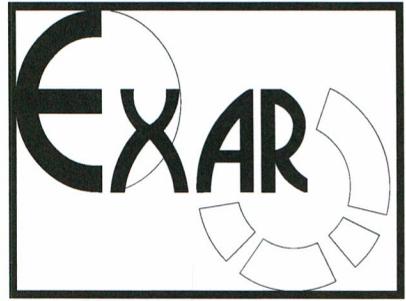
JAHRBUCH 2017



EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE IN EUROPA
Jahrbuch 2017
Heft 16

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

JAHRBUCH 2017

Festschrift für Mamoun Fansa zum 70. Geburtstag

Unteruhldingen 2017

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

Textverarbeitung und Layout: Ulrike Weller, Thomas Lessig-Weller

Bildbearbeitung: Ulrike Weller, Thomas Lessig-Weller

Umschlaggestaltung: Thomas Lessig-Weller, Ulrike Weller

Umschlagbilder: S. de Zilva, F. Köstelbauer, Guédelon

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 978-3-944255-10-1

© 2017 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, 99947 Bad Langensalza, Deutschland

Inhalt

Gunter Schöbel

Vorwort 8

Julia Heeb

Prof. Mamoun Fansa – Prähistoriker, Experimental-Archäologe und unermüdlicher
Verfechter des denkmalgerechten Wiederaufbaus von Aleppo's Altstadt 9

Experiment und Versuch

Sayuri de Zilva, Josef Engelmann

Vom grünen Stein zum roten Metall – Reduktion von Malachit mittels
Lungenkraft am offenen Feuer 13

Alex R. Furger

Antike Buntmetalllegierungen im Experiment: Formbarkeit und Härteverhalten
beim Kaltschmieden, Glühen, Abschrecken und Rekristallisieren 25

Hans Reschreiter

40 years of underground experiments – Getting to know the prehistoric Hallstatt
salt mine with the aid of experimental archaeology 45

Maikki Karisto, Karina Grömer

Different solutions for a simple design: New experiments on tablet weave
HallTex152 from the salt mine Hallstatt 60

Helga Rösel-Mautendorfer, Ines Bogensperger

Plinius der Ältere und das Bemalen von Textilien. Die Rolle der Experimentellen
Archäologie zum Verständnis antiker Texte 70

Matthias Bruestle

About the relationship of the coin image and the engraving tools 82

Hannes Lehar

Puls meets fast food generation 96

Frank Wiesenberg

Zur Herstellung römischer Rippenschalen. Resultate aus dem Borg Furnace
Project 2015 104

<i>Maren Siegmann</i> Innenansichten – Glasperlen, vom Loch her betrachtet	116
<i>Stefan Stadler</i> Vom Zinkerz (Galmei) zum Messing im frühmittelalterlichen Ostalpenraum	123
<i>Stephan Patscher, Sayuri de Silva</i> Der byzantinische Traktat „Über die hochgeschätzte und berühmte Goldschmiedekunst“ – Neuedition, Übersetzung und interdisziplinärer Kommentar: Das Projekt und erste Ergebnisse der experimentellen Evaluierung	136
<i>Andreas Klumpp</i> Garmethoden und zugehöriges Gerät in der mittelalterlichen Küche	148

Rekonstruierende Archäologie

<i>Bianca Mattl, Helga Rösel-Mautendorfer</i> Das Welterbedamen-Projekt – Gewandrekonstruktionen für das Oberösterreichische Landesmuseum	156
<i>Rüdiger Schwarz</i> Ascia-Hobel, Skeparnon, Mehrzweckdechsel oder zweiarmige Dechsel? Zur praktischen Arbeit mit einem vermeintlichen Vorläufer des Kastenhobels	166

Vermittlung und Theorie

<i>Wolfgang Lobisser</i> Die Geschichte der archäologischen Architekturmodelle im Freilichtbereich des niederösterreichischen Museums für Urgeschichte – MAMUZ – in Asparn an der Zaya von den Anfängen bis zur Gegenwart	180
<i>Karina Grömer</i> Hin und wieder retour...Weltweite Resonanz auf archäologische Textilfunde – Fallstudie Hallstatt	196
<i>Barbara Rankl</i> The Sarcophagi garden in Ephesus. Condition survey of 21 sarcophagi and conservation of the "Amazon Battle" sarcophagus	208

Tobias Schubert, Michael Zülch

Virtuelle Rekonstruktion. Anwendung der Computersimulation zur Validierung von archäologischen Kleidungsrekonstruktionen 217

Julia Heeb

Neue Entwicklungen im Museumsdorf Düppel – Stadtmuseum und Freilichtlabor 225

Julia Häußler

Guédelon – Experimentelle Archäologie und touristische Attraktion 234

Tsvetanka Boneva

Digitale Rekonstruktion und 3D-Visualisierung der mittelalterlichen Stadt von Schumen (13.-14. Jh.) 246

Jahresbericht und Autorenrichtlinien

Ulrike Weller

Vereinsbericht der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie e.V. (EXAR) für das Jahr 2016 253

Autorenrichtlinien „Experimentelle Archäologie in Europa“ 257

Vorwort

Der Ansatz der Experimentellen Archäologie in Deutschland nach 1945 ging von den Museen aus. Sie begannen, gemeinsam mit Universitäten und Experten Fragestellungen an das archäologische Kulturgut zu entwickeln und es naturwissenschaftlich zu neuen Aussagen zu führen. Mamoun Fansa beschrieb diesen Ansatz, fand Mitstreiter und formte diese Disziplin neu auf der Grundlage früherer Ansätze. Nach Jahren des Stillstandes begann er mit einer Ausstellungsserie für Deutschland, dann für Europa. Er stellte Experimente vor, band diese in Fragestellungen ein und förderte deren Entwicklung mehr als 25 Jahre lang. Ihm danken wir mit diesem Band für seine langjährige Arbeit, als *spiritus rector* und als Unterstützer unserer Experimentellen Archäologie, ganz besonders. Julia Heeb hat sein Wirken stellvertretend zu Anfang des Bandes gewürdigt.

Die neue Bilanz 2017 fasst die Vorträge der letzten Tagung und neue Berichte zusammen. Der Bogen spannt sich methodisch vom Experiment über die Rekonstruktion der Ergebnisse bis zur Informationsweitergabe. Dieser Aufbau hat sich bewährt. Forschende und vermittelnde Beiträge erfahren so eine Trennung - wobei die Projekte auch aufeinander aufbauen können. Dies wird bei den Langzeitprojekten Düppel oder Guédelon in diesem Band deutlich. Beide entstanden aus ersten Experimenten heraus und sind heute aus der pädagogischen und touristischen Vermittlung nicht mehr weg zu denken.

Mit dem Museumsprojekt „Mamuz“ in Mistelbach und Asparn an der Zaya in Niederösterreich wählte die EXAR 2016

einen Tagungsort, der in Archäologiekreisen bestens bekannt ist. Unter Franz Hampel, Helmut Windl und Ernst Lauer- mann schrieb das Freilichtmuseum Asparn seit 1970 Geschichte, für Österreich und Europa. Generationen von Studierenden lernten dort seit 1982 in Kursen den Umgang mit der Experimentalarchäologie kennen. Seit 2014 wird mit dem Schlossmuseum und dem Standort Mistelbach eine kombinierte Indoor-Outdoor-Ausstellung an zwei Standorten präsentiert, mit regionalem und europäischem Fokus. Das hier Geschaffene ist vorbildhaft, der Tagungsband berichtet davon.

Dort fand mit Führungen, Exkursionen, Vorträgen und Postern die 14. Jahrestagung der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie e.V. statt. Ein Bericht am Ende des Jahrbuchs geht darauf ein. Unser besonderer Dank gilt Matthias Pacher, der uns nach Mistelbach einlud und seiner Mitarbeiterin Renate Heger, die mit uns die Organisation bestritt. Dank auch dem Vorstand und dem Redaktionsteam unter Ulrike Weller, den Referenten und Beitragenden. Hinweisen dürfen wir darauf, dass unsere Tagungsbände bis 2015 nun digital auf www.exar.org eingestellt sind. Wir wünschen viel Freude beim Lesen.

Im Name des Vorstandes

Prof. Dr. Gunter Schöbel
Vorsitzender EXAR

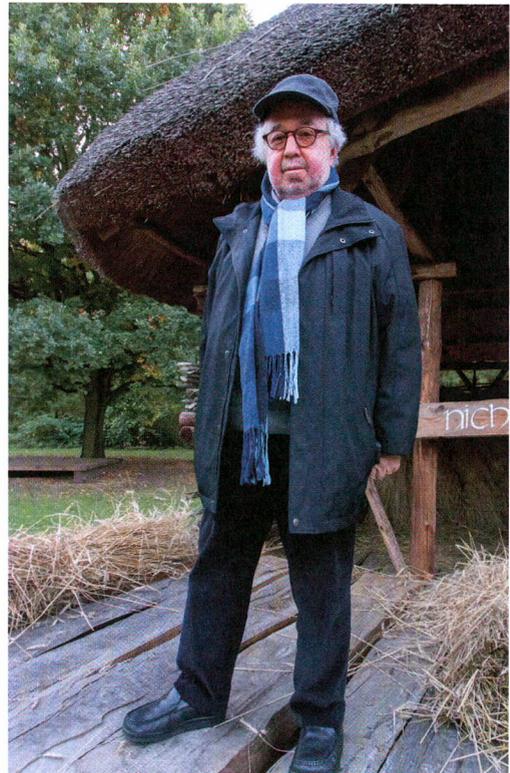
Prof. Mamoun Fansa – Prähistoriker, Experimental-Archäologe und unermüdlicher Verfechter des denkmalgerechten Wiederaufbaus von Aleppos Altstadt

Julia Heeb

Als Ehrung zu Prof. Fansas 70. Geburtstag soll dieser Beitrag natürlich vor allem seine Verdienste für die Experimentelle Archäologie beleuchten, sein Einsatz für den Wiederaufbau der Altstadt von Aleppo gehört aber genauso zu seiner Biographie wie sein interdisziplinärer Ausstellungsansatz im Landesmuseum für Natur und Mensch in Oldenburg.

Am 27. August 1946 als Sohn einer Kaufmannsfamilie in Aleppo geboren, musste er Syrien 1967 als Kriegsverweigerer mit gefälschten Papieren verlassen. An der Fachhochschule für Kunst und Design in Hannover erhielt er einen Diplom-Abschluss in angewandter Malerei, bevor er mit dem Studium für Vor- und Frühgeschichte in Hannover und Göttingen begann. 1979 promovierte er in Hannover zum Thema „Die Keramik der Trichterbecherkultur aus den Megalith- und Flachgräbern des oldenburgischen Raumes“.

Nach seiner Promotion führte er zahlreiche Ausgrabungen als Mitarbeiter des Instituts für Denkmalpflege in Hannover aus, bevor er 1987 als Oberkustos in der vorgeschichtlichen Abteilung des Landesmuseums für Natur und Mensch in Oldenburg zu arbeiten begann. Von 1994 bis 2011 war er dann Direktor des Museums und seit 1997 Honorarprofessor für Geschichte an der Universität Oldenburg. 2011 bis 2016 übernahm er den Vorsitz des Fördererkreises des Museumsdorfes Düppel in Berlin. Hier hat er deutliche Ak-



zente gesetzt, vor allem bei der inhaltlichen Erschließung des Geländes für Besucher.

Sein für die Experimentelle Archäologie in Deutschland wohl wichtigster Beitrag war die Wanderausstellung zum selben Thema. Die Ausstellung „Experimentelle Archäologie“ wurde von 1990 bis 2004 in über 30 europäischen Museen gezeigt. Ein „Nebenprodukt“ dieser Ausstellung war der Arbeitskreis Experimentelle Archäologie, der 2002 als Europäische Vereinigung zur Förderung der Experimen-

tellen Archäologie verstetigt wurde. Als Mitbegründer hatte Prof. Fansa bis 2008 den Vorsitz der Vereinigung inne.

In einem Interview (EXARC online Issue 2016/3 Mixed Matter) beantwortete Prof. Fansa die Frage, warum er sich für eine Ausstellung über Experimentelle Archäologie entschieden habe, folgendermaßen: *„Meine Ausgrabungen in Niedersachsen, auf die häufig Journalisten und die Bevölkerung aus der Umgebung kamen. Ihnen musste ich erklären, was wir hier machen. Sehr schnell merkte ich, dass sie mir zuhörten, wenn ich während meiner Erzählungen, verständlich und nicht völlig abstrakt, aus den Pfostenlöchern ein Haus entstehen ließ und dieses auch noch bildlich vorstellte. Und als ich dann 1987 am heutigen Landesmuseum Natur und Mensch in Oldenburg anfang zu vermitteln, musste ich feststellen, dass die meisten Besucher nur kamen, weil sie die Nofretete, Ägypten oder die Maya kannten, aber überhaupt keine Basis zu ihrer eigenen europäischen Vor- und Frühgeschichte hatten.*

So entstand meine Idee, über die Experimentelle Archäologie die Archäologie populärwissenschaftlich zu vermitteln. Ich wollte den Besuchern ein anderes, lebendigeres Bild von der Geschichte zeigen; ihnen mit unseren heutigen Kenntnissen über bestimmte Techniken veranschaulichen, wie der ur- und frühgeschichtliche Mensch lebte und welche Probleme er im Alltag hatte. Denn diese Art der dreidimensionalen Vermittlung -- eine Idee aus meiner früheren Tätigkeit als Sonder-schullehrer -- trägt nicht nur irgendetwas vor: Sie lässt uns Erfahrungen erkennen, die wir nachvollziehen und direkt auf unsere Fähigkeiten des eigenen Tuns und Handelns übertragen können. Was uns dann wiederum ermöglicht, uns in solche

Darstellungsprozesse mit einzubringen und das Denken, Fühlen und Handeln eines ur- und frühgeschichtlichen Menschen besser zu verstehen. Das erwarten die Besucher von uns!“

Auch wenn es eher die vermittelnden Aspekte und das Veranschaulichende der Experimentellen Archäologie waren, die Prof. Fansa zu einer Ausstellung zu diesem Thema bewogen haben, so hat er immer für eine klare Definition der Experimentellen Archäologie plädiert. Ein Experiment muss eine wohl durchdachte Fragestellung haben und akribisch dokumentiert werden. Das Experiment an sich sollte nie mit der Vermittlung der Ergebnisse in der Museumspädagogik oder Archäotechnik in einen Topf geworfen werden.

Vielleicht ist es auch das Interdisziplinäre, was Prof. Fansa schon immer an der Experimentellen Archäologie gereizt hat. Die unter seiner Direktion entstandenen Ausstellungen am Landesmuseum Natur und Mensch Oldenburg zeigen auf eindrucksvolle Weise diesen interdisziplinären Ansatz. Sei es die Ausstellung „Schwarz-weißheiten. Vom Umgang mit fremden Menschen“ (30.9.2001-27.1.2002), „Müll-Facetten von der Steinzeit bis zum Gelben Sack“ (7.9.2003-30.11.2003) oder „Kalte Zeiten – Warme Zeiten. Klimawandel(n) in Norddeutschland“ (30.4.2010-1.8.2010), alle Ausstellungen behandeln Querschnittsthemen und haben immer auch einen Gegenwartsbezug. Gerade für die Vermittlung der Interaktion zwischen Mensch und Umwelt hat er auch im Museumsdorf Düppel wichtige Impulse gesetzt. Ein Ort, der geradezu dazu prädestiniert ist diese Interaktion zu vermitteln, aber auch weiter zu erforschen.

Ein weiterer Aspekt, der sich durch Prof. Fansas Leben zu ziehen scheint, ist seine

fortwährende Beschäftigung mit seiner Herkunftsregion. Ausstellungen wie „Der Weg in den Orient. – Der Forscher Ulrich Jasper Seetzen: Von Jever in den Jemen“ (1802-1811) (19.3.2000-14.5.2000), „Saladin und die Kreuzfahrer“ (5.3.2006-2.7.2006) und „Lawrence von Arabien. Genese eines Mythos“ (21.11.2010-27.3.2011) verdeutlichen seinen Wunsch, diese Themen zu vermitteln.

Die Ausstellung „Damaskus-Aleppo. 5000 Jahre Stadtentwicklung in Syrien“ (4.6.2000-22.10.2000) hat in den letzten Jahren eine besondere Brisanz entwickelt. Der fortwährende Bürgerkrieg in Syrien und die damit einhergehende fast vollständige Zerstörung von Weltkulturerbestätten sind auch für Nicht-Syrer kaum zu ertragen. Stark involviert ist Prof. Fansa nun in dem Projekt: „Stunde Null: Eine Zukunft für die Zeit nach der Krise“. Hier arbeitet das DAI mit Unterstützung des Auswärtigen Amtes und des Museums für Islamische Kunst gemeinsam an einer Strategie für *„das Bewahren künstlerischer und handwerklicher Traditionen und den Aufbau internationaler Netzwerke für den Kulturerhalt.“* (Auswärtiges Amt, Internetauftritt). Außerdem engagiert sich Prof. Fansa im Verein „Friends of the Old City of Aleppo e.V.“ und in der Arbeitsgruppe „Aleppo – Strategies to Rebuild Aleppo“. Deshalb kann man Prof. Fansa nur sehr viel Erfolg und viel Kraft in seinem jetzigen ehrenamtlichen Wirkungsbereich wünschen.

Abbildungsnachweis
Foto: Thomas Pfützner

Autorin
Julia Heeb
Stiftung Stadtmuseum Berlin –
Museumsdorf Düppel

Auswärtiges Amt:

http://www.auswaertiges-amt.de/DE/Aussenpolitik/KulturDialog/05_Wissenschaft/StundeNull.html?nn=342580



Experiment und Versuch

Vom grünen Stein zum roten Metall – Reduktion von Malachit mittels Lungenkraft am offenen Feuer

Sayuri de Zilva, Josef Engelmann

Summary – Green stone to red metal – reduction process of malachite with blowpipes in open fire pits. Several archaeometallurgical experiments have been undertaken in the past 20 years in order to smelt copper either from copper carbonates (malachite, azurite) or copper sulfide minerals.

Research so far has also taken technological parameters known from ethno-archaeological contexts into account: for example using blowpipes and open fire for smelting copper sulfide ores (FASNACHT 1999); working with bellows as recorded in traditional metallurgical practice from Western Nepal (ANFINSET 2000; ANFINSET 2011) and recently, in LASCHIMKE and BURGER (2015), reducing malachite using modern air supply under laboratory conditions.

Up to now, there is no experimental approach described using minimal effort in time, material and manpower, which would lead to an amount of metallic copper that is sufficient for cold hammering of small scale artifacts (awls, hooks, rings etc.) without melting or casting in between.

Our archaeotechnical test series of malachite reduction offers one possible practical solution on the level of available basic "early neolithic" metallurgical knowledge:

Using lung power of 2-3 persons for the work with blowpipes in an open fire pit, malachite placed in unfired clay receptacles, we achieved a copper nugget of at least 20 grams.

Schlagworte: früheste Kupfermetallurgie, Reduktion, Malachit, Blasrohre, Kupferkarbonate

Keywords: earliest coppermetallurgy, reduction process, malachite, blowpipes, copper carbonates

„Vom grünen Stein zum roten Metall“ klingt einfach und ist es tatsächlich – gemessen an den erforderlichen technischen Voraussetzungen. Mit reiner Lungenkraft am offenen Feuer konnten wir mit einem Minimum an Zeit- und Personenaufwand das grüne Kupferkarbonat Malachit reduzieren und metallisches Kupfer gewinnen. Die Ergebnisse mehre-

rer Versuchsdurchgänge waren u. a. Kupfer-nuggets in der Größenordnung von 5 g bis 20 g (Abb. 10); geeignete Mengen zum unmittelbaren weiteren Verarbeiten durch Kalthämmern.

Kleine Pfrieme, Ahlen, Ringelchen, Haken, Blechröllchen etc., wie sie aus dem archäologischen Fundgut des frühen Jungneolithikums im Alpenvorland und

angrenzenden Gebieten bekannt sind (vgl. TURCK 2010, 21, Abb. 5-7; 9-12; DE ZILVA 2006, 47, Abb. 13-17) würden sich ohne weiteres aus der gewonnenen Kupfermenge arbeiten lassen.

In den letzten 20 Jahren gab es verschiedene Versuche zur Gewinnung von Kupfer in experimentalarchäologischem und ethnoarchäologischem Kontext. Es handelt sich beispielsweise um die Verhüttung von karbonatischen Kupfererzen im offenen Feuer in Holzkohle und mit Blasrohren (FASNACHT 1999) oder um die Verhüttung von sulfidischen Kupfererzen am offenen Feuer mittels Blasebalg nach ethnografisch belegter Praxis aus Westnepal (ANFINSET 2000; ANFINSET 2011). Auch Timberlake hat zusammenfassend Ergebnisse von Versuchsreihen publiziert (TIMBERLAKE 2007), die aus Kupferkarbonaten metallisches Kupfer in der Menge von vielen kleinen „prills“ erbrachten. Zuletzt haben Herr Laschimke und Frau Burger Malachit unter Laborbedingungen mit maschinell gesteuerter Luftzufuhr zu metallischem Kupfer reduziert (LASCHIMKE, BURGER 2015).

Aus der einschlägigen Literatur liegt bislang keine dokumentierte Versuchsreihe vor, in der die Reduktion von Malachit mittels Lungenkraft mit einem Minimum an Personen-, Material- und Zeitaufwand zu einer verwertbaren Menge an metallischem Kupfer geführt hat – gemeint ist eine Menge, welche unmittelbar zur Kaltbearbeitung des Metalls hätte genutzt werden können, beispielsweise zur Herstellung der oben genannten kleinteiligen Kupferartefakte.

Fragestellungen für die Experimentelle Archäologie

Im Rahmen einer Dissertation (S. de Zilva, Universität Frankfurt am Main) ergaben sich aus dem ethnoarchäologischen Kontext von „Studien zu Innovationsprozessen und der frühesten Kupferverarbei-

tung am Übergang vom 5. zum 4. vorchristlichen Jahrtausend in Mitteleuropa“ u. a. eine konkrete Frage und Hypothese zur möglichen technischen Durchführung erster metallurgischer Schritte:

1. Frage: Könnte ein „(alt)neolithischer technologischer Standard“ am Übergang vom 5. zum 4. Jahrtausend v. Chr. die verfügbaren Ressourcen zur Durchführung erster einfacher Verhüttung bieten?
2. Hypothese: Von einer solchen Verhüttung (smelting) von Kupferkarbonaten in kleinen Mengen bleiben keine archäologisch eindeutig nachweisbaren Spuren erhalten.

Versuchsaufbau und Logistik

Die Annäherung an den Versuchsaufbau erfolgte vor dem Hintergrund technologischer Machbarkeit im „mitteleuropäischen“ Alt- bis Jungneolithikum, das heißt explizit einer Zeit, aus der bislang nur sehr wenige Metallartefakte bekannt sind und in der die Verwendung von Gusstiegeln oder allgemein technischer Keramik nicht oder nur selten nachweisbar ist. Möglicherweise ist das Vorhandensein der ersten kleinteiligen Kupferartefakte zeitgleich mit importierten Schwergewichten ein Hinweis auf eine kleinräumige lokale Herstellung von Kupferartefakten ohne die Kenntnis von entwickelter Schmelz- und Gussmetallurgie.

Abgesehen von den publizierten Erfahrungen und Ergebnissen der Kollegen flossen auch Kenntnisse aus eigener metallurgischer bzw. feuerhandwerklicher Praxis in den Versuchsaufbau ein.

Die Durchführung erfolgte je nach Ressourcen von Zeit, Arbeitskräften und materialtechnischer Ausstattung an verschiedenen Orten. Im LEA, Labor für Experimentelle Archäologie in Mayen (Kreis Mayen-Koblenz), wurden uns freundlicherweise zur Dokumentation Temperaturmessgeräte und eine moderne Fotoausrüstung zur Verfügung gestellt.



Abb. 1: Feuergrube, Blasrohre, Tondüsen und Reaktionsbehälter (luftgetrockneter Ton). – Fire pit, blowpipes and receptacles (unfired clay).

Für die Reproduzierbarkeit des Reduktionsvorganges im Sinne der Experimentellen Archäologie war es essentiell wichtig, zur Sicherstellung der erforderlichen Luftzufuhr nur körperlich belastbare Personen, die über einen Zeitraum von 20 bis max. 60 Minuten ihre Lungenkraft einsetzen konnten, arbeiten zu lassen. Da die Gefahr von Sauerstoffmangel im Blut auftreten kann, erwähnt beispielsweise FASNACHT (1999, 293) nach den ersten Schmelz- und Verhüttungsversuchen weitere Experimente nur unter ärztlicher Begleitung durchzuführen. Diese logistischen „nicht metallurgischen“ Parameter erfordern bereits im Vorfeld einen Verbrauch an Zeit, Material und Testpersonen.

Materialien (siehe Abb. 1; 7; 8): Malachit (Herkunft: Zaire/Kongo), Holzkohlestaub/Holzkohlepartikel (Hartholz), Feuerholz (Hartholz), Holunderstäbe, Kupferrohr.

Feuerstelle

Eine ca. 12-15 cm tiefe Grube mit einem Durchmesser von max. 40 cm wurde mit stark schamottiertem Lehm (40% Schamotte) flächig 1 cm dick ausgekleidet

(Abb. 1). Unmittelbar nach dem Errichten und Auskleiden der Grube wurde mit einem zunächst kleinen Feuer die Feuerstelle in Betrieb genommen.

Blasrohre

In unseren Versuchsreihen nutzten wir Blasrohre aus Holunder und Blasrohre aus handelsüblichem Kupferrohr (1/2'') (Abb. 2; 7). Die Holunderstäbe (Durchmesser/Aststärke 1,5-2,1 cm) wurden der Länge nach durchbohrt bzw. ausgehöhlt. Wie schon bei Fasnacht (FASNACHT 1999, 292) und Timberlake (TIMBERLAKE 2007, 32) zeigte sich, dass hohle Holunderstäbe als Blasrohre bestens geeignet sind. Mangels passender Holunderstäbe in ausreichender Menge hatten wir bei mehr als 2 Personen in jedem Versuchsdurchgang nur maximal drei Holunderrohre im Einsatz. Mindestens einer der Beteiligten blies jedoch immer den gesamten Prozess über mit Holunderrohr.

Bei 2 Bläsern ist eine ausreichende, durchgängige Luftzufuhr mittels Holunderblasrohren nur mit zwei zusätzlichen Helfern möglich, die schnell und zuverlässig Reparaturen an den Holzstäben und Düsen durchführen sowie die Wech-



Abb. 2: Reduktionsprozess: Arbeiten mit Lungenkraft und Blasrohren. – Reduction process: working with lung power and blowpipes.

selbstäbe anreichen. Bei nur 2 „Pustenden“ führt jede zusätzliche Nebenbeschäftigung sofort merklich zu Temperaturverlusten.

Stehen bei mindestens 3 Personen jedem einzelnen Luftbläser in einem Reduktionsvorgang bis zu zwei geeignete Holunderstäbe zur Verfügung, ist es möglich den gesamten Versuchsdurchgang mit allen Beteiligten auf „altneolithischem Standard“ mit Holzrohren durchzuführen. Fasnacht berichtete schon 1999 von der hervorragenden Eignung feuchter Tonmasse auf Holzrohren, da beim Brand bzw. bei der Hitze der Ton schwindet und sich fest um das Holzrohr klemmt (FASNACHT 1999, 292). Unsere verwendeten Holunderstäbe hatten eine Länge von 0,73 bis 1 m. Ihre lichte Weite variierte je nach Durchmesser des ausgehöhlten Stabes. Der Innendurchmesser der Kupferrohre betrug 13 mm bei einer Metallstärke von 1 mm, ihre Länge (ohne Blasrohrdüsen) 70 bis 90 cm.

Die Verwendung von Holunderrohr ist bei

ausreichender Menge an Beteiligten und an geeigneten Rohren in jedem Fall der Verwendung von Kupferrohren vorzuziehen; die Holzrohre entziehen weniger Hitze, hinterlassen keinen metallischen Geschmack im Mund, lassen kein Kondenswasser entstehen und entsprechen den neolithischen Möglichkeiten.

Tondüsen

Auf jedes Blasrohr (Holunder/Kupfer) wurde aus schamottiertem Lehm (25%-40% Schamotte) eine etwa 20 cm lange Tondüse aufgebracht (Abb. 1; 7). Alternativ kann auch stark organisch gemagerter Ton mit Sandzusatz für die Tondüsen verwendet werden. Die Tondüsen dienten jedem Blasrohr als Hitzeschild. Zum Ausformen der Blasrohrdüsen wurde der weiche feuchte Ton dicht um das Ende des Rohres gedrückt, eine schmale Öffnung zum Luftaustritt wird durch einen kleinen Ast frei gehalten. Die exakte Form der Tondüsen hat keinen Einfluss auf die



Abb. 3: Reaktionsbehälter (ca. 900°C -1000°C). – Receptacles (approx. 900°C -1000°C).

Funktion der Luftführung. Aus der Vorgeschiechte sind verschieden ausgeformte Exemplare bekannt: langgestreckte oder kompakt geformte zylindrische und konische Formen (RODEN 1988, 69). Entscheidend für die zielgerichtete Luftzufuhr ist ein eher schmales Austrittsloch am Ende der Düse (3 bis max. 10 mm) in idealer Kombination mit der Zahl der beteiligten Bläser, der eingesetzten Lungenkraft und der Platzierung der Luftzufuhr an der Glut. Durch Brenn- und Verschwelungsprozesse im vorderen Bereich der Tondüse können Holunder-Rohrteile oder Tonpartikel abbrechen und die Düsenspitze verstopfen. Reparaturen an Blasrohren bzw. an den Tondüsen im laufenden Versuchsdurchgang führen zu einem raschen Verlust der für den Reduktionsprozess erforderlichen Arbeitstemperatur. Daher ist es notwendig, während der Versuche für jeden Bläser mehrere Holunderblasrohre zur Verfügung zu stellen und den für die Düsen gemagerten/schamottierten Ton

griffbereit zu halten. Während die anderen Vorbereitungen getroffen wurden, lagen die Rohre mit ihren tönernen Blasdüsen ca. 30 Minuten zum Trocknen am Feuer. Die stark schamottierten / gemagerten Tondüsen können jedoch auch direkt feucht am Feuer zum Einsatz kommen, wie es während des Reduktionsprozesses ad hoc ebenfalls notwendig ist.

Reaktionsbehälter

Als Reaktionsbehälter (Abb. 3) dienen ungebrannte luftgetrocknete hohle Tonkugeln in der Größenordnung von 5-7 cm Durchmesser. Geeigneter Ton für die hohlen Behälter waren Tone mit 25% Schamottierung als auch 40%iger Schamottierung. Die verwendeten Tone sollten auf alle Fälle im Brennbereich von 1000°-1250°C liegen. Die Wandstärke der hohlen Tonkugeln betrug 3-7 mm. Nach dem Befüllen der kugeligen Behälter mit Malachit und Holzkohle wurde die Öffnung

(1,5-2 cm) mit einem feuchten Tonpfropfen desselben Tons sorgfältig verschlossen.

Befüllung

Zerkleinerter und zerstoßener Malachit sowie Holzkohle wurden stets in demselben Mengenverhältnis in die hohlen Tonkugeln gefüllt. Das Verhältnis betrug ca. $\frac{3}{4}$ Malachit und $\frac{1}{4}$ Holzkohle. Anders als bei den bisher publizierten Versuchen wurde das zu reduzierende Kupferkarbonat (Malachit) direkt mit Holzkohle umgeben und dafür auf die Beimengung von Holzkohle in die Lehm-Ummantelung verzichtet. Die Überlegung dahinter war: Durch den Kohlenstoff der Holzkohle bzw. das entstehende Kohlenmonoxyd wird eine reduzierende Atmosphäre unmittelbar um das Kupferkarbonat erzeugt.

Durchführung, Versuchsablauf, Beobachtung

1. Formen und Lufttrocknen der Reaktionsbehälter.
2. Vorbereitung von Feuerstelle/-grube, Blasrohren, Tondüsen und Arbeitsplätzen.
3. Entzünden des Feuers in der Feuergrube.
4. Zerkleinern und Abwiegen von Malachit und Holzkohle.
5. Befüllen der luftgetrockneten tönernen Reaktionsbehälter mit Malachit und Holzkohle.
6. Langsames Aufwärmen der gefüllten kugelförmigen Tonkörper am offenen Feuer (bis ca. 500°C).
7. Beginn der Luftzufuhr durch Lungenkraft von mindestens zwei Personen.
8. Nach durchschnittlich spätestens 20 Minuten wurden in und um die Tonkugeln Temperaturen von mindestens 1000°C erreicht; die Glühfarbe der Tonbehälter erreichte mindestens hellorange.
9. Nach 10 bis 30 Minuten (je nach Luftzufuhr bzw. Personenanzahl): Nach Auf-



Abb. 4: Ergebnis: Kupfernugget in zerbrochenem Reaktionsbehälter. – Result: copper nuggets in broken receptacle.



Abb. 5: Ergebnis: Kupfernugget. – Result: copper nugget.

treten von grünlichen Flammen und/oder einer Glühfarbe von hellorange bis hellgelb wurde die Luftzufuhr kontinuierlich fortgesetzt und die Temperatur konstant gehalten.

10. Tonbehälter und Holzglut glühen hellgelblich bis weißlich, ebenso die Spitzen der Tondüsen.

11. Herausnehmen und Abkühlen der Reaktionsbehälter (Ablöschen oder langsames Abkühlen).

12. Öffnen der Reaktionsbehälter und Entnahme des Inhaltes.

Dokumentation

Während aller erfolgten Versuchsreihen haben wir den Verlauf fotografisch und



Abb. 6: Ergebnis: Kupferaggregate mit teilweise geschmolzenen Bereichen; Prills im Reaktionsbehälter. – Result: copper aggregates with partly molten sections; copper prills in receptacle.



Abb. 7: Nach dem Reduktionsprozess: Blasrohre und Tondüsen; im Vordergrund: geöffneter Reaktionsbehälter mit Kupferaggregaten und Holzkohle. – After reduction process: blowpipes and claytip; in the front: receptacles with copper aggregates and charcoal.

schriftlich festgehalten. Bei einigen Reduktionsprozessen haben wir zusätzlich Temperaturmessungen vorgenommen. Die fotografische und schriftliche Erfassung des Verlaufes diente vor allem dazu, anhand der Glühfarben von Tonbehältern,

Düsenspitzen und Holz als auch der Veränderung von Flammenfarben und Hitzeentwicklung Parameter für den im archäotechnischen Experiment wiederholbaren Reduktionsprozess festzuhalten. Zwei unserer Versuchsdurchgänge wur-

malachite $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$

100°-250° C: CuO
black copper(II)-oxide
schwarzes Kupfer(II)-oxid CuO

> 700° C: Cu_2O
red copper(I)-oxide
rotes Kupfer(I)-oxid

> 850° -1100° C: Cu
„copper aggregate“ & metallic copper
„Kupferaggregat & metallisches Cu “

1.083° C: copper
melting point = copper
Schmelzpkt. = metallisches Cu

Abb. 8: Vom grünen Stein zum roten Metall. – Green stone to red metal.

den von Wulf Hein im Film dokumentiert: www.youtube.com/watch?v=OO747eWvGME.

Ergebnis

Mit dieser Versuchsreihe zur Reduktion von Malachit konnte gezeigt werden, dass es mit „altneolithischem technologischem Standard“ möglich ist, mit Lungenkraft von zwei bis drei Personen innerhalb von 20-40 Minuten Kupferkarbonat in ungebrannten Tonbehältern zu metallischem Kupfer in Mengen bis zu mindestens 20 Gramm zu reduzieren. Der geringste Einsatz von Lungenkraft und Zeitdauer betrug „zwei Personen in 20 Minuten“. Der gewichtsmäßige Anteil der aus Kupferkarbonat gewonnenen Kupfermenge betrug stets etwas mehr als die Hälfte des Ausgangsmaterials (Malachit). Die Endpro-

dukte des Reduktionsprozesses können wie in *Abbildung 6* und *8* gezeigt in einem Aggregat alle Stufen der Reduktion widerspiegeln: schwarzes Kupfer(II)-oxid (CuO), gelblich-orangerotes bis rotes Kupfer(I)-oxid (Cu_2O) und Kupferaggregate (vgl. auch LASCHIMKE, BURGER 2015, 12, Abb. 4; 6). Die Kupferaggregate sind das verhüttete Produkt der eigentlichen Reduktion. Je nach Temperatur und Dauer der Hitzezufuhr können die Aggregate teilweise auch schon aufgeschmolzenes metallisches Kupfer enthalten (*Abb. 6; 8*). Die Aggregate sind porös und nicht zur weiteren mechanischen Bearbeitung geeignet. Kupfernuggets, die wir in manchen Versuchsdurchgängen erhalten haben (*Abb. 5; 10*), sind somit das Ergebnis von Verhütten (smelting) und (Auf)schmelzen (melting) in einem einzigen Reaktionsbehälter und einem Ar-



Abb. 9: Zerbrochene Tondüse. – Broken clay tip.

beitsprozess. Die Kupferaggregate können jedoch auch in einem zweiten Durchgang zu einem verarbeitbaren Kupferknüttel geschmolzen werden.

Es zeigte sich in den Versuchsdurchgängen, dass die Kenntnis bzw. richtige Einschätzung und Beobachtung der Glühfarben von Reaktionsbehälter und Düsen-spitzen durch die mit eigener Lungenkraft unmittelbar beteiligten Personen für eine erfolgreiche Reduktion wichtiger und ausschlaggebender waren als eine gemessene Temperaturangabe während des laufenden Experimentes.

Diskussion Tondüsen

In Anbetracht der vergleichsweise kleinen Anzahl neolithischer Tonröhren oder -düsen (FASNACHT 1999, 292) kann eine überlieferungsbedingte Fundlücke nicht ausgeschlossen werden. Zwei Faktoren bestimmen wahrscheinlich maßgeblich das Fundbild dieser Objekte: Zum einen die schlechte Erhaltung ungebrannter Tonartefakte und zum anderen die geringe Auffälligkeit zerbrochener Düsenfragmente (vgl. DE ZILVA 2006, 126). Ethnographische Beobachtungen stützen unsere Ergebnisse hinsichtlich der Erhaltungsbedingungen von Tondüsen; beispiels-

weise weist Celis in seiner Beschreibung des traditionellen afrikanischen Handwerks der Eisenverhüttung darauf hin, dass „alle Düsen nach Abschluß der Reduktion des Erzes entfernt und wegge- worfen wurden“ und „die Positionen, in denen man sie schließlich findet, ohne jede Bedeutung [sind], es sei denn, man findet sie in eine Schlackenkugel eingeschmolzen“ (CELIS 1991, 155). Aufgrund der sekundären Verwendung alter Düsen „findet man Düsen in Stellungen, die aus technischer Sicht nicht zu erklären sind“ (CELIS 1991, 155). Ferner scheinen Tondüsen in vielen ethnographisch belegten Zusammenhängen selten vorgebrannt worden zu sein, sodass Celis für archäologische Ausgrabungsstätten konstatiert, es sei nicht möglich, „die Gestalt der Düsen vollständig zu rekonstruieren, da sich ein Teil von ihnen im Regen auflöst. Infolgedessen bleiben die Auskünfte, die man aus einer Untersuchung der Düsen erhalten kann, zu vage, als daß Schmelzverfahren dadurch zuverlässig differenziert werden könnten“ (CELIS 1991, 155). Die gebrauchten zerbrochenen Tondüsen unserer Versuchsreihen waren nach mehrfachem Einsatz ohne Witterungsbedingungen ausgesetzt zu sein, teilweise so stark fragmentiert, dass eine typologische oder funktionale Einordnung nicht mehr möglich war.

Diskussion „Schlackenlose Kupfermetallurgie“

Nach dem derzeitigen Forschungsstand scheint ein weitgehendes Fehlen von Schlacken in den Anfängen der extraktiven Kupfermetallurgie zum einen auf das nahezu schlackenlose oder schlackenarme Erschmelzen von Malachit zurückzuführen zu sein und zum anderen möglicherweise auf das mechanische Zerkleinern und teilweise sekundäre Verwenden ehemals vorhandener Schlacke. Die quantitativen Auffindungschancen sind im



Abb. 10: Kupfernuggets verschiedener Versuchsdurchgänge. – Copper nuggets from different trials.

Vergleich zu anderen Artefaktklassen derselben Zeitstellung sehr gering. Beispielsweise haben Kupferprills teilweise einen maximalen Durchmesser von nur 2 mm und zerschlagene Brockenreste können bis 0,5 cm klein sein, wie es im Fundkontext von Brixlegg teilweise der Fall ist (BARTELHEIM U. A. 2002, 45). Im Hinblick auf das frühe Jungneolithikum ist zusätzlich zu bedenken, dass jede Form der Erzaufbereitung wahrscheinlich nur in sehr kleinem Maßstab stattgefunden hat – eventuell in einer Gemeinschaft lediglich zwei bis dreimal im Jahr (zu den Mengenangaben vgl. BERGSØE 1938, 19f.).

Zuletzt sei noch ein wichtiger Aspekt zum Befund von Schlacken angemerkt, die bei der Suche nach ihrer archäologischen Evidenz, insbesondere in metallarmen kupferführenden Horizonten, bedacht werden muss. Schlacken treten manchmal lediglich in Form von wenigen Millimeter dicken Überzügen auf Keramik auf, zum Teil mit vitrifizierten Phasen der Keramik verbunden. Diese dünnen Überzüge werden von einigen Autoren beschrieben (BARTELHEIM U. A. 2002, 45; 48; 54; HOOK U. A. 1991, 65-76; KEESMANN, ONORATO 1999, 318; 321; ROVIRA 2002, 88-90; MONTERO RUIZ 1993, 51.) Keesmann und Onorato bezeichnen diese von ihnen untersuchten Keramiküberzüge der chalkolithischen Fundstellen Los Millares und El Malagón (Südspanien) nicht als Schlacke „im eigentlichen Sinne“, es handle sich „um bestenfalls wenige Millimeter dicke

Überzüge“ auf der technischen Keramik, deren Übergänge von Schlacke zu Keramik „im wahrsten Sinne des Wortes fließend“ seien (KEESMANN, ONORATO 1999, 321). Diese Art „Überzug“ konnten wir in einigen Fällen an den tönernen Reaktionsbehältern auch beobachten (Abb. 4; 6) Letztere gäben bei einer schmelzmetallurgischen Verwendung der üblichen Gebrauchskeramik auf den ersten Blick keine eindeutigen Hinweise auf schmelzmetallurgische Tätigkeiten. GÓMEZ RAMOS (1996, 127-143) untersuchte Schlackenüberzüge an Scherben solcher sogenannten „reduction pots“ bzw. „reaction vessels“ und hält ein Erschmelzen von oxydischen Kupfererzen bei Prozesstemperaturen unter 1000°C in diesen Gefäßen für sehr wahrscheinlich (vgl. MERKEL, ROTHENBERG 1999, 158). Temperaturen, die, wie gezeigt werden konnte, ohne weiteres mit Lungenkraft von zwei bis drei Personen hätten erzeugt werden können.

Fazit

Zur Herstellung der ersten jungneolithischen Artefaktformen aus Kupfer (Ahlen, Pfrieme, Meißel, Ringe, Nadeln etc.) wäre jeweils sogar erheblich weniger Kupfer notwendig als in unseren Reduktionsvorgängen gewonnen. Beispielsweise wiegt der Meißel von Schernau als Fundstück 3,5 g und der Kupferring desselben Fundortes wiegt lediglich 1 g (LÜNING 1981, 118). Diese geringen Mengen las-

sen sich mit Blasrohren unter Einsatz der Lungenkraft einer einzelnen Person in einer kleinen Vertiefung eines Holzkohlestücks schmelzmetallurgisch gewinnen. Von einem solchen Verarbeitungsprozess ließe sich archäologisch allenfalls ein vereinzelter Metallfund nachweisen. Genau dies entspricht oftmals der Fundsituation der hier beleuchteten neolithischen Epoche in Mitteleuropa. Auch von unseren metallurgischen Prozessen blieben nach einigen tausend Jahren bekanntermaßen nur in wenigen Fällen schwer bis unauflindbare Funde bzw. Befunde: keine Schlacke, keine Tiegel, stark verwitterte Tondüsenfragmente, angekohlte Holzrohre und eine verwitterte Feuerstelle mit teilweise verziegeltem Boden. Die genannten kleinteiligen Kupferartefakte aus Reinkupfer gäben für sich genommen keinen Hinweis auf lokale Verarbeitung und würden daher stets als Importe angesprochen werden – so wie in der Literatur bislang üblich.

Literatur

ANFINSET, N. 2000: Copper Technology in Contemporary Western Nepal. A Discussion of its Form, Function and Context. *Material Culture Studies in Scandinavian Archaeology*. Lund 2000, 203-212.

ANFINSET, N. 2011: Social and Technological Aspects of Mining, Smelting and Casting Copper. An Ethnoarchaeological Study from Nepal. Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum Nr. 181. Bochum 2011.

BARTELHEIM, M., u. A. 2002: Kupferzeitliche Metallgewinnung in Brixlegg, Österreich. In: M. Bartelheim, E. Pernicka, R. Krause (Hrsg.), *Die Anfänge der Metallurgie in der Alten Welt. Forschungen zur Archäometrie und Altertumswissenschaft 1*. Rahden/Westf. 2002, 33-82.

BERGSØE, P. 1938: The Gilding Process and the Metallurgy of Copper and Lead among the pre-columbian Indians. *Inge-*

niørvidenskabelige Skr. 46. Kopenhagen 1938.

CELIS, G. 1991: Eisenhütten in Afrika. Beschreibung eines traditionellen Handwerks. *Museum für Völkerkunde Frankfurt am Main Sammlung 6*. Frankfurt am Main 1991.

FASNACHT, W. 1999: Experimentelle Rekonstruktion des Gebrauchs von frühbronzezeitlichen Blasdüsen aus der Schweiz: Kupferverhüttung und Bronze-guß. *Der Anschnitt, Beiheft 9*, 1999, 291-294.

HOOKE, D., u. A. 1991: Early Production of Copper-alloys in South-East Spain. In: E. Pernicka, G. Wagner (Hrsg.), *Archaeometry '90. International Symposium on Archaeometry*, 2-6 April 1990, Heidelberg, Germany. Basel 1991, 65-76.

KEESMANN, I., ONORATO, A. M. 1999: Naturwissenschaftliche Untersuchungen zur frühen Technologie von Kupfer und Kupfer-Arsen-Bronze. In: A. Hauptmann u. a. (Hrsg.), *The Beginnings of Metallurgy. Proceedings of the International Conference "The Beginnings of Metallurgy"*, Bochum 1995. Bochum 1999, 317-332.

LASCHIMKE R., BURGER, M. 2015: Die Anfänge der Kupfermetallurgie – archäometallurgische Versuche zur Verhüttung von Malachit am offenen Feuer. In: *Experimentelle Archäologie in Europa 14*. Bilanz 2015, 10-20.

LÜNING, J. 1981: Eine Siedlung der mittelneolithischen Gruppe Bischheim in Schernau, Ldkr. Kitzingen. *Materialhefte zur Bayerischen Vorgeschichte A 44*. Kallmünz/Opf. 1981.

MERKEL, J., ROTHENBERG, B. 1999: The earliest steps to copper metallurgy. In: A. Hauptmann u. a. (Hrsg.), *The Beginnings of Metallurgy. Proceedings of the International Conference "The Beginnings of Metallurgy"*, Bochum 1995. Bochum 1999, 149-166.

MONTERO RUIZ, I. 1993: Bronze Age metallurgy in Southeast Spain, *Antiquity* 67, 1993, 46-57.

GÓMEZ RAMOS, P. 1996: Copper and bronze smelting furnaces in the Pre- and Protohistory of the Iberian Peninsula. *Trabajos de Prehistoria* Vol 53, No. 1, 1996, 127-143.

RODEN, Ch. 1988: Blasrohrdüsen. Ein archäologischer Exkurs zur Pyrotechnologie des Chalkolithikums und der Bronzezeit. *Der Anschnitt* 40, 1988, 62-82.

ROVIRA, S. 2002: Early slags and smelting by-products of copper metallurgy in Spain. In: M. Bartelheim, E. Pernicka, R. Krause (Hrsg.), *Die Anfänge der Metallurgie in der Alten Welt. Forschungen zur Archäometrie und Altertumswissenschaft* 1. Rahden/Westf. 2002, 83-98.

RUIZ-TABOADA, A., MONTERO-RUIZ, I. 1999: The oldest Metallurgy in Western Europe. *Antiquity* 73, 1999, 897-903.

TIMBERLAKE, S. 2007: The use of experimental archaeology/archaeometallurgy for the understanding and reconstruction of Early Bronze Age mining and smelting technologies. In: S. La Niece, D. Hook, P. Craddock (Hrsg.), *Metals and Mines: Studies in Archaeometallurgy*. London 2007, 27-36.

TURCK, R. 2010: Die Metalle zur Zeit des Jungneolithikums in Mitteleuropa. Eine sozialarchäologische Untersuchung. *Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie* 185. Bonn 2010.

DE ZILVA, S. 2006: Früheste Metallurgie im Voralpenland. Technologischer Hintergrund und archäologische Evidenz. Unveröffentlichte Magisterarbeit, Goethe-Universität, Frankfurt am Main 2006.

Abbildungsnachweis

Abb. 1, 10: Foto: Josef Engelmann

Abb. 2: Labor für Experimentelle Archäologie, Foto: Alec de Zilva

Abb. 3: Foto: Sayuri de Zilva

Abb. 4-7, 9: Labor für Experimentelle Archäologie, Foto: Josef Engelmann

Abb. 8: Fotos: Sayuri de Zilva / Josef Engelmann

Autoren

Sayuri de Zilva M.A.

Alt-Nieder-Eschbach 33

60437 Frankfurt/ Main

Deutschland

sayuri.dezilva@gmx.de

Magister Josef Engelmann

Tannbach 2

4239 Gutau

Österreich

josef.engelmann@gmx.at

Antike Buntmetalllegierungen im Experiment: Formbarkeit und Härteverhalten beim Kaltschmieden, Glühen, Abschrecken und Rekristallisieren

Alex R. Furger

Summary – Behaviour of malleability and hardness during cold-forging, annealing and recrystallization. *In order to review the hardening properties during cold-forging and recrystallization through annealing and subsequent quenching, seven non-ferrous alloys were produced following ancient examples. The small flat blanks were uniformly forged and annealed and during all working steps the Brinell hardness was measured. The results were graphically plotted and compared with observations from archaeological, archaeometrical, historical and modern specialist literature, iconographical presentations and field studies. In the outlook the results are assessed.*

Stichwörter: Brinellhärte, Buntmetalle, Edelmetalle, Kaltschmieden, Zwischenglühen
Keywords: annealing, cold-forging, Brinell hardness, non-ferrous alloys, precious metals

Zusammenfassung

Zum Überprüfen der Härtungseigenschaften durch Kaltschmieden und zur Rekristallisation durch Glühen und Abschrecken wurden sieben Buntmetalllegierungen nach antiken Vorbildern rekonstruiert. Die Proben-Plättchen wurden einheitlich geschmiedet und geglüht und in allen Bearbeitungsphasen die Brinell-Härte gemessen. Die Ergebnisse werden graphisch dargestellt und mit Beobachtungen aus der Archäologie, Archäometrie, der historischen und modernen Fachliteratur, ikonographischen Darstellungen und mit Feldstudien verglichen. Im Ausblick werden die Ergebnisse gewertet.

Gefügeveränderungen: eine alte Beobachtung

Seit der Mensch Kupfer und später Legierungen damit verarbeitet, ist der Umstand genutzt worden, dass durch zunehmendes Hämmern, Schmieden, Treiben usw. eine Verdichtung des Materials erfolgt, was gut in der zunehmenden Härte spürbar wird. Schon immer hat man sich diese Eigenschaft zu Nutzen gemacht, um Arbeitskanten, Schneiden usw. besonders widerstandsfähig zu machen. Es gibt jedoch – gerade aus den frühen Metallzeiten – Beobachtungen, dass anscheinend nicht allen Bronzehandwerkern dieses Prinzip bekannt war, weil sie offensichtlich auch gussfrische, ungehämmerete Werkzeuge und Waffen in Umlauf brachten:

"We are thus left with the impression that not all prehistoric copper and bronze smiths seem to have known how to or wanted to maximise the metal's full potentials. Since they otherwise had a considerable control over the metallurgical processes involved we are left to wonder whether this could be an effect of inaccurate transmission of knowledge, or of restricted, that is not widely shared, knowledge." (OTTAWAY 2002, 11)

Will man ein durch Schmieden verhärtetes Werkstück weiterbearbeiten, wird es spröde und brüchig. Bei allen deformierenden Arbeitsprozessen, die nicht auf eine Erhärtung des Materials zielen, ist dies sehr hinderlich. Dem kann durch „Zwischenglühen“ abgeholfen werden, indem man das Stück auf eine schwache dunkelrote Glut erhitzt und entweder langsam oder rasch wieder abkühlt oder sogar abschreckt. Dadurch findet eine Rekristallisation des Gefüges statt, die zur alten Duktilität des Materials zurückführt (DESCH 1927; HILPKE 1956, 191-194; LUCAS, HARRIS 1962, 213; DIEBENER 1963, 58-65 [Edelmetalle]; AGRAWAL 1971, 177-179; RAUBER-SCHWEIZER 1976, 119; CHARLES 1979, 8 [Kupfer]; BREPOHL 2000, 184-197 [Edelmetalle]; PAPADIMITRIOU 2001 [Kupfer, Zinnbronze]; OTTAWAY, WANG 2004, 82). Es kann ohne Bruchrisiko weiter geschmiedet werden.

Erfahrungswerte von Edelmetall- und Buntmetallschmieden

Durch Hämmern, Treiben, Walzen oder Drücken wird eine Kupferlegierung zunehmend hart. Dies kann entweder erwünscht sein, wenn die Abnutzung eines Edelmetallgegenstandes (z. B. eines Fingerrings) verringert werden oder wenn ein Gefäß durch sorgfältiges „Spannen“ des Bodens stabil gemacht werden soll (DIEBENER 1963, 58). Oder die Bearbeitungsverhärtung führt im negativen Fall zur Versprödung und Rissbildung eines zu

schmiedenden Objekts. Dann muss immer wieder früh genug zwischengeglüht werden, um das Gefüge zu entspannen und um mit dem wieder duktil gewordenen Metall weiterarbeiten zu können. *„Das Ausglühen von Kupfer, Messing und Neusilber muss von Gürtlern, Ziseleuren und Graveuren häufig vorgenommen werden: beim Aufziehen, Treiben, Stanzen, Prägen [...], da sich alle metallischen Werkstoffe bei der Bearbeitung mit einer der o. a. Techniken in erheblichem Umfang verfestigen. Härte und Zerreißfestigkeit steigen, die Dehnung nimmt ab, es entstehen Spannungen“* (HILPKE 1956, 191).

Als Faustregel gilt, dass die Glühtemperatur umso niedriger sein muss, je intensiver das Objekt geschmiedet wurde. Wenn allerdings *„eine Legierung, die nur schwach verformt wurde, bei [zu] hoher Temperatur weich geglüht wird, kann das Gefüge so grobkörnig werden, dass die weitere Verarbeitung Schwierigkeiten bereitet“* (HILPKE 1956, 192; DIEBENER 1963, 60 [Zitat]). Erhard BREPOHL (2000, 186f.; 197) bringt dies so auf den Punkt: *„Maximale Umformung – niedrige Glühtemperatur – kurze Glühdauer ergeben optimales Gefüge“*, und Heinz HILPKE (1956, 192) ergänzt, dass *„ein zu langes Glühen tunlichst zu vermeiden [sei], weil dadurch [...] eine Kornvergrößerung eintreten kann“*.

Frédéric ADAMSKI (2008, 87-90, Abb. 5,16-5,18) hat sich besonders ausführlich mit dem Zwischenglühen (recuit) von Kupferlegierungen auseinandergesetzt und am Material verschiedener antiker Fundplätze in Aquitanien/F überprüft. An mehreren geschmiedeten resp. getriebenen Objekten ließen sich im Gefüge Hinweise auf Erhitzung und Rekristallisation gewinnen (ADAMSKI 2008, 116-125; 160; 169-171, Abb. 7,9-7,24; 10,9-10,13).

Als Glühtemperatur resp. notwendige Erhitzung zur Rekristallisation empfehlen Justine BAYLEY und Sarnia BUTCHER

(2004, 31) etwa 400°C für Bronze und Messing und etwa 200°C für Kupfer und Silber, Erhard BREPOHL (2000, 184f.) nennt 400°C für Gold, und Christian SCHWAHN (1945, 10) empfiehlt für Gold, Silber und Kupfer einheitlich 200°C, für Platin 450°C. Die Empfehlungen der Autoren gehen demzufolge weit auseinander und bei den Praktikern in den Werkstätten auf der ganzen Welt ist zu beobachten, dass die Werkstücke so knapp so weit geglüht werden, bis sie dunkelrot zu leuchten beginnen. Wir haben bei unseren Experimenten alle Testlegierungen – Gemische auf der Basis antiker Originale – vor dem Abschrecken in kaltem Wasser auf 650°C erhitzt.

Frühneuzeitliche Anleitungen zum Glühen und Rekristallisieren

In vielen alten Handbüchern und Werkstättenanleitungen für Metallarbeiter werden die Arbeitsschritte des Kaltschmiedens, Zwischenglühens und Abschreckens zur Wiedererlangung der Duktilität von Kupfer und seinen Legierungen als bekannt vorausgesetzt und deshalb bloß am Rand erwähnt (BREPOHL 1987, 226; 237 [Theophilus Presbyter, frühes 12. Jh., Kap. 74 und 78]). Ausführlicher sind da die Anleitungen im „Kupferschmiedhandwerk“ aus dem Jahr 1839. Beschrieben werden zum Beispiel ein Rost auf der Esse zum Ausglühen von im Hammerwerk zweimal durchgeschmiedeten Messingplatten oder das Glühen von ganz normalen Treibarbeiten des Kupferschmieds: *„Hat man den Kessel in allen seinen Theilen getrieben und [...] bearbeitet, so wird er ausgeglüht. Da durch das Ausdehnen das Kupfer spröde geworden und man bei fortgesetzter Arbeit Gefahr liefe, dass dasselbe reißen würde. Eine solche Arbeit bis zum jedesmaligen Ausglühen wird Hitze genannt [...]“* (HÖHNE, RÖSLING 1839, 226f.; 302f.). Eugène François Marie d'Hubert unterscheidet in seinem alten Metall-Handbuch

von 1904 zwischen einerseits dem raschen Abschrecken („tremper“) im Wasser nach dem Erhitzen der Bronze auf Kirschröte. Andererseits *„on améliore les qualités des bronzes par un récuît au rouge-cerise, et un refroidissement très lent“*. Das langsame Abkühlen dient also der Homogenisierung des Gefüges des fertigen Metallobjekts (Abb. 3), das rasche Abschrecken der Rekristallisation zur Weiterverarbeitung durch Schmieden, Treiben, Ziehen oder Drücken (D'HUBERT 1904, 89). Barbara S. OTTAWAY und Quanyu WANG (2004, 82) meinen dazu: *“It was found that water-quenched bronzes can generally stand a greater reduction in thickness by cold-working than can air-cooled bronzes“*.

Archäologische Fundbelege und neuzeitliche Feldbeobachtungen

Michel PERNOT und Loïc HURTEL (1987, Tab. 2) haben einige keltische und römische Treibarbeiten aus Bronze und Messing hinsichtlich ihrer Bearbeitungsspuren untersucht. Die 13 Objekte resp. Analysen umfassen sowohl Zinnbronzen (mit 7-16% Sn) als auch Messinge (mit 28-ca. 35% Zn) sowie auch Zinnmessinge (mit 2-6% Sn und 17-25% Zn) mit bezeichnenderweise rund 7,6% resp. 15% Blei. Die Autoren erwägen für gewisse Legierungen auch ein Warmschmieden bei etwa 400°C. Die Dickenveränderung durch Treiben und wiederholtes Zwischenglühen ging in der Regel von 2 bis 6 mm dicken Rohplatten aus und endete mit Blechstärken von rund 0,5 mm. Die feinkörnige Mikrostruktur der untersuchten antiken und rekonstruierten Metallproben lässt auf rasches Glühen auf etwa 500°C und darauffolgendes Abschrecken schließen.

Andere metallurgische Untersuchungen an dünnen Bronzeblechen aus dem 14. Jahrhundert n. Chr. für Trachtbestandteile aus Paris ließen darauf schließen, dass

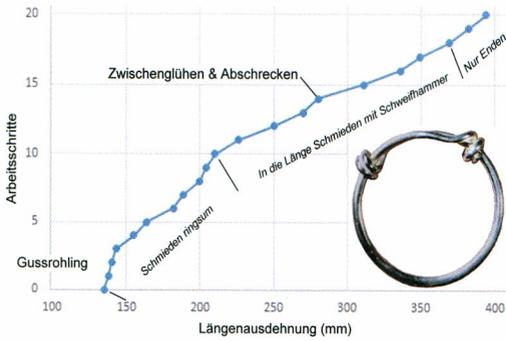


Abb. 1: Schrittweise Ausdehnung einer geschmiedeten Silberstange auf die dreifache Länge, ausgehend von einem 135 mm langen Gussrohling. Jeder Punkt in der blauen Linie entspricht einem Zwischenglühen mit Abschrecken in Wasser. Beachte die unterschiedlichen Arbeitsfortschritte je nach Hammertechnik. Rechts unten das Endprodukt: eine Armspange nach keltischem Vorbild. – Stepwise expansion of a forged stick of silver to threefold length starting from a 135 mm long blank. Each dot in the blue line corresponds with an intermediate annealing and quenching in water. Note the work progress according to hammering method. Right bottom the final product: a Celtic type bracelet.

die halbfertigen Platten vier bis acht Treibvorgängen mit jeweiligem Zwischenglühen unterzogen worden sind, bevor aus den 0,2 bis 0,4 mm dünnen Blechen kleine Zierplättchen ausgestanzt worden sind (THOMAS ET AL. 2008, 39). Ähnliche Erfahrungen machte Frank WILLER (2001, 37): Selbst mit einer Kupferlegierung mit schlechten Schmiedeeigenschaften (6% Sn und 6% Zn) liess sich im rekonstruierenden Experiment eine 0,5 mm dünne Platte gießen und anschliessend – mit viermaligem Ausglühen und Abschrecken in Wasser – zu einem Blech von 0,1-0,2 mm Dicke treiben.

Neuzeitliche Beobachtungen dokumentierten zum Beispiel 10-15maliges Zwischenglühen bei der Herstellung von kupfernen Schöpfpflöfeln in Tibet (RAUBER-

SCHWEIZER 1976, 119, Kat. 6.9) resp. bis zu 100maliges Rekristallisieren beim Treiben von zinnreichen Bronze-Klangschalen in Indien (FURGER 2017, Abb. 368 Anm. 611-612, Abb. 456-459, Anm. 652-653).

Besonders detailliert schildert András Höfer das Treiben eines Wasserkruges aus mehreren Kupferplatten mit anschließendem Zusammenlöten in Nepal (HÖFER 1972, 47-53 Abb. 12-19): Die zwei Hauptteile werden in den verschiedenen Stadien des Treibens, vor dem Zusammenlöten, immer wieder zwischengeglüht und langsam – „in einem Haufen von feuchten Reishülsen“ – abgekühlt, um durch Rekristallisation wieder ein duktileres Gefüge für das weitere Hämmern und Treiben zu bekommen. Der Unterteil des Krughalses muss im Laufe des Treibens 27-mal geglüht werden, das obere Mundstück 14-mal.

In Asien werden bis heute besonders zinnreiche Bronzen auch geschmiedet und nicht ausschliesslich gegossen. Die Legierungen mit 23-33% Zinn sind zwar wohlklingend, aber so spröde, dass sie nicht kalt geschmiedet werden können. Man hämmert sie daher bei schwacher Dunkelrotglut. Da auch so das Material mit zunehmender Ausdehnung versprödet, muss auch warm geschmiedetes Buntmetall immer wieder zwischengeglüht und abgeschreckt werden (SRINIVASAN, GLOVER 1995, 71).

Bei der Herstellung eines Silber-Armreifs nach keltischem Vorbild sollte die Relation von Längenausdehnung, Hammertechnik und Ausglühstufen aufgezeigt werden. Ausgangspunkt war eine gegossene, 135 mm lange Stange aus 800er-Silber. Das Ausschmieden auf 400 mm Länge erfolgt in drei Etappen: zuerst mit dem Bankhammer durch rundum gesetzte sanfte Hammerschläge zur Homogenisierung des Gefüges, dann durch forciertes Strecken der Stange mit dem Finnenhammer und am Schluss nur noch in den

spitz auslaufenden Enden. Während des ganzen Schmiedeprozesses wurde 20-mal geglüht und in Wasser abgeschreckt (Abb. 1). Dennoch bildeten sich bisweilen feine Risse, die vor dem Weiterschmieden zugelötet und gefeilt werden mussten. Zusammenfassend ist festzustellen, dass die dreifache Längenausdehnung des Stabes mit dem Finnenhammer besonders effizient war, während im Anfangsstadium mit den sanften, regelmäßig gesetzten Hammerschlägen noch eine geringere Ausdehnung erfolgte (Abb. 1).

Althistorische und ikonographische Belege

Nach John F. HEALY (1978, 231 Anm. 42; 234 Anm. 63-65) ist das Ausglühen – vorerst von Kupfer und Bronze – ab etwa 5000-4000 v. Chr. durchgeführt worden. Er führt auch einige griechische Belege für das Abschrecken von Bronze auf und zitiert in diesem Zusammenhang Aeschylus, Pausanias und Plutarch.

Ein hübsches Beispiel der Rekristallisation aus der Frühzeit der Metallverarbeitung ist ein Relief im Grab des Königssohnes Wepemnofret aus der 5. Dynastie (24./23. Jh. v. Chr.) bei Gizeh in Ägypten (Abb. 2): Es zeigt zwei Männer beim Schmieden eines Kupferbleches oder einer Platte. Die Beischriften zitieren deren Gespräch: Der Mann rechts sagt: „Glühe dies aus, es ist spröde, es ist hell[farbig]es Metall“, worauf derjenige links entgegnet: „Es gibt keinen Hohlraum[?], wenn sein Ausglühen vortrefflich ist“ (WEINSTEIN 1974 [Zitat hier in Abb. 2]; SCHEEL 1985, 146 Tab. 6,4 [Zitat hier im Text]; 195; GARENNE-MAROT 1985, 97 Abb. 6,2 [französische Übersetzung]). Damit ist klar, dass das bearbeitete Blech (zwischen-)geglüht wird und es dadurch beim Austreiben keine Hohlräume – resp. wohl eher „keine Risse“ – bekommt.



Abb. 2: Grab des Wepemnofret bei Gizeh in Ägypten, Ausschnitt aus einer Darstellung mit Szenen aus einer Metall verarbeitenden Werkstatt: Vermutlich die älteste Darstellung der Rekristallisierung durch Ausglühen (Lesung der Hieroglyphen-Beischriften nach WEINSTEIN 1974, 25). – Grave of Wepemnofret at Gizeh in Egypt, sequence depicting a scene from a metal-working shop: Probably the oldest depiction of recrystallization by annealing (Reading of the hieroglyphics according to WEINSTEIN 1974, 25).

Fragestellungen zum Experiment

In der archäometallurgischen Forschung und Ethnologie wird zwischen kaltem Abschrecken und langsamen Abkühlen unterschieden. In Nepal werden frische Güsse mitsamt den Lehmformen in Wasser abgeschreckt, in Thailand jedoch langsam abgekühlt (FURGER 2017, Abb. 103 Anm. 197). Bei Silberschmieden in der Sahara konnte der Autor in den 1970er-Jahren beobachten, dass die Güsse aus Silber nach dem Zwischenglü-



Abb. 3: Beispiel für langsames Abkühlen nach dem Glühen: Ein Touareg-Silberschmied in Agadez/RN (Hamid Kumama, 1973) glüht nach dem Guss ein silbernes Schmuckstück aus (oben) und kühlt es langsam im Sand des Werkstattbodens aus (unten). Jetzt ist es bereit zum Ziselieren mit dem Tremolierstichel. – Example of slow cooling after annealing: After casting, a Touareg silversmith in Agadez/RN (Hamid Kumama, 1973) is annealing a piece of silver jewelry (above) and is cooling it slowly in the sandy floor of the workshop (below). Now it is ready for chiseling using a zigzag-chisel (Tremolierstichel).

hen im Wüstensand langsam abgekühlt (Abb. 3), die frischen cire-perdu-Güsse mitsamt den Lehmformen jedoch mit Wasser abgeschreckt wurden.

Es soll im Folgenden nicht anhand moderner Norm-Legierungen, sondern mit in römischer Zeit geläufigen Legierungen untersucht werden,

- zu welcher Verhärtung das Kaltschmieden führt,
- wie die Härtezustände zu verschiedenen Arbeitsstadien objektiv dokumentiert werden können (mit Brinell-Härte; um publizierte Vickershärten [HV] vergleichen zu können, müssen sie [vereinfacht] mit dem Faktor 0,95 multipliziert werden, um Brinellhärten [HBW] zu erhalten),
- zu welchem Grad der Duktilität ein Zwischenglühen führt,
- ob Unterschiede zwischen raschem Abschrecken und langsamen Abkühlen festzustellen sind und
- inwiefern sich die sieben verschiedenen Testlegierungen unterschiedlich verhalten.

Die Testlegierungen

Für die folgenden Experimente und Härtebestimmungen wurden sieben Buntmetalle resp. Kupferverbindungen legiert und blanke Bohrspäne davon analysiert (Abb. 4):

Gold (G)

Anforderungen und Vorlage: Es sollte eine „unreine“ Goldlegierung für die Schmiede- und Abschreckversuche verwendet werden, die den heterogenen Gemischen im antiken Fundmaterial gerecht wird. Analysen antiker Goldobjekte zeigen oft Spuren von Recycling und anderen Verunreinigungen sowie in der Regel auch viele, von den Erzen herrührende Spurenelemente (DEMORTIER 1984, Tab. 2-4 [nur Au, Ag und Cu analysiert]; MOESTA, FRANKE 1995, 52-56; 68). Schon Natur-

gold, erschmolzen aus gediegenen Fluss-Nuggets, kann mehrere Prozentgehalte von Silber und manchmal auch Spuren von Kupfer enthalten. Es wurde aber auf die Rekonstruktion einer konkreten, analysierten Originalprobe verzichtet. Angestrebt wurde ein Gold von rund 16 Karat mit viel Silber und „Verunreinigungen“ resp. Spuren von Zinn, Zink, Blei, Eisen und Arsen.

Zusammensetzung G: 16,01% Cu, 0,69% Sn, 0,79% Zn, 0,03% Pb, 14,04% Ag, 65,78% Au, 0,17% As, 1,10% Fe.

Silber (A)

Anforderungen und Vorlage: Angestrebt war – auf der Basis römischer Silberobjekte – eine Legierung mit rund 80-90% Silber und einem Kupfergehalt, welcher dem Werkstoff eine gute Härte und Strapazierfähigkeit verleiht. Dass in antiken Silbern auch Verunreinigungen von Zinn, Zink, Blei, Gold, Arsen und/oder Eisen vorkommen, haben Analysen etwa an den Löffeln aus Augusta Raurica ergeben (STERN 1982, 45 Abb. 20 Tab. 1).

Zusammensetzung A: 15,95% Cu, 0,57% Sn, 0,40% Zn, 0,23% Pb, 81,14% Ag, 0,34% Au, 0,00% As, 0,16% Fe.

Kupfer (K)

Anforderungen und Vorlage: Die dem römischen Gießer und Kupferschmied zugänglichen Kupfer aus den antiken Verhüttungsstätten im Mittelmeergebiet weisen eine erstaunlich hohe Reinheit auf und waren dadurch auch sehr gut für Treibarbeiten geeignet (FÜRGER, RIEDERER 1995, 161f. Tab. 11 [97,26-99,84% Cu, Rest div. Spurenelemente]). Absolut reine Metalle wie Kupfer „*verändern durch Abschrecken ihre Struktur nicht*“ (HILPKE 1956, 192), sie kommen im archäologischen Fundstoff aber auch nie chemisch rein vor. Verunreinigungen in verhüttetem Kupfer, wie etwa von Strontium, Arsen, Nickel, Silber und noch geringeren Spuren anderer Metalle, ergeben Kupfer mit

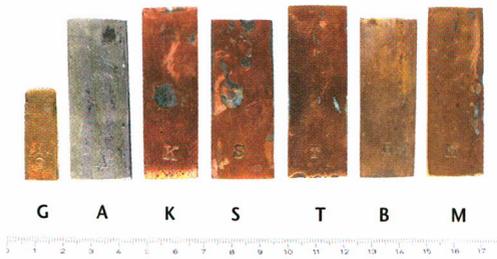


Abb. 4: Sieben experimentell rekonstruierte Kupferlegierungen, vor den Schmiede-, Härtings- und Rekristallisierungsversuchen (Legierungen siehe Text, Brinell-Härten Tab. 1. Verkleinert (Plättchenbreite 20 mm). – Seven experimentally reconstructed copper-alloys before forging-, annealing- and recrystallization trials. (Alloys see text, Brinell-hardness table 1. Reduced (flat blank width 20 mm).

rund 97 bis 99,97% Cu. In der Natur gediegen vorkommendes Kupfer hat meist ähnlich hohe Kupferkonzentrationen >98% Cu, auch wenn Verunreinigungen wie mit Silber, Arsen, Eisen, Nickel, Zink usw. im Promillebereich zu messen sind (RIEDERER 1981, Tab. 21-23; RAPP 1988, Tab. 2,2; WAYMAN, DUKE 1999, Tab. 2). Für unsere Experimente wurde ein Stück gediegenes Kupfer – in Ermangelung eines Stücks aus Osteuropa oder aus dem Nahen Osten – aus Arizona/USA eingeschmolzen (Abb. 4,K).

Zusammensetzung K: 99,79% Cu, 0,07% Sn, 0,00% Zn, 0,00% Pb, 0,00% Ag, 0,00% Au, 0,01% As, 0,08% Fe.

Zinnbronze 1 (S)

Anforderungen und Vorlage: Hier sollte eine Zinnbronze gehämmert und ihre Härteveränderungen gemessen werden, wie sie in der Antike für Schmiedearbeiten im Einsatz war. Römische Halbfabrikate aus Zinnbronzen (und Zinnmessing) weisen in der Regel diverse Spurenelemente im Promille- bis Prozentbereich auf (FURGER, RIEDERER 1995, 162-164 Tab. 13 und 17). „Pate“ stand ein kleines stäbchenförmiges

Schmiede-Halbprodukt aus Augusta Raucica (Inv.-Nr. 1949.1975: FURGER, RIEDERER 1995, 150f., Legierung S, Anm. 84, Tab. 9,S), dessen Legierung rekonstruiert wurde. Mit etwas über 3% Sn ist die Legierung noch gut schmiedbar, der Bleianteil von nur 0,08% macht sich noch nicht als „Sprödemacher“ negativ bemerkbar (FURGER, RIEDERER 1995, 156, Legierung S, Tab. 10) und fehlendes Zink und Gold sprechen für eine Bronze mit kaum einer langen Rezyklierungs-Geschichte.

Zusammensetzung S: 96,00% Cu, 3,72% Sn, 0,00% Zn, 0,08% Pb, 0,00% Ag, 0,00% Au, 0,00% As, 0,12% Fe.

Zinnbronze 2 (T)

Anforderungen und Vorlage: Als Basis diente ein römisches, dünn ausgetriebenes Gefäßbruchstück aus einer Zinnbronze mit etwa dem doppelten Zinngehalt von Probe S. Probe T weist insgesamt weniger Kupfer auf als S und ist auch deutlich stärker „verunreinigt“ mit Zink und Blei, was vermutlich auf Altmetall-Recycling zurückgeführt werden muss (RIEDERER 1981, Tab. 25-28). Mit unseren Hammer- und Abschreckversuchen sollte herausgefunden werden, ob sich eine solche relativ heterogene Bronze immer noch gut für die Schmiede- und Treibarbeit eignet oder vom (antiken) Handwerker eine besonders aufmerksame und subtile Bearbeitung erfordert.

Zusammensetzung T: 92,00% Cu, 7,05% Sn, 0,27% Zn, 0,44% Pb, 0,00% Ag, 0,00% Au, 0,00% As, 0,12% Fe.

Bleibronze (B)

Anforderungen und Vorlage: Bleibronzen waren in der Antike je länger je beliebter geworden, einerseits weil die Legierungen mit dem billigen Blei kostengünstig gestreckt werden konnten (STERN 1982, 50f.) und andererseits weil eine bleireiche Bronze als Gussstück gut spanabhebend bearbeitet werden kann – zum Beispiel auf der Drehbank. Unter den zahlreichen

römischen Halbfabrikaten aus Bronze- werkstätten in Augusta Raurica finden sich mehrere Stücke mit 15-37% Pb (FURGER, RIEDERER 1995, 162 Tab. 15). Unsere Testlegierung weist noch nicht so viel Blei auf wie manche Statuengüsse (>20% Pb; FURGER, RIEDERER 1995, 150f., Anm. 78-79, Tab. 9, Legierungen P1 und P2) und bildet die Zusammensetzung einer Kasserolle aus Augusta Raurica ab, die zuerst gegossen, dann getrieben und anschliessend wahrscheinlich auch gedrückt worden ist (FURGER, RIEDERER 1995, 150f., Anm. 80, Tab. 9, Legierung K). Die Legierung wird charakterisiert durch hohe Zinn- und Bleigehalte, die Abwesenheit von Zink und die Tatsache, dass sie trotz des hohen Bleianteils in antiker Zeit durchaus stark verformt worden ist.

Zusammensetzung B: 74,58% Cu, 11,37% Sn, 0,00% Zn, 13,86% Pb, 0,00% Ag, 0,00% Au, 0,00% As, 0,02% Fe.

Messing (M)

Anforderungen und Vorlage: Die Messinge der Antike sind im Zementationsverfahren aus metallischem Kupfer und einem Zinkerz hergestellt worden. Ihr Zinkanteil kann mit diesem Verfahren nicht so genau gesteuert werden wie beim Legieren von exakt eingewogenen metallischen Komponenten. Die römischen Messing-Halbfabrikate aus Augusta Raurica enthalten deshalb Zinkanteile zwischen etwa 5% bis maximal 23% und als Verunreinigungen immer auch geringe Spuren vieler anderer Metalle (FURGER, RIEDERER 1995, 163f. Tab. 16-18). Es ist im Einzelfall abzuschätzen, ob diese Spuren vom antiken Rezyklieren oder aus den verhütteten Erzen stammen. Die physikalischen Zusammenhänge zwischen verschiedenen Messinglegierungen, der Glühdauer, Glüh-temperatur und Härte fasst u. a. Heinz HILPKE (1956, 193) zusammen.

Anders als bei unseren Zinnbronze-Testlegierungen (S und T) wurde nur ein Messing rekonstruiert. Es sollte eine typische

römische Mischlegierung sein, die mit rund 7% Zink ein Messing darstellt, aber auch die Nebenkomponenten Zinn (ca. 5%) und – vom Original etwas abweichend – auch etwas Blei (ca. 2%) enthält. Nach der Definition von Josef Riederer wäre das ein Zinnmessing. Das Vorbild ist ein 77 mm langes Schmiedehalbfabrikat mit deutlichen Hammerspuren aus Augusta Raurica (Inv.-Nr. 1985.29855: FURGER, RIEDERER 1995, 134; 163f. Tab. 17).

Zusammensetzung M: 84,87% Cu, 4,64% Sn, 7,35% Zn, 1,85% Pb, 1,11% Ag, 0,00% Au, 0,00% As, 0,06% Fe.

Durchführung des Experiments

Alle sieben Legierungen wurden in einheitlich große Plättchen gegossen und auf rund 2 × 5,5 cm Grösse und 3,4 bis 3,8 mm Dicke gebracht (Abb. 4). Nur für Gold stand ein kleineres Stück von 30 × 11 × 3,8 mm zur Verfügung. Die in Wasser abgeschreckte Gushärte der Plättchen bildet die erste Messreihe. Zur Anwendung kam ein auf Brinell-Härte eingeregnetes Messgerät im Labor der Georg Fischer AG in Schaffhausen. Gemessen wurde mit einer 2,5 mm-Kugel und mit 62,5 kp Prüfkraft. Von jedem Zwischen-Zustand während der Schmiede- und Glüh-Etappen wurden drei Punkte in Abständen von ca. 1 cm gemessen. Die in den Abb. 6-12 wiedergegeben Werte sind immer die Mittelwerte der drei Einzelmessungen (sämtliche Werte in Tab. 1).

Für die Beantwortung der Fragestellungen (s. oben) war vorgesehen, alle Legierungen schrittweise auszuschiessen und immer wieder die Härte zu messen. Als Hammer diente ein 250 Gramm leichter Goldschmiede-„Bretthammer“ mit runder polierter Bahn und schwach konvexer Wölbung. Jeder Schmiedevorgang umfasste 40 resp. 70 (beim Gold 30 resp. 50) möglichst gleichmäßige, über die Vorderhälfte der Plättchen regelmäßig verteilte Hammerschläge (Abb. 5; s. Tab. 1).



Abb. 5: Die sieben experimentell rekonstruierten Kupferlegierungen von Abbildung 4 nach den Schmiede-, Härtings- und Rekristallisierungsversuchen. Verkleinert (Plättchenbreite ursprünglich 20 mm). – The seven experimentally reconstructed copper alloys in fig. 4 after forging-, annealing- and recrystallization trials. Reduced (original flat blank width 20 mm).

Jeweils vier solcher Schmiede-Serien sollten zeigen, wie sich die Oberflächenhärte steigert und wo allfällige Unterschiede zwischen den Testlegierungen festzustellen sind. Nach vier Schmiede-Vorgängen wurden die Metallproben im Muffelofen bei 650°C geglüht (BAYLEY, BUTCHER 2004, 31 [Phasenbildung und optimale Restrukturierungstemperatur]): das erste und das zweite Mal während je einer Stunde und das dritte Mal während einer halben Stunde.

Am Ende des ersten Ausglühens wurden die Stücke in kaltem Wasser abgeschreckt; beim zweiten Glühen in feinem Quarzsand gesteckt und langsam abgekühlt (analog Abb. 3) und beim dritten Glühen wiederum in Wasser abgeschreckt.

Ergebnisse

Der Wechsel von Hämmern und nochmaligem Hämmern, Ausglühen und Abschrecken, nochmaligem wiederholtem Hämmern, Glühen und Abschrecken etc. führt in den meisten Fällen zu einem fast identischen Kurvenverlauf der Härtegrade (Abb. 6-12): Die Härte nimmt mit zunehmendem Schmieden mehr oder weniger kontinuierlich zu und bei jedem Zwischenglühen und Abschrecken wird das Material wieder etwa so duktil wie nach dem Guss. Das ist der Trend bei allen getesteten Legierungen, aber bei näherem Zusehen gibt es signifikante Unterschiede:

Gold (G)

Die früher oft zitierte Meinung, Gold würde durch Hämmern nicht hart und müsse daher auch nicht zwischengeglüht werden, ist heute zum Glück verschwunden (FOLTZ 1979, 219f.). Was jedoch beim Gold (G) anders verläuft als bei Silber und Kupferlegierungen, geht aus Abb. 6 hervor: Einerseits ist ein grosser Verhärtungseffekt nur nach sehr intensiver Hammerarbeit zu erzielen und andererseits reagiert eine Goldlegierung offenbar beim langsamen Abkühlen ganz anders als alle anderen unserer Testlegierungen: Es findet fast keine Rekristallisierung resp. Erweichung statt (von 173 auf 161 HBW; Abb. 6,2). Dieses spezielle Werkstoffverhalten ist im Goldschmiedehandwerk bekannt: „Es ist ein Irrtum zu glauben, dass die Sprödigkeit von Goldlegierungen durch langsames Abkühlenlassen gemindert wird. Das Gegenteil ist der Fall! – Auf der schon nach dem Löten usw. beim langsamen Abkühlen deutlich wahrnehmbaren Härtezunahme beruhen auch die Vergütungsmöglichkeiten, namentlich der kupferreichen Goldlegierungen“ (DIEBENER 1991, 14).

Der Metallurge Werner Menk schreibt zu diesem Phänomen: „Ich glaube nicht,

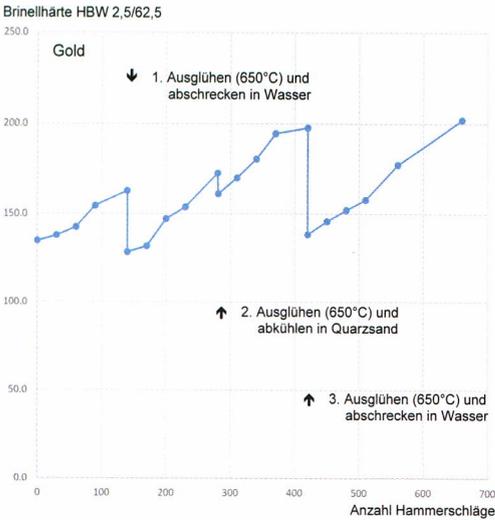


Abb. 6: Experiment „Schmieden-Glühen-Abschrecken“: Härteentwicklung (Brinellhärte HBW 2,5/62,5) beim Schmieden und beim Ausglühen und Abschrecken von Gold (G). Die kleine Metalloberfläche (Abb. 4) wurde mit gleichmäßigen, gezählten Schlägen eines leichten Bankhammers geschmiedet. Basis: Mittelwerte von je drei Messungen, Tab. 1. – Experiment “forging-annealing-quenching”: development of hardness (Brinell-hardness HBW 2,5 /62,5) during forging, annealing and quenching of gold (G). The small metal-surface (fig. 4) was forged with evenly counted strokes of a light goldsmith’s hammer. Base: Mean values of three measurements each, table 1.

dass der geringe Härteabfall dabei etwas mit der geringen Probenmasse [Abb. 4, links] zu tun hat. Eine geringere Masse könnte ja höchstens zu einer schnelleren Abschreckung führen und damit den Härteabfall eher verstärken. Vielmehr passiert bei Ihrer Wärmebehandlung möglicherweise mehr als nur eine Rekristallisation des Gefüges und ein Abbau der Eigenspannungen, sondern es ist auch möglich, dass (härtende) Ausscheidungen dabei gelöst werden (bei 650° C) und im Falle einer schnellen Abkühlung in übersättigter Lösung gehalten werden, wo-

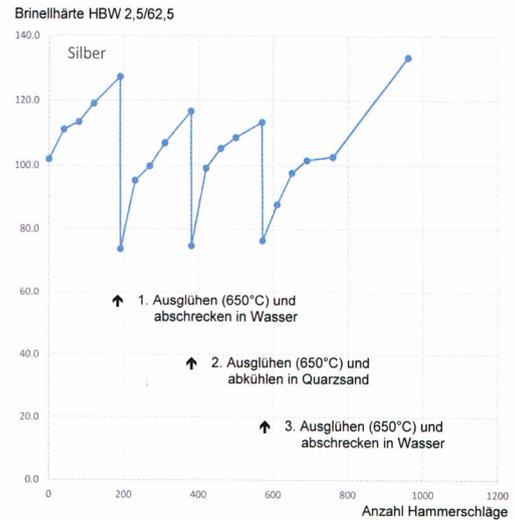


Abb. 7: Experiment „Schmieden-Glühen-Abschrecken“: Härteentwicklung (Brinellhärte HBW 2,5/62,5) beim Schmieden und beim Ausglühen und Abschrecken von Silber (A). Die kleine Metalloberfläche (Abb. 4) wurde mit gleichmäßigen, gezählten Schlägen eines leichten Bankhammers geschmiedet. Basis: Mittelwerte von je drei Messungen, Tab. 1. – Experiment “forging-annealing-quenching”: development of hardness (Brinell-hardness HBW 2,5 /62,5) during forging, annealing and quenching of silver (A). The small metal surface (fig. 4) was forged with evenly counted strokes of a light goldsmith’s hammer. Base: Mean value of three measurements each, table 1.

durch die Härte sinkt. Bei einer langsamen Abkühlung können sich diese in Lösung gehaltenen Elemente aber wieder ausscheiden und damit zu einer Härtung führen. Ich denke, so etwas ist in Ihrer Gold-Legierung passiert [...].

Beim raschen Abschrecken in Wasser allerdings tritt eine ganz normale Rekristallisation und eine Wiedererweichung ein (DIEBENER 1963, 61). Dies führte bei unserer 16-karätigen Gold-Kupferlegierung zu einer Brinell-Härtedifferenz von 34-60 HBW (Abb. 12,1.3). Die bei unserer 16karätigen Goldlegierung ermittelte Här-

te-Spannweite erstreckt sich von 128 bis 202 HBW (Tab. 1). Diese von uns erzeugte obere Härtegrenze passt gut zum Walzergebnis von 14karätigem Gold mit 192-215 HBW (DIEBENER 1963, 59 Tab. 3). Bei nicht legiertem Reingold sind jedoch lediglich Härten von 87-135 HBW zu erzielen (HEALY 1978, 230 Anm. 38).

Silber (A)

Silber (A; Abb. 7) – mit immerhin 81% Ag – verhält sich bezüglich Verhärtung beim Bearbeiten und Wiedererlangen seiner Duktilität beim Zwischenglühen und Abschrecken ganz ähnlich wie die Kupferlegierungen (s. unten). Es fällt auf, dass der abgeschreckte Guss mit 102 HBW viel härter erstarrte als nach den drei experimentellen Rekristallisierungen (74-76 HBW). Silber lässt sich dank seiner hervorragenden Eigenschaften als Treibmetall lange ohne Rissbildungen ausschmieden (Abb. 5,A); der Verhärtungseffekt ist jedoch geringer als bei Kupferlegierungen, die mit Zinn oder Zink legiert sind. Unsere Silberprobe ließ sich bis zu einer Härte von 133 HBW ausschmieden (Abb. 7, Tab. 1). Durch Walzen von 800er-Silber wird praktisch dieselbe Härte von 135 HBW erzeugt (DIEBENER 1963, 59 Tab. 3).

Kupfer (K)

Beim Kupfer (K; Abb. 8) nimmt die Verhärtung zu Beginn der Hammerarbeit am meisten zu (REHDER 1989, Abb. 1). In geringem Maße ist dieser Effekt auch bei Zinnbronze 1 (S; Abb. 9), Messing (M; Abb. 12) und Silber (A; Abb. 7), nicht jedoch bei Zinnbronze 2 (T) und Bleibronze (B) zu beobachten. Bei der Weiterarbeit mit dem Schmiedehammer steigert sich der Härtungseffekt nur noch langsam. Selbst bei den letzten 200 Hammerschlägen überstieg die Materialhärte 92 HBW nicht. Cecil Henry Desch gelang es sogar, Kupfer durch Hämmern von 87 Brinell-Härtegraden auf bis zu 135 HB zu bringen (DESCH 1927; AGRAWAL 1971, 178). Der



Abb. 8: Experiment „Schmieden-Glühen-Abschrecken“: Härteentwicklung (Brinellhärte HBW 2,5/62,5) beim Schmieden und beim Ausglühen und Abschrecken von gediegenem Natur-Reinkupfer (K). Die kleine Metalloberfläche (Abb. 4) wurde mit gleichmäßigen, gezählten Schlägen eines leichten Bankhammers geschmiedet. Basis: Mittelwerte von je drei Messungen, Tab. 1. – Experiment “forging-annealing-quenching”: development of hardness (Brinell-hardness HBW 2,5 /6.25) during forging, annealing and quenching naturally occurring pure copper (K). The small metal surface (fig. 4) was forged with evenly counted strokes of a light goldsmith’s hammer. Base: Mean value of three measurements each, table 1.

Rekristallisierungseffekt führt bei schnellem Abschrecken in Wasser zu 46-47 HBW, ähnlich wie der Rohguss (51 HBW). Beim langsamen Abkühlen im Sand fällt die Härte jedoch auf tiefe 39 HBW! Dieser Effekt ist sonst nur noch bei Bleibronze zu beobachten (Abb. 11) und bei Gold fällt er extrem schwach aus (Abb. 6; s. oben).

Zinnbronzen (S, T)

Die Zinnbronze 1 (S; Abb. 9) verhält sich

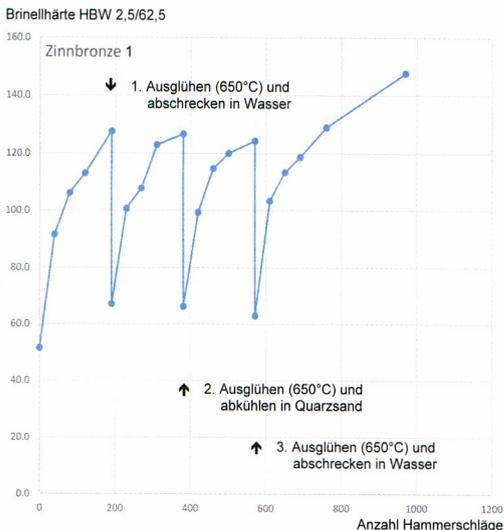


Abb. 9: Experiment „Schmieden-Glühen-Abschrecken“: Härteentwicklung (Brinellhärte HBW 2,5/62,5) beim Schmieden und beim Ausglühen und Abschrecken von Zinnbronze 1 (S). Die kleine Metalloberfläche (Abb. 4) wurde mit gleichmäßigen, gezählten Schlägen eines leichten Bankhammers geschmiedet. Basis: Mittelwerte von je drei Messungen, Tab. 1. – Experiment “forging-annealing-quenching”: development of hardness (Brinellhardness HBW 2,5 /62,5) during forging, annealing and quenching of tin bronze 1 (S). The small metal-surface (fig. 4) was forged with evenly counted strokes of a light goldsmith’s hammer. Base: Mean values of three measurements each, table 1.

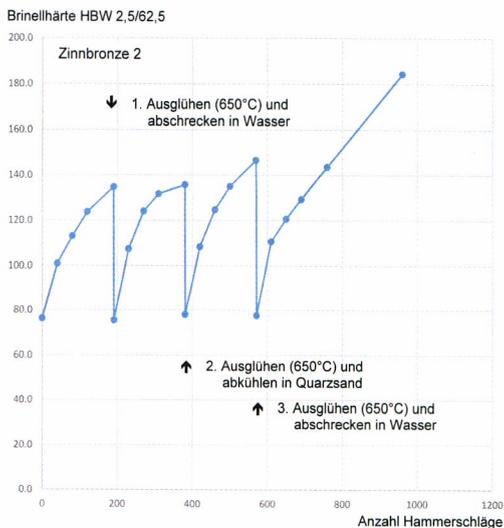


Abb. 10: Experiment „Schmieden-Glühen-Abschrecken“: Härteentwicklung (Brinellhärte HBW 2,5/62,5) beim Schmieden und beim Ausglühen und Abschrecken von Zinnbronze 2 (T). Die kleine Metalloberfläche (Abb. 4) wurde mit gleichmäßigen, gezählten Schlägen eines leichten Bankhammers geschmiedet. Basis: Mittelwerte von je drei Messungen, Tab. 1. – Experiment “forging-annealing-quenching”: development of hardness (Brinellhardness HBW 2,5 /62,5) during forging, annealing and quenching of tin bronze 2 (T). The small metal-surface (fig. 4) was forged with evenly counted strokes of a light goldsmith’s hammer. Base: Mean values of three measurements each, table 1.

ähnlich wie Kupfer (REHDER 1989, Abb. 1; PAPADIMITRIOU 2001, Tab. 1 Abb. 5; 6; 10). Mit zunehmendem Zinngehalt wird die Legierung generell härter – auch in ausgeglühtem Zustand (3,72% Sn: ≥ 51 HBW). Nach Erhard BREPOHL (2000, 89 Tab. 1.11) ist eine geglühte 4%Sn-Bronze 70 HBW hart und steigert sich bis 115 HBW bei 14% Sn. Durch Kaltschmieden allerdings erhärtet sich das Material nicht linear, sondern mit steigendem Zinngehalt verstärkt (PLEINER 2006, 68 Abb. 28). Zinnbronze 1 ist – in unserem Fall mit

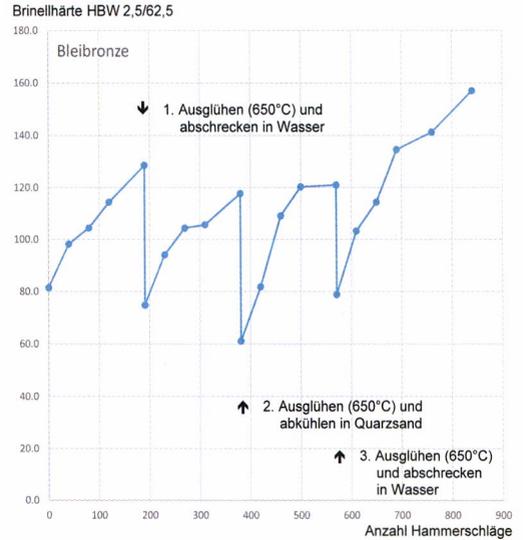
3,72% Sn – nach dem Rekristallisieren deutlich härter (um 63-66 HBW) als das bekannterweise weiche Kupfer. Durch sehr langes, forciertes Ausschmieden (Abb. 5) lässt sich die Härte von Zinnbronze 1 noch deutlich über das übliche Maß beim Schmieden steigern, in unserem Fall auf rund 148 HBW. Andere Experimente durch C. S. Smith kamen zu einem ähnlichen Ergebnis, jedoch mit etwas größerer Bandbreite: von rund 57 HBW geglüht bis etwa 162 HBW kalt gehämmert (PLEINER 2006, 68 Abb. 28 [HV]).

