EAS ANZEIGER
AES BULLETIN
EAS NEWS

2020

Impressum

EAS
Experimentelle Archäologie Schweiz

AES
Archéologie Expérimentale Suisse

Der Anzeiger ist das Mitteilungsblatt des Vereins Experimentelle Archäologie Schweiz (EAS/AES). Zweck des Anzeigers ist der Austausch von Erfahrungen bei der Beschäftigung mit ur- und frühgeschichtlichen Techniken oder der Vermittlung archäologischer Inhalte mit Hilfe von Repliken. Ausserdem wird über laufende oder abgeschlossene Projekte im Bereich der Experimentellen Archäologie informiert.

Wir freuen uns, die 24. Ausgabe des Anzeigers präsentieren zu können. Die einzelnen Beiträge wurden von unseren Mitgliedern eingereicht und sind ungekürzt uübernommen worden. Die Autoren besitzen das Copyright auf Text und Bilder. Wo nicht angegeben, stammen die Abbildungen von den Autoren selbst.

Besonderer Dank gebührt allen Autorinnen und Autoren!

Der Vorstand der EAS/AES setzt sich zum Zeitpunkt der Herausgabe dieses Anzeigers aus folgenden Mitgliedern zusammen:

Präsident:
Claus Detreköy, Bern

Aktuarin/Sekretariat:
Regula Herzig, Pfyn

Kassierin:
Stefan Fankhauser, Rupoldsried

Beisitz:
Alex R. Furger, Basel,
Kathrin Schäppi, Beggingen

Die Arbeitsgemeinschaft weist zur Zeit einen Bestand von 80 Mitgliedern (Einzelpersonen und Institutionen) auf.

Herausgeber:
EAS/AES, 2020
Gestaltung: Kathrin Schäppi
Redaktion und Korrektorat:
Alex R. Furger

Adresse:
EAS-AES Sekretariat
Regula Herzig
CH-8506 Pfyn
mail@eas-aes.ch

Postkonto 90-156293-2
Mitgliederbeitrag
Einzelmitglied Fr. 25.-,
Gruppen Fr. 50.-
www.eas-aes.ch
mail@eas-aes.ch

Titelbild: Max Krummenacher

Inhalt

Vereinsmitteilungen | Communications
Jahresbericht 2019 2
Mitgliederausflug 4

Forschen und Experimentieren
Recherche et expérimentation

Hartlöten in der Antike – Vor Kenntnis des Borax 6
Max Krummenacher

Probiersteine auf dem Prüfstand 14
Alex R. Furger

Rekonstruieren und Replizieren
Reconstructions et répliques

«Ötzis» Riemenbündel mit Kalksteinscheibe 19
Anne Reichert

Erleben und Begreifen
Médiation culturelle

ExperimentA – Verein für Experimentelle Archäologie 23
Jahresbericht 2019
Julia Bucher et.al.

Porträt | Portrait
Interview mit Anne Reichert 26
Alex R. Furger

Publikationen | Publications 28

Jahresbericht 2019

Claus Detreköy

Das Vereinsjahr 2019 begann an der Generalversammlung in den Räumlichkeiten des Museums Burghalde in Lenzburg. Nach einer anregenden Führung von Jonas Nyffeler durch das umfassend renovierte Museum mit der neu konzipierten Dauerausstellung standen an der Versammlung vor allem personelle Veränderungen an. Mit Stefanie Steiner-Osimitz, Karine Meylan und Franziska Pfenninger verliessen drei Personen den Vorstand, welche unseren Verein zum Teil über viele Jahre hinweg mitgestaltet und geprägt haben. Die Mitglieder dankten es ihnen mit einem herzlichem und langanhaltendem Applaus.

Neu in den Vorstand gewählt wurden drei Persönlichkeiten mit grosser Erfahrung und Kompetenz in der Experimentellen Archäologie: Regula Herzig hat «Klassische Archäologie» studiert und beurteilt als gelernte Töpferin Funde antiker Keramik umfassend und kompetent aus ihrem Herstellungskontext heraus. Sie führt Experimente zur Reproduktion antiker Keramik durch und integriert handwerkliches Wissen in archäologischen Auswertungen. Stefan Fankhauser färbt Stoffe und Garne aus Wolle, Seide und anderen tierischen Fasern nach historischen Vorlagen. Er betreibt Living History in Museen und an historischen Handwerksveranstaltungen und bringt damit Kompetenz im Bereich Reenactment in den Vorstand. Als dritte Person bereichert Alex R. Furger, Dr. phil. in Ur- und Frühgeschichte, den Vorstand. Nach langen Jahren der Beschäftigung mit allen Epochen hat er sich je länger je mehr auf die Geschichte der Metallverarbeitung fokussiert. Er möchte hierbei unter anderem wissen, aus welchen Rohmaterialien und mit welchen Techniken Funde hergestellt sind und probiert deshalb metallverarbeitende Methoden aus, deren Spuren er am Fundgut beobachten kann.