Noch viel deutlicher hat Zinnbronze 2 mit 7% Sn (T; *Abb. 10*) das Potential, durch sehr langes Hämmern hart zu werden. Mit 184 HBW war die größte Härte unter den Buntmetallen zu erreichen (Gold: 202 HBW; *Tab. 1*). Es wird gerne übersehen, dass eine derart gehärtete Zinnbronze einem normalen und nicht gehärteten Eisen bezüglich Härte deutlich überlegen ist, denn einfache Verhüttungseisen weisen nur Härten von 75-110 HBW auf (FURGER in Vorb.)! Von einem technischen Fortschritt eisenzeitlicher Metallurgie kann erst gesprochen werden, wenn kohlenstoffhaltige Stähle erzeugt und mit den richtigen Methoden gehärtet werden.

Unsere Zinnbronze 2 ist jedoch schon in entspanntem Zustand ziemlich hart (um 78 HBW). Ronald-Frank TYLECOTE (1973, 3) konnte anhand einer noch höher legierten Bronze (mit 13,6% Sn) nach dem Gießen, Hämmern, Zwischenglühen und erneutem Schmieden sogar eine Vickershärte von 224 HV2.5 (ca. 213 HBW) messen. Gerade diese alt bekannte Tatsache hat schon in den frühen Metallzeiten dazu geführt, dass sehr rasch Zinnbronzen für Waffen und Werkzeuge dem Kupfer vorgezogen worden sind (KIENLIN 2007, *Abb. 6; 8*).

Bleibronze (B)

Bleibronze (B; *Abb. 11*) ist bekanntlich viel spröder und schwieriger zu schmieden als kupferreichere Bronzen und Messinge (FURGER, RIEDERER 1995, 155ff. *Abb. 11-13*; OTTAWAY, WANG 2004, 71; 84). Rasch bildeten sich unter dem Hammer des neuzeitlichen Experimentators – anders als beim erfahrenen römischen Handwerker (FURGER, RIEDERER 1995, 150f.) – Haarrisse (*Tab. 1*) und es müsste viel öfters zwischengeglüht werden als bei anderen Buntmetallen. Durch intensive Hammerbearbeitung „bis zum Geht-nicht-mehr“ (Bruch; *Abb. 5,B*) lässt sich aber eine beachtliche Härte von 157 HBW erzielen.



*Abb. 11: Experiment „Schmieden-Glühen-Abschrecken“: Härteentwicklung (Brinellhärte HBW 2,5/62,5) beim Schmieden und beim Ausglühen und Abschrecken von Bleibronze (B). Die kleine Metalloberfläche (*Abb. 4*) wurde mit gleichmäßigen, gezählten Schlägen eines leichten Bankhammers geschmiedet. Basis: Mittelwerte von je drei Messungen, *Tab. 1*. – Experiment “forging-annealing-quenching”: development of hardness (Brinellhardness HBW 2,5 /62,5) during forging, annealing and quenching of lead bronze 2 (B). The small metal-surface (*fig. 4*) was forged with evenly counted strokes of a light goldsmith’s hammer. Base: Mean values of three measurements each, *table 1*.*

Messing (M)

Das 7,35Zn-Messing (M, mit 4,64% Sn und 1,85% Pb; *Abb. 12*) lässt sich offenbar beliebig oft Schmieden und Abschrecken mit gleichbleibendem Effekt und es macht auch keinen Unterschied, ob es schnell oder langsam abgekühlt wird. Es erfordert jedoch eine sehr behutsame Hammerarbeit, da es rasch reißen kann (*Abb. 5,M; Tab. 1*). Durch langes Ausschmieden und sorgsames Verdichten konnte ich – ausgehend von geglühten 70 HBW – immerhin 176 HBW erreichen,

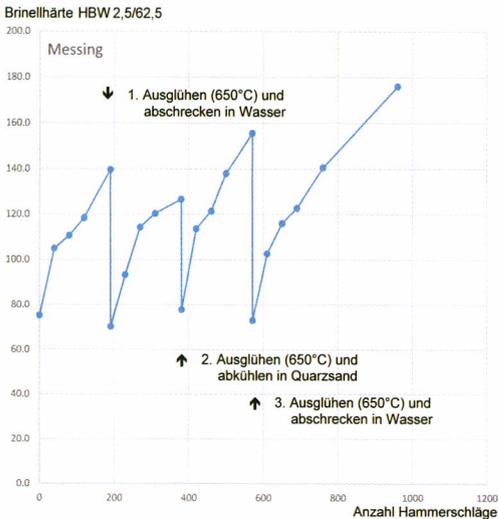


Abb. 12: Experiment „Schmieden-Glügen-Abschrecken“: Härteentwicklung (Brinellhärte HBW 2,5/62,5) beim Schmieden und beim Ausglühen und Abschrecken von Messing (M). Die kleine Metalloberfläche (Abb. 4) wurde mit gleichmäßigen, gezählten Schlägen eines leichten Bankhammers geschmiedet. Basis: Mittelwerte von je drei Messungen, Tab. 1. – Experiment “forging-annealing-quenching”: development of hardness (Brinell-hardness HBW 2,5 /62,5) during forging, annealing and quenching of brass (M). The small metal-surface (fig. 4) was forged with evenly counted strokes of a light goldsmith’s hammer. Base: Mean values of three measurements each, table 1.

ohne dass das Metall weiter riss. Geglühte, niedrig legierte Messinge weisen normalerweise 60-70 HBW auf und sind erst mit höheren Zinkanteilen härter (80 HBW bei 37% Zn; BREPOHL 2000, 89 Tab. 1.11).

Ausblick

Archäologische Belege für das Ausglühen und Abschrecken von geschmiedeten Buntmetall-Halbfabrikaten in antiker Zeit sind fast nur durch die Metallurgie, d. h., durch Gefüge- und Härteuntersuchungen am Fundobjekt selbst zu erkennen (THO-

MAS ET AL. 2008, 39). Das Ausglühen ist in jedem Holzkohle-Herdfeuer zu bewerkstelligen und erfordert keine spezielle Werkstatteinrichtung. So wird auf Ausgrabungen wohl kaum je eine eindeutige Struktur zum Ausglühen und Abschrecken gefunden. Das einzige mir bekannte, jedoch unsichere Beispiel stammt aus Bad Wimpfen/D, wo unweit eines vermuteten römischen Schmelzofens „sich eine in das Erdreich eingetieft Feuermulde, die zum Glühen getriebener Bleche gedient haben könnte“, fand (FILGIS, PIETSCH 1986, 532).

Sekundär verwendete Amphoren hingegen, die als Wasserbecken zum Abschrecken glühender Metallwerkstücke dienten, sind mancherorts in die Werkstattböden von Schmieden und Bronzeießereien eingetieft worden (z. B. MARTIN-KILCHER 1987, 177-180 Abb. 102-105).

In der vorliegenden Arbeit wird bewusst nicht mit „reinen“ modernen Industrieliegierungen, die so oft in archäometrischen Experimenten verwendet werden, gearbeitet. Die extra legierten Ausgangsproben unserer Versuche waren konsequent Mischlegierungen mit Verunreinigungen resp. Spuren von Recyclingprozessen, wie sie im antiken Alltag üblich waren.

Es erstaunt eigentlich, dass Kupferlegierungen – sowohl Bronzen als auch Messinge – und die Edelmetalle Silber und Gold sich beim Schmieden und Ausglühen ganz ähnlich verhalten. Ob das Abkühlen langsam – an der Luft oder im Sand – erfolgen sollte oder ob rasch in Wasser abzuschrecken ist, hängt ganz vom Arbeitsprozess ab: Will man ein ausgeglichenes Metallgefüge, zum Beispiel in einem Rohguss, so kühlt man eher langsam ab; will man nach der durch langes Verformen bedingten Erhärtung eine optimale Erlangung der alten Duktilität, so wird man abschrecken.

Die konkreten Ergebnisse unserer Versuche und Härtemessungen zeigen u. a., dass die Spanne zwischen weichem Zu-

Bez.	Bearbeitung	Schl.	HBW 1	HBW 2	HBW 3	HBW Ø	HV	Dicke (mm)	Bem.
Leg. G	gegossen + nass abgeschreckt	0	136,0	136,0	132,0	134,7	142	3,8	
Leg. G	90s sanft gehämmert*	30	136,0	141,0	136,0	137,7	145	3,7	*) kl. Fläche!
Leg. G	90s gehämmert	60	148,0	135,0	144,0	142,3	150	3,6	
Leg. G	90s gehämmert	90	150,0	165,0	148,0	154,3	162	3,5	
Leg. G	90s gehämmert	140	155,0	168,0	165,0	162,7	171	3,2	
Leg. G	geglüht 650°C, in Wasser kalt	140	132,0	129,0	124,0	128,3	139	3,2	
Leg. G	90s sanft gehämmert	170	135,0	130,0	130,0	131,7	139	3,2	
Leg. G	90s gehämmert	200	150,0	142,0	149,0	147,0	155	3,1	
Leg. G	90s gehämmert	230	147,0	163,0	151,0	153,7	162	2,9	
Leg. G	90s gehämmert	280	176,0	173,0	169,0	172,7	182	2,8	
Leg. G	geglüht 650°C, im Sand geküht	281	166,0	157,0	160,0	161,0	169	2,8	
Leg. G	90s gehämmert	310	167,0	171,0	172,0	170,0	179	2,6	
Leg. G	90s gehämmert	340	185,0	177,0	180,0	180,7	190	2,5	
Leg. G	90s gehämmert	370	200,0	186,0	198,0	194,7	205	2,4	feiner Haarriss
Leg. G	90s gehämmert	420	195,0	195,0	203,0	197,7	208	2,4	
Leg. G	geglüht 650°C, in Wasser kalt	420	146,0	134,0	133,0	138,3	146	2,4	
Leg. G	90s gehämmert	450	142,0	141,0	154,0	145,7	153	2,2	
Leg. G	90s gehämmert	480	154,0	161,0	141,0	152,0	169	2,1	
Leg. G	90s gehämmert	510	171,0	148,0	154,0	157,7	169	2,0	
Leg. G	90s gehämmert	560	167,0	183,0	182,0	177,7	187	1,9	
Leg. G	100 Schläge ohne Rissbildung	690	213,0	202,0	191,0	202,0	213	1,4	
Leg. A	gegossen + nass abgeschreckt	0	99,7	97,8	108,0	101,8	107	3,7	
Leg. A	40s sanft gehämmert	40	123,0	103,0	107,0	118,0	117	3,6	
Leg. A	40s gehämmert	80	114,0	109,0	117,0	113,3	119	3,5	
Leg. A	40s gehämmert	120	116,0	120,0	121,0	118,0	125	3,5	
Leg. A	70s gehämmert	190	131,0	120,0	131,0	127,3	134	3,4	
Leg. A	geglüht 650°C, in Wasser kalt	191	76,4	71,8	72,6	73,6	77	3,4	
Leg. A	40s sanft gehämmert	230	90,3	101,0	94,3	95,2	100	3,2	
Leg. A	40s gehämmert	270	101,0	106,0	92,5	99,8	105	3,1	
Leg. A	40s gehämmert	310	113,0	106,0	102,0	107,0	113	3,0	
Leg. A	70s gehämmert	380	118,0	119,0	113,0	116,7	123	2,9	
Leg. A	geglüht 650°C, im Sand geküht	381	73,6	72,0	78,2	74,6	79	2,9	
Leg. A	40s gehämmert	420	107,0	89,0	101,0	99,1	104	2,7	
Leg. A	40s gehämmert	460	106,0	101,0	109,0	105,3	111	2,5	
Leg. A	40s gehämmert	500	108,0	104,0	114,0	108,7	114	2,4	
Leg. A	70s gehämmert	570	113,0	109,0	118,0	113,3	119	2,4	
Leg. A	geglüht 650°C, in Wasser kalt	571	75,6	75,4	77,9	76,3	80	2,4	
Leg. A	40s gehämmert	610	81,0	95,3	86,7	87,7	92	2,3	
Leg. A	40s gehämmert	650	101,0	96,1	95,8	97,6	103	2,2	
Leg. A	40s gehämmert	690	98,7	103,0	103,0	101,6	107	2,1	
Leg. A	70s gehämmert	760	105,0	102,0	101,0	102,7	108	2,0	
Leg. A	200 Schläge ohne Rissbildung	960	131,0	132,0	136,0	133,3	140	1,2	
Leg. K	gegossen + nass abgeschreckt	0	58,2	45,8	48,3	50,8	53	3,4	
Leg. K	40s sanft gehämmert	40	67,5	65,6	62,1	71,7	76	3,3	
Leg. K	40s gehämmert	80	68,5	75,6	78,1	74,1	78	3,0	
Leg. K	40s gehämmert	120	83,5	70,3	78,0	77,3	81	2,8	
Leg. K	70s gehämmert	190	87,2	88,4	89,0	88,2	93	2,5	
Leg. K	geglüht 650°C, in Wasser kalt	191	49,1	50,8	42,1	47,3	50	2,5	
Leg. K	40s sanft gehämmert	230	80,0	78,6	85,3	81,4	86	2,3	
Leg. K	40s gehämmert	270	85,1	86,6	83,0	84,9	89	2,0	
Leg. K	40s gehämmert	310	90,6	89,7	85,0	88,4	93	1,9	R. ausgefranst
Leg. K	70s gehämmert	380	92,4	91,9	92,7	92,3	97	1,8	
Leg. K	geglüht 650°C, im Sand geküht	381	29,5	44,1	42,7	38,8	41	1,8	
Leg. K	40s gehämmert	420	75,7	82,5	82,4	80,2	84	1,7	eingegrissen
Leg. K	40s gehämmert	460	85,8	90,0	81,6	85,8	90	1,6	
Leg. K	40s gehämmert	500	79,7	89,2	88,7	85,9	90	1,5	
Leg. K	70s gehämmert	570	92,6	90,9	90,7	91,4	96	1,4	
Leg. K	geglüht 650°C, in Wasser kalt	571	45,6	45,5	46,7	45,9	48	1,4	
Leg. K	40s gehämmert	610	81,4	80,9	75,6	79,3	83	1,3	
Leg. K	40s gehämmert	650	80,5	79,9	82,3	79,6	84	1,2	
Leg. K	40s gehämmert	690	83,5	75,9	78,7	80,4	85	1,2	
Leg. K	70s gehämmert	760	84,3	82,5	80,4	82,4	87	1,1	
Leg. K	200 Schläge ohne Rissbildung	960	121,1	87,5	95,6	97,1	97	0,8	
Leg. S	gegossen + nass abgeschreckt	0	50,2	49,9	54,2	51,4	54	3,4	
Leg. S	40s sanft gehämmert	40	82,0	97,0	94,3	91,6	96	3,2	
Leg. S	40s gehämmert	80	119,0	95,1	104,0	106,0	112	3,1	
Leg. S	40s gehämmert	120	120,0	117,0	120,0	119,0	119	2,8	
Leg. S	70s gehämmert	190	143,0	127,0	113,0	127,7	134	2,6	
Leg. S	geglüht 650°C, in Wasser kalt	191	62,2	69,0	69,6	66,9	70	2,6	
Leg. S	40s sanft gehämmert	230	106,0	93,9	102,0	100,6	106	2,4	
Leg. S	40s gehämmert	270	118,0	99,2	106,0	107,7	113	2,4	
Leg. S	40s gehämmert	310	127,0	124,0	118,0	123,0	129	2,2	
Leg. S	70s gehämmert	380	125,0	128,0	127,0	126,7	133	2,0	
Leg. S	geglüht 650°C, im Sand geküht	381	62,4	67,5	68,3	66,1	70	2,0	

Bez.	Bearbeitung	Schl.	HBW 1	HBW 2	HBW 3	HBW Ø	HV	Dicke (mm)	Bem.
Leg. S	40s gehämmert	420	93,8	102,0	102,0	99,3	104	1,9	
Leg. S	40s gehämmert	460	116,0	116,0	112,0	114,7	121	1,8	
Leg. S	40s gehämmert	500	117,0	132,0	111,0	120,0	126	1,7	
Leg. S	70s gehämmert	570	124,0	128,0	121,0	124,3	131	1,6	
Leg. S	geglüht 650°C, in Wasser kalt	571	62,3	62,2	64,0	62,8	66	1,6	
Leg. S	40s gehämmert	610	109,0	101,0	100,0	103,3	109	1,6	
Leg. S	40s gehämmert	650	114,0	110,0	116,0	113,3	119	1,5	
Leg. S	40s gehämmert	690	121,0	115,0	120,0	118,7	125	1,4	
Leg. S	70s gehämmert	760	137,0	123,0	127,0	129,0	136	1,3	
Leg. S	200 Schläge ohne Rissbildung	970	140,0	147,0	156,0	147,7	155	1,1	
Leg. T	gegossen + nass abgeschreckt	0	74,5	77,3	77,0	76,3	80	3,6	
Leg. T	40s sanft gehämmert	40	99,6	102,0	101,0	100,9	106	3,5	
Leg. T	40s gehämmert	80	121,0	112,0	106,0	113,0	119	3,3	
Leg. T	40s gehämmert	120	120,0	128,0	123,0	123,7	130	3,2	
Leg. T	70s gehämmert	190	132,0	144,0	128,0	134,7	142	3,0	
Leg. T	geglüht 650°C, in Wasser kalt	191	73,9	72,5	80,0	75,5	79	3,0	
Leg. T	40s sanft gehämmert	230	102,0	101,0	119,0	107,3	113	2,9	
Leg. T	40s gehämmert	270	125,0	119,0	128,0	124,0	131	2,7	
Leg. T	40s gehämmert	310	134,0	128,0	133,0	131,7	139	2,6	
Leg. T	70s gehämmert	380	144,0	129,0	134,0	135,7	143	2,5	
Leg. T	geglüht 650°C, im Sand geküht	381	77,4	76,0	80,6	78,0	82	2,5	
Leg. T	40s sanft gehämmert	420	104,0	107,0	114,0	108,3	114	2,4	
Leg. T	40s gehämmert	460	120,0	131,0	123,0	124,7	131	2,3	
Leg. T	40s gehämmert	500	136,0	136,0	133,0	135,0	142	2,2	
Leg. T	70s gehämmert	570	145,0	152,0	143,0	146,7	154	2,1	
Leg. T	geglüht 650°C, in Wasser kalt	571	80,4	75,9	76,5	77,6	82	2,1	
Leg. T	40s gehämmert	610	113,0	114,0	105,0	110,7	116	2,1	
Leg. T	40s gehämmert	650	114,0	130,0	118,0	120,7	127	2,0	
Leg. T	40s gehämmert	690	121,0	139,0	128,0	129,3	136	1,9	
Leg. T	70s gehämmert	760	140,0	144,0	147,0	143,7	151	1,8	
Leg. T	200 Schläge ohne Rissbildung	960	186,0	182,0	185,0	184,3	194	1,5	
Leg. B	gegossen + nass abgeschreckt	0	80,5	83,6	80,3	81,5	85	3,4	
Leg. B	40s sanft gehämmert	40	91,6	100,0	103,0	98,2	103	3,4	
Leg. B	40s gehämmert	80	115,0	116,0	82,3	104,4	110	3,2	
Leg. B	40s gehämmert	120	101,0	122,0	120,0	114,3	120	3,1	
Leg. B	70s gehämmert	190	149,0	127,0	110,0	128,7	135	3,0	
Leg. B	geglüht 650°C, in Wasser kalt	191	74,9	77,3	72,4	74,9	79	3,0	
Leg. B	40s sanft gehämmert	230	97,3	95,7	89,2	94,1	99	2,8	Haarriss
Leg. B	40s gehämmert	270	108,0	107,0	98,2	104,4	110	2,7	Haarrisse
Leg. B	40s gehämmert	310	101,0	109,0	107,0	105,7	111	2,6	
Leg. B	70s gehämmert	380	122,0	117,0	114,0	117,7	124	2,4	
Leg. B	geglüht 650°C, im Sand geküht	381	65,9	56,2	61,4	61,2	64	2,4	
Leg. B	40s gehämmert	420	84,3	88,8	72,4	81,8	86	2,3	Risse grösser
Leg. B	40s gehämmert	460	129,0	101,0	97,2	109,1	115	2,1	
Leg. B	40s gehämmert	500	129,0	108,0	124,0	120,3	127	2,0	
Leg. B	70s gehämmert	570	138,0	119,0	106,0	121,0	127	1,9	
Leg. B	geglüht 650°C, in Wasser kalt	571	82,3	82,4	72,1	78,9	83	1,9	
Leg. B	40s gehämmert	610	111,0	105,0	93,8	103,3	109	1,8	R. ausgefranst
Leg. B	40s gehämmert	650	122,0	114,0	107,0	114,3	120	1,7	
Leg. B	40s gehämmert	690	139,0	132,0	133,0	134,7	142	1,6	
Leg. B	70s gehämmert	760	134,0	140,0	150,0	141,3	149	1,5	
Leg. B	80 Schläge bis Bruch	840	162,0	150,0	159,0	152,0	165	1,4	
Leg. M	gegossen + nass abgeschreckt	0	75,3	76,6	73,5	75,1	79	3,6	
Leg. M	40s sanft gehämmert	40	109,0	105,0	101,0	105,0	111	3,4	
Leg. M	40s gehämmert	80	119,0	112,0	101,0	110,7	116	3,2	
Leg. M	40s gehämmert	120	121,0	122,0	112,0	118,3	125	3,1	
Leg. M	70s gehämmert	190	136,0	145,0	138,0	139,7	147	2,9	
Leg. M	geglüht 650°C, in Wasser kalt	191	74,4	74,3	61,8				

stand nach dem Glühen und hartem Gefüge nach langem Hämmern beim Kupfer am kleinsten und bei der höher legierten Zinnbronze am größten ist. Die Edelmetalle weisen wie Kupfer eine kleine Spanne zwischen minimaler und maximaler Härte auf. Die getesteten Legierungen bilden bezüglich Härte-Spanne folgende Reihenfolge:

Kupfer	~ 55 (HBW; Abb. 8)
Silber	~ 60 (HBW; Abb. 7)
Gold	~ 75 (HBW; Abb. 6)
Bleibronze	~ 95 (HBW; Abb. 11)
Zinnbronze 1	~ 95 (HBW; Abb. 9)
Messing	~ 105 (HBW; Abb. 12)
Zinnbronze 2	~ 110 (HBW; Abb. 10)

Bei den Zinnbronzen hängen die Härtungsmöglichkeiten durch ausdauerndes Kaltschmieden stark vom Zinngehalt ab. Wir konnten oben feststellen, dass sich eine 3,72er-Bronze auf rund 148 HBW aushämmern lässt (Abb. 9), eine 7,05%er-Bronze auf 184 HBW (Abb. 10) und eine 13,6er-Bronze auf gar 213 HBW. Dass Gold bei langsamem Erkaltenlassen kaum rekristallisiert resp. weicher wird, ist auf Seite 34 ausführlich beschrieben.

Als Fazit bleibt festzuhalten, dass es immer vom Metallhandwerker und seiner Erfahrung abhängt, ob er die Härtungs- resp. Rekristallisierungseigenschaften einer Legierung kennt, optimal einsetzt, so wenige Zwischenglühungen wie nötig durchführt und das Material beim Treiben und Schmieden ausreißt, ohne dass es zu früh brüchig wird.

Outlook

Archaeological proof for the annealing and quenching of forged non-ferrous alloy semi-finished products from antiquity, can be recognized mainly through metallurgical investigations, a.e. through the analysis of the microstructure and hardness on the found objects (THOMAS ET AL. 2008, 39). The annealing can be achieved in

any charcoal hearth fire and does not require any special workshop facilities. During excavations therefore hardly any clear structure indicating annealing and quenching can be found. To me the only known, however uncertain example stems from Bad Wimpfen/D, where not far from an assumed Roman melting furnace, "where in the soil in a lowered fire pit, forged metal-sheets might have been annealed" (FILGIS, PIETSCH 1986, 532). In many places however secondary used amphorae have been set into the floors of workshops of forges and foundries which may have served as water containers for the quenching of glowing metal work pieces (e.g. MARTIN-KILCHER 1987, 177-180 figs. 102-105).

For the present investigation it was decided not to work with "pure" modern industrial alloys which in archaeometrical experiments are often used. The specially alloyed starting samples for our trials were strictly mixed alloys with impurities, traces of recycling processes respectively which were common in antique daily life.

It is actually surprising that copper alloys – bronzes as well as brass – and the precious metals silver and gold are behaving quite similarly during forging and annealing. Whether cooling should be slow in air or in sand or quick in water, depends completely on the working process: If one would like a homogeneous metal-structure, e.g. as cast, cooling is preferably slow; if hardening after a long deformation process an optimal old ductility should be obtained, quenching will be used.

The concrete results of our trials and hardness measurements show amongst other things, that the span between the soft state after annealing and a hard alloy structure after a long period of hammering of copper is smallest whereas in the case of higher alloyed tin bronzes it is bigger. Precious metals, similar to copper show a smaller span between minimal and maximal hardness. The tested alloys in relati-

on to the hardness-span show the following sequence:

Copper	~ 55 (HBW; <i>fig. 8</i>)
Silver	~ 60 (HBW; <i>fig. 7</i>)
Gold	~ 75 (HBW; <i>fig. 6</i>)
Lead-bronze	~ 95 (HBW; <i>fig. 11</i>)
Tin-bronze 1	~ 95 (HBW; <i>fig. 9</i>)
Brass	~ 105 (HBW; <i>fig. 12</i>)
Ton-bronze 2	~ 110 (HBW; <i>fig. 10</i>)

In the case of tin-bronzes the possibilities for hardening by continued cold forging depend strongly on the tin content. We have found that a 3.72 type bronze can be hammered to roughly 148 HBW (*fig. 9*), a 7.05 type bronze to 184 HBW (*fig. 10*) and a 13.6 type bronze even to 213 HBW.

Gold when cooling slowly hardly recrystallizes, resp. becoming softer is described in detail above on page 34.

As conclusion and for the record it always depends on the metalworker and his experience whether he knows the hardening or the recrystallization properties of an alloy respectively and uses it optimally with as little intermediate annealing as necessary and that the material during metal beating and forging is not getting brittle too early.

Verdankungen

Die pXRF-Analysen der rekonstruierten und getesteten „antiken“ Legierungen verdanke ich Markus Helfert von der Universität Frankfurt/M. (mit Ausnahme der Gold- und Silberlegierungen wurden diese Buntmetalle teilweise schon bei früheren Experimenten zu deren Bearbeitbarkeit verwendet: FURGER, RIEDERER 1995, 150ff. Tab. 9, Abb. 10). – Ich danke auch Dirk Lindemann, Werner Menk und Urs Werner von der Georg Fischer AG in Schaffhausen/Schweiz für die Vermittlung und Erlaubnis, die Schmiedearbeiten und Härtemessungen im Firmenlabor durchzuführen (im September 2015) und Herrn Rudolf Kubiz und seinem Team für die hilfs-

bereite Unterstützung vor Ort. – Besondere Anerkennung gebührt Urs Werner, Metallurge in Schaffhausen, für die Englisch-Übersetzungen von Bildlegenden, Summary und Outlook.

Literatur

- ADAMSKI, F. 2008:** Ateliers, techniques et artisans du „bronze“ en Aquitaine antique. De la fin de l'âge du Fer à la période gallo-romaine. Dissertation Bordeaux 2008.
- AGRAWAL, D. P. 1971:** The Copper Bronze Age in India. An integrated archaeological study of the Copper Bronze Age in India in the light of chronological, technological and ecological factors, ca. 3000-500 B.C. New Delhi 1971.
- BAYLEY, J., BUTCHER, S. 2004:** Roman Brooches in Britain. A technological and typological study based on the Richborough collection. Reports of the Research Committee of the Society of Antiquaries of London 68. London 2004.
- BREPOHL, E. 1987:** Theophilus Presbyter und die mittelalterliche Goldschmiedekunst. Leipzig 1987.
- BREPOHL, E. 2000:** Theorie und Praxis des Goldschmieds. Leipzig 2000¹⁴.
- CHARLES, J. A. 1979:** From Copper to Iron – the Origin of Metallic Materials. Journal of Metals 31/7, 1979, 8-13.
- DEMORTIER, G. 1984:** Analysis of Gold Jewellery Artefacts. Characterization of ancient Gold Solders by Pixe. Gold Bulletin 17/1, 1984, 27-38.
- DESCH, C. H. 1927:** The Tempering of Copper. Discovery 8, 1927, 361-362.
- DIEBENER, W. 1963:** Handbuch des Goldschmieds. Ein Werkstattbuch für die Praxis 2. Stuttgart 1963⁵.
- DIEBENER, W. 1991:** Diebeners Werkstattrezepte für Gold- und Silberschmiede. Stuttgart 1991⁵.
- D'HUBERT, E. 1904:** Les Métaux Usuels. Cuivre, Zinc, Étain, Plomb, Nickel, Aluminium. Paris 1904.
- FILGIS, M. N., PIETSCH, M. (Hrsg.) 1986:**

- Römische Zeit. Fundberichte aus Baden-Württemberg 10, 1986, 523-591.
- FOLTZ, E. 1979:** Einige Beobachtungen zu antiken Gold- und Silberschmiedetechniken. Archäologisches Korrespondenzblatt 9, 1979, 213-222.
- FURGER, A. R. 2017:** Der vergoldete Buddha. Traditionelles Kunsthandwerk der Newar-Giesser in Nepal. Basel 2017.
- FURGER, A. R., in Vorb.:** Zur antiken Stahlerzeugung. Ein Nachweis der Aufkohlung von Eisen aus Augusta Raurica (in Vorb.).
- FURGER, A. R., RIEDERER, J. 1995:** Aes und aurichalcum. Empirische Beurteilungskriterien für Kupferlegierungen und metallanalytische Untersuchungen an Halbfabrikaten und Abfällen aus metallverarbeitenden Werkstätten in Augusta Raurica. Jahresberichte aus Augst und Kaiseraugst 16, 1995, 115-180.
- GARENNE-MAROT, L. 1985:** Le travail du cuivre dans l'Egypte pharaonique d'après les peintures et bas-reliefs. Paléorient 11/1, 1985, 85-100.
- HEALY, J. F. 1978:** Mining and Metallurgy in the Greek and Roman World. London 1978.
- HILPKE, H. 1956:** Handbuch der Graveure, Ziseleure und Gürtler. Material, Werkzeuge und Arbeitsmethoden. Stuttgart 1956.
- HÖFER, A. 1972:** Eine Siedlung und Werkstatt der Dorfschmiede (Kāmi) in Nepal. Archiv für Völkerkunde 26, 1972, 29-57.
- HÖHNE, F., RÖSLING, C. W. 1839:** Das Kupferschmiedhandwerk mit den nöthigen Vorlehren über die Erzeugung und Behandlung des Rohkupfers so wie aller in dieses Fach einschlagenden Produkte. Neuer Schauplatz der Künste und Handwerker mit Berücksichtigung der neuesten Erfindungen 101. Weimar 1839. Reprint Hannover 1996.
- KIENLIN, T. L. 2007:** Von den Schmieden der Beile: Zu Verbreitung und Angleichung metallurgischen Wissens im Verlauf der Frühbronzezeit. Prähistorische Zeitschrift 82, 2007, 1-22.
- LUCAS, A., HARRIS, J. R. 1962:** Ancient Egyptian materials and industries. London 1926¹; 1962⁴. Reprint London 1999.
- MARTIN-KILCHER, S. 1987:** Die römischen Amphoren aus Augst und Kaiseraugst. Die südspanischen Ölamphoren (Gruppe 1). Forschungen in Augst 7/1. Augst 1987.
- MOESTA, H., FRANKE, P. R. 1995:** Antike Metallurgie und Münzprägung. Ein Beitrag zur Technikgeschichte. Basel 1995.
- OTTAWAY, B. S. 2002:** Towards interpretative archaeometallurgy. In: M. Bartelheim u. a. (Hrsg.), Die Anfänge der Metallurgie in der Alten Welt. Forschungen zur Archäometrie und Altertumswissenschaft 1. Rahden/Westf. 2002, 7-13.
- OTTAWAY, B. S., WANG, Q. 2004:** Casting Experiments and Microstructure of Archaeologically Relevant Bronzes. BAR International Series 1331. Oxford 2004.
- PAPADIMITRIOU, G. 2001:** Simulation study of ancient bronzes: Their mechanical and metalworking properties. In: Y. Bassiakos et al. (eds.), Archaeometry Issues in Greek Prehistory and Antiquity. Athens 2001, 713-733.
- PERNOT, M., HURTEL, L. 1987:** Caractérisation métallographique de tôles d'alliages base cuivre des époques Celtique et Gallo-Romaine. Bulletin de la Société Préhistorique Française 84/8, 1987, 238-247.
- PLEINER, R. 2006:** Iron in Archaeology. Early European Blacksmiths. Praha 2006.
- RAPP, G. 1988:** On the origins of copper and bronze alloying. In: R. Maddin (ed.), The Beginnings of the Use of Metals and Alloys. Cambridge 1988, 21-27.
- RAUBER-SCHWEIZER, H. 1976:** Der Schmied und sein Handwerk im traditionellen Tibet. Dissertation Zürich 1976.
- REHDER, J. E. 1989:** Ancient Carburization of Iron to Steel. Archaeomaterials 3, 1989, 27-37.
- RIEDERER, J. 1981:** Kunstwerke chemisch betrachtet. Materialien, Analysen, Altersbestimmung. Berlin, Heidelberg, New York 1981.

SCHEEL, B. 1985: Studien zum Metallhandwerk im Alten Ägypten I. Handlungen und Beischriften in den Bildprogrammen der Gräber des Mittleren Reiches. Studien zur Altägyptischen Kultur 12, 1985, 117-177.

SCHEEL, B. 1986: Studien zum Metallhandwerk im Alten Ägypten II. Handlungen und Beischriften in den Bildprogrammen der Gräber des Mittleren Reiches. Studien zur Altägyptischen Kultur 13, 1986, 181-205.

SCHWAHN, C. 1945: Die Oberflächenbehandlung der Metalle. Kleine Fachbücherei des Gold- und Silberschmieds 3. Halle 1945.

SRINIVASAN, S., GLOVER, I. 1995: Wrought and quenched, and cast high-tin bronzes in Kerala State, India. The Journal of the Historical Metallurgy Society 29/2, 1995, 69-88.

STERN, W. B. 1982: Metallanalytische Untersuchungen. In: E. Riha, W. B. Stern, Die römischen Löffel aus Augst und Kaiseraugst. Archäologische und metallanalytische Untersuchungen. Forschungen in Augst 5. Augst 1982, 41-59.

THOMAS, N., ET AL. 2008: Un atelier de "bronziers" au XIVe siècle: une fabrication de masse d'objets du quotidien. In: S. Max-Colinart (ed.), Actes du colloque Science des matériaux du patrimoine culturel, 6 et 7 décembre 2007. Technè, Hors série. Paris 2008, 36-42.

TYLECOTE, R. F. 1973: Casting Copper and Bronze into Stone Moulds. Bulletin of the Historical Metallurgy Group 7/1, 1973, 1-5.

WAYMAN, M. L., DUKE, M. J. M. 1999: The effects of melting on native copper. In: A. Hauptmann et al. (eds.), The Beginnings of Metallurgy. Der Anschnitt, Beiheft 9. Bochum 1999, 55-63.

WEINSTEIN, J. 1974: A Fifth Dynasty Reference to Annealing. Journal of the American Research Center in Egypt (JARCE) 11, 1974, 23-25.

WILLER, D. 2001: The experimental recon-

struction in bronze of a Merovingian treasure box from 6th century A. D. In: C. Tulp et al. (eds.), Proceedings of the 1st International Workshop, experimental and educational aspects of bronze metallurgy, Wilhelminaoord 18-22 October 1999. Leiden 2001, 30-38.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: Bearbeitung, Foto und Diagramm Alex R. Furger

Abb. 2: Nach Weinstein 1974, Abb. S. 24 (Ausschnitt); Texteingfügung Alex R.

Furger

Abb. 3: Fotos Alex R. Furger

Abb. 4-5: Legierungen, Bearbeitung und Fotos Alex R. Furger

Abb. 6-12: Härtemessungen und Grafiken Alex R. Furger

Autor

Alex R. Furger

Lenzgasse 11

4056 Basel

Schweiz

alex@woauchimmer.ch

40 Years of Underground Experiments

Getting to know the prehistoric Hallstatt salt mine with the aid of experimental archaeology

Hans Reschreiter

Zusammenfassung – 40 Jahre Experimente im Untergrund. Die Annäherung an den prähistorischen Salzbergbau Hallstatt mit Hilfe der Experimentellen Archäologie.

Der Hallstätter Salzberg zeichnet sich durch die perfekten Erhaltungsbedingungen für Objekte aus organischen Materialien aus. Die Untersuchungen der Prähistorischen Abteilung des Naturhistorischen Museums Wien seit 1960 brachten unter anderem über 1000 gebrochene Pickelstiele, etliche Schuhe, Kappen und Tragsäcke und hunderte Fragmente von anderen Gegenständen aus Fell, Haut und Leder, hunderte Textilfragmente, Schnüre und Seile aus Bast, Holzgefäße und Leuchtspäne und menschliche Exkrementen zu Tage.

Viele Stücke haben sich nur in diesem Bergwerk erhalten, obwohl sie ursprünglich in weiten Teilen Europas verbreitet waren. Dadurch fehlen sehr häufig Vergleichsfunde. Um diesem unbefriedigenden Umstand zu begegnen, machte Fritz Eckart Barth bereits in den 70er Jahren aus der Not eine Tugend und wählte die Methode der Experimentellen Archäologie, um mehr über „seine“ Funde und Befunde herauszufinden.

Die Vielfalt des Fundspektrums führte in den letzten Jahren auch zu einem breiten Spektrum an Versuchen und Experimenten, das von Salzabbau bis -transport, von Speisen und deren Konservierung, Zubereitung und Verzehr bis Beleuchtung reicht. Viele der dadurch gewonnenen Daten fließen in Computersimulationen ein, die als Ziel haben, die Arbeitsabläufe und die Ökonomie der prähistorischen Bergwerke und ihrer Umgebung zu verstehen.

Viele Experimente erfolgen eingebettet in den Ausgrabungsalltag – was einen direkten Rückfluss der Ergebnisse an die Ausgrabung gewährleistet. Der Resultate sind unter anderem auch die Basis für die vielfältigen Vermittlungsprogramme rund um die Hallstätter Bergwerke, fließen in die Lebensbilder ein und stellen oft auch den Startpunkt für interdisziplinäre Forschung dar.

Schlagworte: Experimentelle Archäologie, Bergbau, Hallstatt, Eisenzeit, Bronzezeit, Salz, Kochen, Transport, Vermittlungsarbeit

Keywords: Experimental archaeology, mining, Hallstatt, Iron Age, Bronze Age, salt, food preparation, transport, public outreach

Introduction

Starting from the very first systematic excavation of the Hallstatt salt mine in 1846, the superb preservation of organic prehistoric objects discovered stood out. Investigations led by the Prehistoric Department of the Museum of Natural History since 1960 brought to light hundreds of pick handles, many shoes, caps and carrying sacks, and hundreds of textile fragments, strings and ropes made of bast, wood vessels and lightning tapers, human excrement, broken pick tips, unusual pig bone ensembles and much more. The majority of the finds and features from the Hallstatt salt mine survived thousands of years, thanks to the saline conditions in the mine.

Many types of artifacts were preserved exclusively in this mine, although they were originally broadly distributed throughout Europe. For example, many situla pictures show that in the early Iron Age, caps made of fur were the height of fashion – pieces of this widely used clothing type were, however, only conserved in the Hallstatt salt mines, saved by the preservative effects of salt. In addition, the oldest backpacks known in Europe, the oldest leather hand protectors and finger stalls, and most of the known small, light wooden boxes from prehistoric times were found in the Hallstatt salt mine.

The uniqueness of many finds from the salt deposit make it extremely exciting to work in Hallstatt, however it also presents enormous challenges – not only during the excavation, storage and processing of the finds (RESCHREITER ET AL. 2014) but also in their interpretation.

Although they may only be thousands-year-old garbage, many artifacts are in and of themselves a small scientific sensation. However, the understanding of and publicity for such unique finds is made much more difficult through their fragmented state.

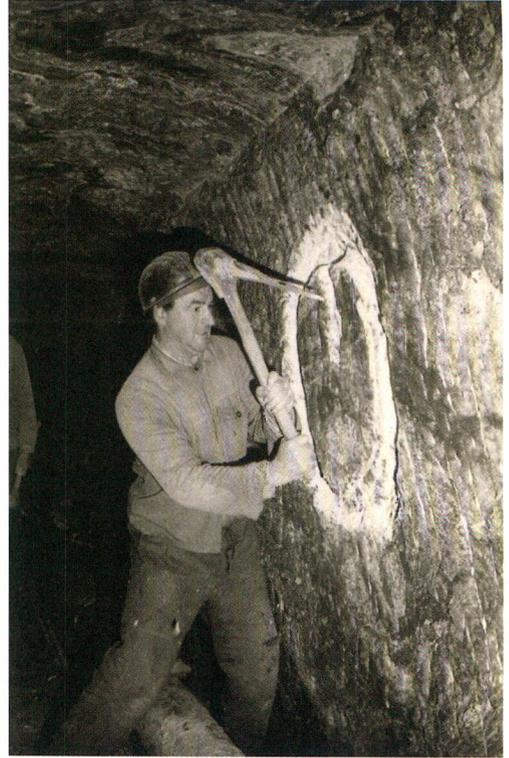


Fig. 1: The first quarrying experiments were carried out in 1973 and 1974 in cooperation with the German Mining Museum. – Gemeinsam mit dem Deutschen Bergbaumuseum wurden 1973 und 1974 die ersten Abbaueversuche mit Bronzepickeln im Hallstätter Salzberg durchgeführt.

The uniqueness of the artifacts also entails an inability to compare them to finds from other excavation sites. This makes building models concerning the function and use of the artifacts difficult, as Barth remarked beginning in 1973 (BARTH 1973, 153).

In order to grapple with such dissatisfying conditions, Barth made lemonade from the lemons, starting in the 70's when he chose the methods of experimental archaeology to research more about 'his' finds and features.

History of the experiments

The first publicized experiments from the



Fig. 2: Several large log-basins were discovered in the Hallstatt Salzberg Valley. In the course of the EU project "Archaeolive" one of these basins was reconstructed on one of the original sites by Eckart Barth and Wolfgang Lobisser and his team. – Mehrere große Becken in Blockbautechnik wurden am Hallstätter Salzberg entdeckt. Im EU Projekt Archaeolive wurde von Eckart Barth und Wolfgang Lobisser und dessen Team eine Pöckelwanne am Originalfundplatz nachgebaut.

Hallstatt salt mine were concerned with the use of bronze picks and the reconstruction of the quarrying technique of the early Iron Age miners (BARTH 1976) (Fig. 1).

Afterwards, reconstructions were made of the discovered shoes, the main diet of the Hallstatt miners was recreated based on analysis of perfectly preserved excrement found in the mines, and the Bronze Age production of salt pork was reconstructed. Archaeological work on the shoes was put together in a combined presentation of all known shoe finds from Hallstatt (BARTH 1992a) which incorporated the knowledge won out of creating the reconstructions. Barth then successfully reconstructed a prehistoric dish known as Ritschert and presented what was known about the nutrition of the miners in an exhibition (BARTH 1992b). To this day, this stew – made of millet, barley, beans and meat –

is the only authentic prehistoric dish, which can be demonstrably proven to have existed. The investigation of Bronze Age production of salt pork in Hallstatt was begun as part of a large EU project (BARTH, LOBISSER 2002). This promising, ambitious project included the reconstruction of a salting basin for pork and was completed with the presentation of its complete findings and an archaeozoological analysis (PUCHER ET AL. 2012) (Fig. 2).

Such investigational efforts and experiments have been conducted from the 1970's to the present day and their bandwidth has been continuously expanded.

The context of the experiments and investigational efforts

Many of the experiments and investigational efforts that concern Hallstatt are

carried out within the framework of the annual excavations in the mine. Investigational work is partially carried out by the excavation team, or realised by archaeotechnicians with the participation of excavation team members. Hallstatt is therefore one of the few places where investigations are conducted as part of daily excavation work – which has the advantage that the experiences and results of those investigations flow right back into the excavation. The embedding of experimental work within excavation work also makes it possible for new finds and features to immediately be used as a basis for further investigational efforts. The long detour that comes with publication is not necessary, and the finds and features can be referred to for further questions at any given moment.

Furthermore, the embedding of experiments within excavation work makes it possible for them to be carried out at any time with the original material salt or haselgebirge (northern Alpine salt conglomerate) inside the mine.

Infrastructure in the Salt Valley

Investigational efforts and experiments can be carried out at a very advanced level, thanks to the generous support of Salinen Austria AG and Salzwelten GmbH, who made it possible to open two well-equipped workshops in the old mine forge. The old forge is now an official field office of the Natural History Museum and serves between April and November as a base for archaeological work in Hallstatt. Eckhart Barth laid the cornerstone for this outstanding situation. Even back in his private cabin, that was used until 1994 as basecamp for the excavation, every kind of tool for working with wood was available. Then, as the cabin became too small for the intensity of the work in the Hallstatt High Valley (Salzbergtal), we were able to get the predecessor to the current field of-

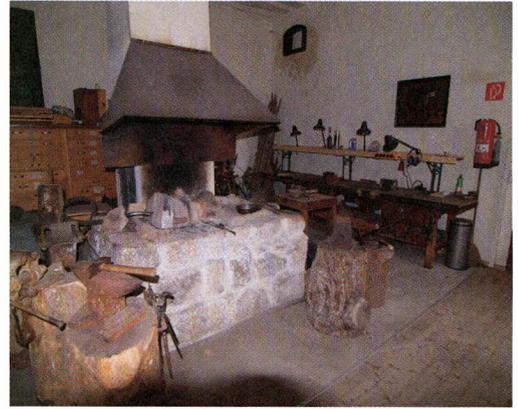


Fig. 3: The Archaeological Center houses two workshops for experimental work. – Im Ausgrabungsquartier in Hallstatt stehen zwei Werkstätten zur Verfügung.

fice on its feet in 1995. There, a small workshop for investigational efforts and experiments was put together and Eckart wrote in the cabin's log that the new quarters themselves ought also to be used for experiments. When in 2000 these quarters, however, were needed for other internal purposes, the opportunity to move operations to the nearby (and much bigger) old forge arose. The entire building was completely renovated with considerable effort by Salinen Austria AG and Salzwelten. The Natural History Museum provided comprehensive interior furnishings and equipment, and the new quarters were opened for use in 2001/2002. With the help of Wolfgang Lobisser, among many others, the workshops were set up and immediately put to use. Today

there is a blacksmith's workshop and a woodworking workshop in these quarters (Fig. 3).

Investigational efforts concerning "Hallstatt topics" are not just carried out in the Hallstatt High Valley (Salzbergtal) alone. There is also work being done on prehistoric mines as part of the university field seminar "Experimental Archaeology" (University of Vienna) held in the open air museum MAMUZ Schloss Asparn/Zaya, in the workshop of the Viennese Workgroup for Experimental Archaeology of the ÖGUF, in other "archaeotechnological" workshops and in the workshops of the Holzfachschule Hallstatt (technical woodworking college in Hallstatt) (RESCHREITER, BARTH 2005, 31).

Topics addressed up to now

Quarrying experiments

Quarrying experiments have been a popular choice for scientists since the very first tests in the 70's. As part of several experiments in the mine, the handling of a miner's toolset, as well as wear on bronze pick-ends was investigated (GRASBÖCK 2009). The starting point for this work was centred on experiments with early Iron Age picks. Since then, Bronze Age and early Iron Age winged bronze picks (Lappenpickel) and also the Bronze Age socketed picks have been reconstructed and tested.

Quarrying experiments are usually conducted with reconstructed leather hand protectors. Alternative striking techniques, as suggested by the sharp mounting angle and the quite long and extremely thin haft of original Bronze Age handles, are also tested. The paleaobotanist Pavel Tarasov from the Freie Universität Berlin noticed a similarity between southern Russian scythes and prehistoric picks, which indicated to him the picks might have been used with a swinging motion from the hip, with an additional turning motion



Fig. 4: The very distinctive shape of the Bronze Age shafts – very thin and long handles – indicates a special and very efficient quarrying technique. – Der sehr dünne und lange Stiel der bronzezeitlichen Pickelstiele in Kombination mit dem spitzen Arbeitswinkel macht eine ungewöhnliche, aber sehr effiziente Schlagtechnik wahrscheinlich.

in the wrist closest to the pick's end (Fig. 4).

Again and again in the Bronze Age Hallstatt mine, it stood out that the picks were found with bent handles. To find out how this oldest systematic use of intentionally bent wood artifacts must have looked, comparisons were made with modern bentwood, and experiments conducted (WINNER 2010; GRABNER ET AL. 2015).

The work of Ralf Totschnig also has to do with pick handles. As part of his proseminar work, the reason for the countless marks made by tools on broken pick

handles was explained. It could conclusively be shown that the marks were made by thousands of blows on the handles, which were used as a secondary layer under something that was repeatedly hacked – what, however, was hacked up or chopped off remains unexplained (TOTSCHNIG 2008; RESCHREITER, GRÖMER, TOTSCHNIG 2009; RESCHREITER, PANY-KUCERA, GRÖBNER 2013, 32).

Transport

Following the first step in the production of salt – the quarrying out of the salt – comes its transport, which represents another focal point of the work done in Hallstatt. In this broad subject area, attempts are made to reconstruct every step of the transport of salt from its mining site up to the surface. In the Bronze Age Hallstatt mine, the majority of transport was achieved using sophisticated wooden stair structures, that in this particular form are only known from the Hallstatt mine (RESCHREITER, BARTH 2005). The stairs' construction has subsequently been re-



Fig. 5: The leading edges of the steps show signs of heavy wear. Use wear experiments were conducted to investigate how the staircase was used 3000 years ago. – Die Vorderkanten der Auftritte der Holzstiege aus dem Salzbergwerk Hallstatt zeigen starke Abnutzungsspuren. Um die Nutzung der Treppe vor über 3000 Jahren zu verstehen, wurden mehrfach Abnutzungsversuche durchgeführt.

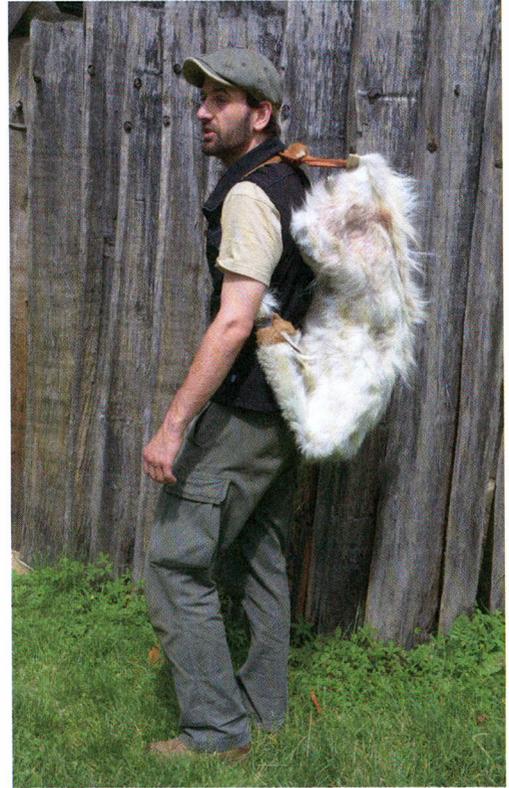


Fig. 6: In the early Iron Age mining phase the earliest known rucksack – made of untanned goat and sheep hide – was used. – Im Hallstätter Salzberg war in der älteren Eisenzeit die Urform des Rucksacks im Einsatz – gefertigt aus ungegerbten Ziegen- und Schafbälgen.

constructed multiple times, and an attempt was also made to understand the mechanical wear on the stair steps, as part of a university field seminar in MAMUZ Asparn/Zaya (Fig. 5).

Transport over these wooden stairs was achieved with carrying sacks made of untanned cowhide that feature a unique carrying device (BARTH 1992c). Several modern copies of these sacks were created by Wolfgang Lobisser (LOBISSER 2006). Extensive tests of the construction of the sacks were carried out by Matthias Kucera and Max Bergner (KUCERA 2006). Barth has presented and tested cloth reconstructions of early Iron Age backpacks originally made of goat- and sheephide –

the oldest backpacks in Europe (BARTH 1995, 82). Extensive test runs are currently being conducted as to the replication and use of such sacks made of untanned goat- and sheephide (<http://hallstatt-forschung.blogspot.co.at/2016/09/hut-stock-ziegensack-eine-wanderung-auf.html>) (Fig. 6).

Likewise, the many very thick wool textile fragments found in the Bronze Age Hallstatt mine are thought to be the remains of transport devices (GRÖMER, RESCHREI-

TER, RÖSEL-MAUTENDORFER 2013, 122). Many reconstructions of wool blankets and sacks were prepared by Lena Hammarlund (Göteborg) and tested in the mine.

Salt was brought up the central shafts of the Bronze Age Hallstatt mine with the aid of thick linden-bast ropes. The production and use of ropes and strings made of bast fibres has occupied us in Hallstatt for many years. Spurred on by our many finds, our initial experiences at the

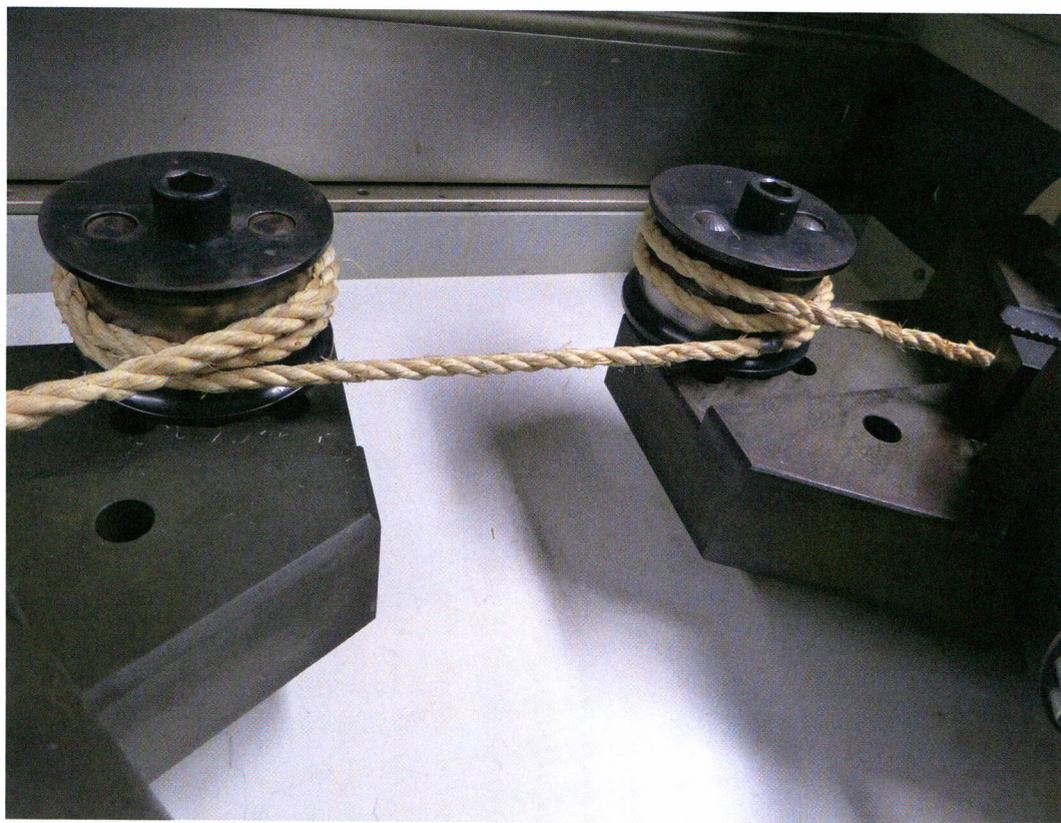


Fig. 7: The thickest ropes known in European prehistory were used in the Hallstatt salt mines. Carrying capacity, production time and effort, production technique and robustness are being tested through experiments and in projects with African rope makers. Robustness was tested at the Technical University of Chemnitz in cooperation with Arc-Tech and the State Museum for Archaeology Chemnitz. – Die dicksten Seile, die in der europäischen Urgeschichte bekannt sind, stammen aus dem Salzbergwerk Hallstatt. Durch Rekonstruktionen und deren Test und in Projekten mit westafrikanischen Seilern werden Tragfähigkeit, Arbeitsaufwand, Herstellungstechnik und Haltbarkeit der Seile untersucht. Belastungstest an der Technischen Universität Chemnitz in Kooperation mit Arc-Tech und dem staatlichen Museum für Archäologie in Chemnitz.

MAMUZ Asparn/Zaya, and through contact with ropemakers in West Africa (VAN DER STEGE ET AL. 2012) our occupation with bast rope-making became more and more intensive (LÖCKER, RESCHREITER 2005; GABRIEL 2008). It found a temporary endpoint in a cooperative effort with the museum, which culminated in the reconstruction of a triple-braided rope with a 4 cm diameter, which could be strength-tested on the machines at the Technical University Chemnitz (<https://www.youtube.com/watch?v=-NdjwjEB6is>; <http://hallstatt-forschung.blogspot.co.at/2015/07/bast-so-der-film.html>) (Fig. 7).

Subsequently, as part of a baccalaureate thesis, differing variations of freight conveyance with ropes were discussed; with a winch and with an idler pulley.

A short time ago, an extensive school class project took up the subject of the transport of mine timber to the mine. As part of the funding pool “Sparkling Science”, supported by the Federal Ministry of Science, Research and Industry, various transportation methods for carrying mine timber were tested, based on information gathered by observing mechanical wear on prehistoric mine timbers (http://holz-fuer-salz.blogspot.co.at/p/uber-das-projekt_16.html) (RUDORFER, RESCHREITER 2014). As part of this project, and in further experiments, the Bronze Age technique of felling trees could be reconstructed (RESCHREITER, TOTSCHNIG, GRABNER 2010) (Fig. 8).

Ventilation and Lighting

Sufficient ventilation and lighting are, next to quarrying and transport, two further basic requirements for successful mining. Using plexiglas models of the mine, various experiments concerning air circulation were carried out (VADEANU 2012).

More than 95% of all Hallstatt lightning tapers are made from resin-free fir wood. Since this was established, many different investigational efforts and experiments

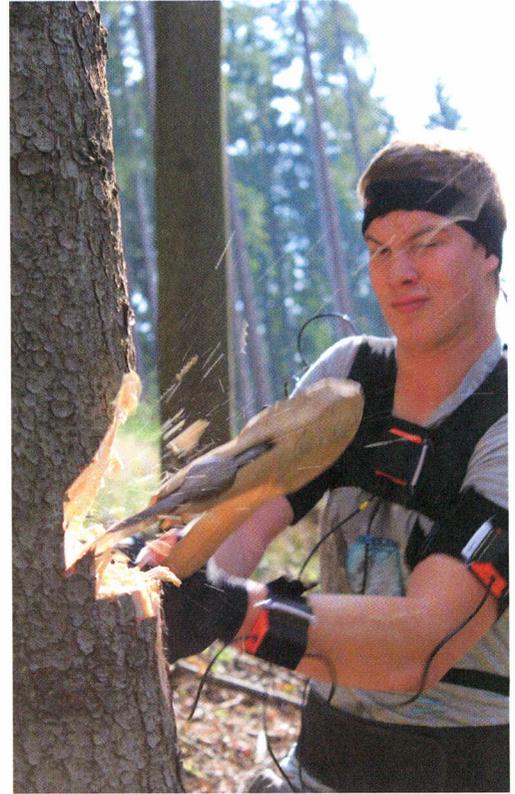


Fig. 8: In the course of the Sparkling Science project, many trees were felled and transported together with school children. The working processes were documented with aid of Motion Capture technology. – Gemeinsam mit Schülerinnen und Schülern wurden im Rahmen des Sparkling Science Projekts zig Bäume mit der in Hallstatt nachgewiesenen Technik gefällt und anschließend geliefert. Die Arbeitsabläufe wurden zum Teil mit Motion Capture Technik dokumentiert.

concerning the tapers have been carried out. The method of using the tapers could be reconstructed (KÖSTELBAUER 2013; BALLNER 2013) and various methods of nitration to raise the flammability of the tapers were tested (SCHIEL 2014).

Diet of the Miners

Investigational efforts and experiments concerning the diet of the miners have long held a fixed place in the research at Hallstatt. Eckart Barth's enthusiasm for

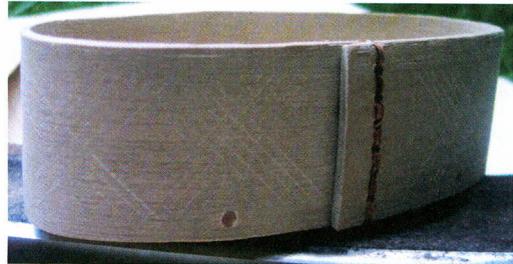


Fig. 9: By pounding pieces of ash wood repeatedly on a hard surface, the individual growth rings can be separated from each other. This flexible and robust material serves as raw material for splint boxes. – Werden Eschenscheite auf einer harten Unterlage geklopft, lösen sich die Jahrringe voneinander und bilden so ein extrem flexibles und hartes Ausgangsmaterial für die Herstellung von Spanschachteln.

cooking and the wealth of remains of human excrement and food found in the mine aided in its taking an important part in our agenda. Ritschert, a type of bean stew that was the main diet of the Hallstatt miners for hundreds of years, was not only reconstructed by Barth (BARTH 1992b), but also experimentally tested (BERTIERI 2009). The results of investigations concerning the large-scale production of salt pork (BARTH, LOBISSER 2002; PUCHER ET AL. 2012) have in the meantime achieved a fixed place in the model of Bronze Age Hallstatt mining operations.

A reconstruction of the production of the starting materials for Iron Age wooden boxes successfully demonstrated a technique that has been preserved unchanged in a very small region for over 2500 years. It is quite simple to produce very flexible shavings with the thickness of a tree-ring by hammering ashwood trunk sections

(RESCHREITER, WINNER, GRABNER 2013) (Fig. 9).

Apart from the ashwood shavings, other ancient woodworking techniques have been preserved in the Hallstatt region to this day. It is hoped that these techniques will be documented and as much as possible, passed down and preserved through the efforts of the Historical Wood Utilization network.

Experiments outside of the mine

In addition to the investigational efforts and experiments that are directly connected to the salt mine, extensive textile record from the mine were examined, cremation experiments were carried out and briquetage and other salt brine boiling experiments also took place. Various pyre construction techniques have been tested as part of the annual public event “Archaeology on the Mountain” as well as in

the Experimental Archaeology university field seminar in Asparn (PANY-KUCERA ET AL. 2013).

Hundreds of extremely well-preserved wool textile fragments from Hallstatt were the starting point for experiments in spinning, weaving, sewing, hemming and dying, some of which were conducted as part of major EU projects (Summarized: GRÖMER ET AL. 2013; HARTL ET AL. 2015). The experiments concerning the reconstruction of dying techniques for textiles (HARTL ET AL. 2015) as well as the experiments concerning the production and use of bast ropes were carried out with a view to known techniques from the field of cultural anthropology.

Purpose of investigational efforts and experiments

Reconstructions, investigations and experiments serve many purposes within the Hallstatt project. On the one hand, they permit the acquisition of information about finds and features; on the other hand, they are used extensively for public outreach and as a basis for interdisciplinary research.

Investigation and experiments continue to provide the basis for learning more about the production, use, and efficiency of excavated artifacts. As a first step, staff often get to know the materials used in the mine, be it various types of wood species and its different naturally-occurring forms, or fur and skin, or wool and bronze and how they are processed. Reconstructed devices and tools are put to work in the mines as soon as they are produced. It is important to us that excavators have some degree of familiarity with the possibilities and limitations of the materials used in prehistoric times in the mines. They should also be able to identify traces of processing and use and reconstruct their meaning. It is much easier to excavate or process a find or feature if one

has already reconstructed and used comparable artifacts, or can refer to colleagues' similar experiences – according to the principle: one only finds or recognizes that which one already knows (RESCHREITER 2015b).

Much of the data gained through investigation and experiments are also used in computer simulations (KOWARIK ET AL. 2009; KOWARIK, RESCHREITER, WURZER 2012).

Public outreach

Most of the research done in Hallstatt takes place hidden from the public in the darkness of the mine, or in the storage rooms and workshops of the Natural History Museum. Furthermore, over 90% of our finds come from production waste. As a result they are nondescript, mostly fragmentary grey-brown wood, fur and skin objects or textile fragments. It is only the contextualisation, reconstruction and demonstrations of their use that make it possible to adequately communicate to the public the importance of these unique finds.

Reconstructions are employed in different ways within the broad spectrum of public outreach efforts conducted in conjunction with salt mine research. Since the very first presentation of live prehistoric handiwork at Hallstatt in 1998, the annual public event “Archaeology on the Mountain” has gained a fixed position in the yearly plan. Neither this event nor the public education shows presented on TV concerning the mine work could get along without archaeotechnology and reconstructions. Experimental archaeology also plays an important role in online media, such as in the Hallstatt blogs and on the homepage (RESCHREITER ET AL. 2015; LÖW, POPPENWIMMER, RESCHREITER 2016). Apart from the “media spots”, reconstructions also represent an important feature of the illustration of articles and books (KERN ET

AL. 2008) and are put to use regularly at exhibitions (including both travelling and permanent exhibitions).

In the new Salzwelten showplace in the mine (<https://www.salzwelten.at/de/hallstatt/bergwerk/>) – the so-called Bronze Age Movie Theatre (RESCHREITER 2015a) – reconstructions are used extensively.

For many years, Salzwelten together with the Natural History Museum have offered special tours of selected prehistoric sites in the mine. The introduction to such special programs includes the presentation of reconstructed prehistoric mining devices and allows visitors to try them out.

We have increased our outreach programs to schoolchildren in recent years, in order to better anchor archaeology in the Hallstatt region and to generate more

acceptance for archaeological work. These school programs are offered in cooperation with Salzwelten. The first Sparkling Science Project was completed in 2015 (RUDORFER, RESCHREITER 2014; http://holz-fuer-salz.blogspot.co.at/p/uber-das-projekt_16.html).

Depictions of prehistoric life

A sizeable portion of the basic data that are used to create depictions of life in the Bronze Age and Iron Age mine stems from our wide-ranging experiments. Depictions of Bronze Age and Iron Age life are implemented extensively in Hallstatt as part of publicity for scientific work, and are understood to be pictorial applications of the most current scientific mo-



Fig. 10: Anthropological analyses on the skeletons from the Hallstatt cemetery evidence that children, teenagers, women and men were part of a demanding working process. Over the last years the majority of the represented activities were part of experimental series. – Für die ältere Eisenzeit belegen die Analysen der Skelette, dass sowohl Kinder, Jugendliche, Frauen und Männer in den Arbeitsablauf intensive eingebunden waren. Ein Großteil der dargestellten Tätigkeiten war in den letzten Jahren der Gegenstand von Versuchsreihen.

dels (RESCHREITER, PANY-KUCERA, GRÖBNER 2013) (Fig. 10).

Depictions of life also play a central role in interdisciplinary research (KOWARIK, RESCHREITER 2015). With the help of depictions of life, new research partners can quickly obtain an overview of the current state of affairs in our field, and comprehend both the most current questions we face and the nature of how various disciplines interlock in the salt mine research environment.

Challenges

The consistent pursuit of experiments and investigational efforts keeps the excavation permanently occupied with new challenges. Integrating quarrying and transport experiments along with the creation of reconstructions into the daily excavation work schedule is as difficult as fulfilling the intention to equip the workshops at a high level. Another difficulty is that fewer and fewer university students have basic experience in work in a manufacturing environment, in tool use or in the use of natural materials. In many cases, it is necessary to teach our young colleagues everything from scratch. However, due to the special requirements of excavations in the mine, multiple years are required for instruction, so enough time is available to educate them.

Goals and Prospects

Our intention is to increase the production of reconstructions and the realisation of investigational efforts and experiments in the next few years. One of our goals is to reconstruct the entire mine work process from the quarrying the salt up to its transport, and to quantify the process as far as possible. To this effect, it will be necessary to append the topics of further varieties of transport along with pick-mining and the breaking off of the heart-shaped Iron

Age salt tablets as well as further aspects to our research. All of the data processed is intended to be used as the basis for a comprehensive simulation of salt production. Bronze metal mechanical wear will be included, along with the caloric requirements of miners and resource requirements of the mine. In this way, it is planned to expand the preparations already completed through the Sparkling Science Project. In order to accomplish this ambitious agenda, it will be necessary to make further investment in the education and motivation of our staff. As part of these projects, we plan to assemble a comparative collection of production marks, mechanical wear marks and use marks on wood that will build the foundation for future use-wear analysis.

Films, photos and animated shorts concerning both reconstructions and the work procedure in the prehistoric mine already represent an important part of the public outreach for this unique archaeological site. One of the next goals is to create a digital prehistoric mine that will allow users to experience an interactive virtual flight through its tunnels and caverns and include 3D models of devices and tools.

More films and animated shorts concerning the production and use of devices and tools are also being prepared. We are also planning to expand the use of ethnological films in order to widen the basis for comparative work. Due to the fact that much of the scholarly work on Hallstatt now exists only in the form of unpublished student theses, one of the most urgent goals is to edit a series of publications in which completed theses as well as experimental protocols can be presented.

English translation by K. Renée Albe

Literature

BALLNER, D. 2013: Untersuchungen zum Abbrennverhalten von Leuchtspänen aus

Tanne (*Abies alba*). Unpublizierte Bachelorarbeit, Universität für Bodenkultur Wien/Institut of Wood Science and Technology. Wien 2013.

BARTH, F. E. 1967: Prähistorische Knieholzschäftungen aus dem Salzberg zu Hallstatt, OÖ. Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft Wien 96/97, 1967, 254-272.

BARTH, F. E. 1973: Das prähistorische Salzbergwerk von Hallstatt in Oberösterreich. Mitteilungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte 2/3, 1973, 148-153.

BARTH, F. E. 1976: Abbauversuche im Salzbergwerk Hallstatt. Der Anschnitt 28/1, 1976, 25-29.

BARTH, F. E. 1992a: Prähistorisches Schuhwerk aus den Salzbergwerken Hallstatt und Dürrnberg/Hallein. Festschrift zum 50jährigen Bestehen des Institutes für Ur- und Frühgeschichte der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie 8. Bonn 1992, 25-35.

BARTH 1992b: Die Leibspeise der Althallstätter Bergleute. In: Salinen Austria (Hrsg.), Bohnengeschichten. Beiträge zur Hauptnahrung Althallstätter Bergleute. Broschüre zur Ausstellung des Naturhistorischen Museums und des Museums Hallstatt. Hallstatt 1992, 56-64.

BARTH, F. E. 1992c: Zu den Tragsäcken aus dem Salzbergwerk Hallstatt. *Archaeologia Austriaca* 76, 1992, 121-127.

BARTH, F. E. 1995: Johann Georg Ramsauer und die archäologischen Untersuchungen im Kernverwässerungswerk des Salzbergwerkes Hallstatt. In: Der Spurensucher. Katalog des OÖ. Landesmuseums, Neue Folge 93. Linz 1995, 76-84.

BARTH, F. E., LOBISSER, W. 2002: Das EU-Projekt Archaeolive und das archäologische Erbe von Hallstatt. Veröffentlichungen aus dem Naturhistorischen Museum in Wien, Neue Folge 29. Wien 2002.

BERTIERI, M. 2009: Das Ritschert und seine Folgen. Überlegungen und Versuche

zur eisenzeitlichen Ernährung. Unpublizierte Proseminararbeit, Universität Wien, Institut für Ur- und Frühgeschichte. Wien 2009.

GABRIEL, B. 2008: Bindematerial aus Baumbast und Gras aus dem Christian-Tusch-Werk – Alter Grubenoffen/Hallstatt. Unpublizierte Proseminararbeit, Universität Wien, Institut für Ur- und Frühgeschichte. Wien 2008.

GRABNER, M., ET AL. 2015: Neue Aussagen über altes Holz aus Oberösterreich – Hallstatt. *Fines Transire* 23. Rhaden/Westf. 2015, 145-159.

GRASBÖCK, S. 2009: Hallstattzeitliche Bronzepickel: Zur Herstellungsqualität der Gezähe anhand metallurgischer und experimentalarchäologischer Untersuchungen – Ein Vergleich des Bruchverhaltens originaler und nachgegossener Fundobjekte. Unpublizierte Proseminararbeit, Universität Wien, Institut für Ur- und Frühgeschichte. Wien 2009.

GRÖMER, K., ET AL. (Hrsg.) 2013: Textiles from Hallstatt / Textilien aus Hallstatt. *Archaeolingua* 29. Budapest 2013.

GRÖMER, K., RESCHREITER, H., RÖSELMAUTENDORFER, H. 2013: Function of textiles in the salt mines / Funktion der Textilien aus dem Bergwerk. In: K. Grömer u. a. (Hrsg.): Textiles from Hallstatt. *Archaeolingua* 29. Budapest 2013, 119-134.

HARTL, A., ET AL. 2015: Reproducing colourful woven bands from the Iron Age salt mine of Hallstatt in Austria: An interdisciplinary approach to acquire knowledge of prehistoric dyeing technology. *Journal of Archaeological Science, Reports*, 2, 2015, 569-595.

KERN, A., ET AL. 2008: Salz-Reich. 7000 Jahre Hallstatt. Veröffentlichungen der Prähistorischen Abteilung (VPA) 2. Wien 2008.

KOWARIK, K., ET AL. 2009: Agenten im Hallstätter Salzbergwerk. Agentenbasierte Simulation für den bronzezeitlichen Salzbergbau in Hallstatt/OÖ. Interpretierte Eisenzeiten. Studien zur Kulturgeschichte

von Oberösterreich 22. Linz 2009, 429-440.

KOWARIK, K., RESCHREITER, H. 2008: Archäologie am Berg – Wege des Wissens in Hallstatt. Öffentlichkeitsarbeit und Wissenschaftsvermittlung am Hallstätter Salzberg, ein Konzept der Prähistorischen Abteilung, Archäologie Österreichs 19/1, 2008, 71-74.

KOWARIK, K., RESCHREITER, H. 2015: Interdisziplinäre Forschungen in und um das Salzbergwerk von Hallstatt. Fines Transire 23. Rhaden/Westf. 2015, 161-171.

KOWARIK, K., RESCHREITER, H., WURZER, G. 2012: Modelling Prehistoric Mining. In: Mathematical Modelling, Vol. 7/1, 17-29. DOI: 10.3182/20120215-3-AT-3016.00005

KÖSTELBAUER, F. 2013: Leuchtspäne aus dem Hallstätter Salzbergwerk. Typologisierung und Quantifizierung der bronze- und hallstattzeitlichen Funde. Unpublizierte Bachelorarbeit, Universität Wien. Institut für Urgeschichte und Historische Archäologie. Wien 2013.

KUCERA, M. 2006: Untersuchungen zu Herstellungstechnik von spätbronzezeitlichen Tragsäcken aus dem Salzbergwerk Hallstatt. Archäologie Österreichs 17/1, 2006, 40-43.

LÖCKER, K., Reschreiter, H. 2005: Rekonstruktionsversuche zu Bastschnüren und Seilen aus dem Salzbergwerk Hallstatt. Experimentelle Archäologie in Europa, Sonderband 1. Oldenburg 2005, 233-240.

LOBISSER, W. 2006: Experimentelle Versuche zum Nachbau von spätbronzezeitlichen Tragsäcken nach Vorbildern aus den prähistorischen Salzbergwerken in Hallstatt. Experimentelle Archäologie in Europa 5, Bilanz 2006, 51-65.

LÖW, C., POPPENWIMMER, F., RESCHREITER, H. 2016: Der Stiegenblog. Ein Weblog der Hallstatt-Forschung, Archäologie Österreichs 27/1, 2016, 36-43.

PANY-KUCERA, D., ET AL. 2013: Experimentelle Kremation – ein Beitrag zum besseren Verständnis anthropologischer

und archäologischer Funde und Befunde. Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorischen Anthropologie 9. Langenweißbach 2013, 203-216.

PUCHER, E., ET AL. 2012: Bronzezeitliche Fleischverarbeitung im Salzbetal bei Hallstatt. Mitteilungen der Prähistorischen Kommission 80. Wien 2012.

RESCHREITER, J. 2006: Archäologie am Berg – Vermittlung bronzezeitlicher Lebens- und Arbeitswelt durch Experimentelle Archäologie. In: Neues Museum. Die Österreichische Museumszeitschrift 05/4 und 06/1, Januar 2006, 96-97.

RESCHREITER, H. 2015a: Step by Step. Das Naturhistorische im Universum Magazin 6/2015. Wien 2015, 102.

RESCHREITER, H. 2015b: Excavation Wiki: a response to parallel worlds of archaeology. In: R. Karl, J. Leskovar (eds.), Interpretierte Eisenzeiten. Studien zur Kulturgeschichte von Oberösterreich 42. Linz 2015, 81-88.

RESCHREITER, J., BARTH, F. E. 2005: Neufund einer bronzezeitlichen Holzstiege im Salzbergwerk Hallstatt. Archäologie Österreichs 16/1, 2005, 27-32.

RESCHREITER, H., ET AL. 2014: Aus dem Salz ins Depot – Organische Funde aus den prähistorischen Salzbergwerken von Hallstatt. Österreichische Zeitschrift für Kunst- und Denkmalpflege, Heft 3/4, 2014, 354-367.

RESCHREITER, H., ET AL. 2015: Hallstatt goes online – Die Website der Hallstatt Forschung, Archäologie Österreichs, 26/1, 2015, 22-24.

RESCHREITER, H., GRÖMER, K., TOSCHNIG, R. 2009: Reich im Grab – Sparsam in der Grube. Überlegungen zum Ressourcenmanagement im ältereisenzeitlichen Salzbergwerk Hallstatt. Interpretierte Eisenzeiten. Studien zur Kulturgeschichte von Oberösterreich. Linz 2009, 307-320.

RESCHREITER, H., PANY-KUCERA, D., GRÖBNER, D. 2013: Kinderarbeit in 100m Tiefe? Neue Lebensbilder zum prähistorischen Hallstätter Salzbergbau. Interpretierte Ei-

senzeiten., Studien zur Kulturgeschichte von Oberösterreich 37. Linz 2013, 25-37.

RESCHREITER, H., TOTSCHNIG, R., GRABNER, M. 2010: Timber! – Bäume fallen in der Bronzezeit. *Archäologie Österreichs* 21/1, 2010, 32-34.

RESCHREITER, H., WINNER, G., GRABNER, M. 2013: Esche einmal anders. *Dendro – Chronologie – Typologie – Ökologie*. Festschrift für André Billamboz zum 65. Geburtstag. Freiburg im Breisgau 2013, 139-144.

RUDORFER, H., RESCHREITER, H. 2014: Sparkling Science – prickelnde Forschung in Hallstatt. *Archäologie Österreichs* 25/2, 2014, 49-53.

SCHIEL, H. 2014: Betrachtungen zu den bronzezeitlichen Leuchtspänen aus dem Bergwerk in Hallstatt. Unpublizierte Bachelorarbeit Universität Wien. Institut für Urgeschichte und Historische Archäologie. Wien 2014.

TOTSCHNIG, R. 2008: Sekundäre Benutzungsspuren an hallstattzeitlichen Knieholzschäftungen aus dem Salzbergwerk Hallstatt. Unpublizierte Proseminararbeit, Universität Wien, Institut für Ur- und Frühgeschichte. Wien 2008.

VADEANU, C. 2012: Bewetterung in prähistorischen Bergwerken. Unpublizierte Proseminararbeit, Universität Wien, Institut für Ur- und Frühgeschichte. Wien 2012.

VAN DER STEGE, C., ET AL. 2012: The bark fibre connection. A comparison of prehistoric linden (*Tilia* ssp.) bark rope making in Austria with contemporary baobab (*Adansonia digitata* L.) bark fibre rope production in West Africa. Conference Paper, DOI: 10.13140/2.1.3542.7844.

WINNER, G. 2010: Prehistoric Wood Bending. Unpublizierte Bachelorarbeit, Universität für Bodenkultur Wien/Institut of Wood Science and Technology. Wien 2010.

Picture credits

Fig. 1: F. E. Barth, NHM Wien

Fig. 2: W. Lobisser, NHM Wien

Fig. 3: A. Rausch, NHM Wien

Fig. 4: D. Brandner, NHM Wien

Fig. 5-7: H. Reschreiter, NHM Wien

Fig. 8: F. Köstelbauer, NHM Wien

Fig. 9: G. Winner, NHM Wien; A. Rausch NHM Wien

Fig. 10: D. Gröbner, K. Grömer, H. Reschreiter NHM Wien

Author

Hans Reschreiter

Natural History Museum Vienna

Prehistoric Department

Burgring 7

1010 Vienna

Austria

Different solutions for a simple design: New experiments on tablet weave HallTex152 from the salt mine Hallstatt

Maikki Karisto and Karina Grömer

Zusammenfassung – Viele Wege führen zum Ziel: Neue Experimente zum Brettchenwebband HallTex 152 vom Salzbergwerk Hallstatt. Das Salzbergwerk Hallstatt, in dem hunderte Textilien organisch überliefert sind, ist eine wichtige Quelle für unser Verständnis zu textilen Techniken, besonders der Älteren Eisenzeit. Gerade bei den Forschungen zu den Brettchengeweben stellt die Experimentelle Archäologie ein wichtiges Element dar. Das Brettchengewebe HallTex 152, das im vorliegenden Beitrag im Fokus steht, stellt vordringlich ein eher simples Design aus der Eisenzeit dar, welches auch in anderen zeitgleichen Handwerken der Hallstattkultur Anwendung fand, so auf Keramik oder Bronzeblecharbeiten. Dieses vor über 2500 Jahren entwickelte Muster hat vor allem in den letzten zehn Jahren weite Verbreitung auch im Internet gefunden, sowohl bei Reenactmentgruppen, als auch bei verschiedenen Interessenten an alten Handwerkstechniken (siehe Grömer, in diesem Band).

Dabei hat sich herauskristallisiert, dass es verschiedene Zugänge zu diesem Muster gibt, verschiedene Möglichkeiten, mittels Brettchenweberei ein derartiges Design zu kreieren. In diesem Beitrag werden nun sieben davon vorgestellt. Bei diesem detaillierten Experiment wurde das Brettchenwebband HallTex 152 mit verschiedenen Befädelsvarianten und Drehdynamiken rekonstruiert. Diese verschiedenen Lösungsansätze werden in Bezug auf das Originalband diskutiert. Dabei muss eine frühere Publikation zu einem Rekonstruktionsvorschlag der Brettchenwebtechnik revidiert werden.

Schlagworte: Textilfunde, Brettchenweberei, Frühe Eisenzeit, Salzbergwerk, Hallstatt, neue Experimente, Hallstattzeit

Keywords: textile finds, tablet weaving, Early Iron Age, salt mine, Hallstatt, new experiments, Hallstatt Period

Introduction

The salt mine Hallstatt is an important source for different kinds of organic finds – leather, textiles, wooden artefacts and many more. We know of hundreds of textiles, which have survived in an organic

state. The textile finds are from the Bronze and the Iron Ages and cover a time-span between c. 1500 and 400 BC (overview: GRÖMER ET AL. 2013). The major corpus of textiles is derived from the Early Iron Age and thus reflect the textile culture of that time. We know of different

weave types (twill and its variants are very common), patterns and dyes. Such, the salt mine is important for our understanding of textiles and textile techniques of the Hallstatt Period. In the following paper, we discuss the tablet woven bands, in particular HallTex 152 and offer new experiments for its recreation.

Tablet woven bands from the salt mine Hallstatt

To set the tablet woven band HallTex 152 into its context, a short characterisation of the Hallstatt bands and other finds is presented. At the salt mine Hallstatt, we know of six tablet woven items (HUNDT 1960, Taf. 30; GRÖMER 2004; GRÖMER, RÖSEL-MAUTENDORFER, RESCHREITER 2014, 136-138), one is dated to the Bronze Age, the others have been found in the Early Iron Age parts of the salt mine. The widths of the Iron Age items vary from 0.6-1.3 cm and they are woven separately as narrow widths. So far, from Iron Age Hallstatt we do not have a hint for a tablet woven item that serves as woven-on selvedge, starting border or the like.

There is a variety of techniques for creating patterns among the tablet woven items from Hallstatt. Three of them, one from the Bronze Age (HallTex 288) and two dating to the Iron Age (HallTex 43 and 136) are very simply made with stripes created through continuous turning of the tablets, each dressed with a single colour (four-hole warp twined tablet weaving). To our current knowledge, HallTex 288 is the oldest preserved, colour-patterned (blue striped) tablet-woven textile in Europe with a date between 1500-1200 BC (GRÖMER, RÖSEL-MAUTENDORFER, RESCHREITER 2014, 136).

Three further Iron Age tablet weaves from Hallstatt feature designs such as meandering lines, solid triangles and diamonds (HallTex 123, 152 and 186: see also reconstructions in: GRÖMER 2004). The light,

yellow-beige patterning on a dark, two-tone ground (green and dark brown) is dynamic and remains similar to its original colour to this day, due to the preservative qualities of the salt mine. The tablet woven bands are the only Hallstatt textiles with motifs that diverge from basic textile designs, such as stripes and checks, and thus have typological relevance. A com-



Fig. 1: Tablet woven band HallTex 152 from Hallstatt salt mine, c. 800-400 BC. – Brettchengewebe HallTex 152 aus dem Salzbergwerk Hallstatt, c. 800-400 v. Chr.

	warp			weft
	yellowish	brownish-black	olive-green	brownish-black
NCS-Code	S3040-Y10R	S8010-Y30R	S8010-B30G	S8502-B
Single or plied yarn	plied yarn	plied yarn	plied yarn	single yarn
Twist direction	S	S	Z	z
Twist angle	50-60°	40-50°	40-50°	30°
Thread diameter	0.4-0.5	0.3-0.4	0.4	0.4
Thread count	44 threads/cm			8-10 threads/cm

Fig. 2: HallTex 152: Technical Data. – HallTex 152: Technische Daten.

parison of the triangular design and meandering lines with contemporaneous ceramics from the Hallstatt and Early La Tène Periods, similarities become evident (see GRÖMER ET AL. 2013, fig. 30; SCHAPELWEIN 1999). The technique applied in weaving HallTex 123 and 186 is double-faced 3/1 broken twill combined with warp-twined diagonal stripes (see also COLLINGWOOD 1996, 230-231) – the weaving technique of HallTex 152 was the aim of our new experiments.

As we know so far, complex patterned tablet-woven bands could be identified in Europe only from the Hallstatt Period onwards (compiled study: GRÖMER, STÖLLNER 2009). Important finds were made in Verucchio in Italy, between 725 and 650 BC (RÆDER KNUDSEN 2002), the chieftain's grave in Eberdingen-Hochdorf in Germany (RÆDER KNUDSEN 1999, 80-82) and the elite burial of Hohmichele (BANCK-BURGESS 1999, 202-203), dated to the Late Hallstatt Period, and the La Tène Period band from Dürrnberg salt mine in Austria (GRÖMER, STÖLLNER 2009, fig. 4 and 10). Favourite designs are hooks, wavy lines and patterned triangles; often, these are repeated throughout the cloth. Most of the tablet-woven fabrics from other find spots have lost their original colour, because they survived as mineralised items on metal objects. Only the weave type can then be discerned.

Tablet woven band HallTex 152

Band HallTex 152 (see GRÖMER ET AL. 2013, catalogue p. 483), was found in the year 1991 during archaeological excavation works by Fritz Eckart Barth at the findspot Kernverwässerungswerk of the Hallstatt salt mine. The artefact is stored at the Natural History Museum Vienna with the inventory number 89.870.

HallTex 152 is a 1.2 cm wide tablet-woven band and it was sewn onto a yellowish fabric (HallTex 152B), from which just one yellow thread (S-plied yarn, 1 mm diameter) remained. The tablet woven band is torn at both ends, so that a 12.5 cm long fragment remained (Fig. 1).

The raw material used for the band is wool. After wool-measurements carried out by Michael RYDER (2001, Tab. 1), the wool of the warp threads is of a generalised-medium type, that of the weft threads are a hairy-medium type. The colours of the textile are described as they appear now, it has to be taken into account that they might have changed their appearance during use and discard in the mine to a more dull hue than when the threads were freshly dyed. The colour description follows the standardised code of NCS (Natural Colour System; NCS_2016).

For the following experiments, the technical data of the textile is of importance (Fig. 2). The warp threads consist of plied

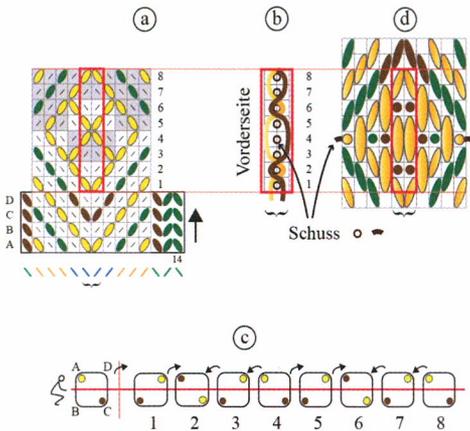


Fig. 3: Pattern drawing and weave structure. – *Webbrief und Bindungsbild.*

yarn with 0.4 mm thread diameter on average, the twist direction differs among the colours used. For the yellowish threads 0.4-0.5 mm S-plied yarn is used, the brownish-black ones are slightly thinner with 0.3-0.4 mm S-plied yarn. The olive-green threads are Z-twisted and 0.4 mm in diameter. As we usually recognize with tablet woven items, the twist angle of the threads used for the warp system is quite high. That is necessary because low twisted threads easily break during the tablet weaving process. For the weft, brownish-black single yarn was applied, z-twisted and 0.4 mm thick.

The pattern of the band can be described as yellow lozenges filled with a yellow X on olive-green and brownish-black background. The pattern field is surrounded by one tablet with brownish-black threads on one side and a brownish-black tablet followed by two tablets with olive-green threads on the other side.

The structure and pattern of the band – lozenges with cross-filling – led to a first reconstruction of its weaving technique, which was first published more than ten years ago (GRÖMER 2004, 146, fig. 3 and 6). Since then, different people worldwide made attempts to weave that band (see Grömer, in this volume), and they have

come to different solutions on how to make it. Most of those experiments can be followed on websites like pinterest (Pinterest_Hallstatt_2016) or private Homepages (Aisling_Hallstatt3_2016), in a few cases, pictures of those alternative experiments have been scientifically published (CRUMBACH 2007, 78).

Below are a series of new experiments. They are comprised of not only the different solutions found in the internet, but also further systematic experiments, including a discussion with the original find.

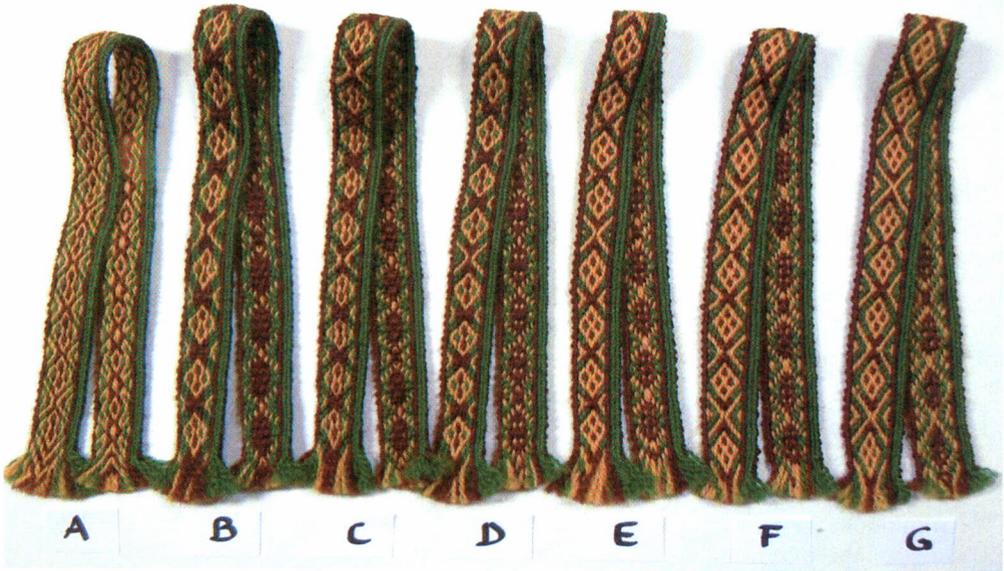
Experiments

Tablet weaving (COLLINGWOOD 1982; HANSEN 1990) uses tablets that were usually square and pierced with holes at the four corners. The technique of how the warp and weft threads are interwoven relies on turning the tablets. As mentioned above with the original finds, there are different techniques that can be applied.

After re-analysing, the next step for reconstructing HallTex 152 was detailed visual studies of the front and back-side of the band in order to obtain information about the weaving technique. To visualize the technical system behind the tablet weave, a pattern drawing was applied (see KARISTO 2007; KARISTO 2010, 28-33; KARISTO, PASANEN 2013) that shows the threads used as well as the turning direction (Fig. 3). In the figure one can see: a) is the weaving diagram (Webbrief), d) a technical drawing of the pattern, b) the cross-section at the central warp threads and c) the threading of the tablets and the turning direction.

As the experiments aimed to provide a technical re-analysis of the weaving technique, there was no attempt to recreate the whole chaine opératoire, including fleece selection, preparation or spinning. Such experiments have been carried out – e.g. for the tablet woven band HallTex 123 (RÖSEL-MAUTENDORFER, GRÖMER, KA-

Original
front back



<p>4 threads/ tablet</p> <p>8 pattern tablets</p>		<p>3 threads/ tablet</p> <p>8 pattern tablets</p>		<p>2 threads/ tablet</p> <p>8, 10 and 12 pattern tablets</p>	
---	--	---	--	--	--

Fig. 4: Seven test bands in comparison with HallTex 152. – Sieben Prohebänder im Vergleich mit HallTex 152.

NIA 2012). For the following experiments, wool yarn was used of a thickness and quality comparable to the original band HallTex 152.

To get an overview over possible variations, seven test weaves were made using square tablets with four holes. The test weaves vary according to the number of

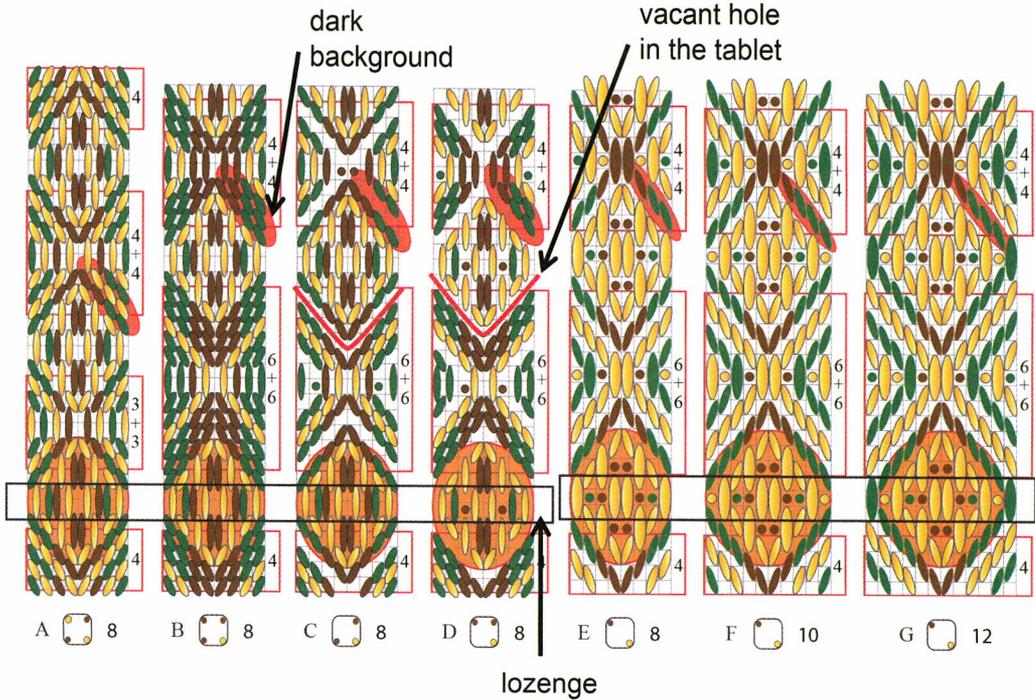


Fig. 5: Drawing of technical details of the seven test bands. – Technische Detailanalyse der sieben Probefäden.

tablets used and the threading system (Fig. 4)

Test weaves: number and threading of the tablets

The variations are just within the pattern zone in the centre of the band, while the four tablets forming the selvedge were not altered. For all bands, on one selvedge a tablet threaded with four brown threads was used, on the opposite selvedge there is one tablet with four brown threads and two with four green threads each.

The variations in the pattern zone are as following (Fig. 4-5): The first bands A and B were made with eight tablets in the pattern zone. In A, the four holes of the tablets were threaded with alternating yellow and green or brown threads. For band B, the four holes of each tablet were threaded with one yellow thread and three green or brown ones.

The variants C and D were also woven with eight pattern tablets, but there, just three threads were inserted, one yellow and two dark ones; one hole was left without a thread.

The “missed-hole-technique” was also followed for test weaves E, F and G. For them, the two-hole technique was applied, i.e. threading two opposite holes with yellow and green/brown respectively (see HANSEN 1990, 17; 37, “double-faced weave with two threads in each hole”). The variations for the last bands are in the number of pattern tablets used; band E was made with eight, band F with 10 and band G with 12 tablets for the pattern zone.