Im Rahmen des Vereinslebens hatten die Mitglieder am 8. Juni 2019 die Gelegenheit, den Campus Galli und das Freilichtmuseum Heuneburg zu besichtigen. «Das hat wirklich grossen Spass gemacht!», fassten die Teilnehmenden den erlebnisreichen Tag zusammen. So zeigte die Führerin am Campus Galli begeistert, wie mit den Mitteln des 9. Jahrhunderts ein Kloster auf der Grundlage des St. Galler Klosterplans erbaut wird und im Freilichtmuseum Heuneburg tauchten die Besucher in die lebendige Welt einer keltischen Stadt ein. Selbstverständlich kam am «Mitgliedertag 2019» auch der historisch passende kulinarische Genuss nicht zu kurz.

«QUO MODO FACTVM EST» lautete der Titel der Ausstellung in der Universitätsbibliothek Basel über das römische Handwerk im archäologischen Experiment, zu deren Vernissage und Finissage die Mitglieder von «Experimentelle Archäologie Schweiz» explizit eingeladen waren. Die Ausstellung präsentierte Originalfunde und Repliken aus dem Nachlass von Alfred Mutz, der sich — ausgehend von den Bearbeitungsspuren — insbesondere mit der Rekonstruktion römischen Handwerks beschäftigte und in seinem Wirken als «Brückenbauer zwischen Archäologie und Technik» grosse Anerkennung gewann.

Auch die Gesamtentwicklung von EAS war im Vereinsjahr 2019 wiederum Thema. So sind mittlerweile sieben Jahre vergangen, seit die Mitglieder an der Generalversammlung die «Strategie 2025» festlegten. Zusammengefasst setzt sich diese zum Ziel, die Experimentelle Archäologie in ihrer ganzen Breite als Teilbereich der Archäologie in Forschung, Lehre und Vermittlung zu verankern. Seither gelang es, die EAS-Organisation und unseren Auftritt zu professionalisieren. Die Vernetzung des Vereins wurde verbessert und neue Angebote geschaffen. Gleichzeitig waren die Bemühungen zu Schaffung einer «Fachstellestelle für Experimentelle Archäologie» leider erfolglos.

Der neu zusammengesetzte Vorstand diskutierte an mehreren Sitzungen die bisherige und die künftige Umsetzung der «Strategie 2025». Vor dem Hintergrund der begrenzten zeitlichen Möglichkeiten der Vorstandsmitglieder und der nicht sehr zahlreichen Impulse seitens der Mitglieder wurde rasch deutlich, dass eine sorgfältige Prioritätensetzung notwendig ist. Es stellte sich daher die Frage, welche Ziele und Aktivitäten nebst der regulären Vereinstätigkeit für unseren Verein und für die Experimentelle Archäologie in der nächsten Zeit besonders wichtig sind. Das Ergebnis einer breiten Auslegeordnung waren drei Schwerpunkte und hierbei kommt der für 2021 geplanten Tagung des «Netzwerks Archäologie Schweiz» zur Experimentellen Archäologie besondere Bedeutung zu. Die Tagung stellt aus der Sicht des Vorstands eine wunderbare und wichtige Chance dar,

Abb. 1 Der Vorstand der eas-aes: v. l. Regula Herzig, Stefan Fankhauser, Claus Detreköy, Kathrin Schäppi, Alex R. Furger.

einem breiten Fachpublikum die Experimentelle Archäologie in ihrer ganzen Vielfalt und mit ihren zahlreichen Möglichkeiten darzustellen. Hierbei sehen wir uns als Mitorganisator und gesamtschweizerischer Verein selbstverständlich in einer besonderen Verantwortung, welche für die Experimentelle Archäologie und EAS unbedingt genutzt werden muss.

Die beiden anderen strategischen Schwerpunkte betreffen unsere Publikationen und den Vorstand. Eine neue Serie von EAS-Sonderheften zu einzelnen Themen, experimental-archäologischen Tätigkeitsbereichen, Ausstellungen oder Anlässen soll die jährlichen «Anzeiger» ergänzen. Die Finanzierung muss durch die Autorenschaft sichergestellt sein; EAS bietet den Rahmen und unterstützt die beteiligten Personen redaktionell. Und schliesslich, der dritte Schwerpunkt, möchte der Vorstand seine Kapazität und fachliche Breite stärken durch die Erweiterung des Gremiums um ein bis zwei Personen.

Wir sind unterwegs, Schritt für Schritt, gemeinsam. Das wird spürbar durch das Vertrauen vieler treuer Mitglieder. Herzlichen Dank!

Claus Detreköy, Präsident

Rapport annuel 2020

Le président de l'association « Archéologie expérimentale Suisse AES fait part du renouvellement du comité, pour lequel nous avons dû trouver trois nouvelles personnes. En 2019, nous avons organisé une excursion pour les membres de l'association au Campus Galli ainsi que sur le site de la Heuneburg. L'assemblée générale, quant à elle, s'est tenue au Musée Burghalde à Lenzburg et a été suivie d'une visite guidée de l'exposition dédiée à la Préhistoire. En outre, nous avons été invités à deux reprises à la Bibliothèque universitaire de Bâle dans le cadre d'une exposition temporaire consacrée à l'archéologie expérimentale de l'artisanat romain. Le comité a mené des réflexions approfondies sur les possibilités de publication, les stratégies et les priorités pour les années à venir. *(traduction Karine Meylan)*

Mitgliederausflug

Regula Herzig

Der Vereinsausflug für unsere Mitglieder führte 2019 nördlich des Bodensees, zuerst in das «mittelalterliche» Campus Galli (Bau eines Klosters auf Grundlage des St. Galler Klosterplans) bei Messkirch und anschliessend in das «keltische» Freilichtmuseum Heuneburg bei Hundersingen.

Bei strahlendem Sonnenschein fuhren wir am Morgen des 8. Juni 2019 in Schaffhausen mit dem Mobility los – komfortabel chauffiert von Kathrin Schäppi – Richtung Campus Galli. Dort wurden wir freundlich in Empfang genommen von Frau Barbara Löchel, unserer Führerin, die wie fast alle anderen Mitarbeiter des Campus Galli ehrenamtlich tätig ist. Frau Löchel führte uns fast zwei Stunden lang durch das Gelände und wusste sowohl Spannendes und als auch Erheiterndes zur Entstehung des eindrücklichen Museums unter freiem Himmel zu erzählen, wo Handwerker und Ehrenamtliche mit den Mitteln des 9. Jahrhunderts ein Kloster auf der Grundlage des St. Galler Klosterplans erbauen. «Menschen zeigen was Menschenhände erschaffen haben», sei ihr Leitmotiv, sagte sie uns strahlend (Abb. 1). Die Begeisterung und Freude, Teil eines solchen Projekts sein zu dürfen, war deutlich spürbar.

«Fast alles auf dem Campus Galli wird selber von Hand gefertigt und möglichst auf ursprüngliche Weise», erklärte Frau Löchel. Doch: «Das bringt so seine Freuden und Tücken mit sich und setzt auch mancher Unternehmung Grenzen.» So etwa gelang der Bau der Holzkirche gut und alle Mitwirkenden waren bei der Fertigstellung förmlich überwältigt davon, was sie zusammen erreicht hatten (Abb. 2). Der Guss der Bronzeglocke für den Glockenturm neben der Kirche glückte hingegen erst beim dritten Anlauf, doch ihr heller Klang ist nun auf dem ganzen Gelände zur Mittagszeit «ein Vaterunser lang» zu hören. Wir erfuhren auch, dass sich das Arbeiten mit den traditionellen Holzschuhen wegen der Unfallgefahr als zu riskant erwiesen hatte und dass die Dachdecker unter ihrem dekorativen Strohhut aus Sicherheitsgründen einen Sturzhelm bei der Arbeit zu tragen haben. Geschickt werden so die Anforderungen des 21. Jahrhunderts in die Arbeitssituationen integriert. Ein weiteres Beispiel hierfür: Bei der Rekonstruktion der Küche wechseln sich Lehmverputz und Flechtwerk ab mit einer hygienisch einwandfreien Chromstahlspühle.

Vielen Handwerkern konnte bei der Arbeit zugeschaut werden. Auch hier war gut zu sehen, wie an einem Ort viel gelang, während an einem anderen noch einiges hinzuzulernen war. Da gab es die Verarbeitung der Wolle – vom Färben übers Spinnen bis zum Weben, die Korbflechterei, die Seilerei, die Schindelmacherei, die Küferei, die Töpferei, den Steinmetz, Zimmerleute bei der Arbeit. Das Dachdecken mit Stroh wurde erklärt, ebenso das Anlegen eines Kräutergartens und eines

Abb. 1

Abb. 2

Abb. 3

Abb. 4

Obstgartens, um nur einige Beispiele zu nennen.

Hungrig und auch neugierig, was es denn mit dem «Dennetle», das auf dem Menü stand, auf sich habe, begaben wir uns nach der Führung zum Mittagstisch unter freiem Himmel und genossen diese «mittelalterliche Version einer Pizza». Wer der Sache nicht ganz traute, wählte den Linseneintopf mit deftiger Wurst.