Weaving and analysis of the test bands

For the experiments, each of the seven set-ups of warp was woven using distinctive turning sequences to obtain the ap-

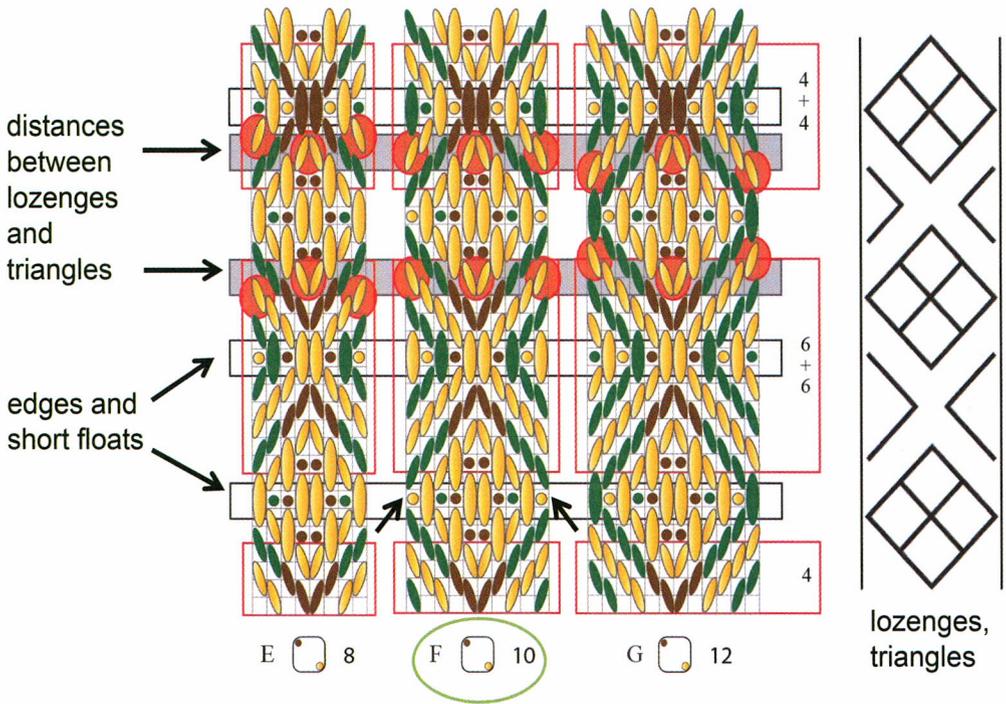


Fig. 6: Drawing of technical details of test bands E-G. – Technische Detailanalyse der Probebänder E-G.

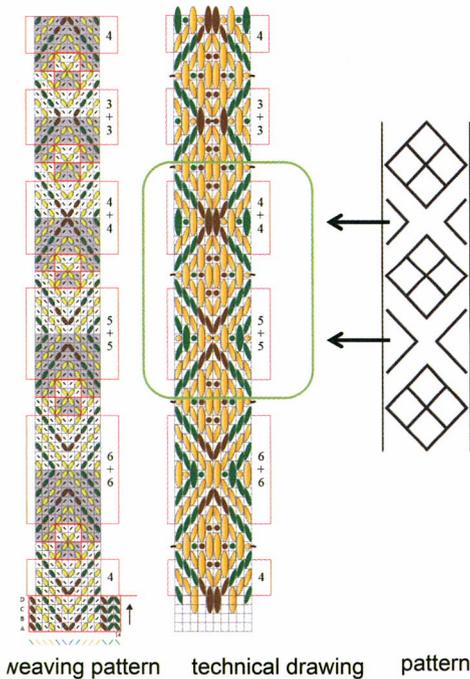


Fig. 7: Test band F, pattern repeat (triangles). – Proband F, Drehsequenzen bei den Dreiecken.

pearance of the original band. In some cases 4 turns forward and 4 backward were carried out, in the other cases 6 times forward and 6 times backward.

The test weaves were analysed again and compared with the original band. Detailed technical drawings of the pattern (Fig. 5) were helpful to detect even smallest variations. Interesting details have been the appearance of the dark background between the yellow pattern threads (marked with red oval). Also the visual appearance of the lozenge pattern (marked with orange circle) varied within the different band set-ups. At least the non-threaded holes on band C and D had an influence on the pattern (red V-shaped line).

A very distinctive hint to exclude certain test variants was a comparison of the backsides of the original find and the test bands. Such, it was quite sure that bands A-D didn't represent the way how HallTex 152 was woven.

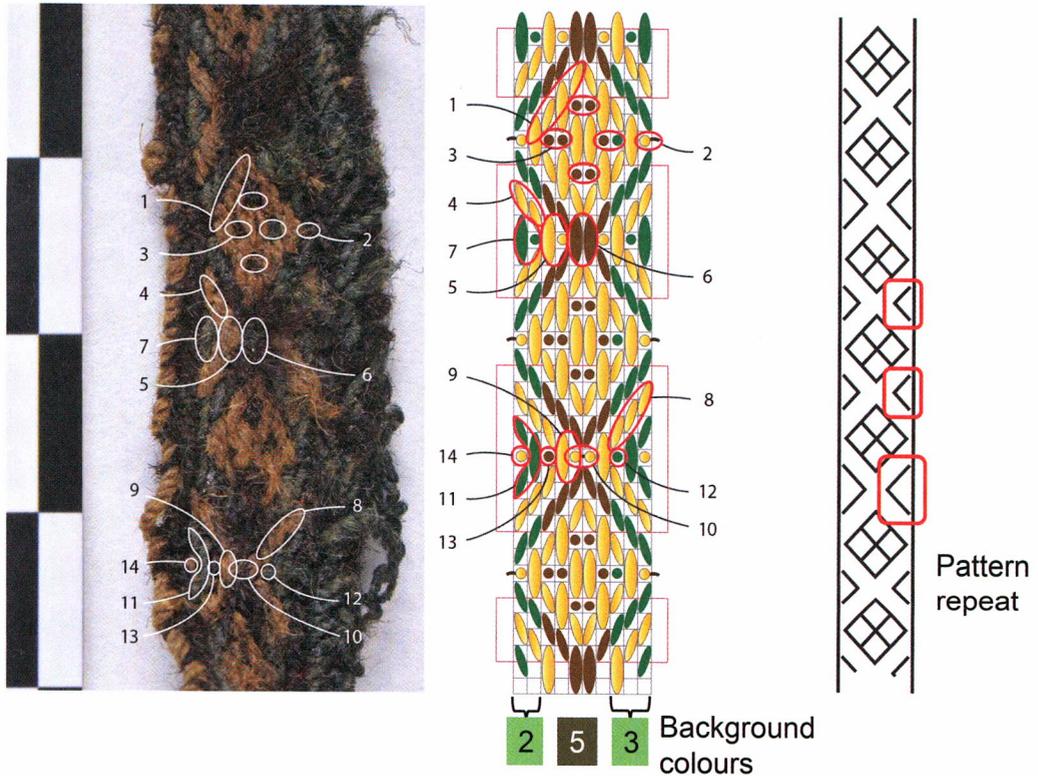


Fig. 8: Comparison between test band F and HallTex 152. – Vergleich zwischen Probeband F und HallTex 152.

It must have been a tablet woven band in two-hole-technique. Further emphasis was drawn on bands E, F and G to find out, how many pattern tablets were in use. Therefore, specific details of the pattern were analysed, such as the distance between the lozenges and the triangles, as well as edges and short floats of the threads on the areas where the turning direction of the tablets changed (Fig. 6). In that respect, test weave F is the one closest to the original.

HallTex 152 is in a way tricky, because the triangles, which give somehow a “frame” to the lozenges, do not have the same size. That led to various misunderstandings in reconstructions made by several people in the last ten years. To find out the correct size of the triangles, they were woven in four sizes, with a turning sequence of 3 forward/3 backward, 4/4,

5/5 and 6/6 (Fig. 7). As a result, it can be sure that a turning sequence of 4/4 and 5/5 was used to obtain the smaller and larger triangles that were alternatively (two small and one large one are repeated) woven on the band.

A further observation was made on this point (Fig. 8): the background colours have not been used in a symmetric way, as it was supposed before. Among the background colour, there are 5 brown threaded tablets in the centre, but on one side 2 green threaded and on the other side 3 green threaded ones.

Result of the test weaves

After the test weaves and the detailed analysis of all technical features, as well as a comparison of front and backside of the original band and the experimental

variants we can deduce that test band F represents the way how HallTex 152 was made (*Fig. 8*). 10 tablets were used for the pattern zone, threaded in two-hole-technique. Together with the tablets for the selvedge zone, the band was woven with 14 tablets.

Conclusions

The tablet weave in question seems to be a very simple design at the first glance. This band found its way via the internet to reenactment groups, Do-it-Yourself communities as well as modern artists (see K. Grömer, in this volume). All of them have their different ways to recreate the pattern. We presented seven new experiments including the suggestions from the internet community. Detailed experiments were carried out with different threading concepts for the weaving tablets and different weaving mechanisms and turning sequences. The different solutions to create that design were discussed in comparison with the original textile. The requirements for the experiment have been:

- high resolution photos of the front and the back of the original artefact,
- working, learning and discovering step by step,
- weaving test bands,
- drawing the weave structures in order to analyse the details.

Literature

- BANCK-BURGESS, J. 1999:** Hochdorf IV. Die Textilfunde aus dem späthallstattzeitlichen Fürstengrab von Eberdingen-Hochdorf (Kreis Ludwigburg) und weitere Grabtextilien aus hallstatt- und latènezeitlichen Kulturgruppen. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 70. Stuttgart 1999.
- COLLINGWOOD, P. 1982:** The Techniques of Tablet Weaving. London 1982.
- CRUMBACH, S. 2007:** Brettchenweben – eine vielfältige Technik. In: Bunte Tuche, gleißendes Metall. Frühe Kelten der Hallstattzeit. Herne 2007, 69-78.
- GRÖMER, K. 2004:** Experimentalarchäologische Rekonstruktion der Brettchenwebereien aus dem Salzbergwerk in Hallstatt. In: Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz 2004, 145-158.
- GRÖMER, K., STÖLLNER, Th. 2009:** Ein abgerissener Ärmel aus dem Salzbergwerk Dürrnberg – Neue Erkenntnisse zur Brettchenwebetechnik in der Eisenzeit in Mitteleuropa. Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz 56, 2011, 105-157.
- GRÖMER, K., KERN, A., RESCHREITER, H., RÖSEL-MAUTENDORFER, H. (Hrsg.) 2013:** Textiles from Hallstatt. Weaving Culture in Bronze and Iron Age Salt Mines. Textilien aus Hallstatt. Gewebte Kultur aus dem bronze- und eisenzeitlichen Salzbergwerk. Archaeolingua 29, Budapest 2013.
- GRÖMER, K., RÖSEL-MAUTENDORFER, H., RESCHREITER, H. 2014:** Out of the dark.... New textile finds from Hallstatt. In: S. Bergerbrant, S. H. Fossøy (Hrsg.), A Stitch in Time: Essays in Honour of Lise Bender Jørgensen. Gothenburg Archaeological Studies. Gotarc Series A. Gothenburg 2014, 129-144.
- HANSEN, E. 1990:** Tablet Weaving. History, Techniques, Colours, Patterns. Højbjerg 1990.
- HUNDT, H.-J. 1960:** Vorgeschichtliche Gewebe aus dem Hallstätter Salzberg. Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums 7, 1960, 126-135.
- KARISTO, M. 2007:** Lautanauhatekniikan tutkiminen ja oman suunnittelutyölin kehittäminen. Research of the Tablet Weaving Technique and the Development of a New Way of Drawing the Threaded Pattern. EVTEK Fachhochschule. Vantaa 2007.
- KARISTO, M. 2010:** Lautanauhat – suunnittelu ja kutominen. Helsinki 2010, 28-33.
- KARISTO, M., PASANEN, M. 2013:** Omenai-

sia ja revonniä. Suomalaisia lautanauhoja. Applesies and Fox Noses. Finnish Tablet woven bands. Vantaa 2013.

RÆDER KNUDSEN, L. 1999: Technical description of the Fragments of the Broad Tablet Woven Band found in the big cauldron from Eberdingen-Hochdorf. In: J. Banck-Burgess, Hochdorf IV. Die Textilfunde aus dem späthallstattzeitlichen Fürstengrab von Eberdingen-Hochdorf (Kreis Ludwigburg) und weitere Grabtextilien aus hallstatt- und latènezeitlichen Kulturgruppen. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 70. Stuttgart 1999, 80-82.

RÆDER KNUDSEN, L. 2002: La tessitura a tavoletta nella tomba 89. In: P. von Eles (eds.), Guerriero e sacerdote. Autorità e nell'età del ferro a Verucchio. La Tomba del Trono. Firenze 2002, 220-234.

RÖSEL-MAUTENDORFER, H., GRÖMER, K., KANIA, K. 2012: Farbige Bänder aus dem prähistorischen Bergwerk von Hallstatt. Experimente zur Herstellung von Repliken, Schwerpunkt Faseraufbereitung und Spinnen. In: Experimentelle Archäologie in Europa. Bilanz 2012, 190-201.

RYDER, M. L. 2001: The fibres in textile remains from the Iron Age salt-mines at Hallstatt, Austria, with a report on dyes by Penelope Walton Rogers. Annalen des Naturhistorischen Museums Wien 2001, 223-244.

SCHAPPELWEIN, Chr. 1999: Vom Dreieck zum Mäander. Untersuchungen zum Motivschatz der Kalenderbergkultur und angrenzenden Regionen. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie 61. Bonn 1999.

Internet sources

Aisling_Hallstatt3_2016: <<http://aisling.biz/index.php/galerie/historisch/eisenzeit/174-hallstatt-3>> (4.12.2016)

NCS_2016: <<http://www.ncscolour.com/de/ncs/>> (4.12.2016)

Pinterest_Hallstatt_2016: <<http://de.pinter>

[est.com/search/pins/?q=Hallstatt%20Tablet%20weaving&rs=typed&term_meta\[\]=Hallstatt%7Ctyped&term_meta\[\]=Tablet%7Ctyped&term_meta\[\]=weaving%7Ctyped](http://est.com/search/pins/?q=Hallstatt%20Tablet%20weaving&rs=typed&term_meta[]=Hallstatt%7Ctyped&term_meta[]=Tablet%7Ctyped&term_meta[]=weaving%7Ctyped)> (27.11.2016)

Picture credit

Fig. 1: Photo: A. Rausch, © NHM

Fig. 2: Graphic: K. Grömer

Fig. 3, 5-7: Graphic: M. Karisto

Fig. 4: Photos: A. Rausch, © NHM and M. Karisto

Fig. 8: Photo: A. Rausch, © NHM, Graphic: M. Karisto

Authors

Maikki Karisto

Meteorinkatu 8 A 12

02210 Espoo

Finland

maikki.karisto@gmail.com

Karina Grömer

Naturhistorisches Museum Wien

Burgring 7

1010 Wien

Austria

karina.groemer@nhm-wien.ac.at

Plinius der Ältere und das Bemalen von Textilien

Die Rolle der Experimentellen Archäologie zum Verständnis antiker Texte

Helga Rösel-Mautendorfer, Ines Bogensperger

Summary – Pliny the Elder and the painting of textiles. The role of experimental archaeology for understanding ancient texts. *In the study of ancient history, craftsmanship attracts more and more interest. On one hand, the archaeological objects themselves contain important evidence on their production and use. On the other hand, ancient authors give valuable insight into the ancient knowledge. However, only in rare cases, these various scientific disciplines are working together, with the result that some information is misunderstood and even lost.*

*The Roman author Caius Plinius Secundus Maior (23/24-79 CE), also known as Pliny the Elder, describes in his work *Naturalis historia* an unusual way to paint textiles in Egypt (Plin. nat. 35.42: *Pingunt et vestes in Aegypto, inter pauca mirabili genere*). The special feature of the described technique is that fabrics were coated with different *medicamenta*, that is to say, they were treated with substances such as mordants to produce a different coloured pattern in a dye bath. Even for current scholarship, the described technique is not fully understood; thus this passage needs to be critically examined in an interdisciplinary approach and collaboration.*

After analysis of the text with philological methods, the content was evaluated using methods of experimental archaeology. The basic requirement is the accurate knowledge of preserved textiles from ancient times until Late Antiquity that provide information about the expertise of dye-techniques. During the experiments, the operations described were monitored and recorded. Furthermore, the results of various substances and implements used were compared.

Keywords: Pliny the Elder, Antiquity, textile, dyeing, resist-dyeing, mordant-dyeing, painting of textiles

Schlagworte: Plinius der Ältere, Antike, Textil, Färben, Reservetechnik, Beiztechnik, Bemalen von Textilien

Der römische Autor Plinius der Ältere (23/24-79 n. Chr.) überliefert in seiner 37 Bände umfassenden Enzyklopädie *Naturalis historia* eine ‚seltsame‘ Technik zum Dekorieren von Textilien: Im Buch 35, das er der Malerei widmet, beschreibt er ge-

gen Ende seiner Ausführungen, dass in Ägypten Textilien bemalt werden (Plin. nat. 35, 42).

Die Naturkunde gilt in der Altertumskunde als bedeutende sowie ergiebige Quelle über die antike Materialkultur, wenngleich

viele Sachverhalte nicht mehr dem heutigen Stand der Wissenschaft entsprechen. Die angeführte Stelle zählt zu den wenigen Textstellen überhaupt, die uns über antike Textiltechniken informiert. Allerdings ist sie bis heute nicht vollends verstanden. Der vorliegende Beitrag versucht, den Text dank einer interdisziplinären Zusammenarbeit besser zu verstehen.

Der Text

Pingunt et vestes in Aegypto, inter pauca mirabili genere, candida vela, postquam attrivere, inlinentes non coloribus, sed colorem sorbentibus medicamentis. Hoc cum fecere, non apparet in velis, sed in cortinam pigmenti ferventis mersa post momentum extrahuntur picta. mirumque, cum sit unus in cortina colos, ex illo alius atque alius fit in veste accipientis medicamenti qualitate mutatus, nec postea ablui potest. Ita cortina, non dubie confusura colores, si pictos acciperet, digerit ex uno pingitque, dum coquit, et adustae eae vestes firmiores usibus fiunt quam si non urerentur.

„In Ägypten färbt man auch Kleider nach einem besonders merkwürdigen Verfahren. Weißes Tuch wird, nachdem man es gründlich gescheuert hat, nicht mit Farben bestrichen, sondern mit Substanzen, welche die Farben aufsaugen. Wenn dies geschehen ist, erscheint noch keine Farbe an den Stoffen, sondern diese werden in einen Kessel mit kochender Farbflotte getaucht und nach kurzer Zeit gefärbt herausgenommen. Merkwürdig ist, daß, da sich doch nur ein Färbemittel im Kessel befindet, daraus am Stoff verschiedene Färbungen entstehen, verändert nach der Beschaffenheit des aufziehenden Mittels, und daß sie nachher nicht ausgewaschen werden können. So gibt der Kessel, der zweifellos die Farben mischen würde, wenn er die Stoffe gefärbt erhielte, verschiedene Farbtöne aus einem einzigen

und färbt, während er kocht; und die im kochenden Bad gefärbten Kleider sind im Gebrauch haltbarer als wenn sie nicht der Hitze ausgesetzt würden.“ (Deutsche Übersetzung nach KÖNIG, WINKLER 1997, 106-109).

Besonders signifikante Punkte der Textpassage sind:

Das Auftragen von „einschlüpfenden“ Mitteln, die am Stoff nicht sichtbar sind.

Das kurze Eintauchen ins kochende Farbbad.

Als Resultat erzielt man verschiedene Farben, obwohl nur eine Farbe im Farbbad ist.

Die Färbung ist waschecht und die heiße Temperatur dient zur Fixierung der Farbe am Stoff.

Interpretation der Plinius-Stelle

Robert Forrer widmet sich dieser Stelle in „Die Kunst des Zeugdrucks vom Mittelalter bis zur Empirezeit“ und nimmt an, dass es sich um eine Reservetechnik handelt, bei der Wachs aufgetragen wurde (FORRER 1898, 7-8). Als Beispiel für einen antiken Reservedruck führt er eine Kindertunika aus Akhmim, Ägypten, an (FORRER 1898, 8-10, Tafel 1). Diese blau gefärbte Tunika weist ein Muster aus hellen Rauten sowie floralen Motiven auf, das vor dem Färben mit einem Reservemittel aufgetragen wurde. Das Kleidungsstück befindet sich heute im Victoria and Albert Museum, London (<http://collection.vam.ac.uk/item/O115594/tunic-unknown>; 23.12.2016). Weiters verweist er auf Holzstempel aus Akhmim, Ägypten (FORRER 1898, 10, Tafel 2).

Anders wird diese Stelle von Robert Haller (HALLER 1938, 875-880) und von Anne Jean-Richard (JEAN-RICHARD 1968) interpretiert. Ihrer Meinung nach handle es sich um ein Beizverfahren, wobei verschiedene Beizmittel auf Stoff aufgetragen und anschließend im Krappbad gefärbt wurden. Die unterschiedlichen Bei-

zen bewirken eine Nuancierung der Farbe: So verändert eine Alaunbeize die Farbe nicht, während eine Eisenbeize die Farbe dunkler macht und eine Kupferbeize sie grünlicher erscheinen lässt (DEAN 2010, 44). In seinem Handbuch der Naturfarbstoffe geht Helmut Schweppe ebenfalls auf den Text von Plinius ein (SCHWEPPE 1993, 24). Er gibt die beiden Interpretationen wieder, ohne sich für eine zu entscheiden. Die kommentierte Ausgabe des Plinius von König-Winkler erwähnt zusätzlich zur Reservetechnik auch den Beizdruck (KÖNIG, WINKLER 1997, 253-254).

Zusätzlich zu den angeführten Erläuterungen möchten wir, wie wir im Folgenden zeigen werden, die Kombination von Beiz- und Reservetechnik als weitere Möglichkeit sehen, ähnlich wie sie bei den späteren Chintz-Stoffen aus Indien bekannt ist (vgl. HOFENK DE GRAAFF 2004, 352-364). Im Zusammenhang mit der vorliegenden Plinius-Stelle wird von einigen Forschern auf zwei weitere antike Stellen verwiesen (SCHWEPPE 1993, 76; SCHAEFER 1938, 855). Zur Vollständigkeit und leichterem Verständnis sollen beide Stellen kurz besprochen werden: Der griechische Historiker Herodot (490/480-ca. 424 v. Chr.) beschreibt das Bemalen von Gewändern im Gebiet des heutigen Kaukasus (Hdt. 1.203.2: „[...] ἐς τὴν ἐσθῆτα ἐγγράφειν.“). Das Verb bemalen, engrapho, leitet sich von grapho ab, bedeutet also schreiben, malen. Verwendet wurden, folgt man Herodot, Blätter, also Färbepflanzen, die eine waschechte Färbung ergaben. Ähnliches soll der Geograph Strabon (63 v. Chr.-nach 23 n. Chr.) überliefern. In seinem 15. Buch über Indien findet sich folgende Aussage: „*Briefe schrieben sie auf ganz dicht gewebten Musselin*“ (Strab. 15.1.67, siehe RADT 2005, 219-221; RADT 2009, 203). Wie bei Herodot finden wir also nur den Hinweis auf die Tätigkeit des Schreibens bzw. Bemalens; von Druck ist wörtlich nicht die Rede (vgl. BARBER 1991,



Abb. 1: MAK, Inv.-Nr. T 6023: 8,0 cm x 7,5 cm. – MAK, Inv.-No. T 6023: 8.0 cm x 7.5 cm.

206-208). Die Stelle von Plinius gibt keine Angabe über Werkzeuge, allerdings überliefert sie eine Stückfärbung, mit färbetechnischen Detailangaben.

Textilfunde: die archäologische Evidenz

Erhaltene Textilien aus Ägypten sowie des Mittelmeerraumes zeigen als dominierende Technik die Wirkerei, eine am Webstuhl ausgeführte Technik. Die mit der Textstelle am besten übereinstimmenden Textilfunde sind oft als ‚Druckstoffe‘ geführte Textilien in spätantiken Sammlungen, die in Reservetechnik gestaltet wurden. Bei den meisten wurde Reservemittel, wie zum Beispiel Wachs, aufgetragen und in mehreren Durchgängen gefärbt.

Zwei Beispiele stammen aus dem Museum für angewandte Kunst, Wien (MAK): Beide Leinenfragmente stammen aus der Grabung Albert Gayet aus Antinoë. Ein Textilfragment (Inventar Nr. T 6023) weist ein vegetables Motiv in hellbrauner, dunkelblauer und grüner Färbung auf (Abb. 1; <<http://sammlung.mak.at/search?q=T+6023&rows=1&start=0;>> 27.12.2016). Das



Abb. 2: MAK, Inv.-Nr. T 6024: 9,5 cm × 8,5 cm. – MAK, Inv.-No. T 6024: 9.5 cm x 8.5 cm.

zweite Fragment (Inventar Nr. T 6024) zeigt einen Rapport aus grünen Kreisformen mit stark vereinfachten hellen Blättern auf rotem Grund, in dem helle Rosetten eingeschrieben wurden (Abb. 2; <<http://sammlung.mak.at/search?q=T+6024&rows=1&start=1>>; 27.12.2016). Ein dazugehöriges Stück desselben Textils befindet sich in der Sammlung des Museu Tèxtil y d'Indumentària in Barcelona (freundliche Mitteilung von Ana Cabrera). Ebenfalls aus Berenike, Ägypten, stammt ein mit Blumen gemustertes Textilfragment, das aufgrund des Fundorts als mögliches indisches Importgut diskutiert wird (WILD, WILD 2004, 10-15). Eine blaue Kindertunika mit weißem Dekor aus Akhmim, Ägypten (FORRER 1898, 8-10, Tafel 1) befindet sich im Victoria and Albert Museum, London.

Ein rot-hell gemusterter Wollfund in Reservetechnik stammt aus Xeron, Ägypten (CARDON 2011, 18). Ein tatsächlich bedruckter Wollstoff, ebenfalls aus Akhmim, Ägypten (FORRER 1894, 11-12, Taf. I/1; FORRER 1898, 9, Taf. II/2) befindet sich in

der Sammlung des Germanischen Nationalmuseum in Nürnberg (Inventarnummer: Gew1095; <<http://objektkatalog.gnm.de/objekt/Gew1095>>; 23.12.2016).

Die hier genannten Beispiele entsprechen nicht genau der Vorgehensweise in der Literaturstelle. Zwar handelt es sich um mehrfarbigen Dekor, der allerdings – bis auf die blauen Stoffe und den roten Stoff mit hellem Dekor – mehrere Färbebäder und somit Durchgänge benötigt. Plinius schreibt explizit von mehreren Farben, sodass er mindestens zwei verschiedene Farben meint. Eine weitere Schwierigkeit liegt in der Farbwahl: Die in Reservetechnik gestalteten Textilien aus Berenike und Akhmim würden dem Kriterium eines einzigen Durchganges entsprechen, allerdings liegt die optimale Temperatur für ein Farbbad (Küpe) von Blau mit einer indigotinhaltigen Pflanze, wie zum Beispiel Waid (*Isatis tinctoria* L.) oder Indigo (*Indigofera tinctoria* L.), bei etwa 50°C (CARDON 2007, 340). Aus diesem Grund schließen wir blaue Textilien aus, da im Text wörtlich vom Kochen, d. h. 100°C, die Rede ist.

Signifikate Begriffe und Passagen im Text

Einige Begriffe und Passagen stechen in der Stelle signifikant hervor, die für eine praktische Umsetzung wichtige Informationen beinhalten und hier nochmals im Detail besprochen werden:

Der lateinische Begriff *medicamentum*, mit denen der Stoff vorbehandelt wird, bevor er ins Farbbad kommt, bedeutet wörtlich ‚Mittel‘ (GEORGES 2014, 42-43). Dazu zählen sowohl Heilmittel, chemische Mittel als auch für unseren Fall Beizmittel oder auch ein Abdeckmittel für Reservetechnik. Aus der Stelle geht nicht klar hervor, welche Mittel oder Substanzen gemeint sind. Die Beifügung *colorem sorbentibus* bedeutet „die Farbe ‚einschlürfend‘“. Sprachlich gesehen ist es nicht eindeutig, ob an dieser Stelle Farbe

aufgenommen wird, was auf eine Beiztechnik hinweist, oder die Farbe verdrängt bzw. in einer bildlichen Sprache „weggeschlüpft“ wird, was wiederum auf Reservetechnik schließen ließe. Die weitere Beschreibung im Text, bei der mindestens zwei Farben aus einem Farbbad entstehen, bestätigt unsere Deutung als Beizen- bzw. Reservetechnik, da keine andere Färbetechnik dafür in Frage kommt. Die *medicamenta* seien, so Plinius, nach dem Auftragen allerdings nicht mehr sichtbar. Inwiefern das in der Praxis zutrifft, sollen Versuche zeigen.

Candida vela bezeichnet weiße Gewebe. Die Angabe lässt nicht auf das Material der Gewebe schließen. Für die Antike kommen vor allem Wolle oder Leinen in Frage. In der Regel finden wir auf ägyptischen Textilien der römischen bis spätantiken Zeit Wolle als gefärbtes Material.

Die meisten Funde in Reservetechnik sind allerdings aus Leinen. Speziell für Ägypten war Leinen ein bedeutendes Material. Für die römische Zeit möchten wir allerdings darauf hinweisen, dass Leinen aufgrund seiner materialspezifischen Eigenschaften kaum gefärbt wurde.

Der Abschnitt „*in cortinam pigmenti ferventis*“ gibt ein kochendes Farbbad an. Die Temperatur wird im Text besonders betont, da sie auch für die Fixierung der Farbe zuständig sei. Nicht alle Farbstoffe können heiß gefärbt werden. So schließen wir eine Küpenfärbung mit Indigo oder Waid aus (und damit den blauen Farbton), da diese in modernen und traditionellen Rezepten nicht über 60°C erhitzt werden. Beizenfarbstoffe vertragen hingegen hohe Temperaturen. Allerdings kann die Temperaturhöhe die Farbe verändern, so färbt der Krapp bis 80°C rot, darüber rotbraun.

Das anschließende *post momentum* beschreibt einen Augenblick, einen Moment, mit anderen Worten, eine kurze Zeitdauer, nach der die Stoffe aus dem Farbbad herausgenommen werden. Viele moderne

Färberezepte gehen von ein bis zwei Stunden Färbedauer aus. Inwiefern bei einem so kurzen Eintauchen die Farbe angenommen wird, sollen unsere Versuche zeigen.

Diskussion

Folgende Fragestellungen zur Textstelle sollten nun mit Versuchen geklärt bzw. eingegrenzt werden:

Ist es möglich, die Mehrfarbigkeit mit einer Reservetechnik oder Beizentechnik zu erzielen?

Welche Beizen sind möglich und welche Konsistenz müssen sie haben, um aufgemalt werden zu können?

Funktionieren für die Reservetechnik einfache Reservemittel auf Ton-Basis?

Wie erfolgt der Farbauftrag (Drucken oder Malen)?

Welche Farbstoffe zeichnen sich aus, um ein kontrastreiches Muster zu bilden?

Wie reagiert die Wolle auf die hohe Temperatur (Hitzebehandlung)?

Ist die im Text hervorgehobene Qualität der Waschechtheit auch bei den Proben vorhanden?

Unter der Voraussetzung, dass die von Plinius beschriebenen Sachverhalte als notwendige Schritte im Färbeprozess bzw. als Qualitätsmerkmale betrachtet werden, wurden erste Versuche zu Färbungen in Beiztechnik, Reservetechnik sowie einer Kombination von beiden Techniken durchgeführt.

Verwendet wurden 15 cm × 15 cm große Stoffstücke, die einerseits aus handgewobenem alten Leinen und andererseits aus reiner Wolle aus moderner Fabrikation bestehen. Beide Materialien sind in Leinwandbindung hergestellt.

Bezüglich Beizmittel stehen grundsätzlich für die Antike Alaun, Eisen und Kupfersalze zur Verfügung. Schriftliche Hinweise enthalten die spätantiken Färberezepte *Papyrus Graecus Holmiensis* und *Papy-*

rus Leidensis X (REINKING 1938; HALLEUX 1981). Für die Versuche wurde eine Lösung von Alaun in Essig und Wasser verwendet und eine Rostpaste, bei der rostige Nägel über einen längeren Zeitraum in Essig gelöst wurden. Vergleichbare Rezepte findet man in den Färberezepten der oben genannten Papyri (REINKING 1938, 37-38, Nr. 53, Nr. 54, Nr. 56). Während die Alaunlösung farblos ist, weist die Rostlösung eine rotbraune Farbe auf.

Für eine Reservepaste ist kein Rezept überliefert. Die Textilfunde wurden zum Teil mit Wachs behandelt, erkennbar an den typischen haarfeinen Risslinien des Wachses, bei denen das Gewebe nicht komplett reserviert wurde, wie zum Beispiel beim Leinenfund aus der Grabung Albert Gayet in Antinoë (Abb. 1). Nicht immer sind diese typischen Wachsrisse vorhanden (Abb. 2). Nachdem Wachs einen sehr niedrigen Schmelzpunkt hat und die Stelle ein kurzes Eintauchen ins 100°C heiße Farbbad angibt, suchten wir nach einer anderen Reservepaste. Entschieden haben wir uns für eine Mischung aus weißem Ton und Gummi Arabicum, das auch für die Antike in Ägypten bekannt ist. Auf explizite Färbepflanzen oder Färbeinsekten gibt der Text keine Hinweise. Wie bereits oben erwähnt, haben wir aufgrund der hohen Temperatur Indigo bzw. Waid ausgeschlossen. Übrig bleiben Beizfarbstoffe sowie Direktfarbstoffe, die Tannin enthalten. Das Tannin der Direktfarbstoffe reagiert mit Eisen zu Schwarz, mit Alaun oder ohne Beize färben diese Farbstoffe gelbbraun bis braun. Beizenfarbstoffe färben gelb und rot. Für die Versuche haben wir folgende Färbepflanzen ausgewählt: Himbeere (*Rubus idaeus* L.), Färberkrapp (*Rubia tinctorum* L.), Färber-Wau (*Reseda luteola* L.), Walnuss (*Juglans regia* L.), Birke (*Betula* L.) sowie verschiedene Kombinationen der Färbepflanzen (Wau mit Himbeer, Krapp mit Himbeer und Himbeer mit Krapp und Walnuss). Wau färbt gelb und gehört wie der rotfärbende

Krapp zu den Beizenfarbstoffen. Himbeerblätter, Birkenblätter als auch Walnusschalen enthalten Tannine. Himbeerblätter ergeben in einer Beizfärbung mit Alaun einen honiggelben Farbton. Birkenblätter färben mit Alaun gelb und Walnusschalen färben braun.

Neben den möglichen Substanzen gilt es auch der Frage nach den Werkzeugen nachzugehen: Zum Auftragen der Beiz- und Reservemittel haben wir vorrangig einen Pinsel und in manchen Fällen zum Austesten auch einen *kalamos* (eine Feder aus Rohr) verwendet. *Kalamoi* sowie Pinsel zählen zu antiken Schreibgeräten. Bei manchen Versuchen verwendeten wir einen Holzstempel für den Auftrag des Musters. Stempel gibt es im archäologischen Fundmaterial seit dem Neolithikum, wobei ihre Verwendung nicht immer gänzlich geklärt ist. Vorstellbar ist, dass sie für das Stempeln von Ton oder Brot, wie es in der römischen Zeit üblich war, verwendet wurden. Auch das Bedrucken von Textilien wäre mit den meisten Geräten möglich (vgl. VON KURZYNSKI 1996, 18). Von den bei Forrer angeführten Stempeln konnten wir bislang nur einen lokalisieren; dieser wird allerdings in die spätere islamische Epoche datiert (ZANDER-SEIDEL 2007, 51). Da die meisten Stempel keine Farbreste aufweisen und bislang keine bedruckten Textilien aus der Urgeschichte erhalten sind, lässt sich dies nicht verifizieren.

Zur Vorgangsweise unserer Versuche

Zuerst wurden die Stoffproben mit Beiz- oder Reservemittel bemalt (Abb. 3) bzw. bedruckt (Abb. 4) und getrocknet. Beim Auftragen der Pasten war ein unterschiedliches Verhalten der Materialien Leinen und Wolle zu beobachten. Die Alaunlösung wurde vom Leinen schnell aufgesaugt, während sie bei der Wolle abperlte. Die von der Konsistenz her festere Eisenpaste ließ sich bei beiden Ma-

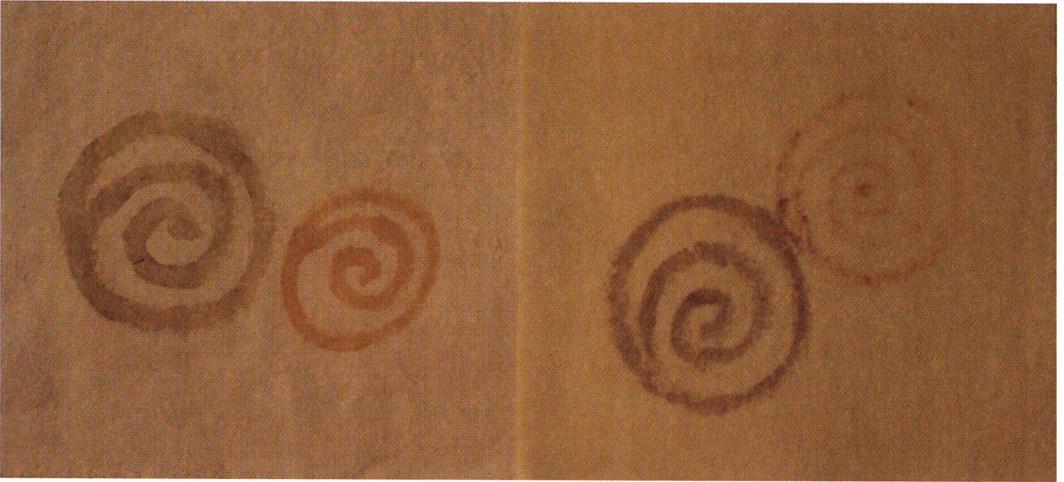


Abb. 3: Bemalte Stoffproben in Leinen (links) und Wolle (rechts) mit Alaunbeize (oben), Eisenbeize (rechts) und Reservemittel (links). – Painted fabric samples in linen (left) and wool (right) with alum mordant (top), iron mordant (right) and resistant paste (left).



Abb. 4: Mit Reservemittel bemalt und bedruckt. – Printed and painted with resistant paste.

materialien gut aufstreichen, ebenso die Reservepaste. Als nächstes wurden die Farbbäder vorbereitet. Die trockenen Stoffproben wurden kurz (etwa 15 Sekunden) in das kochende Farbbad getaucht

und anschließend zum Trocknen aufgehängt.

Im Anschluss wurden die Stoffproben (Abb. 5) gemäß folgender Kriterien ausgewertet: Farbigkeit, Kontrast und



Abb. 5: Überblick über die gefärbten Muster. – Overview of the dyed samples.

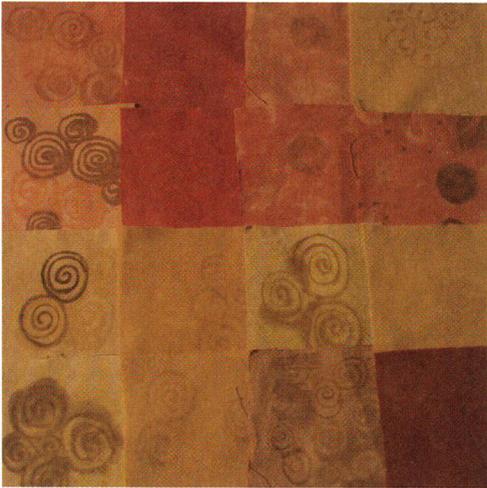


Abb. 6: Gefärbte Muster mit aufgemalten Beizmitteln. – Dyed samples with painted mordant.

Farbechtheit. Zusätzlich wurden während der Versuche die verschiedenen Auftragsmittel, Pinsel, *kalamos* und Stempel auf

ihre Handhabbarkeit beobachtet sowie dokumentiert. Ebenso wurden die Wollstoffe untersucht, ob der plötzliche Temperaturanstieg durch das Eintauchen ins kochende Farbbad Auswirkungen auf die Beschaffenheit, wie etwa Schrumpfen oder Verfilzen, hatte.

Auswertung der Versuche

Insgesamt wurden 24 verschiedene Proben angefertigt, davon wurden bei 16 Stoffproben Beizmittel aufgemalt, bei fünf Stoffproben Reservemittel aufgemalt, bei einer Stoffprobe Beizmittel gedruckt und bei zwei Stoffproben Reservemittel gedruckt. Zusätzlich wurden zwei weitere Stoffproben angefertigt, bei denen sowohl Beizmittel als auch Reservemittel aufgemalt wurden. Diese Proben wurden aufgelegt und optisch nach Farbigkeit und Kontrast geordnet.



Abb. 7: Gefärbte Muster mit aufgemalten Reservemittel. – Dyed samples with painted resistant paste.



Abb. 8: Gefärbte Muster mit Stempelauftrag. – Dyed samples made with a stamp.

Die Farbigkeit und der Kontrast waren bei den Leinenproben mit aufgemaltem Beizmittel sehr gut. Bei den Wollstoffen mit aufgemaltem Beizmittel waren hingegen die Farbigkeit und der Kontrast nur mittel bis schlecht (Abb. 6).

Die Leinen- sowie Wollstoffe hatten beide

gleich gute Ergebnisse bei der Verwendung des Reservemittels. Bei der Färbung mit Himbeerblättern waren beide Materialien schlecht in Farbigkeit und Kontrast. Bei der Färbung mit der Kombination von Krapp, Himbeerblättern und Walnusschalen, mit dem Ergebnis einer bräunlich roten Farbe, schnitten Leinen und Wolle sehr gut ab (Abb. 7).

Das Auftragen der Beizmittel bzw. des Reservemittels mittels Stempel (Abb. 8) wurde nur bei zwei Färbungen durchgeführt. Der Auftrag des Beizmittels brachte mittelmäßige Ergebnisse beim Färben mit Birkenblättern auf Wolle. Der Auftrag der Reservepaste erzielte ebenfalls mittelmäßige Ergebnisse bei der Kombination von Krapp, Himbeerblättern und Walnusschalen. Die zu flüssige Konsistenz der Auftragsmittel war für die Stempel eher ungeeignet. Möglicherweise würde man mit stärker verdickten Mitteln bessere Ergebnisse erzielen.

Die Farbechtheit war bei allen Stoffproben



Abb. 9: Kombination beider Techniken. – Combination of both techniques.

sehr gut. Ebenfalls wurde die Wollbeschaffenheit durch die kurze Hitzebehandlung nicht beeinträchtigt. Es kam weder zu einer Schrumpfung noch zu einer Verfilzung.

Zusammenfassung

Obwohl Plinius der Ältere nur eine kurze Zusammenfassung der praktischen Färbetechnik gibt, sind seine Angaben relativ genau und lassen Schlüsse zur antiken Färbetechnik zu. Dank der durchgeführten Experimente wurde klar, dass es sich sowohl um eine Beiztechnik als auch um eine Reservetechnik handeln könnte. Nicht auszuschließen ist auch eine Kombination beider Techniken (Abb. 9). Dank interdisziplinärer Zusammenarbeit können wir einen guten Eindruck gewinnen, wie die Stoffe tatsächlich aussehen würden. Überraschend waren die Ergebnisse der Auswertung: So finden sich beim Malen von Beizmitteln die besseren Resultate auf Leinen als auf Wolle. Die Kombination von verschiedenen Farbstoffen in einem Farbbad ergibt mehr Farbigkeit und Kontrast, wenn ein tanninhaltiger Farbstoff mit einem Beizfarbstoff kombiniert wird. Die

Reservetechnik ergab recht gute Ergebnisse bei (mit Alaun) vorgebeizter Wolle in einem dunklen Farbbad, für die Proben aus Leinen war in diesem Fall die Eintauchzeit zu kurz, um schöne Ergebnisse zu erzielen. Der Pinsel war beim Auftrag der Beiz- und Reservemittel leichter handzuhaben. Für das Drucken waren die verwendeten Mittel zu flüssig. Weitere Versuche mit dickflüssigeren Pasten könnten zeigen, ob diese Techniken mittels Druck auch zu schönen Ergebnissen führen.

Danksagung

Wir bedanken uns bei Martina Dax, Edith Oberhumer, Regina Hofmann-de Keijzer, Georg Rösel und Georg Stark für ihre Hinweise und wertvolle Unterstützung.

Literatur

Abkürzungen antiker Autoren nach: Der Neue Pauly (DNP). Enzyklopädie der Antike. Band 1. Stuttgart 1996, XXXIX-XLVII.

BARBER, E. J. W. 1991: Prehistoric Textiles. The Development of Cloth in the

Neolithic and Bronze Ages. Princeton 1991.

CARDON, D. 2007: Natural Dyes. Sources, Tradition, Technology and Science. London 2007.

CARDON, D. 2011: New textile finds from Dios and Xeron, two praesidia of the Eastern Desert of Egypt. In: Archaeological Textiles Newsletter No. 52. Copenhagen 2011, 14-20.

DEAN, J. 2010: Wild Color. The Complete Guide to Making and Using Natural Dyes. New York 2010.

FORRER, R. 1894: Die Zeugdrucke der byzantinischen, romanischen, gothischen und spätern Kunstepochen. Straßburg 1894.

FORRER, R. 1898: Die Kunst des Zeugdrucks vom Mittelalter bis zur Empirezeit. Strassburg 1898.

GEORGES, K. E. 2014: Ausführliches lateinisch-deutsches Handwörterbuch: Band 4 (M-Q). Neusatz der 8. Auflage von 1913. Berlin 2014.

HALLER, R. 1938: Zur Technik des frühen Zeugdruckes. Ciba-Rundschau 24, 1938, 875-880.

HALLEUX, R. 1981: Papyrus de Leyde, Papyrus de Stockholm, Fragments de Recettes. Texte établi et traduit. Les alchimistes grecs I. Paris 1981.

HOFENK DE GRAAFF, J. H., ROELOFS, W. G. T. 2004: The Colourful Past: Origins, Chemistry and Identification of Natural Dye-stuffs. Riggisberg 2004.

Jean-Richard, A. 1968: Kattundrucke der Schweiz im 18. Jahrhundert. Ihre Vorläufer, orientalische und europäische Techniken, Zeugdruck-Manufakturen, die Weiterentwicklung. Basel 1968. <http://www.annatextiles.ch/scan_book/atext.htm>.

KÖNIG, R., WINKLER, G. (Hrsg.) 1997: C. Plinius Secundus d. Ä., Naturkunde, Buch XXXV. Farben, Malerei, Plastik. Herausgegeben und übersetzt von R. König in Zusammenarbeit mit G. Winkler. 2. Auflage. München 1997.

VON KURZYNSKI, K. 1996: "... und ihre Hosen nennen sie bracas". Textilfunde und

Textiltechnologie der Hallstatt- und Latènezeit und ihr Kontext. Espelkamp 1996.

RADT, S. (Hrsg.) 2005: Strabons Geographika. Mit Übersetzung und Kommentar. Band 4. Buch XIV-XVII. Text und Übersetzung. Göttingen 2005.

RADT, S. (Hrsg.) 2009: Strabons Geographika. Mit Übersetzung und Kommentar. Band 8. Buch XIV-XVII. Kommentar. Göttingen 2009.

REINKING, K. 1938: Die in den griechischen Handschriften aus dem Altertume erhaltenen Vorschriften für die Wollfärberei. Frankfurt a. Main 1938.

SCHAEFER, G. 1938: Die frühesten Zeugdrucke. In: Ciba-Rundschau 24, April 1938, 854-860.

SCHWEPPE, H. 1993: Handbuch der Naturfarbstoffe. Vorkommen – Verwendung – Nachweis. Hamburg 1993.

WILD, J. P., WILD, F. 2004: Rome and India: Early Indian Cotton textiles from Berenike, Red Sea coast of Egypt. In: Ruth Barnes (Hrsg.), Textiles in Indian Ocean Societies. London 2004, 10-15.

ZANDER-SEIDEL, J. 2007: Zwischen Spätantike und Islam: Das christliche Ägypten. In: Germanisches Nationalmuseum, Nürnberg (Hrsg.), Mittelalter. Kunst und Kultur von der Spätantike bis zum 15. Jahrhundert. Die Schausammlungen des Germanischen Nationalmuseums 2. Nürnberg 2007, 42-53.

Internetquellen

<<http://collections.vam.ac.uk/item/O115594/tunic-unknown>> (11.1.2017)

<<http://objektkatalog.gnm.de/objekt/Gew1095>> (11.1.2017)

<<http://sammlung.mak.at/search?q=T+6023&rows=1&start=0>> (11.1.2017)

<<http://sammlung.mak.at/search?q=T+6024&rows=1&start=1>> (11.1.2017)

Abbildungsnachweis

Abb. 1: Inv.-Nr. T 6023. © Österreichisches Museum für angewandte Kunst, Wien

Abb. 2: Inv.-Nr. T 6024. © Österreichisches Museum für angewandte Kunst, Wien

Abb. 3, 5-9: Foto Georg Rösel

Abb. 4: Foto Helga Rösel-Mautendorfer

Autorinnen

Helga Rösel-Mautendorfer

Hauptstraße 73

3033 Altlengbach

Österreich

helgo@roesel.at

Ines Bogensperger

Josefsplatz 1

1015 Wien

Österreich

ines.bogensperger@onb.ac.at

About the relationship of the coin image and the engraving tools

Matthias Bruestle

Zusammenfassung – Über den Zusammenhang zwischen Münzbild und Gravurwerkzeug. *Durch praktische Stempelgravur und den Vergleich mit originalen vor-neuzeitlichen Münzen wurden Erkenntnisse über den Zusammenhang von Werkzeug und Münzbild gewonnen. Werkzeuge hinterlassen charakteristische Spuren auf dem gravierten Stempel und damit der Münze, sodass man von der Münze auf das Werkzeug schließen kann. Dies sind z. B. Stufen in gemeißelten Linien oder Materialverdrängung und das Wiederholen von Mustern bei der Verwendung von Punzen. Außerdem hat es einen Einfluss auf das Münzbild, ob der Stempelschneider den Münzstempel direkt bearbeitet oder diesen indirekt durch die Verwendung von Punzen fertig.*

Schlagworte: Münzen, Stempelschnitt, Gravurwerkzeug
Key words: coins, die engraving, engraving tools

Experimental numismatics

Numismatists normally do not have practical experience in minting, so they have only common sense and general technical knowledge to answer technological questions. Experimental numismatics adds to this hands-on experience. This is necessary as physics and technology are often surprising. Experiments can provide patterns, which can be compared to ancient objects, as numismatists are fortunate to be dealing with rather durable materials. Experiments can also help to examine work flows for their practicability or resource requirements, and they can explain the use of tools. The topic of this article is the connection between the tool marks we can see on the coins and the tools, which are used to create the image in the coin die.

The beginning of the research presented in this paper was the death of my cat Kitty in February 2008 at the good age of 18 years. This was the occasion to start making medals and copies of coins and pursuing experimental numismatics with the focus on ancient and medieval minting. The first pair of dies was for a commemoration medal for Kitty in the style of a Roman denarius (*Fig. 1*). The skills for practical minting were acquired as an autodidact by closely looking at coins and basic tool knowledge from my father. This self-teaching was a kind of fundamental research, also providing information about the correlations between die manufacturing and coin appearance. People whose work and information is included in this article are Alfred Brand and Greg Franck-Weiby. Brand is a retired master of engraving and head of craft



Fig. 1: Kitty memorial medal. The consecratio reverse minted on Roman denarii to deify an emperor seemed to be a very good choice for a deceased cat, as a cat can be like an emperor. – Kitty-Gedenkmedaille. Die Consecratio-Rückseite, die auf römischen Denaren zur Vergöttlichung eines Kaisers geprägt wurde, ist für eine Katze eine gute Wahl, da sie sich wie ein Kaiser benehmen kann.

guild in Annaberg-Buchholz (Erz Mountains) and passed on some of his knowledge, which I have quoted here. Any references to him in this article are based on personal communication. Franck-Weiby was an US artist living in Washington. He engraved dies for hammered coins for over 20 years. Due to his technique, he produced quite interesting samples. Sadly he died in the middle of me writing this article.

In this context, it is especially worth mentioning publications about historic minting technology: COOPER (1988), HILL (1922) and STANNARD (2011). More publications relevant to the topic are (CASSON 1938; KLEEB 1982; KLEEB 1984; KÜHN 1989; SCHWABACHER 1958; SCHWABACHER 1965; SCHWABACHER 1966; SCHWARZ 2000; SELLWOOD 1962; SELLWOOD 1963).

Tools and tool categories

Only tools made of iron/steel were used in the research and hence are discussed here. Bronze has different properties, e.g. it is less hardenable, most easily deformable at lower heat (for bronze with 20% tin the best temperature for deformation is

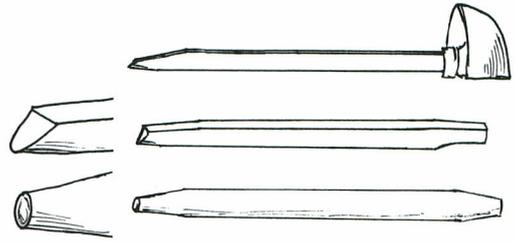


Fig. 2: Tools (from top to bottom): Graver, chisel and punch with details of the tips of a round chisel and a hollow pearl punch. – Werkzeuge (von oben nach unten): Stichel, Meißel, Punze mit Vergrößerungen eines Rundmeißels (Bollmeißel) und einer Hohlperlpunze.

in the range of 587-798°C; [BAUER, VOLLENBRUCK 1925]) and it is easily castable. Because of this, some working techniques are more difficult with bronze and others with iron, e.g. casting. The working techniques shown here are normally used with bronze dies and in any case iron tools probably dominated in Roman times. As a first step to understand the tools they shall be categorized according to their working properties. The working properties are not only defined on how the tools shape the die, but also on how the tools themselves are made, as this has also an influence on the image of the coin.

The historical tools (Fig. 2) – modern tools would be pantographs, reducing chipper, motorized or computerized machines – suitable for making coin dies are:

Abrasives

Abrasives can be used in many different forms, e.g. as a natural stone, as loose powder with a wooden stick for application or glued onto an emery paper.

Chisel

The chisel is driven with a hammer. Small chisels (8-16 cm long) can be used for die engraving. The tip of the chisel can have



Fig. 3: Top row, from left to right: a) Penny, Nuremberg, 1138-1152, Erlanger 9 (ERLANGER 1979); b) Penny, Nuremberg, 1240-1268, Erlanger 67. Bottom row, from left to right: c) Copy of lower die of Erlanger 9; d) Copy of lower die of Erlanger 74 made with a large picture punch and a smaller star punch. – Obere Reihe, von links nach rechts: a) Pfennig, Nürnberg, 1138-1152, Erlanger 9 (ERLANGER 1979); b) Pfennig, Nürnberg, 1240-1268, Erlanger 67. Untere Reihe, von links nach rechts: c) Kopie eines Unterstempels von Erlanger 9; d) Kopie eines Unterstempels von Erlanger 74, der mit einer großen Bildpunze und einer kleineren Sternpunze gemacht wurde.

many different shapes (pointed, rounded, flat) in different angles and sizes depending on the desired image and the material to be engraved.

Graver

The graver or burin (Theopilus describes

gravers in *De diversis artibus* [written in the decades after 1100] in book 3, chapter 11 – *ferri fossorii*; BREPOHL 1987) works basically like a chisel, but it is moved by hand pressure using the normally present bulbous handle. But even a chisel can be used as a graver and pushed by hand.



Fig. 4: Details with incuse letters. Top row from left to right: a) Roman quadrigatus, ca. 225-214 BC, Crawford 28/3 (CRAWFORD 1974); b) Roman denarius, ca. 112-111 BC, Crawford 297/1a. Bottom row from left to right: c) British cartwheel twopence, 1797, Seaby 3776 (Seaby); d) Letter R when chiseled into die and into a square punch. – Details in-kuser Buchstaben. Obere Reihe, von links nach rechts: a) Römischer Quadrigatus, ca. 220 v. Chr.; b) Römischer Denar, ca. 110 v. Chr. Untere Reihe, von links nach rechts: c) Britischer Wagenrad-Twopence, 1797; d) Beispielbuchstaben. Buchstabe R direkt in den Stempel gemeißelt und indirekt in eine Punze.

Punch

The punch is driven – more or less – vertically into the work piece using a hammer. The material is not cut away but merely displaced to the side. Common punches today are centre and number/letter punches. Punches for making coin dies range from very simple to very complex. As the die bears the inverse image the punch used on the die bears the positive image like the coin. The term punch is used in this article for all tools working with this mechanism independently of where it is driven into and if the image is positive or negative and more or less complex.

From this list there is already an obvious categorization into cutting: abrasive, chisel and graver – and non-cutting: punch.

The tools can also be categorized by their complexity:

Simple tools

In this category are abrasives and tools which can be produced just by the use of abrasives, i.e. chisels, gravers and very simple punches (centre punch, lines, ...). With multiple applications of these tools, very complex designs can be created on the die.

Complex tools

With the help of chisels, gravers and punches, complex punches can be created, which contain details or large parts of the coin image. When a punch for the die is produced using another punch, the later is negative on the coin.



Fig. 5: Drachm, Lukania, 540-510 BC. From left to right: Main coin side. Incuse coin side. Impression of the incuse side showing how the die would have looked. – Drachme, Lukanien, 540-510 v. Chr. Von links nach rechts: Vorderseite. Inkuse Seite. Der Abdruck der inkusen Seite zeigt, wie der Stempel ausgesehen hat.



Fig. 6: Coin showing field deformations from punching: Copper coin from Bela III. from Hungary, 1172-1196. The deformations are much more local than the field deformations shown in Fig. 7,a. From the deformations done by the arc in the lower left corner it can be deduced that the beaded circle was done first. – Eine Münze mit Felddeformationen durch die Verwendung einer Punze: Kupfermünze von Bela II. von Ungarn, 1172-1196. Die Deformationen sind näher am Punzabdruck als die Deformationen in Abb. 7,a. Aus der Verformung durch den Bogen links unten erkennt man, dass der Perling zuerst punziert wurde.

Influence of the tool types on the design of the image

There are relations between the tools and the created image. With engraver's tools, there are things, which can be done more easily and things which are more difficult. Hence the desired image can make the engraver choose the appropriate tool or the available tools restrict – or at least strongly suggest – how the image looks. An example to illustrate the connection between tools and product: It is easy to do a blue cross-hatching on paper with a blue ball pen, but it is difficult to do white cross-hatching with blue background.

Designs in the positive and the negative image

A very similar situation to the previous example is the engraving ("drawing") with a chisel onto the (negative) die and onto a (positive) punch. This has also a strong influence on what is easy and difficult. The first case can be seen on earlier medieval frontal portraits (Fig. 3,a). The face consists of embossed lines and dots, which form the edge of the face, the nose, the mouth and the eyes. The lines are knife-edged on the die, which can most often not be recognized on the coin due to minting weaknesses.



Fig. 7: From left to right: a) Copy of an upper die of Erlanger 74 showing field deformations before the nose of the lion; b) Result of a big punch driven in a flat die. Half of the line is below the die field even so the punch is still not filled there. – Von links nach rechts: a) Die Kopie eines Oberstempels eines Erlanger-74-Pfennigs zeigt Felddeformationen vor der Nase des Löwen; b) Ergebnis, nachdem eine große Punze in einen ebenen Stempel geschlagen wurde. Die Hälfte der Linie ist unterhalb des Stempelfeldes, obwohl die Punze an dieser Stelle noch nicht ausgefüllt ist.

The second case – using a complex punch – can be seen on later medieval frontal portraits (*Fig. 3,b*). The face is an inversion of the first style. It is an embossed, flat area where the details are defined by sunken lines and circles, which are level with the field of the coin. So while it is difficult to create embossed flat areas with sunken decorations using simple tools (c.f. *Fig. 4*), it is very easy to do so with a complex punch because the punch can be easily given a flat face just like a die. In Nuremberg the minting starts with the line style. The flat punch style starts with Friedrich I. (1152-1190) and gradually changes to the use of better-sculpted punches at the end of the 14th century, but it is difficult to define this exactly as the images are not fully minted. Experiments have been performed to copy coins of Nuremberg with both styles – Erlanger 9 and 74 (ERLANGER 1979) – to verify the die production (*Fig. 3*). For Erlanger 9, only one chisel and one bead punch were necessary. Although the chi-



Fig. 8: A very unevenly minted Bohemian groat (John I. from Luxembourg). As the cross and the surrounding area a higher profile than normal has the general image is most probably higher and normally not fully minted. – Ein sehr ungleichmäßig ausgeprägter Prager Groschen (Johann I. von Luxemburg). Da das Kreuz und die Umgebung ein deutlich höheres Profil hat als bei normal geprägten Groschen, ist davon auszugehen, dass allgemein das Bild im Stempel höher und normal nicht ausgeprägt ist.

sel was pointed, the lines look flat due to a minting weakness caused by the thin blank. For Erlanger 74, multiple complex punches were made: For the upper die (*Fig. 7,a*) a rosette punch and a lion punch, for the lower die (*Fig. 3,c*) a star punch and a big punch with two lions and a staff. That the image on the lower die from these types of pennies was a single punch was shown in (BRUESTLE 2012), although it differed a bit from the punch used in the experiment. The size of this big punch requires a lot of force to drive it into the die blank. Therefore it really makes sense that on genuine coins, the punching is not as deep as if using the lion punch.

Coin images where the usage of such a complex punch would have made life much easier is the Roman didrachm with incuse ROMA (*Fig. 4,a*) and denarius with incuse D.S.S (*Fig. 4,b*). The letters are thick and clumsy. The embossed field is also often without good straight edges. If they had used a punch for this, then the



Fig. 9: Beaded borders from Roman coins. Top from left to right: a) Denarius, 47/46 BC. Beads too far apart to interfere; b) Denarius, ca. 150; c) Denarius, 223. Bottom from left to right: Experimental beaded lines, d) Beads showing extreme D-effect because of missing precut line; e) Some D-effect with precut lines. – *Perlränder römischer Münzen. Oben, von links nach rechts: a) Denar, 47/46 v. Chr. Ohne Beeinflussung wegen zu großem Abstand; b) Denar, ca. 150; c) Denar, 223. Unten, von links nach rechts: Experimentelle Perllinien, d) Mit extremen Verformungen, da keine Linie vorab graviert wurde; e) Geringer D-Effekt mit einer vorgravierten Linie.*

field edges would have been straight and the letters could have the same fine style as their normal letters with the dots at the end of lines. A sample of the letter R is shown in Fig. 4,d. On the left it is in the normal style directly engraved into the die. On the right the same letter is engraved into a square punch, which has then been driven into the die. The result is very different from the Roman incuse lettering. Considering their difficulties to sculpt this without a punch, the engravers did a very good job. Thus it is obvious why the Romans did not continue using incuse lettering.

An example where an image is on the same coin as a positive and as a negative is shown in Fig. 5. Normal image and incuse images differ in style and form, so it was not just one die imprinted onto the other. On the impression, it can be seen that the field of the coin had to be removed while the border decoration and the man had to be left standing. The man on

the incuse side is coarser and has a flat surface somehow similar to the penny on the right in Fig. 3. The folds of the cloth are engraved on both sides into the die thereby having them projecting on the coin. The delicate spear is missing on the incuse side completely. Also the beaded circle has been changed to a wreath for easier engraving.

Designs with punches

The knowledge about punches and then their usage leads to certain image styles. Besides the flat picture punches shown above (Fig. 3,c-d) smaller punches can also be used to assemble a die image. Making such a punch is especially worthwhile when many dies shall be made or an element is used multiple times in an image, e.g. letters or the hair locks of the lion on the Bohemian groat (Fig. 8). So images with repeated features can lead to the production of punches and the wish



Fig. 10: Chisel marks on letters. Top from left to right: a) Tetrachm; b) Denarius; c) Solidus. Bottom from left to right: Experimental letters, d) Carefully chiseled P; e) Coarsely chiseled P; f) Coarsely chiseled O made in one turn. Ps and O showing steps, even in straight lines; g) O made with graver. Just a little scratching on the outside edge. – Meißelspuren bei Buchstaben. Oben, von links nach rechts: a) Tetrachme; b) Denar; c) Solidus. Unten, von links nach rechts: Experimentell gravierte Buchstaben, d) Sorgfältig gemeißeltes P; e) Grob gemeißeltes P; f) Grob gemeißeltes O. Ps und O zeigen Stufen; g) Mit Stichel graviertes O. Man sieht nur leichte Kratzer an der Außenkante.

for faster die creation or more uniform coins can lead to designs suitable for punches.

Because the image of a punch is mostly constant (including defects which can increase by usage) punches can be identified by comparing image parts on the same coin or on different coins from different dies. Letters can be made with a single punch or with multiple applications of one or more simpler punches. In the first case, the relative position of the parts of the letter must always be the same. In the second case the parts of the letter are moving relative to each other. However, comparing elements can be difficult because punches are not always driven into the die with the same depth and the coins are not struck equally well. The same punched element can have different sizes and slightly different forms on the coins.

Non-specific texture punches (matte punches) can be used to give an engraved tree a texture like small leaves or a roof

the texture of tiles. This is normally done by applying the punch multiple times over the area to be textured. On a well-minted coin, this can be identified by closely looking for repeating patterns. The images suitable for texture punches appear around 1700. Because of their fine and irregular structure, they are difficult to be identified on coins.

Tools marks of punches

Punches are driven into steel e.g. with a hammer and displace material to leave an impression of its image in the negative. The displaced material is moved to the side, depending on the form of the punch, more or less evenly to all directions. This can be seen on a coin as a depression around the image (as shown in Fig. 6), unless the die is not again ground for a flat field before minting what seems to be the normal case. However, not grinding away these distortions can make minting

of a thin coin blank easier. Even when the coin is weakly struck, the displaced material helps that the image remains visible. The use of a punch does not create stepping like when using a chisel. This characteristic was used in (VAN ARSDELL 1986) to distinguish original celtic coins from forgeries.

When punches with cavities are set into a flat surface, the cavity is filled less than when the punch was driven into the material, because the displaced material is flowing more to the outside of the punch than to the centre. When the lion punch (die in Fig. 7,a) was driven into the die blank as deep as on the coin, the space between the legs and head and tail were not filled very well. For this the punch had to be driven in further and then the superfluous metal removed. So this die did not show any metal displacement from the punch anymore. The result of punching with an experimental big punch is shown in Fig. 7,b. To get a line level with the die surface, part of the die surface would have to be removed.

After minting a dozen coins, a die that has not been hardened showed deformations in the field (Fig. 7,a), which can be confused with the metal displacement from a punch. The reason for this is the high force needed to mint this coin type with a hard silver alloy and a thin blank. This leads to high friction forces between blank and die, thereby greatly increasing the pressure on the dies.

Lines – straight and variably curved, e.g. the shield for a coat of arms – can be made with either big punches or after pre-engraving with short straight and differently curved short punches to achieve an even line appearance, which is a currently used technique (pers. comm. Alfred Brand). A general indication for punched lines is their flat face, which could have been chosen to match style with other flat faced elements like letters. However, a minting weakness can also be

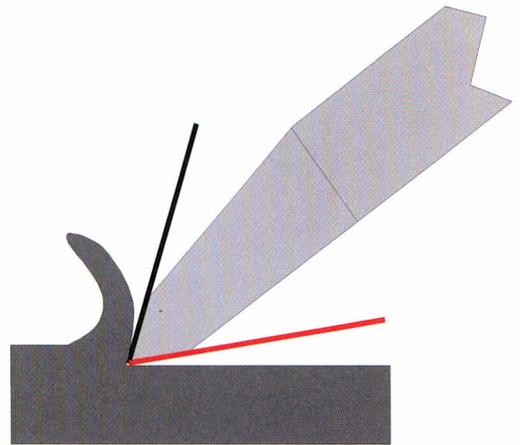


Fig. 11: Operation of the chisel or graver tip showing the formation of the bur. – Die Entstehung des Spans an der Meißel- oder Stichelspitze.

the reason for flat faces lines on a coin.

An indication for short punches is the visibility of the ends of the punch on the brinks of the line, as it happened in my experiments. The arm on one barbarous radiate is probably an extreme case of marks with this technique. Admittedly, I was not able to find other coins showing these marks and also the medals made by Alfred Brand do not show any. A better way to determine whether large or small punches are used is to compare the images of different coins, i.e. if the lines change or stay the same.

Beaded lines

Beaded borders are a special, but standard element of coin designs from Greek and Celtic times until now. The size of the beads matches about the size of the dots made by centre punches. The bead punch is examined first to see if the marks match these on coins.

Roman coins often show a precut line (Fig. 9,a-c). Its influence on the punching can be seen in Fig. 9,d-e. Without a line, all the material of a punched bead lying in the direction of the previous bead is displaced into that and leaves it greatly de-

formed. A precut line helps to position the punch and also removes the material between the beads. As a result, the deformation is reduced. If the line is too deep compared to the depth of the beads the line is still nastily visible at the top of the beads as seen on many Roman coins. This effect is to be called D-effect, because the deformed bead looks like a D. So the tool marks of the bead punch in the experimental sample and on the Roman coins clearly match.

Deformations on a coin can show the history of die production steps as the later punch impression displaces into the earlier one. It can tell us if e.g. the letters are punched before or after the beaded border as in Fig. 6.

Another possibility to make beaded lines is using a punch that has not a single but two beads or – in case of 17th/18th century coins – sticks. A double-bead punch is used to advance each stroke of a single bead by placing one bead into the previous one. This ensures an even spacing between the beads. A circle with an all around even spacing can be obtained by doing multiple rounds with light hammer blows. The punch synchronises itself for the full circle. When done well, this can hide a precut circle. The disadvantage of this method is the higher difficulty to make the tool and the increased time to make the circle. Clearly the Romans did not use such a tool. The coins from the 17th/18th

centuries with all around evenly spaced sticks on the edge do suggest the use of double-stick punches. However, many coins of that time still show the irregularity of a single stick punch with differently tilted sticks of varying distance.

Tool marks of the gravers and chisels

The graver and the chisel have a heel at the bottom (marked red in Fig. 11), which can make contact with the die where it should not. This is at the end of mostly short lines because of the limited space, e.g. at the stem of a letter, where the tool has to be moved away from the line ending (Fig. 10,e). Here the bottom of the tool can leave a needlelike mark. The heel of gravers can also scratch the die surface at the outside of narrow curved lines (Fig. 10,g). Chisels create more coarse marks (Fig. 10,d-f) because the chisel is not smoothly pushed but driven with hammer strokes. This creates steps in the line, which are most noticeable at the outside of curved lines, but can sometimes be seen even on straight lines (Fig. 10,d-f). They can be so prominent that they are still visible on coins from well-used dies.

The tip of the tool must be at a relatively obtuse angle (60-70°) for engraving steel – for softer metals like tin and copper smaller angles are used. Because of this steep angled tip, the chisel piles up material in front of it where the bur is formed



Fig. 12: Heights of letters and portraits. From left to right: a) Ancient radiate, Philippus I., ca. 245; b) Modern engraved radiate made by Franck-Weiby; c) High relief engraved with graver made by Franck-Weiby. – Profilhöhen von Buchstaben und Portraits. Von links nach rechts: a) Antiker Antoninian, Philippus I. 248; b) Modern graviertes Antoninian von Franck-Weiby; c) Hohes Relief graviert mit einem Stichel von Franck-Weiby.



Fig. 13: Serifs on roman coins. Top from left to right: a) N/V on denarius. Top right of the N is a light first strike of the triangle punch; b) T/V on denarius. Bottom from left to right: c) S/T from denarius. S has a double punch strike on the bottom serif. T shows very precise planes of a punch; d) S from radiate; e) Modern E/L with serifs made with a graver which form never a straight line (by Franck-Weiby). – Serifen römischer Münzen. Oben, von links nach rechts: a) N/V, Denar. Oben am N ein kleiner Abdruck einer Dreieckspunze; b) T/V, Denar. Unten, von links nach rechts: c) S/T, Denar. Am S links ein Doppelschlag einer Dreieckspunze. T zeigt deutliche Flächen der Dreieckspunze; d) S, Antoninian; e) Modern E/L mit einzeln gravierten Serifen. Diese zeigen niemals eine gerade Linie (Franck-Weiby).

(Fig. 11). When the bur is not ground off fully, it creates a depression on the coin in the form of a half circle, which can be confused with the mark of a punch. The difference to the punch mark is that it is only at the end of a line. This bur is formed much more intensely with the chisel than with the graver, because more material is moved in one step. The graver has to be used repeatedly to gain the same depth.

Although it is possible to remove much material by multiple passes, graver work is normally not as deeply engraved as chisel work. Fig. 12 shows angled views of a modern coin made in the style of a Roman Radiate coin with gravers (Fig. 12,b) and a genuine Roman radiate made with chisels (Fig. 12,a). The letters and image are much higher on the chiseled coin. But as Franck-Weiby has very well

proven with his engraved Athena's head in the style of the Corinthian stater (e.g. Calciati, Pegasi 11) that it is possible to make high profile coins with a graver if desired.

Common difficulties in determining tools

Not every coin shows tool marks and even when marks are present, they can sometimes be misleading. Reasons for this are:

High quality engraving

A skilled and careful engraver produces less visible tool marks. Most times he has well maintained tools and a smoother handling of a chisel or graver leaves less marks that, in addition, can be removed afterwards e.g. by tracing a line with a line punch. If punches are used, the displaced



Fig. 14: *Victoria on a denarius, Maximinus I., 235-238. Right detail. – Victoria auf einem Denar, Maximinus I., 235-238. Rechts im Detail.*

and piled up steel can be ground away to leave a flat die face.

Wear of the die

The wear of the die softens the image and removes fine marks. A good example for this are the often heavily used reverses of the third century AD roman coins. From usage, the field can also be deformed by the minting pressure. This is most likely to happen on thin coins made of hard alloys, e.g. coins like thin medieval pennies, because here the friction between the blank and the die causes a particularly high minting pressure. The sunken field on such a die can create the impression that material was displaced by punches. This can be seen in *Fig. 7,a* in front of the nose of the lion.

Double strikes

Striking an image multiple times slightly shifted (often seen on medieval coins struck with multiple hammer blows) usually obliterates any meaningful tool marks. Instead misleading artefacts could be created, thus such parts should be disregarded when analysing a coin.

Not fully struck coins

If a coin is not fully struck, the parts that did not touch the die are flat or rounded. This effect is difficult to determine and can be mistaken for the usage of flat faced

punches. In the medieval ages this is quite common. A sample is given in *Fig. 8*. A coin that is not fully struck can be identified by comparing multiple coins or better dies of the same type where the images are filled unequally.

Wear of the coin

The circulation of a coin softens the image and removes tool marks.

Corrosion

An even worse effect can have corrosion – most of all on copper coins. Even light corrosion can remove fine tool marks.

Effects of ageing

Especially silver coins can recrystallize. The coins get brittle and develop a grainy surface structure hiding tool marks.

Because of these influences the best coins to be examined for their die production are the best-preserved well-struck coins from good dies. However, also minting errors can help to identify die making techniques, e.g. off-centre strikes can show the die edge or tilted strikes can fully strike parts where normally the coin is nowhere fully struck (*Fig. 8*). A coin where a tilted strike proved to be useful to determine its production is the Aeginean stater (BRUESTLE 2010).

Example tool marks on ancient Roman coins

In this section, the tool characteristics discussed above are shown on Roman coins. The three main parts of the die image are the beaded border, the letters and the other images like the portrait and the reverse figures. These will be discussed in this order.

Letters

Two types of letters were used, which differ at the end of the lines: beads or serifs.

The very exceptional incuse letters have already been mentioned and are not discussed further. The beads have been used since the beginning of the first Roman hammered coins. At the time of Augustus, the larger coins start to bear serifs. STANNARD (2011) has already shown that letters were not punched because the form of the same letters on a single coin differ. Hence a graver or chisel has been used. The curves have a coarse stepping (*Fig. 10*) and the height of the letters is comparable to the letters on my chiseled Kitty medal shown in *Fig. 1*. This is a strong indication that the letters have been engraved with chisels.

The beaded end is easily made with a bead punch, the same as is used for the beaded borders. For the serifs, the bead punch was replaced with a triangle punch, narrow at the beginning and getting wider later on to form long serifs. The small, narrow serifs could have also been made by using the chisel as a punch. For the other serifs, a dedicated punch had to be used. *Fig. 13,a-d* shows some sample letters with serifs from different times. As can be seen, both serif sides on a line ending form always a straight line, which would not be the case if the serifs were cut from both sides (*Fig. 13,e*). Sometimes the separation from the line and also the clear planes of the punch can be seen. Evidence for the engraving of serifs with a chisel have not been found.

Images

When looking at portraits, figures and other types of images, the frequent usage of the bead punch can be observed, e.g. for knee, eye, breast and nipple of Victoria on the denarius shown in *Fig. 14*. As a very rare case – in fact this Victoria is the only case where I have ever seen this – the texture of her wings has also been made by punching. The form indicates that perhaps the tip of the chisel has been used.

Otherwise these types of images are very much based on freely flowing lines as the folds on Victoria's clothes, the arms and legs or the palm branch. These are all very likely made with chisels (pointy as in the case of the branch and rounded for the arms). So on this type of image we see mostly chisel work, punched beads and extremely rarely also other punch work.

The portraits have a large main part and some lines forming nose, eyelids, hair and ear. The lines are very easily made using a chisel. A modern engraver would also make the large part of the relatively flat head with chisels and clean it up by scraping. However, at least large parts of the portrait could have also been punched. The forgers of this time knew about punching and made transfer dies. Thus also the Roman mint officials must have been aware of this possibility. STANNARD (2011) argues very well against the use of image punches by the mint officials. I have also found no evidence for their usage and even the Roman coins with portraits of the emperor on both sides show significant differences in parts that could have easily been punched.

Summary

In this article the old tools were defined and categorized and their properties and possibilities were shown. The tool marks were compared to experimentally produced new dies to verify the assumptions about die engraving. Also the difference of working in the positive and the negative image was described. This fundamental analysis was then applied to Roman coins to get more understanding of die engraving.

Literature

VAN ARSDELL, R. D. 1986: The Forgery of the "Haslemere Hoard". British Numisma-

tic Trade Association. Special Publication 1. London 1986.

BAUER, O., VOLLENBRUCK O. 1925: Temperaturgrenzen der Bildsamkeit von Bronze mit 20% Zinn. Die Naturwissenschaften 49/50, 1925, 1030-1031.

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

BRUESTLE, M. 2010: Incuse Praegung bei Aeginetischen Stateren. Geldgeschichtliche Nachrichten, 252, 2010, 316-317.

BRUESTLE, M. 2012: Über die gemeinsame Verwendung von Punzen und Stempeln im Raum Nürnberg-Eger-Regensburg im 13. Jahrhundert. Jahrbuch für Numismatik und Geldgeschichte 2012, 62, 231-243.

CASSON, S. 1938: The Technique of Greek Coin Dies. Transactions of the International Numismatic Congress 1938, June 30 - July 3, 40-52.

COOPER, D. R. 1988: The Art and Craft of Coinmaking – A History of Minting Technology. London 1988.

CRAWFORD, M. H. 1974: Roman Republican coinage. London 1974.

ERLANGER, H. J. 1979: Die Reichsmünzstätte in Nürnberg. Nürnberger Forschungen 22. Nürnberg 1979.

HILL, G. F. 1922: Ancient methods of coining. The Numismatic Chronicle, 5th series II, 1922, 1-42.

KLEEB, A. A. 1982: Ancient Minting Practices. Journal of the Society for Ancient Numismatists, Vol. XIII No. 3, 1982, 44-47/54.

KLEEB, A. A. 1984: Ancient Minting Practices. Journal of the Society for Ancient Numismatists, Vol. XV No. 2, 1984, 33-34.

KÜHN, W. 1989: Wurden bereits um 1450 Münzstempel im Senkverfahren hergestellt? Numismatisches Nachrichtenblatt 38, 1989, 108-111.

SCHWABACHER, W. 1958: Zu den Herstellungsmethoden der griechischen Münzstempel. Schweizer Münzblätter 8, 1958, 57-63.

SCHWABACHER, W. 1965: Zur Prägetechnik und Deutung der inkusen Münzen Großgriechenlands. Congresso internazionale di numismatica, Roma 1961. Vol. II. Rom 1965, 107-116.

SCHWABACHER, W. 1966: The Production of Hubs reconsidered. Numismatic Chronicle, 7th Series, Vol. VI, 1966, 41-45.

SCHWARZ, H. 2000: Die Herstellung von Münzbildern: Einsichten in die Stempelproduktion kaiserzeitlicher Stadtmünzen anhand tyranitischer Prägungen. In: D. Berges, J. Nollé (eds.), Tyana: archäologisch-historische Untersuchungen zum südwestlichen Kappadokien. Inschriften griechischer Städte aus Kleinasien – Teil II, 55,2. Bonn 2000, 343-356.

SEABY, H. A.: Standard Catalogue of British Coins. London, var. years.

SELLWOOD, D. G. 1962: Medieval Minting Techniques. British Numismatic Journal, 31, 1962, 57-65.

SELLWOOD, D. G. 1963: Experiments in Greek Minting Technique. Numismatic Chronicle, 7th Series, Vol. III, 1963, 217-231.

STANNARD, C. 2011: Evaluating the monetary supply: Were dies reproduced mechanically in antiquity?. In: F. de Callatay (ed.), Quantifying monetary supplies in greco-roman times. Edipuglia 2011, 59-79.

Picture credit
All figures: M. Bruestle.

Author
Matthias Bruestle
Siegertsbuehl 9
91077 Grossenbuch
Germany

Puls meets Fast Food Generation

Hannes Lehar

Summary – Puls meets fast food generation. In movies and historical novels lavish feast and binges of the upper ten-thousand in ancient Rome are often depicted, during which most exotic foods and drinks are served. The cook-book of Apicius passed down many elaborate recipes. But was this the reality in the Roman Empire? What did the normal Romans eat in everyday life, what the legionnaires eat on their raids?

Until the Augustan times, their main diet consisted of grain pulp – called puls – with different ingredients. Then for the majority of the population, in many cases, bread took its place as a staple food. For soldiers, it was the *panis militaris*, but puls stayed in use alongside it. For gladiators their special puls made from barley and beans apparently stayed in use as a staple food.

Initially the author was merely curious how such a puls – a pretty simple food – might taste. Together with three doctoral candidates, first cooking attempts were started. It turned out that a deeper delving into this subject matter was necessary, and the ladies subsequently engaged in an in-depth. What passed down recipes exist, which ingredients were used, which foods in use today match the ones used back then, what is the best way of preparation etc.? The result of their research and the repeated cooking attempts were for us surprisingly delicious pulps.

To enable a broader judgment, it was decided to test the reaction of a broader audience with different kinds of puls and to gather people's opinion with a questionnaire during the "Lange Nacht der Forschung" in the Center for Ancient Cultures of the University Innsbruck.

The tested kinds of puls and the reaction of the visitors to it make up the content of this article.

Keywords: Puls, roman pulp, grain pulp, diet of the Romans, everyday food in Rome

Schlagworte: Puls, Römischer Brei, Getreidebrei, Ernährung der Römer, Alltagsessen in Rom

In Filmen und historischen Romanen werden meist tolle Gastmähler und Gelage der Oberen Zehntausend im alten Rom geschildert, bei denen die exotischsten Speisen und Getränke gereicht werden. Das Kochbuch des Apicius überliefert vie-

le raffinierte Rezepte. Aber war das die Realität im Römischen Reich (WEEBER 1995, 162)? Was haben die normalen Römer im Alltag, was die Legionäre auf ihren Kriegszügen gegessen?

Ihre hauptsächliche Nahrung waren bis in

die augusteische Zeit Getreidebreie – puls genannt – mit verschiedenen Zutaten (Plin. nat., 18,84; SCHWARZ 1995, 55; WEEBER 1995, 9; 162). Die puls war ursprünglich ein Brei aus gestampftem Emmer (Plin. nat., 18,83) und Wasser, der, je nach Wunsch, zu dünnflüssiger bis dicker Konsistenz eingekocht wurde (ANDRÉ 2013, 51). Die Kenntnis weiterer Getreidearten führte dazu, dass man die puls auch aus diesen herstellte und außerdem durch die Zugabe von Gewürzen, Gemüse, Olivenöl, Fisch und Fleisch verschiedenste Eintopfgerichte zubereitete (SCHWARZ 1995, 55).

Dann trat für den Großteil der Bevölkerung vielfach Brot an seine Stelle als Grundnahrungsmittel (ANDRÉ 2013, 51; WEEBER 1995, 67). Bei den Soldaten war es das panis militaris, die puls blieb aber, vor allem auf dem Marsch, daneben in Verwendung. Für die Gladiatoren blieb offenbar deren spezielle puls aus Gerste und Bohnen weiterhin als Hauptnahrungsmittel in Gebrauch (archäologie online 2014).

Zunächst bestand bei dem Verfasser nur die Neugierde, wie so eine puls – ein doch recht einfaches Nahrungsmittel – schmeckt. Zusammen mit drei engagierten Doktorandinnen (Seniorstudentinnen – gestandene Hausfrauen: Danke an Margot Biebl, Ingrid Hanspeter, Ulrike Wiedner) wurden erste Kochversuche gestartet.

Es stellte sich heraus, dass ein tieferes Eintauchen in dieses Thema notwendig war, und die Damen beschäftigten sich in der Folge eingehend damit. Welche überlieferten Rezepte gibt es, welche Zutaten wurden verwendet, welche heute verfügbaren Lebensmittel entsprechen den damals verwendeten, wie kann die Zubereitung am Besten erfolgen etc.? Das Ergebnis ihrer Forschungen und der wiederholten Kochversuche waren für uns erstaunlich wohlschmeckende Breie.

Um eine breitere Beurteilung zu ermögli-

chen, wurde beschlossen, im Rahmen der „Langen Nacht der Forschung 2016“ im Zentrum für alte Kulturen der Universität Innsbruck mit verschiedenen Pulssorten die Reaktion eines breiteren Publikums zu testen und mittels Fragebogen dessen Meinungen zu erheben. Die getesteten puls-Arten und die Reaktion der Besucher darauf sind Inhalt des Beitrags. Aus den vielen Getreidesorten (ANDRÉ 2013, 42-46; JUNKELMANN 1997, 101-109; Plin. nat., 18,49-96), die den Römern bekannt waren, wurden vier ausgewählt: Gerste (*hordeum*), Hirse (*panicum miliaecum*), Emmer (*triticum dicoccum*) und Dinkel (*triticum spelta*). Jeder Getreidebrei wurde durch Beigabe von verschiedenen Zutaten zu einem speziellen Eintopfgericht, das ziemlich dick eingekocht wurde, um es leichter in kleinen Kostproben verteilen zu können.

Es konnte, mit Ausnahme der Süßspeise, kein antikes Rezept eins zu eins nachgekocht werden, denn für die einfache römische Küche sind kaum detaillierte Rezepte überliefert. Aber aus den Kenntnissen, die die Köchinnen aus der antiken und der modernen Literatur zusammen mit den vielen Ergebnissen der archäologischen Forschungen gewonnen haben, sind sie überzeugt, dennoch dem Essen des einfachen Römers nahe gekommen zu sein.

Eine vollständige Übereinstimmung ist allerdings nicht erreichbar, weil wir die Mengen der Zutaten und vor allem die der Gewürze, selbst wenn es einmal ein Rezept gibt, mangels diesbezüglicher Angaben nicht kennen. Die Zubereitung konnte daher nur nach unserem heutigen Geschmack empfinden erfolgen, das wahrscheinlich nicht immer dem der Römer entspricht.

Puls fabata – Essen für Gladiatoren

50 g Gerstengraupen
25 g getrocknete Bohnen

2 EL (25 ml) Olivenöl
1 (60 g) Frühlingszwiebel
Meersalz, Korianderpulver

Graupen und Bohnen mehrere Stunden in Wasser einweichen. Zwiebel würfelig schneiden und in Olivenöl anrösten, Graupen und Bohnen (Einweichwasser vorher abgießen) dazugeben, mit frischem Wasser aufgießen, mit Salz und Koriander würzen und bei niedriger Temperatur zu einem dickflüssigen Brei kochen.

Das Rezept ergibt eine große Portion (Abb. 1).

Nährwert dieser Portion: ca. 1871 kJ/452 kcal. (Richtwert für den Tagesbedarf eines Erwachsenen je nach Tätigkeit: 2000-3000 kcal).

Die Grundlage zu diesem Rezept ist JUNKELMANN (1997, 194), der es auf Basis von Plinius und Macrobius erstellt hat, entnommen. Da es das Gericht der Gladiatoren werden sollte, wurde der im Rezept von Junkelmann zugegebene Speck weggelassen, denn nach neueren Forschungen ernährten sich Gladiatoren hauptsächlich vegetarisch (archäologie online 2014).

1993 wurde in Ephesos ein Gladiatorenfriedhof freigelegt. Unter der Leitung des Wiener Anthropologen Großschmidt wurden die Knochen der 70 aufgefundenen Skelette chemisch analysiert und man stieß dabei auf hohe Strontium- und niedrige Zinkwerte. Diese Werte sind ein Hinweis auf eine vegetarische Ernährung (spiegel.de 2016). Die Untersuchungsergebnisse passen zu den historischen Berichten, nach denen die Gladiatoren eine eigene Kost bekamen, die aus Bohnen und Gerste bestand (archäologie-online 2014). Durch diese deftige Kost sollten die Gladiatoren stark und fett werden. Großschmidt nimmt an, dass die angesetzte Fettschicht Nerven und Blutgefäße bei Schnittverletzungen schützte.



Abb. 1: Grundmaterialien und fertige puls fabata. – Raw ingredients and finished puls fabata.

Für diese puls fabata wurden Gerstengraupen und rote Bohnen verwendet, damit die Speise auch optisch ansprechend wirkt. Die Römer kannten vor allem die Feld- oder Saubohne (*vicia faba*), die ein wichtiges Grundnahrungsmittel war (ANDRÉ 2013, 31; 217, Anm. 290). Bohnen wurden zu Brei verkocht, aber auch zu Mehl gemahlen, das man zum Brotbacken verwendete (Plin. nat., 18,117). Bei religiösen Handlungen galt Bohnenbrei als ein würdiges Opfer (Plin. nat., 18,118; Macr. Sat., 1.12,33). Bohnen sind reich an pflanzlichem Eiweiß; sie wurden von den armen Leuten und all jenen gegessen, die schwere körperliche Arbeit leisten mussten, so auch von den Gladiatoren (ANDRÉ 2013, 31).

Galen, der sowohl in Pergamon als auch später in Rom Gladiatoren ärztlich betreute (RÜTTEN 1997, 272), berichtet, dass diese jeden Tag, an dem sie ihre Kondition aufbauen mussten, ein Gericht aus Gerstengraupen und Bohnen zu essen bekamen (Gal. Alim. Fac., 1,19,1).

Die Römer haben möglicherweise die Zwiebel nicht (oder nicht immer) – wie im Versuch – zuerst in Öl angeröstet und dann erst die anderen Zutaten dazu gemischt. Es wäre auch denkbar, dass man alles gleichzeitig in den Topf gegeben und die puls fabata so gekocht hat.

Puls aus Hirse mit Mangold – Essen für einfache Leute

50 g Hirse
1 (60 g) Frühlingszwiebel
3 Knoblauchzehen
2 EL (25 ml) Olivenöl
100 g Mangold
Meersalz

Zwiebel, Knoblauch und Mangold zerkleinern und in Olivenöl anrösten, Hirse dazugeben, mit Wasser aufgießen, mit Salz würzen und bei niedriger Temperatur zu einem dicken Brei verkochen.

Das Rezept ergibt eine große Portion (Abb. 2).

Nährwert dieser Portion: ca. 1594 kJ/385 kcal. (Richtwert für den Tagesbedarf eines Erwachsenen je nach Tätigkeit: 2000-3000 kcal)



Abb. 2: Grundmaterial und fertige puls für einfache Leute. – Raw ingredients and finished puls for common people.

Hirse wurde von den Bauern häufig für die Zubereitung von Brei verwendet (ANDRÉ 2013, 44). Nach Strabon hält Hirse längere Trockenzeiten aus und stand daher auch noch in Notzeiten zur Verfügung (ANDRÉ 2013, 220 Anm. 38; Strab. 5,1,12). Weißer Mangold (*beta candida*) war ein beliebtes Gemüse, das nach Plinius (Plin. nat. 19,123) im Frühling, im Juni und im Herbst ausgesät wurde und so das ganze

Jahr zur Verfügung stand. Mangold wurde meist als Zutat in anderen Gerichten verwendet (ANDRÉ 2013, 28; 215 Anm. 211).

Puls aus Emmer mit verschiedenem Gemüse – Essen für Legionäre

Vor allem auf dem Marsch, aber auch im Standlager (JUNKELMANN 1997, 128-129):

50 g Emmer, grob gemahlen/geschrotet
1 (70 g) Zwiebel
50 g Selchspeck
1 EL (12 ml) Olivenöl
Meersalz

je 15 g Karotten, Petersilienwurzel, Pastinaken, gelbe Rüben, Knollensellerie, Porree

Zwiebel und Selchspeck klein schneiden und in Olivenöl anrösten, mit würfelig geschnittenem Gemüse kurz weiterrösten, Emmer dazugeben, mit Wasser aufgießen, mit Salz würzen und bei niedriger Temperatur zu einem dicken Eintopf verkochen (Abb. 3).

Das Rezept ergibt eine große Portion.

Nährwert dieser Portion: ca. 2271 kJ/561 kcal. (Richtwert für den Tagesbedarf eines Erwachsenen je nach Tätigkeit: 2000-3000 kcal).



Abb. 3: Grundmaterial und fertige puls für Legionäre. – Raw ingredients and finished puls for legionnaires.

Im römischen Heer musste der einfache Soldat sein Essen selbst zubereiten. Er besaß dazu sein eigenes Geschirr. Er lebte und wirtschaftete mit sieben weiteren Kameraden in einem contubernium, das auch über eine kleine Handmühle verfügte. Im Standlager bestand die Unterkunft eines contuberniums aus einem überdachten Vorplatz, einem Vorraum, in dem die Waffen verwahrt wurden und einem Wohnraum, in dem sich auch die Betten befanden und eine Feuerstelle (JUNKELMANN 1997, 96), auf der gekocht wurde. Die erwähnte Handmühle für acht Mann war nur klein und konnte daher Getreide nicht so fein mahlen wie die großen Mühlen, die sonst gewerblich verwendet wurden. Aus diesem Grund wurde der Emmer für den Versuch ebenfalls nur grob gemahlen.

Den Soldaten wurden Grundnahrungsmittel zugeteilt, deren Empfang sie bestätigen mussten. In Ägypten fand man solche Empfangsbestätigungen aus der Zeit Marc Aurels. Es sind Tonscherben erhalten, auf die z. B. geschrieben ist, dass ein Soldat Linsen, Salz und anderes mehr erhalten hat (JUNKELMANN 1997, 31). Außerdem bestand die Gelegenheit, weitere Nahrungsmittel, wie z. B. Gemüse, aus den das Lager umgebenden vici oder der canabae legionis zu erwerben.

Die Herstellung von geräuchertem Speck oder Selchfleisch war in der Antike bekannt. Man konnte so Frischfleisch für längere Zeit haltbar machen. Die einfachste Art war es, das Fleisch einzusalzen, um es haltbar zu machen. Aber auch Räuchern war gebräuchlich. Für das Militär war gepökelt und dann geräuchertes Schweinefleisch am meisten in Verwendung (JUNKELMANN 1997,163), es „gehörte zur Standardverpflegung der Soldaten“ (JUNKELMANN 1997, 150). Einen sehr aufwändigen Vorgang zur Herstellung schildert Cato (Cato agr. 162), nämlich die Haltbarmachung des Fleisches auf puteolanische Art. Die Fleischstücke werden je-

weils eingesalzen und übereinander in ein Fass gelegt. Die oberste Schicht wird mit Salz bedeckt. Nach fünf Tagen wird der Inhalt des Fasses in umgekehrter Reihenfolge wieder in das Fass geschichtet. Nach 12 Tagen wird das Fleisch aus dem Fass geholt, vom Salz befreit und zwei Tage in den Wind gehängt. Dann wird das Fleisch abgewischt, mit Öl bestrichen und zwei Tage in den Rauch gehängt. Danach wird es nochmals mit einem Gemisch aus Öl und Essig bestrichen und in der Fleischkammer aufbewahrt. Dieser Speck war wegen der kurzen Trocken- und Räucherzeit vermutlich weicher als heute üblich (entspricht vermutlich dem oberösterreichischen Selchspeck), aber wegen des gründlichen Einsalzens gut haltbar. Auch Columella gibt eine ausführliche Anleitung für das Einsalzen und Räuchern von Fleisch (JUNKELMANN 1997,163).

Im Versuch wurde aus den oben angeführten Gründen die puls aus grob gemahlenem Emmer mit Selchspeck und viel Wurzelgemüse zu einem schmackhaften Eintopf verkocht.

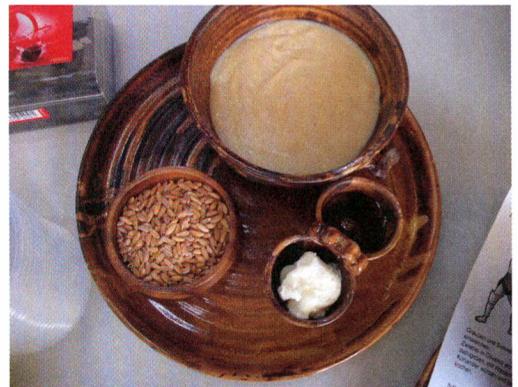


Abb. 4: Grundmaterialien und fertige puls punica. – Raw ingredients and finished puls punica.

Puls Punica (verfeinert) – eine Süßspeise

50 g Dinkelgries
150 g Topfen (20%)
1 Eigelb

25 g Honig
20 dl Milch
(1 Prise Salz)

Alle Zutaten gut vermischen und unter Zugabe von Wasser bei niedriger Temperatur zu einem dickflüssigen Brei einkochen (Abb. 4).