Nach dem Essen stand noch genügend Zeit zur Verfügung, um sich individuell umzusehen oder an den beiden Souvenirständen Einkäufe zu tätigen. Der Renner beim Shoppen war die süsse Versuchung in Form von «gezuckerten Spatzenhirnen».

Anschliessend ging es weiter mit dem Auto zum Freilichtmuseum Heuneburg. Unter der Leitung von Frau Ulla Speh-Schmitt besichtigten wir zunächst vier Hügelgräber in der Umgebung. Danach gingen wir über das Gelände und die Wehranlage des ältesten namentlich erwähnten Ortes Deutschlands – der Keltenstadt Pyrene – die hoch über der Donau liegt und von der aus sich eine eindrückliche Sicht über die Ebene bis zu den Alpen bietet (Abb. 3).

Nebst dem rekonstruierten keltischen Herrenhaus, das ein kleines Museum beherbergt, gab es auch Wohnhäuser und Werkstätten zu besichtigen, alles in Betrieb und belebt von zeitgemäss gekleideten Mitarbeitenden. Auch hier war man mit Eifer und Freude bei der Arbeit und gerne bereit, Einblicke zu geben in die Lebenswelt der Kelten. So wurde ich in einem Wohnhaus beim Betrachten eines Bettes von der zuständigen Mitarbeiterin freundlich aufgefordert: «Legen's sich doch einfach mal da rein»!

Zu bewundern war nebst einem «Kelten», der die Anlage zu Pferd überquerte, auch die Herstellung von Ringpanzerhemden oder der Gebrauch von Wurfschleudern. Keramik wurde getöpfert, Schuhe genäht, es gab eine kleine Schmiede und eine Frauengruppe spann im Freien in traditioneller Kleidung (mit Gürtelblechen) Wolle. Die Frage, ob Gürtelbleche bequem seinen, wurde lakonisch beantwortet: «Ja, wenn sie passen».

Pünktlich um 17:00 Uhr wurden wir aufgefordert, die Anlage zu verlassen (Abb. 4), was sowohl die Shoppingtour abrupt abbrach als auch das Bienenstichessen hungriger Mitreisender erheblich beschleunigte und das abschliessende Kaffeetrinken sozusagen verunmöglichte.

Dennoch guter Dinge machten wir uns nach dem gelungenen Tag auf den Heimweg, wo bereits für den nächsten Mitgliederausflug vom 13. Juni 2020 neue Pläne geschmiedet und über mögliche Reiseziele geplaudert und geträumt wurde: Hallstatt? Bozen? Guédelon? Gizeh!!

Es hat wirklich grossen Spass gemacht!

Excursion des membres de l'EAS-AES 2019

L'excursion organisée pour nos membres en 2019 nous a menés au nord du lac de Constance. Une première escale « médiévale » nous a conduit au Campus Galli (reconstruction du monastère de Saint-Gall) près de Messkirch, une seconde, « celtique », au musée en plein air du site de la Heuneburg près de Hundersingen. Le Campus Galli propose la reconstruction, selon le plan du monastère de Saint-Gall, d'un monastère du 9ème siècle, étape par étape en ayant recours à de nombreuses installations et en utilisant les techniques de l'époque. Sur la Heuneburg, un musée en plein air situé dans un paysage bucolique a été aménagé sur le site d'une importante résidence princière de l'époque de Hallstatt. *(traduction Karine Meylan)*

Hartlöten in der Antike – vor Kenntnis des Borax

Max Krummenacher

Beim Hartlöten müssen die Werkstücke oxidfrei sein, damit eine gute Verbindung zustande kommt. Verschiedene mögliche antike Flussmittel wurden auf ihre Funktionstüchtigkeit im Lötprozess überprüft.

Vorbemerkung

Die hier abgedruckte Arbeit ist eine Matura-Abschlussarbeit aus dem Gymnasium Oberwil/BL[1]. Max Krummenacher hatte sich auf der Themensuche an den Vorstand der EAS gewendet, da er «etwas im Bereich der experimentellen Archäologie machen möchte». Auf verschiedene Themenvorschläge von EAS-Mitgliedern hat er sich auf meine Anregung hin für die «Antioxidantien» (reduzierende Flussmittel) entschieden, die im antiken Metallhandwerk eine wichtige Funktion beim Schmelzen im Tiegel und beim Hartlöten hatten. Der historisch allgegenwärtige Borax war bei uns vor dem Spätmittelalter jedoch nicht bekannt. Mit welchen Flussmitteln beim Hartlöten[2] in frühen Epochen zu rechnen ist, zeigt der folgende Artikel.

Alex R. Furger

1 Die Projektbetreuung übernahmen in dankenswerter Weise die Lehrer Markus Zürcher (Geschichte) und Dieter Winistörfer (Chemie).
2 Wolters 1975.

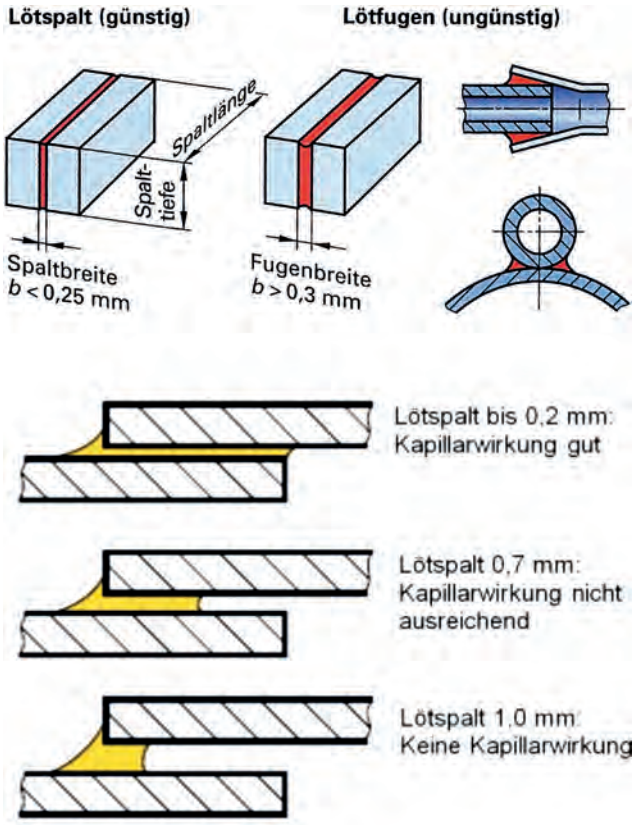


Abb. 1 Lötspalt und Lötfuge.

Abb. 2 Die Diffusionszonen. G: Grundwerkstoff (Kupfer, Bronze usw.); L: Lot. Bei der Diffusionszone DL diffundiert der Grundwerkstoff in das flüssige Lot und bei DG umgekehrt. Beim Abkühlen bleiben diese Schichten bestehen und die Werkstücke sind über diese stoffschlüssig verbunden.

Einleitung

Technik

Das Löten beschreibt einen thermischen Fügeprozess, mit welchem zwei metallene Werkstücke durch ein Lot, meist eine Legierung, verbunden werden. Das Hartlöten bezeichnet das Löten bei Temperaturen von über 450 °C.

Die Werkstücke werden beim Löten nicht aufgeschmolzen, sondern nur das Lot. Wenn die Werkstücke auf schwache Glut erhitzt sind, wird das (niedriger schmelzende) Lot flüssig und fliesst in den Spalt zwischen den Werkstücken, in den so genannten Lötspalt (Abb. 1), und verbindet sich dort mit dem Metall (Abb. 2). Damit diese Verbindung zustande kommt ist es wichtig, dass die Oberflächen sauber und vor allem frei von Oxiden sind. Deshalb werden vor dem Verbinden der Werkstücke deren Oberflächen angeschliffen. Dieser Schritt entfernt einen grossen Teil der Oxidschicht, beim Erhitzen reagiert das Metall aber mit dem Luftsauerstoff und bildet eine neue Oxidschicht. Um diese zu entfernen und das Bilden einer neuen Oxidschicht zu verhindern, wird ein Flussmittel verwendet. Flussmittel sind Stoffe, meist anorganische Salze, die beim Löten vor dem Erhitzen in Form einer Paste, einer Suspension oder einem Pulver auf die Lötstelle aufgetragen werden. Das Flussmittel schmilzt bei einer niedrigeren Temperatur als das Lot und wird so in den Lötspalt gezogen. Im Lötspalt löst es die Oxide auf der Oberfläche der Werkstücke und liegt dann auf den Oberflächen im Lötspalt und schliesst sie so vom Luftsauerstoff ab und verhindert, dass die Oberflächen oxidieren. Wenn das Lot flüssig wird, wird es durch die Kapilarkraft in den Lötspalt gezogen und verdrängt dort das Flussmittel.

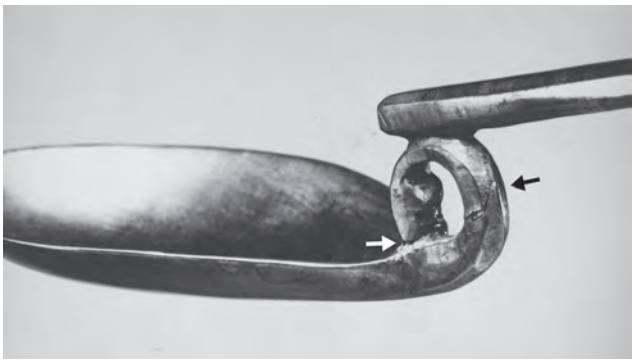


Abb. 3 Antiker Silberlöffel (Ausschnitt) mit Reparatur-Lötung, 4. Jh. n. Chr.