Nährwert dieser Portion: ca. 1612 kJ/385 kcal (Richtwert für den Tagesbedarf eines Erwachsenen je nach Tätigkeit: 2000-3000 kcal)

Basis war Catos (Cato agr. 85) Rezept für eine Puls Punica:

„*Pulter Punicam sic coquito*

Libram alicae in aquam indito; facito uti bene madeat. Id infundito in alveum purum, eo casei recentis p(ondo) III, mellis p(ondo) s(emissem), ovum unum; omnia permisceto bene. Ita insipito in aulam novam.“

„Punischen Brei koche so

Schütte ein Pfund (= 326 g) Graupen in Wasser; laß sie schön weich werden. Das gieße in einen reinen Trog, dazu 3 Pfund (= 978 g) frischen Käse, ½ Pfund (= 163 g) Honig (und) ein Ei; rühre alles gut zusammen. So schütte es in einen neuen Topf.“ (wahrscheinlich um es zu kochen).

Das Verhältnis 1:3:½ der Zutaten von Graupen:Käse:Honig wurde bei dem Versuch beibehalten. Allerdings wurde die puls etwas verfeinert: statt der Graupen wurde Dinkelgrieß verwendet, der in Milch aufgequollen war, und vom Ei wurde nur der Dotter eingerührt.

Cato verwendet Frischkäse (caseus recens) in seinem Rezept. Die Römer stellten Käse aus ungekochter frischer Milch her, der sie verschiedene Fermente wie Feigensaft oder Lab aus dem Labmagen junger Lämmer oder Zicklein beifügten, damit die Milch sauer wurde (ANDRÉ 2013, 133). Der durch die Gerinnung der Milch gewonnene Käse wurde abgeschöpft und in Käseformen gelegt. Dieser caseus re-



Abb. 5: Die „puls-Station“ vor dem großen Andrang. – The “puls-station“ before the big rush.



Abb. 6: Publikumstest. – Audience test.

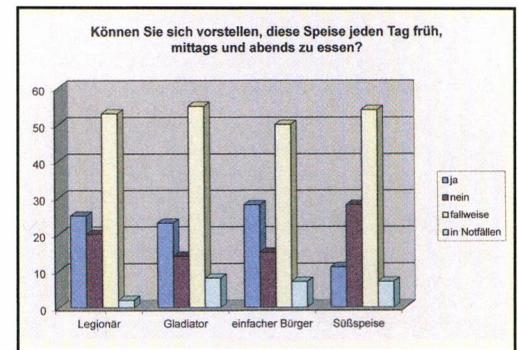
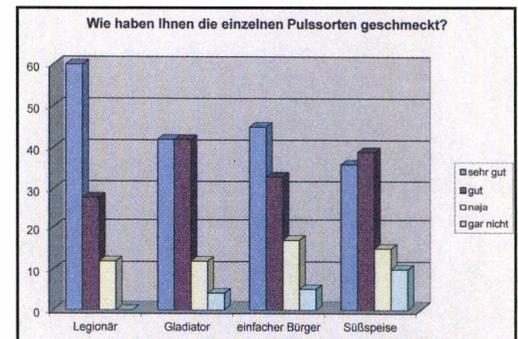
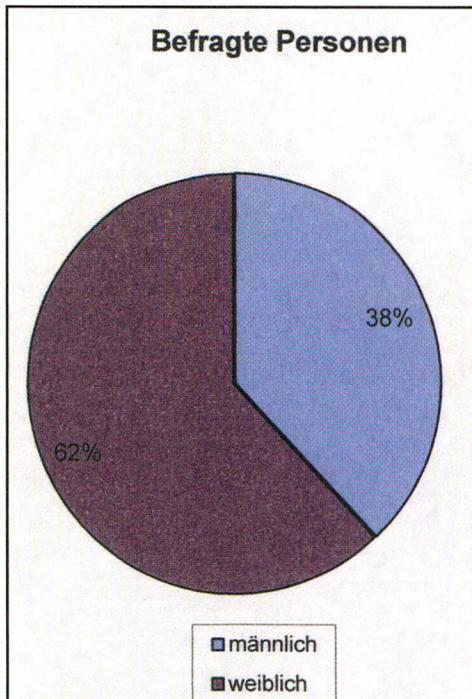
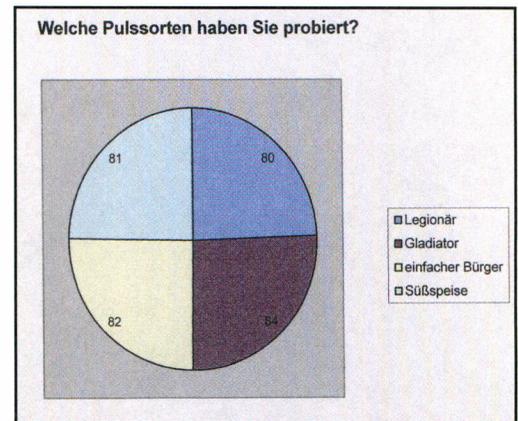
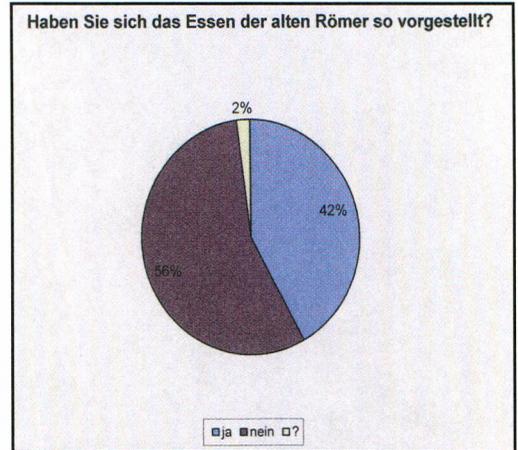


Abb. 7: Publikumsbefragung mit einheitlichem Fragebogen. – Survey of the audience with standardized questionnaire.

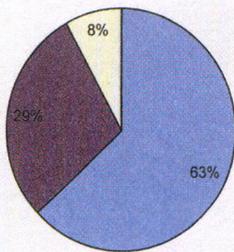
cens wurde entweder gleich verwendet oder für die Haltbarmachung weiter bear-

beitet. Man legte ihn z. B. in Salzlake oder räucherte ihn. Bei Columella findet sich eine ausführliche Anleitung zur Käseherstellung (Colum. VII, VIII, 1-7). Gemäß dieser Beschreibung wurde für diesen Brei Topfen (Quark) gewählt, der von der Herstellung her am ehesten dem caseus recens entspricht.

Am 13.4.2016 war es dann so weit: Im Rahmen der „Langen Nacht der Forschung 2016“ konnten sich die Besucher des Zentrums für alte Kulturen nicht nur über die Ernährungsgewohnheiten der alten Römer informieren, sie konnten auch die vier beschriebenen puls-Arten kosten (Abb. 5-6). Anschließend wurden sie anhand eines Fragebogens über ihre Meinung zu dieser Kost befragt (Abb. 7). Das Ergebnis wurde zusammengefasst und versucht, es graphisch darzustellen. Hier fällt auf, dass die Verpflegung des Legionärs am besten abschnitt. Vermutlich lag es daran, dass es die einzige Speise mit Fleisch (Selchspeck) war. Außerdem wurde sie speziell von Männern positiv bewertet.



Glauben Sie, dass diese Art der Ernährung gesund war?



Überraschend war, dass die Süßspeise relativ schlecht abschnitt. Der Grund dürfte am Süßstoff liegen. Wir sind heute Zucker gewöhnt, den die Römer – wenn überhaupt – nur als teuer importiertes Arzneimittel kannten (JUNKELMANN 1997, 149). Der statt dessen von den Römern bei vielen Gerichten zum Süßen oder Verfeinern verwendete Honig (siehe Apic., viele Rezepte) ergibt einen für uns eher ungewohnten Beigeschmack.

Zusammenfassend kann man wohl sagen, dass die puls-Gerichte – wenn sie so sorgfältig wie bei diesem Experiment zubereitet werden – auch für unseren heutigen Geschmack wohlschmeckend und durchaus akzeptabel sind.

Vielleicht finden wir sie eines Tages auch als Spezialität auf der Speisekarte eines Restaurants?

Quellen

Apicius, M. G., *De re coquinaria* – Über die Kochkunst. Übersetzung R. Maier. Stuttgart 1991.

Cato, M. P., *De agricultura* – Über die Landwirtschaft. Übersetzung P. Thiel-scher. Berlin 1963.

Columella, L. J. M., *De re rustica*. Übersetzung E. S. Forster, E. H. Heffner. London 1954.

Galenos, A., *De alimentorum facultatibus* 6. Übersetzung M. Grant. London 2005.

Macrobius, A. T., *Saturnalia*. Übersetzung Otto und Eva Schönberg. Würzburg 2008.
Plinius, C. S., *Naturalis historia*. Übersetzung G. C. Wittstein. Wiesbaden 2007.
Strabo, *Geographica*. Übersetzung A. Forbiger. Wiesbaden 2005.

Literatur

ANDRÉ, J. 2013: Essen und Trinken im alten Rom. Stuttgart 2013.

JUNKELMANN, M. 1997: *Panis Militaris*. Mainz 1997.

RÜTTEN, T. 1997: Galen. In: O. Schütze (Hrsg.), *Metzler Lexikon antiker Autoren*. Stuttgart 1997.

SCHWARZ, I. 1995: *Diaita – Ernährung der Griechen und Römer im Klassischen Altertum*. Innsbruck 1995.

WEEBER, K. W. 1995: *Alltag im alten Rom*. Zürich 1995.

Internetquellen

archäologie-online 2014: <<http://www.archaeologie-online.de/magazin/nachrichte/n/die-ernaehrungsgewohnheiten-roemischer-gladiatoren-32062/>> (21.2.2016).

spiegel.de 2016: <<http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/schutz-durch-speck-gladiatoren-waren-fette-vegetarier-a-288792.html>> (16.3.2016).

Abbildungsnachweis

1-3, 5-7: Hannes Lehar

4: Ulrike Wiedner

Statistik Graphik: Angelika Lehar

Autor

Mag. Dr. Hannes Lehar

Universität Innsbruck, Institut für Archäologien

Österreich

hannes.lehar@aon.at

Zur Herstellung römischer Rippenschalen Resultate aus dem Borg Furnace Project 2015

Frank Wiesenberg

Summary – Making Roman Ribbed Bowls. *Although many finds are known, the manufacturing techniques for Roman ribbed bowls continue to be discussed today. Several tool marks are easily noticed on this type of vessel, known as Isings 3a and 3b, “shallow and deep pillar-moulded bowls”. Because written sources and pictures of their making process are lacking, the tool-marks and the general characteristics of these vessels are the only sources of information concerning their fabrication process.*

The technique of making ribbed bowls by pinching and slumping, as suggested by Mark Taylor and David Hill, is discussed as an example of research into ancient crafts techniques. For mosaic ribbed bowls, a disk of glass mosaic pieces is fused together inside a furnace at a temperature above 1000°C. For monochrome ribbed bowls, a simple glass disk is shaped. The ribs are pinched into this flat disk by either a special pair of pincers, or perhaps two pointing trowels. Within the furnace, the disk is slumped over a hemispherical mould. After being removed from the cooling oven (lehr), the inner surface and the outer area below the rim are ground and polished to remove traces of the slumping form material, and reduce visible tool marks.

This manufacturing technique was demonstrated during the “Borg Furnace Project 2015” by Mark Taylor, David Hill, François Arnaud, Torsten Röttsch and Frank Wiesenberg, using the reconstructed Roman glass workshop at the Archaeological Park Roman Villa Borg (Perl-Borg, Germany). The tool-marks caused by this method of making are identical to the tool marks evident on Roman ribbed bowls.

Keywords: Ribbed bowl, pillar moulded bowl, pinching, slumping, experimental archaeology, reconstruction, glass furnace project, manufacturing technique, glassmaking, glassmaker, Roman

Schlagworte: Rippenschale, Einkneifen, Absenken, Experimentelle Archäologie, Rekonstruktion, Glasofenprojekt, Herstellungstechnik, Glasverarbeitung, Glasmacher, römisch

Einleitung

Obwohl zahlreiche Fundstücke vorliegen, kursieren bezüglich der Herstellungstechnik von römischen Rippenschalen heute noch verschiedene Theorien. Da sowohl

literarische Quellen als auch Abbildungen mit Hinweisen zur Herstellungsart dieser als Isings 3a und 3b (Abb. 1; im Englischen shallow bzw. deep pillar-moulded bowl) bekannten Gefäßart fehlen, bieten nur die typischen Merkmale und die oft-

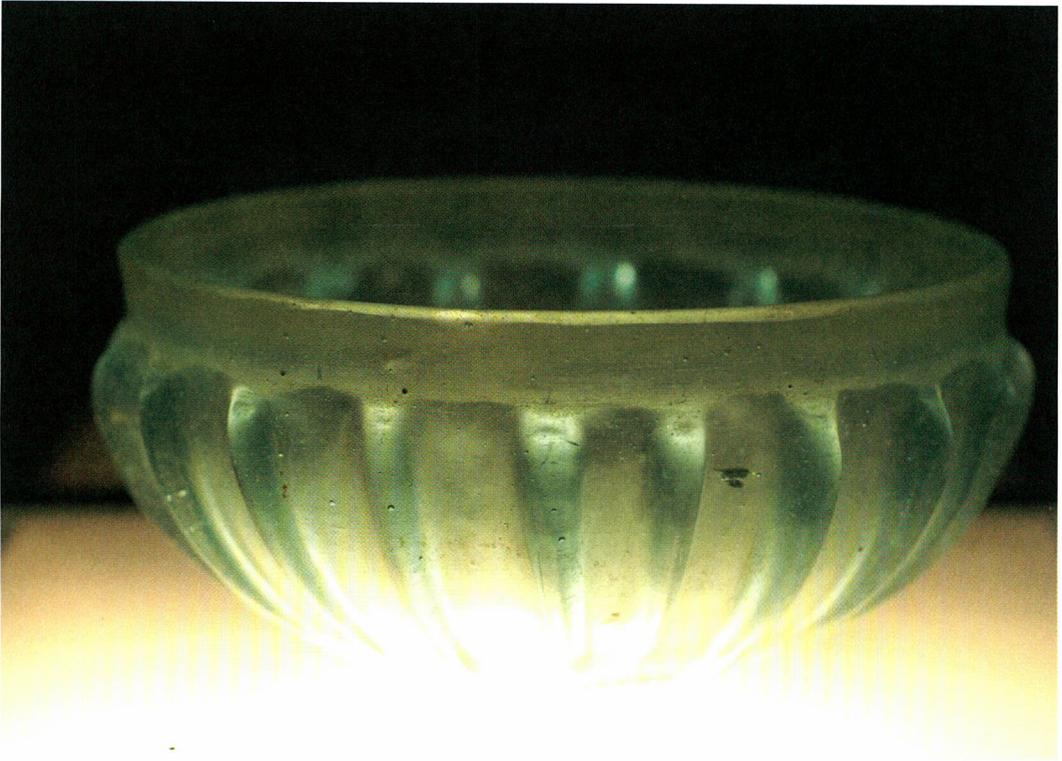


Abb. 1: Naturfarbene Rippenschale im Clemens Sels Museum Neuss. – Natural coloured ribbed bowl (pillar moulded bowl) as on display in the Clemens Sels Museum Neuss.

mals deutlich sichtbaren Werkzeugspuren Informationen über die Herstellungstechnik.

Exemplarisch für die Vorgehensweise bei der Erforschung antiker Handwerkstechniken wird folgend die von Mark Taylor und David Hill vorgeschlagene Herstellungsweise von Rippenschalen durch Einkneifen und Absenken gezeigt. Diese Herstellungsweise konnte während des „Borg Furnace Projects 2015“ von Mark Taylor, David Hill, François Arnaud, Torsten Röttsch und Frank Wiesenberg in der nach römischem Vorbild rekonstruierten Glashütte im Archäologiepark Römische Villa Borg (Perl-Borg, Deutschland) nachvollzogen und dokumentiert werden.

Eine ausführliche Vorstellung aller Details dieser Gefäßart muss hier aus Platzgründen leider unterbleiben. Die nächste in der Reihe „Experimentelle Archäologie:

Studien zur römischen Glastechnik“ / „ARCHEOglas“ des Archäologieparks Römische Villa Borg folgende Publikation wird sich unter anderem genau dieser Thematik und auch der Diskussion alternativer Vorschläge zur Herstellungsweise von Rippenschalen widmen.

Indizienbeweis

Der Vorstellung der typischen Merkmale von Rippenschalen und der Schilderung ihrer Herstellung durch Einkneifen und Absenken sollte noch eine theoretische Überlegung vorausgeschickt werden. Ähnlich der Voraussetzungen bei heutigen Indizienprozessen fehlen für die Erforschung von antiken Herstellungstechniken in der Regel die entsprechenden Zeugenaussagen. Bildliche und schriftliche Hinweise fehlen im Fall der hier betrachteten Rippenschalen ebenfalls.

Also können nur die Objekte selber verwertbare Informationen über ihre Herstellungsweise liefern. Hierfür sind alle Details, typischen Merkmale und insbesondere Werkzeugspuren relevant. Im Fall der Rippenschalen liegen zahlreiche Funde von einfarbigen, aber auch von mehrfarbigen Mosaik-Rippenschalen vor. Da aufgrund der ansonsten vollständig identischen Merkmale der monochromen und polychromen Rippenschalen keinerlei Grund für die gegenteilige Annahme vorliegt, ist davon auszugehen, dass beide Varianten in der in wesentlichen Punkten gleichen Technik gefertigt wurden.

Ebenso ist vorauszusetzen, dass alle Werkzeugspuren in der gesuchten Technik irgendwann einmal auftreten müssen. Im Idealfall sollte die Herstellungstechnik sogar das Auftreten genau dieser Spuren erklären können.

Während die Formulierung einer entsprechenden These zur Herstellungstechnik von antiken Glasobjekten zunächst auf rein theoretischer Basis erfolgen kann, sollten auf dem Weg der „Beweisführung“ weitere praktische Stationen durchlaufen werden. Der erste Test zur praktischen Verifizierung einer solchen These kann durchaus in einem modernen Glas-Studio oder einer Glashütte unter Nutzung moderner Werkstoffe, moderner Ofentechnik und moderner Werkzeuge erfolgen. Anhand dieser Prinzipstudien zeigt sich, ob sich eine Investition in weitere Forschung überhaupt lohnt. Denn sollte sich an dieser Stelle bereits herausstellen, dass die erzielbaren Merkmale und die Werkzeugspuren deutlich von denen auf den römischen Fundstücken differieren, so kann von weiterer Forschung in dieser Richtung Abstand genommen werden.

Der nächste notwendige Schritt ist die experimentelle Überprüfung in einer möglichst vorbildgetreu rekonstruierten Werkstatt, wobei neben den holzbefeuerten Glasöfen auch entsprechend der Analyse römischer Originale angemischtes Glas

und – sofern machbar – rekonstruierte Werkzeuge zur Verwendung kommen sollten. Kurzum, alle Randbedingungen sollten soweit wie möglich denen der Antike angenähert werden. Der Grund hierfür liegt bei diesem Beispiel in den deutlichen Unterschieden der Ofentechnik (heutige elektrisch oder gasbetriebene Schmelz- und Arbeitsöfen) und insbesondere in dem gravierend anders reagierenden Glas. Hier sind gegebenenfalls Kooperationspartner mit fundierten Kenntnissen der Ofentechnik und auch der antiken Glaschemie nötig.

Der finale Schritt wäre die Wiederholung der Experimente, womit eine Reproduzierbarkeit der Ergebnisse demonstriert wird. Darüber hinaus können die mit der entsprechenden Arbeits-Routine gewonnenen Erfahrungen wertvolle Erkenntnisse zur Herstellungstheorie selber, aber beispielsweise auch zu Randfragen, wie dem Fertigungsaufwand in Zeiteinheiten, zur Effektivität und zum Rohstoffbedarf liefern.

Erst nach abschließender Evaluation aller Ergebnisse dieser Überprüfungs-Schritte können entsprechende Aussagen über das Zutreffen der anfangs gestellten These gemacht werden. Prinzipstudien alleine haben keinerlei Aussagekraft.

Merkmale und Werkzeugspuren

Die Merkmale der Rippenschalen wurden von Axel von Saldern folgendermaßen zusammengefasst: *„Charakteristisch für die neuen römischen Serien ist ein Kranz von kräftigen, senkrechten oder leicht diagonal verlaufenden Rippen, die unterhalb einer glatten Lippenzone ansetzen und fast bis zur Bodenmitte laufen. Auf der Innenseite unterhalb des Randes umlaufen zumeist mehrere Schliffrillen die Wandung; die glatte Oberfläche zeigt oft Polierspuren, der obere Abschluss der Rippen ist häufig abgeschliffen“* (SALDERN 2004, 188).



Abb. 2: Werkzeugspuren und Schliiffrillen im Randbereich einer naturfarbenen Rippenschale. – Tool and grinding marks near the rim of a natural coloured ribbed bowl.

Den Werkzeugspuren widmete sich in ausführlicher Weise die bislang unpublizierte Diplomarbeit von Daniela Straub (STRAUB 2010). Insbesondere auf das Bildmaterial muss hier aus Platzgründen leider verzichtet werden. Dies wird in der vom Archäologiepark Römische Villa Borg geplanten Publikation nachgeholt. Folgende Merkmale sind regelmäßig auf Rippenschalen vertreten (wenn auch nicht auf jeder einzelnen anzutreffen):

- tiefer, dickwandiger Gefäßkörper,
- klar abgesetzte äußere Randzone, oft mit Schliff-/Polierspuren (Abb. 1),
- daran ansetzend stark profilierte, am Boden fast zusammentreffende Rippen,
- unregelmäßige Rippen,
- etwas eingezogener Boden,
- im Scherben eine leichte Erhebung in der Zone zwischen den Rippen,
- innen vollflächig Schliff-/Polierspuren,
- innen oftmals eine oder mehrere tiefere (Zier-?) Rillen.

Die unregelmäßige Form der Rippen schließt die Verwendung einer Form für die Herstellung derselben aus. Hier ist von einem manuellen Formen der Rippen



Abb. 3: Extrem gestreckte Randzone einer tiefen Mosaik-Rippenschale. – Extremely stretched mosaic florets near the rim of a deep ribbed bowl.

unter Verwendung von Werkzeugen auszugehen.

Zu den Werkzeugspuren: Einzelne Rippenschalen zeigen im äußeren Randbereich tiefere Eindrücke, die nicht durch das Abschleifen dieser Zone getilgt wurden (Abb. 2). Solche Spuren weisen auf ein kräftiges Formen des Randbereiches hin. Häufiger sind Druckspuren auf dem ansonsten runden oberen Beginn der Rippen, der Rippenkuppe (Abb. 1-2). Diese Spuren sind ein Indiz für das Formen eines Randabsatzes an einem noch heißen Werkstück, aber nach dem Formen der Rippen. Bei der von Daniela Straub im Rahmen ihrer Diplomarbeit restaurierten Mosaik-Rippenschale aus dem Clemens Sels Museum Neuss ist im Muster des Glases eine gravierende Streckung des Randbereichs zu sehen (Abb. 3).

Alle Mosaik-Rippenschalen zeigen im Bereich der Rippen und Rippen-Zwischenräume ein bestimmtes Muster, das die Bewegung der heißen Glasmasse beim Formen der Rippen nachzeichnet. Hier ist die Kompression der Rippen offenkundig, während die Rippen-Zwischenräume genau dadurch gestreckt werden (Abb. 4). Bei den meisten Mosaik-Rippenschalen sind diese Bewegungen des Glases nur außen feststellbar, während innen das Mosaik-Muster kaum verzerrt ist. Also



Abb. 4: oben: Die Bewegungen des Glases sind besonders gut im Querschnitt von Mosaik-Rippenschalen-Fragmenten sichtbar; unten: komprimierte Rippen und gedehnte Rippen-Zwischenräume bei einer Mosaik-Rippenschale. – Top: The cross-sections of a mosaic ribbed bowl clearly display the movement of the glass; bottom: Compressed ribs and stretched areas between the ribs of a mosaic ribbed bowl.

greift der die Rippen formende Prozess nur außen an.

Aufgrund ihrer außergewöhnlichen Tiefe bietet die schon zuvor angesprochene Mosaik-Rippenschale aus dem Clemens Sels Museum Neuss noch einen weiteren Hinweis zu ihrer Herstellung: Das Mosaik-Muster ist in der Mitte bzw. im Bodenbereich extrem gestreckt, während im Bereich der Seitenwände noch das ursprüngliche Muster der für ihre Herstellung verwendeten Glas-Chips erkennbar ist (Abb. 3). Dieses Indiz legt eine Fertigung als zunächst flacher Fladen nahe, der nach Formen der Rippen über eine Form abgesenkt wurde. Hierbei kam es

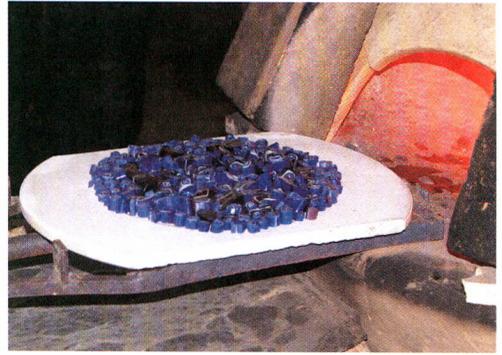


Abb. 5: Mosaikglas-Chips für eine Rippenschale auf dem Schieber. – Mosaic glass florets assembled for a ribbed bowl are placed onto a pusher/oven peel.



Abb. 6: Aufheizen der Mosaikglas-Chips im Glasofen. – Heating up the mosaic glass florets inside the glass furnace.

dann zu der beobachteten Streckung der Fladenmitte.

Die Idee: Einkneifen und Absenken

Anhand der zuvor beschriebenen Merkmale und Werkzeugspuren kamen Mark Taylor und David Hill (TAYLOR, HILL 2003) auf die Idee, zunächst einen flachen Glasfladen zu erzeugen, in den die Rippen eingekniffen werden. Dieser Fladen kann entweder durch Abflachen eines direkt aus der Glas-Schmelze im Ofen entnommenen Glaspostens oder aus dem Zusammenschmelzen verschiedener bunter Glasscheibchen (Chips) erzeugt werden (Abb. 5-6). Da der Glasfladen später über, je nach gewünschter Tiefe der Schale, eine flach-runde bis halbkugelför-



Abb. 7: Einkneifen der Rippen in den heißen Glasfaden. – Pinching the ribs into the hot glass disk.

mige Form abgesenkt werden soll, muss der Durchmesser des Glasfladens genau dem benötigten Maß der Form angepasst werden. Dies erfolgt einfach durch ein Ausziehen des Glasfladens oder auch durch ein streckendes Pressen des Randbereichs. Der Beleg hierfür findet sich bei den gestreckten Randzonen einiger Mosaik-Rippenschalen.

Schon hier zeigen sich Unterschiede bei der Verwendung von modernem Glas im Vergleich mit nach der Analyse römischer Gläser angemischten Glas-Rezepturen. Wie schon Mark Taylor bei dem Wiedereinschmelzen von römischen Originalfragmenten (darunter etlichen naturfarbenen Rippenschalen-Scherben!) feststellte, verlangt das römische Glas nach regelmäßigem Nachheizen im Glasofen (TAYLOR 2016, 19). Dieser Effekt ist abhängig von der Zusammensetzung des Glases und nicht davon, ob es sich um einen holz- oder gasbefeierten Ofen handelt.

Das rekonstruierte „römische“ Glas ist ein ebenso extrem „kurzes“ Glas, das nur kurze Zeit außerhalb des Ofens bearbeitet werden kann. Aber selbst für heutige Glasmacher ist dieses Nachheizen im Ofen ein ganz normaler Vorgang, ohne den ein Großteil der Gefäße auch mit heutigem Glas nicht herstellbar ist. Für einen römischen Glasmacher war dieser Prozess wohl nicht weniger normal.

Um den Glasfladen bzw. das Werkstück regelmäßig im auf mindestens 1.050°C gehaltenen Ofen nachzuheizen, fertigte Mark Taylor einen Stahlschieber, der eine keramische Platte als Werkunterlage trägt. Wird ein pulverförmiges Trennmittel darauf verwendet, haftet das Werkstück nicht auf der Platte an und kann bequem auf dieser Unterlage bewegt werden.

In den orangefot glühenden Glasfladen werden sukzessive die Rippen mit zwei zangenartigen oder spachtelartigen Werkzeugen eingekneifen (Abb. 7). Hierfür

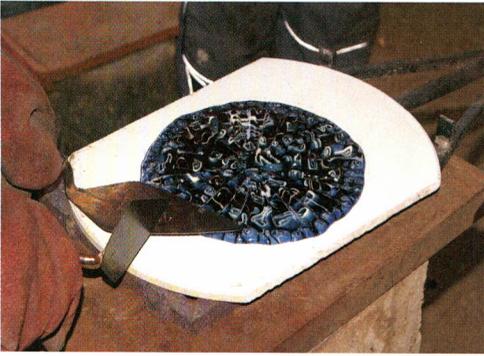


Abb. 8: Absetzen/Abflachen des Randes. – Flattening the rim area.

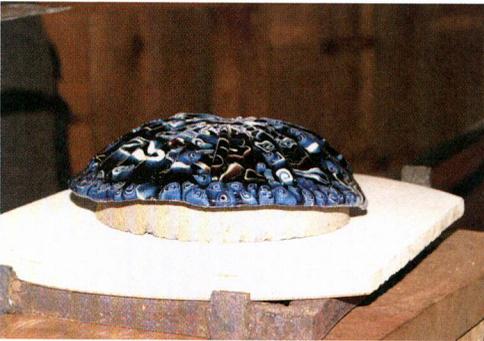


Abb. 9: oben: Auflegen des gerippten Glasfladens auf die vorgeheizte Form; unten: Absenken über die Form. – Top: Placing the ribbed disk onto the preheated mould; bottom: Slumping over the hemispherical mould.

kann der Fladen auf seiner Unterlage etwas gedreht bzw. verschoben werden. Diagonal verlaufende Rippen weisen auf eben diese Drehbewegung des Werkstücks hin, da genau die Rippen einen idealen Ansatzpunkt zum Weiterdrehen bilden. Das Einkneifen aller Rippen ge-



Abb. 10: Immer wieder im Ofen nachheizen. – Repeated reheating inside the glass furnace.

lingt meist nicht in einem Durchgang ohne Nachzuheizen. Sollten Rippen durch das Nachheizen wieder absacken, können sie mit den Zangen noch einmal nachgeformt werden. Indizien hierfür finden sich auf römischen Originalen.

Nach dem Einkneifen der Rippen ist die Randzone zumeist recht uneben. Um diese zu glätten, kann hier der Rand mit einem spachtelartigen Werkzeug, zum Beispiel einer in der Antike schon gebräuchlichen Maurerkelle, flach gedrückt werden (Abb. 8). Genau solche Spuren sind in der Randzone auf vielen Rippenschalen offensichtlich.

Hiernach wird der noch flache, aber bereits gerippte Glasfladen über einer im Ofen vorgeheizten Form abgesetzt (Abb. 9-10). Als Formmaterial bietet sich sehr stark pflanzlich gemagerter Lehm an, denn die pflanzliche Magerung hinterlässt viele Hohlräume beim Ausbrennen bzw. Vorheizen der Form. Das dadurch sehr poröse Formmaterial erlaubt es, dass die Schale auch auf der Form in den Kühl-/Entspannungsofen gelegt wird. Ein massiv-stabiles Formmaterial würde beim Abkühlen das Glasgefäß sprengen.

Trotz einer Ofentemperatur von bis zu 1.100°C gelingt dieses Absenken des Rippenschalen-Werkstücks über der Form nicht vollständig in einem Durchgang. Um ein neuerliches Verschmelzen der Rippen zu vermeiden, kann, insbe-



Abb. 11: Letzte Korrekturen von Mark Taylor am Rand des Rippenschalen-Rohlings, bevor dieser in den Kühllofen gelegt wird. – Last corrections of the rim of the ribbed bowl blank are carried out by Mark Taylor prior to placing it into the lehr (cooling oven).

sondere im Randbereich, dem Glas durch entsprechenden Werkzeugeinsatz zur Form geholfen werden (Abb. 11). Auch hierfür finden sich Hinweise in Form von Werkzeugspuren auf den Originalen. Nachdem der Rippenschalen-Rohling überall an der Form anliegt, wird er in den etwa 500°C warmen Kühllofen gelegt und über mindestens 12 Stunden langsam auf Raumtemperatur abgekühlt. Diese vorsichtige Herangehensweise soll das Risiko von inneren Spannungen im Werkstück minimieren, denn diese würden bei der sich anschließenden kalten Bearbeitung durch Schleifen und Polieren zum Zerspringen der Rippenschale führen. Bei der Begutachtung des aus dem Kühllofen entnommenen Rohlings (Abb. 12) zeigt sich, dass diese Herstellungsweise sehr effektiv ist, denn bei passender Dimensionierung des Fladendurchmessers reicht nun der Rand des Werkstücks nach

dem Absenken genau bis zur Unterlage (Abb. 10). Also muss der Randabschluss selber jetzt nur wenig schleifend korrigiert werden. Aber im äußeren Randbereich liegen natürlich Druckspuren der Werkzeuge vor, die durch Schleifen der oberhalb der Rippen befindlichen Randzone beseitigt oder zumindest minimiert werden können (Abb. 13). Nachdem die Reste des Formmaterials (Abb. 12, oben) entfernt worden sind, muss auch die gesamte Innenseite des Gefäßes schleifend überarbeitet werden. Je nach Gusto können nach einer Feinpolitur auch noch ein oder zwei dekorative Rillen eingeschleift werden.

Für das Schleifen schlagen Mark Taylor und David Hill eine verblüffend einfache Lösung vor: Hier kommt eine mit einer Lehm-packung versehene Töpferscheibe zum Einsatz. Die Rippen der Rippenschale bieten mit ihrer Form dabei eine



Abb. 12: oben: Der Rippenschalen-Rohling nach Entnahme aus dem Kühllofen. Die Reste des Formmaterials müssen noch entfernt und danach der komplette Innen- sowie der äußere Randbereich überschleifen werden; unten: Die Unterseite des Rippenschalen-Rohlings. Rippen und Rippen-Zwischenräume sind perfekt. – Top: The ribbed bowl blank after taking out of the lehr. Remains of mould material need to be removed, and the full extend of the inside and the outer rim area need to be ground; bottom: The ribbed bowl's base already looks perfect.



Abb. 13: Werkzeugspuren im äußeren Randbereich einer noch nicht überarbeiteten Rippenschale von Mark Taylor und David Hill. – The outer rim area of a ribbed bowl blank made by Mark Taylor and David Hill displays tool marks.

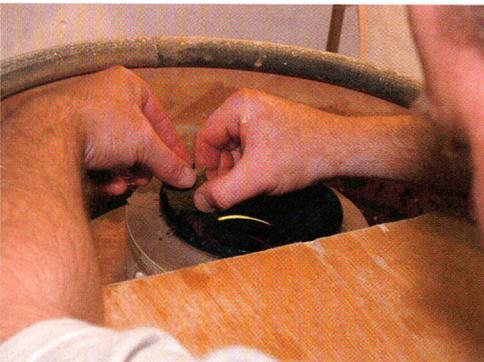


Abb. 14: Schleifen des Innenbereichs einer Rippenschale auf einer Töpferscheibe. Das Werkstück ist hierfür ungefähr zur Hälfte in Lehm eingebettet. – Grinding the inside of a ribbed bowl on a potter's wheel. Therefore the bowl is half-way embedded in loam.

ideale Haftgrundlage. Wird die Rippenschale nur bis knapp unterhalb der Rippen in den Lehm eingebettet, können sowohl die äußere Randzone als auch der gesamte Innenbereich in einem Arbeitsgang überarbeitet werden (Abb. 14). Unter Wasserzugabe zur Kühlung eignen sich Sandstein-Brocken verschiedener Körnungen als Schleifmittel, als Poliermittel dann Bims und Dachziegel-Frag-



Abb. 15: Zum Schleifen und Polieren dieser Rippenschale verwendete Mittel. – Materials employed for grinding and polishing of this ribbed bowl.

mente (Abb. 15). Durch den im Laufe der Polierarbeit entstehenden „Ziegel-Polierschlamm“ konnte ich im Eigenversuch im Studio von Mark Taylor und David Hill bei einer rekonstruierten Rippenschale auf Anhieb eine mit unverwitterten römischen Rippenschalen vergleichbare Oberflächengüte erreichen.

Rippenschalen beim „Borg Furnace Project 2015“

Die von Mark Taylor und David Hill vorgeschlagene Herstellungsweise von Rippenschalen durch Einkneifen und Absenken wurde während des „Borg Furnace Projects 2015“ nachvollzogen und dokumentiert. Es wurden sowohl Mosaik- als auch naturfarbene Rippenschalen hergestellt. Die Ofentemperatur lag hierbei zwischen 1.050 und 1.100°C, was kein Problem für einen holzbefeuerten Lehmofen nach römischem Vorbild darstellt.

Als Material wurde von Mark Taylor und David Hill bereitgestelltes und weitgehend auf römischen Rezepturen basierendes Farbglas verwendet, das sie zuvor in ihrem Studio im südenglischen Quarley bereits zu Mosaikstäben geschmolzen hatten. Einige Stäbe wurden auch in Borg

geschmolzen und gezogen. Aus den Stäben wurden vor Ort die Scheibchen geschlagen. Für die beiden naturfarbenen Rippenschalen wurde eigens in Borg nach einer Analyse einer Rippenschale angemischtes und im Glasofen in Borg geschmolzenes Rohglas verwendet (WIESENBERG 2016). Da auch die Formen direkt aus dem vor Ort anstehendem Lehm und frischem Gras-Schnitt hergestellt wurden, wurde eine extrem hohe Fertigungstiefe erreicht. Außer den beiden Zangen, die nichts anderes sind als Bügelscheren mit um 90° gedrehten Schneiden, und dem „Backschieber“ gab es keinerlei Spezialwerkzeug. Anstelle der Zangen sind zeitweise auch zwei Maurerkellen zum Formen der Rippen verwendet worden. Genau diese Maurerkellen waren auch ideal zum Abflachen des Randes.

Alle relevanten Produktionsschritte konnten nach Einweisung von Mark Taylor auch jeweils von François Arnaud und Torsten Röttsch als Glasmacher mit meiner Assistenz zum Bedienen des Schiebers wiederholt werden. So entstanden eine Reihe von Mosaikschalen und zwei naturfarbene Rippenschalen. Im Vergleich mit den im Studio von Mark Taylor und David Hill vorgenommenen Versuchen zeigte sich die Lehm-Ofenkuppel als ideal für den Absenkprozess geeignet. Offensichtlich strahlt der orange glühende Lehm so viel Hitze auf das Werkstück ab, dass das Absenken trotz geringerer Temperatur im römischen Lehmofen deutlich schneller vonstattenging als im gasbetriebenen Ofen.

Die in der Technik durch Einkneifen und Absenken zwangsläufig erzeugten Werkzeugspuren decken sich mit den an den römischen Rippenschalen beobachtbaren Details. Mehr noch, genau diese Methode erklärt alle Spuren. Auch die Rippen selber und die Bereiche zwischen den Rippen entsprechen mit ihrem Glanz, der sogenannten Feuerpolitur, den antiken Vor-

bildern. Die anderen Bereiche, die über den Rippen liegende äußere Randzone, der Rand selber und der komplette Innenbereich, weisen aufgrund der (nur) dort nötigen Nachbearbeitung die bei den antiken Rippenschalen sichtbaren Schleif- und Polierspuren auf. Da mit dieser Methode sowohl die monochromen als auch die polychromen Rippenschalen vergleichsweise einfach in einer in der Antike verfügbaren Technik herstellbar sind und sich die bei den so gefertigten Reproduktionen sichtbaren Spuren und Oberflächenqualitäten mit denen der römischen Originale decken, scheint es sich beim Einkneifen und Absenken nach heutigem Forschungsstand um die wahrscheinlichste Herstellungsart der römischen Rippenschalen zu handeln.

Literatur

- ISINGS, C. 1957:** Roman Glass from Dated Finds. Groningen, Jakarta 1957, 18-21.
- SALDERN, A. von 2004:** Antikes Glas. Handbuch der Archäologie. München 2004.
- STRAUB, D. 2010:** Römische Mosaikrippenschalen. Untersuchungen zu Herstellung und Restaurierung. Stuttgart 2010 (unpubl. Diplomarbeit an der Staatlichen Akademie der Bildenden Künste Stuttgart).
- TAYLOR, M. 2016:** Blowing Original Roman Glass. In: B. Birkenhagen, F. Wiesenberg (Hrsg.), Experimentelle Archäologie: Studien zur römischen Glastechnik 1. Schriften des Archäologieparks Römische Villa Borg 7. ARCHEOglas3. Merzig 2016, 16-20.
- TAYLOR, M., HILL, D. 2003:** Mosaic Glass and Ribbed Bowls. Current Archaeology 186, June-July 2003, 249.
- WIESENBERG, F. 2016:** Rohglasherstellung im rekonstruierten Hafenofen des Archäologieparks Römische Villa Borg. In: B. Birkenhagen, F. Wiesenberg (Hrsg.), Experimentelle Archäologie: Studien zur

römischen Glastechnik 1. Schriften des Archäologieparks Römische Villa Borg 7. ARCHEOglas3. Merzig 2016, 90-102.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: Frank Wiesenberg (Clemens Sels Museum Neuss, Inventarnummer N0782;

Verwendung mit freundlicher Erlaubnis)

Abb. 2: Frank Wiesenberg (Clemens Sels Museum Neuss, Inventarnummer N0782;

Verwendung mit freundlicher Erlaubnis)

Abb. 3: Frank Wiesenberg (Clemens Sels Museum Neuss, Inventarnummer

2009.20; Verwendung mit freundlicher Erlaubnis)

Abb. 4, oben: Frank Wiesenberg (Archäologiepark Römische Villa Borg, Inventarnummer KL1993-6104; Verwendung mit freundlicher Erlaubnis)

Abb. 4, unten: Frank Wiesenberg (Clemens Sels Museum Neuss, Inventarnummer R0524; Verwendung mit freundlicher Erlaubnis)

Abb. 5-12: Manuela Arz

Abb. 13; 15: Frank Wiesenberg

Abb. 14: David Hill

Autor

Frank Wiesenberg
Stammheimer Str. 135
50735 Köln
Deutschland
info@glasrepliken.de
www.glasrepliken.de

Archäologiepark Römische Villa Borg
Projektleitung Glasofen
Im Meeswald 1
66706 Perl-Borg
Deutschland
f.wiesenberg@villa-borg.de
www.villa-borg.de
www.glasofenexperiment.de

Innenansichten – Glasperlen, vom Loch her betrachtet

Maren Siegmann

Summary – In-Sights. Glass-Beads, from the hole's point of view. *Glass! A material which fascinates, but also a material with its own kind of snags and hitches. One of these: the freshly wound and cooled-off bead won't let go and keeps sticking to the winding-mandrel. This kind of beady bitchiness occurs every so often, and for this case the archaeologist-beadmaker keeps several strong pliers. It occurs that even the aforementioned beadmaker uses high-performance-hyper-turbo-professional-bead-let-go-substances to dip the mandrel in. This paper is about the holes in glass beads, about the mandrels used to make them and about the separation-coatings to get them off.*

Keywords: glass, pearl, mandrel, separation-coating, experimental archaeology
Schlagworte: Glas, Perlen, Perlendorn, Trennmittel, Experimentelle Archäologie

Glas ist ein faszinierendes Material, aber auch ein Material mit ganz eigenen Tücken. Als Archäologin-Perlenmacherin hat man es mit dieser Tücken immer wieder zu tun: wenn nämlich aus irgendeinem unerfindlichen Grund die gerade gewickelte Perle nicht vom Perlendorn zu lösen ist. Und das, obwohl besagte Perlenmacherin mogelt und für ihre „keltischen“, „bronzezeitlichen“ oder „frühmittelalterlichen“ Perlen den Perlendorn in modernes Hochleistungs-Trennmittel taucht.

Es wird um die Löcher gewickelter Glasperlen gehen, um den benutzten Perlendorn und um Trennmittel.

Kleines Nichts: das Loch in der Perle

Das Nichts! Nein, es geht hier nicht um Philosophie, sondern um Perlen. Es geht um Perlen, vor allem um Perlen aus Glas,

und speziell um das Nichts in der Mitte der Perle. Das Loch, welches eine Kugel überhaupt erst zu einer Perle macht.

Das Loch der Perle kann klein sein oder groß; rund, unregelmäßig beulig oder eckig geformt; es kann einen gleichbleibenden Durchmesser haben oder mehr oder minder stark spitz zulaufend sein. Es kann innen – normalerweise unsichtbar – von einer krümeligen Substanz bedeckt sein oder einem schwarzen Material flächig dickplackig belegt sein. Es kann eine Rostschicht tragen oder fleckig-speckig verfärbt sein. Es kann aber auch völlig ohne jegliche Verfärbung daherkommen (Abb. 1).

Eine Frage der Technik: Wie kommt das Loch in die Perle?

Es gibt natürlich eine Reihe von Möglichkeiten, eine Perle mit einem Loch zu ver-

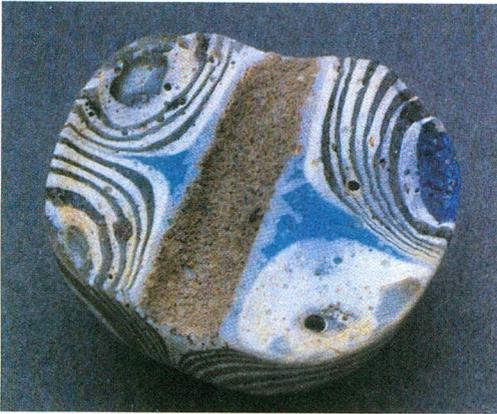


Abb. 1: a) Unbekannter Fundort; b) Liebenau, Kr. Nienburg/Weser. – a) Unknown provenance; b) Liebenau, administrative district Nienburg/Weser.

sehen. Edelstein, Halbedelstein, Quarz und Glas lässt sich bohren (ggf. mit einem diamantbesetzten Bohrer; SIEGMANN 2006, 926; 960-963). Diese Löcher sind zylindrisch und zeigen gleichmäßig rundum laufende Drehrollen.

Um die Löcher herum finden sich häufig kleine und kleinste Aussplitterungen. Um das Splittern zu minimieren, wird und wurde meist von beiden Enden her gebohrt. In der Mitte treffen die Bohrlöcher mehr oder minder gerade bzw. winklig und versetzt aufeinander.

Besonders effektiv lassen sich Glasperlen aus vorgefertigten hohlen Glasröhren herstellen (SIEGMANN 2006, 932-937). Man beginnt mit einem großen Klumpen heißen Glas (je mehr, desto besser): auf eine Glasmacherpfeife aufnehmen, etwas Luft hineinblasen, einen Glasstab an die heiße Glas-Luft-Beule schmelzen und die heiße Beule zu einer Röhre langziehen (NEUWIRTH 1994, Abb. 57).

Die Luftblase ist zum Loch geworden. Luft macht keine Flecken, das Glas um die Löcher herum bleibt sauber und glänzend.

Statt Luft in den heißen Glasklumpen zu blasen, kann man natürlich auch rein mechanisch ein Loch in das Glas hineinstochern. Seit Jahrhunderten(!) bewährt ist die Ladha: ein Rohr mit Stößel, der Ziegelmehl in das heiße Glas stopft

(STERN 1987, Fig. 8). Das so gemachte Loch kann sehr unregelmäßig geformt sein, Einschlüsse und Abdrücke von Ziegelmehlkrümeln kommen vor.

Die Glasröhren lassen sich in kurze Abschnitte brechen, scharfe Bruchkanten um die Löcher können glatt geschliffen werden.

Aber auch runde Perlen lassen sich aus Glas-Röhren-Scheibchen herstellen. Hierzu die kalten Glasscheibchen mit einem geeigneten feinen Material so vermengen, dass die Löcher damit gefüllt sind. Scheibchen-Füllmaterial-Gemisch in ein feuerfestes Gefäß geben, erhitzen und dabei unentwegt bewegen.

Wenn die Glasscheibchen heiß genug sind, zieht sich das Glas aufgrund seiner hohen Oberflächenspannung rundlich zusammen; das Füllmaterial hält dabei die Löcher offen. Alternativ lassen sich Perlen von der noch heißen bzw. wieder erhitzten Glasröhre abschneiden oder abquetschen, zu erkennen an kleinen vorstehenden „Kragen“ rund um die Löcher und/oder an den unterschiedlichen Lochdurchmessern in der Mitte und an den Enden der Perlen.

Im Folgenden geht es aber vor allem um diese Loch-in-Perle-Technik: Man nehme das Loch und werkele die Perle darum herum.

Heißes Glas um das Loch herum:
gewickelte Perlen

Perlen aus heißem Glas zu wickeln ist eine weit verbreitete Methode zur Herstellung von Glasperlen. Hierzu benötigt es keine aufwendigen technischen Anlagen – eine Hitzequelle, Glas in Brocken oder Stangen, ein dünner Stab aus Metall. Stab und Glas werden erhitzt. Sind beide heiß genug, tupft man das Glas an den Metallstab, das Glas bleibt kleben und man wickelt so viel Glas auf den Stab auf wie für die geplante Perle nötig. Das heiße Glas kann geformt und/oder auf verschiedenste Art verziert werden. Die fertige Perle muss langsam und gleichmäßig abkühlen. Der Metallstab wird entfernt und an seiner Stelle ist nun das Loch.

Der Metallstab – der Perlendorn – ist das wichtigste Werkzeug des Wickel-Perlen-Machers! Archäologisch eine Seltenheit (evtl. Ribe: BENCARD 1978, Fig. 16; evtl. Paviken: LINDQUIST 2003, 20) ist dieses Werkzeug dennoch gut bekannt: Es ist als Negativabdruck in jeder(!) gewickelten Perle zu finden. Deshalb können Löcher im Zweifelsfall zur Veri-/Falsifizierung einer typologischen Zuordnung oder zur Herausarbeitung werkstatt-typischer Eigenheiten bestimmter Perlentypen herangezogen werden.

Das Loch befreien: Die Perle muss vom Dorn

So wie das von ihm geformte Loch kann der Perlendorn dünn sein oder dick, kreisrund oder eckig oder irgendwie dazwischen. Er kann zylindrisch geformt sein oder sehr stark konisch spitz zulaufend. Je dicker der Dorn ist und je konischer er zuläuft, desto mehr zieht sich das Metall während des Abkühlens zusammen. Dabei (so zumindest die Theorie) schrumpft das Metall stärker als das Glas und die Perle löst sich vom Metall. Je dünner der Stab und je weniger spitz zulaufend, de-



Abb. 2: Anhaftendes Trennmittel im Loch einer Wickelperle. – Cmented bead separator sticking inside a wound bead.



Abb. 3: Auf der Spitze eines dicken Eisennagels gewickelte Perle mit Eisenoxid-Anhaftung. – Bead wound on the tip of a big iron nail with black iron oxide inside its hole.

sto besser haftet die Perle am Stab – unter Umständen felsenfest und unablösbar. Die meisten Glasperlenmacher nutzen dünne zylindrische Dorne für gleichbleibend kleine runde Löcher und behelfen sich mit Trennmittel – geheimnisvolle Substanzen, in die man/frau den Perlendorn taucht. Manche Trennmittel (mit Wasser verrührtes Kaolin z. B.) müssen an der Luft trocknen, andere können in der Flamme eines Gasbrenners getrocknet werden. Weil die Dorne nur jeweils eine Lochgröße zulassen und weil sie vorbereitet werden müssen, braucht



Abb. 4: Spiralaugenperlen aus Woippy (F) Grab 25 mit Kratz-/Feilspuren in den Löchern. – Discolorations simply scraped/rasped away, which left traces inside the holes. Children's grave of Woippy (F).

man/frau viele davon. Nach dem Abkühlen werden die Dorne mit den daraufsitzen- den Perlen in Wasser versenkt, nach einer gewissen Einweichzeit die Perlen gelöst und abgenommen und die Dorne wiederum in Trennmittel getaucht. Das Trennmittel zeigt sich im Loch der fertigen Perle als kleiner Fleck (Abb. 2) oder als flächiger Belag mit rauher Oberfläche und zementartig krümelig anmutender Struktur.

Ohne Trennmittel kommen Handwerker aus, die mit dicken konischen Eisenstäben ihre Perlen wickeln (SODE 1996, 59; DUBIN 1988, 110). Sie beherrschen den Trick, die Perle noch heiß zu lockern, vom Perlendorn zu lösen und dann erst abkühlen zu lassen – mit dieser Technik reicht dem Handwerker ein einziger Perlendorn (auf dem sich Perlen mit kleineren und größeren Löchern fertigen lassen). Die Löcher dieser Perlen sind innen mit einer schwärzlich-metallischen Eisenoxid-Schicht belegt (Abb. 3).

Blitzblank: Löcher fleckenfrei

Reste von Trennmittel oder Eisenoxid im Loch sind im Inneren von undurchsichtigen Perlen egal, können aber in Perlen aus durchsichtigem Glas störend und unerwünscht sein. In diesen Fällen greift man/frau heute zu Feile oder Dremel und schwuppdwupp ist die Verfärbung mechanisch beseitigt.

Keine neue Idee, wie die Kratzspuren



Abb. 5: Keine Verfärbungen, keine Kratzspuren in den Löchern. – Holes free of discolorations and scratches.

(Feile) in den Spiralaugenperlen Abb. 4 zeigen.

Jetzt gibt es aber – auffallend häufig bei spätlatènezeitlichen Perlen – Löcher, die innen zwar Abdrücke bzw. Anhaftspuren eines Perlendorns o. ä. zeigen, aber keinerlei Verfärbung und auch keinerlei Feil-, Kratz- oder Bohr-Spuren (Abb. 5). Zwar ist Verfasserin dieser Effekt selbst gelungen – aber nur ein einziges Mal, durch puren Zufall und nicht willentlich reproduzierbar.

Werkstattgeheimnis der spätkeltischen Perlenmacher! Natürlich weckt dies Neugier und Ehrgeiz. Vielleicht ein Trennmittel, welches gut funktioniert, aber keine Spuren hinterläßt? Oder Perlendorne aus exotischem Material?

Also hat Verfasserin eine erste kleine Pröbel-Reihe gestartet. Ausprobiert wurden Perlendorn-Beschichtungen mit verschiedenen Töpfertonen, verschiedenen



Abb. 6: Zylindrische Perlendorne aus Bronze, genutzt ohne jegliches Trennmittel. Die aufgespaltene Perle zeigt die typische metallische Verfärbung. – Bronze mandrels, used without bead separating substance. The bisected bead shows the characteristic metallic shine.

Knochenaschen und Grafit. Alle ohne Erfolg – manche Tone blätterten ab, andere bildeten eine feste Ziegelschicht in der Perle. Knochenasche und Grafit trennten zu gut – hier war es erst gar nicht möglich, überhaupt Glas am Perlendorn zum Haften zu bringen. Weiteres Probieren mit anderen „keltischen“ Materialien ist in Planung.

Eine zweite Probelei fand dann statt mit Perlendornen aus Bronze (Bastelbedarf). Diese haben sich überraschend gut bewährt: Alle gefertigten Perlen ließen sich problemlos auch von sehr dünnen zylindrischen Dornen ziehen und dies ohne jegliches Trennmittel. Allerdings zeigen alle Perlen innen eine hauchdünne metallisch glänzende Verfärbung (Abb. 6). Auch wenn Verfasserin diese Art Verfärbung an Originalen (noch?) nicht gesehen hat – Verfasserin wird hier weiterprobieren und auch weitere Materialien testen!

Keltisches Geheimnis: die gelbe „Glasfolie“

Eine besondere Spezialität spätkeltischer Glaskünstler sind Perlen, meist große und



Abb. 7: Dünne Schicht mit großer Wirkung: gelbe Glasschicht in Ringperlen und Armreifen. – Makes a great effect: yellow glass applied on the inside of beads and bangles.

gewichtige Ringperlen, und Armreihe aus transparentem Glas mit einer sehr dünnen, z. T. hauchfeinen gelben Schicht im Loch (Abb. 7; WELT KELTEN 2012, Abb. 552; KELTEN 2010, 200). Hierfür hat sich der Ausdruck „Folie“ eingebürgert – wenig glücklich, denn natürlich hat dieses Gelb nichts mit Metallfolien zu tun. Es handelt sich um gelbes Glas.

Eigentlich ganz einfach, denkt sich die Perlenmacherin von heute, und wickelt erst eine Schicht gelbes Glas auf ihren Dorn (möglichst dünn, versteht sich) und überfängt das ganze dann mit transparentem Glas. Zu einfach gedacht – egal, wie man es anstellt, die gelbe Schicht wird viel zu dick. Und natürlich bleiben die üblichen Spuren des Perlendorns zurück – im Gegensatz zu den Originalen (kein Trennmittel, kein Eisenoxid etc., keine Feil-/Kratz-/Bohrspuren). Kleiner Trost: Es finden sich tatsächlich spätkeltische Originale, die genau so entstanden zu sein scheinen (HECHT, NIEDERHÄUSER 2011, 67; 70).

Nächste Idee: den heißen Perlendorn in Glaspulver wenden, um eine möglichst dünne farbige Schicht zu erhalten. Das funktioniert zwar gut, ergibt aber ein gänzlich anderes Erscheinungsbild. Vom Trennmittel etc. ganz zu schweigen.

Da Verfasserin an diesem Punkt erst einmal weitere Ideen ausgegangen sind, noch einmal die Originale (bzw. die Abbildungen der Originale) angeschaut. Natürlich drückt sich Verfasserin seit Jahren an Museumsvitrinen die Nase platt (unter Hinterlassung entsprechender Fettflecke) um technische Details besser erkennen zu können. Einige Merkmale fallen immer wieder auf. Die gelbe Schicht kann in ein und derselben Perle sehr unterschiedlich dick ausgeführt sein. Die Perlen (und erst recht die Armreife) zeigen, wenn überhaupt, nur leichte Spuren einer Unterlage. Bei vielen Perlen lässt sich exakt in der Mitte des Loches eine rundumlaufende Spur bzw. Riefe beobachten. Bei vielen Armreifen hat das Glas innen sogar einen leichten Glanz. Luftblasen, Schlieren und Strukturen zeigen aber, dass viele (vielleicht sogar alle?) der Perlen und der Armreife gewickelt und dann sehr sorgfältig erneut erhitzt, rundgeschmolzen und überarbeitet wurden. Die exakte Formgebung der Ringperlen und die Profilierungen und Pinzettenmanipulationen der Armreife sind nur möglich, wenn Perle bzw. Reif bei diesem Arbeitsgang fest auf einer stabilen Unterlage sitzt. Und, für unsere Frage besonders wichtig: Eine ganze Reihe von Perlen trägt kleine gelbe Pünktchen und/oder feine ausgezogenen Fädchen (Abb. 7). Genau betrachtet wirkt das Gelb bei vielen Perlen tatsächlich wie mit einem Pinsel aufgetragen, zum Teil gekleckert, zum Teil verschmiert.

Könnte hier die Lösung liegen? Könnte es sein, dass diese Schmuckstücke in einem vierstufigen Prozess entstanden sind – erst einfache Ringperle gefertigt, dann die Löcher der erkalteten Perle versäubert/ausgefeilt, dann gelbes Email aufgestrichen, und dann ein zweites Mal erhitzt und die Email eingebraunt?

Natürlich ist nicht automatisch davon auszugehen, dass alle „gelb folierten“ Perlen aus ein- und derselben Werkstatt stammen, und natürlich kann/wird jede produ-

zierende Werkstatt mit eigenen Tricks und Kniffen gearbeitet haben. Auch kann jede Werkstatt eine in zwei Farben gewickelte „schlichte Ausführung“ im Sortiment gehabt haben. Unterschiedliche Techniken für diese Perlen sind nicht nur möglich, sondern auch sehr wahrscheinlich.

Aber als kleines Fazit: Augen auf, es lohnt sich, und eben auch in die Löcher (und auf Bruchflächen) gespäht und nicht nur auf die schönste Seite.

Verschwundenes Nichts – Perlenlöcher auf dem Scheiterhaufen

Wir beschließen den kleinen Reigen durch die Welt der Perlenlöcher mit Löchern, die keine mehr sind. Glasperlen im Brandgrab – Horror! Stellvertretend für zigtausende von zerschmolzenen, meist unbeachteten Glasperlen (vergl. auch SIEGMANN 2002, 111-145) soll abschließend das Glasschmelzkügelchen *Abb. 8* vorgestellt werden.

Trennmittel/Eisenoxyd halten die Löcher der Glasperlen auch im Scheiterhaufen-



Abb. 8: Letztes Indiz für eine Glasperle: Reste des Trennmittels/des Eisenoxids. – Glassbead from a funeral pyre, after the hole is closed, the separation substance sits on its surface. Liebenau, Kr. Nienburg/Weser.

feuer offen. Allerdings zieht sich das heiße Glas immer mehr zu einer Kugel zusammen und überall dort, wo keine solche Beschichtung sitzt, verklebt das heiße Glas. Die Trennmittelspuren wandern aus dem Inneren der Perle immer mehr an die Oberfläche. Je nachdem, ob sich das Loch zuerst in der Mitte der Perle oder an einem Ende verschlossen hat, bleiben auf der Perle zwei Trennmittelflecken zurück oder nur einer. Im weiteren Verlauf der Verbrennung wandern die beiden Flecken aufeinander zu und schmelzen irgendwann zu einem einzigen zusammen (Abb. 8). Diese Flecken – Reste des Trennmittels bzw. des Eisenoxys im Fadenloch – stellen oft das einzige Indiz dar, das es erlaubt, Perlenschmelz von Glasgefresten zu unterscheiden.

Literatur

- BENCARD, M. 1978:** Wikingerzeitliches Handwerk in Ribe. Eine Übersicht. Acta Archaeologica 49, 1978, 113-138.
- DIETRICH, E., KAENEL, G., WEIDMANN, D. 2007:** Le sanctuaire helvte du Mormont. Archäologie Schweiz 30/1, 2007, 2-13.
- DUBIN, L. S. 1988:** Alle Perlen dieser Welt. Köln 1988.
- HECHT, Y., NIEDERHÄUSER, A. 2011:** Alltagskultur und Totenrituale der Kelten. Ein Siedlungszentrum am Oberrhein um 100 v. Chr. Basel 2011.
- KELTEN 2010:** Die Kelten. Druiden. Fürsten. Krieger. Das Leben der Kelten in der Eisenzeit vor 2500 Jahren. Ausstellung Völklinger Htte. Völklingen 2010.
- LINDQUIST, M. 2003:** A tool for making beads. Viking heritage magazine 3/2003, 20.
- LIU, R. K. 1995:** Collectible Beads. A Universal Aesthetic. Vista 1995.
- MLLER, F., LSCHER, G. 2004:** Die Kelten in der Schweiz. Stuttgart 2004.
- NEUWIRTH, W. 1994:** Perlen aus Gablonz. Wien 1994.
- SIEGMANN, M. 2002:** Bunte Pracht – Die

- Perlen der frühmittelalterlichen Gräberfelder von Liebenau, Kreis Nienburg/Weser, und Dörverden, Kreis Verden/Aller. Bd. 1: Die Perlen aus Liebenau und Dörverden. Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas 28.1. Langenwebach 2002.
- SIEGMANN, M. 2006:** Bunte Pracht – Die Perlen der frühmittelalterlichen Gräberfelder von Liebenau, Kreis Nienburg/Weser, und Dörverden, Kreis Verden/Aller. Bd. 5: Glas und die Herstellung von Perlen . Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas 28.5. Langenwebach 2006.
- SODE, T. 1996:** Anatolske Glasperler. København 1996.
- STERN, M. 1987:** The secret of Papanai-dupet. Glastechnische Berichte 60, 1987, 346-351.
- WELT KELTEN 2012:** Die Welt der Kelten. Zentren der Macht – Kostbarkeiten der Kunst. Ostfildern 2012.

Abbildungsnachweis

- Abb. 1a: LIU 1995, 114
- Abb. 1b-3, 6, 8: Foto Maren Siegmann
- Abb. 4: KELTEN 2010, 198
- Abb. 5: DIETRICH, KAENEL, WEIDMANN 2007, 12; MU Tübingen, Werbeflyer zur Sonderausstellung „Kelten Kalats Tiguriner“ 2013 (Ausschnitt)
- Abb. 7: MLLER, LSCHER 2004, Abb. 105

Autorin

Dr. Maren Siegmann
Hutgasse 3
79588 Efringen-Kirchen
maren.siegmann@arcor.de

Museum in der 'Alten Schule'
Nikolaus-Dublin-Weg 2
79588 Efringen-Kirchen
museum@efringen-kirchen.de

Vom Zinkerz (Galmei) zum Messing im frühmittelalterlichen Ostalpenraum

Stefan Stadler

Summary – From zinc ore (calamine) to brass in the early medieval Eastern Alps. *In Europe, zinc was only discovered as independent metal in the modern era and its unique chemical-physical characteristics are a melting point of 419°C and a boiling point of 907°C. As such a low boiling point lies far below the melting point of copper (1085°C), it poses the questions whether and how zinc could have been extracted from ore, and how an alloy could have been produced. During modern times, condensation techniques with special stoves that were used for the extraction of zinc are well-known and profoundly researched. However, it is evident that in ancient times and in the Middle Ages there must have been different methods for the same purpose. Various scientific analyses prove that zinc was used for brass alloys. For example, it has been shown that in Europe brass was widely used for the first time under Roman rule. Afterwards, the zinc content in alloys is systematically reduced until the fifth century. More recent studies from the Eastern Alps demonstrate that between the eighth and the ninth century, tin bronzes decrease dramatically, whereas brass alloys show a strong increase. These observations lead to the assumption that the cementation process was used for the production of these alloys. During these procedures ground zinc oxide (calamine) is fused in a crucible with coal dust and copper. The carbon is supposed to reduce the zinc oxide to zinc, which is then absorbed by the copper and consequently forms brass. This procedure has been experimentally and archeologically reproduced. The present paper aims to document the processes, as well as the results of the aforementioned experiments, followed by a discussion about the previously introduced cultural and technological aspects within their historical context.*

Keywords: Calamine, brass, zinc, Early Middle Ages, Eastern Alp, experimental archaeology

Schlagworte: Galmei, Messing, Zink, Frühmittelalter, Ostalpenraum, Experimentelle Archäologie

Einführung

Zink wurde als eigenständiges Metall in Europa in der Neuzeit erkannt und hat die chemisch-physikalische Besonderheit,

einen Schmelzpunkt von 419°C und einen Siedepunkt von 907°C bei Normalbedingungen zu besitzen. Dieser niedrige Siedepunkt, der weit unter dem Schmelzpunkt von Kupfer (1085°C) liegt, wirft die

Fragen auf, wie und ob Zink aus dem Erz gewonnen werden konnte bzw. wie eine Legierung produziert werden konnte. Für die Neuzeit sind Kondensationsverfahren in Spezialöfen zur Gewinnung von Zink bekannt (UCIK 2002, 161-187; FRIES 2014, 223). In der Antike und im Mittelalter müssen jedoch andere Methoden zur Anwendung gekommen sein, denn bisher gibt es keinen Fund von metallischem Zink für diesen Zeitraum. Dass Zink für Messing-Legierungen verwendet wurde, belegen zahlreiche naturwissenschaftliche Analysen: Messing tritt im europäischen Raum erstmals in großem Stil unter der römischen Herrschaft auf. Im 1. Jh. n. Chr. ist ein richtiger Boom an Zinklegierungen festzustellen. Der Zinkgehalt nimmt danach in den Legierungen bis zum 5. Jahrhundert systematisch ab (DUNGWORTH 1997, 907). Neuere Analyseergebnisse im Ostalpenraum zeigen, dass zwischen dem 8. und 9. Jahrhundert die Bronzelegierungen (Kupfer und Zinn) stark abnehmen und die Messinglegierungen wieder stark zunehmen (EICHERT, MEHOFER 2013, 49-50).

Möglicherweise könnte das Galmei- bzw. das Zementationsverfahren für die Herstellung dieser Legierungen angewendet worden sein. Bei diesem Verfahren wird geriebenes Zinkoxid (Galmei) mit Kohlestaub zu einem „Zement“ (Zementationsverfahren) vermengt und anschließend mit Kupfer in einem Tiegel zusammengesmolzen. Dabei wird das Zinkoxid durch den Kohlenstoff zu Zink reduziert und vom Kupfer adsorbiert und bildet Messing (WERNER 1970, 265-266).

Zink und Galmei

Zink (Zn) steht an 24. Stelle der Elementhäufigkeit und kommt in der Natur in den verschiedensten Verbindungen vor. Zink hat die Besonderheit bereits bei 907°C unter Normalbedingungen den Aggregatzustand von flüssig auf gasförmig zu än-

dern. Diese Besonderheit macht eine metallurgische Bearbeitung schwierig, da für die Trennprozesse, die nötig sind, um elementares Zink zu erhalten, Temperaturen von mehr als 907°C notwendig sind. Zink oxidiert im gasförmigen Zustand bei der Anwesenheit von Sauerstoff zu Zinkoxid; um dies zu verhindern, muss die Gewinnung in einer sauerstoffarmen Atmosphäre stattfinden (UCIK 2002, 163-164). Für den frühmittelalterlichen Forschungsfokus sind die folgenden Zinkerze am relevantesten: Smithsonit bzw. Zinkspat $ZnCO_3$, Hemimorphit ($Zn_4Si_2O_7(OH)_2 \cdot xH_2O$), Willemit ($ZnSiO_4$), Zinkit (ZnO), Zinkblende (ZnS) (SOMMERLATTE 1988, 46). Bei dieser Auflistung sind die ersten vier oxydische Zinkerze, die mit dem Überbegriff Galmei angesprochen werden. Der Begriff Galmei steht als Sammelbegriff für nicht sulfidische Zinkerze und ist geochemisch betrachtet verwitertes sulfidisches Zinkerz (GUSSONE 1964, 83-86). Galmei ist somit ein Sekundär-Produkt und die Entstehungsbedingungen von Galmei führen dazu, dass dieses im Obertagabbau abgebaut werden kann und sich diese Vorkommen rasch erschöpfen (SOMMERLATTE 1988, 47; GUSSONE 1964, 33). Im Ostalpenraum sind große Vorkommen im Kärntner Raum zu finden (UCIK 2002, 162-163, Abb. 1).

Ausgangslage

Die Ausgangslage im Frühmittelalter im Ostalpenraum ist aufgrund des Forschungsstandes eine schwierige. Für diesen Zeitraum fehlen bislang gesicherte Hinweise auf Buntmetallproduktionen und -verarbeitungen. Ebenso fehlen umfassend untersuchte Werkstätten, Objektfunde, die im Bezug zur Buntmetallverarbeitung stehen, Gussformen, Tiegel, Halbfabrikate und andere Werkzeuge. Diese Quellenlage liegt jedoch im Widerspruch zu der materiellen Kultur dieses Zeitrau-

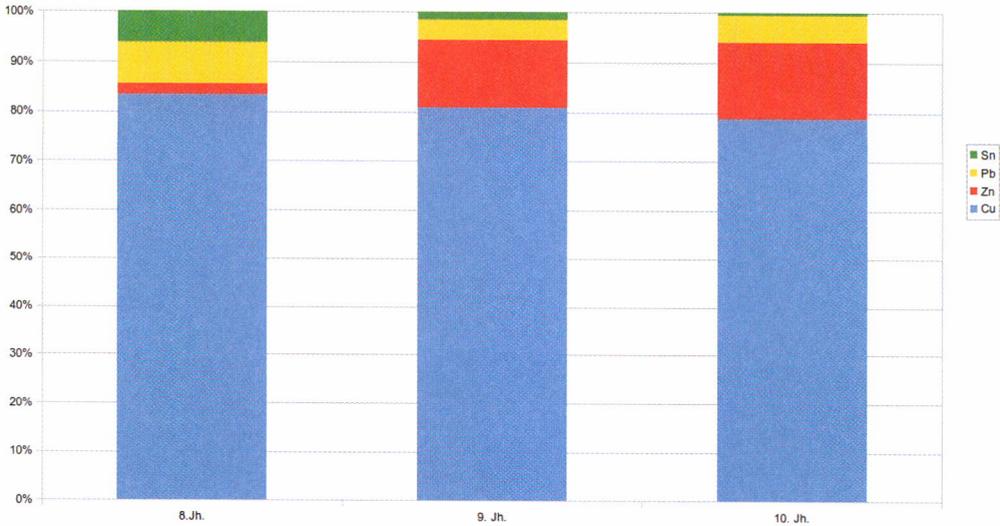


Abb. 1: Mittelwerte der Legierungszusammensetzungen nach Jahrhunderten nach S. Eichert. – Average alloy composition by century from S. Eichert.

mes (8-10. Jahrhundert n. Chr.). Es kann von einer Buntmetallindustrie gesprochen werden, in der zum Beispiel Drahtschmuck als Massenware auftritt (EICHERT 2012, 213). Jüngere naturwissenschaftliche Analysenergebnisse im Ostalpenraum belegen für das Frühmittelalter einen rapiden Anstieg der Messinglegierungen vom 8. auf das 9. Jahrhundert. Während die untersuchten Artefakte des 8. Jahrhunderts einen hohen Zinnanteil und einen verschwindend geringen Zinkanteil zeigen, so verschiebt sich das Bild im 9. Jahrhundert genau ins Gegenteil. Zinn verschwindet aus sämtlichen Legierungen und wird durch Zink ersetzt (Abb. 1). Das sehr homogene Bild der Legierungen ist ein Indiz für eine spezialisierte Produktion für den Ostalpenraum (EICHERT, MEHOFER 2013, 50). Doch woher kam das Zink? Für die Erlangung von Zink gibt es mehrere Möglichkeiten: abbauen und gewinnen, importieren oder recyceln. Hinweise auf frühmittelalterliche Galmei-Gewinnung im Ostalpenraum gibt es nicht, Lagerstätten dafür hingegen schon. Durch einen geochemischen „Fin-

gerabdruck“ könnte ein direkter Bezug vom Erz zum Artefakt nachgewiesen werden, dies setzt jedoch zahlreiche Untersuchungen der noch vorhandenen Lagerstätten voraus (EICHERT, MEHOFER 2013, 51).

Die Recycling-These bedeutet, dass bereits früher produzierte Messingartefakte (aus der Römischen Kaiserzeit) wiederentdeckt und verwendet wurden. Dagegen sprechen der große Zeitunterschied und die bisher gemessenen Artefakte, die erst ab dem 9. Jahrhundert eine gesicherte Nutzung von Messing belegen. Das einheitliche Bild der Kupfer-Zink-Blei-Legierungen im Fundmaterial steht im Widerspruch zum Einschmelzen von Altmetall als Rohstoffquelle und deutet auf spezialisierte Metallurgen (EICHERT, MEHOFER 2013, 52). Zudem nimmt der Zinkanteil in Legierungen ab, wenn diese umgeschmolzen werden. Dies würde bedeuten, dass bei gleichbleibenden Zinkanteilen in den Legierungen neues Zink generiert werden müsste, da sich die Verflüchtigung des Zinks selbst mit neuen Verfahren nicht aufhalten lässt



Abb. 2: Lehmofen während Brennprozess bei Versuch 2. – Clay oven during firing in experiment 2.

(<https://www.kupferinstitut.de/de/werkstoffe/eigenschaften/kupfer-zink-messing.html>) [24.9.16]). Die Frage nach den Importen erweist sich als schwierig, da bislang keine Objekte wie z. B. Gewichte oder Waagen gefunden wurden, die einen Handel oder Austausch für diesen Zeitraum eindeutig belegen würden (EICHERT, MEHOFER 2011, 62-63). Fest steht, dass die Buntmetallbearbeiter dieser Zeit ihr Handwerk verstanden und für bestimmte Anwendungen bestimmte Legierungen wählten und diese auch produzieren konnten. Es müssen fundierte Fachkenntnisse angenommen werden.

Fragestellung

Durch die rasche Verdrängung von Zinnbronzen hin zu Messinglegierungen im 9. Jahrhundert stellt sich die Frage wie Messinglegierungen im frühmittelalterlichen

Kontext produziert werden konnten. Eine Antwort auf diese Frage kann durch gezielte Ausgrabungen und mit Hilfe der Experimentellen Archäologie angedacht werden. Es existieren zum Galmeiverfahren, das von Presbyter beschrieben wurde, bereits zahlreiche Versuche und Messungen (vergleiche Arbeiten von BOURGARIT, BAUCHAU 2010, BOUGARIT, THOMAS 2011, HAEDECKER 1973, ULLWER 2001 und ULLWER 2008). Dieses steht jedoch in materieller Hinsicht (Gusstiegel) und zeitlicher Relation im Widerspruch zum Frühmittelalter. Es gibt keinerlei archäologische Hinweise (Gusstiegel, Ofenbefund) für den Ostalpenraum und Presbyters Schrift stammt aus dem 12. Jahrhundert. Durch den Zeitabstand und aufgrund des Fehlens der Gusstiegel stellt sich die Frage nach anderen Möglichkeiten. Als Inspiration dienen außereuropäische Techniken wie die indischen (CRADDOCK 1990,

29-58) und chinesischen (SOMMERLATTE 1988, 47-48) Verfahren. Diese Destillationsstechniken wurden mit dem Galmeiverfahren nach Presbyter kombiniert. Eine weitere Inspiration und die Möglichkeit einen Gusstiegel zu umgehen bildet der Gelbguss bei den Senufo. Dort wird das zu gießende Metall mit der Gussform (Wachsausschmelzverfahren) in eine Form gepackt und durch Umdrehen der gesamten Form gegossen. Somit wird die Form selbst zum Gusstiegel (FÖRSTER 1987, 132-165). Mit diesem Grundstock wurde ein Verfahren erdacht, das eine direkte Destillation von Zink am Kupfer in einem geschlossenen System vorsieht. Das Kupfer soll dabei als Adsorptionsmedium oder als Kondensationspunkt für das Zink dienen. Wichtig ist die räumliche Trennung von Zement (Kohlestaub und Galmei) und Kupfer um eine Kontamination durch Fremdmetalle ausschließen zu können. Die Möglichkeit der Destillation ermöglicht eine gute Trennung und somit Substanzen mit hoher Reinheit. Meine Versuche sollen dazu einen Beitrag leisten und dazu führen, dass durch gezielte Abfallauswertung in Zukunft vielleicht eine Ausgrabung hierzu Indizien für eine frühmittelalterliche Messingproduktion liefern kann.

Experimente

Das Konzept sah vor, drei Versuche durchzuführen, davon zwei mit reinem Zinkoxid (<99,9%). Der davon besser funktionierende Versuch sollte dann mit Galmei probiert werden. Als Ofenkonstruktion wurde ein runder Lehmofen (40-50 cm Durchmesser, 20-25 cm Höhe und ca. 7 cm Wandstärke) mit eingebauter Schamott-Düse gewählt. Als Gebläse wurde ein mit zwei Stufen regulierbarer Föhn verwendet. Die Ofenkonstruktion wurde deshalb gewählt, da durch Bronzeschmelzen und Gießen in diesen Öfen bereits Erfahrungen zur Temperaturfüh-



Abb. 3: Versuch 1, links die Rohrbombe, rechts der Zement, unten auf der Waage das rotstichige Kupfergranulat. – Experiment 1, left side the pipe bomb, right side the cement, on the bottom the copper on a scale.

rung gemacht wurden. Als Brennmaterial wurde handelsübliche Holzkohle verwendet (Abb. 2).

Versuch 1 – die „Rohrbombe“

Beim ersten Versuch wurde eine ca. 30 cm lange gebrauchte Düse aus Schamott mit einem Außendurchmesser von 6,0 cm und einer Wandstärke von 2,0 cm innen mit Zinkoxid, Kohlenstaub und mit Kupfergranulat gefüllt. Das obere und untere Ende wurden nach der Füllung mit Lehm versiegelt. Die erhaltene Bombe wurde in den Ofen in Schräglage eingebracht. Es wurden 50 g Zinkoxid (weißes puderförmiges Pulver) und 50 g Kohlestaub miteinander verrieben und 100 g Kupfergranulat eingesetzt (Abb. 3). Nach vierstündiger Befeuerung wurden 15 kg Kohle verbraucht. Die Bombe wurde aus der Glut herausgenommen und nach dem Auskühlen geöffnet. Die Lehmversiegelung hatte gehalten und war im Brennereich stark zerschmolzen. Das produzierte Messing war oberflächlich mit Asche und weißen Partikeln beschlagen, eine punktuelle Messung mit einem Elektronenrastermikroskop der VIAS ergab folgendes Bild:

C: 12,44%, O: 17,65%, Na: 5,70%, S: 2,78%, Cu: 40,55%, Zn: 20,88%.

Das Produkt ist Messing, es fand eine Adsorption von Zink statt. Es konnte eine Gewichtszunahme von 10 g gemessen werden, allerdings sind die verwendeten Waagen handelsübliche Küchenwaagen und diese Messungen als rein informativ und nicht für die Argumentation zu verwenden. Die eingesetzte Kohle-Zinkoxid Mischung hatte stark abgenommen (100 g auf 60 g reduziert). Das schwarze Pulver war noch mit weißem Zinkoxid durchsetzt. Am oberen Ende der Reaktionsdüse fand sich auf der Innenseite ein weißer Niederschlag, der als Zinkoxid gewertet wird.

Versuch 2 – das Siebverfahren

Bei diesem Versuch wurden zwei Viertelliter-Gusstiegel übereinander gesetzt und durch ein selbstgeformtes Keramiksieb getrennt. Die beiden Tiegel wurden an ihren beiden Öffnungen auf das dafür angepasste Keramiksieb zusammengestellt und formten somit ein geschlossenes Reaktionsgefäß. Der untere Tiegel wurde mit der Mischung von 40 g Zinkoxid und 40 g Kohlestaub gefüllt. Auf das Sieb wurden 40 g Kupfergranulat platziert und mit dem zweiten Tiegel abgedeckt. Das gesamte System wurde nochmals gänzlich mit einer ca. 1-2 cm starken Lehmschicht ummantelt. Dieses eiförmige Konstrukt wurde in die Mitte des Ofens platziert. Das obere Viertel des Reaktionsgefäßes ragte aus der umliegenden Kohle heraus. Das Gefäß wurde 4 Stunden befeuert, dabei wurden ca. 15 kg Kohlen verbraucht. Die Öffnung des Gefäßes erfolgte am nächsten Tag. Die Lehmummantelung hatte im unteren Bereich gehalten, im oberen Teil war sie teilweise abgesprungen, hatte ihre Funktion jedoch erfüllt. Der untere Bereich des Gefäßes war stark verschmolzen und verglast (Abb. 4). Die Lehmummantelung wurde vorsichtig abgeschla-



Abb. 4: Das Reaktionsgefäß aus Versuch 2, starke Verglasung an der Front des Gefäßes. – The cooled down reaction vessel from experiment 2 after firing process, the front of the vessel is strongly glazed.



Abb. 5: Versuch 2, produziertes goldfarbenes Messing. – Experiment 2, produced golden brass.

gen. Als der obere Tiegel abgenommen wurde, strahlte das Messing in goldener Farbe auf dem Sieb (Abb. 5). Es hatte kein Schmelzprozess am Messing stattgefunden. Die Oberflächenanalyse des produzierten Messings ergab im Rasterelektronenmikroskop folgendes Bild (Abb. 6):

C: 7,34%, O: 10,68%, Na: 4,88%, Cu: 58,50%, Zn: 18,60%.

Die goldene Farbe und die punktuelle Messung bestätigen nun den Erfolg des Versuches. Wie weit das Zink in das Kup-

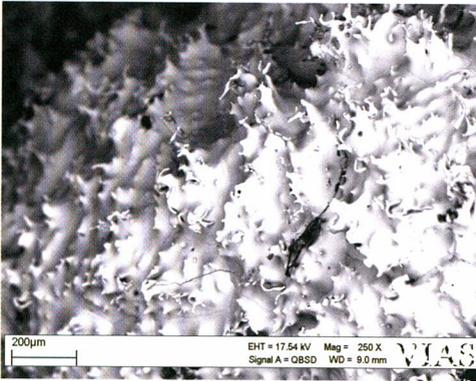


Abb. 6: Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme des produzierten Messings von Versuch 2. – Scanning electron microscope picture of the produced brass in experiment 2.



Abb. 7: Rückstände aus Versuch 2. – Residues of experiment 2.

fer diffundiert ist, kann aus messtechnischen Gründen nicht eruiert werden. Am Messing selbst fanden sich graue Punkte, die als kondensiertes Zink interpretiert werden. Im Reaktionsgefäß fanden sich keine Spuren von kondensiertem Zink oder von niedergeschlagenem Zinkoxid. Da die Lehmummantelung nicht luftdicht ist, werden Teile des entstehenden Zinks wohl durch die Lehmummantelung diffundiert sein. Eine Gewichtszunahme von 4 g konnte festgestellt werden, allerdings mit einer Küchenwaage. Da das eingesetzte Kupfer vorher nicht auf Massenkonstanz erhitzt wurde, ist dies rein informativ zu bewerten und lässt keine absoluten Aussagen zu. Der Kohlerückstand des Ze-

mentes war noch punktuell mit weißem Pulver durchsetzt, fast das gesamte Zinkoxid war umgesetzt worden. Als Überreste dieses Versuches blieben nur ein paar Keramikscherben, die teilweise stark verglast waren, und die beiden Tiegel und das Sieb. Die beiden Tiegel waren unverändert und können wiederverwendet werden. Die Keramikscherben erinnern stark an zerschlagene Gussformen, die entstehen, wenn eine „Verlorene Form“ (Wachsmodell) geöffnet wird (Abb. 7).

Versuch 3 – die „Babuschka“

Der dritte und letzte Versuch der Reihe wurde mit Galmei (Smithsonit, teilweise Zinkblende enthalten) durchgeführt. Dieses erhielt ich von Helmut Prasnik, der dies im Gitschtal (Steinachbach – nördlich von Jadersdorf) gesammelt hat. Eine Messung an einer Erzader ergab folgendes Ergebnis (Massenprozent):

C: 11,11%, O: 20,05%, Mg: 0,40%, Si: 0,90%, S: 18,38%, Zn: 37,55%, Ca: 6,40%.

Die Messung wurde mit einem Rasterelektronenmikroskop der Universität Wien durchgeführt. Zu beachten ist, dass es sich um eine punktuelle Oberflächenmessung handelt, die keinen repräsentativen oder allgemein gültigen Wert liefert, sondern nur einen punktuell gültigen. Es liegt laut der Messung sowohl Zinkblende, als auch Zinkcarbonat (Galmei) vor. Eine Röstung ist also für das Verfahren unabdingbar. Das Erz wurde zweifach geröstet und auf etwa Haselnussgröße zerkleinert (Abb. 8). Je größer die Oberfläche ist, umso besser der Röstprozess. Nach dem Abkühlen wurde das mürbe Gestein durch einen Hammer zerschlagen, um das Erz vom restlichen tauben Gestein zu trennen. Für die Gewinnung von 700 g Galmei wurden zwei Stunden benötigt. Der erhaltene Galmei war bereits sehr porös und pulverförmig. Er bedurfte keiner weiteren Zerkleinerung und konnte



Abb. 8: Geröstetes Galmei-Erz vor der Zerkleinerung. – Roasted calamine ore before crushing.



Abb. 9: Reaktionsprodukt Versuch 3. – Reaction product experiment 3.

direkt mit 100 g Kohlestaub vermischt werden. Dieser erhaltene Zement wurde in einen Blumentopf gefüllt, der das Volumen gerade noch fasste. Darüber wurde mit Lehm eine Verengung getöpfert, deren Abschluss das Sieb aus Versuch 2 war. Auf dem Sieb wurden 150 g Kupfergranulat positioniert und mit dem Tiegel aus Versuch 2 abgedeckt. Die so erhaltene Form wurde mit einer ca. 1-2 cm dicken Lehmschicht ummantelt.

Nach einer mehrstündigen Trocknungsphase (Sommermonat Juli) wurde die Form in den Ofen mittig platziert und der Brennprozess gestartet. Die Befuerung wurde 5,5 Stunden aufrechterhalten, da aufgrund der Wandstärke und der hohen

Menge die Befürchtung entstand, die Reaktion benötige mit Galmei mehr Zeit. Es wurden insgesamt ca. 20 kg Kohlen benötigt, die im Frontbereich immer mit Holzscheiten aus Fichte abgedeckt wurden, um Brennmaterial zu sparen. Während des Brennprozesses platzen im oberen Segment Teile der Lehmummantelung ab. Das Reaktionsgefäß hielt aber den Beanspruchungen stand.

Nach dem mehrstündigen Brennprozess wurde die Form über Nacht ausgekühlt und am nächsten Tag unter Hochspannung geöffnet. Teile der Lehmummantelung waren wie bei Versuch 1 und 2 stark verglast. Die gesamte obere Seite des Kupfers war mit einer gräulichen Schicht überzogen, Teile der Oberfläche des eingesetzten Kupfergranulates hatten einen Goldstich angenommen (Abb. 9).

Der erste Eindruck war, dass Zink teilweise in das Kupfer diffundiert, aber hauptsächlich daran kondensiert war. An der Kupferoberfläche muss eine Temperatur unter 907°C geherrscht haben, um als Kondensationspunkt zu dienen.

Von den ursprünglich eingesetzten 800 g Zement (Galmei und Kohlestaub) blieben ungefähr 650 g übrig. 150 g Kupfergranulat wurden eingesetzt und die Auswaage betrug 160 g. Es kann also von einer Gewichtszunahme gesprochen werden, allerdings mit der im Versuch 2 diskutierten Waagen-Problematik (Massenkonstanz, Wiegefehler). Der Blumentopf, der den Zement beinhaltete, war bei der Öffnung in zwei Teile zersprungen. Auf der Unterseite des Siebes hatte sich ein gelb-brauner Niederschlag gebildet (Abb. 10). Einen ähnlichen Niederschlag beschreibt Ullwer in seinem Versuch (honiggelb bis braun) und deutet ihn als Zinkoxid (ULLWER 2008, 324-325). Eine Messung des Produktes mittels Rasterelektronenmikroskop ergab folgende Werte:

C: 20,07%, O: 13,84%, Si: 0,40%, K: 0,12%, Ca: 0,17%, Cu: 63,64%, Zn: 1,75%.



Abb. 10: Überreste des Zementes aus Versuch 3. – Residues of the cement from experiment 3.

Der gemessene Zinkanteil war trotz des grauen Überzugs sehr gering. Zu der Rasterelektronenmikroskopie wurde zusätzlich eine chemische Nachweisreaktion durchgeführt. Der graue Überzug wurde als Zink nachgewiesen und ist der Beweis für eine hauchdünne Zinkschicht auf dem vorgelegten Kupfer. Die Ergebnisse werden dahingehend interpretiert, dass im Bereich des vorgelegten Kupfers eine zu geringe Temperatur herrschte. Dennoch hatte sich Messing mit wenig Zinkanteil gebildet und metallisches Zink.

Fazit

Das dieser Arbeit zugrunde liegende Vorhaben Zink an Kupfer zu destillieren, ist gelungen. Die Versuchsreihe muss in

zwei Segmente geteilt werden. Versuch 1 und Versuch 2 wurden mit reinem Zinkoxid getätigt. Versuch 3 hingegen mit Galmei. In Versuch 1 als auch in Versuch 2 ist es gelungen, Messing herzustellen, wenn auch mit niedrigen Zinkanteilen. Das Grundkonzept der Destillation hat funktioniert und kann durch Verbesserungen stark optimiert werden. In Versuch 3 wurde mit Galmei gearbeitet. Dabei wurden mehrere Beobachtungen gemacht. Die erzielten Ergebnisse mit Galmei sind stark von der Qualität des Erzes und dessen Vorbereitung abhängig. Diese Feststellung führt zu vielen Folgefragen die noch diskutiert werden. Es ist beim dritten Versuch gelungen, Messing mit wenig Zinkanteil herzustellen. Obendrein bildete sich an der Oberfläche des Kupfers ein

grauer Niederschlag, der metallisches Zink ist. Dieser Umstand wird damit erklärt, dass die Temperatur innerhalb des Reaktionsgefäßes zu niedrig war. Versuch 3 zeigt sehr gut auf, wie schwierig die Bearbeitung von authentischen Rohstoffen ist und welche neuen Problemstellungen damit entstehen. Die Aufbereitungsschritte von Galmei sind aufwendiger und komplexer als angenommen und werden in den meisten Experimenten nicht diskutiert, da die Einsatzstoffe industriell mit heutigen Standards produziert wurden (BOURGARIT, BAUCHAU 2010; BOURGARIT, THOMAS 2011; ULLWER 2001; ULLWER 2008). Die Versuche haben auch gezeigt, dass die gewählte Ofenkonstruktion nicht optimal für das Verfahren ist. Der Ofen der von Ullwer nachgebaut wurde und von Presbyter abgeleitet ist, bietet sich hier an (ULLWER 2001, 320). Bisher sind für den Ostalpenraum noch keine Befunde bekannt. Die Anforderungen für das Verfahren sind ein Temperatursegment von $1000 \pm 100^\circ\text{C}$ und die Anwesenheit von Zinkoxid und Kohlenstoff. Die Dauer für das Verfahren kann mit rund fünf Stunden, je nach verwendeter Menge, als ausreichend gesehen werden. Naturwissenschaftliche Daten hierzu finden sich in den Experimenten von Bourgarit und Ullwer. Die gemachten Versuche zeigen auf, welche potentiellen Abfälle entstehen, die sich in einem Befund eventuell widerspiegeln könnten. Die gewählten Hilfsmittel wie die beiden Gusstiegel und der Blumentopf können durch lokal gewonnenen Ton ersetzt werden. Davon bleibt als Abfall nur der zerschlagene Rest übrig, der stark an Gussformen („Verlorene Form“) erinnert. Das taube Gestein rund um das Erz und der übrig gebliebene Zement (Reste vom Kohlen-Galmei Gemisch, *Abb. 10*) sind die einzigen sonst erhaltenen Überreste. Im konkreten Fall einer Ausgrabung sind diese schwierig als solche zu erkennen. Das verwendete Werkzeugspektrum ist minimal. Es wurde nur

ein Hammer benötigt, um die Formen aufzuschlagen und das mürbe Erz kleinzuschlagen. Ein weiterer Aspekt ist die Beobachtung, dass sich sowohl beim Galmeiverfahren bei Ullwer, als auch bei den Versuchen 2 und 3 jeweils Zink bildete. Zink kann durchaus in metallischer Form durch Zufall entstehen. Eine Bestätigung hierfür ist die Nennung von Zink in einer Schriftquelle der Antike (CRADDOCK 1990, 4). Diese Indizien machen die Aussage möglich, dass Zink möglicherweise bekannt war. Ob Zink als Metall für die Verwendung und Anforderungen der damaligen Menschen Sinn gemacht hätte, ist zu hinterfragen. Der oft gelesene Satz, dass Galmei als eine Art Färbemittel für das Kupfer betrachtet wurde, ist nicht haltbar. Die Legierungen haben je nach Zinkanteil andere Materialeigenschaften und Bearbeitungseigenschaften. Diese wurden von damaligen Handwerkern gezielt hergestellt. Durch den Zinkabbrand an der Oberfläche kann es zu einer Rotfärbung an dieser kommen, wodurch der „Färbeeffect“ nicht mehr treffend wäre.

Ausblick

Das erdachte Verfahren, als Möglichkeit für die Messingherstellung in Betracht zu ziehen, muss noch weiter erprobt und untersucht werden. Der Versuchsaufbau sollte dahingehend verändert werden, dass das Kupfer, das sich durch die Zinkdämpfe zu Messing wandelt, aufschmilzt. Die bisher durchgeführten Experimente zum Galmeiverfahren belegen, dass die Ausbeute und die Effizienz durch eine Schmelze gehoben werden. Die Problemstellung der räumlichen Trennung von Kupfer und Zement, um eine Fremdmetallkontamination auszuschließen, lässt sich durch ein Zwei-Kammersystem, im Folgenden „Bombe“ genannt, lösen. Diese müssten über ein Rohr im oberen Bereich verbunden sein. Die Ummantelung wäre aus gut gema-

gertem Lehm, der mindestens Temperaturen von 1200°C standhalten muss. Die Befeuerung würde sich auf alle Seiten dieses Gefäßes konzentrieren. Wichtig ist, dass die „Bombe“ gründlich und stabil geschlossen ist und der Galmei durch mehrmaliges Rösten als Zinkoxid vorliegt. Damit soll eine übermäßige Kohlendioxidproduktion verhindert werden (die, wenn der Galmei als Carbonat vorliegen würde, geschehen würde) und die Reaktionszeit wäre kürzer. Eine Ofenkonstruktion, ähnlich der von Ullwer, ist empfehlenswert. Diese erreicht die nötige Reaktionstemperatur ohne die Verwendung eines Gebläses, das den Arbeitsaufwand und die Temperaturführung wesentlich erleichtert. Die Erfahrungen, die bei der Galmeiaufbereitung erzielt wurden, werfen noch weitere Fragen auf. Die Schritte der Aufbereitung des Galmeis sind auch auf ihre Vor- und Nachteile zu diskutieren. Galmei kommt als Oxid, Carbonat oder Silicat vor. Geologisch bedingt sind diese Erze oft mit anderen Metallen vergesellschaftet. Je nach Region kann es zu großen Unterschieden in den Lagerstätten kommen (GUSSONE 1964, 82-89). Diese je nach Lagerstätte unterschiedliche Galmei-Qualität und die Nebenprodukte haben Auswirkungen auf den Prozess. Um diese Einflüsse möglichst klein zu halten beziehungsweise zu normieren, muss das abgebaute Erz vorbehandelt werden. Eine Zerkleinerung des Erzes und eine mehrstufige Röstung haben für das später durchgeführte Verfahren mehrere Vorteile. Durch den Röstprozess wird nicht nur eventuell vorliegender Schwefel verbrannt, sondern auch das Carbonat zum Oxid gebrannt. Das Oxid hat klare Vorteile gegenüber dem Carbonat. Die Reaktion vom Carbonat zum Oxid ist stark endotherm und produziert Kohlendioxid. Diesen Schritt bereits im Vorhinein zu vollziehen, empfiehlt sich für den Prozess. Das so produzierte Zinkoxid muss noch mit ausreichend Kohlenstoff vermengt werden. Da-

bei sollten beide Stoffe möglichst klein, am besten als Pulver, vorliegen. Die in der Literatur gefundenen Hinweise für das Befeuchten des Zementes, um eine Art Paste zu erhalten, sind experimentell nachzuprüfen. Als Bindemittel finden sich mehrere Lösungen, die von Wasser über Sole bis zum Urin reichen (UCIK 2002, 185-186; WERNER 1970, 262; FRIES 2014, 227).