In der Antike

Da es wohl Funde (z. B. Abb. 3), aber leider keine antiken schriftlichen Quellen zum Lötprozess gibt und ich keine modernen Analysen von Loten gefunden habe, musste ich ein Rezept von Theophilus Presbyter aus dem 12. Jahrhundert zum Hartlöten von Kupfer als Grundlage nehmen[1]. In diesem wird eine Silber-Kupfer-Legierung mit dem Mischverhältnis 2:1 als Lot verwendet. Als Flussmittel wird – ebenfalls nach Presbyter – eine Paste aus Wasser, Kochsalz und gebranntem Weinstein verwendet. Den gebrannten Weinstein stellt man aus Weinstein her (Abb. 6). Weinstein (Kaliumhydrogentartrat und Kalziumtartrat) ist ein schwer lösliches Salz, das bei der Herstellung von Wein als Abfall ausfällt, in der Flasche oder im Glas erkennt man es als Satz. Der Weinstein wird in ein Tuch eingewickelt und ins Feuer gelegt und erst wieder herausgenommen, wenn kein Rauch mehr aufsteigt. In seinem Rezept schreibt Theophilus, man solle erst das Flussmittel, dann das Lot in Form von Feilspänen (Abb. 7) auf die Lötstelle auftragen. Das zu lötende Objekt wird dann ins Feuer gelegt und erhitzt. Wenn die Verbindung nicht zustande gekommen ist, werden die Schritte wiederholt.

1 T. Presbyter, Schedula diversarum artium (um 1070–1125), zitiert nach Brepohl 1987), 104–105.

Abb. 4 Die in den Experimenten verwendete Pottasche als Flussmittel: links: experimentell hergestellt; rechts: synthetisches Produkt.

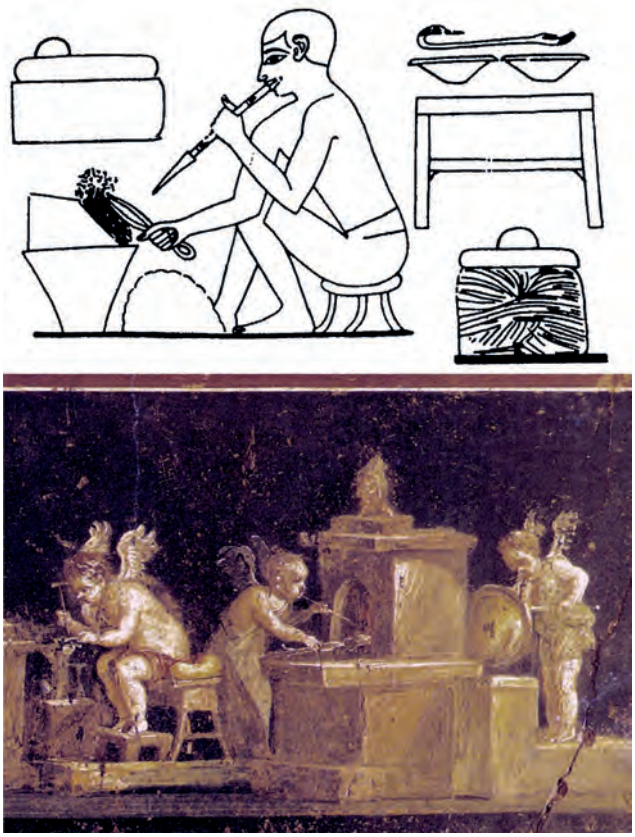


Abb. 5 Antike Darstellungen mit Hartlöten auf glühenden Holzkohlen mit Blasrohr. Oben: Wandmalerei aus der Grabkammer des Rekhmire bei Theben; unten: Wandbild im Vettierhaus in Pompeji mit Eroten als Goldschmiede.

Der gebrannte Weinstein besteht aus Kohle und K_2CO_3. Die ebenfalls bei den Experimenten verwendete Pottasche ist K_2CO_3.. Diese konnte auch aus Hartholzasche extrahiert werden (Abb. 4).

Ein von unseren Loten abweichendes Material, welches bei den Ägyptern als Lot fürs Kupfer löten verwendet wurde, ist reines Silber.

Als Wärmequellen gab es in der Antike mehrere Möglichkeiten. Fürs Löten wurde mit grösster Wahrscheinlichkeit Holzkohle verwendet, da so die nötigen Temperaturen relativ einfach erreicht werden konnten.

Wenn nur kleine Teile gelötet wurden, hat man vermutlich einen kleinen Ofen verwendet (Abb. 5, unten). Mögliche Konstruktionen sind in Abbildung 5 zu sehen. Bildquellen mit eindeutigem Lötprozess sind selten. Aber man kann davon ausgehen, dass für andere Arbeitsschritte, die lokal hohe Temperaturen benötigen, auch ähnliche Ausrüstung verwendet wurde. In den Bildern wird eine halbgeschlossene Wärmequelle verwendet, in welcher mit einem Blasrohr lokal hohe Temperaturen erzeugt werden. Wenn die Einzelteile zu gross waren, um in den Ofen zu passen, wurde glühende Kohle auf die Lötstelle geschichtet und mit Tonscherben die Wärme zurückgehalten.

Material und Methoden

Viele der unten aufgeführten Materialien wurden mir freundlicherweise von Alex R. Furger (Basel) zur Verfügung gestellt.

Verwendete Flussmittel

Die Auswahl an Flussmitteln besteht aus historischen Flussmitteln sowie – zum Vergleich – modernen Flussmitteln. Für alle Arbeiten mit Flussmitteln wurde ein Atemschutz getragen und Hautkontakt vermieden, da diese giftig sein können.

Michael Huber (Arlesheim) hat mir den Weinstein für diese Arbeit aus dem Weingut Tschäpperli in Aesch/BL zur Verfügung gestellt. Der Weinstein wurde zu einem feinen Pulver zerstossen und dieses gesiebt (Abb. 6, links). Ein Teil des Weinsteins wurde nach dem Rezept von Theophilus Presbyter in ein Tuch gebunden und ins Feuer gelegt, bis kein Rauch mehr vom Tuch aufstieg. Was übrig blieb, war ein schwarzer Klumpen. Der so gebrannte Weinstein wurde nun in einer Kupferschale zu einem feinen Pulver zerstossen (Abb. 6, Mitte). Zum Vergleich wurde auch reiner, synthetischer Weinstein verwendet (Abb. 6, rechts); dieser wurde von einem Pigmentvertrieb gekauft[2].

2 www.kremer-pigmente.com/de.

Abb. 6 Der in den Experimenten verwendete Weinstein als Flussmittel: links: Naturprodukt; Mitte: Naturprodukt gebrannt; rechts: synthetisch hergestellter Weinstein..

Abb. 7 Die in den Experimenten verwendeten Streulote: links: Silberspäne; Mitte: Cu-Ag-Späne; rechts: Cu-Ag-Pulver.

Die Pottasche wurde aus Buchenholzasche extrahiert. Dazu wurde die Pottasche in Wasser gelöst und die Lösung durch ein Tuch gelassen, um die nicht löslichen Verunreinigungen herauszufiltern.

Wiederum zum Vergleich habe ich auch ein modernes Flussmittel, das «CFH Flussmittel für Silberlote», verwendet[3]. Was ich jedoch nicht experimentell geprüft habe, ist Malachit als Flussmittel. Der oft in antiken Quellen erwähnte «Goldleim» (*chrysocolla*) wird in modernen Ausgaben zwar oft mit Malachit übersetzt, was sich experimentell jedoch kaum nachvollziehen lässt. Wahrscheinlich ist chrysocolla anders zu übersetzen.

Verwendete Lote

Die vorliegende Arbeit ist auf Silberlote fokussiert (Abb. 7): Ein Stück Silber wurde mit einer Metallfeile abgefeilt, um Silberspäne als Lot zu bekommen (Abb. 7, links). Das reine Silberlot hat einen Schmelzpunkt von 960,5 °C. Die verwendeten Cu-Ag-Lote bestehen aus zwei Gewichtsteilen Silber und einem Teil Kupfer (Abb. 7, Mitte). Dieses Verhältnis basiert auf dem Rezept von Theophilus Presbyter. Die Legierung hat einen Schmelzbereich von ± 25% um 800 °C. Die Legierung für die Cu-Ag-Späne wurde freundlicherweise vom Basler Goldschmied Eric Frösch angefertigt. Diese wurde gleich wie das Silber mit einer Metallfeile zerkleinert, um sog. «Streusilber» zu erhalten. Das verwendete Cu-Ag-Pulver (Abb. 7, rechts) ist eine Mischung aus Kupfer- und Silberpulver im oben angegebenen Verhältnis.

Der Grundwerkstoff

Meine Experimente habe ich mit dem Grundwerkstoff Kupfer durchgeführt (Abb. 10). Es wurden Bleche mit einer Stärke von 2 mm verwendet. Bei dünneren Blechen hätte das Problem auftauchen können, dass sich sie sich zu schnell und unregelmässiger erwärmt und dadurch verbogen hätten. Im Experiment wurden Blechstreifen von 5 mm x 25 mm auf Blechplättchen von 30 mm x 30 mm gelötet.