In jedem Fall findet durch diesen Arbeitsschritt eine Verdichtung statt und dies bedeutet mehr Gewicht pro Volumen. Dieser Schritt ist einfach zu tätigen und führt zu einer effizienteren Verfahrensweise. Die somit erhaltene Paste muss noch getrocknet werden. Die Auswirkungen für die Reaktion durch eingebrachte Stoffe (Urin, Salzwasser) sind zu testen und durch eine Fachexpertise zu bewerten und zu diskutieren. Eine große Schwierigkeit ist es, an Galmei zu gelangen. In Österreich sind die meisten Vorkommen erschöpft und nach Auskünften der Bergbaugewerkschaft wird in Österreich derzeit kein Galmei abgebaut.

Der Versuch über ein großes Unternehmen, das Zink produziert, an Galmei zu gelangen, scheiterte, da diese nur aufbereitetes zermahlendes Zinksulfat bereitstellen können. Die Zusammenarbeit mit dem Mineralogen Prasnik, der die Vorkommen wie seine Westentasche kennt, ist somit von großem Vorteil. Die Kernfrage, ob es innerhalb des frühmittelalterlichen Ostalpenraums eine eigene Messingproduktion gegeben hat, kann noch nicht beantwortet werden. Die bisher gesammelten Indizien sprechen dafür. Der durchgeführte Versuch zeigt auf, dass das Brennmaterial den höchsten gewichtsmäßigen Anteil am Gesamtsystem hat. Für eine infrage kommende Werkstatt wäre dies somit logistisch und arbeitstechnisch ein wesentlicher Faktor, wie es auch die Verfügbarkeit von Kupfer und Galmei wäre. Kupfer- als auch Galmeilagerstätten befinden sich im Ostalpenraum. Um ein vollständiges Bild

von der chaîne opératoire zu erhalten, bedarf es noch vieler weiterer Untersuchungen.

Der Beantwortung der Frage wie unter frühmittelalterlichen Bedingungen Messing produziert werden kann, ist eine neue Möglichkeit hinzugefügt worden. Dieser Versuch, dem Verfahren auf die Spur zu kommen, ist ein kleiner Schritt in eine Richtung, der uns vielleicht eines Tages bessere Antworten über das Leben der Menschen des Frühmittelalters beschert. Fest steht, dass die Menschen zu dieser Zeit fundiertes Wissen und Expertisen besaßen und diese nutzten, um ihren Alltag zu bestreiten. Mehr als wir uns manchmal vorstellen, wenn wir von einem dunklen Zeitalter sprechen. Ich sehe meine Arbeit als Beitrag, Licht in diese dunkle Zeit zu bringen und der Öffentlichkeit einen anderen Zugang zur Geschichte zu öffnen.

Literatur

BOURGARIT, D., BAUCHAU, F. 2010: The ancient brass cementation processes revisited by extensive experimental simulation. *Journal of Metals* 62 (3), 2010, 27-33.

BOURGARIT, D. THOMAS, N. 2011: From laboratory to field experiments: shared experience in brass cementation. *Historical Metallurgy* 45(1), 2011, 8-16.

CRADDOCK, P. 1990: Zinc in Classical Antiquity. 2000 Years of Zinc and Brass. *British Museum occasional papers* 50. London 1990, 1-7.

CRADDOCK, P., U. A. 1990: Zinc in India. 2000 Years of Zinc and Brass. *British Museum occasional papers* 50. London 1990, 29-73.

DUNGWORTH, D. 1997: Roman Copper Alloys: Analysis of Artefacts from Northern Britain. *Journal of Archaeological Science* 24, 1997, 901-910.

EICHERT, S. 2012: Frühmittelalterliche Strukturen im Ostalpenraum. *Studien zu Geschichte und Archäologie Karantani-*

ens. Aus Forschung und Kunst 39. Klagenfurt 2012, 207-294.

EICHERT, S., MEHOFER, M. 2011: Frühmittelalterliche Emailscheibenfibeln aus Villach. *Neues aus Alt-Villach* 48, 2011, 29-66.

EICHERT, S., MEHOFER, M. 2013: Recyclerte Römer oder slawische Metallurgen? Interdisziplinäre Studien zur frühmittelalterlichen Buntmetallindustrie im Ostalpenraum. *Archäologie Österreichs* 24/2, 2013, 46-54.

FÖRSTER, T. 1987: Glänzend wie Gold: Gelbguss bei den Senufo, Elfenbeinküste. *Veröffentlichungen des Museums für Völkerkunde* 9, 1987, 132-165.

FRIES, O. 2014: Die neuzeitliche Zinkhütte in Döllach im Mölltal – Eine bauhistorische Untersuchung. *Beiträge zur Mittelalterarchäologie in Österreich* 30, 2014, 223-239.

GUSSONE, R. 1964: Untersuchungen und Betrachtungen zur Paragenese der Blei-Zink-Erzlagerstätten im Raume Aachen-Stolberg. *Dissertation Fakultät für Bergbau und Hüttenwesen Hochschule Aachen* 1964.

HAEDECKER, K. 1973: Gleichgewichtsverhältnisse bei der Messingherstellung nach dem Galmeiverfahren. *Erzmetall* 26, 1973, 229-233.

SOMMERLATTE, H. 1988: Messing und Zink. *Alte Berichte aus China und neuere Ausgrabungen in Indien. Kultur & Technik, Heft 1*, 1988, 46-52.

UCIK, F. H. 2002: Messing in Österreich. Die Herstellung und die wirtschaftliche Bedeutung unter besonderer Berücksichtigung der ehemaligen Messinghütte Möllbrücke. *Carinthia II* 192/112, 2002, 161-188.

ULLWER, H. 2001: Messingherstellung nach dem alten Galmeiverfahren. *Erzmetall* 54(6), 2001, 319-326.

ULLWER, H. 2008: Das alte Galmeiverfahren und die erreichbaren Zinkgehalte. *Erzmetall* 61(5), 2008, 324-327.

WERNER, O. 1970: Über das Vorkommen

von Zink und Messing im Altertum und im
Mittelalter. Erzmetall 23, 1970, 259-269.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: Stefan Eichert

Abb. 2-5, 7-10 Stefan Stadler

Abb. 6: Vienna Institut for Archaeological
Science

Autor

Stefan Stadler

Mariahilferstraße 152, Tür 8

1150 Wien

Österreich

stefan_stadler@gmx.at

Der byzantinische Traktat „Über die hochgeschätzte und berühmte Goldschmiedekunst“ – Neuedition, Übersetzung und interdisziplinärer Kommentar

Das Projekt und erste Ergebnisse der experimentellen Evaluierung

Stephan Patscher, Sayuri de Zilva

Summary – The Byzantine treatise “About the Highly Esteemed and Famous Art of the Goldsmith” – A new edition with German translation and multidisciplinary commentary: The project und first results of the experimental evaluation. *The anonymous medieval Greek treatise contains 69 goldsmith’s recipes and was bequeathed as a transcript from 1478 to the French National Library (Paris, Bibliothèque Nationale, Par. Gr. 2327, fol. 280r-291v). It is not only significant for Byzantine studies, but also for the history of goldsmith’s art in general, because it is the only known treatise from Byzantium, which may partly predate the often-cited opus of Theophilus Presbyter from the 12. century und presents several procedures for the first time, i.e. enameling. Although a French and a German translation exist, both translations proved to be outdated. The projects aim is an edition with a new translation from the Greek original and with multidisciplinary annotations as result of a scholarly debate between philologists, historians, art historians, specialists for ancient metallurgy, conservators and goldsmiths. An integral part of the undertaking is the evaluation of selected recipes with methods of the experimental archaeology. The proceeding is shown here with two examples, the recipes No. 4 (gilding of silver-wire) and No. 13 (about a color for gold). The attempt of the experiments focusses very pragmatically on the question if the individual recipe’s claimed purpose occur. By this means, the experiments yield valuable evidences, for example about the completeness of the manuscript tradition or the physicochemical knowledge of the goldsmiths in medieval Byzantium. To date 26 recipes have been translated and 8 of them experimentally evaluated.*

Keywords: Art of the goldsmith, Byzantium, treatise, work recipes, gilding

Schlagnworte: Goldschmiedehandwerk, Byzanz, Traktat, Werkstattrezepte, Vergolden

Der Forschungsgegenstand

Das Projekt befasst sich mit einem anonymen byzantinisch-griechischen Traktat, der als Teil einer 1478 auf Kreta durch

den aus Korfu stammenden Theodoros Pelekanos angefertigten Sammelhandschrift überliefert ist, die sich heute in der Französischen Nationalbibliothek Paris befindet (Codex Parisinus graecus 2327,



Abb. 1: Ouroboros-Illumination auf fol.196 des Codex Parisinus graecus 2327. – Ouroboros-Illumination on fol. 196 of the Codex Parisinus graecus 2327.

fol. 280r-291v) (Abb. 1). Seine Vorlage, die der Kopist vermutlich aus seiner Heimat mitgebracht hatte, ist bislang unbekannt. Der Pariser Traktat besteht aus 57 Kapiteln mit 69 Werkstatt-Rezepten in Gestalt von Arbeitsanleitungen, etwa zum Läutern von Gold und Silber, zur Lot- und Filigranherstellung, zum Reinigen und Ätzen, zur Feuervergoldung, zum Färben von Gold- und Silberoberflächen, zum Niellieren und zum Emaillieren. Vom Inhaltlichen her datiert der Traktat überwiegend in das 11. Jahrhundert zuzüglich einiger Rezepte aus dem Spätmittelalter, aber möglicherweise auch aus der Zeit davor (WOLTERS 2004, 162; WOLTERS 2006, 259. Der Forschungsstand ausführlicher bei MERTENS 2002, XXXI ff.). Der Traktat ist von erheblicher Bedeutung für die Byzanz-Forschung und die Geschichte der Goldschmiedekunst, weil er der einzige aus Byzanz mit dieser Themenstellung ist und z. T. älter, als das so oft zitierte lateinische Werk des Theophilus Presbyter aus dem 12. Jahrhundert; mehrere Verfahren stellt er als einziger bzw. erster Text vor. Das gilt z. B. für die Email-Ferti-

gung, die in der byzantinischen Goldschmiedekunst eine große Rolle spielt (WOLTERS 2004, 162; WOLTERS 2006, 259). Obwohl bereits 1888 von M. Berthelot in Kooperation und Ch. Em. Ruelle zusammen mit einer französischen Übersetzung publiziert, wurde der Traktat von der Forschung kaum beachtet, bis der Goldschmied und Experte für Goldschmiedekunst Jochem Wolters auf der Basis der Berthelot-Übersetzung 2004 eine historisch-technologisch kommentierte Übertragung ins Deutsche vorlegte, die er 2006 noch einmal aktualisierte. Diese Übersetzungen repräsentieren bis heute den Stand der Forschung. Sie haben sich jedoch dort als korrekturbedürftig erwiesen, wo es den Übersetzern an ergänzender Expertise fehlte – M. Berthelot und C. E. Ruelle sind keine Goldschmiede und J. Wolters ist kein Philologe. Für eine zuverlässige Übersetzung ist ein interdisziplinärer Ansatz nötig, um in der Lage zu sein, mögliche verschiedene Bedeutungen und Interpretationsspielräume transparent zu machen und Fehlstellen und Unklarheiten des griechischen Textes in der Übersetzung aufzuzeigen.

Ziel des Projekts

Ziel des Projektes ist eine kommentierte Neuedition mit neuer deutscher Übersetzung sowie eine interdisziplinäre Bearbeitung aus philologisch-historischer, kunsthistorischer, materialwissenschaftlicher, restauratorischer und goldschmiedetechnischer Perspektive. Besondere Aufmerksamkeit wird der griechischen Fachterminologie zum Gold- und Silberschmiedehandwerk gewidmet. Darüber hinaus erfolgt ein Vergleich der Rezepte mit zeitgenössischen Gold- und Silberschmiedearbeiten auf goldschmiedetechnischer und materialwissenschaftlicher Grundlage. Ein Alleinstellungsmerkmal des Projektes ist die Überprüfung der theoretischen Erkenntnisse mittels Verfahren der

Experimentellen Archäologie im Labor für Experimentelle Archäologie in Mayen (LEA), den Restaurierungswerkstätten des RGZM und den Laboren an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz (JGU).

Ein weiterer wesentlicher Aspekt des Projektes ist die Frage des kulturellen Austauschs auf der Grundlage von Quellen und Realien, z. B. in Bezug auf den erwähnten Traktat des Theophilus Presbyter (12. Jh.), der als bedeutendster, weil ausführlichster Traktat dieser Art auch von der Byzanzforschung immer wieder zitiert wird. Durch die Gegenüberstellung beider Traktate können konkrete Erkenntnisse zum interkulturellen Austausch von Fertigungsprozessen und mittelalterlichen Wissenstransfer gewonnen werden. In diesem Rahmen sollen auch ältere Vorbildwerke untersucht und somit gemeinsame Wurzeln mittelalterlicher Handwerkstraktate im Byzantinischen Reich, im lateinischen Westen und den Nachbargebieten erforscht werden.

Das Thema wurde bereits im Rahmen eines Hauptseminars erschlossen, das von am Projekt beteiligten Kollegen im WS 2013/14 an der JGU abgehalten wurde. Das Projekt ist über Lehrveranstaltungen wie „Griechische Quellenlektüre: Der byzantinische Goldschmiedetraktat“ (WS 2015/16) und die regelmäßige Vorlesung „Verzierungstechniken“ in die Lehre der JGU implementiert. Mehrere Studierende sind feste Mitglieder der Arbeitsgruppe. Aus der Forschung heraus werden auch Abschlussarbeiten generiert, z. B. eine Masterarbeit zur Nielloherstellung am JGU-Institut für Geowissenschaften.

Ende des Jahres 2016 waren 26 der 69 Rezepte übersetzt und davon 8 Rezepte auch experimentell überprüft.

Die Arbeitsgruppe

Die Projekt-Arbeitsgruppe besteht aus Vertretern der alten und mittelalterlichen

griechischen Philologie, der byzantinischen Geschichte und Kunstgeschichte, der Archäologischen Restaurierung und Goldschmiedetechnik, der Materialwissenschaften, Materialanalyse und Experimentellen Archäologie. Angesiedelt ist das Projekt auf der gemeinsamen Forschungsplattform der Johannes Gutenberg Universität Mainz (JGU) und des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz (RGZM), dem „Leibniz Wissenschaftscampus Mainz – Byzanz zwischen Orient und Okzident“. Die Arbeitsgruppe trifft sich circa alle sechs Wochen zur gemeinsamen Diskussion der anstehenden Rezepte (Abb. 2). Die Projektkoordination liegt in den Händen von Antje Bosselmann-Ruickbie (JGU) und Susanne Greiff (RGZM). Unterstützt wird das Projekt darüber hinaus durch Kooperation, wie die des italienischen Altphilologen Matteo Martelli (Bologna/Berlin), derzeit Mitarbeiter des Corpus medicorum graecorum et latinorum an der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften (BBAW), oder des griechischen Byzantinisten Gerasimos Merianos, Athen (Hellenic Research Foundation). Der stete Austausch mit internationalen KollegInnen erfolgt auch durch zahlreiche Workshops.

Methodischer Ansatz bei den Übersetzungen

Die Übersetzung der Rezepte erfolgt in drei Stufen. Zunächst legen die Philologen eine Erstfassung für jedes Rezept vor. Diese Fassung wird in der interdisziplinären Arbeitsgruppe Satz für Satz durchdiskutiert. Die Diskussion wird protokolliert und zwar in ihrem Verlauf, damit alle Gedanken und Überlegungen festgehalten sind. Der letzte Schritt ist die Nachbearbeitung jeder diskutierten Fassung in der Gesamtrückschau aller Rezepte und aufgrund der experimentellen Erkenntnisse.



Abb. 2: Die Mainzer Arbeitsgruppe am 21.12.2016 bei der Diskussion der Rezepte 21, 23, 29 (von rechts nach links: Sonngard Hartmann, Susanne Greiff, Matthias Heinzl, Stephan Patscher, Vassiliki Papadopoulou, Sayuri de Zilva, Heidrun Hochgesand, Günter Prinzing und Carolin Koch. Anwesend war auch Tobias Häger. Aus unterschiedlichen Gründen verhindert waren Antje Bosselmann-Ruickbie, Tatiana Gluhack, Erica Hanning, Michael Herdick und Michael Rychlicki). – The Mainz working group, a cooperation of the Johannes Gutenberg University Mainz (JGU) and the Römisch-Germanischen Zentralmuseum Mainz (RGZM).

Methodischer Ansatz bei den Experimenten

Der Experiment-Ansatz fokussiert ganz pragmatisch auf die Frage, ob das in den einzelnen Rezepten behauptete Resultat tatsächlich eintritt. Gearbeitet wird mit Feingold und Feinsilber und jeweils einer höherwertigen und einer geringerwertigen Gold- bzw. Silberlegierung, damit man mögliche Einflüsse der Materialzusammensetzung auf das jeweilige Experiment-Ergebnis erkennen kann (Goldlegierungen: 94% Au, 5% Ag, 1% Cu und 58% Au, 17% Ag, 25% Cu. Silberlegierungen: 96% Ag, 3% Cu, 0,5% Au, 0,5% Pb und 78% Ag, 21,5% Cu, 0,5% Au). Die Zu-

sammensetzungen der Legierungen bewegen sich in einem Analysespektrum von am RGZM analysiertem byzantinischem Material bzw. publizierter byzantinischer Münzen (MORRISON ET AL. 1985; MORRISON ET AL. 1998). Die weiteren, nicht metallischen Zutaten, sind nach Möglichkeit chemisch rein, z. B. Weinstein, bzw. organisch erzeugt, z. B. Essig. Die Experimente werden über standardisierte Experiment-Protokolle (Rezepttext, verwendete Materialien, Forschungsabsicht, Experimentverlauf, Resultat), aber auch fotografisch dokumentiert. Hinzu kommen die Versuchsbleche, Proben und Werkstücke.

Arbeitsbeispiele: Rezept Nr. 13 und Rezept Nr. 4

Die beiden Rezepte wurden ausgewählt, weil sie die unterschiedliche Qualität des Originaltextes veranschaulichen. Während die Anweisungen des relativ kurzen Rezeptes 13 eher wörtlich zu nehmen sind, ist der vergleichsweise lange Text von Rezept 4 mehrdeutig und eine wörtliche Umsetzung damit nur bedingt möglich. Damit verdeutlichen die beiden Rezepte gleichzeitig die Spannbreite, was den experimentellen Arbeitsaufwand angeht – Rezept 13 ließ sich zügig umsetzen, bei Rezept 4 handelte es sich hingegen um ein wirklich zeitaufwändiges Unternehmen, weil so viele Einzelfragen experimentell zu klären waren. In beiden Fällen weicht die deutsche (aber auch die französische) Übersetzung vom Text ab.

Rezept 13 (BERTHELOT, RUELLE 1888a, 325; BERTHELOT, RUELLE 1888b, 311f.):
WOLTERS 2006:

„Beschreibung, wie man einem Gegenstand Goldfarbe gibt.

Nimm Erde, die Ocker genannt wird, setze sie aufs Feuer bis sie sich rot färbt, dann nimm sie und verrühre sie im Wasser mit Salmiak. Befeuchte damit den Gegenstand, den du vergolden (dem du Goldfarbe geben) willst, gib ihn ins Feuer und wiederhole (dies), bis sich ein Rauch bildet und die (gewünschte) Farbe erscheint, dann gib ihn ins Wasser (zum Spülen).“ (WOLTERS 2006, 268; weitgehend identisch WOLTERS 2004, 167)

Arbeitsgruppe Mainz 2016:

„Erklärung zum Machen / zur Anfertigung / zur Herstellung einer Farbe für Gold.

Nimm das sogenannte Ocker, setze / stelle es ins Feuer, bis es rot erglüht. Und hebe es (aus dem Feuer) heraus und lösche es (ab) / löse es auf in Wasser mit Salmiak und salbe das Gold (damit), und setze es ins Feuer und drehe / wende es, bis es

verdampft, damit die Farbe erscheint, und setze es ins Wasser.“

Der Arbeitsablauf ist ungeachtet der mehrfachen Verwendung der dritten Person Singular klar. Die Forschungsabsicht bestand nun darin, zu überprüfen, ob das Färbemittel eine goldene Farbe erzeugt, wie Wolters und Berthelot übersetzen oder ob es die Farbe eines goldenen Objekts lediglich vertieft, ähnlich wie man auch heute noch Goldobjekte mit geringerem Feingehalt vergoldet, um ihnen die Anmutung von Feingold und damit von Höherwertigkeit zu geben.

Es wurde ein Versuchsblech aus Feinsilber und eines aus 580-iger Gold mit hellgoldener Oberfläche vorbereitet. Pulverisierter Lichter Ocker aus Zypern wurde mit einer Gasflamme gebrannt bis er glühte. Der Ocker färbte sich zunächst schwarz und wurde erst während des Erkaltsens rot. Anschließend wurde ein Gemisch aus 15 gr. Ocker, 5 gr. Salmiak (Ammoniumchlorid) und etwas destilliertem Wasser bereitet; das Gemisch sollte etwas dickflüssig sein, um auf der Metalloberfläche besser zu haften. Beide Versuchsbleche wurden mit dem Gemisch bestrichen und über einer Gasflamme gedreht und gewendet, bis alle Feuchtigkeit verdampft war, und die Bleche danach gespült (Abb. 3). Beim ersten Durchgang



Abb. 3: Rezept 13: Verdampfen der Feuchtigkeit im Feuer. – Recipe 13: vaporization of the moisture in the fire.

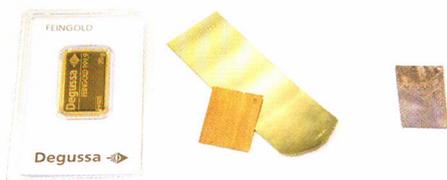


Abb. 4: Rezept 13: Ergebnis: Feingoldbarren, das behandelte goldene Versuchsblech aus 580-iger Gold auf einem unbehandelten Blech aus 580-iger Gold, das Versuchsblech aus Feinsilber. – Recipe 13: result: bullion, the treated gold sample next to a sheet of untreated 580 gold, the “pinkish” silver sample. The recipes intent is the intensification of gold colour in order to make it look like pure gold.

glühte das Goldblech, was die Färbung beeinträchtigte, deswegen wurde das Ganze noch einmal wiederholt.

Im Ergebnis zeigte sich, dass das Färbemittel (Ocker ist eine Eisen-Verbindung) die Farbe von Gold vertiefen sollte und nicht dazu gedacht war, etwa Objekten aus Silber eine Goldfarbe zu verleihen. Während das Goldblech wie Feingold aussieht, hat die Oberfläche des Silberblechs eine rosig-graue Anmutung (Abb. 4). Bei Objekten aus gelblichen Metallen (Messing, Bronze) könnte die Goldfärbung unabhängig von dem im Titel angegebenen Verwendungszweck vielleicht auch erzielt werden; das wäre ggf. zu prüfen. Die Episode mit dem geglühten Goldblech des ersten Durchgangs macht zudem klar, wie wörtlich der Text von Rezept 13 zu nehmen ist.

Rezept 4: „Eine andere Goldschmiedearbeit: fadendünnere goldener Draht“
Stellvertretend für das Vorgehen bei Erprobung der umfangreicheren Rezepte

des Traktates stellen wir in unserem Beitrag nun das Rezept Nr. 4 vor: „Eine andere Goldschmiedearbeit: fadendünnere goldener Draht“; es ist zugleich das Rezept, das 2015 am Beginn der sprachwissenschaftlichen und praktischen Arbeiten der Mainzer Gruppe stand.

Der Entscheidung, den Auftakt mit einer Versuchsreihe zu diesem Rezept zu machen, lagen verschiedene Überlegungen zu Grunde: Das Rezept ist in mehrfacher Hinsicht von wissenschaftlichem Interesse, möglicherweise ist es die älteste Schilderung einer mechanischen und thermischen Bearbeitung von Gold und Silber, die zu einer rein diffusionsgebundenen Vergoldung führt oder führen kann (vgl. WOLTERS 2004, 164) und „zugleich wird hier erstmals das Ziehisen erwähnt“ (WOLTERS 2004, 164) – obgleich das Ziehisen zur Drahtherstellung in mittelbyzantinischer Zeit im Goldschmiedehandwerk ein gängiges Werkzeug war (BOSSELMANN-RUICKBIE 2011, 82-83, bes. Anm. 961-964; 975-977; vgl. dazu HAMMER, VOSS 1999, 317).

Die Vergoldung des Silberdrahtes wird durch Ummanteln mit dünnem Goldblech oder Goldfolie in Kombination mit mehrfacher Erhitzen, Polieren und einem abschließenden Ziehen des ummantelten Drahtes erreicht. Bislang liegt nach Ausweis der einschlägigen Literatur keine Untersuchung und Dokumentation eines solchen Beispiels vor.

Die Diffusionsbindung von Gold mit anderen Metallen zog bereits seit den 1980er Jahren das Forschungsinteresse auf sich (vgl. BECKER U. A. 2003, 168).

Metallographische Untersuchungen von Diffusionsvergoldungen an originalen Metallobjekten wurden jedoch durch die erforderliche, nicht zerstörungsfreie Probenentnahme erschwert, in den meisten Fällen liegen „nur Bestimmungen der Vergoldungstechnik nach dem Augenschein“ vor (BECKER U. A. 2003, 185). Nach SCHORER und SCHWAB (2013, 62)

steht die Erforschung der Diffusionsvergoldung noch in ihren Anfängen, und „insbesondere die Trennung von Blatt-, Folien- und reiner Diffusionsvergoldung stellt neben dem analytischen auch ein begriffliches Problem dar“ (BECKER U. A. 2003, 185).

Die Übersetzung

Rezept Nr. 4, Übersetzungsentwurf der Mainzer Arbeitsgruppe vom 26.02.2015

„Eine andere Goldschmiedearbeit: faden-dünner goldener Draht“

1. Gieße Silber in eine Gussform, um es (das Silber/den Zain) siebenfach zu läutern.
2. Glühe es (sc. das Silber) sodann beim Zieheisen (auf das Ziehen hin/vor dem Ziehen) auf ganzer Länge in einem Zuge, zwei- oder dreimal.
3. Sodann feile es mit einer kleinen Damaszener Feile glatt und schlage das Gold dünn, um eine „(Gold-)Legierung/Knete“ zu erzeugen/damit eine Goldlegierung entsteht.
4. Setze dann das Blatt (-gold) auf das Silber und stelle es, nachdem du es mit einem Faden/mit Hilfe eines Fadens gewickelt hast, ins Feuer, um es rotglühen zu lassen.
5. Und hebe es aus dem Feuer und poliere es mit einer Mischung aus Öl und Kalk (oder: mit einem Wetzstein unter Verwendung von Öl?).
6. Wo Gold fehlt, setze (es) mit dem Polierstein.
- 7.-8. Und setze es wieder mitten ins Feuer, hebe es heraus, poliere es ca. dreimal (7), und ziehe den Draht durch das Zieheisen (8).

Überlegungen und Fragestellungen zu Rezept Nr. 4

Zur Wahl der Ausgangsmaterialien: Silber – Feingehalt, Form und Querschnitt
Aus dem Rezept gehen weder der Fein-



Abb. 5: Rezept 4: Anpolieren des mit Goldblech ummantelten Silberrundstabes. – Recipe 4: polishing the gold-coated silver wire.

gehalt noch der Querschnitt des Silberdrahtes hervor. Zwei Aspekte bestimmten die Wahl des Silberfeingehaltes: Zum einen ist eine Passage des Rezeptes zu erproben, die möglicherweise das so genannte „Weißsieden“ (BREPOHL 1995, 389) beschreibt, das mit Silber-Kupferlegierungen von etwas niedrigerem Feingehalt gut durchführbar ist. Dazu eignet sich Silber von 960/-Ag Feingehalt, welches dann oberflächlich, d. h. an der späteren Kontaktstelle zum Gold, durch mehrmaliges Glühen und Beizen eine Feinsilberschicht erhält (WOLTERS 1991, 61). Die Feinsilberschicht entsteht durch wiederholtes Herauslösen (Beizen) aller beim Glühen entstandenen Kupferoxide der Metalloberfläche. Zum anderen wurden in Vergoldungsversuchen von Becker (BECKER U. A. 2003, 176) die besten Ergebnisse hinsichtlich der Diffundierung der Gold- und Silberatome mit Feinsilber erreicht. Aus handwerklicher Sicht schien die Wahl eines Silber-Stangeneingusses sinnvoll, der – von Hand durch ein Zieheisen rund gezogen – einen für die Vergoldung größtmöglichen Runddraht-Durchmesser ergeben kann. Die daraus resultierende Oberfläche des silbernen Runddrahtes sollte groß bzw. flächig genug sein, damit sie mit einem Goldblech der Blechstärke



Abb. 6: Rezept 4: Glühen: mit Feingoldblech ummantelter Feinsilberrundstab. – Recipe 4: annealing; pure silver coated with 999/- Au.

0,12 mm bis 0,14 mm ummantelt werden kann. Bei Bedarf sollte zur Probenentnahme bzw. für einen Anschliff genügend Fläche zu Untersuchung der möglichen Diffusionszone geboten sein. Aufgrund der genannten Überlegungen fiel die Wahl auf Silber-Runddrähte der Feingehalte 960/- Ag und 999/- Ag mit einem Ausgangsdurchmesser von 4,52 mm.

Zur Wahl der Ausgangsmaterialien: Gold – Feingehalt und Materialstärke

Der im 10. bis 11. Jh. verwendete Goldgehalt für byzantinische Schmuckobjekte liegt bei ca. 800-900 Anteilen von Tausend (freundl. mündl. Auskunft von Dr. Antje Bosselmann-Ruickbie, vgl. BOSSELMANN-RUICKBIE 2011, 75); wie es sich speziell bei vergoldeten Drähten verhält, die meist als Verzierung Verwendung fanden, ist Verf. bei derzeitigem Stand der Recherche an Objekten bzw. aus der Literatur nicht bekannt (vgl. dazu BOSSELMANN-RUICKBIE 2011, 75f.). Das Rezept gibt keine Auskunft über Stärke und Feingehalt des zu verwendenden Goldes.

Die materialtechnischen Eigenschaften verschiedener Goldlegierungen legen na-

he, eine Goldlegierung mit ca. 800 Anteilen Gold und einem Hauptanteil Silber in dem restlichen Legierungszusatz zu wählen, wenn ein starker Abrieb beim abschließenden Ziehen des Drahtes verhindert werden soll. Andererseits ist für eine Ummantelung des Silbers Feingold in geringer Blechstärke am besten geeignet. Aufgrund der Arbeitsanweisungen im Rezept (siehe Satz 4 bis 8 des Rezeptes) ergeben sich mindestens vier Forderungen an die Materialstärke des Goldes:

- Das Goldblech sollte von geringer Blechstärke sein und einen möglichst hohen Goldanteil aufweisen, damit ein Ummanteln des Silberdrahtes und ein Andrücken/Anreiben mit dem Polierstein möglich ist.
- Die Blechstärke und der Feingehalt des Goldes sollte ausreichen, ein möglicherweise durch drei- oder mehrmaliges Glühen makroskopisch sichtbares Ausbleichen des Goldes aufgrund stärkerer Diffusion der Silberatome in die Goldoberfläche auszuschließen (vgl. AUFDERHAAR 2009, 33; BECKER U. A. 2003, 169).
- Die Materialstärke von Goldfolie oder



Abb. 7: Rezept 4: Detail: Glühen – Recipe 4: detail: annealing.



Abb. 8: Rezept 4: Ziehen des mit Goldblech (940/- Au) ummantelten Silberrundstabes. – Recipe 4: drawing the gold-coated (940/- Au) silver wire.

-blech sollte zusätzlich zu den oben genannten Aspekten dem wiederholten Abrieb durch Anwendung von Abrasiven (Kalk, Asche) Stand halten.

- Die Materialstärke des Goldes bzw. die Vergoldung sollte der mechanischen Beanspruchung durch das abschließende Ziehen ohne sichtbare Qualitätseinbußen in Form, Farbe oder Oberflächenbeschaffenheit Stand halten.

Verkürztes Arbeitsprotokoll zu Rezept Nr. 4

1. Material

- Goldblech mit Feingehalt 999/- Au; Blechstärke: 0,12 mm
- Goldblech mit Feingehalt 940/- Au; Blechstärke: 0,14 mm
- Silberdraht mit Feingehalt 960/- Ag; D: 4,52 mm, rund

- Silberdraht mit Feingehalt 999/- Ag; D: 4,52 mm, rund

2. Ort/Zeitdauer

Labor für Experimentelle Archäologie, Mayen (Kr. Mayen-Koblenz), 27.-28.11. 2015 und 07.-09. 01. 2016

3. Forschungsabsicht

- Überprüfung der technischen Durchführbarkeit und Zielsetzung der Rezeptanweisungen, d. h. der Vergoldung von (fadendünnem) Draht.
- Überprüfung der Plausibilität der Übersetzung bezüglich einzelner Begriffe.

4. Methode

- Mehrere Versuchsdurchgänge für die Arbeitsschritte Glühen, Goldummantelung und Ziehen des goldummantelten Silberdrahtes: Jeweils mit zwei verschiedenen Silber-Ausgangsmaterialien (Feingehalte Silber 999/-Ag und 960/-Ag) in Kombination mit zwei verschiedenen Goldblechen unterschiedlichen Feingehaltes (999/-Au und 940/-Au).
- Das Glühen der verschiedenen goldummantelten Silberdrähte wird auf zwei unterschiedliche Arten – Mundlötrohr mit Propangas einerseits und Glühen auf der Holzkohle andererseits – mit unterschiedlicher Dauer durchgeführt.
- Proben: Aus den einzelnen Versuchs- und Verarbeitungsstadien sollen stichprobenartig Materialien zur Untersuchung im Anschliff entnommen werden. Idealerweise könnten diese Aussagen über das jeweilige Metallgefüge und speziell über den Diffusionsgrad der Metallatome erlauben.

5. Fotografische Dokumentation: eine Auswahl (Abb. 5-10)

6. Ergebnis

Beispiel: Ummantelung von Feinsilber mit Feingold

Durch mehrfaches Glühen und Anpolieren wurde ein flächiges Anliegen des Feingoldbleches auf dem Silberrunddraht erzielt. Dem Augenschein nach liegt ein dünner „goldener Draht“ mit einer glän-



Abb. 9: Rezept 4: Ziehvorgang: mit Goldblech (940/- Au) ummantelter Silberrundstab, Detail: Fuge. – Recipe 4: drawing process, gold-coated (940/- Au) silverwire, detail: joint.



Abb. 10: Rezept 4: Ergebnis: „Golddrähte“, „(faden)dünnere Golddraht“. – Recipe 4: result: “golden wires”, “thin (threadlike?)“ golden wire.

zend polierten Oberfläche ohne Fuge oder Naht vor.

Resümee und Ausblick

Den Titel betreffend beinhaltet das Rezept für einen Fachkundigen durchaus die relevanten Informationen und Anweisungen zur Herstellung eines „(faden)dünnen goldenen Drahtes“. Die besten Ergebnisse wurden, wie nicht anders zu erwarten, mit Feingold auf Feinsilber erreicht.

Das Rezept bietet im Detail mehrere Lesarten bzw. Interpretationen, die alle für sich jeweils technisch nachvollziehbar und durchführbar sind. Ein wortwörtlicher

Nachvollzug einiger Anweisungen ist im Einzelnen nicht sinnvoll oder nur bedingt möglich – je nach Zielsetzung des Goldschmieds.

Fragen, die u. a. zukünftige Untersuchungen bestimmen und weiteres Forschungspotential eröffnen:

- Liegt an irgendeiner Stelle der Versuchsproben eine „Diffusionsbindung“ zwischen Gold und Silber vor?
- Wie lang/(faden)dünn könnte ein vergoldeter Draht gezogen werden? Und welche maximale weitere mechanische Verformung (z. B. durch Biegen) ist mit einem solchen vergoldeten Draht möglich?

Des Weiteren schließt sich bei der Wahl der Stärke des Ausgangsmaterials ein in der Goldschmiedep Praxis nicht zu vernachlässigender Aspekt an: die Frage nach der späteren Verwendung und Funktion des Golddrahtes. Hierzu sollen weitere Untersuchungen und Beobachtungen an Golddrähten/vergoldeten Drähten byzantinischer Schmuckobjekte ergänzende Informationen liefern (vgl. z. B. BOSSELMANN-RUICKBIE 2011, 76; 103).

Eine umfassende Darstellung und Diskussion der hier vorgestellten Aspekte und Fragestellungen erfolgt nach Abschluss aller Versuchsreihen und der Neuedition des Traktates.

Literatur

AUFDERHAAR, I. 2009: Zu Entwicklungen in der Vergoldungstechnik im germanischen Raum während des 1. Jahrhunderts nach Christus. *Restaurierung und Archäologie* 2, 2009, 31-46.

BECKER, M., u. A. 2003: Reine Diffusionsbindung. Rekonstruktion einer antiken Vergoldungstechnik und ihrer Anwendungsbereiche im damaligen Metallhandwerk. *Jahresschrift für Mitteldeutsche Vorgeschichte* 86, 2003, 167-190.

BERTHELOT, M., RUELLE, C. É. 1888a: *Collection des anciens alchimistes grecs*, 3

Vol. Paris 1888, Vol. 2, 321-337 (griechischer Text).

BERTHELOT, M., RUELLE, C. É. 1888b: Collection des anciens alchimistes grecs, 3 Vols. Paris 1888, Vol. 3, 307-322 (französische Übersetzung).

BOSSELMANN-RUICKBIE, A. 2011: Byzantinischer Schmuck des 9. bis frühen 13. Jahrhunderts. Wiesbaden 2011.

BREPOHL, E. 1987: Theophilus Presbyter und die mittelalterliche Goldschmiedekunst. Wien, Köln, Graz 1987.

HAMMER, P., VOß, H.-U. 1999: Glossar metallkundlicher und herstellungstechnischer Fachbegriffe – erläutert für antike Handwerkstechnik. In: H.-U. Voß, P. Hammer, J. Lutz, Römische und germanische Bunt- und Edelmetallfunde im Vergleich. Archäometallurgische Untersuchungen ausgehend von elbgermanischen Körpergräbern. Bericht der Römisch-Germanischen Kommission 79, 1998 (1999) 314-330.

MERTENS, M. 2002: Zosime de Panopolis, Mémoires authentiques. Texte établi et traduit par Michèle Mertens. Les alchimistes grecs, vol. 4,1. Les belles lettres. Paris 2002, XXXI-XXXVIII.

MORRISON, C., BARRADON, J.-N., POIRIER, J. 1985: La monnaie d'or byzantine de Constantinople: purification et modes d'altération. In: Centre National de la Recherche Scientifique – Centre de Recherches Archéologiques – URA 27, Cahiers Ernest-Babylon 2: C. Morrison et al., L'or Monnayé 1, Purification et Altérations de Rome a Byzance. Paris 1985, 113-282.

MORRISON, C., BARRADON, J.-N., IVANISEVIC, V. 1998: Late Byzantine Silver and Billon Coinage: a Study of its Composition. In: A. Oddy, M. Cowell (eds.), Metallurgy in Numismatics, Vol. 4 (= Royal Numismatic Society Special Publication No. 30). London 1998, 52-70.

SCHORER, B., SCHWAB, R. 2013: Neue Untersuchungen zu Vergoldungstechniken in der jüngeren Hallstattzeit. Restaurierung und Archäologie 6, 2013, 57-69.

WOLTERS, J. 1991: Der Gold- und Silberschmied. Band 1. Werkstoffe und Materialien. Stuttgart 1991.

WOLTERS, J. 2004: Der Traktat Über die edle und hochberühmte Goldschmiedekunst. Das Münster 3, 2004, 162-181.

WOLTERS, J. 2006: Der byzantinische Traktat Über die edle und hochberühmte Goldschmiedekunst aus dem 11. Jahrhundert. In: C. Stiegemann, H. Westermann-Angerhausen (Hrsg.), Schatzkunst am Aufgang der Romanik. Der Paderborner Dom-Tragaltar und sein Umkreis. München 2006, 259-283.

Internet

<http://www.byzanz-mainz.de/forschung/a/article/der-griechische-traktat-ueber-die-edle-und-hochberuehmte-goldschmiedekunst-edition-und-int/>

Abbildungsnachweis

Abb. 1: Ouroboros-Illumination, fol.196 des Codex Parisinus graecus 2327, Foto:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Ouroboros>

Abb. 2: Römisch-Germanisches Zentralmuseum, Foto: Susanne Greiff

Abb. 3: Römisch-Germanisches Zentralmuseum, Foto: Heidrun Hochgesand

Abb. 4: Römisch-Germanisches Zentralmuseum, Foto: Stephan Patscher

Abb. 5, 9: Labor für Experimentelle Archäologie, Foto: Sayuri de Silva

Abb. 6-8: Labor für Experimentelle Archäologie, Foto: Josef Engelmann

Abb. 10: Römisch-Germanisches Zentralmuseum, Foto: Sonngard Hartmann

Autoren

Stephan Patscher M.A.

Römisch-Germanisches Zentralmuseum

– Forschungsinstitut für Archäologie

Ernst-Ludwig-Platz 2

55116 Mainz

Deutschland

patscher@rgzm.de

Sayuri de Zilva M.A.

Römisch-Germanisches Zentralmuseum

– Forschungsinstitut für Archäologie

Labor für Experimentelle Archäologie

An den Mühlsteinen 7

56727 Mayen

Deutschland

sayuri.dezilva@gmx.de

Garmethoden und zugehöriges Gerät in der mittelalterlichen Küche

Andreas Klumpp

Summary – Cooking methods and kitchen equipment in the medieval kitchen.

Because medieval culinary recipes rarely contain detailed information on kitchen facilities and tools needed for cooking, we have to use other written sources, historic imagery and archaeology to identify them. This gives us the means to estimate the possibilities and capabilities of medieval kitchens and cooks. After a short overview on fire-places and kitchen tools, the article explains the three main cooking methods – cooking, roasting, baking – and some special methods in form of short tables and texts.

Keywords: Middle Ages, cooking, kitchen equipment, cooking methods
Schlagworte: Mittelalter, Kochen, Küchengeräte, Garmethoden

Wie ich in den letzten Jahren versucht habe zu zeigen, ist die Arbeit mit historischen kulinarischen Rezepten nicht einfach, besonders dann, wenn als Resultat ein erleb- und schmeckbares Gericht stehen soll. Da die Rezeptsammlungen nur selten umfangreiches Material zu Kücheneinrichtung und -ausstattung geben, müssen andere Schriftquellen, Bildquellen und die Archäologie herangezogen werden, um den Bestand rekonstruieren und damit Rückschlüsse auf Möglichkeiten und Leistungsfähigkeit historischer Küchen und Köche ziehen zu können. Doch benötigt man auch tiefergehendes Grundlagenwissen zu den Garmethoden und Zubereitungsarten. Daher soll im Folgenden zunächst kurz die Ausstattung vorgestellt werden, die für die meisten Garprozesse notwendig ist. Dann wird tabellarisch die moderne Einteilung der Garmethoden (GRÜNER, METZ, HUMMEL

2007, 119-127, CD zum Buch; PAULI 2005, 317-319; DVD zum Buch) erläutert und durch Rezeptauszüge (bvgs; FoC; MdP; MS B.L. Add. 32085) in den Kontext mit der mittelalterlichen Küchenpraxis gestellt.

Das in historischen Zeiten als Hitzequelle nötige Feuer kann auf einer ebenerdigen (JÖNS 2005, 315), einer kniehohen Herdstelle (kuechenmaistrey, Titelstich), in einem Wind- oder Kastrolofen (Scappi, Taf. 1), einem Siedeherd (Zwölfbrüderstiftung, Bruder herttel) oder in Ein- (Zwölfbrüderstiftung, Berufe „Bäcker“) und Zweikammeröfen (Sachs, Taf. 41) sowie Kachelöfen brennen. Auch eine Vielzahl mobiler Feuerstellen und Glutgefäße kann zum Kochen Anwendung finden (Scappi, Taf. 11; 23). Töpfe aus unglasierter und glasierter Keramik (KAHSNITZ, BRANDL 1984, 67, Abb. 43) oder Metall, Kessel und Dreibeingefäße (SCHIRREN 2014), nicht

Garmethode	Temperaturbereich	Zweck	Kochgerät	Beispiel
Pochieren/ Blau Dünsten <i>mfr.</i> poch(i)er, lier (binden, andicken, sämig machen), mijoter (auf kleiner Flamme kochen)	65 bis 80°C teils auch im Wasserbad. Heute auch Blau Dünsten, im Mittelalter schon bekannt, aber den Siedemethoden zugerechnet	Garen von empfindlichen Zutaten in Wasser, Öl, Wein-Wasser- oder Essig-Wasser-Gemisch ursprünglich nur Eier, heute auch Fisch, Fleisch, Wurstwaren	Kochtopf, Kessel, Grapen (Dreibein), Kesselkette/ -haken/ -säge Schaumlöffel	MdP, fol. 147r Cite doueufz (Zwiebelgericht von Eiern). Pochiert Eier in Öl. [...] Dann gibt in jede Schüssel 3 oder 4 Eier und werft Eure (Koch)Brühe darüber. Und es sei nicht gebunden.
Blanchieren/ Abbrühen <i>mfr.</i> 1. blancher, estuver, eschauder, esverder, bouillir une onde (einmal aufkochen lassen) 2. par-/ perceire/ -bouillir (vorkochen) <i>mengl.</i> 1. (Enthäuten von Mandeln) blaunch(ed), (i)whyte, 2. par-/ perboil (vorkochen) <i>mhd.</i> erwellen/erwallen	Knapp unter 100°C, bei Verwendung von Fettstoffen als Kochmedium bis 130°C Nur kurze Zeitdauer	Vorbereitung von: Fisch, Fleisch, Geflügel, Enthäuten von Nüssen, Mandeln, Gemüse, Obst Garen von empfindlichen Zutaten: Fisch, Fleisch, Geflügel, Wurstwaren, Gemüse, Obst	Kochtopf, Kessel, Grapen (Dreibein), Kesselkette/ -haken/ -säge Schaumlöffel, Kochlöffel	FoC, fol. 28v ·xl·v ·mortreus blank (Weißes Mörsgericht). [...] Stöße gebleichte Mandeln (blanchued almonds) und temperiere sie mit derselben Brühe [...]
Sieden/ Leicht-/Aufwallenlassen/ Leicht-/Köchelnlassen Synonym: Kochen <i>mfr.</i> laiss(i)er/ faire frémier (sieden (lassen), köcheln (lassen)), mijoter, cuire verdelet („grün“ = leicht kochen), 2. par-/ perceire/ -bouillir <i>mengl.</i> seethe (sieden, kochen, wallen, brodeln, schäumen), simmer (gelfinde/ langsam kochen, brodeln, köcheln, siedn), 2. par-/perboil <i>mhd.</i> siede (auch: kochen im Allgemeinen, in Fett/ Öl braten), erwellen/ erwallen (aufkochen)	Knapp unter 100°C, nicht bis wenig sprudelnd Bis zu einigen Stunden Zeitdauer	Vorbereitung von: Fisch, Fleisch, Geflügel Garen von empfindlichen Zutaten: Fisch, Fleisch, Geflügel, Wurstwaren, Gemüse, Obst Erzeugung klarer Brühen	Kochtopf, Kessel, Grapen (Dreibein), Kesselkette/ -haken/ -säge Schaumlöffel, Kochlöffel, Kesselfleischhaken/ Fleischgabel	bvgs, fol. 156v iijj huener von kriechen (Hühner aus Griechenland). Diese heißen Hühner von Griechen/ aus Griechenland. Man soll Hühner braten und das vom Fleisch eines weich gesottenen Schweines und (das) untereinander hacken. [...] Und siede das zusammen und gib es hin und versalz es nicht.

Tab. 1: Garmethoden mit feuchter Hitze, „Kochen“, Teil 1. – Cooking methods with humid heat, “Cooking“, part 1.

Garmethode	Temperaturbereich	Zweck	Kochgerät	Beispiel
Kochen/ Aufwallen-Lassen <i>mfr.</i> cuire, bouillir <i>mengl.</i> cook, boil <i>mhd.</i> sieden (auch: kochen im Allgemeinen, in Fett/ Öl braten)	100°C, stark sprudelnd Auch einige Stunden Zeitdauer möglich	Vorbereitung von: Fisch, Fleisch, Geflügel Garen von: Fisch, Fleisch, Geflügel, Gemüse, Getreide, Reis, Teigwaren Erzeugung trüber Brühen, Soßen	Kochtopf, Kessel, Grapen (Dreibein), Kesselkette/ -haken/ -säge Schaumlöffel, Kochlöffel, Kesselfleischhaken/ Fleischgabel	MnP, fol. 138r poree noire (Schwarzes Blattgemüse) [...] Das heißt, dass das Blattgemüse ausgelesen/ abgezogen, gewaschen dann gehackt und in kochendem wallendem Wasser blanchiert wird. [...] und dann mischt es mit sprudelnd heißem Wasser. [...]
Dämpfen	100-120°C durch Wasserdampf	Garen von empfindlichen Zutaten: Fisch, Gemüse, Obst	Kochtopf, Deckel, Lehm/ Teig Holzunterlage/ Grillrost Schaumlöffel, Kochlöffel, Kesselfleischhaken/ Fleischgabel	Schwer identifizierbar, evtl. durch Schlagworte wie „dempfe“, „brodem“ z.B. MÜNCHEN, Bayerische Staatsbibliothek egm 725 (II), fol. 140v (EILERT 1999, 54; 203)
Isoliertopfverfahren?	Knapp unterhalb 100°C	Garen von: Fisch, Fleisch, Geflügel, Gemüse, Getreide, Reis, Teigwaren	Topf, Deckel Grube/Kiste, Isoliermaterial wie Heu, Stroh, Moos, Laub etc.	Keramikscherben aus Monmouth Castle (PEOPLE'S COLLECTION)
Druckgaren?	Unter Druck bei 120°C	Garen von: Fisch, Fleisch, Geflügel, Gemüse, Getreide, Reis, Teigwaren	Topf, Schnellkochtopfdeckel, Lehm/ Teig zum Versiegeln Kessel, Deckel, Teig, Gipsbandagen	Angeblicher „Schnellkochtopfdeckel“ von Aub (EDEL UND FREI 2004, 82) Mit Teig und Gipsbandagen versiegelter Kessel (HARTLEY 1954, 37-39)

Tab. 2: Garmethoden mit feuchter Hitze, „Kochen“, Teil 2. – Cooking methods with humid heat, “Cooking“, part 2.

zuletzt Pfannen (Scappi, Taf. 10; 16; 17), nehmen in der Regel die Zutaten auf. Mit Deckeln (KAHSNITZ, BRANDL 1984, 84, I B 54) kann das Gargut gegen Verschmutzung und eindringenden Rauch geschützt und die Wärme im Kochgefäß gehalten werden. Dreibeine und Pfannenknechte (Kuchenmeisterei, Titelstich; EGAN 1998, 153, Abb. 121) dienen dazu, die Gefäße

über das Feuer stellen zu können. An Wendebäumen (Scappi, Taf. 1) und fest verbauten Kesselbäumen (kuechenmaistrey, Titelstich) wurden mittels Kesselhaken, -ketten (Scappi, Taf. 1) und -sägen (Guyart, fol. 18r) die Kessel aufgehängt. Eine ganze Reihe an Kleingerät, das wichtigste darunter Fleischgabeln und Kesselfleischhaken (EGAN 1998, 156,

Garmethode	Temperaturbereich	Zweck	Kochgerät	Beispiel
Braten in der Pfanne <i>mfrz.</i> cuire, frier, frioler <i>mengl.</i> fry <i>mhd.</i> roeste, lass sieden, backez, bratez	110-240°C mit Fettstoff	Vorbereitung: Anbraten für interessantere Farbe, Oberflächenbeschaffenheit, stärkeres Aroma Garen von: Fisch, Fleisch, Geflügel, Wurstwaren, Gemüse, Teig-, Eierspeisen	Pfanne, glasierte Keramikpfanne, (Glasierter Kochtopf, Kessel, Grapen) (Dreibein) Pfannenwender Selten Backofen Braten auch ohne Gefäß direkt in der Glut durchgeführt	MöP. fol. 140v Merke, dass man „backen/ schmoren“ sagt, weil es in einem Topf ist und wenn es in einer eisernen Pfanne war, hätte man „frittieren/ braten“ gesagt.
Auf dem Rost Braten/ Grillen <i>mfrz.</i> harler, rostir <i>mengl.</i> lay hem on a rost, pyke hem, ro(a)st <i>mhd.</i> brate vf dem rost, roeste	190-240°C	Garen von: Fisch, Fleisch, Geflügel, Wurstwaren, Gerichten aus gestockerter Milch	Grillrost aus Keramik oder Metall (Grilldreibein, Schwenkgrill) Fleischgabel Sonderform: Braten auf dem Holzrost (z.B. BEVERLEY 1722, 150 u. Taf. 9)	BVGS, fol. 156r ij von einer hirz lebren (Von einer Hirschleber). Eine Hirschleber, die man lange aufbewahren möchte, soll man auf einem Rost braten; [...]
Braten am Spieß <i>mfrz.</i> harler, rostir <i>mengl.</i> ro(a)st <i>mhd.</i> braten	110-250°C Kein Kochmedium, evtl. Marinieren in Fettstoff, Spicken, Lardieren, mit Fremd- oder Eigenfett Übergießen	Garen von: Fisch, Fleisch, Geflügel, Wurstwaren, Eierspeisen	Bratspieß aus Metall, Holz, Bratspießhalter aus Metall, Keramik oder Holz, Fettpfanne (mechanische und tierbetriebene Bratspießwender) Fleischgabel, Löffel/Pinsel zum Übergießen mit Fett Sonderform: Braten an der Schmur	BVGS, fol. 159r-159v xxvj diz ift ein guot fueelle (Dies ist eine gute Fülle). Stosse eine Gans an einen Spieß und siede die Innereien. [...] Und wenn die Gans gebraten ist, so zerlege sie, [...]

Tab. 3: Garmethoden mit trockener Hitze, „Braten“, Teil 1. – Cooking methods with dry heat, „Roasting“, part 1.

Garmethode	Temperaturbereich	Zweck	Kochgerät	Beispiel
Im Backofen Braten <i>mfrz.</i> harler, rostir <i>mengl.</i> ro(a)st, bake <i>mhd.</i> brate, backe	170-200°C Im Unterschied zum Schmoren ohne Flüssigkeit Im Unterschied zum Backen keine Teigkomponente enthalten Gargut nicht mit Deckeln u.a. abgedeckt	Garen von: Fisch, Fleisch, Geflügel ohne Fettstoff oder mariniert, gespickt, lardiert oder mit Fremd- oder Eigenfett übergeben	Backofen, Brotschieber (Schüssel/ Topf/ Pfanne/ Bräter/ Backform) (Kochlöffel/ Pinsel/ Feder zum Übergießen und Bestreichen)	OTTO 1856, 134-135 [...] An etlichen Orten/ hat man Bratröhren in den Öfen, wohinein man den Braten in einer Pfanne setzt und (die man) vorn mit einem Blech zuschiebt [...]. An etlichen Orten heizen die Bäcker am Sonntagfrüh den Backofen, dahinein setzen die Leute (S. 135) ihren Braten häufig für zwei oder drei Pfennige ohne weitere Mühe und Unkosten. Also geschieht es [...]
Frittieren <i>mfrz.</i> cuire, frier, frioler en paelle <i>mengl.</i> fry, bake in a pan <i>mhd.</i> roeste, lass sieden, backez, bratez in der pfannen	150-180°C in viel Fettstoff Abgrenzung zum Braten und Backen in der Pfanne nicht immer möglich, da oft dieselben Begriffe verwendet werden	Garen von: Fisch, Fleisch, Geflügel, Teig- und Backwaren, Eimassen	Kochtopf/ Kessel/ Pfanne Schaumlöffel (Dreibein/ Kessel-/ Wendebaum, Kesselkette/-haken/- säge)	BVGS, fol. 161v xliij Ein guot gebackenz- (Ein gutes Gebackenes). Reibe Käse, menge den mit Eiern und schneide gesotenen Speck dazu. Mache einen schönen derben Teig und fülle den Käse und die Eier da hinein und mache kleine Krapfen. Und backe sie in Butter oder in Schmalz nach der Zeit und gib sie warm hin.
Rösten/Toasten <i>mfrz.</i> toster, bruler, bruner, harler, rostir, roidir, roussir <i>mengl.</i> toast, roast <i>mhd.</i> roeste, backez, bratez, bāhe	180-240°C ohne Fettstoff	Veredeln von: Backwaren, Brot, Nüssen, Kernen, Kastanien, Getreide zur Verwendung als Farbstoff, Bindemittel, Einlage für Suppen, zur Geschmacksveredelung	Grillrost aus Keramik oder Metall, Pfanne o.ä. Fleischgabel o. ä.	MöP, fol. 147r Brotscheiben zum Einsuppen in Senf. [...] Dann nehmt die Krusten von Brot und gebt sie zum Rösten/ Grillen auf einen Grillrost. Dann macht daraus viereckige/ quadratische Brotscheiben zum Einsuppen und bringt es zum Kochen. Dann nehmt Eure Brotscheiben zum Einsuppen heraus und gebt sie in einen Teller/eine Platte zum Austrocknen. [...] Dann macht Eure Brotscheiben zum Einsuppen in Schüsseln und gießt Eure (Koch)Brühe darüber.

Tab. 4: Garmethoden mit trockener Hitze, „Braten“, Teil 2. – Cooking methods with dry heat, „Roasting“, part 1.

Abb. 125), Pfannenwender/Spatel (EGAN 1998, 154, Abb. 122), Koch-, Schöpflöffel und Schaumlöffel (kuechenmaistrey, Titelistich), waren in der Küche unabdingbar. Hinzu kommt ein großes Sortiment weite-

rer Gegenstände wie Messer, Schneidbretter, Teighölzer und vieles mehr, die zur Vorbereitung der Gerichte eingesetzt wurden. Einen umfangreichen, aber ebenfalls unvollständigen Eindruck davon

Garmethode	Temperaturbereich	Zweck	Kochgerät	Beispiel
Backen im Ofen <i>mfrz.</i> cuire (au four) <i>mengl.</i> bake <i>nhd.</i> backez	140-300°C	Vorbereitung und Garen von: Backwaren, Brot, Pasteten, Kuchen, Torten, Teigkrusten, Eierspeisen, Milchprodukten, Fisch, Fleisch, Gemüse u.a.	Backschieber, Ofengerät (Backblech, Bratrost) (flacher Kochtopf, Bratpfanne, Kasserole, Backform, Pastetenschirr)	bvgs, fol. 162v 56 Ein fladen- (Ein Fladen). Einen Fladen von weißen Fischen gemacht, welcher Art sie sind: [...] Und ein wenig Gewürz breit auf ein Blatt von Teig gemacht. Und schiesse es in einen Ofen und lasse backen.
Backen auf dem Herd <i>mfrz.</i> frier (au four) <i>mengl.</i> bake hit in a trap(p)e <i>nhd.</i> backez in einer pfannen	140-300°C	Vorbereitung und Garen von: Backwaren, Pasteten, Kuchen, Torten, Teigkrusten, Eierspeisen, Milchprodukten, Fisch, Fleisch, Gemüse u.a.	Pfanne/ Pastetenpfanne/ Schüssel/ Mörser/ zwei Dachziegel o.ä. (Gluthaube) Frankreich, England, Italien: <i>mfrz.</i> , <i>mengl.</i> „trap(p)e“, <i>ital.</i> „testo“ nach griech.-röm. Küchentradition des „clibanus“, „termospodio“, „testus“ (GRAINGER 2013)	FoC, fol. 71r-71v :cl- Rafyols- (Ravioli?). Nimm Schweinelebern und siede sie gut. [...] Und winde es zu Bällen so groß wie Äpfel. [...] Mache eine Kruste/ Hülle in einer Pastetenpfanne/ -form (trappe) und lege den Ball dahinein. Und backe es. Wenn sie genug haben, gib dahinein eine Lage von Eiern mit poudre fort und Safran. Und trage es auf.

Tab. 5: Garmethoden mit trockener Hitze, „Backen“. – Cooking methods with dry heat, „Baking“.

Garmethode	Temperaturbereich	Zweck	Kochgerät	Beispiel
Dünsten	Bei 120-160°C sehr kurz anbraten, dann bei 98°C in Wasserdampf garen, Kochgut befindet sich oberhalb der Kochflüssigkeit	Garen von: Fisch, Fleisch, Gemüse	Backofen, Pfanne/ flacher Topf/ Kasserole/ Bräter, (Deckel, Lehm/ Teig zum Verschließen) (Grillrost/ Holzstäbe zum Unterlegen) Pfannenwender/ Fleischgabel	Belege ausstehend, im Mittelalter wohl unter den Back- und Bratmethoden im Ofen eingedornet
Schmoren	Bei 120-200°C anbraten, dann bei 98°C in der Kochflüssigkeit garen	Garen von: Fisch, Fleisch, Gemüse	Backofen, Pfanne/ flacher Topf/ Kasserole/ Bräter, Deckel, (Lehm/ Teig zum Verschließen) Pfannenwender/ Fleischgabel, Löffel zum Übergießen	MoP, fol. 140v Merke, dass man „Backen/ Schmoren“ sagt, weil es in einem Topf ist und wenn es in einer eisernen Pfanne war, hätte man „Frittieren/ Braten“ gesagt.
Verwendung von heißen Gegenständen	Im Feuer erhitzte Gegenstände 1. in Flüssigkeit werfen (Kochen), 2. auf das Gargut legen (Braten), 3.a) mit dem Gargut vergraben 3.b) das Gargut in einer mit Steinen ausgekleideten aufgeheizten Grube vermauern 3.c) Zutaten und heiße Gegenstände in Tierhaut/ -mägen einnähen (Braten/Schmoren, Backen). 4. Das Gargut wird auf einen heißen Gegenstand gelegt (Braten, Backen)	Garen von: Fisch, Fleisch, Geflügel, Gemüse, Obst Backwaren, Brot, Eierspeisen	Mit Holz oder Tierhaut verkleidete Erdgrube/ Holzmoie/ Daubenwanne o.ä. / Sack aus Tierhaut/ Rindengefäße u.a. Steine, Schürhaken, Tonobjekte (große Pinzetten/ Löffel/ Aschenschaufel zum Hantieren mit den heißen Gegenständen)	Archäologische, schriftliche und ethnologische Belege (z.B. DITTMANN 1990)
Kochen in nicht feuerfesten Behältern	Alle Kochmethoden mit viel Flüssigkeit	Garen von: Fisch, Fleisch, Geflügel, Gemüse, Obst v.a. Suppen, Siedefleisch u. a.	Tierhäute, -mägen, Holz- oder Rindengefäße u.a. (Dreibein aus Holz zum Aufhängen/ Holzposten/ direkt ins Feuer gelegt) (Heiße Gegenstände)	Schriftliche und ethnologische Belege: Chief der Mac Sweynes beim Dinner. Bericht über die Niederschlagung irischer Rebellen, 16. Jh. (DITTMANN 1990, 80-86)

Tab. 6: Kombinationsgarmethoden und weitere Sonderformen. – Combined and other special cooking methods.

kann man sich in Bartolomeo Scappis „Opera“ von 1570 verschaffen.

Nach diesem kurzen Überblick über die wichtigsten Kucheneinrichtungen und -geräte sollen im Folgenden die Grundgarmethoden Kochen, Braten, Backen und einige Sonderformen genauer vorgestellt werden.

Namengebend für den gesamten Prozess der Nahrungszubereitung an sich, ohne Rücksicht auf die Zubereitungsart, ist das „Kochen“. Das Wort ist zudem der Überbegriff der Garmethoden mit Flüssigkeit wie Wasser, Wein, Milch u. a. Der Groß-

teil der betreffenden Kochmethoden wird auf der offenen Feuerstelle oder dem Herd ausgeführt, seltener im Ofen. Pochieren oder blau Dünsten, das Blanchieren, das Sieden (Tab. 1), das Kochen und Dämpfen (Tab. 2) fallen in diese Kategorie. Zu den Sonderformen des Kochens zählen das Garen im Isoliertopf und vielleicht auch das Druckgaren (Tab. 2). Ohne Feuer kommt das Kochen mittels ungelöschtem Kalk aus. Ein kleiner mit Lehm versiegelter Topf mit den Zutaten wird in einen größeren Topf gestellt, dieser dann mit ungelöschtem Kalk und

Wasser aufgefüllt und ebenfalls versiegelt. Die Hitze der chemischen Reaktion bringt dann die Flüssigkeit zum Kochen (GRETTON 2010; THORNDYKE 1923, 785; MS B.L. Add. 32085, 863).

Bei der nächsten Hauptgruppe der Garmethoden handelt es sich um das Braten, d. h. um Prozesse, die bei trockener Hitze ohne Flüssigkeit durchgeführt werden. Dazu zählen das Braten in der Pfanne, auf dem Rost oder Grill, am Spieß (*Tab. 3*), im Backofen, das Frittieren und das Rösten oder Toasten (*Tab. 4*).

Bleibt als letzte der drei Grundgarmethoden noch das Backen. Es ist der Überbegriff der Zubereitungsarten mit trockener Wärme ohne Flüssigkeit, meist im Ofen oder mit Gerät, das eine ähnliche Hitze einwirkung ermöglicht (*Tab. 5*). Oft handelt es sich um teig- oder eihaltige Zubereitungen, mit und ohne Füllungen. Das Backen bildet häufig einen weiteren Arbeitsschritt nach einer Vorbereitungsart wie Blanchieren, Kochen, (An-)Braten.

Kombinationsgarmethoden bestehen aus einer Zusammensetzung aus verschiedenen Garmethoden, meist zuerst Anbraten, dann einer der feuchten Kochmethoden. Hierzu zählen Dünsten und Schmoren (*Tab. 6*), die beide vorzugsweise im Backofen durchgeführt werden. Außerdem gibt es noch spezielle Verfahren wie das Garen mit heißen Gegenständen und die Verwendung von nicht feuerfesten Kochgefäßen (DITTMANN 1990).

Nicht vergessen darf man auch als Zubereitungsart den Rohverzehr von Obst, Gemüse und Salaten (FoC, fol. 40v-41r lxxii-ij).

Durch parasitologische Untersuchungen in norddeutschen Latrinen konnte auch nachgewiesen werden, dass öfter auch nicht ganz durchgegartes Fleisch, Fisch und Gemüse verzehrt wurde (HERRMANN 1986, 160-169). Darauf deutet auch eine Beschreibung der französischen Vorliebe für nicht ganz gegarten Karpfen (MdP, fol. 151r).

Wie wir gesehen haben, existierte – mit Ausnahme des Druckarens, der Verwendung von Mikrowellenherden und dem Kochen unter Vakuum – ein Großteil der heute angewandten Garmethoden schon im Mittelalter. Die Einordnung und Bestimmung ist allerdings ähnlich wie heute nicht immer eindeutig und sicher durchführbar. Überschneidungen, Ungenauigkeiten und Synonymität in der Verwendung der Begrifflichkeiten machen die genaue Beachtung der Handlungsanweisungen notwendig. Zudem konnte demonstriert werden, dass ein umfangreiches Repertoire an baulichen Kucheneinrichtungen und Kochgerätschaften entwickelt wurde, um den verschiedenen Anforderungen aller Garmethoden gerecht zu werden. Deren Nachweis und Identifizierung mittels Schrift- und Bildquellen sowie der Archäologie gestaltet sich allerdings oft schwierig.

Quellen

Beverley, Robert: The History of Virginia. Book III: The Native Indians. London 1722, 150, Taf. 9. University of Pittsburgh Library. <<https://archive.org/stream/historyofvirgini00inbeve#page/n13/mode/2up>> (02.02.2017).

FoC: Manchester, The John Rylands University Library, The University of Manchester, English MS 7. <<http://enriqueta.man.ac.uk/luna/servlet/view/search?q=%22Fourme%20of%20Curye%22>> (02.02.2017).

Guyart des Moulins: La Bible historique. 1470-c. 1479, fol. 18r. London, British Library, Royal MS 15 D I. <http://www.bl.uk/manuscripts/Viewer.aspx?ref=royal_ms_15_d_i_fs001r> (02.02.2017).

bvgs: Hausbuch des Michael de Leone mit dem bvgs: München, Universitätsbibliothek, Cim. 4 (= 2° Cod. ms. 731).

<<http://epub.ub.uni-muenchen.de/10638/>> (02.02.2017).

Kuchenmeisterei. Straßburg 1516, Titel-

stich. München, Bayerische Staatsbibliothek. <<https://opacplus.bsb-muenchen.de>> (02.02.2017).

kuechenmaistrey. Augsburg 1507, Titelstich. München, Staatsbibliothek. <<http://daten.digital-sammlungen.de/~db/0000/bsb00009309/images/index.html?seite=0001&l=de>> (14.06.2017)

MdP: Paris, Bibliothèque National de France, fonds français 12477.

<<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b9060818d/f129.image.r=mesnagier.langDE>> (02.02.2017).

MS B.L. Add. 32085: C. B. Hieatt, R. F. Jones, Two Anglo-Norman Culinary Collections edited from British Library Manuscripts Additional 32085 and Royal 12.Cxii. Speculum 61, 1986, no. 3.

München, Bayerische Staatsbibliothek, clm 15632. In: T. Ehlert, Münchner Kochbuchhandschriften aus dem 15. Jahrhundert. Cgm 349, 384, 467, 725, 811 und Clm 15632. Frankfurt 1999, 50-62; 194-218.

Otto, Bernhard: Dreihundertjähriges deutsches Klosterkochbuch. Leipzig, 8. Reprintauflage der Ausgabe 1856.

Sachs, H., Amman, J.: Eygentliche Beschreibung aller Staende auff Erden, Frankfurt a. M. 1568. Faksimile Edition Leipzig 2005.

Scappi, M. Bartolomeo: Opera. Venedig: Appresso Michele Tramezzino 1570. Tafelteil. Los Angeles, The Getty Research Institute. <<https://archive.org/details/operavenetiascap00scap>> (02.02.2017).

Zwölfbrüderstiftung: Die Hausbücher der Nürnberger Zwölfbrüderstiftung. Stadtbibliothek Nürnberg. <<http://www.nuernberg-er-hausbuecher.de>> (02.02.2017).

Literatur

DITTMANN, A. 1990: Kochen mit Steinen. Ein Beitrag zur Entwicklung der Nahrungszubereitung. Marburger Studien zur Völkerkunde 7. Berlin 1990.

EDEL UND FREI 2004: Haus der Bayeri-

schen Geschichte: Edel und Frei. Franken im Mittelalter. Augsburg 2004, 82.

EGAN, G. 1998: The Medieval Household: Daily Living C. 1150 - C. 1450. Medieval Finds from Excavations in London 6. London 1998.

GRAINGER, S. 2013: From parthian chicken to flat breads: experimenting with a Roman oven. The British Museum blog 30.07.2013. <<https://blog.britishmuseum.org/2013/07/30/from-parthian-chicken-to-flat-breads-experimenting-with-a-roman-oven/>> (02.02.2017).

GRETTON, L. 2010: Lime power for cooking – medieval pots to 21st century cans. Quicklime fireless cooking, slaking lime with water for heat without fire. 10.08.2010. <www.oldandinteresting.com/fireless-cooking-with-quicklime.aspx>

GRÜNER, H., METZ, R., HUMMEL, M. 2007: Der junge Koch, Die junge Köchin. Fachwissen Hotel, Restaurant, Küche. 32. Auflage. Haan-Gruiten 2007.

HARTLEY, D. 2012: Food in England. A Complete Guide to the Food that Makes Us Who We Are. London 2012. Reprint der Auflage 1954.

HERRMANN, B. 1986: Parasitologische Untersuchungen mittelalterlicher Kloaken. In: B. Herrmann (Hrsg.), Mensch und Umwelt im Mittelalter. 2. Auflage. Stuttgart 1986, 160-169.

JÖNS, H., LÜTH, F., SCHÄFER, H. 2005: Archäologie unter dem Straßenpflaster. 15 Jahre Stadtkernarchäologie in Mecklenburg-Vorpommern. Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mecklenburg-Vorpommerns 39. Schwerin 2005.

KAHSNITZ, R., BRANDL, R. 1984: Aus dem Wirtshaus zum Wilden Mann. Funde aus dem mittelalterlichen Nürnberg. Nürnberg 1984.

PAULI, P. 2005: Lehrbuch der Küche. Für Theorie und Praxis der modernen Koch- und Küchentechnik. 13. Auflage. O. O. 2005.

PEOPLE'S COLLECTION WALES: Isoliertopf, Monmouth Castle, Mittelalter. <www.peo

plescollection.wales/items/7915>
(02.02.2017).

SCHIRREN, M. 2014: ... Sieben auf einen Streich ... – Metallgefäße aus dem Mühlenteich der Stadt Gützkow, Lkr. Vorpommern-Greifswald. 24.02.2014. Landes Archäologie Mecklenburg-Vorpommern. <<http://www.kulturwerte-mv.de>>
(02.02.2017).

THORNDYKE, L. 1923: A history of magic and experimental science during the first thirteen centuries of our era. Volume II. New York 1923. <<https://archive.org/details/historyofmagicex02thor>>

Abbildungsnachweis

Tab. 1-6: Andreas Klumpp

Autor

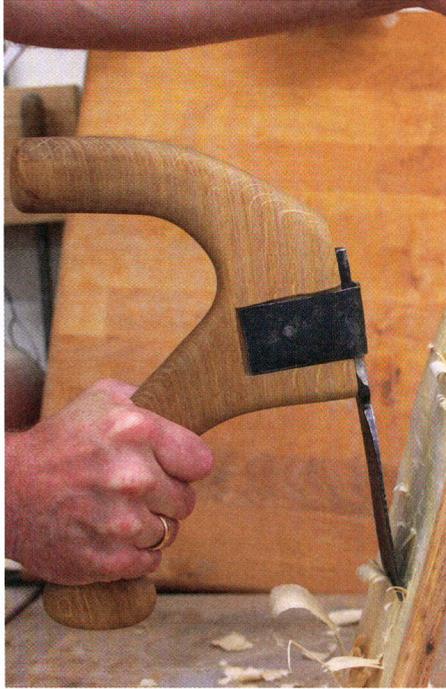
Andreas Klumpp

Kirchstr. 19

96123 Litzendorf/OT Pödeldorf

Deutschland

andreas_klumpp@yahoo.de



Rekonstruierende Archäologie

Das Welterbedamen-Projekt – Gewandrekonstruktionen für das Oberösterreichische Landesmuseum

Bianca Mattl, Helga Rösel-Mautendorfer

Summary – The World Heritage Ladies Project – Reconstructions of garments for the Oberösterreichische Landesmuseum. For the rearrangement of the permanent exhibition of Archaeology in the Oberösterreichischen Landesmuseum in 2017, women garments of three temporally different eras were reconstructed: a Neolithic (pile dwelling), a Hallstatt period and a Roman garment. The intent of the displayed garments is to impart the textile craft in Prehistory and Roman times and to broach the issue of the three archaeological World Heritage sites in Upper Austria.

The garments should be made as far as possible by prehistoric/roman methods, but not every single piece of clothing has to go through the complete prehistoric manufacturing process. For example, the yarn was not spun by hand for each garment. The garments are going to represent textile culture of the particular period. Therefore the reconstructed garments are based on analyses of original textiles. Since the preserved textile finds are often very small, the data of visually similar pieces were used to specify the fabric patterns and colours. In addition to the textile data images of dresses, the positions of the jewellery in graves and the data from textile equipment, for example of loom weights, were integrated to get a closer image for the reconstruction.

A production of textiles with reconstructed tools and equipment does not always go smoothly. Tools and material have to fulfil the requirements of an exact reproduction of an original textile.

Keywords: Reconstruction of garments, Hallstatt, pile dwellings, Roman limes, weaving, selvedge

Schlagnote: Gewandrekonstruktion, Hallstatt, Pfahlbauten, Römischer Limes, Weben, Seitenkante

Einleitung

Für die Neugestaltung der Dauerausstellung Archäologie im Oberösterreichischen Landesmuseum 2017 werden Frauengewänder aus drei zeitlich unterschiedlichen Epochen rekonstruiert: aus dem Neolithikum (Pfahlbau), der Hallstattzeit und der

Römerzeit. Ziel der ausgestellten Gewänder ist einerseits die Vermittlung von Herstellung und Trageweise von Textilien in Urgeschichte und Römerzeit und andererseits die Thematisierung der drei archäologischen Welterbe-Regionen in Oberösterreich.

Die archäologischen Welterbe-Regionen Oberösterreichs

Die Kulturlandschaft Hallstatt – Dachstein/ Salzammergut ist bereits seit 1997 Weltkulturerbe der UNESCO. Hallstatt liegt im südlichen Teil Oberösterreichs am Fuße des Dachsteins. Im Hallstätter Hochtal wurde im 19. Jahrhundert ein bedeutendes prähistorisches Gräberfeld entdeckt und 1846 wurden erste archäologische Ausgrabungen durchgeführt. Der Fundort wurde namensgebend für die ältere Eisenzeit, die Hallstattzeit. In Hallstatt wird seit 7000 Jahren Salz abgebaut. Ab dem 14. Jahrhundert vor Christus, in der Bronzezeit, wurden die Salzlagerstätten bereits systematisch abgebaut (BARTH 2008, 14-15).

Prähistorische Pfahlbauten um die Alpen sind seit 2011 UNESCO Weltkulturerbe. Das Weltkulturerbe verteilt sich auf insgesamt 111 Pfahlbausiedlungen des Alpenraumes in Österreich, Deutschland, Frankreich, Italien, Slowenien und der Schweiz.

Die drei Welterbestationen in Österreich befinden sich im Attersee/Oberösterreich, im Mondsee/Oberösterreich und im Keutschachersee/Kärnten (<<http://pfahlbauten.at/>>, 28.12.2016). Die Pfahlbauten waren Siedlungen in der Jungsteinzeit und Bronzezeit bis in die Eisenzeit. Da sich die Siedlungen am Wasser und in Feuchtgebieten befanden, sind seltene Erhaltungsbedingungen geschaffen, um organische Hinterlassenschaften zu konservieren.

Seit 2011 steht „Der Donaulimes in Österreich“ auf der Tentativ List der UNESCO als Teil des seriellen Welterbes „Grenzen des Römischen Reiches“. In Österreich zieht sich die etwa 350 km lange Donau-Strecke von Passau nach Bratislava. Vier Legionslager, sechzehn Kastelle und etliche Turmanlagen überwachten mehrere Jahrhunderte lang den Grenzverkehr. Im Hinterland der Grenze entstanden zivi-



Abb. 1: Die Pfahlbauten Dame. – The pile dwellers lady.

le Siedlungen (<<http://www.limes-oesterreich.at/html/>>, 28.12.2016).

Die Entwürfe der Welterbedamen

Die Kleidungsstücke sollen soweit wie möglich nach prähistorischen/römischen Methoden hergestellt werden, wobei nicht zwingend jedes einzelne Kleidungsstück den kompletten prähistorischen Herstellungsvorgang durchlaufen muss. So wurde zum Beispiel nicht für jedes Kleidungsstück das Garn mit der Hand gesponnen. Die Kleidungsstücke sollen einen Bezug zu den Textilfunden aus der jeweiligen Epoche aufweisen, weshalb für jedes Kleidungsstück auf textiltechnische und archäometrische Analysen von Originaltextilien zurückgegriffen wurde. Da die erhaltenen Textilfunde oft sehr klein sind, wurden für Gewebemuster und die

Farbgebung die Daten von optisch ähnlichen Stücken zusammen betrachtet. Ergänzt wurden die Informationen der Textilanalysen durch zeitgleiche Darstellungen von Kleidern und Trachtlagen in Gräbern, aber auch mit Daten von Textilgeräten wie zum Beispiel dem Gewicht von Webgewichten.

Für die Pfahlbaudame (Abb. 1) wurde ein Leinengewand mit einer Bestickung aus Perlen und einem Saumabschluss mit geflochtenen Fransen, basierend auf den Schweizer Funden von Murten (GRÖMER 2010, 186-187), Lüscherz (BAZZANELLA U. A. 2003, 244) und Wetzikon, Robenhausen (RAST-EICHER, DIETRICH 2015, 92; 148, Nr. 590, Taf. 60) entworfen. Die Form des Gewandes wurde an die Kleidung des Idols vom Ljubljana Moor/Slowenien angelehnt (TÜRK 2006, 76-77; <http://www.nms.si/index.php?option=com_content&view=article&id=2114%3Aidol-z-ljubljanske-ga-barja&catid=18%3Aznameniti-predmeti&Itemid=33&lang=en>, 28.12.2016).

Gehalten wird das Gewand mit einem geflochtenen Gürtel nach dem Fund von Wetzikon, Robenhausen (RAST-EICHER, DIETRICH 2015, 148, Nr. 570, Taf. 56). Die Leggings aus Leder basieren auf dem Fund der Gletschermumie aus den Ötztaler Alpen (EGG, SPINDLER 2009, 73-78). Die Schultern bedeckt ein Fellumhang, wie er aus der späten Bronzezeit und Eisenzeit in Deutschland belegt ist (GRÄF 2015, 107; 129-132). Die Kopfbedeckung basiert auf dem zwirngebundenen Fund von Seekirchen-Achwiesen/Deutschland (REICHERT 2006, 13-16; FELDKELLER 2004, 57-60).

Die Ausgangslage für die Konstruktion der Hallstatt-Dame (Abb. 2) waren die eisenzeitlichen Textilfunde (HallTex) aus dem Hallstätter Salzberg. Die Gewandformen basieren auf Situlenabbildungen und den Trachtlagen im Gräberfeld Hallstatt. Das Untergewand besteht aus einem naturfarbigen Wollkörper in Weiß und Grau. Vorlage für den Stoff bilden mehrere karierte

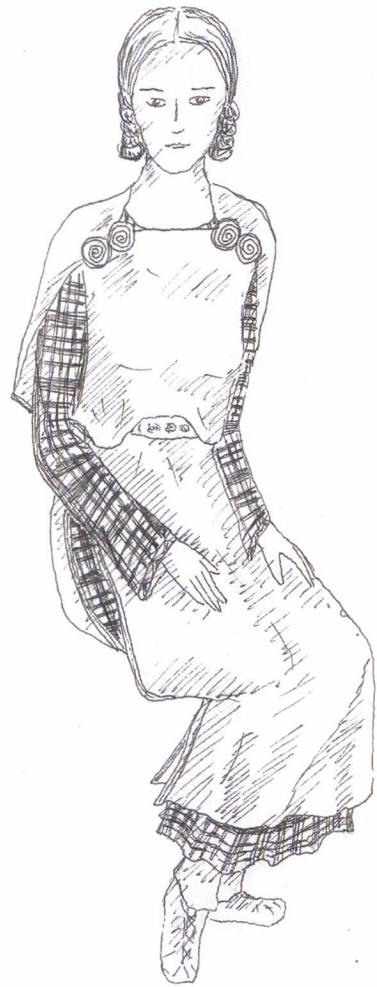


Abb. 2: Die Hallstatt Dame. – The Hallstatt lady.

Stofffunde: HallTex 30, HallTex 74, HallTex 80, HallTex 93, HallTex 134, HallTex 181 (GRÖMER, RÖSEL-MAUTENDORFER 2013, 343-345; 398; 403; 418; 464; 515-516). Die langen Ärmel besetzt eine Brettchenborte nach dem Fund HallTex 186 (GRÖMER, RÖSEL-MAUTENDORFER 2013, 520-521). Das Obergewand besteht aus einem rechteckigen Stück Stoff, das an der Schulter mit zwei Fibeln befestigt wird. Der blau gefärbte Stoff in Leinwandbindung wird mit Spinnrichtungsmustern gewoben, ähnlich dem Fund HallTex 62 (GRÖMER, RÖSEL-MAUTENDORFER 2013,

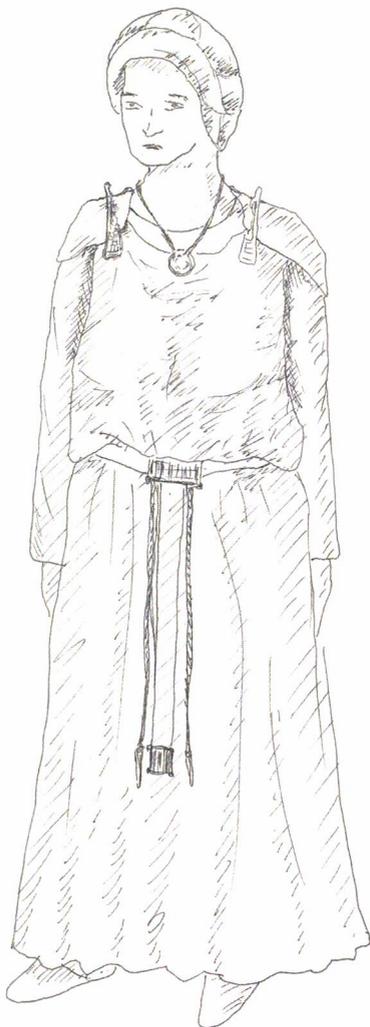


Abb. 3: Die römische Dame. – The Roman lady.

380-382). Das Spinrichtungsmuster ergibt einen in sich gestreiften oder karierten Effekt durch die abwechselnde Verwendung von z- und s- gesponnenen Garnen. Da heutige Spinnmaschinen nur eine Richtung spinnen, muss das Garn für das Kleidungsstück komplett handgesponnen werden. Den seitlichen Abschluss des Gewandes bildet eine aufgenähte Gitterborte nach dem Fund HallTex 124 (GRÖMER, RÖSEL-MAUTENDORFER 2013, 453-454).

Ganz anders ist die Grundlage für die

Konzeption der Römerin (Abb. 3). Die Figur bezieht sich auf ein Portraitmedaillon, das bis 1842 an der Außenseite der Martinskirche in Linz eingemauert war (<<http://www.ubi-erat-lupa.org/monument.php?id=598>>, 28.12.2016). Die meist ankorrodierten römischen Textilfunde aus Österreich (GRÖMER 2014, 220-280) geben Einblicke in die römische Textilkultur. Gezeigt werden soll die Tracht der Römerin in der Provinz Noricum. So wurden für die Konstruktion vor allem römische Steindenkmäler einbezogen, aber auch schriftliche Überlieferungen und Funde zur römischen Textilherstellung (GOSTENČNIK 2014, 57-109; WILD 1970).

Textiltechniken

Ein wichtiges Ziel der Welterbedamen ist die Vermittlung textiler Techniken in der Urgeschichte und bei den Römern. Aus diesem Grund werden bei der Herstellung der Gewänder die Arbeitsschritte genau mitdokumentiert und fotografisch und filmisch erfasst. In der Ausstellung soll bei jeder Dame ein anderer textiler Schwerpunkt passend zum jeweiligen Gewand thematisiert werden.

Bei der neolithischen Dame liegt der Schwerpunkt bei den Rohstoffen Bast, Flachs, Fell und Leder. Thematisiert wird die Aufbereitung des Flachses und des Bastes, das Spinnen, das Zwirnbinden, das Weben und das Besticken und Nähen von Geweben mit Knochennadeln. Ein weiteres Thema ist die Fell- und Lederbearbeitung mit neolithischen Werkzeugen. Bei der Hallstatt-dame liegt der Schwerpunkt bei der Wollaufbereitung, dem Spinnen und dem Weben von Stoffen am Gewichtswestuhl. Die Herstellung von Borten inklusive der Techniken des Brettchenwebens ergänzt den Überblick. Die römische Dame thematisiert hauptsächlich die Färberei in der Urgeschichte und bei den Römern.

Weben eines eisenzeitlichen Untergewandes – Seitenkanten, Anfangskanten oder wie ein Gewebe entsteht

Zu Beginn des Projekts widmeten wir uns der Herstellung des weiß-grauen Untergewandes der Hallstatt-Dame. Der Stoff war als 2:2 Köper konzipiert, da dieser die häufigste Bindungsart im Hallstätter Fundmaterial darstellt (GRÖMER 2013, 62). Zudem wollten wir das Thema Karo aufgreifen, einerseits weil karierte Stoffe im Fundmaterial vorkommen (GRÖMER 2013, 84-85), andererseits weil diese von Diodorus Siculus (erste Hälfte des 1. Jahrhunderts v. Chr.) für die keltische Kleidung als typisch geschildert wurde (Bibliothek der Geschichte Buch V, 30). Da kein kariertes Textilfund aus Hallstatt entsprechend groß war, um den gesamten Musterrapp zu bestimmen, griffen wir auf mehrere Fragmente zurück und einigten uns auf ein Muster, das den Funden optisch gerecht wird. Um den Stoff herzustellen, hatten wir die Möglichkeit den Webstuhl der Webhütte im „Freilichtmuseum Keltendorf Mitterkirchen“ zu benutzen.

An den prähistorischen Textilien aus dem Hallstätter Bergwerk lassen sich oftmals Verstärkungen an den Geweberändern entdecken. Diese werden oft als Anfangskanten interpretiert (GRÖMER 2013, 73-76). Anfangskanten bilden nicht nur saubere Abschlüsse am Textil, sondern sollen auch die Kettfäden sortieren und das Gewebe stabilisieren. Für das „Welterbedamen-Projekt“ wurden zwei Gewebe mit Abschlusskante in Betracht gezogen. Bei dem Textil HallTex 105 (GRÖMER, RÖSEL-MAUTENDORFER 2013, 437-438) handelt es sich um einen 2:2 Köper mit einer einfachen Ripskante von 8-9 mm Breite. Die Kante besteht aus zwölf 0,7-0,9 mm starken Garnen. Der Fund HallTex 93 (GRÖMER, RÖSEL-MAUTENDORFER 2013, 418) hat eine 11 mm breite Ripskante, bestehend aus vierzehn 0,7-1 mm starken Zwirnen.



Abb. 4: Die Kettfäden werden in die Anfangskante eingewoben. – The warp threads are woven into the starting border.



Abb. 5: Die Anfangskante wird auf den Webbaum aufgenäht. Dieser wird wiederum mit dem Webstuhl verbunden. – The starting border is sewn on the weaving beam. The weaving beam is connected to the loom.

Der Schussfaden wurde zusätzlich um den äußersten Zwirn zweimal herumgewickelt, bevor er ins Gewebe zurückgeht. Schon beim Weben der Anfangskante (Abb. 4-5) war klar, dass das Umwickeln des äußeren Fadens hier nicht notwendig war. Wir entschieden uns daher, die Anfangskante als einfache Ripskante nach dem Fund HallTex 105 herzustellen, während wir die Kante des Fundes HallTex 93 als Seitenkante ausprobieren wollten. Während des Webvorgangs stellte sich heraus, dass es sich in dieser speziellen Konstellation des HallTex 93 (GRÖMER, RÖSEL-MAUTENDORFER 2013, 418), mit seinem 2:2 Spitzköper und der Abschluss-

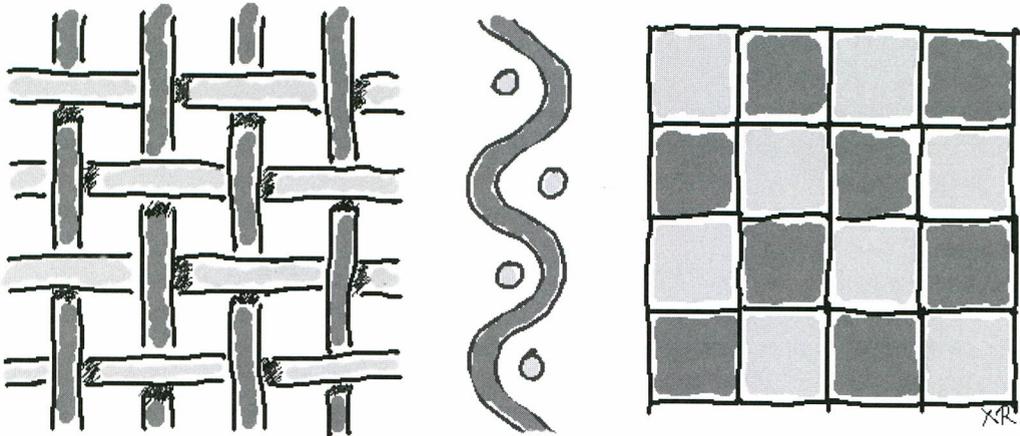


Abb. 6: Leinwandbindung. – Tabby weave.

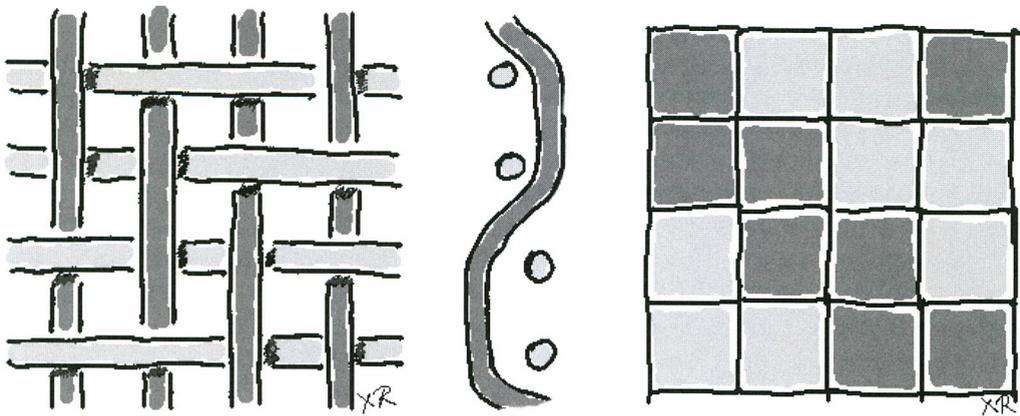


Abb. 7: Köper 2:2. – Twill weave.

kante, um eine Seitenkante handeln muss.

Prinzipiell entstehen Gewebe durch das Verkreuzen von Kett- und Schussfäden. Beim Gewichtswebstuhl hängt die Kette vertikal und der Schuss wird horizontal in das Gewebefach eingeführt. Ein Fach wird dadurch gebildet, dass bei der einfachsten Bindungsart, der Leinwandbindung (Abb. 6), jeder zweite Faden gehoben bzw. gesenkt wird. Dadurch kann der Schuss einfach durchgezogen werden. Dieses Heben und Senken wird durch das Anbinden jedes zweiten Kettfadens an einen Litzenstab bewerkstelligt. Im Gegensatz dazu wird beim einfachen „Webrahmen“ durch permanente Auf- und Abwärtsbewegungen des Schiffchens der

Schuss mit der Kette verkreuzt (EBERLE U. A. 1993, 64).

Die Köperbindung ist an ihrem schräg verlaufenden Grat erkennbar. Wie man an der Abbildung erkennen kann, ergibt sich der Grat durch die Flottungen, die wie im Falle eines 2:2 Köpers oder Gleichgratköpers (Abb. 7) über zwei Schussfäden bzw. Kettfäden führt (EBERLE U. A. 1993, 65).

Beim Gewebe HallTex 93 (GRÖMER, RÖSEL-MAUTENDORFER 2013, 418) kommt es zur Verbindung beider Bindungsarten: Bei der Außenkante handelt es sich um eine Leinwandbindung, genauer genommen um eine leinwandbindige Ripsbindung, und im Gewebeinneren um eine Köperbindung (Abb. 8). Beim 2:2 Köper werden

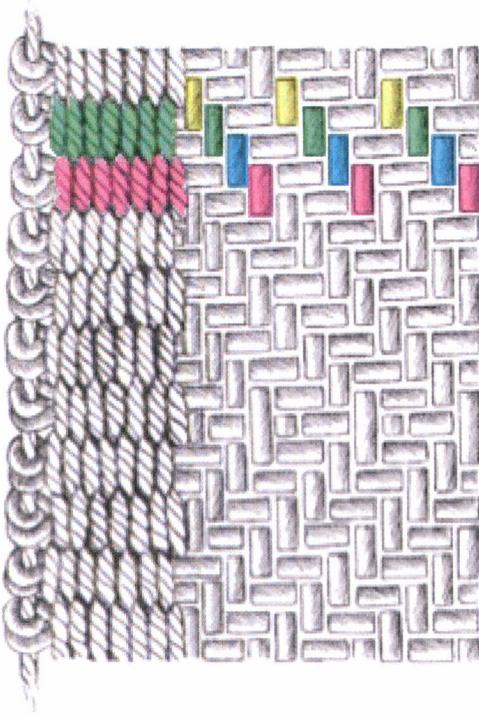


Abb. 8: Schema der Seitenkante von HallTex 93: gelb = Litzenstab 1, grün = Litzenstab 2, blau = Litzenstab 3, rosa = Litzenstab 4. – Schema of the selvedge of HallTex 93: yellow = heddle rod 1, green = heddle rod 2, blue = heddle rod 3, pink = heddle rod 4.

die Kettfäden auf vier Litzenstäbe verteilt, bei einer Leinwandbindung auf zwei. Das Fach eines 2:2 Köpers wird durch das Heben und Senken von immer zwei Litzenstäben gebildet, bei einer Leinwandbindung mit einem Litzenstab. Die Abfolge beim 2:2 Köper (siehe Abb. 7-8) sieht folgendermaßen aus: 1&2, 2&3, 3&4, 4&1 werden gemeinsam gehoben und bilden die Vorderseite des Gewebes, das Gegenpaar bildet die Rückseite.

Die Kette der Seitenkante wurde von uns abwechselnd auf Litzenstab 2 und 4 gebunden. Durch die oben beschriebene Abfolge bleibt das Fach der Leinwandbindung über 2 Phasen offen und es war nötig den Schuss durch eine Schlaufe zu fixieren. Dadurch ergibt sich, unserer Meinung nach, die Besonderheit des HallTex



Abb. 9: Gewichtswebstuhl. – Warp-weighted loom.

93 mit seinen Schlaufen am Geweberand. Durch die Verwendung zweier unterschiedlicher Bindungsarten ist diese nötig, um den Schuss zu fixieren. Ohne dieses Detail würde der Schussfaden bis zur Körperbindung zurückrutschen und das Gewebe am Rand nicht verstärken, sondern schwächen.

Weben am Gewichtswebstuhl in dunklen Webhütten

Das Weben am Gewichtswebstuhl (Abb. 9-10) bringt bei feinen Geweben in Körperbindung einige Tücken mit sich. Die Fäden verhaken sich permanent und reißen daher auch sehr leicht. Unsere Arbeit wurde durch die schlechten Lichtverhältnisse in der Webhütte erschwert. Das Anbinden der feinen Kettfäden am Litzenstab erfordert größte Genauigkeit, um Webfehler, die im Hallstätter Fundmaterial kaum zu finden sind, zu vermeiden. Eine Herausforderung, die wir, nur mit Hilfe ei-



Abb. 10: Die ersten 10 cm des hallstattzeitlichen Unterkleids inklusive Anfangskante. – The first 10 cm of the Hallstatt-Period garment including the starting border.

ner zusätzlichen Lampe, in der Hütte bewältigen konnten. Eine vielfach diskutierte Möglichkeit wäre das Vorbereiten des Webstuhls unter freiem Himmel und der darauffolgende Transport des Webstuhls in die Hütte. Unserer Erfahrung nach ist allerdings jede Bewegung des Gewichtwebstuhls zu vermeiden, um weitere Probleme mit den Kettfäden zu verhindern. Ein weiteres Problem ergab sich durch die vorhandenen Webgewichte. Die Gewichte waren so schwer, dass die aufgespannten Fäden sich stark verzogen. Wir lösten das Problem, indem wir die Kettfäden des jeweiligen Faches an einen Stock banden, den wir anschließend mit nur 3 Webgewichten beschwerten. Die Kettfäden wurden dadurch gleichmäßig verteilt. Die Handhabung des Webstuhles war durch die Stöcke am unteren Ende des Webstuhles etwas gewöhnungsbedürftig. Was das Weben so feiner Gewebe am Gewichtwebstuhl betrifft, sind noch viele Erfahrungswerte für einen reibungslosen Ablauf von Nöten. Interessant wäre es, für sehr feine Gewebe in Körperbindung auch alternative Webstuhlmodelle, die ohne Gewichte auskommen, wie zum Beispiel Zweibaumwebstuhl, waagrechter Webstuhl, Hüftwebstuhl, auszuprobieren und

die Handhabung zum Gewichtwebstuhl zu vergleichen.

Conclusio

Das Weben eines Stoffes anhand des eisenzeitlichen Fundmaterials mit rekonstruierten Geräten war für uns recht aufschlussreich. Beachtlich war der Aufwand, der benötigt wurde, um das Gewebe herzustellen, aber auch welche Schwierigkeiten die gegebenen Umstände ausmachten.

Für uns ist das Nachweben von Geweben nach Funden wichtig für den Erkenntnisgewinn zum Herstellungsprozess des Fundes selbst. So konnten die Unklarheiten über die Gestaltung der Gewebekante auf dem Fund HallTex 93 durch den Webprozess aufgeklärt werden.

Die Schlaufen an der Seite des Gewebes HallTex 93 (GRÖMER, RÖSEL-MAUTENDORFER 2013, 418) geben uns möglicherweise Aufschluss über die Lage der Kante im Gewebe (Anfangs- oder Seitenkante). Denn wenn die leinwandbindigen Kettfäden der Seitenkante mit den Litzenstäben der körperbindigen Kettfäden mitgehoben und gesenkt werden, ergibt sich eine Ripsbindung (doppelter Schuss in einem Fach) von selbst, bei der eine Schlaufe nötig ist. Eine Anfangskante ist zwar denkbar, aber aus unseren praktischen Erfahrungen ist hierbei eine Schlinge um den äußeren Kettfaden nicht sinnvoll und daher eher auszuschließen. Unter diesem Gesichtspunkt wäre es wichtig, die weiteren „Anfangskanten“ im textilen Fundmaterial von Hallstatt noch einmal unter die Lupe zu nehmen.

Literatur

- BARTH, F. E. 2008:** Die Einmaligkeit Hallstatts. In: A. Kern u. a. (Hrsg.): SALZ Reich. 7000 Jahre Hallstatt. Wien 2008, 14-15.
- BAZZANELLA, M., U. A. 2003:** Textiles. Int-

recci e tessuti dalla preistoria europea. Maggio 2003.

EBERLE, H., u. A. 1993: Fachwissen Bekleidung. Haan-Gruten 1993.

EGG, M., SPINDLER, K. 2009: Kleidung und Ausrüstung der kupferzeitlichen Gletschermumie aus den Öztaler Alpen. Mainz 2009.

FELDKELLER, A. 2004: Die Textilien von Seekirch-Achwiesen. In: Ökonomischer und ökologischer Wandel am vorgeschichtlichen Federsee. Archäologische und naturwissenschaftliche Untersuchungen. Hemmenhofener Skripten 5. Freiburg/Breisgau 2004, 57-70.

GOSTENČNIK, K. 2014: Textilproduktion in der Austria Romana. In: K. Grömer, Römische Textilien in Noricum und Westpannonien im Kontext der archäologischen Gewebefunde 2000 v. Chr.-500 n. Chr. in Österreich. Austria Antiqua 5. Graz 2014, 57-109.

GRÄF, J. 2015: Lederfunde der Vorrömischen Eisenzeit und der römischen Kaiserzeit aus Nordwestdeutschland. Studien zur Landschafts- und Siedlungsgeschichte im südlichen Nordseegebiet 7. Rahden/Westf. 2015.

GRÖMER, K. 2010: Prähistorische Textilkunst in Mitteleuropa. Geschichte des Handwerkes und der Kleidung vor den Römern. Wien 2010.

GRÖMER, K. 2013: Tradition, Kreativität und Innovation – Textiltechnologische Entwicklung von der Bronzezeit zur Hallstattzeit / Tradition, creativity and innovation – the development of textile expertise from the Bronze Age to the Hallstatt Period. In: K. Grömer, A. Kern, H. Reschreiter, H. Rösler-Mautendorfer (Hrsg.), Textiles from Hallstatt. Woven Culture from Bronze and Iron Age Salt Mines / Textilien aus Hallstatt. Gewebte Kultur aus dem bronze- und eisenzeitlichen Salzbergwerk. Budapest 2013, 53-97.

GRÖMER, K. 2014: Römische Textilien in Noricum und Westpannonien im Kontext der archäologischen Gewebefunde 2000

v. Chr.-500 n. Chr. in Österreich. Austria Antiqua 5. Graz 2014.

GRÖMER, K., RÖSEL-MAUTENDORFER, H. 2013: Catalogue of the Hallstatt Textiles. In: K. Grömer, A. Kern, H. Reschreiter, H. Rösler-Mautendorfer (Hrsg.), Textiles from Hallstatt. Woven Culture from Bronze and Iron Age Salt Mines/Textilien aus Hallstatt. Gewebte Kultur aus dem bronze- und eisenzeitlichen Salzbergwerk. Budapest 2013, 237-574.

HUNDT, H. J. 1987: Vorgeschichtliche Gewebe aus dem Hallstätter Salzberg. Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums 34/1, 1987, 261-286.

RAST-EICHER, A., DIETRICH, A. 2015: Neolithische und bronzezeitliche Gewebe und Geflechte. Die Funde aus den Seeufersiedlungen im Kanton Zürich. Zürich, Egg 2015.

REICHERT, A. 2006: Von Kopf bis Fuß – gut behütet und beschuht in der Steinzeit. Rekonstruktion von neolithischer Kopf- und Fußbekleidung und Trageversuche. In: Experimentelle Archäologie in Europa 5. Bilanz 2006, 7-23.

TURK, P. 2006: Pile-dwellers. In: T. Nabergoj (Hrsg.), Steps into the Past. Treasures from the archaeological collections of the National Museum of Slovenia. Ljubljana 2006, 76-77.

WILD, J. P. 1970: Textile Manufacture in the Northern Roman Provinces. Cambridge 1970.

Internetquellen

<<http://pfaahlbauten.at>> (28.12.2016)

<<http://www.limes-oesterreich.at>>

(28.12.2016)

<<http://www.ubi-erat-lupa.org/monument.php?id=598>> (28.12.2016)

<http://www.nms.si/index.php?option=com_content&view=article&id=2114%3Aidol-z-ljubljanskega-barja&catid=18%3Azenameniti-predmeti&Itemid=33&lang=en> (28.12.2016)

Abbildungsnachweise

Abb.1-3: Zeichnung Helga Rösel-Mautendorfer

Abb.4-5: Foto Stephan Schütz

Abb.6-7: Zeichnung Georg Rösel

Abb.8: Zeichnung Bianca Mattl nach HUNDT (1987, 264, Abb. 1)

Abb.9: Foto Helga Rösel-Mautendorfer

Abb.10: Foto Jutta Leskovar

Autorinnen

Helga Rösel-Mautendorfer

Hauptstraße 73

3033 Altlengbach

Österreich

helgo@roesel.at

Bianca Mattl

Sonnenweg 9

3001 Mauerbach

Österreich

manca@gmx.at

Ascia-Hobel, Skeparnon, Mehrzweckdechsel oder zweiarmige Dechsel?

Zur praktischen Arbeit mit einem vermeintlichen Vorläufer
des Kastenhobels

Rüdiger Schwarz

Summary – Adze-plane, Skeparnon, multipurpose adze or two-handled adze? Practical work with an alleged predecessor of the woodworking plane. This article presents a practical approach to a Graeco-Roman woodworking tool called “ascia-Hobel” in the archaeological literature, respectively “adze-plane” as the corresponding English term. The tool in question consists of an often semi-circular or bell-shaped adze blade attached to a two-handled haft and seems to be suited both for chopping and for shaving wooden surfaces. It has therefore been considered a possible intermediate between the adze and the proper woodworking plane as known from the Roman era onwards. Archaeological finds of specific forms of adze-blades have convincingly been associated with depictions of the tool. As there are no complete finds of the “adze-plane”, a reconstruction based on a combination of elements from the existing sources has been manufactured. In the practical use, the reconstructed tool turned out to be a full equivalent to the ordinary adze but with additional features. For comparison, another adze of the same shape and construction was built, but with only a single handle. When used for chopping, it worked as well as the two-handled adze, even though both tools showed different characteristics. Shaving respectively carving worked more precisely and effectively with the two-handled adze. So it could be concluded that the two-handled adze obviously is a specialized kind of combination tool rather than an intermediate between adze and plane. It is functionally quite similar to the ordinary adze. Furthermore, it is typologically similar to the adze and at the same time lacks several technical and anatomic features of the plane. So the writer proposes to discard the misleading denomination “adze-plane”. Instead, the more suitable term already used in this summary is suggested for further use: “two-handled adze”.

Keywords: two-handled adze, two-handle-adze, Roman woodworking, origin of the plane, adze-plane

Schlagworte: zweiarmige Dechsel, Zweiarmdechsel, römisches Holzhandwerk, Ursprung des Hobels, ascia-Hobel

Der vorliegende Beitrag basiert auf dem Vortrag „Zum Ursprung des Hobels – welche Rolle spielt der ascia-Hobel?“, der vom Verfasser im Rahmen der EXAR-Tagung in Mistelbach/Österreich am 30. September 2016 gehalten wurde. Der Artikel unterscheidet sich von dem Vortrag insofern, als er weitere Quellen sowie Hinweise von Fachkollegen berücksichtigt und eine zusätzliche Werkzeugrekonstruktion einbezieht. Anhand der Zusammenstellung der Befunde sowie der Auswertung der praktischen Versuche wird abschließend ein Vorschlag zur Terminologie gemacht.

Ausgangspunkt für die praktische Beschäftigung mit dem in der Literatur als „ascia-Hobel“ (GAITZSCH 1980; MATTHÄUS 1984; MATTHÄUS 2012) und der englischen Entsprechung „adze-plane“ (ULRICH 2007) bezeichneten Werkzeug war die Arbeit an einem Beitrag zum römischen Handwerk für den Begleitband zur Ausstellung „Handwerken. Vom Wissen zum Werk“, die 2016 im Freilichtmuseum Hessenpark zu sehen war. In dem Artikel werden unter anderem die in werkzeugkundlichen Abhandlungen (NORMAN 1954; GREBER 1956; GOODMAN 1964) vorhandenen Ausführungen zum Ursprung des Hobels angesprochen, die jedoch die archäologische Befundlage nur unzureichend darstellen und somit keine schlüssigen Erklärungsansätze bieten (SCHWARZ 2016).

Einen erwägenswerten Ansatz zu möglichen Vorläufern des Kastenhobels bietet die Arbeit von Wolfgang GAITZSCH (1980, 108ff.), der ein mehrfach auf römischen Denkmälern abgebildetes Werkzeug mit zwei Handgriffen und flacher Klinge als „ascia-Hobel“ bezeichnet. Mit dieser Bezeichnung verbindet er die beiden Funktionen des Werkzeugs begrifflich miteinander, nämlich die einhändige Verwendung als Dechsel (lat. *ascia*) zum Behauen sowie das beidhändige Führen des Werkzeugs auf der Holzoberfläche zum Glätten, vom Bewegungsablauf dem Ho-

beln durchaus ähnlich. Grundsätzlich erscheint die Aussage nachvollziehbar, bei dem betreffenden Werkzeug könne es sich um ein mögliches Bindeglied zwischen Dechsel und Kastenhobel handeln. Eine denkbare Entwicklungslinie könnte – vereinfacht dargestellt – folgendermaßen ausgesehen haben: Die zum Behauen von Holzflächen verwendete Dechsel wurde bei bestimmten Arbeitsgängen direkt auf der Holzoberfläche geführt, mit der Klinge auf dem Werkstück und dem Griff von diesem abgewandt. Zur Optimierung dieser Arbeitsweise wurde dem Werkzeug ein zweiter Handgriff hinzugefügt, um durch das zweihändige Führen ein präziseres und effektiveres Abtragen von Spänen zu ermöglichen. Im letzten Schritt wurde die Klinge in einen Kasten eingesetzt, sodass das Führen über die Oberfläche in einem nun festgelegten Schnittwinkel mit begrenzter Spandicke möglich war. Dabei löste der Kastenhobel die älteren Werkzeugtypen keineswegs vollständig ab, sondern die Werkzeuge wurden parallel zueinander verwendet, mit regional unterschiedlichen Ausprägungen und verschiedenen Einsatzbereichen.

Während GAITZSCH (1980, 104) noch der Auffassung war, dass zum „ascia-Hobel“ keine Bodenfunde vorlägen, meinte MATTHÄUS (1984) spezifische Klingformen diesem Werkzeugtyp zuordnen zu können. Seine Argumentation stützt sich auf entsprechende Reliefs auf Grabsteinen römischer Handwerker, die das Werkzeug abbilden, wie die Grabplatten des P. Celerius Amandus aus Ostia (*Abb. 1*) oder des P. Ferrarius Hermes aus Pisa (*Abb. 2*). Bei diesen Abbildungen ist die Klinge des Werkzeugs zur Griffkonstruktion in einem Winkel angeordnet, der ein ergonomisches Arbeiten unmöglich macht, sodass es sich vermutlich um eine bewusste perspektivische Verzerrung handelt. Eine schlüssige Erklärung dafür könnte darin liegen, dass die Wiedererkennbarkeit der



Abb. 1: Werkzeug auf der Grabplatte des P. Celerius Amandus aus Ostia. – Tool on the grave slab of P. Celerius Amandus from Ostia.



Abb. 2: Grabstele des P. Ferrarius Hermes aus Pisa. – Grave stele of P. Ferrarius Hermes from Pisa.

glockenförmigen bis halbrunden Klingenformen beabsichtigt war, die diesen Werkzeugtyp charakterisieren. Bei einer naturgetreuen Abbildung in der Seitenansicht wäre die Kontur der Klinge nicht erkenn-

bar. MATTHÄUS (1984, 78f.) präsentiert entsprechende Bodenfunde aus Pompeji, die den Abbildungen formal sehr genau entsprechen. Die Zuweisung dieser Klingengrößen zu dem hier besprochenen Werkzeugtypus erscheint daher naheliegender.

Hinsichtlich der Terminologie sei bereits an dieser Stelle angemerkt, dass es sich nach Auffassung des Verfassers bei dem hier diskutierten Werkzeug weder um einen Hobel handelt, noch um ein Bindeglied zwischen Dechsel und Hobel. Daher wird das Werkzeug im Weiteren einfach als „zweiarmige Dechsel“ oder kurz „Zweiarmdechsel“ bezeichnet. Die Sachgründe dafür sollen in den folgenden Ausführungen dargelegt werden.

Die Rekonstruktion des Werkzeugs

In Ermangelung einer vollständig erhaltenen Fundvorlage wurden für die Rekonstruktion der Zweiarmdechsel diejenigen Elemente aus verschiedenen Fundzusammenhängen miteinander kombiniert, die für einen Praxistest am geeignetsten erscheinen. Das Relief auf der kaiserzeitlichen Grabstele des Beitenos Hermes aus dem östlichen Mittelmeerraum gibt die zweiarmige Dechsel im Vollprofil wieder. Dabei sind die Werkzeuggriffe zueinander sowie zur Klinge in einem Winkel angeordnet, der für ergonomisches Arbeiten durchaus geeignet erscheint (Abb. 3). Die Befestigungsklammer der Dechselklinge umschließt offensichtlich den gesamten Griff und ist im oberen Bereich an die Rundung der Griffkonstruktion angepasst. Unter den Bodenfunden ist diese Form der Klingebefestigung lediglich bei einfachen Dechseln aus Ägypten nachgewiesen, wie beispielsweise dem Exemplar aus Abydos (GOODMAN 1964, 42) (Abb. 4) oder einem heute im Louvre befindlichen Stück, dessen genauer Fundort unbekannt ist (MATTHÄUS 1984, 116f.). Die Form der Dechselklinge auf der Grabstele



Abb. 3: Grabstele des P. Beitenos Hermes. – Grave stele of P. Beitenos Hermes.

ist in der strengen Seitenansicht nicht auszumachen. Es ist lediglich erkennbar, dass sie, ausgehend von der massiven Schäftungszunge, zur Schneide hin kontinuierlich dünner wird. Zur Anfertigung der Metallteile kann einer der oben genannten Bodenfunde aus Pompeji als geeignetes Vorbild herangezogen werden. Er besteht aus einer annähernd halbrunden Klinge mit seitlich abgesetzter Schäftungszunge sowie der zugehörigen Befestigungsklammer. Diese Klammer war ursprünglich mit



Abb. 4: Dechsel aus Abydos. – Adze from Abydos.

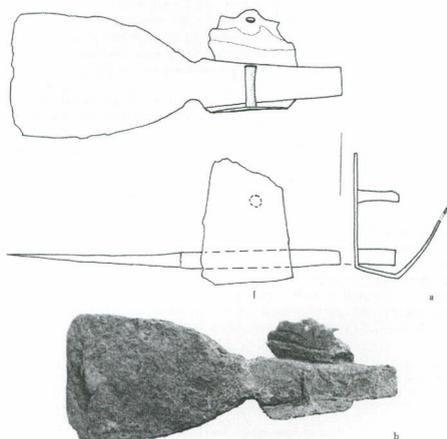


Abb. 5: Eiserne Dechselklinge mit Beschlag aus Pompeji. – Iron adze blade from Pompeji.

einem runden Metallbolzen, der ebenso am Fundstück erhalten ist, am Werkzeuggriff angenietet (Abb. 5). Parallelen zu dieser Art der Klingebefestigung finden sich u. a. bei Dechseln im Fundinventar der Saalburg, mit jeweils einem Exemplar vom Kastell Zugmantel (PIETSCH 1988) und einem von der Saalburg sowie einer einzelnen Metallklammer gleicher Bauart, die ebenso von der Saalburg stammt (PIETSCH 1983) (Abb. 6).

Für die hölzerne Griffkonstruktion sind mehrere Herstellungsvarianten denkbar. Die Verwendung einer natürlich gewachsenen Astgabel wäre eine Möglichkeit, um die benötigte Form in entsprechender



Abb. 6: Dechselklinge mit Befestigungs-kappe von der Saalburg. – Adze blade with mounting bracket from the Saalburg fort.

Stabilität herzustellen. Aufgrund der Tatsache, dass die Griffe bei dem antiken Vorbild in einem bestimmten Winkel zueinander stehen und darüber hinaus jeder für sich ein unterschiedlich geschwungene Form haben, erwies sich das Auffinden eines geeigneten Rohlings als schwierig. Ein Stück Kirschholz, das der Form nahekommt, wurde schließlich für einen ersten Vorversuch ausgewählt. Eine Alternative war die Formgebung aus einer Bohle mit einer Stärke von etwa 40 mm, aus der die entsprechende Kontur herausgearbeitet wurde. Eventuelle Bedenken hinsichtlich des Faserverlaufs sind bei dieser Konstruktion unbegründet. Zwar führt die gegebene Form dazu, dass die Holzfasern im Griffbereich quer verlaufen und damit relativ kurz sind. Die Bruchgefahr ist dennoch gering, da der Griff mit etwa 35 x 28 mm einen sehr massiven Querschnitt aufweist. Die kurze, kompakte Griffkonstruktion kann bei gewöhnlicher Handhabung den auf sie einwirkenden Kräften ohne weiteres standhalten. Der Vorliebe römischer Handwerker für Eichenholz entsprechend, wurde auch für die Rekonstruktion Eiche gewählt.

Die Dechselklinge wurde in Anlehnung an das erwähnte Fundstück aus Pompeji geschmiedet, wobei die allgemeine Formgebung und die Proportionen näherungsweise



Abb. 7: Fertige Rekonstruktion der Zweiarmdechsel. – Finished reconstruction of the two-handed adze.

berücksichtigt wurden, eine exakt maßgetreue Nachbildung jedoch nicht angestrebt wurde. Die Maße der Rekonstruktion unterscheiden sich somit geringfügig von denen des Originals und die Formgebung ist insofern unterschiedlich, als die Seiten der rekonstruierten Klinge etwas weniger ausladend geschwungen sind. Insgesamt bewegt sich die Klinge dennoch innerhalb des Formenspektrums, das dem hier untersuchten Werkzeugtyp zuzuordnen ist (vgl. MATTHÄUS 1984, Abb. 11). Die Befestigungsklammer wurde ebenso in Anlehnung an die Fundvorlage zu einem dünnen Blech ausgeschmiedet und zu einem U-Profil abgekantet. Schließlich wurden in der Griffkonstruktion Aussparungen ausgestemmt, in die die Klammer eingelassen und anschließend mit einem Metallbolzen vernietet wurde. Zum Arbeiten wird die Dechselklinge von vorn in die Klammer eingesteckt und zieht sich aufgrund der sich verjüngenden Schäftungszunge selbsttätig fest (Abb. 7).

Die Arbeit mit der zweiarmigen Dechsel

Ziel der Rekonstruktionsarbeit war es, einen einsatzfähigen Prototypen der Zweiarmdechsel herzustellen und durch praktische Versuche Rückschlüsse auf den Charakter dieses Werkzeugtyps und seine Anwendungsbereiche ziehen zu



Abb. 8: Die Zweiarmdechsel im Einsatz zum Behauen. – The two-handed adze being used for chopping.



Abb. 9: Die Einzelteile der einarmigen Dechsel vor der Montage. – Components of the single-handed adze before mounting.

können. Dazu wurden zunächst an einem Werkstück in der für Dechseln üblichen Arbeitsweise durch Behauen Späne von der Holzoberfläche abgetragen (Abb. 8). Dabei zeigte sich unmittelbar, dass das Werkzeug uneingeschränkt als Dechsel verwendbar ist. Der zweite Handgriff beeinträchtigte die Arbeit in keiner Weise, vielmehr schien er so günstig in der Schwingbahn der Klinge zu liegen, dass er als zusätzliches Schwunggewicht wirkte und die Wucht beim Schlagen verstärkte. Der dadurch verminderte Kraftaufwand erleichterte das Behauen regelrecht und der zweite Handgriff wäre in dieser Hinsicht sogar ein Vorteil. Um diesen Eindruck empirisch zu überprüfen, wurde zum Vergleich ein weiteres Exemplar der Dechsel hergestellt, in der Form mit dem

ersten baugleich, allerdings als klassische einarmige Dechsel ohne den zweiten Handgriff.

Die Herstellung dieser Dechsel erfolgte in derselben Weise. Wieder wurden ein Griff aus Eichenholz sowie eine Klinge mit Befestigungsklammer angefertigt, ein Eisenbolzen auf das passende Maß abgelängt und die Teile anschließend zusammengefügt (Abb. 9). Auch die einarmige Variante erwies sich für das ergonomische Behauen von Holzflächen als sehr gut geeignet. Ihr Vorteil besteht darin, dass sie Ungenauigkeiten in der Schlagbewegung eher verzeiht, während die zweiarmige Dechsel, bedingt durch ihre größere Höhe, zum Kippen neigt, wenn der Schlag nicht exakt in der Linie der Werkzeugachse ausgeführt wird. Die Zweiarmdechsel erfordert dementsprechend größere Präzision beim Behauen und ist in dieser Hinsicht das anspruchsvollere Werkzeug. Im Laufe der weiteren Versuche mit beiden Dechseln zeichnete sich ein weiterer Effekt ab, der offenbar nur durch den direkten Vergleich beider Werkzeuge deutlich werden konnte: Der zweite Griffarm bietet auch beim Ausholen einen Vorteil. Während der Aufwärtsbewegung zieht der relativ weit hinten liegende zweite Handgriff die Dechsel zurück und erleichtert damit auch die Ausholbewegung. Er fungiert in beiden Bewegungsrichtungen als Schwunggewicht und hat bei einem gleichmäßigen Schlagrhythmus gewissermaßen eine Art Pendelwirkung. Beim Bestoßen der Holzoberfläche unter gleichzeitiger Verwendung beider Handgriffe zeigte sich, dass die zweiarmige Dechsel auch dafür sehr gut geeignet ist. Auffällig war dabei allerdings, dass für diese Arbeitsweise der vordere Handgriff nicht in voller Länge gebraucht wird, da die günstigste Position der vorderen Hand bei dieser Arbeitsweise im unteren Bereich des Griffes liegt (Abb. 10). Die klassische einarmige Dechsel erwies sich für diese Arbeit als brauchbar, erwartungsge-



Abb. 10: Die Zweiarmdechsel im Einsatz zum Bestoßen. – The two-handed adze being used for shaving.

mäß aber nicht ganz so gut geeignet, was durch die ungünstigere Griffweise bei dieser Art des Arbeitens bedingt ist. Die Kraftübertragung auf das Werkstück ist dadurch nicht so präzise und effektiv wie bei der zweiarmigen Dechsel (Abb. 11). Da vergleichbare Werkzeuge in jüngerer Zeit nicht mehr geläufig sind, ist das Bestoßen von Flächen mit der Zweiarmdechsel für den heutigen Holzhandwerker eine recht ungewohnte Arbeitsweise. Daher sind weitere Versuche erforderlich, die über ein grundlegendes Überprüfen der Funktionsfähigkeit des Werkzeugs hinausgehen. Wünschenswert wären handwerkliche Arbeiten in komplexeren Fertigungsprozessen, in denen die Werkzeuge in einem entsprechenden Umfang im Zusammenspiel mit anderen Werkzeugtypen im Einsatz sind. Denkbare Beispiele dafür werden im folgenden Abschnitt angesprochen.

Der Einsatzbereich der zweiarmigen Dechsel

Eindeutige Belege zu den Berufen, in denen die zweiarmige Dechsel offenbar verwendet wurde, finden sich in antiken Bildquellen und Inschriften. In mehreren Fällen geben sich die Personen, auf deren Grabdenkmälern das Werkzeug abgebildet ist, als spezialisierte Holzhandwerker zu erkennen (MATTHÄUS 1984, 89ff.): Der bereits erwähnte P. Celerius Amandus aus Ostia war Schiffsbauer, ebenso wie der nicht genau namentlich identifizierbare Verstorbene auf einer Grabstele aus Castelvecchio und ein Mann namens Plator aus Ravenna, der als *faber navalis* bezeichnet wird. Beitenos Hermes ist als Hersteller von Klinen zu identifizieren, nach heutigem Verständnis also eine Art Möbeltischler. Und P. Ferrarius Hermes aus Pisa war möglicherweise Zimmermann. Als ausgesprochenes Kombinati-

onswerkzeug scheint die Zweiarmdechsel den Bedürfnissen solcher Holzhandwerker angepasst zu sein, die häufig wechselweise mit beiden Arten von Arbeiten, dem Behauen und dem Bestoßen von Holzoberflächen, zu tun hatten. Die Tatsache, dass die Dechselklinge beim beidhändigen Arbeiten frei geführt wird, ermöglicht eine kontinuierliche Anpassung des Schnittes an die Form des Werkstückes, also auch die Bearbeitung von Rundungen. Dies spricht für die Annahme, dass die zweiarmige Dechsel nicht vorrangig für die Bearbeitung gerader Bauteile konstruiert war. In den genannten Handwerksberufen, insbesondere im Schiffsbau, gehört die Bearbeitung gerundeter und geschwungener Hölzer zu den üblichen Tätigkeiten.

Einen in diesem Zusammenhang interessanten Hinweis erhielt der Verfasser dankenswerterweise von Daniel Usher vom RGZM, der aus der Praxis einen konkreten Einsatzbereich benennen konnte. Beim Bau der „Aegina“, eines kleinen römischen Frachtschiffes, wäre dieses Werkzeug von Vorteil gewesen, um beispielsweise die Kimmung – den Übergang von der Bordwand zum Schiffsboden – zu behauen. Auch für das Ausformen der Planken eines Modells der Cheops-Barke für das Museum für antike Schifffahrt in Mainz wäre die Zweiarmdechsel vermutlich ein geeignetes Werkzeug gewesen. Sie stand bei diesen Projekten jedoch noch nicht zur Verfügung. Bei zukünftigen Vorhaben im Bereich des Bootsbaus dürfte der Einsatz der Zweiarmdechsel weitergehende Erkenntnisse zur Handwerkspraxis bringen.

Ergänzend sei hier die einzige bildliche Darstellung erwähnt, die nicht nur das Werkzeug allein, sondern möglicherweise die Arbeit mit der Zweiarmdechsel zeigt. Es handelt sich um den Telephosfries am Pergamonaltar, auf dem die Arbeit an einem kleinen Boot dargestellt ist (Abb. 12). Bei einem der vier abgebildeten Hand-



Abb. 11: Beide Varianten der Dechsel im Vergleich. – Both variants of the adze in comparison.

werker meint MATTHÄUS (2012, 22) die Zweiarmdechsel zu erkennen. Sie wird hier anscheinend zum Glätten eines gerundeten Bauteils, der Bordwand oder Reling, am fast fertigen Boot verwendet, während die übrigen Handwerker mit Sägen, Bohren und Stemmarbeiten beschäftigt sind. Bei derartigen ikonographischen Quellen ist grundsätzlich eine gewisse Vorsicht hinsichtlich der naturalistischen Abbildung profaner Dinge wie Alltagsleben und Handwerksarbeit geboten. Da es sich bei dem Fries um die Abbildung einer mythologischen Szene handelt, geht es in der Komposition offenbar vorrangig darum, den Bootsbau symbolhaft und die Arbeitsschritte auf der verfügbaren Fläche damit nur schematisch darzustellen. In der gezeigten Anordnung dürften sich die Handwerker gegenseitig eher behindern als den Bau effektiv voranzubringen. Dementsprechend stellt sich auch die Frage, ob der Handwerker mit der Dechsel eine realistische Arbeitsposition einnimmt. Vorausgesetzt, dies ist der Fall, kann es sich lediglich um eine ziehende Bewegung und – bei dem dargestellten Winkel der Klinge zum Werkstück – um ein schabendes Bearbeiten der Oberfläche handeln. Das Schlagen mit der Dechsel in der gezeigten Arbeitshaltung hätte dagegen ein Durchtrennen der Holzfasern zur Folge, was in dem gezeigten Stadium der Arbeit kaum angebracht



Abb. 12: Bootsbauer auf dem Telephosfries des Pergamonaltars. – Boatbuilders on the Telephos frieze from the Pergamon altar.

erscheint. Das Relief kann somit allenfalls als Beleg für den Einsatz der Dechsel zum Schaben herangezogen werden, eine in der traditionellen Holzbearbeitung durchaus geläufige Arbeitsweise zur Feinarbeit an Werkstücken.

Dechsel oder Hobel?

In seinen Ausführungen zur Verwendung des „ascia-Hobels“ vertritt GAITZSCH (1980, 108f.) die Auffassung, dass sich die Führung dieses grundsätzlich von der

einer Dechsel unterscheidet. Er schreibt ihm vorrangig den Gebrauch als beidhändig geführtes Werkzeug zu und sieht in erster Linie eine formale Übereinstimmung mit der Dechsel, weniger aber eine funktionale. HUTHER (2014, 42) schließt sich dieser Auffassung an und meint, das Werkzeug stehe dem Hobel näher als der Dechsel. Die Erkenntnisse aus den praktischen Versuchen können diese Annahme nicht bestätigen. Vielmehr steht die Zweiarmedechsel der klassischen Dechsel beim Behauen von Hölzern in nichts nach

und entspricht dieser somit in ihrer Funktionsweise.

Auch die Beschreibung des „ascia-Hobels“ als „Werkzeug mit zwei hölzernen Armgriffen, an denen ein Hobeisen angebracht ist“ (GAITZSCH 1980, 108) ist zu hinterfragen. Römische Hobeisen sind – ganz ähnlich den heute gängigen Formen – üblicherweise flache Eisen mit geraden Seiten und weisen in der Regel eine an der Schneide angeschliffene Fase auf. Dagegen sind die hier behandelten Dechselklingen mit einer deutlich abgesetzten Schäftungszunge versehen, haben gerundete Flanken und sind in den vorliegenden Fällen zur Schneide hin ausgeschmiedet, ohne ausgeprägte Schneidfase. Anhand dieser formalen Kriterien unterscheiden sich Hobeisen und Dechselklingen grundlegend. Bei den Eisen der „ascia-Hobel“ handelt es sich folglich nicht um Hobeisen, sondern eindeutig um Dechselklingen.

Auch hinsichtlich seiner Anatomie und technischen Eigenschaften erfüllt der „ascia-Hobel“ mehrere Kriterien nicht, die einen echten Hobel charakterisieren. Die wesentliche Gemeinsamkeit zwischen Zweiarmedchsel und Kastenhobel besteht im Bewegungsablauf beim stoßenden Bearbeiten von Holzoberflächen, wobei das Werkzeug beidhändig mehr oder weniger flach über das Werkstück geführt wird. Dabei zeigt sich jedoch gleichzeitig ein wesentlicher Unterschied: Der Hobel liegt in voller Länge flach auf dem Werkstück und wird direkt über die Oberfläche geführt. Dazu bildet die Unterseite des Hobelkastens eine Hobelsohle, die möglichst plan ist und diese Arbeitsweise überhaupt ermöglicht (vgl. dazu GAITZSCH, MATTHÄUS 1981, 242). Die Zweiarmedchsel muss dagegen in einem gewissen Winkel über das Werkstück geführt werden, sodass der Griff nicht aufliegt. Die Befestigungsklammer der Klinge wäre sonst ein Hindernis und würde zum einen den Vorschub behindern, und könnte zum ande-

ren die Oberfläche des Werkstücks beschädigen. Zudem käme die Klinge nahezu parallel zur Oberfläche zu liegen, sodass sich ein Schnittwinkel von nur wenigen Grad ergäbe. Beim Kastenhobel dagegen ist das Eisen fest im Hobelkörper fixiert, sodass der Schnittwinkel festgelegt ist. Bei römischen Hobeln liegt dieser in der Regel bei 50-65 Grad (GAITZSCH, MATTHÄUS 1981, 238; 243ff.). Die Position des Eisens mitten im Hobelkörper hat zur Folge, dass die Vorderkante des Hobelmauls – also die Öffnung in der Hobelsohle, aus dem das Eisen hervorsteht – einen Druckpunkt bildet, der die Vorspaltung der Holzfasern weitgehend verhindert. Bei Schneidwerkzeugen ohne dieses Merkmal besteht immer die Möglichkeit, dass der Spalt, der durch das Eindringen der Schneide zwischen die Holzfasern entsteht, dem eigentlichen Schnitt vorausläuft. Diese Eigenschaft des Holzes machen sich Handwerker bei Holzspalten zunutze, bei verschiedenen anderen Arbeitsgängen ist dieser Effekt jedoch nicht gewünscht. Schließlich führt der definierte Schneidenüberstand des Eisens über die Hobelsohle zu einer Begrenzung der Spandicke. Über all diese anatomischen Merkmale verfügt die Zweiarmedchsel nicht, sodass sich ihre Wirkungsweise deutlich von der des Hobels unterscheidet. Sie wird frei über das Werkstück geführt, sodass der Schnittwinkel sowie die Stärke der abgetragenen Späne während des Arbeitens jederzeit verändert werden können. Die Oberflächenbearbeitung mit der zweiarmigigen Dechsel ist daher eher als Bestoßen bzw. Schnitzen und nicht als Hobeln zu charakterisieren.

Übergangsform zwischen Dechsel und Hobel?

Die praktischen Versuche ermöglichen letztlich auch eine Stellungnahme zu der Vermutung, bei der zweiarmigigen Dechsel

könne es sich um eine Übergangsform zwischen Dechsel und Hobel handeln. Wie oben beschrieben, handelt es sich bei dem rekonstruierten Modell zunächst um eine vollwertige Dechsel, die sich von einer herkömmlichen Dechsel hinsichtlich ihrer Funktionalität beim Behauen von Flächen praktisch nicht unterscheidet. Für den vorgesehenen zweiten Einsatzbereich, das stoßende Bearbeiten von Flächen, ist das Werkzeug mit einem zweiten Handgriff versehen, sodass eine veränderte Bauart vorliegt. Dies deutet darauf hin, dass die bestoßende Arbeitsweise in stärkerem Maße als bei den ursprünglichen Dechseln vorgesehen ist. Für diese Arbeitsweise ist jedoch ein derartig langer vorderer Griff nicht notwendig, da eine ergonomische Handhaltung beim Greifen des Werkzeugs im unteren Griffbereich erreicht wird. Der in voller Länge vorhandene vordere Griff sowie der ergänzende zweite Handgriff legen daher nahe, dass es sich bei der Zweiarmdechslsel um ein gezielt entwickeltes Kombinationswerkzeug für spezialisierte Handwerksbereiche handelt. In einer Übergangsform zum Kastenhobel dürften möglicherweise auch Varianten des Werkzeugs mit zwei verkürzten Werkzeuggriffen oder andere Zwischenstadien anzunehmen sein, die jedoch bislang nicht belegt sind. Insofern ist eine wesentliche Erkenntnis aus den vorgenommenen Versuchen, dass die Zweiarmdechslsel bis auf weiteres nicht zur Klärung der Entstehung des Kastenhebels herangezogen werden kann.

Zur Terminologie

MATTHÄUS (1984, 102f.; 2012, 23f.) identifiziert anhand der Inschrift auf der Grabstele des Aurelios Artemidoros aus Makedonien die antike Bezeichnung für das hier behandelte Werkzeug als σκέπαρνον (Skeparnon). Die lateinische Entsprechung in demselben Zusammenhang ist *ascia*. In beiden Fällen gilt, dass das ab-

gebildete Werkzeug bzw. die Nennung desselben die Unfertigkeit des jeweiligen Grabdenkmals symbolisieren. Für den Bereich der Sepulkralsymbolik mögen diese Bezeichnungen zutreffend und hinreichend sein, für die Handwerkspraxis sind sie jedoch unzureichend. Der Begriff *ascia* bezeichnet im Lateinischen die einfache Dechsel sowie die Axt, mitunter offenbar auch die Maurerkelle (GAITZSCH 1980, 38; PIETSCH 1983, 25) und nach Matthäus Deutung eben auch die zweiarmlige Dechsel. Hinsichtlich einer gebrauchsfähigen Terminologie für die Handwerkspraxis ist eine Benennung notwendig, die eine funktionale bzw. formale Differenzierung zwischen den verschiedenen Werkzeugen widerspiegelt. Die in der Alltagssprache römischer Handwerker ursprünglich verwendeten Bezeichnungen werden kaum zu ergründen sein, innerhalb der rekonstruierenden Archäologie und der Archäotechnik ist eine genaue Ansprache jedoch notwendig. Wie im vorhergehenden Abschnitt dargelegt, sind die funktionalen Unterschiede zwischen Hobel und Zweiarmdechslsel relativ groß, ebenso die formalen Unterschiede zwischen Hobeisen und Dechselklingen. Gleichzeitig gibt es sowohl formal als auch funktional eindeutige Übereinstimmungen der Zweiarmdechslsel mit der einarmigen Dechsel. Nach dem Abwägen aller Kriterien handelt es sich bei der Zweiarmdechslsel eindeutig um eine Dechsel und nicht um einen Hobel. Aufgrund dieser Überlegungen erscheint es daher folgerichtig, eine Bezeichnung für dieses Werkzeug zu wählen, die diesem Sachverhalt gerecht wird. Als Schlussfolgerung aus dieser Zusammenstellung hält es der Verfasser für angebracht, die unzutreffende Bezeichnung „*ascia*-Hobel“ zu verwerfen und für einen passenderen Begriff zu plädieren. Die Funktionen Behauen und Bestoßen stehen in der Praxis gleichberechtigt nebeneinander. Nimmt man – basierend auf

der Abbildung vom Telephosfries – das Schaben hinzu, könnte man für ein multifunktionales Werkzeug argumentieren, gewissermaßen eine „Mehrzweckdechsel“.

Allerdings erscheint dieses Kriterium insofern nicht hinreichend, als die einfache Dechsel auch für alle diese Arbeitsweisen eingesetzt werden kann, wenn auch teilweise weniger effektiv und weniger ergonomisch. Was das hier diskutierte Werkzeug am deutlichsten von der einfachen Dechsel abgrenzt, ist letztlich nicht die Funktionalität, sondern ein formales Kriterium: der zusätzliche Handgriff. Dementsprechend scheint es angebracht, das in diesem Beitrag als Rekonstruktion vorgestellte Werkzeug schlicht als zweiarmige Dechsel oder Zweiarmdechsel zu bezeichnen. Erwähnenswert ist in dem hier diskutierten Zusammenhang die Klassifizierung des Werkzeugs im Kompendium zum römischen Holzbau (HUTHER 2014, 42). Dort wird es in der Kategorie Äxte und Beile aufgeführt und nicht unter den Hobeln, wengleich Huther, wie bereits oben angemerkt, die Auffassung äußert, es stehe dem Hobel näher als der Dechsel. In Analogie zu Gaitzsch bezeichnet Huther das Werkzeug als „Dechselhobel“, führt als alternative Bezeichnung aber auch „Dechsel mit zweiarmigem Holm“ auf. Letztere scheint eine zwar etwas sperrige, aber in Anbetracht der in diesem Beitrag vorgebrachten Argumente durchaus treffende Bezeichnung zu sein. Im Hinblick auf eine sachlich korrekte, gleichzeitig aber in der Handwerksarbeit praktikable Sprachregelung erscheint eine Verkürzung dieses Terminus auf den Begriff „zweiarmige Dechsel“ bzw. „Zweiarmdechsel“ legitim.

Literatur

GAITZSCH, W. 1980: Eiserne römische Werkzeuge. BAR International Series 78. Oxford 1980.

GAITZSCH, W., MATTHÄUS, H. 1981: Runci-nae – römische Hobel. Bonner Jahrbücher 181, 1981, 205-247.

Goodman, W. L. 1964: The History of Woodworking Tools. London 1964.

GREBER, J. M. 1956: Die Geschichte des Hobels. Zürich 1956.

HUTHER, S. 2014: Der römische Weihebezirk von Osterburken III. Band 2 – Kompendium zum römischen Holzbau. Darmstadt 2014.

MATTHÄUS, H. 1984: Untersuchungen zu Geräte- und Werkzeugformen aus der Umgebung von Pompei. Bericht der Römisch-Germanischen Kommission 65, 1984, 73-158.

MATTHÄUS, H. 2012: Zur Grabstele des Abdashtar aus Kition. Kypriakai Spoudai 74, 2010 (2012), 15-37.

NORMAN, G. A. 1954: Høvelens Historie. De Sandvigske Samlingers Skrifter II. Lillemhammer 1954.

PIETSCH, M. 1983: Die römischen Eisenwerkzeuge von Saalburg, Feldberg und Zugmantel. Saalburg-Jahrbuch 39, 1983, 5-132.

PIETSCH, M. 1988: Römische Eisenwerkzeuge vom Zugmantel – Ein Nachtrag. Saalburg-Jahrbuch 44, 1988, 28-33.

RICHTER, G. M. A. 1966: The furniture of the Greeks, Etruscans and Romans. London 1966.

SCHWARZ, R. 2016: Vom römischen Handwerk in unsere(r) Zeit. In: Handwerk. Vom Wissen zum Werk. Hanau 2016, 289-311.

SCHWARZMAIER, A., SCHOLL, A., MAISCHBERGER, M. (Hrsg.) 2012: Die Antikensammlung. Altes Museum, Neues Museum, Pergamonmuseum. 4. Auflage. Darmstadt 2012

ULRICH, R. B. 2007: Roman Woodworking. New Haven, London 2007.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: MATTHÄUS 1984, Abb. 14

Abb. 2: MATTHÄUS 1984, Abb. 15

Abb. 3: RICHTER 1966, Abb. 612

Abb. 4: MATTHÄUS 1984, Abb. 33

Abb. 5: MATTHÄUS 1984, Abb. 1

Abb. 6-9, 11: Foto Rüdiger Schwarz

Abb. 10: Foto Alexander Weisgerber

Abb. 12: SCHWARZMAIER, A., SCHOLL, A.,
MAISCHBERGER, M. (Hrsg.) 2012, Abb.
180.24

Autor

Rüdiger Schwarz

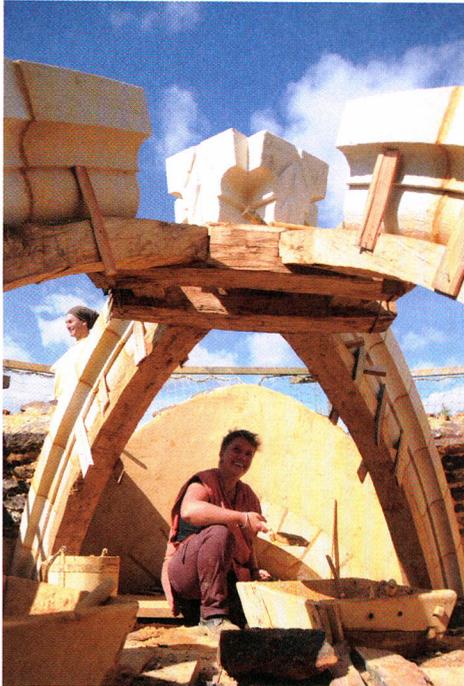
Römerkastell Saalburg

Archäologischer Park

Am Römerkastell 1

61350 Bad Homburg

Deutschland



Vermittlung und Theorie

Die Geschichte der archäologischen Architekturmodelle im Freilichtbereich des niederösterreichischen Museums für Urgeschichte – MAMUZ – in Asparn an der Zaya von den Anfängen bis zur Gegenwart

Wolfgang F. A. Lobisser

Summary – The history of archaeological house models in the open air park of the MAMUZ in Asparn in Lower Austria from the beginnings up to our days. *With his conception for the archaeological open-air park in Asparn an der Zaya in the 1960ies, the founder F. Hampl was surely one of the big pioneers in prehistoric culture dissemination. His plan was to present four ancient time levels with house models from the Neolithic Time, from the early Bronze Age, from early Iron Age and from the late Latène Period, which should be fitted out with furniture, implements and tools according to the archaeological background.*

When the open-air park was opened to the public in 1970, it included 11 architectural models of prehistoric houses built up partly on the basis of archaeological findings and partly as theoretic models according to ethnological buildings. The successors of F. Hampl left their traces in the park as well.

Not just that some objects had to be repaired or even replaced, they also supplemented the ensemble with new archaeological models on the basis of actual prehistoric results. Thereby experimental methods and the use of authentic methods became more and more important.

After a service life of up to 48 years, in 2012 some of the reconstructed houses made from wood, clay and reed were at the end of their natural life period. The experimental working group of the VIAS, an interdiscipline institution of the University of Vienna was invited to renovate the open-air park and to construct new houses following recent archaeological data. This article points out the story of the prehistoric house models of Asparn an der Zaya from their very beginnings up to our days.

Keywords: *Experimental Archaeology, open-air museum, house model, wood construction, reconstructing archaeology*

Schlagworte: *Experimentelle Archäologie, Freilichtmuseum, Hausmodell, Holzbau, Rekonstruierende Archäologie*

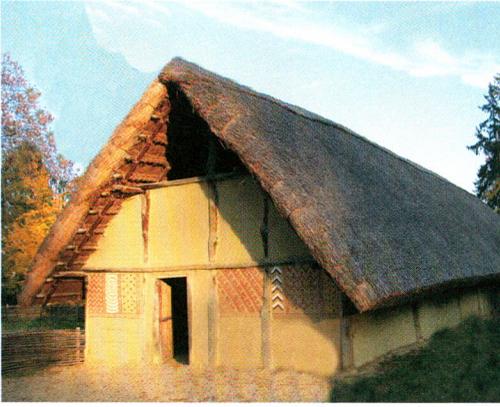


Abb. 2: Das erste neolithische Langhausmodell von Asparn stand 48 Jahre. – The first long Neolithic house model from Asparn, which lasted for 48 years.

chäologie geachtet, als vielmehr auf eine möglichst lange Haltbarkeit der Gebäudemodelle. Im selben Jahr wurde auch mit den praktischen Aufbauarbeiten begonnen. Im Jahr 1963 entschied sich Hampl dafür, dem Freilichtgelände auch einen paläolithischen Bereich mit Windschirmmodellen und zeltartigen Bauten anzugliedern.

Als das Freilichtmuseum am 5. Juni 1970 feierlich eröffnet wurde, umfasste es elf Architekturmodelle von prähistorischen Bauten, die zum Teil auf der Basis von archäologischen Befunden, zum Teil als theoretische Denkmodelle ohne archäologischen Nachweis errichtet worden waren (HAMPL 1970). Zum paläolithischen Teil gehörten ein im Grundriss rundlicher-bienenkorbartiger und ein eher rechteckiger-pultdachförmiger Windschirm, die als hypothetische Beispiele für frühe Schutzbauten des urzeitlichen Menschen dienten. Im Jahr 1969 hatte man nach Rekonstruktionsvorschlägen von B. Klima auf der Basis eines etwa 25.000 Jahre alten archäologischen Befundes von Ostrava-Petrkovice ein im Grundriss ovales Zelt von Mammutjägern gebaut, welches aus einem Stangengerüst aus entrindeten Birkenstämmen bestand, welches mit Tierhäuten abgedeckt wurde. Das Objekt

wurde im Jahr 2004 nach einer Standzeit von 35 Jahren abgetragen.

Ebenfalls im Jahr 1969 war nach einem Befund der Hamburger Kultur von Poggenwisch auch das Modell eines Sommerzeltes von Rentierjägern errichtet worden, welches sich an Bauvorschlägen von A. Rust orientierte. Die Konstruktion bestand aus 12 Birkenstämmchen, die mit Hautriemen verbunden wurden. Die Zelt Haut selbst bestand aus etwa 40 Rentierfellen, die fein säuberlich vernäht worden waren und mit der Fellseite nach außen um das Gestänge gelegt wurden. Diese Konstruktion musste bereits im Jahr 1977 weitgehend erneuert werden und wurde letztlich im Jahr 1995 abgerissen.

Bereits im Jahr 1964 hatte man mit dem Aufbau eines bandkeramischen Langhauses begonnen, welches sich an einem Befund aus der Grabung Köln-Lindenthal orientierte. Zu dieser Zeit war der Forschung noch kein vergleichbarer Hausbefund aus Niederösterreich bekannt. Das Hausmodell war bei einer Traufenbreite von etwa 7 m an die 25 m lang und zeigte eine Höhe von 5,4 m. Das Gebäude ruhte auf insgesamt 41 Pfostenstellungen aus Eichenholz und wurde vorerst mit Stroh, später im Jahr 1976 mit einer zusätzlichen Lage Schilf eingedeckt. Der Innenbereich war in drei Zonen gegliedert, wobei Hampl für den ersten Raum eine Funktion als Arbeitsbereich, für den mittleren eine Nutzung als Schlafbereich und für den dritten Raum eine Verwendung als Vorratsraum postulierte und in seiner Inszenierung auch darstellte. Seit 1984 hatten im Mittelraum Schulklassen die Möglichkeit, eine Nacht im Freilichtmuseum zu erleben. An diesem Gebäude wurden mehrfach kleinere Reparaturen durchgeführt, ehe es im Winter 2011/2012 nach einer Standzeit von fast 48 Jahren auf Grund von allgemeiner Baufälligkeit und dem damit verbundenem Sicherheitsrisiko abgetragen werden musste (Abb. 2).

Schon im Jahr 1962 waren die Rohbauten von zwei bronzezeitlichen Häusern mit verrundeten Eckbereichen fertig gestellt worden. Die Befunde dazu stammten aus einer Grabung in Rösschitz in Niederösterreich. Im Jahr 1964 wurde deren Bodenniveau eingetieft und später gab es eine Reihe von praktischen Versuchen mit Estrich- und Wandlehmzusätzen. Die beiden Gebäude waren auf Grund von Feuchtigkeitsproblemen stets problematisch und wurden im Frühjahr 2012 im Zuge der Neugestaltung des Freilichtbereichs abgetragen, nicht zuletzt weil sie sich auch forschungsgeschichtlich überlebt hatten.

Nach einem archäologischen Befund aus Roggendorf wurde bereits im Jahr 1963 ein Wohnhaus der älteren Hallstattzeit in Form eines Blockbaus mit eingetieftem Bodenniveau aufgebaut. Bezüglich der Blockbauweise diente dabei ein Befund aus Hallstatt als Vorbild. Die Firstpfette selbst war nicht mit dem Blockbau verbunden, sondern ruhte auf Pfosten, die in den Boden eingelassen worden waren. Die Dachkonstruktion bestand aus Rofen und Latten und wurde vorerst mit Stroh, im Jahr 1976 mit Schilf und schließlich im Jahr 2006 mit Holzschindeln eingedeckt. Im Jahr 1980 wurde die Grube im Inneren an das Außenniveau angeglichen. Das Gebäude ist heute noch Bestandteil des Museums und stellt mit einer Lebensdauer von nunmehr 53 Jahren das älteste Rekonstruktionsmodell von Asparn dar.

Aus dem Jahr 1964 stammte ein eisenzeitliches Backhaus, dem ein Befund aus Großweikersdorf Pate gestanden hatte. Im Inneren fanden sich vier Kuppelbacköfen, welche auch regelmäßig befeuert wurden. Die Hütte selbst wurde zuerst als Rundbau mit Strohdach, später – im Jahr 1976 – als Pfostenbau mit Rindendeckung ausgeführt.

Zu den ältesten Gebäudemodellen aus dem Jahr 1962 gehörte auch ein Latènehaus, welches ebenfalls nach einem Be-



Abb. 3: Ein Grubenhausmodell nach einem Befund von Roggendorf. – A pit house model following archaeological data from Roggendorf.

fund aus Roggendorf gestaltet wurde (Abb. 3). Es handelte sich um ein Grubenhaus mit Wänden aus horizontalen Rundhölzern, welche zwischen jeweils zwei kleine Pfosten eingebunden waren. Hampl sprach diesbezüglich von einer „Zwingenwand“, welche mit Lehmwurf abgedichtet wurde. Das Sparrendach zeigte beidseitig einen Walm und wurde mit Schilf eingedeckt. In der Raummitte befand sich ein etwa 25 cm hoher Tischherd, in einer Ecke ein tonnenförmiger Backofen. Betreten konnte man das Haus über eine seitliche Abgangsrampe. Der Türbereich wurde mit einem Hirschfell verschlossen. Bei starken Regenfällen war dieses Gebäude innen oft überschwemmt und trocknete in der Folge lange nicht auf, sodass es nur bedingt benutzt werden konnte. Das Gebäude wurde nach 2006 abgetragen.

Die Bauarbeiten am Rekonstruktionsmodell einer Schmiede aus der jüngeren Eisenzeit begannen 1964 und wurden noch im Jahr 1965 abgeschlossen. Der archäologische Befund stammte aus Mšecké Žehrovice in Nordwestböhmen und bestand aus einer unregelmäßigen Grube mit einer Länge von 7 m und einer Breite von 6,3 m. Die Grube selbst wies eine Tiefe von ca. 0,5 m auf und zeigte neben zwei Pfostenlöchern für die Dachkonstruktion eine Herdgrube und einen Arbeitssockel mit zwei davor liegenden Vertiefungen. Das Rekonstruktionsmodell



Abb. 4: Ein Experiment zur Leichenverbrennung mit einem Schwein anlässlich einer Lehrveranstaltung der Universität Wien zur Experimentellen Archäologie im Jahr 2012. – An experiment on cremation with a dead pig during a course on Experimental Archaeology from the University of Vienna in 2012.

wurde als zeltartiger Bau aus Stangenhölzern ausgeführt, die sich an die auf zwei Pfosten gelagerte Firstpfette anlehnten. Die horizontalen Lattenhölzer reichten bis zum Boden und wurden mit Roggenstroh eingedeckt, welches später mehrfach mit Schilf überdeckt wurde. Im Inneren wurden typische Gerätschaften und Werkzeuge einer Schmiede gezeigt.

Im Jahr 1974 wurden im Bereich der Bronzezeit auf der Basis von Grabungsergebnissen des Landesmuseums aus Pitzen zwei Hügelgräber und eine Plattform für Leichenverbrennung rekonstruiert (Abb. 4). Die Grabhügel waren im Jahr 2012 stark verfallen und wurden abgetragen, auch weil man entschieden hatte, im Freilichtbereich von Asparn vor allem das Leben der Menschen der Vergangenheit

darzustellen, da das Totenbrauchtum durch die zahlreichen Grabfunde in der Schausammlung im Schloss ohnehin umfassend dokumentiert wird.

Die Nachfolger von Franz Hampl

Die Nachfolger H. Windl und E. Lauer mann haben sich ebenfalls der Methode der Experimentellen Archäologie angenommen (vgl. WINDL 2001; LAUERMANN 2013). Nicht nur dass einzelne Architekturmodelle, die am Ende ihrer Lebensdauer angelangt waren, abgetragen und ersetzt werden mussten, haben sie das Ensemble durch weitere Architekturmodelle auf der Basis von aktuellen archäologischen Befunden ergänzt. Den mit der Zeit wachsenden Ansprüchen der Idee

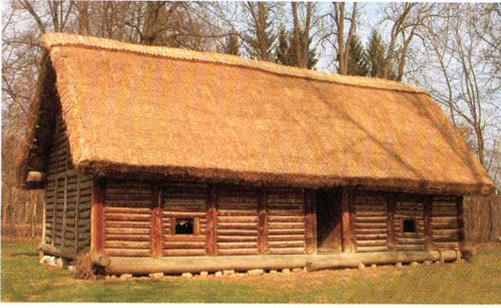


Abb. 5: Ein bronzezeitliches Modell eines Schwellenbaues wurde im Jahr 1977 fertig gestellt. – A bronze age model of a dwelling house that was finished in 1977.

des archäologischen Experiments folgend, spielte bei diesen Bauvorhaben der Einsatz von „authentischen“ Technologien eine zunehmend wichtigere Rolle.

Unter Windl wurde im Jahr 1977 ein bereits unter Franz Hampl begonnener großer Schwellenbau im Bereich der Bronzezeit fertig gestellt, der sich auf einen archäologischen Befund aus Priggitz in Niederösterreich bezog (Abb. 5). Es handelte sich dabei um einen Haustyp, bei dem man in regelmäßigen Abständen mit Zapfen versehene Ständer in die Schwellbalken eingelassen hatte, zwischen denen horizontale Schwellriegel die Wände bildeten. Das Gebäude wurde mit einem Satteldach aus Rofen und Latten versehen und mit Schilf eingedeckt. Außerdem hat es innen einen vom Untergrund abgehobenen Holzboden, der einen Lehmestrich trägt, sowie eine Zwischendecke, die den Wohnraum vom Dachboden abtrennt. Dieses Gebäude erfuhr seitdem mehrere kleinere Veränderungen und Reparaturen, ist aber im Großen und Ganzen nach einer Nutzungszeit von nunmehr 39 Jahren sehr gut erhalten.

Weiter wurden latènezeitliche Töpferöfen mit Lochtennen und Schürkanälen nach archäologischen Nachweisen aus Herzogenburg nachgebaut und durch einen Pfostenbau mit Rindendeckung überdacht (WINDL 1979).



Abb. 6: Die Brandruine des eisenzeitlichen Backhauses war 12 Jahre lang als Schauobjekt im Museum zu besichtigen. – The remains of the burned down Iron Age bakery were presented in the museum for 12 years.

Im Jahr 1980 wurde das Dach der „hampl’schen“ eisenzeitlichen Backhütte zusätzlich mit Lehm und Grassoden bedeckt, worauf die Unterkonstruktion im Jahr 1985 kollabierte und das Gebäude einstürzte. Noch im selben Jahr wurde das Objekt neu aufgebaut. Im Jahr 1992 wurde die Backhütte versetzt und auf acht massiven Pfosten neu aufgebaut. Auch die vier Öfen wurden neu gestaltet. Wieder hatte man die Dachhaut aus Rindenlagen mit Lehm und Grassodendeckung ausgeführt. Diese Backhütte wurde 1995 durch einen Schwelbrand zerstört und war in der Folge 12 Jahre lang als Brandruine zu bestaunen (Abb. 6).

Der Bereich des Neolithikums wurde im Jahr 1996 durch das Modell eines frühneolithischen Brunnenschachtes nach archäologischen Befunden von Schletz und Erkelenz-Kückhoven ergänzt, wobei nachgebaute Werkzeuge aus Stein, Holz und Knochen zum Einsatz kamen (LOBISER 1999). Hier wurde auch ein kleiner Schaugarten mit Kulturpflanzen des frühen Neolithikums angelegt, um Einblicke in die agrarischen Grundlagen dieser Zeit zu ermöglichen. Im Bereich des Paläolithikums diente ein archäologischer Befund aus Grubgraben bei Kammern im



Abb. 7: Das Modell einer paläolithischen zeltartigen Behausung; im Vordergrund Robert Graf bei der Feuersteinbearbeitung anlässlich eines Steinzeitfests im Jahr 2006. – The model of a Paleolithic tent-like building; in front Robert Graf working flint during a stone age event in 2006.

Jahr 1997 für den Aufbau des Modells einer zeltartigen Behausung von Rentier- und Pferdejägern (Abb. 7). Die Jurte wurde im Jahr 2012 abgetragen, da sie zusammenzubrechen drohte.

Unter der Leitung von E. Laueremann wurde im Jahr 1992 der Befund eines latènezeitlichen Grubenhauses, der bereits F. Hampl als Vorlage für eine „Rekonstruktion“ gedient hatte, neu interpretiert und als weiteres Architekturmodell im Museum erbaut. Im Jahr 1993 ließ E. Laueremann das Modell eines überdachten Grubenhauses nach einem hallstattzeitlichen Befund von Unterparschenbrunn errichten. Eine genaue Analyse des Baugeschehens, der Benutzungsmöglichkeiten sowie die Dokumentation von Erosionsprozessen am Gebäudemodell führten 1998 zu einer Neuinterpretation des Befundes als ebenerdiges Gebäude mit Kellergeschoss. In diesem Sinne wurde ein neues Architekturmodell gestaltet (LAUEREMANN 2013).

Im Jahr 2007 wurde die Brandruine des Backhauses abgetragen und an derselben Stelle ein neues Backhaus nach dem

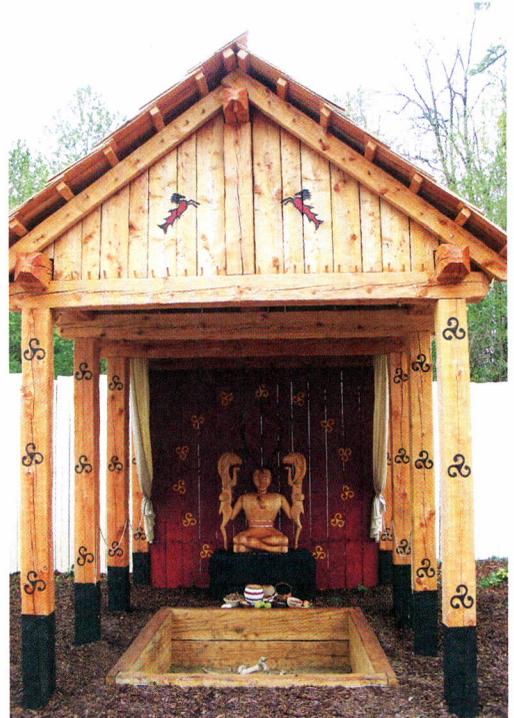


Abb. 8: Der Fund einer gelochten Geweihstange ließ vermuten, dass im keltischen Heiligtum von Roseldorf der Gott Cernunnos verehrt wurde. – The find of a drilled antler led to the assumption that the god Cernunnos was adored in the Celtic sanctuary of Roseldorf.

gleichen archäologischen Befund, aber mit den Erkenntnissen aus den Vorgängermodellen angelegt, wobei man die angekohlten Pfosten des Altbestandes wieder verwendet hat.

Auf der Basis eines latènezeitlichen Befundes aus Roseldorf (Abb. 8) konnte in den Jahren 2007 und 2008 das Modell eines keltischen Heiligtums im Freilichtmuseum konzipiert werden. Der Befund aus Niederösterreich wurde durch analoge Befunde aus dem französischen Bereich ergänzt (LAUEREMANN 2008). Das neu gebaute Rekonstruktionsmodell besteht aus Umfassungsgraben, Palisade, Torbereich, Tempelhaus sowie einem Schaupfosten und weist figürliche Schnitzereien auf. Da dieses Modell bereits im Jahresband Nummer 8 der EXAR im Detail vorgestellt

wurde, wird hier nicht weiter darauf eingegangen (LOBISSER 2009). Diesem folgte in den Jahren 2009 und 2010 das Modell eines latènezeitlichen Wandgräbchenbaues nach einem archäologischen Befund von Michelstetten, der als keltisches Versammlungshaus interpretiert wurde (LAUERMAN 2013, 31f.).

Die „Neugestaltung“ des archäologischen Freilichtbereichs

Die Niederösterreichische Landesausstellung 2013 „Brot und Wein“, bot die Möglichkeit, das archäologische Freilichtgelände zu renovieren und manches neu und dem letzten Stand der archäologischen Forschung folgend zu gestalten. Mit der praktischen Umsetzung dieser Bauvorhaben wurde das VIAS – eine interdisziplinäre Forschungseinrichtung der Universität Wien – betraut. Unser Ziel war es, bei den Aufbauarbeiten alle Arbeitsschritte vor Ort soweit mit nachgebauten Werkzeugen der jeweiligen Zeitstufen auszuführen, dass wir dabei genug Erfahrungen und Datenmaterial sammeln konnten, um auf der Basis dieser praktischen Studien ein besseres Bild zur Entwicklung der Holztechnologie vom Beginn des Neolithikums bis zur Eisenzeit zeichnen zu können. Es erscheint verständlich, dass im Frühjahr 2012 manche der archäologischen Rekonstruktionsmodelle – Gebäude, die vor allem aus Baumaterialien wie Holz, Lehm und Schilf bestanden – nach einer Nutzungsdauer von bis zu 48 Jahren schlicht und einfach am Ende ihrer natürlichen Lebenserwartung angekommen waren. Umso mehr als viele Bauten in Pfostenbauweise ausgeführt waren, deren tragende vertikale Konstruktionselemente man den archäologischen Vorbildern folgend in den Untergrund eingetieft hatte und die so den holzersetzenen Kräften des Bodens über viele Jahre ausgesetzt waren. So galt es vor Beginn der Arbeiten den Bestand an Architektur-

modellen im Freilichtgelände auf ihren aktuellen Baustatus mit allen damit verbundenen Facetten hin genauestens zu prüfen und die Entscheidung zu treffen, welche Gebäude erhalten und saniert werden sollten und welche abzutragen seien.

Die praktischen Arbeiten der Neugestaltung im Freilichtgelände

Die Neugestaltung bot auch die Gelegenheit, das Gesamtkonzept des Freilichtmuseums neu zu überdenken und an moderne Anforderungen anzupassen. Die Erfahrungen der letzten Jahrzehnte hatten gezeigt, dass es in der Praxis nicht immer ganz einfach war, Lebenswirklichkeiten der Vergangenheit auf der Basis von Gebäudemodellen zu vermitteln, die zum einen aus unterschiedlichen Zeitstufen stammten und die zum anderen unterschiedlichen Funktionen dienten. Hier wurde versucht, die Architekturmodelle des Altbestands zu Sinngruppen zusammenzufassen, um so ansatzweise den Charakter von Siedlungsausschnitten zu erreichen, in welchen mehrere Gebäude unterschiedlicher Verwendung zusammen pädagogisch wertvolle Ensembles bildeten (vgl. PACHER 2013, 192). Neubauten von Architekturmodellen wurden dabei so konzipiert, dass dieser Siedlungscharakter der einzelnen Museumsbereiche verstärkt wurde. In diesem Sinne wurde auch die Wegeführung durch das Freilichtgelände verändert, sodass der neue Besucherweg deutlich länger ausfällt und es so dem Besucher ermöglichen soll, die einzelnen Bereiche unabhängig voneinander zu erleben. Unterstützt wurde dieser Effekt durch die Ausstattung der neuen Gehwege mit Grünbewuchs sowie durch die gezielte Anlage von Baum- und Strauchbepflanzungen, welche das Gelände stärker gliedern. Für die Landesausstellung 2013 konzentrierte sich die Darstellung der prähistorischen Ensem-

bles von Architekturmodellen auf die Linearbandkeramik als die Zeit der ersten Bauern, auf die späte Bronzezeit sowie auf die Eisenzeit. Die praktischen Arbeiten wurden in den Jahren 2012 und 2013 durch das VIAS durchgeführt.

Bereich Neolithikum

Im Bereich der Jungsteinzeit blieb vom Altbestand lediglich das Modell eines bandkeramischen Brunnenkastens, welches in den Jahren 1995 und 1996 nach einem Befund von Schletz nachgebaut und im Jahr 1997 neben dem alten Langhaus in den Boden versenkt worden war (vgl. LOBISSER 1999). Auch der bereits unter H. Windl angelegte Schaugarten mit Nutzpflanzen der ersten Bauern wurde

belassen, lediglich den neuen baulichen Veränderungen angepasst und mit einem Flechtzaun eingefriedet.

Ein archäologischer Hausbefund aus Schwechat in Niederösterreich bildete die Grundlage für das neue Langhausmodell (SCHWARZÄUGL 2006). Der Grabungsbefund zeigte die Reste eines vierschiffigen Langhauses mit einer maximalen Länge von 28,75 m und einer maximalen Breite von 5,8 m, wobei sich die Breite am nordöstlichen Ende auf 5 m verjüngt, sodass sich insgesamt ein leicht trapezförmiger Grundriss ergab (Abb. 9). Mit den praktischen Errichtungsarbeiten am neuen Langhaus starteten wir im Juli 2012. Vor dem Beginn sahen wir uns mit einer Fülle von Fragen zur Linearbandkeramik kon-



Abb. 9: Ein verkleinertes Modell im Maßstab 1:15 des neuen Langhauses von Asparn (im Hintergrund) kann in der Schausammlung von Besuchern selbst aufgebaut werden. – A model in scale 1:15 of the new long house in Asparn (in the background) can be built by visitors in the museum.

frontiert, die sich auf Ressourcen und Baumaterialien, auf Werkzeuge, Holzverbindungen und technische Möglichkeiten, aber auch auf Bauplanung, Bauvorbereitung und Arbeitsaufwand bezogen. Diesem Architekturmodell wurde bereits ein eigener Beitrag im Jahrbuch Nummer 13 der EXAR gewidmet, auf den ich in diesem Zusammenhang verweisen möchte (LOBISSER 2014).

Eine erst vor kurzem vorgenommene Zusammenstellung von kleinen Gebäuden aus der Linearbandkeramik erbrachte nahezu hundert bekannte Kleinbauten (COOLEN 2004). Somit steht außer Zweifel, dass kleinere Nebengebäude eine wesentliche Rolle in den frühneolithischen Siedlungen gespielt haben müssen. Aus diesem Grund wollten wir auch in Asparn das Modell eines kleineren bandkeramischen Gebäudes zeigen. Unser Neubau orientierte sich dabei an einem archäologischen Befund aus Franzhausen in Niederösterreich, der 1995 im Zuge von Rettungsgrabungen mit den Ausmaßen von etwa 5,6 auf 4 m dokumentiert werden konnte (NEUGEBAUER 1995, 463, Plan 473). Der Pfostenbau zeigte an den Giebelseiten jeweils vier und an der vollständig erhaltenen Nordostseite acht Pfostenstellungen. Im Inneren des Gebäudes fanden sich lediglich drei Pfosten, wobei man einen vierten annehmen darf. Da sich keiner der erhaltenen Pfosten im Inneren direkt unter dem Firstbereich des wohl zu postulierenden Satteldachs befand, sondern diese eher an den Positionen der sog. Mittelpfetten lagen, könnte man vermuten, dass die Konstruktion dieses Gebäudes ursprünglich keine Firstpfette aufgewiesen hat. Ein spannender Ansatz, der uns zu einem interessanten Modellvorschlag führte. Wir wollten anhand dieses Hauses ganz bewusst eine Konstruktionsvariante zeigen, die lediglich aus Pfosten, Pfetten, Rofenbäumen und Lattenhölzern bestand, bei der im Aufgehenden keinerlei quer bindende oder ver-

strebende Elemente notwendig waren. Weiters bot sich hier ein Experiment zur Wiederverwendung von Bauhölzern an: Die in den Boden eingetieften Bereiche der Innenpfosten des alten Langhauses hatten sich weitgehend verrottet gezeigt, doch waren die Eichenstämme nur wenige Zentimeter oberhalb des Begehungshorizontes kerngesund. Warum sollten nicht auch die Menschen der Bandkeramik Bauhölzer recycelt haben? Wenn man bedenkt wie viel Arbeitsleistung und Aufwand es bedeutet haben muss, mit Werkzeugen aus Stein und Knochen einen Gabelpfosten zu fertigen, so ist dieser Gedanke durchaus nicht von der Hand zu weisen. Vielleicht könnten diese Pfosten nach einer Trocknungszeit von fast 50 Jahren den Holz zersetzenden Kräften des Bodens noch länger widerstehen als frisch gefälltes Bauholz?

Aus diesen Überlegungen heraus haben wir die Pfosten des neuen Kleingebäudes aus den gesunden Teilen der alten Langhauspfosten gefertigt. Die Eichenpfosten wurden so gesetzt, dass ihre Gabelenden alle in der Längsachse des Gebäudes ausgerichtet waren. Die Höhe der Pfosten wurde so gewählt, dass sich die Auflager für die Fußpfetten in einer Höhe von etwa 180 cm befanden und mit den Auflagern für die Mittelpfetten einen Dachneigungswinkel von ca. 50 Grad bildeten. Anschließend konnten wir die Pfetten in die Gabellager der Pfosten einlegen, wobei diese an beiden Enden etwa 60 cm über die Giebelpfosten hinaus reichten, um so ein Vordach zu bilden. Die Rofen wurden durch halbrunde Ausnehmungen an die Pfetten angepasst und mit Schnüren auf diesen fixiert. In die Oberseiten der Rofen hackten wir in regelmäßigen Abständen von ca. 35 cm Kerben, die als Auflager für die Lattenhölzer dienten. Die Latten wurden ebenfalls durch Schnurbindungen gesichert. Das Gebäude wurde mit mehreren Lagen von Rindenbahnen eingedeckt. Die Wandbereiche zwischen den

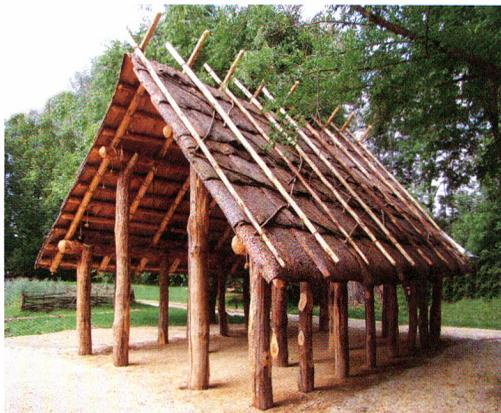


Abb. 10: Das Modell eines frühneolithischen Pfostenhauses wurde als Backhaus interpretiert und eingerichtet. – The model of an early Neolithic post house was interpreted and implemented as a bakery.

Pfosten haben wir mit Flechtwerk ausgefüllt, wobei der Mittelbereich des südlichen Giebels als großzügiger Eingangsbereich offen blieb. Die Flechtwände haben wir an drei Seiten mit Lehm verputzt. Die Nutzung dieser Kleinbauten in der Bandkeramik erscheint zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch unklar und wird innerhalb der archäologischen Forschung kontrovers diskutiert (vgl. COOLEN 2004, 73ff.). In unserem Modell haben wir das Thema Getreide und Brot publikumswirksam aufbereitet, indem Besuchern die Möglichkeit geboten wurde, sich anhand von vier großen Mahlsteinen selbst am Mahlen von Getreidekörnern zu versuchen. Das Mehl wird anschließend zu Teig und weiter zu kleinen Brotlaiben verarbeitet und kann unter professioneller Anleitung in einem der drei Backöfen aus Lehm, die wir in diesem Gebäude errichtet hatten, zu Brot gebacken werden (Abb. 10).

Bereich Bronzezeit

Das vormalig der älteren Hallstattzeit zugeschriebene Hausmodell in Blockbautechnik, welches bereits unter F. Hampl nach archäologischen Befunden von Roggen-

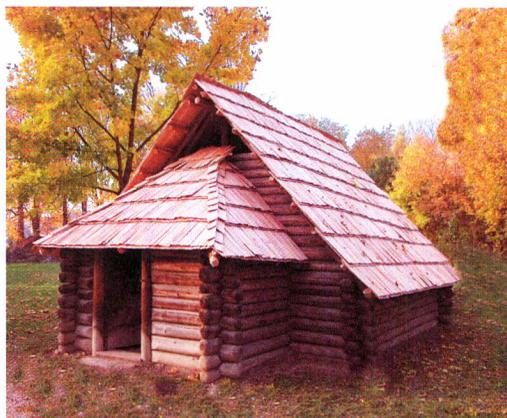


Abb. 11: Der Blockbau aus dem Jahr 1963 ist mit nunmehr 53 Jahren das älteste Hausmodell des Museums. – The log cabin house from 1963 is now the oldest model in the museum – 53 years counting.

dorf und Hallstatt errichtet worden war, wurde im Zuge der neuen Gliederung der Gebäude des Altbestandes von Asparn dem Bereich der späten Bronzezeit zugeschlagen. Das erschien insofern zulässig, als die archäologischen Befunde aus Hallstatt, die – was die Holztechnologie betrifft – als Grundlage zur Planung dieses Objekts dienten, und die zur Zeit Hampls eisenzeitlich datiert wurden, in der Zwischenzeit als spätbronzezeitlich erkannt wurden. Es handelte sich dabei um die eingetieften Blockbaukonstruktionen vom Hochtal in Hallstatt. Erst Fritz E. Barth war es gelungen, diesen Irrtum richtig zu stellen und die Blockwandbecken als Nutzbauten zur Fleischkonservierung der späten Bronzezeit zu identifizieren (BARTH, LOBISSER 2002). Somit wurde klar, dass diese Form des Blockbaus eine gängige Konstruktionsweise der späten Bronzezeit darstellte und konsequenterweise wohl auch für die Errichtung von Wohngebäuden zur Anwendung gekommen sein sollte (vgl. LOBISSER 2004). Das Hausmodell in Asparn (Abb. 11) war nach einer Standzeit von 49 Jahren noch weitgehend in gutem Zustand und erforderte, nachdem das Dach im

Jahr 2007 mit Lärchenschindeln neu eingedeckt worden war, kaum Reparaturarbeiten. Im Bereich hinter diesem Gebäude wurde ein mit einem Flechtwerkzaun eingefriedetes Getreidefeld angelegt.

Auch der im Jahr 1977 fertig gestellte Modellvorschlag eines bronzezeitlichen Schwellenbaus zeigte sich in seiner Grundsubstanz weitgehend intakt. Hier wurden neben der Steinsetzung im Fundamentbereich nur Fehlstellen an den Abdichtungen der Riegelbohlenwände aus Moos und Lehm, die abgenutzten – weil nach geschätzten 1,4 Millionen Besuchern in 35 Jahren stark abgetretenen – Türschwellerbereiche, als auch die Schilfdeckung am Giebel der Westseite in Stand gesetzt.

Als Neubau im Bereich der Bronzezeit wurde das idealisierte Architekturmodell einer Buntmetallwerkstatt der späten Bronzezeit konzipiert und aufgebaut, wobei sich das Gebäude selbst auf einen archäologischen Befund aus Unterradlberg in Niederösterreich bezieht (ADAMETZ 2009). Vieles spricht dafür, dass dieser klassische Zwölfpfostenbau in der späten Bronzezeit ein Satteldach getragen hat. Man kann sich gut vorstellen, dass Bronze verarbeitende Werkstätten in derartigen Haustypen untergebracht waren. Vielleicht war Haus 2 aus Unterradlberg gerade deshalb am Rand der Siedlung erbaut worden? Die Errichtung und auch die Nutzung dieses Architekturmodells wurde bereits in einem eigenen Beitrag im Jahrbuch Nummer 14 der EXAR diskutiert (KONRAD, LOBISSER 2015).

Bereich Eisenzeit

Aus keltischer Zeit sind uns einfache Überdachungen von Arbeitsbereichen bekannt geworden. In diesem Sinne errichteten wir im Bereich der Keramik einen Vierpfostenbau mit Pultdach und Rindendeckung auf einer Konstruktion auf zwei Pfetten mit Rofenbäumen und Lattenhölzern, der einen Bereich von ca. 5 auf 5 m

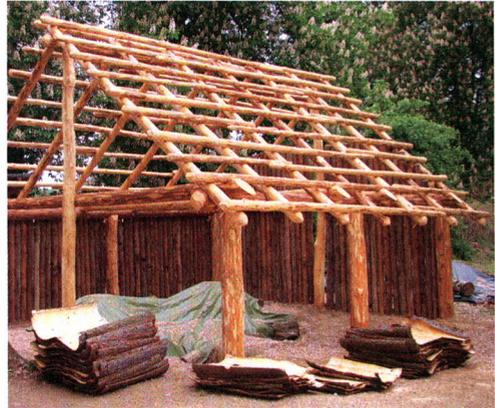


Abb. 12: Die eisenzeitliche Keramikwerkstatt wurde im Jahr 2012 neu aufgebaut und mit Rinde eingedeckt. – The Iron Age ceramic workshop was newly built in 2012 and covered with a bark roof.

sicherte. Unter diesem Schutzdach wurden im Sinne der Museumspädagogik eine Töpferscheibe, zwei Arbeitstische, mehrere Stellagen als Trockenablagen für das Brenngut sowie eine Feuerstelle für offenen Feldbrand angelegt, um Aktivitäten bei jeder Witterung durchführen zu können.

Das mit Rinde eingedeckte Dach des in den 80er Jahren errichteten Pfostenbaus über den jüngereisenzeitlichen Keramikbrennöfen bedurfte einer dringenden Revision. Als wir das alte Rindendach entfernten, wurde Schritt für Schritt klar, dass auch die Subkonstruktion bis abwärts zu den tragenden Pfosten zu erneuern war. Die unabdingbare Entscheidung lautete Neubau des Schutzdaches der Brennöfen mit allen Konsequenzen. Den Neubau (Abb. 12) haben wir dem Vorbild folgend als Pfostenbau mit Satteldach ausgeführt, wobei acht tragende Eichenpfosten bis zu 80 cm in den Boden versenkt wurden. Das Gebäude besteht aus zwei auf jeweils drei Wandpfosten gelagerten Fußpfetten, die durch vier quer liegende Binderbalken miteinander verbunden wurden und einer auf zwei Giebelpfosten ruhenden Firstpfette. Die Dachkonstruktion



Abb. 13: Ein Gruben- und eine Kellerhausmodell nach ihrer Wiederinstandsetzung im Jahr 2013. – A pit- and a cellar-house after the renovation in 2013.

selbst wird durch sieben Rofenpaare gebildet, auf denen die Lattenhölzer befestigt werden konnten, die das Rindendach tragen. Alle Holzverbindungen des Hauses bestehen aus stabilen halbrunden Verkämmungen die zusätzlich durch Holznägel gesichert wurden. Um die Dachfläche von etwa 80 m² regensicher einzudecken, wurden an die 340 m² Fichtenrinde aufgebracht und zusätzlich mit vertikalen Beschwerlatten gesichert. Als Windschutz haben wir die Wandbereiche gegen Norden und gegen Westen mit dicht aneinanderstehenden Rundhölzern geschlossen, die außen ebenfalls mit doppelten Rindenlagen abgedichtet wurden. Auch die nach latènezeitlichen Vorbildern errichteten Keramikbrennöfen selbst wurden saniert.

Im Bereich der Eisenzeit waren an zwei weiteren Gebäuden Reparaturarbeiten notwendig: Nach einer Standzeit von zwanzig Jahren waren an dem 1992 nach

einem Befund von Roggendorf erbauten Grubenhaus Sanierungsarbeiten dringend notwendig geworden. Die vertikalen Konstruktionshölzer der Wände waren an ihren unteren Enden teilweise morsch und nach innen eingebrochen, die Lehmwandbereiche wiesen zahlreiche Schadstellen auf und auch die Schilfdeckung war nicht mehr richtig dicht. Doch dürfen wir festhalten, dass dieses Gebäude, dessen Innenniveau etwa einen Meter tief in den anstehenden Boden eingetieft war, immerhin zwanzig Jahre lang seinen Zweck erfüllt hatte. Um das Gebäude zu erhalten, haben wir die massiv beschädigten Wandelemente erneuert und das Bodenniveau im Inneren insgesamt um etwa 20 Zentimeter angehoben, wodurch alle Wandelemente gesichert werden konnten. An dieser Stelle ist anzumerken, dass es spannend wäre, Grubenhausbefunde in Zukunft gezielt auf solche naheliegenden Schüttungen hin zu untersu-

chen, die folgerichtig als Sanierungsphasen zu werten wären.

Die schadhafte Lehmwandbereiche wurden nach Entfernung aller lockeren Bestandteile ergänzt und das Dach wurde völlig neu mit einer ca. 25 cm starken Schilflage eingedeckt. Um das Grubenhaus wintersicher zu machen, haben wir den Eingangsbereich mit einer doppelflügeligen Wendeböhlentür aus Fichtenholz ausgestattet, die durch eine Riegelkonstruktion verschlossen werden kann. Im Inneren wurden neben einer neuen Holzstiege, über die das Gebäude betreten werden kann, auch die zentrale Feuerstelle sowie ein Kuppelofen neu gebaut. Zur Stiege lässt sich bemerken, dass wir die Auflage der Sicherheitsbeauftragten, die Stufen exakt 27 cm breit und 18 cm hoch auszuführen, strikt befolgten. Das Grubenhaus wurde als Werkstatt eines Holzschnitzers und Drechslers interpretiert und entsprechend mit Drehbank, Stellagen, Mobiliar, Werkzeugen und Werkprodukten in unterschiedlichen Stadien ihrer Fertigung ausgestattet.

Auch das 1998 nach einem hallstattzeitlichen Befund von Unterparschenbrunn erbaute Modell eines unterkellerten Gebäudes wurde in Stand gesetzt (Abb. 13). Hier wurde der Holzboden über dem Keller durch zusätzliche Stützen und Unterzugsbalken gesichert und alle Lehmwände sowie der Lehmbofen und der Lehmkuppelofen überarbeitet. Die offenen Bereiche unter den Dachfirsten wurden mit Flechtwerk geschlossen, das Schilfdach an der Vorderseite sowie am Giebel repariert. Die alte Tür, welche aus einem Holzrahmen mit Fellbespannung bestanden hatte, wurde durch eine neue aus Holz ersetzt. Im Inneren des Hauses wird neben Mobiliar und Geschirrsätzen aus Keramik vor allem die Textilproduktion der Hallstattzeit mit Webstuhl und zugehörigen Werkzeugen und Gerätschaften präsentiert.

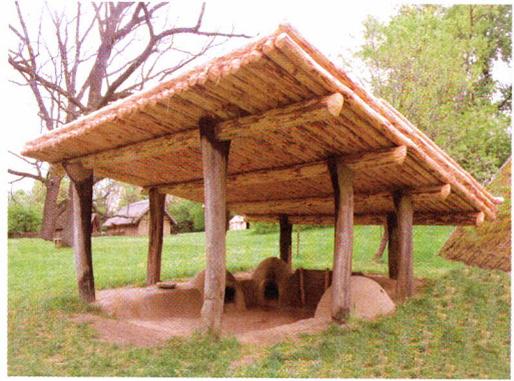


Abb. 14: Das eisenzeitliche Backhausmodell wurde im Jahr 2016 mit einem neuen Erdegedach versehen. – The Iron Age bakery got a new earth roof in 2016.

Aktivitäten nach 2013

Im Jahr 2014 wurde der paläolithische Bereich des Freilichtparks mit einem Lederzelt sowie einer Jurte aus Pferdeellen revitalisiert. Im Jahr 2015 kam es überraschenderweise zu starken Senkungen im Bereich des neolithischen Brunnenmodells. Von außen unsichtbar waren die unteren Hölzer der Konstruktion zu großen Teilen im Boden vergangen, sodass dieses Modell aufgegeben und in der Folge neu errichtet werden musste. Dadurch ergab sich die Gelegenheit zu neuen Experimenten zum frühneolithischen Holzbau, über die ich bereits im Jahrbuch 2016 berichtet habe (LOBISSER 2016). Ebenfalls im Jahr 2015 wurden die vier Backöfen des eisenzeitlichen Backhauses generalsaniert und 2016 wurde schließlich das Erdegedach neu gebaut (Abb. 14). Auch diesmal wurden die neuen Pfetten auf die alten, immer noch tauglichen Pfosten gesetzt. Schließlich wurde im Frühjahr 2016 das alte Schmiedemodell von Hampl nach einer Standzeit von 52 Jahren abgetragen und durch ein neues ersetzt, welches sich an aktuellen archäologischen Befunden orientiert. Ein ausführlicher Bericht zu diesem Bauprojekt wird folgen.

Literatur

- ADAMETZ, K. 2009:** Eine urnenfelderzeitliche Siedlung von Unterradlberg VB St. Pölten. Unpublizierte Diplomarbeit Universität Wien 2009.
- BARTH, F. E., LOBISSER, W. F. A. 2002:** Das EU-Projekt Archaeolive und das archäologische Erbe von Hallstatt. Veröffentlichungen aus dem Naturhistorischen Museum in Wien, Neue Folge 29, 2002, 1-83.
- COOLEN, J. 2004:** Das Haus II von Mold, Niederösterreich und andere Kleinbauten der Linearbandkeramik. *Archaeologia Austriaca* 88, 2004, 67-102.
- HAMPL, F. 1970:** Asparn/Zaya, Museum für Urgeschichte des Landes Niederösterreich. Katalog des Niederösterreichischen Landesmuseums, Neue Folge 46, 1970.
- KRENN-LEEB, A., LOBISSER, W. F. A., MEHOFER, M. 2011:** Experimentelle Archäologie an der Universität Wien. Theorie – Praxis – Vermittlung – Wissenschaft. *Experimentelle Archäologie in Europa* 10. Bilanz 2011, 17-33.
- KONRAD, M., LOBISSER, W. F. A. 2015:** Das Rekonstruktionsmodell einer idealisierten Bronzegusswerkstätte nach archäologischen Befunden der späten Bronzezeit im Freilichtbereich des Museums für Urgeschichte in Asparn an der Zaya. *Experimentelle Archäologie in Europa* 14. Bilanz 2015, 119-132.
- LAUERMANN, E. 2008:** Das Modell des Heiligtums von Roseldorf im Museum für Urgeschichte des Landes Niederösterreich in Asparn/Zaya. In: E. Lauer mann, P. Trebsche (Hrsg.), *Heiligtümer der Druiden – Opfer und Rituale bei den Kelten*. Katalog des Niederösterreichischen Landesmuseums, Neue Folge 474. Asparn an der Zaya 2008, 51-63.
- LAUERMANN, E. 2013:** Das Museum für Urgeschichte in Asparn an der Zaya. Geschichte und Entwicklung des Museums und seines Freigeländes, In: E. Lauer mann et al. (Hrsg.), *Das „jungsteinzeitliche“ Langhaus in Asparn an der Zaya – Urgeschichte zwischen Befund und Experiment*. *Archäologische Forschungen in Niederösterreich* 11. St. Pölten 2013, 9-86.
- LOBISSER, W. F. A. 1999:** Zum Nachbau eines linearbandkeramischen Brunnenkastens mit Werkzeugen aus Holz, Stein und Knochen. *Experimentelle Archäologie. Bilanz 1998. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft* 24. Oldenburg 1999, 27-42.
- LOBISSER, W. F. A. 2004:** Spätbronzezeitliche Holzbearbeitungswerkzeuge und ihre praktische Verwendung bei der Errichtung von Blockbauten am Salzberg in Hallstatt. *Experimentelle Archäologie in Europa* 3. Bilanz 2004, 137-144.
- LOBISSER, W. F. A. 2009:** Ein keltisches Heiligtum als idealisiertes Architekturmodell – Zum praktischen Aufbau einer eisenzeitlichen Kultanlage nach einem archäologischen Befund von Roseldorf in Niederösterreich. *Experimentelle Archäologie in Europa* 8. Bilanz 2009, 39-62.
- LOBISSER, W. F. A. 2014:** Wissenschaftliche Fragestellungen zum Aufbau eines frühneolithischen Hausmodells im Sinne der Experimentellen Archäologie im Urgeschichtemuseum Asparn an der Zaya in Niederösterreich. *Experimentelle Archäologie in Europa* 13. Bilanz 2014, 97-110.
- LOBISSER, W. F. A. 2016:** Neue experimentalarchäologische Studien zum bandkeramischen Brunnenbau im MAMUZ – im niederösterreichischen Museum für Urgeschichte in Asparn an der Zaya. *Experimentelle Archäologie in Europa* 15. Jahrbuch 2016, 98-117.
- NEUGEBAUER, J. W. 1995:** Rettungsgrabungen im Unteren Traisental im Jahr 1995. *Fundberichte Österreichs* 34, 1995, 463.
- PACHER, M. 2013:** Das archäologische Freigelände des Urgeschichtemuseums als Träger moderner Wissensvermittlung mit kulturhistorischer Relevanz. In: E.

Lauermann et al. (Hrsg.), Das „jungsteinzeitliche“ Langhaus in Asparn an der Zaya – Urgeschichte zwischen Befund und Experiment. Archäologische Forschungen in Niederösterreich 11. St. Pölten 2013, 186-196.

SCHWARZÄUGL, J. 2006: Ein linearbandkeramischer Großbau in Schwechat, Flur Unteres Feld. Fundberichte aus Österreich 44, 2005 (2006), 117-142.

WINDL, H. J. 1979: Die Rekonstruktion eines Töpferofens im Freilichtmuseum Asparn an der Zaya. Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum 1, 1979, 47-51.

WINDL, H. 2001: Die Anfänge der Experimentellen Archäologie in Österreich. Archäologie Österreichs 12, Sonderausgabe 1. Wien, Krems 2001, 4-6.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: nach H. Windl

Abb. 2-14: Fotos von W. F. A. Lobisser

Autor

Mag. Wolfgang F. A. Lobisser

VIAS – Vienna Institute for Archaeological Science

Interdisziplinäre Forschungsplattform der Universität Wien

Archäologiezentrum

Franz-Kleingasse 1

1190 Wien

Österreich

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

There and back again...

World wide response to archaeological textile finds – case study Hallstatt

Karina Grömer

Zusammenfassung – Hin und wieder retour.... Weltweite Resonanz auf archäologische Textilfunde – Fallstudie Hallstatt. Beim Themenbereich Forschung und Öffentlichkeitsarbeit dient gerade die Experimentelle Archäologie als wichtiges Bindeglied, weil durch sie bruchstückhafte Hinterlassenschaften unserer Vorfahren oder auch komplexe oder abstrakte Vorgänge gut greifbar werden. Die Experimentelle Archäologie hat sich nun auch durch die Aktivitäten von EXAR seit mehr als zwei Jahrzehnten zu einem wichtigen Teil interdisziplinärer Forschung entwickelt, sodass ihre Erkenntnisse ganz selbstverständlich in materialwissenschaftliche, aber auch theoretische Arbeiten im akademischen Bereich einfließen.

Nun gilt es auch zu hinterfragen, wie und durch welche Kanäle sich diese wissenschaftlichen Ergebnisse der Experimentellen Archäologie abseits der akademischen Welt verbreiten – von wem, wie und auf welche Weise diese Erkenntnisse genutzt und benützt werden. Im Bereich der Textiltechniken ist ein sehr großes Interesse verschiedenster Nutzergruppen festzustellen – dies sowohl im „direkten Kontakt“ in Ausstellungen, als auch mittels Publikationen sowie im Internet.

Im folgenden Beitrag werden die eisenzeitlichen Textilien aus Hallstatt als Fallstudie herangezogen, um die Verwendung der wissenschaftlich und experimentell erzielten Forschungsergebnisse zu untersuchen. Ein interessantes Phänomen ist, dass die Textilien aus Hallstatt, vor allem die karierten Stoffe und die Brettchenwebereien, neben Reenactmentgruppen, Do-it-Yourself- und Handwerksbegeisterten, durchaus auch für moderne Künstler und kommerziell Modeschaffende als Inspirationsquelle dienen. Das World Wide Web spielt hierbei als Verbreitungsmechanismus eine sehr wichtige Rolle.

Schlagworte: Archäologische Textilfunde, Hallstatt, Öffentlichkeitsarbeit, Internet, Reenactmentgruppen, Do-it-Yourself, Textilfirmen, Künstler

Keywords: Archaeological textile finds, Hallstatt, dissemination, World Wide Web, reenactment, Do-it-Yourself, textile companies, artists

Introduction

Experimental Archaeology serves as an important link between scientific research and its dissemination. By the help of ex-

periments, fragmented objects as well as complex or abstract craft techniques can be made visible and accessible to the common public. Experimental Archeology has developed into an important aspect of

interdisciplinary research during the last decades, also through the activities of EXAR, so that its results are incorporated into material culture studies as well as theoretical work in the academic. It is important to investigate how, and through which channels, the scientific results of experimental archaeology are spread out within the academic world; by whom, how, and in what way these results are used.

Significant interest in prehistoric and historic textile crafts is shown by various user groups as a result of direct contact with exhibitions, but also through books and via the World Wide Web. The following article investigates the reception of archaeological textile finds in non-academic discourse. What happens to textile research and academic experiments after they have been presented at conferences, in academic papers and popular publications? How do people react to them? Who uses that information and why? Here, the Iron Age textiles from the salt-mine Hallstatt in Upper Austria are in focus as a case study to explore these questions.

Hallstatt textiles and non-academic interest groups

Prehistoric textiles have been found in the Hallstatt salt-mine for more than 150 years and excavations by the Natural History Museum Vienna (H. Reschreiter) are still ongoing. Their scientific publication (for research history see GRÖMER ET AL. 2013, 33-52), various public lectures, their display in the Natural History Museum Vienna and Museum Hallstatt, as well as news media have enabled both scientists and the public to gain knowledge about them. Fabrics with coloured patterns such as checks and tablet woven bands are of particular interest outside the scientific community. The reason may be that they are colourful and show "celtic" patterns such as checks ("tartans"). Furthermore, the tablet woven items have distinctive

and complicated designs such as lozenges, meanders and swastikas. This rare view into the textile world 2500 years ago makes them very interesting to a wide public. Beside being reproduced by re-enactment groups, Do-it-Yourself and handicraft enthusiasts, the textiles from Hallstatt also serve as a source of inspiration for modern artists, designers and commercial textile companies. In all these cases, the World Wide Web plays a very important role as circulation mechanism (about archaeological research and Internet see e.g. KIRCHER 2012, 211-238). The ways in which each of these interest groups engage with the textiles is discussed below.

Re-enactment and Living History

Historical re-enactment (see also DECKER 2010; GAPPS 2009; Wiki_Reenactment_2016) is an educational or entertainment activity in which people follow a plan to recreate aspects of a historical event or period. In England and the USA, re-enactment also comprises performances of historic battles. Most participants are amateurs who pursue history as a hobby, but also historians and archaeologists share that interest. Re-enactors are commonly divided (or self-divide) into several broadly defined categories, based on the level of concern for authenticity. The term Living History in some ways overlaps with re-enactment: it describes the performance of bringing history to life for the general public in a manner that in most cases does not follow a planned script. Historical presentation includes a continuum from well-researched attempts to recreate a known historical event for educational purposes, through representations with theatrical elements, to competitive events for purposes of entertainment. Living histories are usually meant for education of the public, often in museums (CARSTENS, MEINERS, MOHRMANN 2008) such as in



Fig. 1: Recreation of Early Iron Age male garments, based on Hallstatt textiles and belt from Vače; at Natural History Museum Vienna. – Rekonstruktion eines eisenzeitlichen Männergewandes anhand von Funden aus Hallstatt und Vače, im Naturhistorischen Museum Wien.

open-air museums like Roskilde and Lejre in Denmark (Sagnlandet_DK_2016), and at particular events like “Celtic Night” at the Open Air Museum Asparn/Zaya in Austria (Asparn_2016).

Archaeological textiles are of special importance for re-enactment and Living History relating to the “Celts” or “Viking Age” for which some participants attach special attention to the authenticity of design and construction of clothing and weapons. The items offer the wearer a life-like experience in the use of materials, manufacturing techniques (e.g. spinning, different weaving techniques) and tailoring that are as close to original finds as possible. Event spectators may derive more satisfaction from attending re-enactments when a high level of authenticity is attained in both the wearing and use of individual clothing and equipment. In order to

obtain a high level of authenticity, reference to particular archaeological finds is of importance (Fig. 1). For “Celtic” re-enactment the Hallstatt textiles are often used, especially the tablet woven borders. This knowledge about the archaeological finds is gained through visiting museums, public presentations, but also publications and the internet (see below).

DIY and people interested in handcraft

Do-it-Yourself (DIY) is a term used for people creating things for themselves without the aid of paid professionals. Academic research describes DIY as behaviours where, “*individuals engage raw and semi-raw materials and component parts to produce, transform, or reconstruct material possessions, including those drawn from the natural environ-*

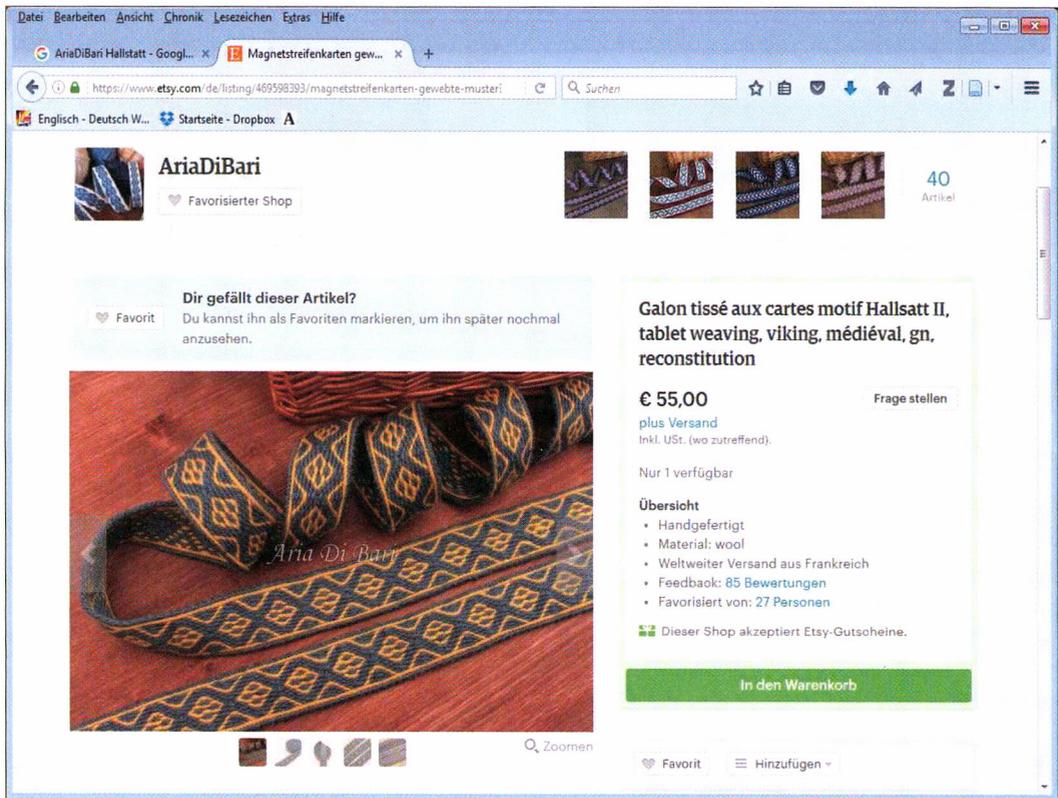


Fig. 2: Website of AriaDiBari with merchandise of Hallstatt tablet borders. – Homepage von AriaDiBari mit angebotener Meterware zu Brettchenwebereien aus Hallstatt.

ment" (WOLF, McQUITTY 2011). The motivations behind DIY are multi-faceted, such as the lack of product availability, lack of product quality, the enhancement of identity, the celebration of creativity and craftsmanship, community seeking, and the uniqueness of the products obtained. With regard to archaeological textiles, DIY and handcraft enthusiasm meet historical interest. Sometimes the aesthetic values of a certain object is in focus, but very often the reference to something "authentic" and "traditional" is the reason to choose a specific archaeological textile find for recreation (see e.g. Sangre_Aguierre_2016). The Internet has enabled DIY and handcraft people to get access to scientific research to a hitherto unknown extent, to recreate, be inspired and to share their products to the world. In addition to social networks like facebook and twitter, there

are specific websites like pinterest or tumblr, which serve the need to share such experiences (see below).

Merchandise

As noted above, among others, there are specific groups of people who are interested in authentic historical textiles, such as re-enactment groups, DIY and people generally interested in textile handcraft. Sometimes these interest groups overlap with people who have a commercial interest in historical textiles, such as people producing hand-woven bands to sell at craft fairs. Tablet woven bands as 1:1 replica or bands inspired by the Hallstatt pattern, creatively altered in colour and material are sometimes sold at events like "celtic markets" or "Medieval fairs". Often both the producers as well as the consu-

mers know of the authenticity of the patterns. The producers sometimes belong to the group of re-enactment people or other persons interested in handcraft, producing for that specific market of “Histo-tainment”.

A French hand weaver with the pseudonym AriaDiBari from Draguignan in France, sells tablet woven bands via the internet platform Etsy. Her background is re-enactment or Living History as can be deduced from various posts. She also sells her products at events like re-enactment festivals. For her merchandise, she uses archaeological and historic patterns as well as folklore and fantasy ones. Her customers use the bands for various costumes, in her advertisement (Abb. 2) she speaks about Iron Age, Vikings and Medieval Period and also specifically mentions the case of reconstructions of a tablet woven band from Hallstatt (AriaDiBari_2016).

Artists

Contemporary artists have a range of motivations in working with historical textiles, especially with the Hallstatt textiles. However, a common focus is on specific techniques or patterns. For example, the textile and fashion designer Marie Therese Wisniowski from Australia uses information about the Hallstatt textiles as source of inspiration for her own art (Art_Quill_2016). She discusses chequered designs of Hallstatt textiles, as sources she refers to publications.

Another motivation for artists is direct collaboration with the archaeologists and analysts working with the original finds. In 2012 at the Natural History Museum Vienna, an exhibition was opened which resulted from a research project about dye-stuffs in Hallstatt Textiles (HallTexFWF) (HOFMANN-DE KEIJZER, KERN, PUTZ-PLECKO 2012). Next to analytical work on dye-stuffs and textile technology, and experi-



Fig. 3: Works of the artist Anna Moser, inspired by finds from Hallstatt (tablet woven band HallTex 123 and jewellery from the cemetery). Exhibition “Colours of Hallstatt” at Natural History Museum Vienna 2012-2013. – Arbeiten der Künstlerin Anna Moser, inspiriert von Funden aus Hallstatt (Brettchengewebe HallTex 123 und Schmuck aus dem Gräberfeld).

mental work on dyeing and weaving techniques, it was also the aim of the project to get into contact with contemporary artists in order to inspire them to create modern objects based on the knowledge gained from research and experiments on archaeological objects. The textile design artist Anna Moser was fascinated by tablet woven bands from Hallstatt and used both the technique, as well as the patterns from the salt mine, to create contemporary clothing and jewellery woven with wire (MOSER 2012, fig. p. 25) (Fig. 3).

Textile/cloth companies

Commercial textile companies are interested in historical textiles. There are two companies located in Austria who refer to the Iron Age fabrics from the salt mine Hallstatt for modern fashion design. Both companies deal with traditional forms of alpine clothing (*Dirndl, Lederhose, Landhausstil*), also reflected through their company philosophy. In their wish to position themselves within the world-wide



Fig. 4: Iron Age textile HallTex 74 with “tartan design” from the salt-mine Hallstatt. – Kariertes eisenzeitliches Gewebe HallTex 74 aus dem Salzbergwerk Hallstatt.

market as “traditional Austrian” the Hallstatt textiles serve a specific function. By referring to, “thousand years old fabrics, found on an archaeological dig” in Austria, they trace back the origins of specific highly valued handcraft – values that make them interesting to their customers.

Around the year 2000, Fa. Rettl, a textile company located in Klagenfurt, Carinthia, created a “Celtic Spirit tartan” (Rettl_Celtic_Spirit_2016) based on a chequered cloth from Hallstatt. The textile in question, HallTex 74 (GRÖMER ET AL. 2013, 398), an olive-green twill decorated with dark brown “tartan” pattern, was on display at the Natural History Museum Vienna at the time (Fig. 4). Fa. Rettl recreated the archaeological find thread by thread and used that fabric for different products such as skirts, ladies jackets and men’s ties (Rettl_Magazin_5/2015) (Fig. 5). Their most important garment design with that fabric was a “Scottish Kilt” – referring to the “celtic” age of the archaeological find. As an advertising gimmick the “Celtic Spirit tartan-kilts” were sometimes given to celebrities including the actor Sir Sean Connery, who didn’t like the idea that the Austrian tartans were older than the Scottish ones (Karo_Kilt_2016)! Some years later, in 2011, the textile appeared on Scotsweb as “Hallstatt tartan” with the

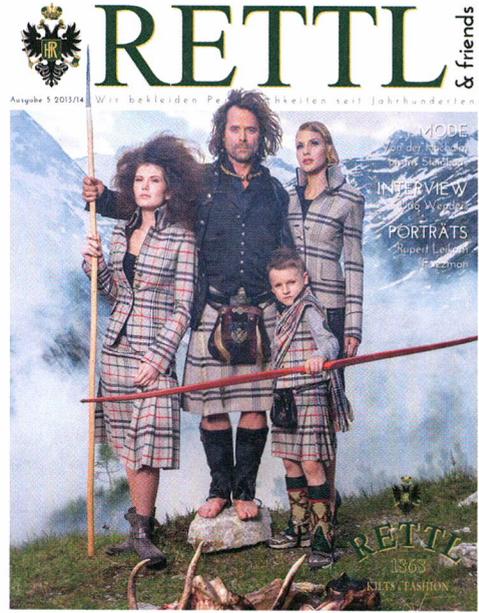


Fig. 5: Cover Magazin Rettl&Friends 5 Herbst/Winter 2013/14: Jackets and kilts, Celtic Spirit Design. – Jacken und Kilt im Celtic Spirit Design.

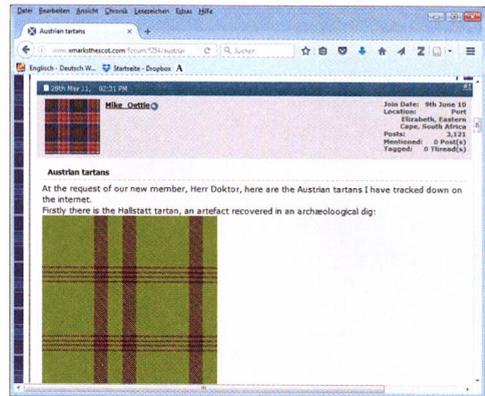


Fig. 5a: “Austrian tartan” on Scotsweb. – „Austrian tartan“ auf Scotsweb.

line, “an artefact recovered in an archaeological dig” (Austrian_Tartan_2016) (Fig. 5a).

In 2015 the Natural History Museum Vienna cooperated with the textile company Gössl based in Salzburg (Gössl_2016). Fashion designers visited the museum for inspiration for the autumn/winter 2016/2017 design collection. Not only did they

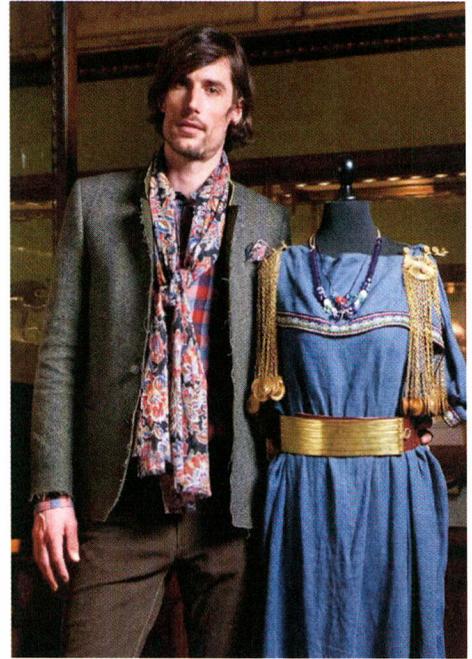
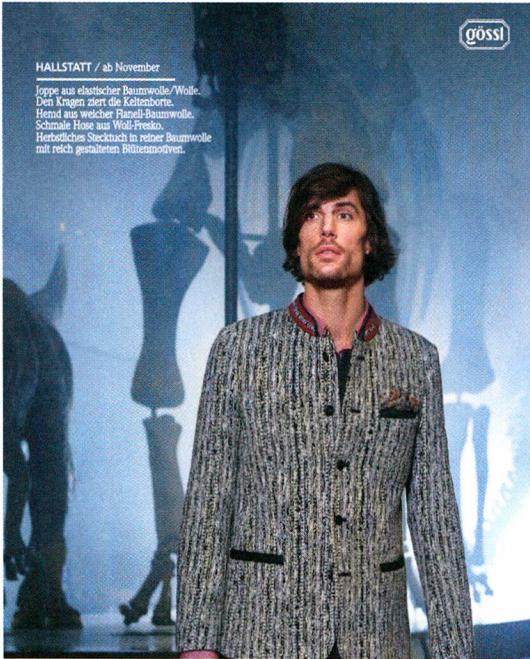


Fig. 6: Fashion design autumn/winter 2016, Fa. Gössl, inspired by Hallstatt textiles. – Modelinie Herbst/Winter 2016 der Fa. Gössl, inspiriert durch Stoffe aus Hallstatt, Fotoshooting im Naturhistorischen Museum.

study the textiles on display in the exhibition but also those stored in the archives and met the archaeologists and textile researcher.

The result is a “Hallstatt spirit” collection, using cloth types, pattern types and weaving techniques found at the salt-mine Hallstatt (HOFFMANN 2016; also Goesl_Journal 2016). They were used for a modern “Country House style” (“Landhaus-Stil”) dresses, women’s and men’s jackets and blouses. The photo shoot for their advertisements was also done in the exhibition rooms at the museum (Fig. 6) thereby creating a reference to the archaeological record.

Hallstatt textiles and the World Wide Web

Among Iron Age textiles (in the web usually referred to as “celtic” textiles despite the fact that there are no celts in the Early Iron Age Hallstatt) those deriving from the princely tomb Eberdingen-Hochdorf and the salt-mine Hallstatt are the

most favourite in the World Wide Web. The most important channels through which information about archaeological textiles and experiments are spread are academic channels like institutional websites, sites for open access publication (academia.edu and researchgate.net), but also picture sharing websites, private homepages and internet forums.

Academic channels

Websites of museums and research institutions often give some basic information about their research (e.g. textile research on Homepage_NHM_2016). Due to the structure of such websites, the information is very short, but usually accompanied by further references, especially a publication list of members of the institution. Sometimes, museums also have blogs for direct information about ongoing research (e.g. Hallstattblog_2016; see LÖW, POPPENWIMMER, RESCHREITER 2016). For the scientific community, disseminati-

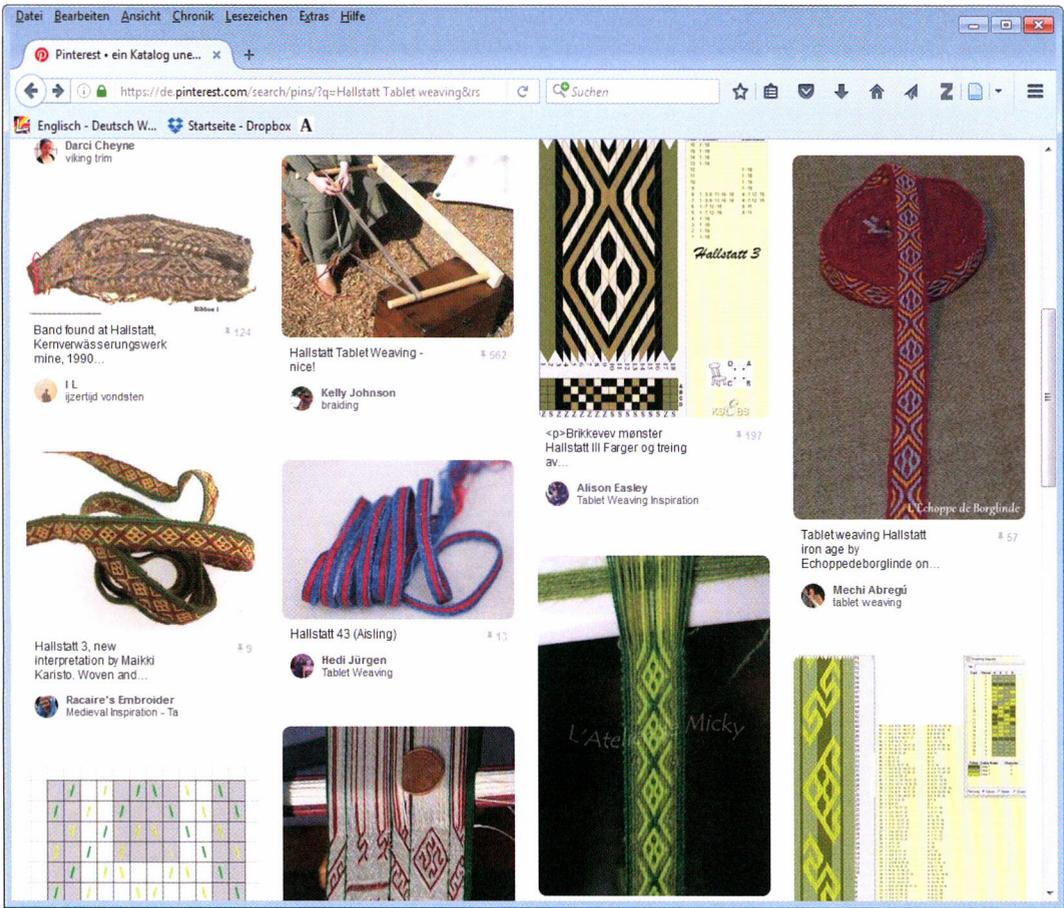


Fig. 7: Pinterest page with Hallstatt textiles. – Pinterest Seite über Hallstatt Textilien.

on of research results via internet open access publication is of importance to make sure that academic research is recognized, shared and used. Websites like researchgate.net (used mainly by natural scientists) and academia.edu (especially common among the humanities) are popular among authors to share information about monographs and academic papers. One of the recent functions of academia.edu is that users who download a pdf should leave a reason why they do so. From my own experience with sharing publications about textile research and experiments via academia.edu, I have received various messages: besides members of the scientific community, expressing that they need the papers for their own scientific research, I find a lot of posts by

members of re-enactment groups like the SCA (Society of Creative Anachronism) who explain that they used the information for their creative hobby. Information about the latest academic publications is also spread via facebook and twitter, shared and liked by thousands of people.

Picture sharing websites

“Favourite” textile objects, scanned from books, appear on pinterest, a photo sharing website which was launched in 2010. Users can upload, save, sort, and manage images – known as pins – and other media content (e.g. videos) through collections known as pinboards, and through that interact with other members. Pinboards are typically organized by a cen-

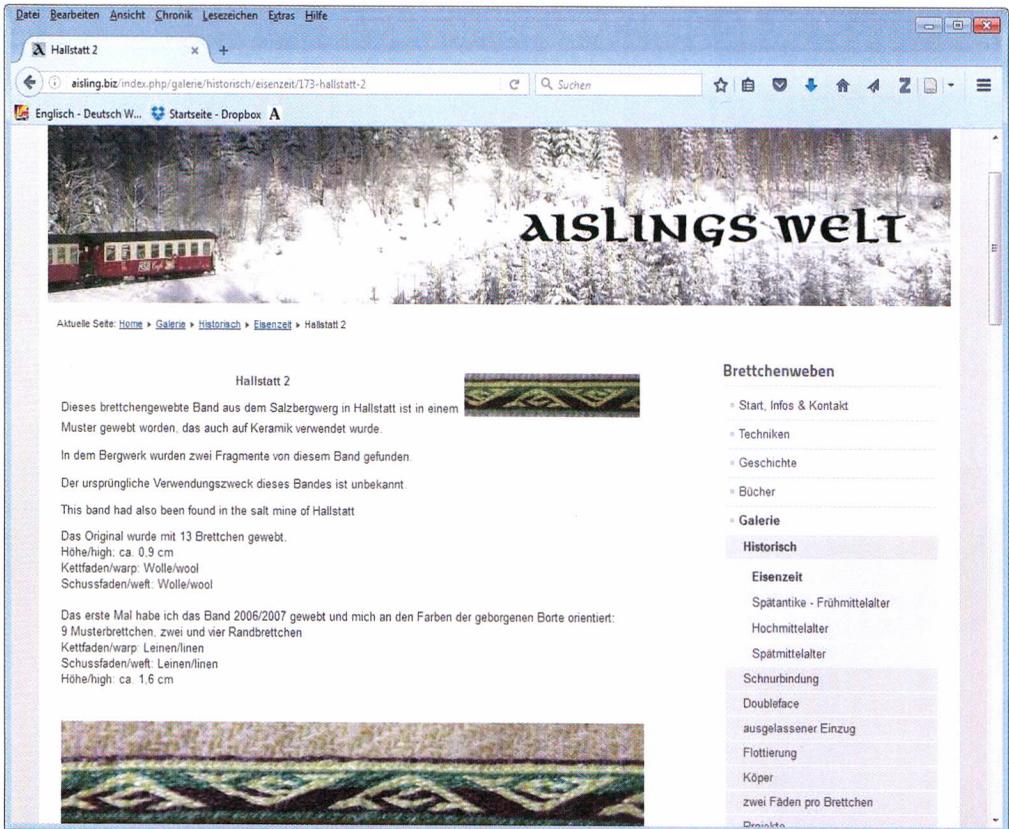


Fig. 8: Internet page from „Aislings Welt“ with a reference to a tablet woven band from Hallstatt. – Internetseite von „Aislings Welt“ mit Referenz zu einer Brettchenborte aus Hallstatt.

tral topic or theme. The tablet woven bands from Hallstatt have their own pin-board (Pinterest_Hallstatt_2016) (Fig. 7). Tumblr is a microblogging and social network website, where people also share photos, but also other multimedia content. According to Hallstatt textiles, the platform is used in a similar way. There people also are blogging their creative ideas how to use historic tablet-woven bands in modern life (Tumblr_Hallstatt_2016). People pinning on those picture sharing websites usually do not refer to academic publications, but sometimes the origin is mentioned with keywords such as “Hallstatt textile” or “celtic tablet weave”. For pinterest and tumblr users, the playful and creative aspect of working with handcraft and “old”, “interesting looking” textiles seems to be the main focus.

Private homepages

Private websites with contents relating to Hallstatt textiles can be found mainly with people interested in handcraft or Living History. Sometimes they contain detailed galleries with pictures of how to recreate the archaeological textiles, accompanied by technical descriptions.

There are a lot of cases where short introductions about the textile techniques are given, sometimes even the archaeological background is referred to (e.g. Sangre_Aguirre_2016) along with academic references.

An example of this can be seen on the homepage Aislings Welt. Silvia ‚Aising‘ Ungerechts, a tablet weaver from Germany, runs a website with focus on tablet weaving. Her main interest is on diverse

tablet weaving techniques, history of the technique and also on original finds. There are several sub-pages explaining archaeological textile finds, their context and technical details of her recreations, also referring to scientific publications (e.g. Aisling_Hallstatt_2016) (Fig. 8).

Internet forums

Internet forums are used to hold conversations in the form of posted messages by people world-wide. A discussion forum is hierarchical or tree-like in structure: a forum can contain a number of subforums, each of which may have several topics. Within a forum's topic, each new discussion started is called a thread, and can be replied to by as many people as so wish (Wiki_Internetforum_2016).

There are different internet forums used by archaeologists (e.g. Archäologieforum_AT_2016; Forum_Archäologie_2016; see also KIRCHER 2012) with a wide range of posts from academic discussions about finds to practical problems, reference to conferences, publications and the like. Re-enactment groups, Living History and DIY groups often run websites to share and exchange knowledge about specific questions. There, archaeologists and other scientists may share the discussions, offering first-hand-information.

For textiles, especially for re-enactment and Living History groups, the exchange of information about “authentic” cloth and pattern types of different historic periods plays a major role. Pictures, links, detailed information about archaeological backgrounds, sources, museums and publications are shared on forums. On some sub-pages intensive discussions about how to recreate certain objects can be read.

One example, of the way that textiles are discussed can be seen on Kelticos.org, which describes itself as a “Forum for Iron Age Studies and Prehistoric Europe”. It is

a forum run by archaeology students who are also involved in re-enactment. The thread >“Art and Industry in the Iron Age” > “Ancient crafts: Working with Textiles” contains a sub-page about a tablet woven band from Hallstatt. There, along with reference to the original find, the reproduction of the band is described, with details to technical aspects. Pictures are also presented, both of the archaeological find as well as of the reproduction steps, including test-weaving, dyeing and tricks for tablet weaving. A long conversation (January 2009 to last post in September 2009) followed with likes and dislikes. In the comments it was also asked if the band can be ordered by the metre (see Kelticos_2016).

Further perspectives

It has been the aim of this short paper to reflect on the response to archaeological textiles, their scientific research and experiments by the public. It is interesting to see what happens after archaeologists complete their scientific work – after publication and presentation. For textiles, it can be noted that there is an impact, not only in the scientific community, but also in the non-academic world. Within the last 20 years, the World Wide Web has played a major role in the dissemination of academic results.

For the Hallstatt textiles, different lines of response can be followed. People interested in handcraft and DIY share pictures and “recipes” of textiles, patterns and textile techniques, especially tablet woven ones. Pinterest, tumblr and other picture share websites are active here, but also private websites, sometimes presenting high quality details. Websites referring to Hallstatt textiles and pins on pinterest are created by people world-wide, including Korea, Australia and USA.

On Pinterest, usually the aesthetic values and the handcraft challenge is of interest,

the historical perspective is no more than a footnote. Reenactors and people interested in Living History have another focus. For them, the use and reception of “authentic” historical textiles and techniques reflect their need for authenticity in a complex world.

Commercial companies like Fa. Gössl and Fa. Retzl from Austria might use a reference to the Hallstatt textiles to underline a statement for the value of tradition, traditional handcraft as part of their corporate identity. That might also be a response to globalisation and a counterpart to the world-wide fashion economy.

On the part of the researcher, it is important to get such a feedback, that people get involved in the results of scientific projects with analytical studies as well as Experimental Archaeology. The feedback by people world-wide also can gain new ideas for research (see article Karisto and Grömer, in this volume).

Literature

CARSTENSEN, J., MEINERS, U., MOHRMANN, R.-E. (Hrsg.) 2008: Living History im Museum. Münster 2008.

DECKER, S. K. 2010: Being Period: An Examination of Bridging Discourse in a Historical Reenactment Group. *Journal of Contemporary Ethnography* 39/3, 2010, 273-296.

doi:10.1177/0891241609341541.

GAPPS, S. 2009: Mobile monuments: A view of historical reenactment and authenticity from inside the costume cupboard of history. *Rethinking History* 13/3, 2009, 395-409.

doi:10.1080/13642520903091159.

GRÖMER, K., KERN, A., RESCHREITER, H., RÖSEL-MAUTENDORFER, H. (Hrsg.) 2013: Textiles from Hallstatt. Weaving Culture in Bronze and Iron Age Salt Mines. *Textilien aus Hallstatt. Gewebte Kultur aus dem bronze- und eisenzeitlichen Salzbergwerk. Archaeolingua* 29, Budapest 2013.

HOFFMANN, J. 2016: 3000 Jahre Textilkultur neu in Szene gesetzt. In: *Gwandhaus (Magazin der Fa. Gössl)* no. 23 - 2016, Salzburg 2016, 70-75.

HOFMANN-DE KEIJZER, R., KERN, A., PUTZ-PLECKO, B. (eds.) 2012: Colours of Hallstatt – Textiles connecting Science and Art. Ausstellungskatalog Naturhistorisches Museum Wien. Wien 2012.

KIRCHER, M. 2012: Wa(h)re Archäologie. Die Medialisierung archäologischen Wissens im Spannungsfeld von Wissenschaft und Öffentlichkeit. Bielefeld 2012.

LÖW, C., POPPENWIMMER, F., RESCHREITER, H. 2016: Der Stiegenblog. Ein Weblog der Hallstatt-Forschung. *Archäologie Österreichs* 27/1, 2016, 36-43.

MOSER, A. 2012: Of twisting and turning. In: R. Hofmann-de Keijzer, A. Kern, B. Putz-Plecko (eds.), *Colours of Hallstatt – Textiles connecting Science and Art. Ausstellungskatalog Naturhistorisches Museum Wien. Wien 2012, 24-25.*

WOLF, M., McQUITTY, S. 2011: Understanding the Do-It-Yourself Consumer: DIY Motivation and Outcomes. *Journal of the Academy of Marketing Science* 36/1, 2011, 11-14.

Internet sources

Aisling_Hallstatt_2016: <<http://aisling.biz/index.php/galerie/historisch/eisenzeit/173-hallstatt-2>> (28.11.2016)

Archäologieforum_AT_2016: <<http://archaologieforum.at/index.php>> (26.11.2016)

AriaDiBari_2016: <<https://www.etsy.com/de/listing/469598393/magnetstreifenkarte-n-gewebe-muster?ref=related-3>> (28.11.2016)

Art_Quill_2016: <<http://artquill.blogspot.co.at/2013/01/hallstatt-textiles-art-review-marie.html>> (24.11.2016)

Asparn_2016: <<http://www.mamuz.at/de/veranstaltungen/175-nacht-der-keltischen-feuer>> (26.11.2016)

Austrian_Tartan_2016: <<http://www.xmarksthescot.com/forum/f254/austrian-tartans->

66758/> (27.11.2016)
Forum_Archäologie_2016: <forum.archaeologie-online.de/> (25.11.2016)
Gössl_2016: <http://www.goessl.com/freizeit-393.html> (27.11.2016)
Goessl_Journal_2016: <http://www.goessl.com/journal/Gwandhaus23/index.html#/72> (6.12.2016)
Homepage_NHM_2016: <http://www.nhm-wien.ac.at/hallstatt/textilforschung> (11.7.2016)
Hallstattblog_2016: <http://hallstatt-forschung.blogspot.co.at/> (26.11.2016)
Karo_Kilt_2016: <http://www.monte.travel/k-wie-karo-kilt-aus-karnten/> (27.11.2016)
Kelticos_2016: <http://www.kelticos.org/forum/viewtopic.php?f=46&t=735> (25.11.2016).
Pinterest_Hallstatt_2016: <https://de.pinterest.com/search/pins/?q=Hallstatt%20Tablet%20weaving&rs=typed&term_meta[]=Hallstatt%7Ctyped&term_meta[]=Tablet%7Ctyped&term_meta[]=weaving%7Ctyped>
<https://de.pinterest.com/search/pins/?q=Hallstatt%20weaving&rs=remove> (27.11.2016)
Rettl_Celtic_Spirit_2016: <https://www.rettl.com/tartans/celtic-spirit-karo/> (27.11.2016)
Rettl_Magazin_5/2015: <https://www.rettl.com/rettl-friends-magazine/> (30.12.2015)
Sagnlandet_DK_2016: <http://www.sagnlandet.dk/en/travel-in-time/> (24.11.2016)
Sangre_Aguierre_2016: <http://weavingin sangre.blogspot.co.at/2014/10/a-very-long-adventure-in-31-twill.html> (28.11.2016)
Tumblr_Hallstatt_2016: <https://www.tumblr.com/search/hallstatt%20band> (10.12.2016)
Wiki_Reenactment_2016: <//en.wikipedia.org/wiki/Historical_Reenactment> (25.11.2016)
Wiki_Internetforum_2016: <https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_forum> (25.11.2016)

Picture credits

Fig. 1: © Naturhistorisches Museum Wien
Fig. 2: Quelle Internet: AriaDiBari_2016
Fig. 3: © Naturhistorisches Museum Wien und Anna Moser
Fig. 4: © Naturhistorisches Museum Wien, Foto: Andreas Rausch
Fig. 5: Quelle Internet: Rettl_Magazin_5/2015
Fig. 5a: Quelle Internet: Austrian_Tartan_2016
Fig. 6: © Gössl
Fig. 7: Quelle Internet: Pinterest_Hallstatt_2016
Fig. 8: Quelle Internet: Aisling_Hallstatt_2016

Author

Dr. Karina Grömer
Natural History Museum Vienna
Burgring 7
1010 Wien
Austria
karina.groemer@nhm-wien.ac.at

The Sarcophagi Garden in Ephesus.

Condition survey of 21 sarcophagi and conservation of the
“Amazon Battle” sarcophagus

Barbara Rankl

Zusammenfassung – Der Sarkophaggarten von Ephesos. Bestands- und Zustandsanalyse von 21 Sarkophagen sowie Konservierung und Restaurierung des Amazonenschlachtsarkophags. Der erste Teil des Beitrags beschäftigt sich mit der konservatorischen Bestands- und Zustandsaufnahme aller Objekte im Sarkophaggarten in Ephesos (Türkei) und der Auswertung im Rahmen einer Bestands- und Zustandsanalyse.

Im Zentrum des Artikels steht der fragmentierte Corpus des Amazonenschlachtsarkophags aus der Hafennekropole Ephesos¹, datiert um 190 n. Chr. Dieses, in den 1930er Jahren geborgene Objekt, wurde gemeinsam mit 20 anderen Steinsärgen im Sarkophaggarten, im archäologischen Park Ephesos präsentiert. Der Sarkophag wurde aus pentelischem Marmor gefertigt und zeigt eine Amazonomachieszene in Form eines Reliefs auf allen Seiten des Sargkastens.

Des Weiteren wird die komplexe Fragestellung der Gefügeschädigung des Amazonensarkophags, verursacht durch Bewitterung und mikrobiellen Bewuchs, mithilfe materialwissenschaftlicher Untersuchungen geklärt. Die modellhafte Restaurierung dieses stark geschädigten Objekts wurde unter Verwendung von innovativen Methoden im Jahr 2015 im Rahmen der Diplomarbeit der Autorin durchgeführt und wird ebenfalls kurz vorgestellt. Abschließend werden Möglichkeiten und auch Herausforderungen, den Erhalt dieser Objekte im Sarkophaggarten betreffend, angedacht.

Schlagworte: Restaurierung, Marmor, Festigung, Präsentation, Steinsarg, Bearbeitungsspuren

Keywords: Conservation, marble, consolidation, presentation, stone coffin, tool-marks

Introduction

The following paper summarises a diploma thesis at the Institute for Conservation, University of applied Arts Vienna, finalised in 2016 and featuring the investigation and conservation of sarcophagi in

Ephesus. This diploma project was a result from the cooperation between the Institute for Conservation (Head of Institute: o. Univ.-Prof. Mag. art. Dr. phil. Gabriela Krist) and the Austrian Archaeological Institute.

The first main emphasis of this paper is



Fig. 1: Sarcophagi Garden in Ephesus, overall view. – Sarkophaggarten in Ephesos, Gesamtansicht.

the technological condition survey of all objects in the Sarcophagi Garden in Ephesus/Turkey. This first chapter also includes a technological and condition analysis.

The second focus is the chest of the so-called “Amazon Battle” sarcophagus dated around 190 AD, from the harbor necropolis in Ephesus. It was excavated in the 1930s and is presented together with 20 other stone coffins in the Sarcophagi Garden on Ephesus’ archaeological site in Turkey. The object is carved out of pentelic marble with an amazonomachy frieze on all four sides.

The poor condition of this valuable object required conservation, which was undertaken by the Institute of Conservation. This included not only the practical work, but also scientific analysis of the deterioration caused by weathering and biological colonization.

Gathering all the necessary data, taking samples and the conservation of the “Amazon Battle” sarcophagus took place in Ephesus in the context of three campaigns that lasted a total of 3 months. The scientific investigations and the evaluation of the data for the technological and condition analysis were undertaken in Austria.

The Sarcophagi Garden

The presentation of 21 stone coffins is located in an area of the archeological park Ephesus (*Fig. 1*). This recent grouping was assembled in the last 10 years. The exhibition is open to the public and is located north of the famous Harbor Street. It can be noted that this collection is no ensemble: the fact that all objects are sarcophagi and come from Ephesus is their only link. In addition, there is no connection between the sarcophagi and the site or its surroundings.

Technological and condition analysis

An inventory and condition survey of the 21 stone coffins in the Sarcophagi Garden was made, using a standard form, which was designed to enable a qualitative and quantitative analysis. Samples could not be taken from all objects. It was decided to use non-destructive examination methods for the survey in general.

This complex is comprised of several sarcophagi types. Proposals for a possible classification in groups of objects can be as follows: 7 of the 21 objects belong to the group of garland sarcophagi (*Fig. 2*), a type decorated with garlands, which is a typical design in Asia Minor (KOCH, SIC-



Fig. 2: Garland sarcophagus, Sarcophagi Garden. – Girlandensarkophag, Sarkophaggarten.

TERMANN 1982, 499-500). The largest group are the 11 unfinished garland sarcophagi (Fig. 3). These products are in a quarry state and illustrate an intermediate stage in the manufacture of a completed sarcophagus (KOCH, SICHTERMANN 1982, 499-500). The decorations were left in an embossed state, meaning they were left standing proud but only roughed out. Apart from the main groups now featured, there is also a frieze sarcophagus, known as the “Amazon Battle” sarcophagus, which is described in more detail later. Other exceptions include a sarcophagus, which has both figural representations and garlands, and a coffin which was left plain and undecorated.

All coffins are made of white crystalline marble. Some have inclusions of graphite, dolomite, mica and ferrous minerals. In determining the provenance of white marbles one has to rely on analytical data and results, as they are visually difficult to distinguish (LAUBENBERGER, PROCHASKA 2011, 54). However, typological features provide clues to the origin of the marble types in the Sarcophagi Garden. Thus it can be assumed that most are locally quarried and carved. The “Amazon Battle” sarcophagus is an exception.

The local marble extraction, craftsmanship and export of this stone were of great importance for the Ephesian economy. Marble deposits in the region around Ephesus provide this rock (PROCHASKA, GRILLO 2012, 584). Two groups of marbles



Fig 3: Unfinished garland sarcophagus, Sarcophagi Garden. – Girlanden-Halbfabrikat, Sarkophaggarten.

from Ephesus area quarries are known: Ephesus I and Ephesus II. However, other varieties have also been found. In the region around Ephesus at least 40 ancient quarries have been identified (PROCHASKA, GRILLO 2012, 585).

Other materials of anthropogenic origin, which are part of the object inventory, were spotted during the survey. Metal brackets are among the most frequently occurring remains. Joint mortar residues for closing the lid and the corpus can also be observed. The aim of this sealing was to prevent the smell of the corpses from escaping into the air (KNIBBE, LANGMANN 1993, 23). The mortars have different compositions; some are partially superimposed and are therefore an indication that the sarcophagus had been closed more than once, for example reused for another burial. The objects of the Sarcophagi Garden were examined by UV light. Residues of the original polychromy were found on two objects. However, it can be possible that several others were coloured.

The most frequently found tool marks are moil chisel tracks. The impressive diversity of this instrument can be observed on the surfaces of the sarcophagi. Further tool marks go back to a processing with the tooth chisel. Especially on the exterior of the objects, flat chisel tracks were detected in the completed reliefs of the sarcophagi. In terms of tool marks the



Fig. 4: Secondary side of a garland sarcophagus, decorations are partially unfinished. – Nebenseite eines Girlandensarkophags, zur Hälfte ausgearbeitete Girlande.

“Amazon Battle” sarcophagus is an exception as drilling and rasp marks were discovered.

It is particularly interesting to observe that some sarcophagi illustrate different stages of completion in their decorations. Coffins have often been placed inside tombs or mausoleums and stood in niches or on a wall. Hence it was not necessary to fully finish all the sides. *Figure 4* shows such secondary sides.

Within the scope of the condition survey, damages to the individual objects were detected, based on the “Illustrated Glossary on stone deterioration patterns” by ICOMOS-ISCS (ICOMOS 2010). The most common damage types are material loss, detachment, biological colonization and cracks.

The deterioration is largely due to two causes: the first is climate-related, brought about by extreme heating of the marble surface in arid months, with resulting damages such as scaling and sugaring. During the humid months, the ob-

jects are exposed to heavy rainfall. Due to the wide humidity range and mild temperatures, even in winter, this climate forms a good basis for the attack by microorganisms.

The second cause of damage is anthropogenic, because some visitors of the archaeological park climb onto the sarcophagi or climb into their interiors. This cannot be considered only as a lack of respect for this cultural heritage, but also of actual damage to the objects.

Within the scope of the condition survey, each coffin was assigned a condition category. The categories can be described as follows:

Good condition: The condition is stable and there is no intrinsic substance hazard.

Average condition: The condition is still stable, though the item is damaged. Treatments are recommended.

Poor condition: The condition is unstable. Serious damage is observed, associated with loss of substance. There is an urgent need for conservation treatments.

Out of the 21 objects, four are in good, nine in average and eight in poor condition. This rating shows clearly the need for conservation work within this complex, because just four out of 21 objects do not require treatment.

The “Amazon Battle” sarcophagus

This fragmented corpus has ornaments in the base area and a figural frieze on all four sides (*Fig. 5*). The relief shows scenes of fighting between Amazons and Greeks. The sarcophagus was made around 190 AD, is of Greek origin and its production can clearly be assigned to Attic workshops (RUDOLF 1989, 33-38). This means that the object is an imported marble sarcophagus and very rare among the collection of sarcophagi on site. The coffin was brought immediately after its excavation in the 1930s to the Ephesus Museum



Fig. 5: “Amazon Battle” sarcophagus, front side, condition after treatment. – Amazonenschlachtensarkophag, Vorderseite, nach Restaurierung.

near the archaeological park (RUDOLF 1989, 33-38). After a long stay inside, it was transported to the museum’s open-air depot, and subsequently placed in the Sarcophagi Garden where it has been on display for about 10 years together with the 20 other objects there.

Technological inventory

For determining the provenience of the “Amazon Battle” sarcophagus’ marble variety, a sample was taken and chemical analysis of inclusion fluids carried out by Ao. Univ.-Prof. Dr. phil. Walter Prochaska (Montanuniversität Leoben, Geology and Economic Geology). The results of this study indicated a clearly identifiable origin, the Pentelikon quarry located north-east of Athens.

For further scientific investigations, which were supervised by ao. Univ.-Prof. Dr. phil. Johannes Weber (University of Applied Arts Vienna, Institute of Art and Technology), additional samples were taken to clarify the inventory and condition of the object. First the samples were examined under a stereomicroscope and a scanning electron microscope. Then thin sections were prepared, which were viewed under a polarizing microscope as well as a scanning electron microscope.

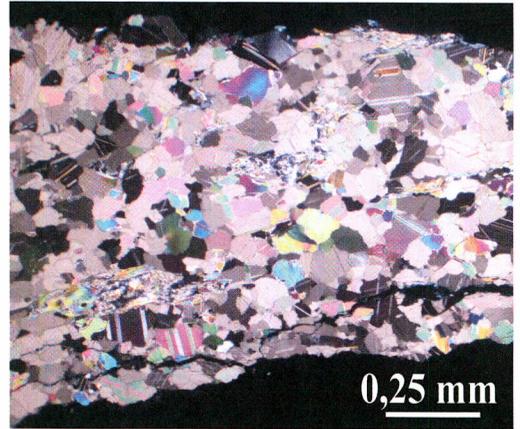


Fig. 6: Calcite structure, thin section, polarising microscope. – Kalzitgefüge, Dünnschliff, Polarisationsmikroskop.

In addition, in situ investigations by X-ray fluorescence spectroscopy (XRF) were carried out. The measurements were carried out by the Austrian Archaeological Institute.

The structural characteristics of the samples taken are consistent with the general characteristics of Pentelic marble (Fig. 6). On the back-side of the object, layers were found, which could be identified as mica, more precisely as Muscovite and Serizite (Fig. 7). Inclusions of other minerals were also detected.

In summary, the block of stone that was used for carving this coffin is very inho-



Fig. 7: Inventory mapping, back side, mica layers (purple). – Bestandskartierung, Rückseite, Glimmerlagen (lila).

mogeneous and does not correspond to the usual quality of Pentelic marble, especially at the rear.

Condition before conservation

The condition analysis of the Sarcophagi Garden revealed that the “Amazon Battle” sarcophagus has the poorest condition of all 21 sarcophagi and it was decided that the object will be used for a model conservation treatment by the Institute for Conservation.

The detection of all types of damage, the evaluation of microscopic and microbiological investigations, as well as the in situ measurements, such as ultrasound measurements are documented in the condition analysis of this object (Fig. 8): The stone coffin is in a poor condition, as distinct types of damage are noted and these are coupled with acute loss of substance. The matter is urgent and immediate conservation measures are needed to reduce and stop the loss of surface.

One of the main damages is delamination. Special decay mechanisms of sericite lead to considerable loss of substance in the mica layers (Fig. 9). Scaling is also a main source of damage. The surface is covered with scales. An important result



Fig. 8: Condition before conservation, detail of right side of sarcophagus, damages visible are delamination, scaling, sugaring and biological colonization. – Zustand vor Restaurierung, Detail von rechter Seite des Sarkophags, Schadensbilder sichtbar: Schichtspaltung, Schalenbildung, Zuckerkorrosion, biogene Besiedelung.

of the investigation was that this scaling is not related to the mica minerals in the structure, but only in the calcite structure near the surface. Sugaring, a typical kind of damage to marble, can also be observed on the sarcophagus. The microflora on the object comprises of a complex community of lichens, bacteria, algae and



Fig. 9: Calcite and mica structure, damage of delamination due to cracking in mica layers, thin section, polarising microscope. – Kalzit- und Glimmergefüge, Schaden der Schichtspaltung aufgrund von Spaltrissen im Glimmergefüge, Dünnschliff, Polarisationsmikroskop.



Fig. 10: Consolidation with nanolime. – Festigung mit Nanokalk.

black fungi. In this case, the microorganisms act as catalyst and drive the structural damage ahead by their growth.

Both lime and gypsum crusts can be detected on the stone surface. The lime crusts have a protective function. In contrast, the gypsum crusts can be harmful for the object.

The distinction between two different crusts is the result of the condition survey and the scientific investigations of samples taken from the deposits. The investi-

gations dealing with the crusts were supervised by VL Dipl.-Ing. Dr. rer. nat. Tatjana Bayerova (University of applied Arts Vienna, Institute of Conservation).

These were examined under a light microscope and a scanning electron microscope. In addition, fragments of the samples were subjected to Fourier Transform InfraRed (FTIR), XRF and X-ray diffraction (XRD).

Due to the frequent occurrence of oxalates in the deposits on ancient objects in the Mediterranean, they were also a search focus in the investigations. The origin of these oxalates is controversial. One hypothesis assumes that the oxalates originate from the degradation of organic substances. These could be the remains of polychromy or a “protective coating” (LAZZARINI, SALVADORI 1989, 20-26), which was already been applied in ancient times (MARTIN-GIL ET AL. 1999, 58-62; MARAVELAKI-KALAITZAKI 2005, 187-198). The results of the examinations of the deposits on the sarcophagus revealed that the samples show no oxalates. But of course, an occurrence of oxalates in other areas of the deposits on the object cannot be excluded.

Conservation treatments

The object had to be removed for the conservation procedures and transported to a workshop. After cleaning and the removal of various deposits, the biocide treatment could be carried out. It was necessary to find differentiated approaches for the interior and the exterior. The lichens could be partially removed with potassium hypochlorite, a new agent in its use for conservation.

The most complex task was the consolidation of the weakened structure of the stone. As already distinct in the condition analysis, there is on the one hand the delamination in the mica structure, and on the other hand, the sugaring and scaling

in the calcite structure. For a successful consolidation, those areas had to be treated differently. For the calcite structure, nanolime was used. This is a consolidation medium which is highly compatible with carbonate substrates (*Fig. 10*). For the mica layers a different consolidate was used: a stone strengthener based on silicic ester, which is highly compatible with silicate substrates.

Using micro-pointing procedures, the three types of damage – scaling, sugaring and delamination – were stabilized and closed as part of the same action.

Conclusions

The two significant causes of damage occurring in the Sarcophagi Garden have been discussed in the condition analysis and are on the one hand climate-based, and on the other hand anthropogenic. In order to protect the objects from future damage an optimal solution would be the building of a roof construction and a barrier. Another recommendation is to dismantle the objects and to create a better placement.

These options are, from a conservation point of view, very good solutions, however, very difficult to argue, if one includes the entire archaeological park and its preservation in the considerations. These issues require an interdisciplinary discourse to which the conservation science can contribute.

However, even small treatments can already help the objects to make them more resistant to weathering in the future: some interiors of the sarcophagi collect rainwater after heavy rainfalls, due to missing or damaged lids. To reduce weather-related damage those objects should be closed so that rainwater cannot penetrate into the interior. Some of the objects have no base. In order to prevent the risk of rising moisture, building a base can help deflect moisture.

In the case of the “Amazon Battle” sarcophagus it was possible to achieve, giving this valuable object a new, from a conservation point of view, better site inside the gallery of the Ephesus-Museum near the archeological park.

For the future, it would be desirable to conserve those objects of the Sarcophagi Garden, which are in poor and average condition. Additionally, an evaluation of the conservation of the “Amazon Battle” sarcophagus would be of most advantageous for further conservation projects in Ephesus.

Acknowledgements

The author would like to thank o. Univ.-Prof. Mag. art. Dr. phil. Gabriela Krist (University of applied Arts Vienna, Institute for Conservation) for supervising the diploma thesis and the Austrian Archaeological Institute (especially Director of the OeAI and Excavation Director, Ephesos Priv.-Doz. Mag. Dr. Sabine Ladstätter) and the Ephesus-Museum Selçuk (especially Director Cengiz Topal) for making the sarcophagus available, and the good collaboration and support during the whole project.

Further thanks to ao. Univ.-Prof. Dr. phil. Johannes Weber and VL Dipl.-Ing. Dr. rer. nat. Tatjana Bayerova for supervising the scientific analysis. Special thanks to Mag.art. Marija Milchin for the conservational co-supervision of the diploma thesis.

Literatur

ICOMOS (ed.) 2010: Illustrierter Glossar der Verwitterungsformen von Naturstein. Petersburg 2010.

KOCH, G., SICHTERMANN, H. 1982: Römische Sarkophage. München 1982.

KNIBBE, D., LANGMANN, G. 1993: *Via Sacra Ephesiaca I.* Wien 1993.

LAUBENBERGER, M., PROCHASKA, W. 2011:

Untersuchungen zur Marmorprovenienz von zwei Porträtköpfen aus Ephesos im Kunsthistorischen Museum in Wien. *Technologische Studien* 8, 2011, 43-64.

LAZZARINI, L., SALVADORI, O. 1989: A reassessment of the formation of patina called scialbatura. *Studies in Conservation* 34, 1989, 20-26.

MARAVELAKI-KALAITZAKI, P.-N. 2005: Black crusts and patinas on pentelic marble from the Parthenon and Erechtheum (Acropolis, Athens): characterization and origin. *Analytica Chimica Acta* 532, 2005, 187-198.

MARTIN-GIL, J., ET AL. 1999: Ancient pastes for stone protection against environmental agents. *Studies in Conservation* 44, 1999, 58-62.

PROCHASKA, W., GRILLO, S.-M. 2012: The marble quarries of the metropolis of ephesos and some examples of the use for marbles in ephesian architecture and sculptering. In: A. Gutiérrez Garcia-M. et al. (ed.), *Interdisciplinary Studies on Ancient Stone*. Tarragona 2012, 584-591.

RUDOLF, E. 1989: *Attische Sarkophage aus Ephesos*. Wien 1989.

Picture credits

Fig. 1-5, 7-8, 10: Mag. Barbara Rankl, Universität für angewandte Kunst Wien
Fig. 6, 9: ao. Univ.-Prof. Dr. phil. Johannes Weber, Universität für angewandte Kunst Wien

Author

Mag. Barbara Rankl
Restaurierung und Konservierung von Stein und mineralischen Werkstoffen
ranklbarbara@gmail.com

Virtuelle Rekonstruktion

Anwendung der Computersimulation zur Validierung von archäologischen Kleidungsrekonstruktionen

Tobias Schubert, Michael Zülch

Summary – Virtual reconstruction. The validation of archaeological clothing reconstruction by computer-based simulation. *The reconstruction of ancient clothing in archaeology is mostly based on sources, finds and pictures, which are not reliable for technical purposes and are strictly theoretical constructs.*

That is not a problem if these pictures are for illustration only. Further, more functional questions, such as interpretation of damages and repairs or social interpretations or if a piece of clothing is strictly representative or suitable as working garb requires a more practical approach.

This practical approach is made by physically reconstructing the clothing using historical materials and means of production. These physical reconstructions are vastly time consuming and expensive and thus not suitable to explore the large parameter space spanned by different materials and ways of production.

The use of digital reconstruction by simulation is a possible solution for these problems. The tools are already available and used in clothing and the computer-game industries and are easily adapted for the use in reconstructing archeology. The major hindrance for the ad-hoc use of these programs is the lack of a comparable and classified database, which should provide physical properties of a multitude of reconstructed fabrics. The collection and preparation of these properties are the next logical steps towards the usage of simulation in an archaeological context.

Keywords: clothing, reconstructing archaeology, computer simulation

Schlagworte: Bekleidung, Rekonstruierende Archäologie, Computersimulation

Das Sprichwort sagt: „Kleider machen Leute.“ In der Archäologie ist die Umkehrung dieses Satzes genauso wahr: „Leute (also Archäologen) machen Kleider.“ Die Rekonstruktionen von Kleidung beruhen jedoch nur in seltenen Fällen auf den Funden von Kleidung selbst, sondern basieren vorwiegend, insbesondere im früh-

und vorgeschichtlichen Bereich, auf funktional der Kleidung zugewiesenen Metallfunden oder – in seltenen Fällen – auf bildlichen Darstellungen.

Beiden Quellen ist jedoch gemeinsam, dass sie keine technischen Aussagen zur Herstellung der Kleidung gestatten. Näh-technik und Schnittmuster und damit tat-

sächliches „Verhalten“ der rekonstruierten Kleidung sind über diese Quellen nicht nachvollziehbar.

Bei der Rekonstruktion von Kleidung für die museale Präsentation oder zur Illustration ist dies nicht von Wichtigkeit, da Kleidung an einer Puppe oder in einer Zeichnung so arrangiert werden kann, dass aufgrund der Quellenlage offene Fragen dabei geschickt kaschiert werden können. Sprich: Die Kleidung muss sich nicht an einem sich bewegenden Körper während der Ausübung einer Tätigkeit „verhalten“, sodass eventuelle Fehlinterpretationen erst zutage treten, wenn man versucht, die Kleidung in ein gebrauchts- und tragfähiges Modell zu überführen. So stellt sich bei diversen theoretischen Rekonstruktionen die Frage, ob und wie diese im alltäglichen Gebrauch funktionieren können (etwa der „Textilriegelverschluss“ des Klappenrockes aus Waging siehe BARTEL, KNÖCHLEIN 1993, 435, Abb. 4; 15). Gebrauchs- und tragfähige Modelle werden jedoch benötigt, sobald die Frage des „Verhaltens“ der Kleidung an Signifikanz gewinnt. Dies ist der Fall, sobald im Fundmaterial konkret Teile von Kleidung auftreten. Damit ist bei immer weiter fortschreitenden Grabungs- und Konservierungstechniken in Zukunft verstärkt zu rechnen. Hierbei ist bei einer Einfügung der Fragmente in existierende Rekonstruktionsmodelle nicht unwesentlich, wenn am Gewebe gefundene Spuren zwischen „herstellungsbedingt“ und „benutzungsbedingt“ unterschieden werden könnten.

Da Kleidung „Leute macht“, wie eingangs erwähnt, lassen sich anhand von Kleidung bestimmte gesellschaftliche Rückschlüsse ziehen. Auch hierzu kann es wichtig werden, zu evaluieren, ob es sich bei Kleidung – rekonstruiert oder in Abbildung gezeigt – um Alltags- bzw. Arbeitskleidung oder um reine Repräsentativkleidung handelt. Bestes Beispiel hierfür ist etwa die römische Toga, welche als Be-

kleidungsstück nur dazu geeignet ist, würdevoll einher zu schreiten und Reden zu halten – und so die Bedeutung des Trägers als römischer Bürger hervorzuheben.

Bislang würde eine Evaluierung dieser Fragestellung dazu führen, dass ein aufwändiges 1:1-Modell erstellt und in möglichst realistisch ausgestalteten Realexperimenten auf Alltagstauglichkeit getestet werden müsste. Jedoch sind bei der Erstellung von physischen 1:1-Modellen – sprich: genähter Kleidung – bestimmte Faktoren wie Material, Herstellung und Verarbeitung in Annäherung an originale Materialien und Techniken nur extrem aufwändig und damit kosten- und zeitintensiv zu replizieren. Dies zeigen etwa die Rekonstruktionsversuche von Rösel-Mautendorfer, Grömer und Kania zu den farbigen Gewebebändern aus Hallstatt (RÖSEL-MAUTENDORFER, GRÖMER, KANIA 2012) und etwa von Köstner zum Arbeitsaufwand des Webens alleine (KÖSTNER 2015).

Sofern es um eine Validierung verschiedener Rekonstruktionsmodelle geht, potenziert sich der Aufwand mit der Menge der verschiedenen untersuchten Parameter und überschreitet somit gerne den zur Untersuchung einer Fragestellung zur Verfügung stehenden zeitlichen und wirtschaftlichen Umfang.

Diesem Spannungsraum zwischen vielen zu untersuchenden Parametern, ihrem a priori nicht einzuschätzenden Einfluss auf das Untersuchungsergebnis und die hieraus resultierenden extrem hohen Aufwände bei der Analyse der Beziehungen sehen sich auch andere wissenschaftliche Fakultäten wie zum Beispiel die Sozial-, aber auch die Natur- und Ingenieurwissenschaften gegenüber.

In diesen Fakultäten hat sich zur Analyse ein Vorgehensmodell herausgebildet, das neben einer gezielten Reduzierung der zu untersuchenden Parameter durch statistische Versuchsplanung (hierzu soll ledig-

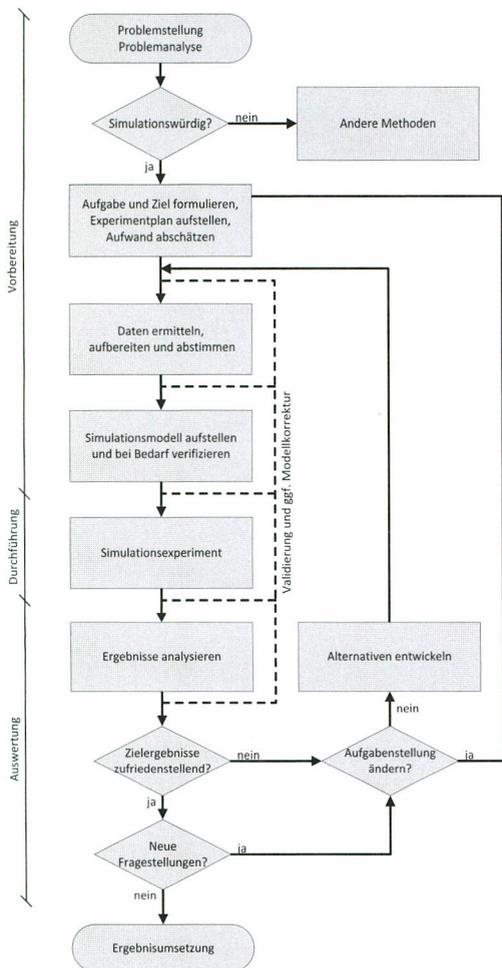


Abb. 1: Vorgehensmodell Simulation nach VDI 3633-1:2008. – Procedure model for Simulation according to VDI 3633-1:2008.

lich auf die einschlägige Fachliteratur wie z. B. TOUTENBURG 2002 verwiesen werden) vor allem die computergestützte Simulation zur Analyse und Optimierung einsetzt. Unter computergestützter Simulation ist hierbei – entgegen der landläufigen Interpretation – nicht nur die Abbildung einer wissenschaftlichen Fragestellung in einem IT-System zur reinen Visualisierung gemeint, sondern ein vollständiges Vorgehensmodell (Abb. 1), das aus unterschiedlichen Phasen besteht, die alle zu einer wissenschaftlich aussagekräftigen Analyse zwingend beitragen. Auf das vorliegende Problem, nämlich die

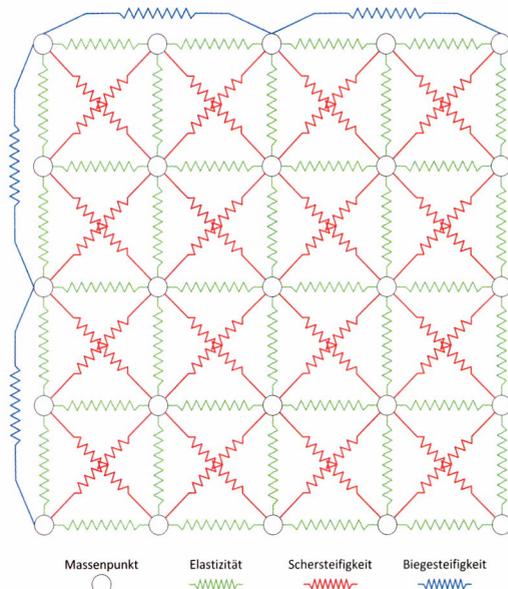


Abb. 2: Feder-Masse-Dämpfer-Modell nach PROVOT 1995. – Spring-Mass-Damper model according to PROVOT 1995.

Untersuchung von Rekonstruktionen vor- und frühgeschichtlicher Kleidung angewandt, sieht sich die simulative Analyse zunächst der Fragestellung gegenüber, ob hierin ein simulationswürdiges Problem gesehen werden kann.

Mit den bereits oben angeführten notwendigen, in den entsprechenden Untersuchungen bereits nachgewiesenen Aufwänden und der Größe des zu betrachtenden Parameterraums ist diese Frage aus Sicht der Autoren unbedingt zu bejahen. Die Frage nach Simulierbarkeit des Problems führt direkt zu der Suche nach einem adäquaten mathematischen Modell, das das Verhalten von Textilien mit hinreichender Genauigkeit abbildet und zusammen mit anderen unterstützenden Algorithmen in einem IT-Programm zusammengeführt eine Simulation ermöglicht.

Diese mathematische Beschreibung von Textilien erfolgt in der Regel durch das von PROVOT (1995) entwickelte Massen-Feder-Dämpfersystem, bei dem das Textil in eine Vielzahl kleiner Bereiche unterteilt

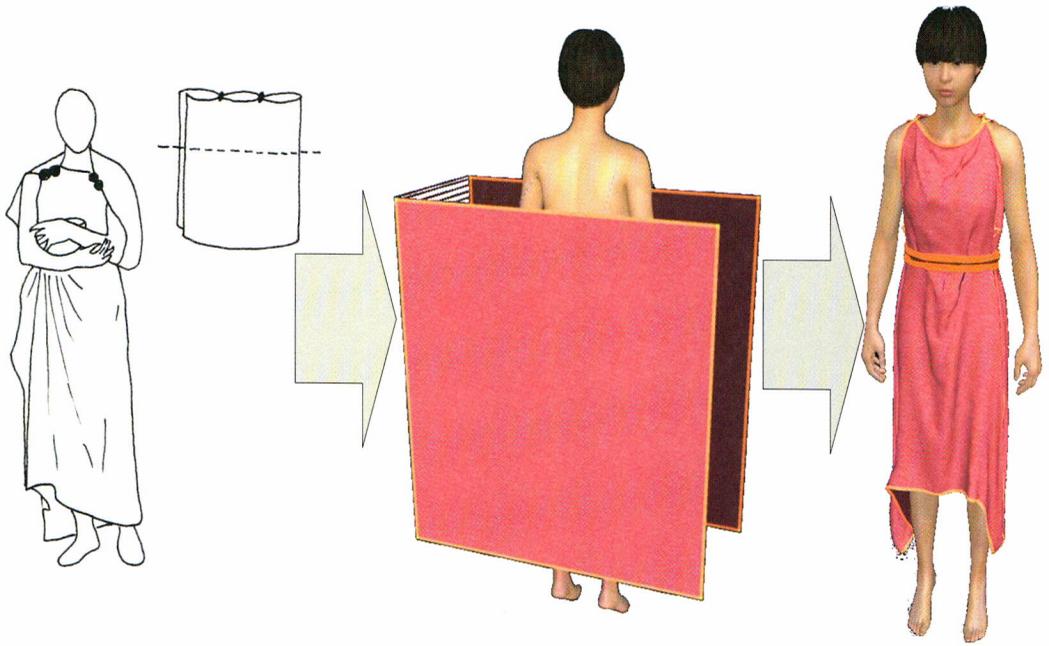


Abb. 3: Von der Zeichnung zum 3-D-Modell. Umsetzung einer Peplosrekonstruktion mit zwei Fibeln in CLO Atelier. – From drawing to 3-D. Reconstructed peplos with two brooches in CLO Atelier.

wird (Vernetzung oder Tesselation), die dann mathematisch zu einem Massenpunkt reduziert und gedanklich mit Federn und Dämpfern untereinander verknüpft werden (Abb. 2). Zusätzlich wird in diesem Modell durch entsprechende Algorithmen verhindert, dass sich das so entstandene Netz selbst oder andere Körper durchdringen kann und somit physikalisch unmögliche Zustände annimmt.

Typischerweise wird hier zur Modellierung zunächst der zweidimensionale Schnitt des zu simulierenden Kleidungsstücks vorgezeichnet. Die einzelnen Teile dieses Schnittes können durch Nähte, die ebenfalls als ein Feder-Dämpfer-System zu interpretieren sind, miteinander verbunden werden. Die so entstandenen Kleidungsstücke werden nun in einen dreidimensionalen Raum überführt und zunächst als Ebene um ein dreidimensionales Menschmodell arrangiert.

Dieses Verfahren ähnelt somit sehr stark dem Schneiderhandwerk, bei dem auf analoge Weise Textilstücke um eine

Schneiderpuppe herum arrangiert und vorläufig befestigt werden (Abb. 3).

Mit dem Start der Simulation erfolgt die Unterteilung der Textilstücke in die beschriebenen Bereiche und deren Verknüpfung über die Feder-Dämpfer-Beziehung. Zusätzlich werden noch externe Kräfte wie die Gewichtskraft oder Windkräfte, aber auch Bewegungsimpulse berücksichtigt. Die Simulation erfolgt in der Regel zeitdiskret, d. h. in mehreren zeitlichen Schritten aus der vorher arrangierten Position heraus. Der Anwender sieht daher das Fallen des Stoffs analog einer Kurzanimation, bis sich ein Gleichgewichtszustand zwischen allen berücksichtigten Komponenten eingestellt hat.

Die hierfür benötigten Werkzeuge – die Programme – existieren in verschiedenen Varianten bereits. Sowohl die Mode-, als auch die Computerspielindustrie arbeiten seit Jahren mit Programmen, die sich auch im Sinne einer simulativen archäologischen Kleiderrekonstruktion benutzen lassen. Auf Grund des ursprünglich ge-

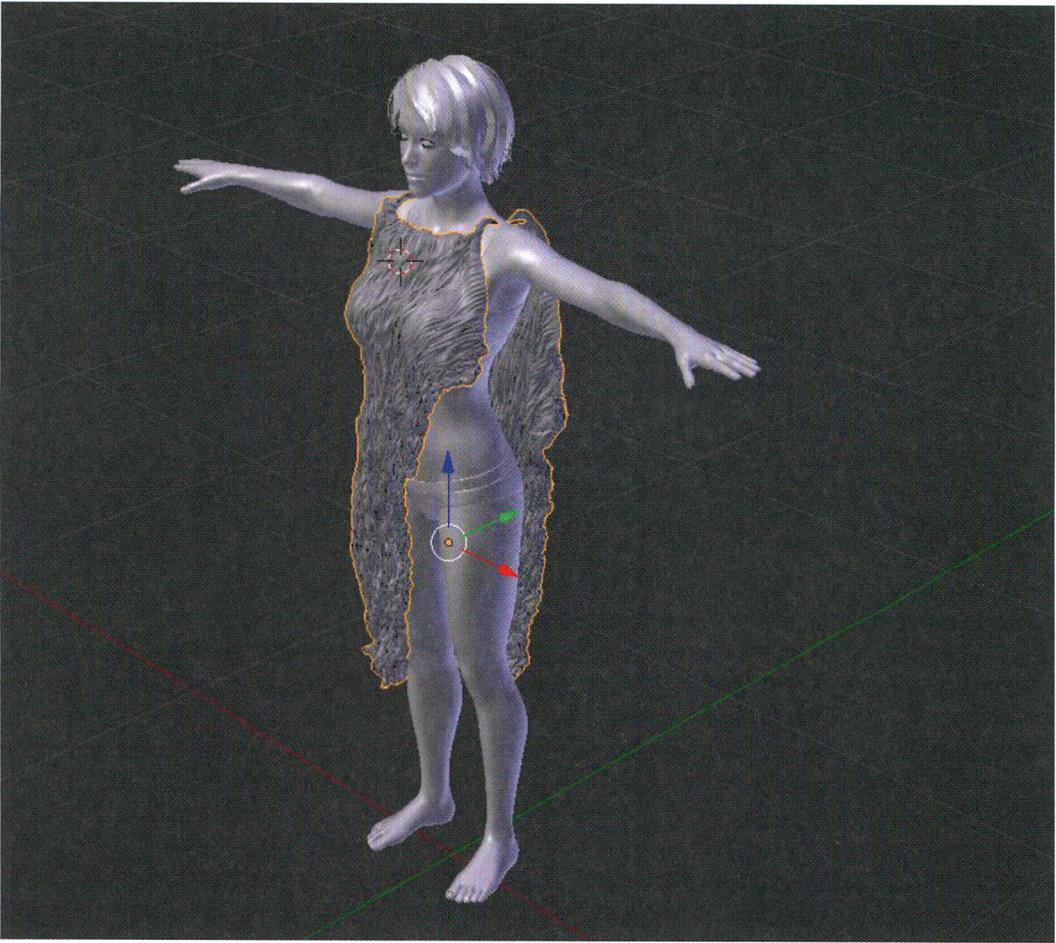


Abb. 4: Fehlerhafte Simulation in BLENDER. – Simulation failure in BLENDER.

dachten Einsatzbereichs in der Industrie stechen viele der in Frage kommenden Programmpakete durch einen hohen Funktionsumfang, aber auch durch hohe Beschaffungs- und Einarbeitungsaufwände heraus. Es konnten im Zuge einer Marktanalyse aber dennoch zwei Pakete ermittelt werden, die sich zum Einsatz auch im wissenschaftlich-akademischen Umfeld eignen.

BLENDER ist eine frei benutzbare 3-D-Grafik-Software, die ursprünglich durch ein großes Animationsstudio entwickelt wurde und nun durch Crowdfunding als Open-Source-Programm zur Verfügung steht. Es verfügt über eine große Toolbox zum Erstellen und Editieren von 3-D-Körpermodellen, legt aber einen außeror-

dentlich starken Fokus auf die Darstellung. Darüber hinaus musste im Zuge der Voruntersuchungen festgestellt werden, dass der zur Simulation von Textilien bereitstehende Programmteil im hohen Maße instabil ist und physikalisch nicht interpretierbare Lösungen ermittelt. Es ist zwar zu erwarten, dass in zukünftigen Programmversionen hier eine Verbesserung erreicht wird; die derzeit zur Verfügung stehende Version (Version 2.6) ist allerdings nicht verwendbar (Abb. 4).

CLO Atelier ist dahingegen ein kommerzielles Programm zur Anwendung in der Bekleidungsindustrie. Auf Grund dieser Zielgruppe ist die Bedienung des Programms sehr stark an die klassische Modellentwicklung im Modedesign ange-

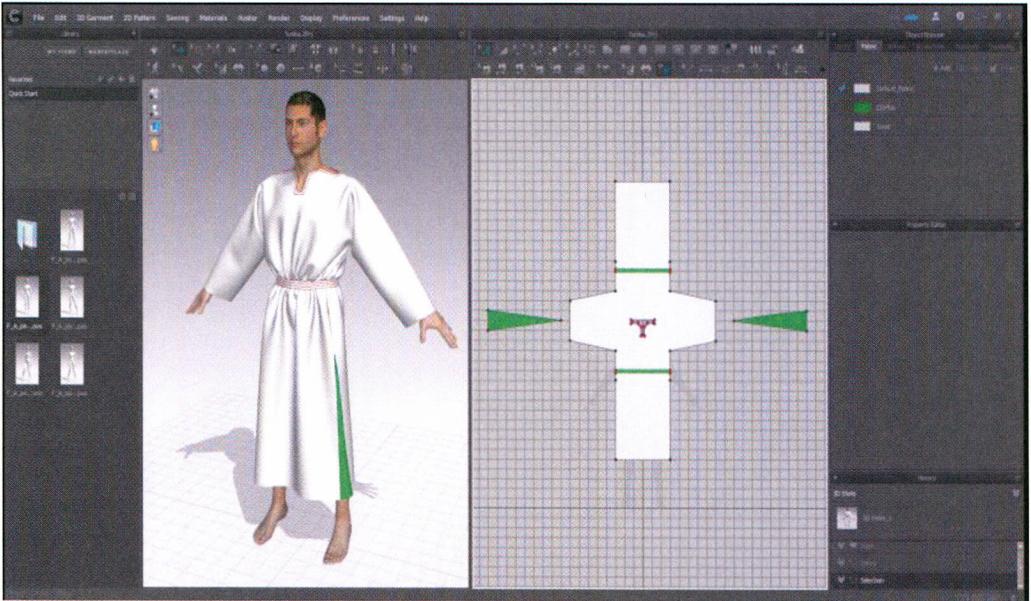


Abb. 5: Grafische Benutzeroberfläche des Simulationsprogramms CLO Atelier. – Graphical user interface of the simulation tool CLO Atelier.

lehnt, was die Erlernung des Programms insbesondere für an Kleidungserstellung Interessierte sehr stark vereinfacht. Die Bedienung kann mit entsprechenden Vorkenntnissen als intuitiv angesehen werden. Neben der quasistatischen Berechnung und Darstellung eines am Körper fallenden Kleidungsstücks erlaubt die Software auch weitergehende Analysen. So können auch das Verhalten bei Bewegung, aber auch Belastungen des Stoffs bzw. Rissgefährdung von Nähten bestimmt werden. Ein aus verschiedenen Simulationsergebnissen gebildeter Kennwert erlaubt auch weitergehende Rückschlüsse in Bezug auf den Tragekomfort. CLO Atelier steht sowohl in einer kommerziell nutzbaren Version auch als Instituts- und Forschungslizenz zu stark reduzierten Kosten zur Verfügung und stellt daher einen interessanten Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen dar (Abb. 5). Die für die Simulation zwingende Reduzierung eines realen Textils auf ein mathematisches Modell setzt voraus, dass neben den Eingangsgrößen Geometrie und Vernetzung die Textilien auch mit spezifischen Kenngrößen beschrieben

werden können, die das Verhalten des Textils realitätsnah beschreiben. Die benötigten Kennzahlen werden hierbei durch die zur Anwendung kommende Simulationsmethode, d. h. im vorliegenden Fall das Masse-Feder-Dämpfer-System nach Provot festgelegt. Die hierfür benötigten Kennzahlen müssen somit zum einen das Eigengewicht des Textils beschreiben, zum anderen auch das elastische Verhalten in verschiedenen Dehnungsrichtungen. Der ebenfalls zur Anwendung kommende Kollisionsalgorithmus benötigt darüber hinaus noch Kennzahlen, die die räumliche Ausdehnung, hier insbesondere die Dicke des Stoffs, beschreiben. Typischerweise werden somit folgende Kennzahlen für jedes modellierte Textil benötigt:

- Flächenbezogene Masse
- Stoffdicke
- Elastizität
- Schersteifigkeit und
- Biegeschlaffheit

Zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit und Skalierung dieser Kennzahlen wird in der Regel auf normative Vorgaben der textilverarbeitenden Industrie zurückge-

DIN EN 12127:1997-12	Textilien - Textile Flächengebilde Bestimmung der flächenbezogenen Masse unter Verwendung kleiner Proben
DIN EN 29073-1:1992-08	Textilien; Prüfverfahren für Vliesstoffe; Teil 1: Bestimmung der flächenbezogenen Masse
DIN EN ISO 5084:1996-10	Textilien – Bestimmung der Dicke von Textilien und textilen Erzeugnissen
DIN EN ISO 9073-2:1997-02	Textilien - Prüfverfahren für Vliesstoffe Teil 2: Bestimmung der Dicke
DIN 53885:1998-12	Textilien – Bestimmung der Zusammendrückbarkeit von Textilien und textilen Erzeugnissen
DIN EN 1773:1997-03	Textilien – Textile Flächengebilde Bestimmung der Breite und Länge
DIN EN ISO 13934-1:1999-04	Textilien – Zugeigenschaften von textilen Flächengebilden Teil 1: Bestimmung der Höchstzugkraft und Höchstzugkraft- Dehnung mit dem Streifen-Zugversuch
DIN 53815:1989-05	Prüfung von Textilien Begriff für den einfachen Zugversuch
DIN 53934:1986-07	Prüfung von Textilien Bestimmung des Schiebewiderstandes von Geweben

Abb. 6: Für die Messung mechanischer Kennzahlen von Textilien relevante normative Vorgaben (Auszug). – Relevant standards for the measurement of mechanical properties of textiles (excerpt).

griffen. Als Beispiel sei hier auf DIN EN 12127:1997-12 verwiesen, die die Messung der flächenbezogenen Masse textiler Flächengebilde unter Verwendung kleiner Proben normiert. Weitere normative Vorgaben sind auszugsweise in *Abb. 6* angegeben.

Diese Kennzahlen liegen hierbei für viele unterschiedliche, aber moderne Textilien in der Datenbasis der Softwarepakete in ausreichender Qualität vor. So wird als Wolltuch zum Beispiel immer als modern verarbeitetes, industriell gewebtes und gefärbtes Tuch verstanden und nicht als kurzfasrige Wolle einer alten Schafrasse, handversponnen und -gewebt. Für bestimmte Fragestellungen ist dieses Manko in den Parametern vernachlässigbar. Jedoch würde das Ergebnis der Simulation schon bei einer simplen Fragestellung wie den „Fall“ von Kleidung am Körper von aufwändiger hergestellten frühgeschichtlichen Tuchen verfälscht werden. Sobald man Belastungstests durchführen wollte,

sind die Ergebnisse nicht mehr übertragbar. Um eine qualitativ hinreichende Aussage auch für derartige Analysen zu erreichen, müssen daher diese Kennzahlen auch für historische Textilien erfasst sein und modelliert werden.

Die triviale Herangehensweise wäre hierzu die Erfassung und Messung der relevanten Kenndaten direkt an einem Originalbefund. Dieses Vorgehen wäre insoweit kritisch zu betrachten, dass die – in der Regel sowieso nur fragmentarisch vorliegenden – Textilfunde immer einer erheblichen Alterung und Umwelteinflüssen ausgesetzt waren und somit als gegenüber dem Verwendungszustand als verändert angesehen werden müssen. Darüber hinaus können die für die Erfassung der Kenndaten erforderlichen Messungen zu Beschädigungen der Befunde führen, die auf Grund des ohnehin nur geringen Aussagegehalts einer solchen Messung nicht gerechtfertigt wären.

Dahingegen kann angenommen werden,

dass anhand in Material und Herstellungstechnik rekonstruierter Textilien ermittelte Kennzahlen den ursprünglichen Verwendungszustand mit ausreichender Genauigkeit annähern.

Diese Materialien können darüber hinaus in ausreichender Menge und Varianz produziert werden, um eine statistisch signifikante, d. h. ausreichend genaue Bestimmung der notwendigen Kennzahlen zu ermöglichen.

Bisherige Arbeiten zur Rekonstruktion von historischen Textilien fokussieren allerdings auf Ausgangsmaterialien und dem Herstellungsprozess. Eine Beschreibung der hergestellten Textilien erfolgt, wenn überhaupt, nur rein qualitativ oder vergleichend und ohne Berücksichtigung der für eine Simulation notwendigen Kennzahlen und deren Messverfahren. Zum Aufbau einer entsprechenden Datenbasis ist es daher erforderlich, im Rahmen weiterer Untersuchungen die in anderen Projekten zu historischen Textilien hergestellten rekonstruierten Proben methodisch und gemäß den normativen Vorgaben zu messen und zu katalogisieren. Aufbauend auf dieser Datenbasis können dann weitere Fragen der experimentellen und rekonstruierenden Archäologie mit Hilfe der simulativen Methode angegangen und bearbeitet werden und das gesamte Potential dieser Methode gehoben werden.

Literatur

BARTEL, A., KNÖCHLEIN, R. 1993: Zu einem Frauengrab des sechsten Jahrhunderts aus Waging am See, Lkr. Traunstein, Oberbayern. *Germania* 71, 1993, 419-439.

KÖSTNER, B. 2015: Auf Tuchfühlung – ein Zweibaumwebstuhl im Einsatz vor Publikum im APX. Teil 2: Durchführung. *Experimentelle Archäologie in Europa* 14. Bilanz 2015, 176-185.

DIN EN 12127:1997-12: Textilien – Textile Flächengebilde – Bestimmung der flä-

chenbezogenen Masse unter Verwendung kleiner Proben. Berlin 1997.

PROVOT, X. 1995: Deformation constraints in a mass-spring model to describe rigid cloth behavior, *Proceedings of Graphic Interface '95*, Quebec, Canada, Mai 1995, 147-154.

RÖSEL-MAUTENDORFER, H., GRÖMER, K., KANIA, K. 2012: Farbige Bänder aus dem prähistorischen Bergwerk von Hallstatt. *Experimentelle Archäologie in Europa* 11. Bilanz 2012, 190-201.

RÖSEL-MAUTENDORFER, H. 2014: Möglichkeiten der Rekonstruktion eisenzeitlicher Frauenkleidung mit zwei und drei Fibeln. *Experimentelle Archäologie in Europa* 13. Bilanz 2014, 119-128.

TOUTENBURG, H. 2002: *Statistical Analysis of Designed Experiments*. Berlin, Heidelberg 2002.

VDI 3633-1:2008: *Simulation von Logistik- Materialfluss- und Produktionssystemen – Grundlagen*. Berlin 2008.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: nach VDI 3633-1:2008

Abb. 2: nach PROVOT 1995

Abb. 3: RÖSEL-MAUTENDORFER 2014, Abb. 2

Abb. 4-5: Screenshots

Abb. 6: M. Zülch

Autoren

Dr. Tobias Schubert
Blücherstr. 18
50733 Köln
Deutschland
TSchubert72@gmx.de

Dr. Michael Zülch
Beethovenstr. 17
76689 Karlsdorf-Neuthard
Deutschland
Michael.Zuelch@gmx.de

Neue Entwicklungen im Museumsdorf Düppel – Stadtmuseum und Freilichtlabor

Julia Heeb

Summary – New developments at the “Museumsdorf Düppel” – City museum and “Living Lab”. Most people working on or with experimental archaeology will have heard of the Museumsdorf Düppel in Berlin. The replica medieval houses of the open-air museum were built on the original ground plan uncovered in the excavation of the site. Around 1200 AD, the current site of the open-air museum was also covered by a horse-shoe-shaped settlement. In the course of the excavation, the idea was born to make the past come to life, to communicate the results of the excavation in a more hands-on approach. The society “Fördererkreis Museumsdorf Düppel” was set up in 1975 and the building of the historic houses began. The members of the society began to experiment in all areas of medieval daily life, many of the first articles in the Bilanz series were written by volunteers working in Düppel. Although the open-air museum is part of the “Stiftung Stadtmuseum Berlin” since 1995, a professionalization of the museum has only been slowly developing since about two years ago. Especially Prof. Fansa has done a lot for the survival of the museum. This paper summarizes the history of experimental archaeology at the Museumsdorf Düppel as well as exploring the newest developments and potential of the museum. The museum has growing numbers of visitors and increasingly fulfills a function as a living lab for experimental archaeology for the universities in Berlin.

Keywords: Open-air museum, experimental archaeology, research laboratory, Middle Ages

Schlagworte: Freilichtmuseum, Experimentelle Archäologie, Forschungslabor, Mittelalter

Auch wenn schon zahlreiche Beiträge von Mitgliedern des Fördererkreises Museumsdorf Düppel e.V. zu den verschiedensten Themen in dieser Reihe erschienen sind, möchte ich kurz das Museumsdorf Düppel und seine Geschichte vorstellen. Aufmerksam auf die Siedlung wurden Archäologen durch die mittelalterlichen Scherbenfunde, die der Schüler Horst Trzeciak 1939 auf dem Gelände am Machnower Krümmen Fenn machte. Die

Ausgrabungen begannen jedoch erst 1967 im Rahmen eines DFG-Projektes unter der Leitung von Adriaan von Müller, damals Direktor des Museums für Ur- und Frühgeschichte Berlin (GOLDMANN 2016, 7).

In den bis 1990 währenden Ausgrabungen, die durch verschiedene Archäologen durchgeführt wurden, konnten Überreste einer hufeisenförmigen Siedlung freigelegt werden. Die Siedlung hatte wahr-

scheinlich einen durch eine Palisade geschützten Eingangsbereich. Die Keramikfunde können mehrheitlich der deutschen Kugeltopfware zugeschrieben werden, es wurden jedoch auch einige slawische Scherben gefunden (VON MÜLLER 1998, 29). Spinnwirtel, Eisenfragmente, Rasseln und slawische Schläfenringe machen es schwer, Aussagen über die Bevölkerung des Dorfes zu treffen.

Hier könnten eine Aufarbeitung der Grabungsergebnisse und eine naturwissenschaftliche Untersuchung der Keramik helfen. Leider wurden die Grabungsergebnisse nie komplett veröffentlicht. So kann bislang nur gemutmaßt werden, ob es sich um eine slawische, eine deutsche oder eine gemischte Siedlung gehandelt hat. In den nächsten Jahren hoffen wir jedoch mehr Licht in diese Frage zu bringen.

Aufbau Museumsdorf

Während der Ausgrabung kam die Idee auf, die Grabungsergebnisse lebendig zu vermitteln. Es sollte nicht nur eine schriftliche Dokumentation und Interpretation erfolgen, sondern das Leben in einem mittelalterlichen Dorf erfahrbar gemacht werden. So entstanden die Pläne, die ergrabenen Hausgrundrisse wieder auferstehen zu lassen.

In Rücksprache mit Archäologen und anderen Fachleuten konnten in einem ersten Schritt kleinere Modelle angefertigt werden, anhand derer die Möglichkeiten und Parameter der Hausbefunde und deren Konstruktion getestet wurden. Erst nach gründlicher Diskussion wurde mit dem Aufbau der 1:1-Modelle begonnen. Die Arbeitsschritte konnten aus Zeit- und Geldgründen nicht immer mit historischem Werkzeug durchgeführt werden, die sichtbaren Spuren sollten, wenn möglich, jedoch immer von zeitgemäßem Werkzeug stammen (Abb. 1).

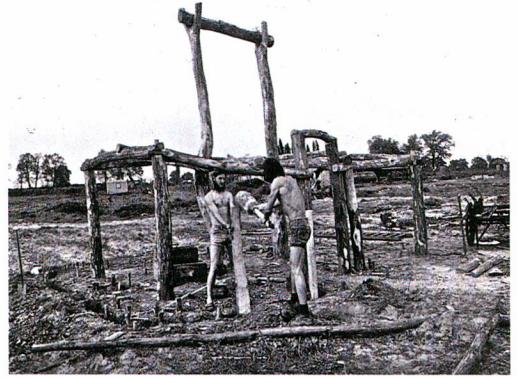


Abb. 1: Die ersten Häuser entstehen. – Building the first houses.

Kulturlandschaft

Das Ziel war jedoch von vorneherein nicht nur auf die Errichtung der historischen Häuser beschränkt, sondern auch auf die modellhafte Konstruktion einer Kulturlandschaft. Die zu Beginn vollkommen brach liegende Fläche wurde nach und nach in ein Mosaik aus verschiedenen Wald- und Wiesenarten verwandelt (FÖRSTER 2016, 23). Angefangen mit den Museumsgärten und Feldern, den Weideflächen für die rückgezüchteten Terrassen (Abb. 2), einer Feuchtwiese und einer Trockenwiese, handelt es sich hierbei auch um verschiedene Waldarten, wie Nutzwald, Hutewald und „Urwald“.

Den Gründern des Fördererkreises ging die Errichtung eines Dorfmodells in seiner Kulturlandschaft jedoch noch nicht weit genug. Auch die gängigen und nötigen Handwerkstechniken sollten vorgeführt, ja damit experimentiert werden. So bildeten sich verschiedene Arbeitsgruppen, in denen verschiedene Techniken wie z. B. das Töpfern, das Korbflechten, das Teerschwelen, das Schmieden und das Bauen erlernt, vorgeführt und weitergegeben wurden. Auch dem Thema Kleidung widmete sich eine Gruppe und entwarf eine Art Kleiderordnung, die sich auf historische und archäologische Quellen des Mittelalters bezieht. So war das Ziel, ein belebtes Dorf in seiner Kulturlandschaft



Abb. 2: Weidende Skudden im Museumsdorf Düppel. – Grazing sheep in the Museum village Düppel in Berlin.



Abb. 3: Mitglieder des Fördererkreises Museumsdorf Düppel in Gewandung im Sommer 2016. – Members of the society of the Museum village Düppel wearing medieval clothing.

darzustellen, wo Menschen in Gewandung alltäglichen mittelalterlichen Tätigkeiten wie Kochen, Nähen und Schnitzen

nachgehen und den Besucher ermuntern, Fragen zu stellen.

Living History

Mit diesem Konzept war der Fördererkreis in gewisser Weise seiner Zeit voraus. Eine lebendige Geschichtsdarstellung, lange Zeit als „unseriös“ abgetan, hat gerade in den letzten Jahren auch in wissenschaftlichen Kreisen immer mehr an Bedeutung gewonnen. Bücher wie „Living History als Gegenstand historischen Lernens: Begriffe, Problemfelder, Materialien (Geschichte und Public History)“ setzen sich konstruktiv mit diesem Ansatz auseinander (SÉNÉCHEAU, SAMIDA 2015, 46). Hier geht es zum einen um Partizipation und Teilhabe, also alternative Wahrheiten, aber auch um niederschwellige Vermittlung von Geschichte (Abb. 3).

Es ist jedoch nicht einfach diesen Balanceakt zwischen Fakt und Interpretation immer klar zu vermitteln. Archäologisch gesehen fehlt einfach die Mehrheit der materiellen Kultur, die die Menschen in Vorgeschichte und Mittelalter, ja bis in die Neuzeit täglich hergestellt, benutzt und um sich hatten. Dr. Linda Hurcombe, Mitbegründerin des Masters für Experimentelle Archäologie an der Universität Exeter (UK), beschreibt den einzigartigen Beitrag, den archäologische Freilichtmuseen zu dem Problem der „missing majority“ (fehlende Mehrheit) leisten können (HURCOMBE 2015, 34). Unter Einbeziehung aller möglichen Quellen verläuft die Darstellung eines „belebten“ Hauses über fünf Interpretationsschritte: 1. Pfostenstellungen – 2. Wände – 3. Haus mit Dach – 4. eingerichtetes Haus – 5. belebtes Haus (HURCOMBE 2015, 35). Gerade der letzte Interpretationsschritt macht es Besuchern möglich, sich emotional mit dem Erlebten zu identifizieren. Neurologen haben herausgefunden, dass unser Gehirn bevorzugt Reize verarbeitet, die emotional besetzt sind (STURM 2015, 217). Das heißt, man lernt und erinnert sich besser, wenn man einen emotionalen Bezug zu dem Gelernten hat.

Erste Experimente und Rekonstruierende Archäologie – drei Beispiele

Genauso früh wie die lebendige Darstellung wurden jedoch auch archäologische Experimente auf dem Gelände des Museumsdorfes durchgeführt. Vor allem die Arbeitsgruppen Teerschwele und Töpfer haben sich in der wissenschaftlichen Herangehensweise hervorgetan. Allein in dieser Reihe gibt es 12 Beiträge von Mitgliedern der Düppeler Teerschwel-AG und 10 Beiträge von Mitgliedern der Töpfergruppe. Die Töpfergruppe konnte durch vielfältige Versuchsreihen den Aufbau der typischen Düppeler Grauware rekonstruieren. Demnach wurde die Ware zuerst mit der

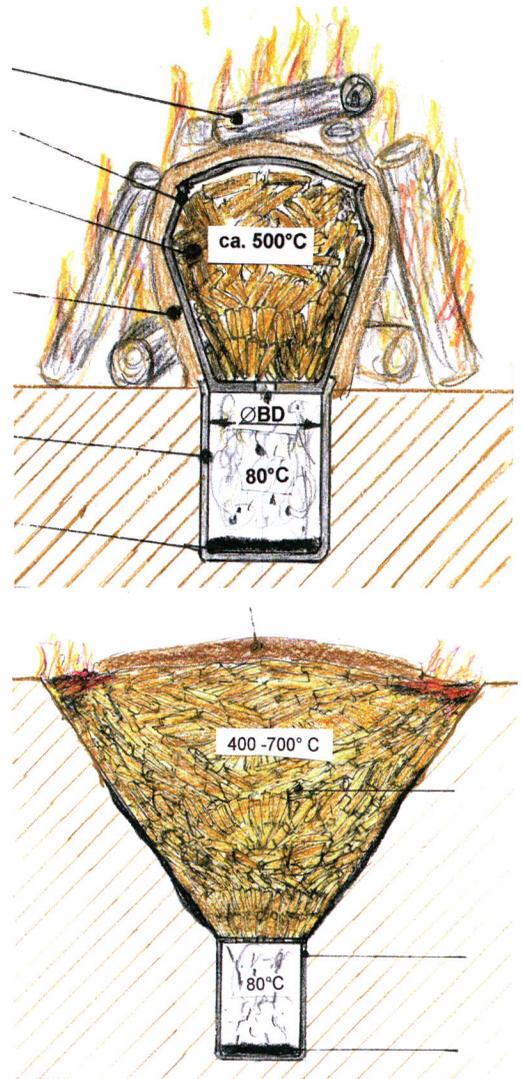


Abb. 4: oben: schematische Zeichnung des Doppeltopfverfahrens; unten: Zeichnung des Teermeilerverfahrens. – Schematic drawings of two different methods of pitch production.

Handdrehzscheibe vorgefertigt und dann der runde Boden mit den Händen ausgetrieben (BÖTTCHER, BÖTTCHER 1994, 231-236). Die gleichmäßig dunkle, graue Färbung der Kugeltopfware entsteht durch einen reduzierenden Brand, die hierfür nötigen Prozesse wurden durch lange Versuchsreihen perfektioniert (BÖTTCHER, BÖTTCHER 1991, 285-289).

Auch wenn die Experimente der Teer-

schwelgruppe mehrheitlich die mittelalterliche Herstellungsweise von Teer und Pech erörtern (TODTENHAUPT, KURZWEIL 1996, 141-151), gibt es auch Versuche zur paläolithischen Pechherstellung (TODTENHAUPT, ELSWEILER, BAUMER 2007, 155-161) und zur neuzeitlichen Teergewinnung aus Steinkohle (KÜHN U. A. 2003, 125-138). Das für den Kontext des Museumsdorfes interessanteste Ergebnis bezieht sich eindeutig auf die Fragestellung der lokalen Teergewinnung. So war zur Zeit der Ausgrabungen der Wüstung „Düppel“ vor allem das Doppeltopfverfahren als Technik bekannt (Abb. 4). Die während der Ausgrabung freigelegten Befunde stimmten jedoch nicht mit den experimentellen Befunden des Doppeltopfverfahrens überein. So begann die Teerschwelgruppe zu experimentieren und löste das Rätsel, indem sie das Teergrubenmeilerverfahren entwickelte. Die experimentellen Befunde stimmen mit den archäologisch ergrabenen Gruben überein (TODTENHAUPT, KURZWEIL 1996). Wenn man über Wissenschaft in Düppel spricht, darf natürlich das Düppler Weideschwein nicht vergessen werden. Die Rückzüchtung kann eher als Rekonstruierende Archäologie eingestuft werden, handelt es sich doch um den Versuch, anhand von Quellen etwas wiederherzustellen, auch wenn es sich hierbei um die Werkzeuge des Genetikers handelt. So definierte Prof. Plarre die phänotypischen Merkmale des mittelalterlichen Weideschweins anhand von Bildquellen und Knochenmaterial als: „mittelgroß, hochbeinig, langschädlig, Stehohren, Karpfenrücken, flachrippig, farbverschieden, im großen und ganzen noch sehr wildschweinähnlich.“ Für die Rückzüchtung wurden Wollschweine, eine Kreuzung aus Wildschwein und veredeltem Landschwein und das Rotbunte Weideschwein benutzt (PLARRE 1990, 158-165). Das Resultat, das „Düppeler Weideschwein“ ist europaweit bekannt (Abb. 5).



Abb. 5: Düppler Weideschwein im Museumsdorf Düppel. – A medieval type pig, a cross between wild boar and domesticated species.

Strukturwandel

Nach dem Mauerfall musste das Museumsdorf Düppel plötzlich mit ganz Brandenburg konkurrieren, die Berliner konnten nun ungehindert ins Grüne. Dies machte sich auch an den Besucherzahlen bemerkbar. Aber nicht nur für das Museumsdorf Düppel begannen unruhige Zeiten, die gesamte Berliner Kulturlandschaft wurde aufgemischt und neu sortiert. Museen mit Lokal- und/oder historischem Inhalt wurden 1995 unter der Stiftung Stadtmuseum Berlin zusammengefasst. So auch das Museumsdorf Düppel. Die Zusammenarbeit zwischen Fördererkreis und Stiftung Stadtmuseum gestaltete sich nicht immer einfach. Als Prof. Fansa 2011 den Vorsitz übernahm, konnte er das Museumsdorf vor der Abwicklung bewahren, begann jedoch Pläne für ein selbstständiges Museumsdorf in Form einer gGmbH zu entwickeln. 2014 überließ das Stadtmuseum dem Museumsdorf probenhalber die Verwaltung und Koordination der internen Betriebsabläufe. In diesem Freiraum begann eine Umgestaltung des Geländes, der Kommunikation und der Veranstaltungsangebote. So ist es Herrn Prof. Fansa und in gleichem Maße Frau Pfützner (Hauptamtliche Mitarbeit Koordi-

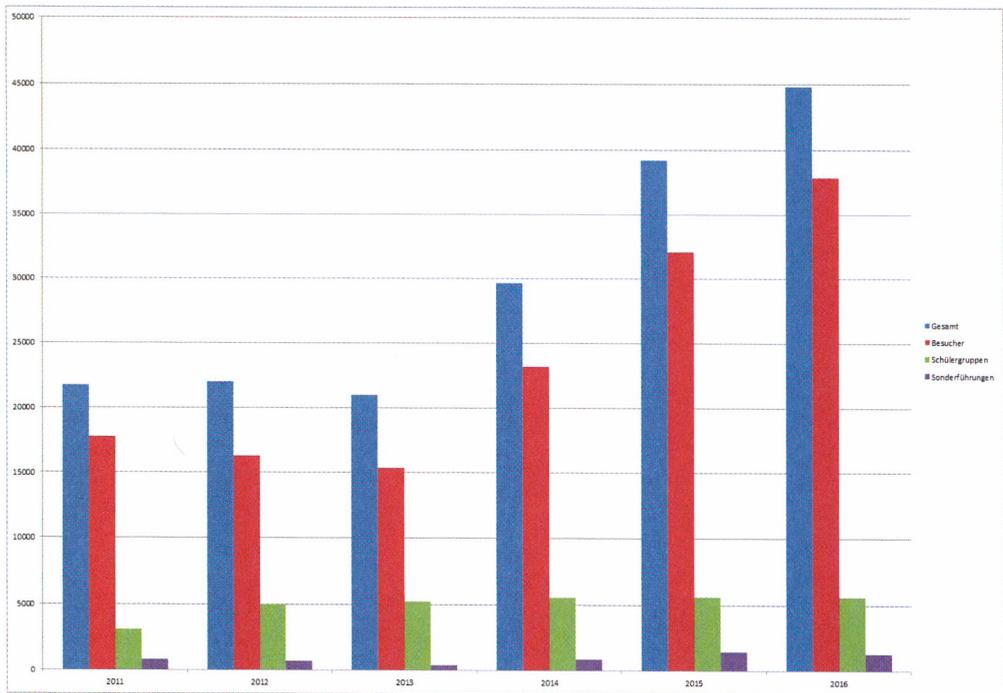


Abb. 6: Besucherzahlen im Museumsdorf Düppel 2011-2016. – Diagram showing the numbers of visitors from 2011 until 2016 at the Museums village Düppel in Berlin.

nation) zu verdanken, dass seit 2014 deutlich steigende Besucherzahlen zu verzeichnen sind (Abb. 6).

Ein erneuter Wandel setzte ein, als die Stiftung Stadtmuseum Berlin im Februar 2016 einen neuen Direktor bekam. Paul Spies, ehemaliger Direktor des Amsterdam Museums, hat sofort das Potential des Museumsdorfes Düppel erkannt und arbeitet zielgerichtet auf einen Ausbau und die Professionalisierung des Standortes hin. Eine Selbstständigkeit steht so zur Zeit nicht mehr zur Diskussion. Für die Ausarbeitung einer Zukunftsstrategie für die gesamte Stiftung Stadtmuseum Berlin wurden verschiedene Projektgruppen einberufen, die Projektgruppe Düppel setzte sich aus Mitarbeitern der Stiftung Stadtmuseum und Mitgliedern des Fördervereins Museumsdorf Düppel, unter Projektleitung der Autorin, zusammen. Die gesamte Strategie wurde im Juli 2016 von Paul Spies der Politik und der Presse vorgestellt.

Die Kernaussage ist, dass das Museums-

dorf Düppel ein wichtiger Standort für die Stiftung ist, da hier ganz andere Besuchergruppen angesprochen werden. Umfragen haben ergeben, dass die meisten Besucher nicht regelmäßig traditionelle „Vitrinenmuseen“ besuchen (HEEB, RIELO 2016, 74). So kann das Museumsdorf Düppel dazu beitragen, dass das Stadtmuseum sein Ziel ein „Museum für alle“ zu sein, verwirklichen kann. Im Allgemeinen soll auch die inhaltliche Thematik erweitert werden. Neben dem Kerngeschäft „lebendige Vermittlung des dörflichen Alltags im Mittelalter“ soll zum einen der zeitliche Rahmen erweitert werden und zum anderen auch naturkundliche Themen wie Ökologie und Nachhaltigkeit verstärkt erforscht und vermittelt werden. Übergreifend soll die gesamte Museumsarbeit einen Gegenwartsbezug haben und gesellschaftlich relevante Zukunftsthemen aufgreifen. Folgende Stichpunkte sind die wichtigsten Themen der genannten Strategie:

- Wertschätzung von alten Techniken

- und natürlichen Rohstoffen mit der heutigen Lebenswelt verknüpfen,
- das Museumsdorf als Ort der Nachhaltigkeit,
 - Wissen über Mensch und Umwelt in Vorgeschichte und Mittelalter auf lebendige Weise vermitteln,
 - Bewahrung und Weitergabe von nonverbalen Kulturtechniken,
 - ehrenamtliches Bürgerengagement stärken,
 - Freilichtlabor für Forschung und Wissenschaft.

In diesem Kontext wird jedoch nur das letzte Thema detaillierter angesprochen. Wie oben erwähnt, gab es schon vor der offiziellen Gründung des Fördervereins wissenschaftliche Projekte von Mitgliedern, aber auch von externen Partnern aus der Forschung. Die Nutzung des Geländes als Freilichtlabor liegt auf der Hand und soll in Zukunft deutlich besser kommuniziert und ausgebaut werden. Durch die Arbeitsgruppen haben wir Expertise in vielen handwerklichen Bereichen vor Ort, was vielen Akademikern, die gerne Versuche durchführen würden, oftmals fehlt. Eine Symbiose, die in theoretischen Diskussionen zur Experimentellen Archäologie schon oft diskutiert, aber selten umgesetzt wurde (CUNNINGHAM, HEEB, PAARDEKOOPER 2008) Unser Gelände bietet Rohstoffe und Möglichkeiten (Lehm, Holz; Feuermachen, historische Werkstätten und Werkzeuge etc.), die an den meisten Instituten nicht vorhanden sind. Anders als das Freilichtlabor für Experimentelle Archäologie in Mayen haben wir jedoch (noch) nicht die modernen Labormöglichkeiten, können aber auf die Infrastruktur von Partnern zurückgreifen. Die Lage des Museumsdorfes, am Rande einer Hauptstadt mit vier Universitäten, zwei relevanten Fachhochschulen und Instituten wie das Rathgen-Forschungslabor, von den Einrichtungen im nahe gelegenen Potsdam ganz zu schweigen, macht die Zu-



Abb. 7: Experimenteller Rennofen im Museumsdorf Düppel. – Experimental iron smelting furnace.

sammenarbeit natürlich einfach. Das Potential wird jedoch gerade erst erkannt und noch so gut wie gar nicht ausgeschöpft.

Wie auch die Vermittlung im Museumsdorf nicht nur die Geschichte des Mittelalters als Thema haben soll, so wird auch das Freilichtlabor Düppel weiter aufgefasst werden. Nicht nur Experimente in der Altertumskunde sollen hier ausgeführt werden, sondern auch in den naturkundlichen Fachbereichen. Auch hier gibt es schon frühere Beispiele im Rahmen von Abschlussarbeiten, die die Artenvielfalt auf dem Gelände des Museumsdorfes zum Thema hatten, wie zum Beispiel die Diplomarbeit von Anglika Wöhler zur Flora und Vegetation im Museumsdorf Düppel (WÖHLER 2009). Jedoch ist dieser Bereich genauso ausbaufähig wie der kulturgeschichtliche Bereich des Freilichtlabors.

Im Folgenden werden nun noch einige konkrete Beispiele und Projektideen von archäologischen Experimenten der letzten zwei Jahre vorgestellt. Schon durch die 2015 geschlossene Kooperation zum Thema „Experimentelle Archäologie“ mit dem Institut für Prähistorische Archäologie der FU Berlin begann die offizielle Arbeit des Standorts Düppel als wissenschaftliches Freilichtlabor. Eines der ers-

ten Projekte waren die Versuche von Markolf Brumlich M.A., der im Rahmen seiner Doktorarbeit zur eisenzeitlichen Eisenverhüttung auf dem hohen Teltow dieses Jahr zum dritten Mal einen Rennofen (Abb. 7) betreiben und dokumentieren wird (BRUMLICH, LYCHATZ 2016, 58-62; BRUMLICH, LYCHATZ 2017, 56-61). Auf die Initiative des Freilichtlabors Laresham im Kloster Lorsch in Hessen und des archäologischen Freilichtmuseums Oerlinghausen ist das Museumsdorf nun auch Teil eines weiterführenden Forschungs- bzw. Rückzuchtungsprojekts zum mittelalterlichen Weideschwein, des Düppeler Weideschweins 2.0. Ein erstes Arbeitstreffen hat stattgefunden, es geht bei dem Projekt vorrangig um die Neubewertung der Rückzuchtungsversuche und um die Durchführung eines Zuchtprojektes (GRAUBAUM 2017, 62-66). Das aktuellste Projekt ist eine für dieses Jahr geplante experimentelle Reihe zu Abnutzungsspuren auf Mahlsteinen in Kooperation mit der Orientabteilung des DAI. Gemeinsam mit Dr. Laura Dietrich, die die zahlreichen Mahlsteine der Siedlung Göbekli Tepe in dem Projekt zu Archäofauna und Paläobotanik in Göbekli Tepe bearbeitet, arbeiten wir an einem Projektdesign, um eine Referenzsammlung für die Analyse von Abnutzungsspuren zu erstellen.

Perspektiven

Es ist natürlich eine besonders schöne Aufgabe von der neuen Aufbruchsstimmung und den wachsenden Projekten, Veranstaltungen und Besucherzahlen im Museumsdorf Düppel zu berichten. Auch wenn in den letzten Jahren viel passiert ist, sich einiges verändert und ein neuer Direktor des Stadtmuseums endlich das Potential von Düppel erkannt hat und erste Schritte zur Entwicklung des Standortes in die Wege geleitet wurden, so darf die Geschichte des Museumsdorfes nicht außer Acht gelassen werden. Die Saat für

die gegenwärtigen Entwicklungen haben schon die Gründer des Förderervereins gesät und der unermüdlige Einsatz der Mitglieder über die letzten 40 Jahre hat schon viele Früchte getragen. Vieles was nun wieder ins Gespräch kommt, ist nicht neu. So können die Mitarbeiter und neuen Mitglieder auf einen reichen Erfahrungsschatz zurückgreifen, der durch die Weitergabe hoffentlich noch über Generationen erhalten bleibt. Gerade für die Experimentelle Archäologie ist das non-verbale handwerkliche Wissen, welches nur durch Übung und Anleitung weitergegeben werden kann, unabdingbar. Mit der jahrelangen Erfahrung der Mitglieder und der Infrastruktur des Stadtmuseums im Rücken kann der Ausbau des Museumsdorfes Düppel zu einem interdisziplinären Freilichtlabor für die Berliner Forschungslandschaft in Angriff genommen werden.

Literatur

BÖTTCHER, G., BÖTTCHER, G. 1991: Praktische Erfahrungen im Museumsdorf Düppel und Kunstgriffe beim Brennen von Keramik in stehenden und liegenden Öfen. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 6. Oldenburg 1991, 285-290.

BÖTTCHER, G., BÖTTCHER, G. 1994: Überlegungen zum Einsatz von Hand- oder Fuß-(Block-) Drehscheiben und Werkzeuggebrauch beim Formen früher Kugeltöpfe. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 8. Oldenburg 1994, 231-236.

BRUMLICH, M., LYCHATZ, B. 2016: Experimentelle Verhüttung von Raseneisenerz mit einem eisenzeitlichen Rennofentyp des Teltow im Museumsdorf Düppel. Journal für Archäologie, Geschichte und Naturkunde des Museumsdorfes Düppel 1, 2016, 58-62.

BRUMLICH, M., LYCHATZ, B. 2017: Trial and Error – ein neuer Rennofenversuch im Museumsdorf Düppel. Journal für Ar-

chäologie, Geschichte und Naturkunde des Museumsdorfs Düppel 2, 2017, 56-61.

CUNNINGHAM, P., HEEB, J., PAARDEKOOPER, R. P. 2008: Experiencing Archaeology by Experiment. Oxford 2008.

FÖRSTER, A. 2016: Die Anlage und Gliederung der Museumslandschaft. Journal für Archäologie, Geschichte und Naturkunde des Museumsdorfs Düppel 1, 2016, 23-27.

GOLDMANN, K. 2016: 40 Jahre Förderkreis des Museumsdorfes Düppel. Journal für Archäologie, Geschichte und Naturkunde, Museumsdorf Düppel 1, 2016, 7-10.

GRAUBAUM, D. 2017: Das Döppler Weideschwein – Schweinehaltung im Museumsdorf Düppel. Journal für Archäologie, Geschichte und Naturkunde des Museumsdorfs Düppel 2, 2017, 62-66.

HEEB, J., RIELO, M. 2016: Besucherevaluierung im Museumsdorf Düppel – Einzugsbereich, Umfrage und Besucherzahlen. Journal für Archäologie, Geschichte und Naturkunde des Museumsdorfs Düppel 1, 2016, 69-76.

HURCOMBE, L. 2015: Tangible and Intangible Knowledge: the unique Contribution of Archaeological Open-Air Museums. EXARC Journal Diges, 2015, 2.

KÜHN, P., U. A. 2003: Teer aus Steinkohle – ein Versuch aus dem 18. Jahrhundert. Experimentelle Archäologie in Europa 2. Bilanz 2003, 125-138.

VON MÜLLER, A. 1998: Museumsdorf Düppel: Lebendiges Mittelalter in Berlin. Förderkreis Museumsdorf Düppel. Berlin 1998.

PLARRE, W. 1990: Potentielle Rückzüchtung eines mittelalterlichen Weideschweines Bongo. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 4. Oldenburg 1990, 158-165.

SÉNÉCHEAU, M., SAMIDA, S. 2015: Living History als Gegenstand historischen Lernens. Stuttgart 2015.

STURM, A. 2015: Jenseits der akademischen Lehre – Einige Thesen zur Quali-

tätssicherung in der Performativen Geschichtsdarstellung. Experimentelle Archäologie in Europa 14. Bilanz 2015, 214-223.

TODTENHAUPT, D., KURZWEIL, A. 1996: Teergrube oder Teermeiler. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 18. Oldenburg 1996, 141-151.

TODTENHAUPT, D., ELSWEILER, F., BAUMER, U. 2007: Das Pech des Neandertalers – eine Möglichkeit der Herstellung. Experimentelle Archäologie in Europa 6. Bilanz 2007, 155-161.

WÖHLER, A. 2009: Flora und Vegetation im Museumsdorf Düppel – eine vergleichende Analyse nach 25 Jahren. Diplomarbeit der Universität Potsdam des Instituts für Biochemie und Biologie 2009.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: Foto: Jochen Möller

Abb. 2: Foto: Julia Heeb

Abb. 3: Foto: Museumsdorf Düppel

Abb. 4: Zeichnungen: Dieter Todtenhaupt

Abb. 5, 7: Foto: Markolf Brumlich

Abb. 6: Graphik: Julia Heeb

Autorin

Dr. Julia Heeb

Stadtmuseum Berlin

Museumsdorf Düppel

Clauerstr. 11

14163 Berlin

Deutschland

heeb@stadtmuseum.de

Guédelon – Experimentelle Archäologie und touristische Attraktion

Julia Häußler

Summary – Guédelon – experimental archaeology and tourist attraction. *Guédelon, an on-going medieval fortress construction site in the western part of Burgundy, is celebrating this year's 20th anniversary. At this place, experimental archeology is practiced every day by a team of craftsmen while visitors and school classes can study their work. The project includes the construction of a castle from the 13th century and a neighboring village, as well as the operation of a grain mill and various workshops. But the real goal is to approach the medieval techniques and working methods, to find solutions and possibilities to the challenges faced by the workers of medieval construction sites. The route is the goal. Since the idea for this project was developed and finally launched in 1997, countless experiences and knowledge have been gained. Other experiences are still waiting to be experienced. This project is not a holistic medieval time journey, but a genuine experimental building site on which a dream comes to life and is mediated with muscular strength, knowledge, experiences and the urge to try and realize.*

Keywords: Experimental archaeology, reconstructing archaeology, Middle Ages, castle, tourism

Schlagnote: Experimentelle Archäologie, Rekonstruierende Archäologie, Mittelalter, Burg, Tourismus

Vor bald 20 Jahren wurde eine Baustelle ganz anderer Art in Frankreich, im Westen von Burgund, ins Leben gerufen. Michel Guyot und Maryline Martin begannen 1997 mit einem Projekt, das zu dieser Zeit einmalig war. Nachdem im Schloss Saint-Fargeau, dessen Besitzer Michel Guyot ist, aufgrund archäologischer und bauhistorischer Untersuchungen eine Burg des 12. und 13. Jahrhunderts innerhalb des renaissancezeitlichen Backstein-Mauerwerks zum Vorschein kam, beschlossen sie, ein Unternehmen zu gründen und eine Burg wie im Mittelalter zu errichten

(MINARD, FOLCHER 2003, 10f.; 15). Unzählige Verwaltungshürden mussten genommen, Gelder herangezogen und ein Team gefunden werden, das sich dieser beispiellosen Aufgabe stellt. Das Projekt startete schließlich mit 4 Millionen Francs und fünf angestellten Mitarbeitern. Die Summe entspricht etwa 600.000 €, womit unter anderem das Areal gekauft wurde (DARQUES 2016, 2; 4).

Das Startkapital der ersten drei Jahre des Projekts bestand aus staatlichen Geldern, EU-Fördermitteln und Geldern verschiedener anderer privater Sponsoren (Mi-

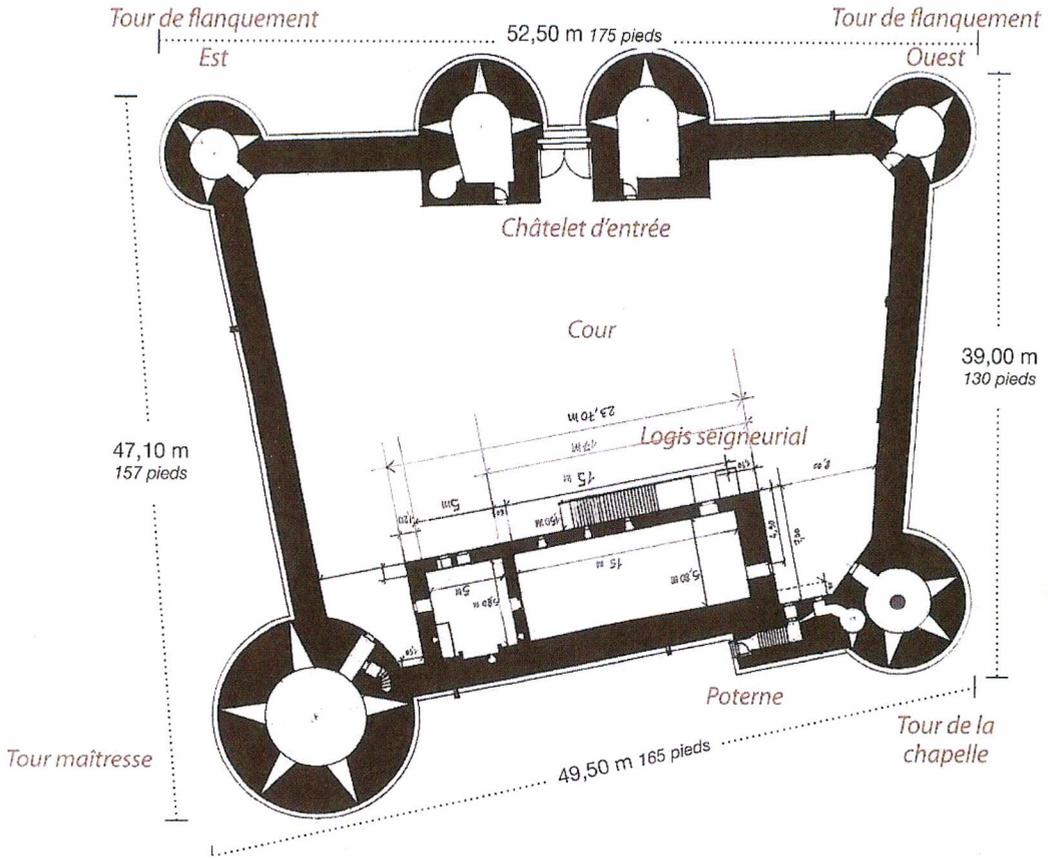


Abb. 1: Grundrissplan nach Jacques Moulin. – Ground plan according to Jacques Moulin.

NARD, FOLCHER 2003, 14). Das Wichtigste war jedoch, einen geeigneten Ort zu finden, an dem die Burg errichtet werden kann. Diesen fanden und erwarben die Initiatoren durch glückliche Umstände in direkter Umgebung. Es handelt sich um ein Areal von etwa 12 Hektar Größe, das einen stillgelegten Steinbruch, einen kleinen Stausee und ein immenses Waldgebiet umfasst. Der Name des Waldes war „Guédelon“ und wurde für das Projekt und die Burg schlicht und ergreifend übernommen.

Das Projekt wurde von Beginn an von einigen Wissenschaftlern und Burgenforschern verschiedener Universitäten und des Inrap (des französischen staatlichen Instituts für Denkmalpflege) unterstützt (MINARD, FOLCHER 2003, 130; 138). So war es auch ein Kastellologe (Burgenfor-

scher) des Inrap, Jacques Moulin, der den Grundplan der Burg für Guédelon entwarf (Abb. 1), welcher der Burg ihre Größe und Struktur innerhalb eines ausgewählten historischen Rahmens gab (MINARD, FOLCHER 2003, 126f.; MARTIN, RENUCCI 2011, 41).

Es wurde entschieden, eine französische Burg der ersten Hälfte des 13. Jahrhunderts zu bauen. Dafür gibt es Gründe. Zum einen kann für diese Zeitepoche auf eine relativ hohe Bandbreite an historischen Quellen zurückgegriffen werden. Zum anderen ist diese Epoche des ehemaligen Französischen Königreichs unter anderem gekennzeichnet durch die Errichtung unzähliger Burgen des gleichen standardisierten Typs; ein Bauboom, der durch König Philipp II. veranlasst worden war (MARTIN, RENUCCI 2011, 28).



© Guédelon - Ph. C. Guérard

Abb. 2: Burg Guédelon aus der Vogelperspektive (Aufnahme vom Jahre 2015). – *Château de Guédelon from the bird's eye view (photo taken from 2015).*

Philipp II., genannt Philipp Augustus, war gewillt, sein mühsam zurückgewonnenes und vergrößertes Königreich gegen die permanente Bedrohung einer englischen Übernahme zu schützen. Um dies zu gewährleisten, ließ er im ganzen Land Burgen errichten, angefangen mit dem Louvre in Paris. Effizient, kostengünstig und schnell sollte gebaut werden. Sein Enkel Ludwig IX., der nur wenige Jahre nach Philipps Tod die Regentschaft übernahm, setzte dieses Vorhaben fort. So entwickelte sich ein absolut standardisierter Burgentyp, den die Historiker und Burgenforscher „philippische Burg“ nennen („château philippien“) (MARTIN, RENUCCI 2011, 20; 22f.; ERLANDE-BRANDENBURG 1982, 595ff.).

Der fiktive historische Kontext von Guédelon setzt die Grundsteinlegung der Burg im Jahre 1228 an, während der Herrschaft Ludwigs IX. Der erste Stein wurde tatsächlich offiziell am 20. Juni 1997 gesetzt. Unter dem ersten Stein vergraben, befinden sich ein Pergament und

eine 10-Franc-Münze, um zukünftigen Archäologen entscheidende Funde zu hinterlassen (DARQUES 2016, 5). Für die Burg waren ursprünglich 25 Jahre Bauzeit angesetzt; dies entspricht nicht mittelalterlichen Verhältnissen, sondern realistischen Gegebenheiten der Baustelle und des Unternehmens.

Guédelon ist eine kleine Burg. Im fiktiven historischen Kontext ist sie die Burg eines Ritters des niederen Adels, der ein Vasall der Familie von Toucy ist, welche in dieser Gegend zur besagten Epoche tatsächlich Untertan des französischen Königs war. Durch das Regal des Königs ist der niedere Ritter von Guédelon autorisiert, eine Burg mit Türmen und einem Graben zu errichten (Abb. 2), ausgestattet mit Grundrechten und den Mitteln juristischer Rechtsprechung innerhalb seines kleinen Territoriums (MARTIN, RENUCCI 2011, 32f.). Für die realistische, aber auch authentische Umsetzung des Vorhabens war ein geeignetes Gelände für den Burgbau von absoluter Wichtigkeit. Auf dem von Gué-

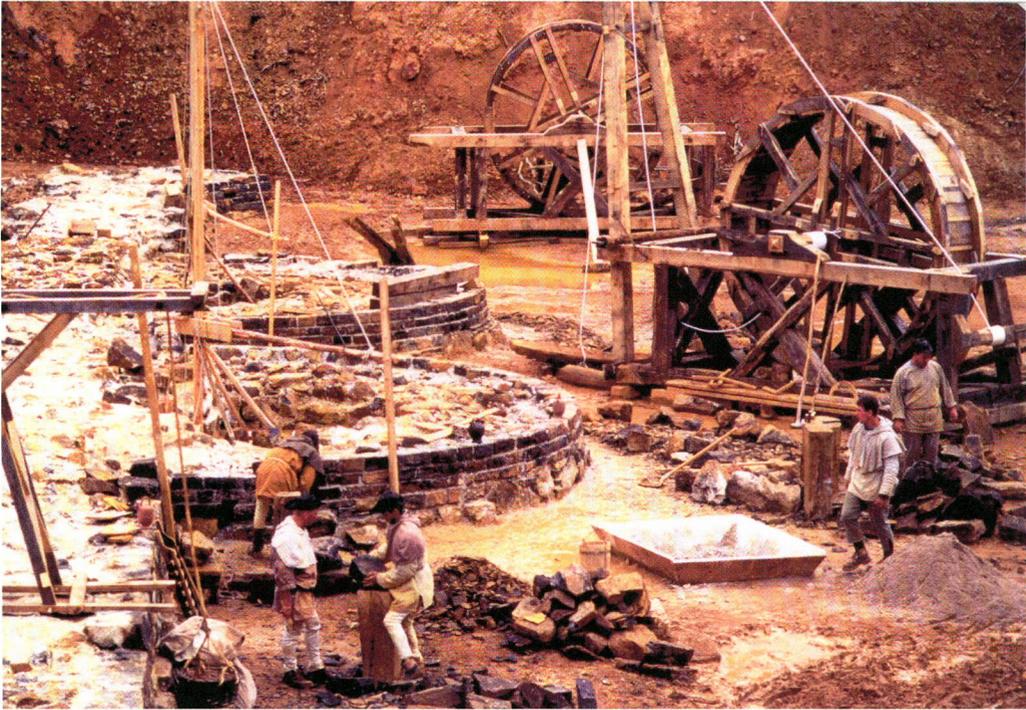


Abb. 3: Baustelle zu Beginn der Bauzeit im Jahre 1998. – Construction site at the beginning of the construction period in 1998.

delon erworbenen Gelände findet sich der Hauptanteil der Materialien, die notwendig sind, um eine mittelalterliche Burg zu bauen (MARTIN, RENUCCI 2011, 42; 44). Der in den 60er-Jahren stillgelegte Steinbruch umfasst ausreichend Steinmaterial. Es handelt sich dabei um Eisenoxyd-haltigen und dadurch sehr harten Sandstein. Der Wald liefert einen Teil des benötigten Holzes, vor allem Eichenholz. Dabei schränkt das moderne Forstrecht die zeitgenössische mittelalterliche Nutzung des Waldes natürlich enorm ein, deshalb muss Holz hinzugekauft werden. Die natürliche Geologie des Geländes liefert außerdem Sand für den Mörtel, Lehm für die Herstellung der Ziegel und Bodenfliesen und Ocker für die Wandmalereien. Wasser ist ebenfalls ausreichend vorhanden. Regelmäßig extrahieren die Schmiede das Eisen aus den besonders harten Schichten des Sandgesteins, dies ist jedoch nur ein Zugewinn. Eisen muss ebenso gekauft werden wie beispielsweise Kalk und Kalk-

stein aus einem benachbarten Steinbruch (MARTIN, RENUCCI 2011, 59).

Im Jahre 1998 öffnete die Baustelle für die Öffentlichkeit. Vom Interesse der Öffentlichkeit war die Zukunft des Projekts von Anfang an abhängig. Dank des guten Projektstarts, der sich trotz schlechter Wetterbedingungen einstellte, vergrößerte sich in diesem Jahr die Zahl der Mitarbeiter von 5 auf 27. Begonnen wurde mit dem Bau der Turmfundamente. Es entstanden der Eingangsbereich mit Scheune und ein Parkplatz. Ebenso wurden die Schmiede, die Werkstatt der Zimmerleute und die der Steinmetze fertig gestellt (DARQUES 2016, 6-7). Die ersten beiden Lastpferde nahmen die Arbeit auf, ebenso wie die beiden Kräne, die von Auszubildenden der Zimmermannsschule in Auxerre nach historischen Vorlagen rekonstruiert wurden (Abb. 3) und die für den Bau der Mauern unerlässlich sind (DARQUES 2016, 7).

Ebenso unentbehrlich für die Baustelle

und den laufenden öffentlichen Betrieb sind selbstverständlich die Angestellten. Dabei handelt es sich weder um Wissenschaftler noch um Pädagogen. Guédelon hat seine Tore von März bis Anfang November für Besucher geöffnet. Während der Saison im Jahr 2015 hatte Guédelon 70 Angestellte, darunter 40 fest angestellte Mitarbeiter und 30 Saisonarbeiter.

Im Allgemeinen kann unterschieden werden zwischen den Handwerkern, die direkt am Bau der Burg beteiligt sind, den Handwerkern, die indirekt an der Baustelle und der Geländebelebung beteiligt sind und den Angestellten der touristischen Unterhaltung, Planung und Organisation. Zu den Handwerksberufen, die direkt am Bau der Burg beteiligt sind, zählen beispielsweise Steinbrecher, Maurer, Steinmetze, Zimmerleute, Ziegler, Schmiede und Fuhrleute. Rund um die Baustelle und für die Geländebelebung gibt es außerdem Seiler, Korbflechter, Färber, Farbpigmenthersteller und Müller. Handwerker, die nur zur Hauptsaison regelmäßig ihr Handwerk darbieten sind beispielsweise Töpfer, Drechsler und Bäcker. Darüber hinaus sind Angestellte am Ticketschalter, an der Eingangskontrolle, in der Boutique, im Büro und natürlich als Besucherführer und Animateure tätig.

Etwa 7 Hektar des Geländes sind für Besucher zugänglich. Dabei können sie zum einen die Burg, den Steinbruch und die umliegenden Werkstätten erkunden. Weitere Werkstätten und die Tiere befinden sich im Dorf direkt neben der Burg, während es zu der im Wald und am Wasser liegenden Mühle ein etwas längerer Weg ist. Auf dem gesamten für Besucher zugänglichen Gelände arbeiten täglich etwa 35 Personen, was für eine mittelalterliche Baustelle natürlich eine vollkommen unrealistische Zahl darstellt. Alle Angestellten von Guédelon sind verpflichtet, neben ihrer handwerklichen Tätigkeit auch Animateure zu sein. Denn obwohl es sich hier um eine reelle Baustelle handelt, ist

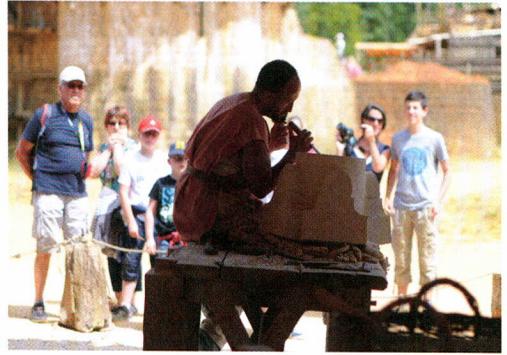


Abb. 4: Steinmetz Jean-Paul bei der Arbeit umgeben von Besuchern. – Stone-mason Jean-Paul at work surrounded by visitors.

Guédelon beispielsweise kein Maurerbetrieb. Das Unternehmen läuft bei der französischen Verwaltung unter der Kategorie „Freizeit-, Attraktions- und Kulturort“ (espace de loisirs, d’attractions et culturels). Die Besucher können bei allem beinahe hautnah und direkt dabei sein. Zur allgemeinen Sicherheit werden gegebenenfalls Barrieren aus Holz, Weidengeflecht oder Kordeln platziert. Die Handwerker sind verpflichtet, ihre Arbeiten auszuführen und gleichzeitig den Besuchern Rede und Antwort zu stehen und sich bei allem auf die Finger schauen zu lassen (Abb. 4). Diese Offenheit, die Teil des Konzeptes ist, kann zu Problemen führen. Beispielsweise verleitet dies Besucher regelmäßig dazu, für ein schönes Foto über Absperrungen zu steigen, Werkzeuge ungefragt zu nehmen oder ihre Kinder die frei laufenden Tiere jagen zu lassen. Andererseits fördert diese Offenheit einen Austausch von Erfahrungen und Erkenntnissen zwischen Handwerkern und Besuchern, der interessant und hilfreich sein kann und letztlich auch Teil der Grundidee und des Projektziels ist.

Im Jahr 2015 empfing Guédelon über 300.000 Besucher während der acht Monate dauernden Saison. Diese Zahl setzt sich zusammen aus etwa 220.000 individuellen Besuchern, 30.000 Besuchern angemeldeter Erwachsenengruppen und

50.000 Schülern angemeldeter Schulklassen. Der Anteil ausländischer Besucher an dieser Gesamtzahl betrug 22.500, Tendenz deutlich steigend. Zum einen spielten für den Anteil ausländischer Besucher die im Jahr 2014 von BBC und ARTE gedrehten Reportagen über die Baustelle eine wichtige Rolle. Zum anderen ist nicht zu leugnen, dass die terroristischen Anschläge in Frankreich der vergangenen Zeit Einfluss haben auf das Besucheraufkommen. Vergangenes Jahr beispielsweise blieb der große Ansturm französischer Besucher zunächst aus, was sich jedoch zu Beginn der Sommerferien normalisierte. Für das kommende Jahr dagegen ist bereits ein enormer Einbruch der Reservierungen amerikanischer Gruppen zu verzeichnen.

Die Besucher kommen aus unterschiedlichen Gründen, um Guédelon zu sehen. Für einige spielt die Ausstrahlung der BBC- und ARTE-Reportagen eine entscheidende Rolle für ihren Besuch. Andere verbringen einen Familientag in Guédelon. Viele Besucher kommen mehr oder weniger regelmäßig, um die Bauentwicklung der Burg zu verfolgen. Nicht zu vergessen ist die hohe Anzahl an Schulklassen und Schülergruppen, die außerhalb der Ferienzeiten den Alltag in Guédelon wesentlich bestimmen. Entsprechend ist das Angebot vor Ort. Für Schulklassen ist das Angebot breiter als für individuelle Besucher oder Erwachsenengruppen.

Ausnahmslos alle Besucher haben die Möglichkeit, an einer Führung teilzunehmen, die über eine Stunde dauert und bis zu 50 Personen umfassen kann. Während der Hauptsaison oder auf Reservierungswunsch werden die Führungen nicht nur auf Französisch, sondern auch auf Englisch, Deutsch und Niederländisch angeboten; auf Nachfrage auch in zwei Sprachen.

Außerdem können individuelle Besucher während eines betreuten Ateliers einen weichen Sandstein behauen oder kleine

Bodenfliesen herstellen, was besonders für kleine Kinder ab 5 Jahren geeignet ist, sich aber auch bei den Erwachsenen großer Beliebtheit erfreut. Das mehr oder weniger liebevoll kreierte Stück darf am Ende mit nach Hause genommen werden. Zusätzlich gibt es für Schulklassen der Mittelstufe ein Atelier, bei dem sie mit mittelalterlichen Mitteln, den gleichen Instrumenten, die für den Bau der Burg benutzt werden, sich geometrischen Aufgaben stellen, wie etwa ein Burgfenster mit Spitzbogen und entsprechenden Maßen zu zeichnen.

Für Schulklassen mit kleinen Kindern werden außerdem zweierlei Arten von Parcours angeboten. Die ganz Kleinen können beim Parcours ‚Stein, Erde, Holz‘ die auf der Baustelle verwendeten Materialien spielerisch erkunden. Der ‚Parcours der Arbeiter‘ findet dagegen auf einem größeren Teil des Geländes und an mehreren Werkstätten statt. Hierbei wird den Klassen zunächst der historische Kontext, die Struktur der Burg, die auf der Baustelle benutzten Maße (Handspann, Elle, Fuß usw.) und andere grundlegende Kenntnisse nahe gebracht. Anschließend suchen die Klassen gemeinsam, aber selbstständig verschiedene Werkstätten der Baustelle auf, wo sie die Arbeit, die Techniken und Werkzeuge erklärt bekommen und Fragen stellen können. Zuletzt haben sie die Gelegenheit, die Modelle eines Dachstuhls und eines Kreuzrippengewölbes nachzubauen. Ein Animateur erläutert die Grundtechniken und hilft gegebenenfalls.

Wer noch näher am Bau, an den Handwerkern und am Geschehen sein möchte, der kann als Helfer (‚bâtisseurs‘) nach Guédelon kommen. Voraussetzung dafür ist ein Mindestalter von 18 Jahren. Nach einem Anmeldeverfahren kann jeder, der möchte, für 5 bis 7 Tage auf der Baustelle mitarbeiten, gemeinsam mit den Zimmerleuten, den Steinmetzen, den Maurern usw. Mehr als 700 „Helfer“ nutzen pro

Jahr diese Möglichkeit. Viele kommen regelmäßig seit unzähligen Jahren und kennen sich inzwischen auf der Baustelle bestens aus. All diese freiwilligen Studenten, Rentner, Handwerker, Ingenieure und andere Interessierte sind letztlich auch Botschafter von Guédelon. Sie sorgen für einen nicht unerheblichen Teil an Werbung durch „Mundpropaganda“ und „Buschtrommeln“. Dazu zählen auch einzelne Praktikanten und ganze Praktikantengruppen, beispielsweise von Maurerschulen, Zimmerleute etc., die unter anderem gemeinsam mit ihren Ausbildern anreisen, um in Guédelon ein Praktikum zu absolvieren.

Praktikanten und freiwillige Helfer können sicherlich die Handwerker vor Ort unterstützen. Sie bedeuten aber auch einen Mehr-Arbeit-Aufwand für die Kollegen, denn auch sie wollen und müssen betreut und angeleitet werden. Dies ist neben den auszuführenden Arbeiten und dem direkten Kontakt mit dem Besucher eine weitere Aufgabe der Handwerker vor Ort.

Das Hauptziel des Projekts und auch der Grund, warum es ins Leben gerufen wurde, lässt sich kurz und prägnant mit „bauen, um zu verstehen“ (*construire pour comprendre*) zusammenfassen (MARTIN, RENUCCI 2011, 27). Die Baustelle war von Anfang an ein Ort des Experiments und der Experimentellen Archäologie. Beim Bau der Burg und allen Einrichtungen und handwerklichen Tätigkeiten auf dem Gelände stellen sich große und kleine Fragen, deren Antworten oder Antwortmöglichkeiten auch für die Wissenschaftler von Interesse sind:

Welche Techniken wurden verwendet? Welche Werkzeuge? Welche Materialien eignen sich? Wie wurden diese verwendet, verarbeitet und ökonomisch sinnvoll eingesetzt? Wie wurde transportiert? Wie viel Zeit benötigte man, um Arbeiten durchzuführen? Wie viel Zeit benötigt man, um einen einzelnen Stein zu behauen? Wie viel Zeit benötigt man, um ein



Abb. 5: Befeuern des Ziegelbrennofens. – *Firing the tile kiln.*

Kreuzrippengewölbe zu konstruieren? Usw.

Um sich diesen Fragen anzunähern, wird zunächst Quellenrecherche betrieben. Dafür werden schriftliche, bildliche und bauhistorische Quellen herangezogen, ebenso wie Publikationen und das Wissen von Archäologen und Historikern (MARTIN, RENUCCI 2011, 38ff.). Guédelon wird von einem wissenschaftlichen Komitee begleitet, das aus 8 Wissenschaftlern verschiedener französischer Universitäten und des Inrap besteht. Dabei handelt es sich um Mittelalterarchäologen, Architekturhistoriker, Bauforscher, Kunsthistoriker und Burgenforscher. Sie sind direkte Ansprechpartner für Guédelon bei Fragen an die wissenschaftliche Welt. Aber auch der Austausch mit Handwerkern aus der Umgebung oder Besuchern kann Lösungsansätze anzeigen, Erkenntnisse und Erfahrungswerte liefern.

Die praktische Ausführung vor Ort verfolgt letztlich das Ziel, das beizubehalten, was zeitgenössisch realistisch ist und funktioniert. Die gesammelten Erfahrungen werden zum Teil schriftlich und zu einem sehr großen Teil fotografisch festgehalten, um nachvollziehbar zu bleiben. Das ganz große Gedächtnis der Baustelle bilden jedoch die Handwerker. Sie geben die Erfahrungen weiter, die gesammelt wurden. Und mit diesem Wissen können sie einschätzen, ob etwas praktisch umsetzbar sein könnte oder nicht.



Abb. 6: Doppelles Laufrad (Kran) für den Bau des Hauptturms. – Double treadwheel crane for the construction of the main tower.

Ganz konkrete Einzelbeispiele für Experimentelle Archäologie in Guédelon sind zahlreich. Bereits die auf der Baustelle verwendeten Maße entstammen einem archäologischen Fund. Bei Ausgrabungen in der benachbarten Burg Ratilly, die im ausgehenden 12. Jahrhundert errichtet wurde, wurde ein Messstock mit eingeritzten Maßen gefunden. Solche Messstöcke waren auf mittelalterlichen Baustellen unentbehrlich, um zu gewährleisten, dass alle die gleichen Maße benutzen. Diese festgelegten Maße für Daumen, Handbreit, Handspan, Fuß, Elle etc. hat Guédelon übernommen (MARTIN, RENUCCI 2011, 37). Sie werden von allen Handwerkern auf der gesamten Baustelle benutzt. Auch die Verwendung mittelalterlicher Instrumente für den Bau, wie beispielsweise das Lot und die Setzwaage zählen zu den grundlegenden Arbeitsmethoden auf der Baustelle.

Die Herstellung mittelalterlichen Kalkmör-

tels war von Anfang an etwas problematisch. Der Mörtel, der entsprechend schriftlicher Überlieferungen gemischt wurde, hielt einfach nicht. Deshalb ließ man chemische Analysen des Mörtels von der bereits erwähnten benachbarten Burg Ratilly durchführen. Damit und mit gesammelten Erfahrungswerten wissen die Maurer, welche Mischverhältnisse und welche Konsistenz der Mörtel haben muss, um ihn für bestimmte Konstruktionsabschnitte verwenden zu können (MARTIN, RENUCCI 2011, 71). Die verwendeten Mörtelmischungen für das Schalenmauerwerk, für die Verfüllung, für die Fenstereinfassungen oder für das Kreuzrippengewölbe unterscheiden sich geringfügig, aber entscheidend. Auch die Umsetzung eines Zweischalenmauerwerks oder einer Mauerverzahnung gehören zu den Beispielen Experimenteller Archäologie.

Vor zwei Jahren wurde gemeinsam mit

zwei Archäologen vom Inrap ein Kalkofen gebaut, um den für den Mörtel benötigten Kalk direkt vor Ort herstellen zu können. Jede größere mittelalterliche Baustelle hatte mindestens einen, wenn nicht sogar mehrere dieser Kalköfen in unmittelbarer Umgebung. Kalk zu brennen dauert mehrere Tage und kann gefährlich sein (DARQUES 2016, 45). Nach nun zwei in Guédelon durchgeführten Kalkbränden ist das Ergebnis zwar sehr zufriedenstellend (der gewonnene gelöschte Kalk kann sehr gut verwendet werden), aber der Brand ist noch nicht optimal. Das Durchbrennen der gesamten Ofenladung war bisher noch nicht erfolgreich. Hier muss noch experimentiert werden.

Bei anderen auf dem Gelände genutzten Öfen kann bereits auf jahrelange Erfahrung zurückgegriffen werden (Abb. 5). Dies gilt zum Beispiel für den Ziegelbrennofen (MARTIN, RENUCCI 2011, 86; 88f.) und den Töpferofen, der ebenfalls gemeinsam mit Archäologen errichtet wurde, aber auch für den Rennofen der Schmiede, mit dem regelmäßig eine sogenannte Reduktion durchgeführt wird. Dabei wird Eisenoxyd aus dem Gestein extrahiert, um schiedbares Eisen herzustellen. Bei all diesen Öfen sind natürlich der Bau und die Struktur äußerst wichtig. Entscheidend für das Resultat ist allerdings immer der Brand, gegebenenfalls das Holz, das Wetter, das Spiel mit dem Feuer und wie der Ofen bestückt wurde.

Erfahrungen ganz anderer Art sammelte Guédelon im Jahre 2003 mit dem Bau und anschließend der Nutzung dreier mittelalterlicher Laufräder direkt vor Ort auf der Baustelle, um die Vorgängermodelle zu ersetzen. Für den Bau der Burg, vor allem der Türme, sind sie unentbehrlich. Die Zimmerleute konstruierten sie mit Bezug auf bildliche Quellen und die wenigen Funde, die existieren. Dabei handelt es sich um zwei einfache Laufräder und ein doppeltes (Abb. 6). Sie müssen stabil, aber zerlegbar sein und zusätzlich den Si-

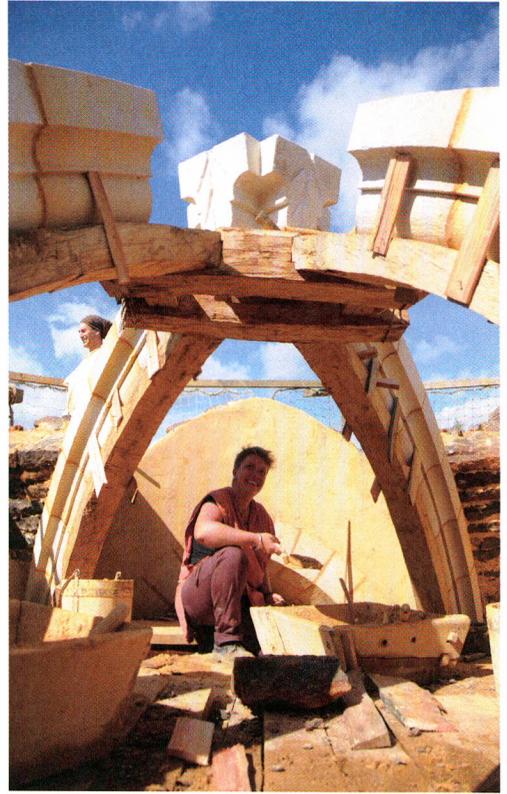


Abb. 7: Kreuzrippengewölbe der Burgkapelle mit stützendem Lehrgerüst. – Crossed rib vault of the castle's chapel with supporting wooden centering.

cherheitsvorschriften des 20./21. Jahrhunderts entsprechen (MARTIN, RENUCCI 2011, 92; 94f.; DARQUES 2016, 19). Beinahe zwei Jahre lang konnten die Laufräder nicht benutzt werden, weil sie den modernen Sicherheitsvorschriften nicht entsprachen. Erst nachdem für jedes eine Bremse angefügt und sämtliche Verwaltungshürden bewältigt worden waren, konnten sie zum Einsatz kommen.

Stolz ist man in Guédelon auf die insgesamt vier Kreuzrippengewölbe. Relativ häufig werden heutzutage Gewölbe repariert und restauriert, jedoch wird äußerst selten eines gebaut. So konnten hier Erfahrungen in vielerlei Hinsicht gesammelt werden, angefangen beim ersten, 2002 errichteten Kreuzrippengewölbe (MARTIN, RENUCCI 2011, 110f), bis hin zum 2015 vollendeten Gewölbe der Burgkapelle

(Abb. 7). Verschiedenste Aspekte der Arbeitsabläufe gehören hier inzwischen zum Erfahrungsschatz – beispielsweise die Errichtung und Entfernung des sogenannten Lehrgerüst, das das Gewölbe während des Baus stützt, die benötigte Arbeitszeit für einen Konsolstein oder einen Schlussstein, der Transport der Steine, das Setzen der Bogensteine und das vertikale Mauern der Verfüllung zwischen den Gewölberippen (DARQUES 2016, 44).

Besondere Erfahrungen sammelte man bisher und sammelt Guédelon immer noch mit der 2014 eröffneten Mühle (Abb. 8). Sie ist die Rekonstruktion einer bei Mulhouse ergrabenen Wassermühle, die ins ausgehende 12. Jahrhundert dendrodatiert wurde. Zwei Jahre lang arbeiteten die Zimmerleute und ihre Kollegen an der Rekonstruktion und dem Bau des Gebäudes, dem Wasserrad und dem Kanal und den zugehörigen Wasserläufen. Die wissenschaftliche Begleitung dieser einmaligen Umsetzung erfolgte durch Archäologen vom Inrap, die die Originalfunde ergraben und dokumentiert hatten (DARQUES 2016, 41). Natürlich gibt es vieles, was im archäologischen Befund überhaupt nicht oder nur spärlich erhalten war. Für die Rekonstruktion mussten daher etliche Puzzleteile hinzugefügt werden, vor allem was beispielsweise die Mechanik der Kraftübertragung betrifft. Bei gutem Wasserstand läuft diese Mühle täglich. Die Müller von Guédelon mussten bereits unzählige Teile reparieren, austauschen oder optimieren. So stellte man beispielsweise fest, dass der Gebrauch einer anderen Holzart für bestimmte Einzelteile der Mechanik in manchen Fällen den entscheidenden Unterschied machen konnte. Auch bei der Stauung und idealen Nutzung des Wassers können die Archäologen nicht helfen. Die Nutzung der Mühle, Trockenheit und Überschwemmung haben zu Erkenntnissen beigetragen, die bei der Errichtung der Mühle in keiner Weise vorhanden waren.

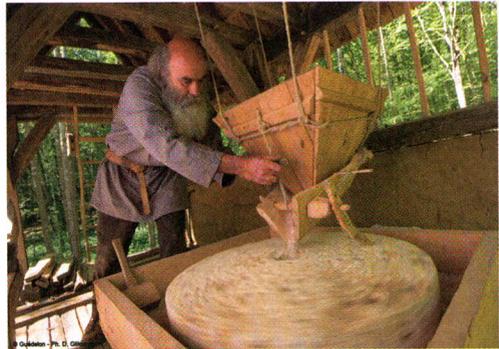


Abb. 8: Rekonstruierte mit Wasser betriebene Getreidemühle des 12. Jahrhunderts. – Reconstructed 12th century water-powered grain mill.

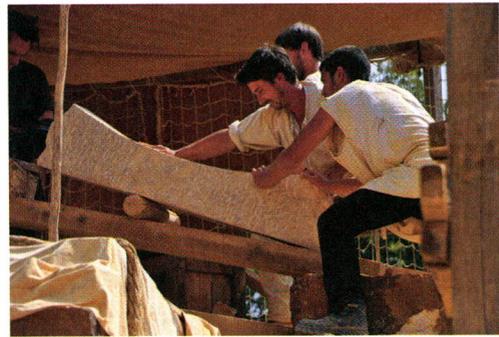


Abb. 9: Transport auf der Baustelle. – Transport on-site.

Vordergründig ganz banale Fragen stellen sich auf der Baustelle aber auch in Bezug auf den Transport der verschiedenen Materialien und fertig gestellten Konstruktionselemente (MARTIN, RENUCCI 2011, 96; 98f.). Wie transportiert man am besten einen fertig gestellten Konsolstein zu seinem Zielort im Gewölbe? Gleiches gilt für Treppenstufen oder Holzkonstruktionsteile und vieles andere. Dabei sind neben pragmatischem Denken auch Sicherheitsmaßnahmen, Teamwork, Pferdestärken oder schlichte Muskelkraft äußerst hilfreich (Abb. 9).

Ganz aktuell, seit vergangener Saison 2016, wird vor den Augen der Besucher mit der Herstellung und Prägung eigener Münzen experimentiert (Abb. 10). Das Resultat kann sich sehen lassen, allerdings müssen manche Arbeitsschritte

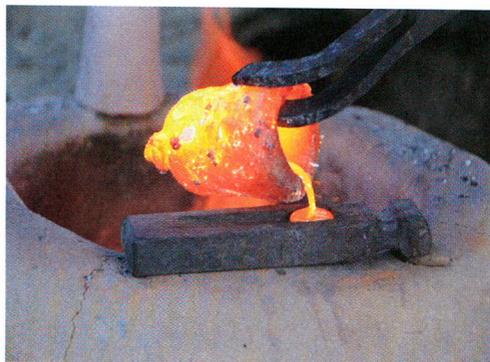


Abb. 10: Gießen eines Rohlings für die Münzprägung. – Casting a blank for coinage.

noch optimiert werden. Dem ersten praktischen Versuch gingen monatelange Recherchen und die Erstellung verschiedener möglicher Entwürfe voraus. Anschließend stellten die Schmiede die verschiedenen benötigten Werkzeuge her und änderten diese nach Absprache mehrmals. Kollegen stellten kleine Blasebalge her und das entsprechende Material für die Metallschmelze musste gefunden werden, ebenso die richtigen Methoden, um die notwendig hohe und langfristige Hitze in der Esse zu erreichen.

In naher Zukunft werden sich noch andere experimentelle Herausforderungen ergeben. Die Frage, was mit den Fenstern der Burg geschehen wird, zählt hierzu. Glas war sehr teuer im 13. Jahrhundert, deshalb ist es nicht realistisch, dass ein kleiner Burgherr, wie derjenige von Guédelon, sich mehr leisten kann als etwa die Verglasung der Kapellenfenster und eventuell die Fenster des Hauptturms. Um der Authentizität gerecht zu werden, müssten die übrigen Fenster mit getrockneter Tierhaut verkleidet werden. Wie setzt man das um? Wird sich das mit dem Besucherstrom vertragen? Diese und andere Fragen werden in den kommenden Jahren noch gestellt und hoffentlich gelöst werden.

Seinen stetig steigenden Bekanntheitsgrad verdankt Guédelon dem Buschfunk, der Mundpropaganda, den freiwilligen

Helfern, den regelmäßig wiederkehrenden Besuchern, aber natürlich auch google, twitter, facebook und dem Medien-Interesse von Sendern wie ARTE und BBC. Aufgrund dieses hohen Bekanntheitsgrades wurde die mittelalterliche Baustelle in Frankreich zu einem Werkzeug ganzer Schulen für die Vermittlung von Geschichte. Die Besucherzahlen und das Interesse, um das Projekt weiter in die Zukunft zu tragen, sind gegeben. Den Traum der mittelalterlichen Zeitreise am Leben zu erhalten, ist im täglichen Geschäft in Guédelon aber nicht nur wichtig für Außenstehende, sondern vor allem auch wichtig für die Belegschaft. Denn es sind sie, die dieses Experiment und diese Zeitreise vermitteln müssen und wollen und sich den Herausforderungen stellen, die noch kommen werden.

Zusammenfassung

Guédelon, eine laufende mittelalterliche Burgenbaustelle im Westen von Burgund, feiert dieses Jahr 20-jähriges Jubiläum. Es handelt sich um einen Ort, an dem tagtäglich vor den Augen von Besuchern und Schulklassen Experimentelle Archäologie betrieben wird. Das Projekt umfasst die Errichtung einer Burg des 13. Jahrhunderts und eines dazugehörigen Dorfes, ebenso den Betrieb einer Getreidemühle und verschiedener Werkstätten. Doch das eigentliche Ziel besteht darin, sich den mittelalterlichen Techniken und Arbeitsmethoden anzunähern, Lösungen und Lösungsansätze zu finden für Herausforderungen, denen sich die Arbeiter mittelalterlicher Baustellen ganz alltäglich stellen mussten. Der Weg ist das Ziel. Seitdem die Idee zu diesem Projekt entstand und es schließlich im Jahre 1997 ins Leben gerufen wurde, konnten unzählige Erfahrungen und Erkenntnisse gesammelt werden. Andere Erfahrungen warten noch darauf, erlebt zu werden. Dieses Projekt ist keine ganzheitliche mit-

telalterliche Zeitreise, sondern eine klar umrissene experimentelle Baustelle, auf der ausschließlich mit Muskelkraft, Wissen, Erfahrungen und dem Drang Machbares zu versuchen und zu realisieren ein Traum gelebt und vermittelt werden soll.

Literatur

DARQUES, T. 2016: Guédelon: How to Build a Castle. Guédelon 2016.

ERLANDE-BRANDENBURG, A. 1982: L'architecture militaire au temps de Philippe Auguste: Une nouvelle conception de la défense. In: R.-H. Bautier (Hrsg.), Actes du Colloque organisé par le CNRS. Paris 1982, 595-603.

MARTIN, M., RENUCCI, F. 2011: La construction d'un château fort: Guédelon. Rennes 2011.

MINARD, P., FOLCHER, F. 2003: Guédelon. Fanatics for a fortress. Geneva 2003.

Abbildungsnachweis

Abb. 1-10: © Guédelon

Autorin

Julia Häußler M.A.

28 Rue du moulin

89480 Coulanges sur Yonne

Frankreich

juliahaeussler@gmx.net

Digitale Rekonstruktion und 3D-Visualisierung der mittelalterlichen Stadt von Schumen (13.-14. Jh.)

Tsvetanka Boneva

Summary – Digital reconstruction and 3D-visualization of the medieval town of Schumen. *This article presents the virtual reconstruction of a mediaeval Bulgarian fortress, which has been fully explored archaeologically. The region of Shumen is one of the most prestigious touristic destinations in Bulgaria. In its territory are located two of the Bulgarian mediaeval capitals – Pliska and Perslav, as well as the world-famous Bulgarian monument from the Early Middle Ages – the Madara Rider. In 2014 the Regional Museum of History in Shumen was awarded with a project by the Municipal Culture Fund – Shumen for a digital visualization of the architecture and the urban planning of the Shumen fortress. With this project, the capabilities of the 3D projecting were used to support the archaeology. 3D documentaries are very popular worldwide among both the specialists and the greater public.*

The 3D film animation shows the fortress walls, a fortification, churches and public buildings, which were an important structural element of the town planning of the mediaeval Bulgarian fortress.

The digital reconstruction was assigned to the Virtual Archaeology club of the High School of Math and Science "Nancho Popovich" in Shumen. Thanks to the efforts of the club members, it is now possible to see what the fortress looked like in the 13th-14th centuries.

Keywords: *Digital, reconstruction, archaeology, Shumen, fortress, visualization, museum, 3D*

Schlagworte: *Digital, Rekonstruktion, Archäologie, Schumen, Festung, Visualisierung, Museum, 3D*

Die Stadt Schumen ist 380 km östlich von Sofia entfernt und liegt 90 km westlich von Varna (Abb. 1). Ihre Gründung und Entwicklung ist mit den Festungen im östlichen Teil des Schumen-Plateaus verbunden. Die berühmte Festung Schumen wurde in der Frühzeit der Antike errichtet und danach noch in der Spätantike, im Frühmittelalter und im Spätmittelalter wie-

der gebaut. Überreste von Siedlungen aus der Bronzezeit und aus der Hallstattzeit (12. Jh. v. Chr.), eine thrakische Siedlung aus dem 5. Jh. wurden entdeckt und danach wurde die Festung von Römern, Byzantinern, Bulgaren und Türken besiedelt und umgestaltet. Wie Pliska und Preslav ist Schumen eine altbulgarische Zitadelle aus dem 7.-10. Jh., die sich als



Abb. 1: Landkarte von Bulgarien und Lage von Schumen. – Map of Bulgaria and location of the city of Shumen.

feudale Burg mit Innenfestung, mit vielen Kirchen und Werkstätten zwischen dem 12. und 14. Jh. entwickelte.

Einige Mitglieder des Teams, das das Projekt „Das Zarenschloss in Veliki Preslav“ mit der finanziellen Unterstützung der Stiftung „Amerika für Bulgarien“ abgeschlossen und den 3D-Film über die mittelalterliche bulgarische Hauptstadt produziert hat (BONEV U. A. 2014), haben im Jahr 2014 erfolgreich Fördermittel des Fonds „Kultur“ der Gemeinde Schumen beantragt. Das Projekt war für eine virtuelle Rekonstruktion der mittelalterlichen Festung von Schumen. Das ist nun auch das neueste Touristenziel in der Stadt – ein 3D-Film, der die alte Stadt aus dem 14. Jh. darstellt. Die Gäste und die Besucher der Stadt haben die Möglichkeit eine unbekannte Architektur zu erleben und eine sehr interessante touristische Attraktion, die auch neu für Bulgarien ist, anzuschauen. Das ist eine Wiedergabe der mittelalterlichen Stadt und gilt als eine Brücke zur Gegenwart. Der Name des

Films ist „Die mittelalterliche Stadt Schumen (12.-14. Jh.)“.

Die bis heute entdeckten archäologischen Denkmäler und die modernen Technologien tragen viel dazu bei, eine digitale Rekonstruktion der Architektur, des Städtebaus, der bestmöglichen baulichen Gestaltung zu verwirklichen (Abb. 2-5). Dank dieser Restaurierung kann man sich jetzt viel besser vorstellen, wie die mittelalterliche Stadt von Schumen aussah – in Einzelheiten sind die Festungsmauer, die Stadtviertel, die Kirchen und andere öffentliche Gebäude zu betrachten. Mit dieser Ausarbeitung hat man einen gesamten Zyklus der Untersuchung, Konservierung und Popularisierung durch verschiedene wissenschaftliche Publikationen einer der bulgarischen Festungen im östlichen Teil des Landes beendet. Die Erforschungen sind ein Zeugnis, dass die mittelalterliche Stadt ein wichtiges und strategisches Kultur- und Wirtschaftszentrum war, das eine große Bedeutung in der historischen Entwicklung Bulgariens



Abb. 2: Die Festung von Schumen. – The Shumen fortress.

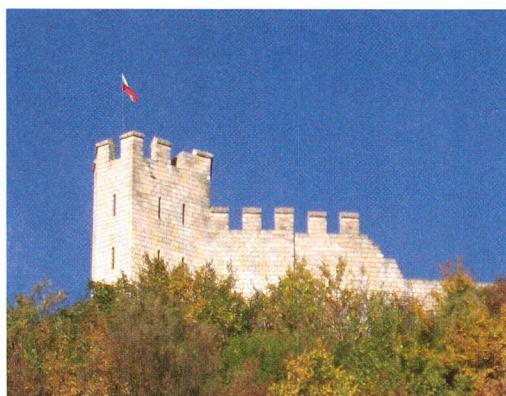


Abb. 3: Der restaurierte südöstliche Turm der Festung. – The restored southeastern tower of the Shumen fortress.

hatte. Heutzutage ist die Festung konser-
viert und renoviert.

Die regelmäßigen archäologischen For-
schungen begannen 1957 unter der Füh-
rung von Wera Antonowa und wurden fast
30 Jahre durchgeführt (Антонова 1995).

Sie zeigen uns, dass da noch eine thraki-
sche Siedlung aus dem 5.-7. Jh. v. Chr.
existierte. Zur Zeit des Römischen Reichs
(2.-4. Jh.) war die Zitadelle ein wesentli-
cher Punkt am Kreuzweg zwischen Duro-
storum – Byzantium und Odessos – Ser-
dica. Während der regen Bautätigkeit des
Kaisers Justinian I (527-565) wurde sie im
5.-6. Jh. eine der wichtigsten Festungen,
die die Pässe zum Balkengebirge vertei-
digte. Nach einer kurzen Unterbrechung
wurde sie im Frühmittelalter (8.-10. Jh.)
reorganisiert und hatte wieder eine stra-
tégische Funktion in der Verteidigung der
heidnischen bulgarischen Hauptstadt
Pliska und später der christlichen Haupt-
stadt Bulgariens Preslav. Der bedeu-
tendste Zeitraum der Entwicklung der
Festung von Schumen ist das Spätmittel-
alter (12.-15. Jh.), als sie eines der wich-
tigsten Stadtzentren des zweiten bulgar-
ischen Staats war. Auf den Ruinen der al-



Abb. 4: 3D-Rekonstruktion der Festungsmauer und des Mitteltors. – 3D reconstruction of the fortress wall and the central gate.

ten Stadt wurden neue Festungsmauern und Türme gebaut. Die Festung wurde erweitert. Das ist auch die Zeit, als eine Errichtung der Fortifikation einschließlich einer Außenbefestigung mit drei Mauern und noch eine kleine Zitadelle in der nord-westlichen Ecke notwendig waren. Diese Zitadelle war nicht nur eine Schutzanlage, sie galt als ein Verwaltungszentrum der Stadt. Dort war auch die Kanzlei des Stadtverwalters. Die Stadt wurde ein Wirtschafts- und Produktionszentrum des mittelalterlichen bulgarischen Staats. Die Festung wurde dicht besiedelt, viele öffentliche Gebäude und neue Kirchen entstanden. Einige der Hauptstraßen mit einer Breite von 2,50 m führten von den Eingängen zu der Zitadelle. 27 Gassen verbinden die Kirchen, die Staubecken und alle anderen Gebäude. Jede Kirche hat einen einzigartigen Architekturplan mit verschiedenen Ausmaßen. Manche sind Basiliken, die bis zum 14. Jh. in der Festung von Schumen verbreitet sind. Nachdem die Stadt im Jahr 1388 von Ali Pa-

scha erobert wurde, spielte die Festung im Jahr 1444 wieder eine wichtige Rolle während des Feldzugs des polnisch-ungarischen Königs Władysław II. Jagiełło. Die Kreuzritter belagerten und zerschlugen die türkische Garnison, aber während der Schlacht wurde die Festung in Schutt und Asche gelegt. Dieses Ereignis war das Ende der Festung.

Die Gründe für die 3D-Visualisierung liegen unter anderem an den Schwierigkeiten bei der Restaurierung der erforschten Denkmäler. Das ist ein langer und komplizierter Prozess, der viele Ressourcen erfordert. Und die virtuelle Rekonstruktion ist eine minutiöse Darstellung der Architektur des archäologischen Objekts, des Milieus und der historischen Epoche. Die ganze digitale Wiederherstellung beruht auf den erhaltenen Überresten und den verfügbaren archäologischen Informationen. Die visuelle Wiedergabe des Stadtplans und der Architektur der öffentlichen Gebäude und Kirchen leistet einen deutlichen Beitrag zu der Popularisation des



*Abb. 5: 3D-Restauration der Festungsmauer und der Innenstadt.
– 3D restoration of the fortress walls and the inner city.*

Objekts. Das ist eine neue Methode der Vorführung der kulturhistorischen Denkmäler und ihre Verwendung ist auch viel günstiger für die meisten Museen. So sind die archäologischen Sehenswürdigkeiten auch verständlicher für die Touristen. Die virtuelle Restaurierung fördert die Vorstellungskräfte der Besucher bei der Wahrnehmung des archäologischen Objekts. Die Kombination zwischen Modelldarstellung und Bildern vom gegenwärtigen Zustand der Überreste hat auch eine deutliche Auswirkung.

Heutzutage liegen vor den Museen viele Herausforderungen wie ungenügende Finanzierung und Fortschritt der Technologien, die sie benötigen, andere Optionen für eine Realisierung zu finden. Für eine erfolgreiche Zukunft brauchen sie eine zahlreiche Zuhörerschaft, um geöffnete und zugängliche Zentren zu werden. Mit dem Kulturerbe verschiedener Zivilisationen, ihrer Geschichte und auch mit unterschiedlichen Ausbildungsprogrammen zusammen werden auch andere Dienstleistungen angeboten. Um die Verbindung mit der Gesellschaft zu erhalten, beginnen immer mehr Museen die moderne Informations- und Digitaltechnik anzuwenden. Die Entwicklung der 3D-Technologien bietet viele Möglichkeiten für eine neue

Darstellung des kulturhistorischen Erbes (BONEVA 2014a). Welcher ist der aktuelle Status der Ausstellungen von 3D-Objekten in den Museen? Zur Zeit ist er ungenügend infolge vieler Probleme wie Mangel an spezieller Technologie für 3D-Aufzeichnungen oder an entsprechender Software. Eine solche Technik steht nur für einige Museen zur Verfügung. In den Zukunftsmuseen werden reale und virtuelle Ausstellungen in Zusammenhang stehen. Die Besucher werden mit Interesse 3D-Filme über die Kultur, Geschichte und die Natur ansehen (BONEVA 2014b).

In Bulgarien gibt es ca. 160 Museen und Galerien, 45 von ihnen von nationaler Bedeutung. Über 7 Millionen bewegliche Kulturgüter werden in diesen Behörden erhalten, 25-30% sind dreidimensional. Es gibt auch über 150 unbewegliche Kulturgüter – Kirchen, Klöster, Überreste von Festungen, archäologische Reservate usw. Die bedeutendsten werden 2D digitalisiert und befinden sich heutzutage im Archiv des Nationalen Instituts für Kulturdenkmäler. Am häufigsten sind sie auch unerreichbar für die Online-Benutzer wegen des Mangels an einem einheitlichen Informationssystem und an einer Gruppen-Software, die eine aktualisierte Datenbank des Kulturerbes und eine auto-

matisierte Verwaltung und Inventarisierung der Sammlungen ermöglichen könnten.

Der Film über die mittelalterliche Festung von Schumen steht jetzt allen Besuchern des Regionalgeschichtsmuseums und des archäologischen Reservats „Die Festung von Schumen“ zur Verfügung.

Literatur

BONEV, S., u. A. 2014: 3D reconstruction and digital visualization of the south of the Royal Palace in Great Preslav. Experimentelle Archäologie in Europa 13. Bilanz 2014, 187-193.

АНТОНОВА, В. 1995: Шумен и Шуменската крепост, Шумен, Антос, 1995.

BONEVA, T. 2014a: Electronic Resources and Informatization as Factors for the Development of the Museums. Virtual Archaeology and Cultural Tourism. Proceedings of the Museum of History Shumen 2014, 801-809.

BONEVA, T. 2014b: Archaeological Monuments, 3D Visualization, Heritage Tourism, III национална конференция по история, археология и културен туризъм „Пътуване към България“, „Епископ Константин Преславски“, 2014.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: Google

Abb. 2-3: Fotoarchiv des Regionalgeschichtsmuseums Schumen

Abb. 4-5: 3D-Film „Die mittelalterliche Stadt Schumen (12.-14. Jh.)“

Autorin

Tsvetanka Boneva

Regionalgeschichtsmuseum Shumen

bul. Slavyanski 17

9700 Shumen

Bulgarien



Jahresbericht

Vereinsbericht der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie (EXAR) für das Jahr 2016

Ulrike Weller

Vorstandsarbeit

Aufgrund der großen Entfernung der Wohnorte und der beruflichen Belastungen der einzelnen Vorstandsmitglieder wurden Details zur Vereinsarbeit per E-Mail oder per Telefon geklärt. So wurde beispielsweise beschlossen, die Jahresschrift in „Jahrbuch“ umzubenennen, da „Bilanz“ sich als missverständlich herausgestellt hatte. Ebenso wurden die Weichen für die Digitalisierung der alten Bände der „Experimentellen Archäologie in Europa“ gestellt. So wurden z. B. die Autoren angeschrieben und um ihre Zustimmung gebeten. Für die Handwerkerbücher wurde ein Konzept entwickelt und eine erste Autorin gewonnen. Auch die Tagungsvorbereitung innerhalb des Vorstands konnte so bewältigt werden.

Zudem fand eine Vorstandssitzung am 1. Oktober 2016 am Rande der 14. Internationalen Jahrestagung der EXAR in Mistelbach (Österreich) statt, wobei der Ablauf der Tagung sowie aktuelle Themen der Vorstandsarbeit besprochen bzw. konkretisiert wurden.

Die Jahrestagung 2016 sollte laut Mitgliederbeschluss in Kooperation mit dem MAMUZ in Mistelbach (Österreich) stattfinden. Die Tagungsvorbereitung erfolgte im Mai 2016 in Mistelbach mit Matthias Pacher und seinem Team. Die gute Zusammenarbeit mit diesen entlastete den Vorstand sehr, die weiteren Vorbereitun-

gen konnten per E-Mail erledigt werden. Die Arrangements für das Get-together und für den Heurigenabend wurden von der Schriftführerin Jutta Leskovar getroffen.

Auch im Jahr 2016 wurden wieder diverse Anfragen an den Vorstand herangetragen und von diesem bearbeitet.

Der Vorstandsvorsitzende Gunter Schöbel nahm auch an Expertenrunden zum Thema Experimentelle Archäologie bzw. Freilichtmuseen teil, ferner wurde ein mehrtägiges Lehrerseminar durchgeführt. Die von den Mitgliedern beschlossene Satzungsänderung wurde beim Registergericht eingetragen. Das zuständige Registergericht ist nun Freiburg im Breisgau, wo der Verein unter der VR 580984 geführt wird.

Direkt nach der Tagung wurde die Bilanz an die Mitglieder verschickt, den Versand an die Abonnenten übernahm dankenswerterweise das Team vom Pfahlbaumuseum.

Zudem wurden für das neue Jahrbuch die Artikel angefordert, redaktionell bearbeitet und das Layout erstellt. Ebenso übernahm der Vorstand wieder die Pflege der Website, während der Facebook-Auftritt nach wie vor dankenswerterweise von Claudia Pingel betreut wird.

Veröffentlichungen

Im Oktober 2016 kam pünktlich zur 14.



Abb. 1: Tagungsteilnehmer in Mistelbach. – Conference members in Mistelbach.

Internationalen Jahrestagung in Mistelbach das 15. Heft Experimentelle Archäologie in Europa, Jahrbuch 2016 heraus. Der Band hat 223 Seiten und beinhaltet vor allem Artikel zu den Vorträgen der 13. Internationalen Jahrestagung auf der Saalburg bei Bad Homburg (Deutschland). Auch im Jahr 2016 wurden die Redaktions- und Layoutarbeiten von den Vereinsmitgliedern übernommen. Bei der Tagung auf der Saalburg anwesende Mitglieder konnten ihre Bücher direkt dort entgegen nehmen, den übrigen wurden sie – wie üblich – im Anschluss an die Tagung zugeschickt. Am Büchertisch im Tagungsbüro wurden neben dem neuen Heft auch die älteren Jahrgänge verkauft. Einige Bände sind mittlerweile vergriffen. Der Verkauf der Bücher läuft während des Jahres über den Webshop des Pfahlbaumuseums (www.pfahlbauten.de), von wo aus auch die Abonnements bedient werden.

Jahrestagung 2016

Die 14. Internationale Jahrestagung der EXAR fand vom 29. September bis 2. Oktober 2016 in Kooperation mit dem MAMUZ Museum Mistelbach/Schloss Asparn (Österreich) statt.

Über 80 Experimentalarchäologen aus Europa trafen sich zum Kennenlernen und zum Erfahrungsaustausch (Abb. 1). An Donnerstagabend fand zunächst ein informelles Treffen statt. An den nächsten beiden Tagen wurden 18 Vorträge gehalten, wovon sich ein Großteil mit Themen aus den Bereichen Experiment und Versuch bzw. Rekonstruierende Archäologie beschäftigte. Weitere Vorträge fielen in die Kategorie „Theorie und Vermittlung“.

Tagungsprogramm am Freitag, 30. September 2016:

Begrüßung/Welcome Prof. Dr. Gunter Schöbel (Pfahlbaumuseum Unteruhldingen), Grußwort/Greeting Dr. Matthias Pa-

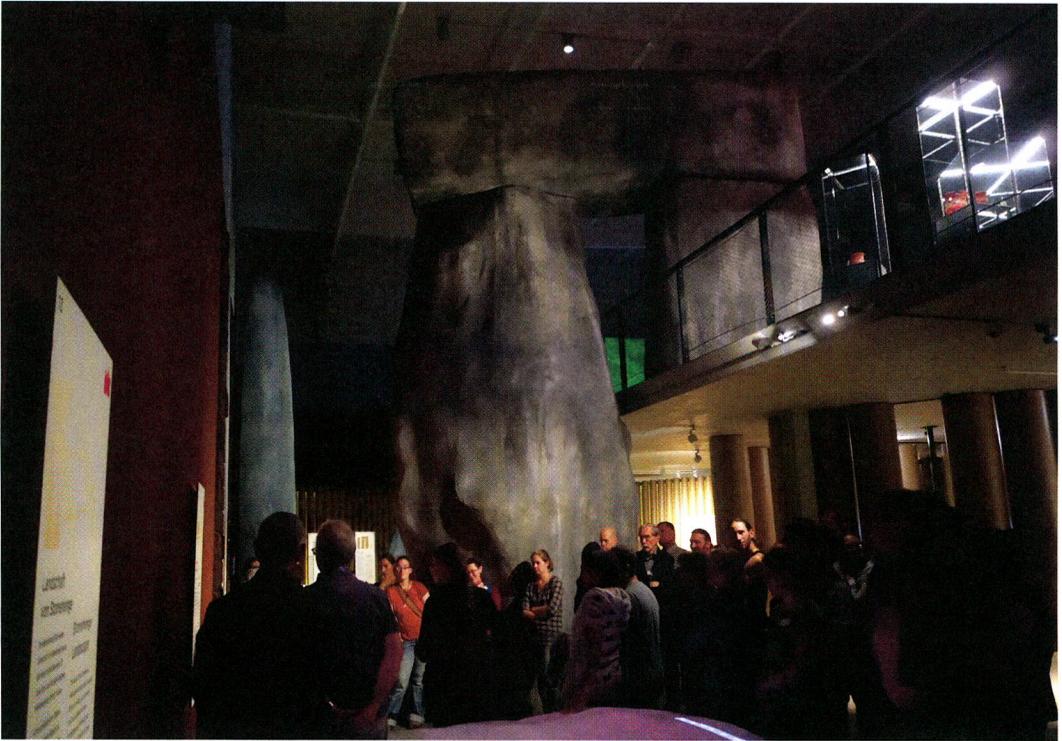


Abb. 2: In der Stonehenge-Ausstellung. – In the Stonehenge-exhibition.

cher (MAMUZ Museum Mistelbach); Wolfgang Lobisser, *Die Geschichte der archäologischen Architekturmodelle im Freilichtbereich des niederösterreichischen Museums für Urgeschichte – MAMUZ – in Asparn an der Zaya von den Anfängen bis zur Gegenwart*; Helga Rösler-Mautendorfer, Bianca Mattl, *Das Welterbedamen-Projekt. Gewandrekonstruktionen für das Oberösterreichische Landesmuseum*; Karina Grömer, Maikki Karisto, *Viele Wege führen zum Ziel: Brettchenwebband Hall-Tex 152 vom Salzbergwerk Hallstatt neu betrachtet*; Rüdiger Schwarz, *Zum Ursprung des Hobels – welche Rolle spielte der „Ascia“-Hobel?*; Tobias Schubert, Michael Zülch, *Virtuelle Rekonstruktion. Anwendung der Computersimulation zur Validierung von archäologischen Kleidungsrekonstruktionen*; Andreas Klumpp, *Zubereitungsformen und Garprozesse in der mittelalterlichen Küche*; Josef Engelmann, Saruyi de Silva, *Vom grünen Stein zum roten Metall – Reduktion von Malachit*

mittels Lungenkraft; Hans Reschreiter, *Experimente im Untergrund – die Annäherung an den prähistorischen Salzbergbau Hallstatt mit Hilfe der Experimentellen Archäologie*; Mathias Mehofer, Ruslan Stoychev, *Ada Tepe – Experimental reconstruction of late Bronze Age gold melting*; Maren Siegmann, *Innenansichten. Glasperlen, vom Loch her betrachtet*; Hannes Lehar, *Puls meets Fast Food Generation*.

Tagungsprogramm am Samstag, 1. Oktober 2016:

Frank Wiesenberg, *Zur Herstellung römischer Rippenschalen*; Matthias Brüstle, *About the relationship of the coin image and the engraving tools*; Helga Rösler-Mautendorfer, Ines Bogensperger, *Plinius und das Bemalen von Textilien. Die entscheidende Rolle der Experimentellen Archäologie zum Verständnis antiker Texte*; Stefan Stadler, *Vom Zinkerz (Galmei) zum Messing im frühmittelalterlichen Ost-*

alpenraum; Stephan Patscher, Sayuri de Zilva, *Der griechische Traktat „Über die hochgeschätzte und berühmte Goldschmiedekunst“ – Edition und interdisziplinärer Kommentar: Vorstellung des Projektes und erste Ergebnisse der experimentellen Evaluierung*; Barbara Rankl, *Der Sarkophaggarten in Ephesos. Bestands- und Zustandsanalyse von 21 Sarkophagen sowie Konservierung und Restaurierung des Amazonenschlachtsarkophags*; Julia Heeb, *Neue Entwicklungen im Museumsdorf Düppel – Stadtmuseum und Freilichtlabor*.

Während der Tagung wurde von Michael Konrad ein Poster über ein Experiment zur Kupferverhüttung in Zusammenarbeit mit dem Schaubergwerk Radmer präsentiert.

Nach den Vorträgen am Freitag wurde eine Führung durch die Stonehenge-Ausstellung angeboten (Abb. 2), danach lud das MAMUZ zum Empfang. Im Anschluss an das Vortragsprogramm am Samstag folgte die Mitgliederversammlung. Am Abend kamen die Tagungsteilnehmer beim Heurigen zusammen. Am Sonntag fand eine Exkursion zum MAMUZ Schloss Asparn statt (Abb. 3), wo Matthias Pacher und Franziska List durch die Ausstellung und Wolfgang Lobisser durch das Freige-lände führten.

Mitgliederversammlung 2016

Die 14. Mitgliederversammlung der EXAR fand am 1. Oktober 2016 am Rande der 14. Internationalen EXAR-Jahrestagung in Mistelbach (Österreich) statt. Die Einladung mit den Tagesordnungspunkten war allen Mitgliedern termingerecht zugeschickt worden. Anträge zur Tagesordnung waren nicht eingegangen.

Der 1. Vorsitzende berichtete über die Arbeit des Vorstandes, dann stellte der Schatzmeister seinen Bericht vor. Finanziell steht der Verein sehr gut da, die Mit-

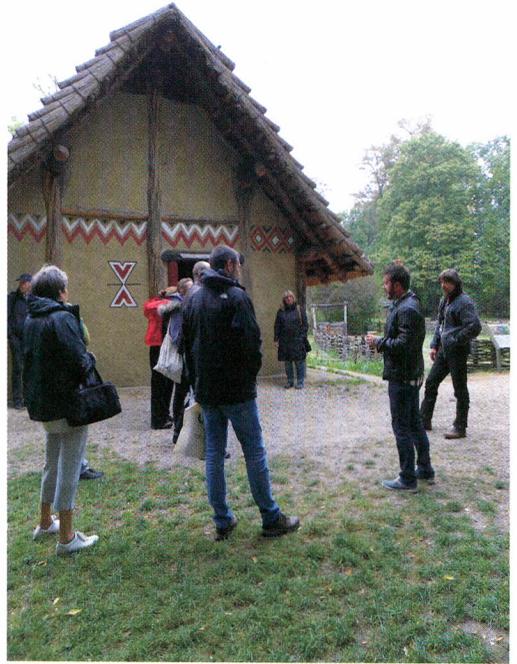


Abb. 3: Führung im MAMUZ Schloss Asparn. – Guided tour at the MAMUZ Schloss Asparn.

gliederzahl hat sich auf 195 (aus 17 Ländern) erhöht.

Die Kassenprüfung ergab keine Beanstandungen. Der Vorstand wurde auf Antrag entlastet.

Für die Tagung 2017 lag eine Einladung vom LVR-Archäologischer Park Xanten vor, die die Mitglieder gerne annahmen.

Abbildungsnachweis:

Abb. 1-2: Gunter Schöbel

Abb. 3: Ulrike Weller

Autorin

Dr. Ulrike Weller
Landesmuseum Hannover
Willy-Brandt-Allee 5
30169 Hannover

Autorenrichtlinien „Experimentelle Archäologie in Europa“

(English version on www.exar.org)

Zur Beachtung: Der Vorstand behält sich vor, Artikel abzulehnen. Redaktionsschluss ist der 31.12. jeden Jahres. Die Druckfreigabe beinhaltet zusätzlich die Freigabe für zukünftige, auch digitale, Veröffentlichungen.

Allgemein: Der eingereichte Text soll 8 Seiten (Times New Roman, 12 Punkt, einfacher Zeilenabstand) inklusive Verschlagwortung, fremdsprachiger Zusammenfassung, Literaturverzeichnis, Abbildungsnachweis, deutscher und englischer Abbildungsunterschriften und Autorenan-schrift nicht überschreiten. Es sollen maximal 10 Bilder eingereicht werden.

Der eingereichte Text soll die endgültige Fassung darstellen. Bei der Autorenkorrektur sind nur kleinere Korrekturen, die nicht in das Layout eingreifen, möglich. Umstellungen im Text, das Verschieben von Textblöcken sowie das Einfügen oder Entfernen ganzer Sätze oder Textblöcke können nicht berücksichtigt werden.

Text

- Manuskripte sind im Fließtext mit dem Programm Word für Windows oder einem vergleichbaren Textverarbeitungsprogramm zu erstellen; keine pdf-Dateien!
- Der Text darf keine Formatierungen (zum Beispiel Spalten), keine Silbentrennungen, keine Kopf- und Fußzeilen, keine Seitenzahlen und keine Bilder enthalten.
- Rechtschreibung nach den Richtlinien der „Reform der deutschen Rechtschreibung“ (Stichtag der Einführung 01.08.1998) und den Modifikationen 2004 und 2006.
- Anmerkungen in Fuß- und Endnoten sind nicht möglich.
- Der Text enthält Hinweise auf die Abbil-

dungen und die benutzte Literatur.

Die alleinige und vollständige Reihenfolge des Beitrages besteht aus

- Zusammenfassung bei deutschen Texten in englischer bzw. bei englischen Texten in deutscher Sprache, die Zusammenfassung soll nicht mehr als 20 Zeilen (DIN A4, Schriftgröße 12 Punkt) lang sein;
- Schlagwortverzeichnis (maximal sechs Schlagworte in Deutsch und Englisch);
- Text;
- Literaturverzeichnis (siehe „Literaturverzeichnis“);
- Abbildungsnachweis (siehe „Abbildungen und Tabellen“);
- Autorenan-schrift;
- Abbildungsunterschriften (siehe „Abbildungen und Tabellen“).

Zitierweise im Text

Zitiert wird nach der so genannten naturwissenschaftlichen Zitierweise: im fortlaufenden Text in Klammern - Autorennamen, gefolgt von Erscheinungsjahr und Seitenangabe.

- Mehrere Seitenzahlen werden durch Semikolon getrennt, ebenso Seitenzahlen bei Abbildungsangaben;
- Unternummern bei Abbildungsangaben stehen nach einem Komma hinter der Abbildungsnummer; mehrere Unternummern, die nicht direkt aufeinander folgen, werden durch Punkt getrennt;
- Anmerkungen sind grundsätzlich zu vermeiden;
- Werden mehrere Werke genannt, sind die Autorennamen durch ein Semikolon zu trennen;
- Werden mehrere Werke eines Autoren erwähnt, ist vor dem Erscheinungsjahr

jeweils der Autorennamen zu nennen;

- Zitate historischer Quellen stehen in Anführungszeichen.

Beispiele

(Möller 1988, 17; Möller 1989, 13-14; 35; Heller 1990, 34; Dietrich 1994, 34, Abb. 1) (Zimmermann 1989, 18-19, Abb. 3,2-5.9; 5,2-5.9, Taf. 35,2-5; 36,3; 40,2-5.9; 88,3).

Literaturverzeichnis

Am Ende des Beitrages ist in alphabetischer Reihenfolge ein vollständiges Verzeichnis der benutzten Literatur nach folgendem Muster zu erstellen:

- Außer „Hrsg.“ (für Herausgeber) dürfen keine Abkürzungen oder Sigel benutzt werden; Zeitschriften- oder Reihennamen sind immer auszuschreiben!
- Die Literatur wird in folgender Reihenfolge angeführt: Nachname (Komma) Vorname abgekürzt (kein Satzzeichen) Erscheinungsjahr (Doppelpunkt), vollständig ausgeschriebener Titel (Punkt). Bei Zeitschriften folgt Titel der Zeitschrift (ohne Satzzeichen) Bandnummer (Komma) Jahrgang (Komma) vollständige Seitenzahl. Bei Monografien folgt ggf. Titel des Sammelbandes (ohne Satzzeichen) und Bandnummer (Punkt) Erscheinungsort (ohne Satzzeichen) Jahr (Komma) vollständige Seitenzahl.
- Mehrere Autoren oder Herausgeber werden durch Komma getrennt. Gibt es mehr als 3 Autoren oder Herausgeber, wird nur der erste genannt, die übrigen Namen werden durch u. a. oder et al. ersetzt.
- Im Literaturverzeichnis soll nur im Text zitierte Literatur aufgeführt werden.

Beispiele

Both, F. 1996: Düna II. Untersuchungen

zur Keramik des 1. bis 14. nachchristlichen Jahrhunderts. Materialhefte zur Ur- und Frühgeschichte Niedersachsens Reihe A 24. Hannover 1996.

Fansa, M. 1983: Die Steingeräte aus den Megalithgräbern in Kleinenkneten, Stadt Wildeshausen, Ldkr. Oldenburg. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland 6, 1983,1-8.

Genrich, A., Peters, H.-G., Schirnig, H. 1977: Vor- und Frühgeschichte. In: H. Patze (Hrsg.), Geschichte Niedersachsens 1. Veröffentlichungen der Historischen Kommission für Niedersachsen und Bremen 36. Hildesheim 1977, 439-541.

Abbildungen und Tabellen

- Abbildungen, Diagramme, Tabellen, Grafiken etc. können in Form von JPEG- oder TIFF-Dateien vorgelegt werden; die Dateinamen sollen den Namen des Autors und die Nummer der Abbildung, Tafel usw. enthalten (z. B. Schöbel Abb1.jpg oder Walter Taf5.jpg)
- Abbildungen dürfen nicht im Text enthalten sein, sondern müssen in getrennten, einzelnen Dateien eingereicht werden;
- Falttafeln können aus Kostengründen nicht angefertigt werden;
- Zu jeder Abbildung, Tabelle, Grafik usw. ist eine Abbildungsunterschrift zu erstellen, die nicht länger als 3 Zeilen (DIN A4, Schriftgröße 12 Punkt) sein darf. Die Abbildungsunterschriften sollen jeweils in Deutsch und Englisch eingereicht werden;
- Die Abbildungsunterschrift besteht aus „Abb.“, laufender Nummer und der eigentlichen Abbildungsunterschrift;
- Bei Fotos von Funden und Repliken sollte ein Maßstab ins Bild eingefügt sein.
- Alle Abbildungsunterschriften sind als

Anhang an den Text zu stellen (siehe „Text“);

- Abbildungen und Abbildungsunterschriften müssen eindeutig einander zugeordnet sein;
- Bilder müssen mindestens 300 dpi und maximal 600 dpi aufweisen, Strichzeichnungen sollten 1200 dpi haben.
- Die Abbildungen müssen in der endgültigen Form eingereicht werden. Wir nehmen keine Bildbearbeitung vor.

Abbildungsnachweis

- Urheberrechtliche Angaben, zum Beispiel Abbildungsnachweise, liegen in der Verantwortung des Autors; der Autor besorgt die ggf. notwendigen Genehmigungen zur (auch künftigen) Nutzung der Abbildung und trägt die eventuell anfallenden Kosten für die Veröffentlichung.
- Abbildungsnachweise sind im Text nach den Literaturangaben und vor der Autorenanschrift aufzuführen; hier ist anzugeben, wer die Abbildung erstellt hat bzw. aus welcher Literatur (Autor, Titel, Jahreszahl, Seitenzahl, Abbildungs- oder Tafelnummer) sie entnommen ist.

ISBN

978-3-944255-10-1