Der Arbeitsprozess

Den Ofen konnte ich auf dem Grundstück des befreundeten Landwirts Beat Frey auf dem Paradieshof in Binningen bauen. Für die Konstruktion konnte der Lehm aus dem Aushub für die Mulde, über welcher die Kuppel gebaut wird, verwendet werden (Abb. 8). Die Kuppel aus Lehm wurde während dem Trocknen mit Stöcken gestützt, die später entfernt werden.

3 In verschiedenen Fachgeschäften erhältlich (nach DIN EN 1045 – FH 10).

Abb. 8 Der noch feuchte Lehm der Ofenkuppel.

Abb. 9 Der fertig gebaute Experimentier-Lötofen.

Nach dem Austrocknen des Lehms (Abb. 9) wurde im Ofen die Holzkohle[4] mit einem Feuer angezündet und mit einem Blasebalg angefacht. Die Kupferplatten wurden mit einem Schleifpapier angeschliffen. Die Flussmittelpulver habe ich mit Wasser angemischt und als Paste auf die grosse und die kleine Platte aufgetragen. Auf die grosse Platte wurden danach die Lotspäne gestreut. Die vorbereiteten Platten kamen dann ins Feuer und wurden mit Holzkohle zugedeckt. Die Platten wurden in der Glut mit einem Blasrohr zum Glühen gebracht und danach sorgfältig aus dem Feuer genommen. Sie wurden zum Abkühlen auf den Boden gelegt. Mit kräftigem Schruppen wurde das Flussmittel entfernt (Abb. 10, obere Doppelreihe). Danach habe ich mit einem Nagel versucht, die Teile auseinander zu hebeln, um die Festigkeit der Verbindung zu testen. Wenn die Verbindung nicht hielt, wurden die Schritte wiederholt.

Resultate (Abb. 10)

Platte 1

Flussmittel: Weinstein aus der Weinproduktion / Lot: Cu-Ag-Späne

Der aufgelötete Streifen liegt auf der ersten Platte nicht vollständig flach auf der unteren Platte; er liegt auf der rechten Seite auf der Platte und links hat er einen Abstand von 0,6 mm. Das Lot floss nur wenig unter der Platte hervor.

Platte 2

Flussmittel: modern («CFH») / Lot: Cu-Ag-Späne

Der Streifen ist leicht durchgebogen und liegt nicht flach auf der Platte. Auf den Seiten hat er einen Abstand von 0,5 mm von der Platte, in der Mitte von ungefähr 0,3 mm. Bei diesem Versuch bildeten sich wenige Korrosionsprodukte bis zu 7 mm von der Lötstelle entfernt. Das Lot blieb fast vollständig unter dem Streifen.

Platte 3

Flussmittel: Weinstein aus der Weinproduktion / Lot: Cu-Ag-Pulver

Auf dieser Platte liegt der Steifen fast ganz flach auf der Platte und hat am unteren Ende der unteren Seite einen Abstand von nur ungefähr 0,1 mm. Hier bildeten sich Korrosionsprodukte bis ungefähr 9 mm von der Lötstelle. Auch hier blieb das Lot grösstenteils unter dem Streifen.

Platte 4

Flussmittel: Weinstein in Industriequalität / Lot: Silberspäne

Der Streifen dieser Platte liegt flach auf der Platte. Auch hier bildeten sich Korrosionsprodukte, aber wesentlich weniger als bei den anderen Platten und nur bis etwa 3 mm vom Streifen entfernt. Das Lot floss fast nicht unter dem Streifen hervor.

Platte 5

Flussmittel: Weinstein aus der Weinproduktion / Lot: Silberspäne

Hier liegt der Streifen ebenfalls flach auf der Platte. Die Korrosionsprodukte bildeten sich bei diesem Versuch bis zu einer Entfernung von 5 mm von der Lotstelle. Das Lot blieb bei diesem Versuch fast vollständig unter der Platte.

Platte 6

Flussmittel: Gebrannter Naturweinstein und Kochsalz / Lot: Cu-Ag-Späne

Auf dieser Platte liegt der Streifen vorne flach auf und hat hinten einen Abstand von 0,6 mm von der Platte. Korrosionprodukte bildeten sich auf dieser Platte bis circa 4 mm vom Streifen entfernt und ist im Vergleich zu den anderen Versuchen besonders stark ausgebildet. Das Lot floss nur sehr dünn aus der Lötstelle.

4 Köhlerei Romoos (www.koehlerei.ch: «Die Köhler von Romoos sind die letzten, die in der Schweiz das uralte Handwerk als Nebenerwerb der Bergbauern betreiben.»).

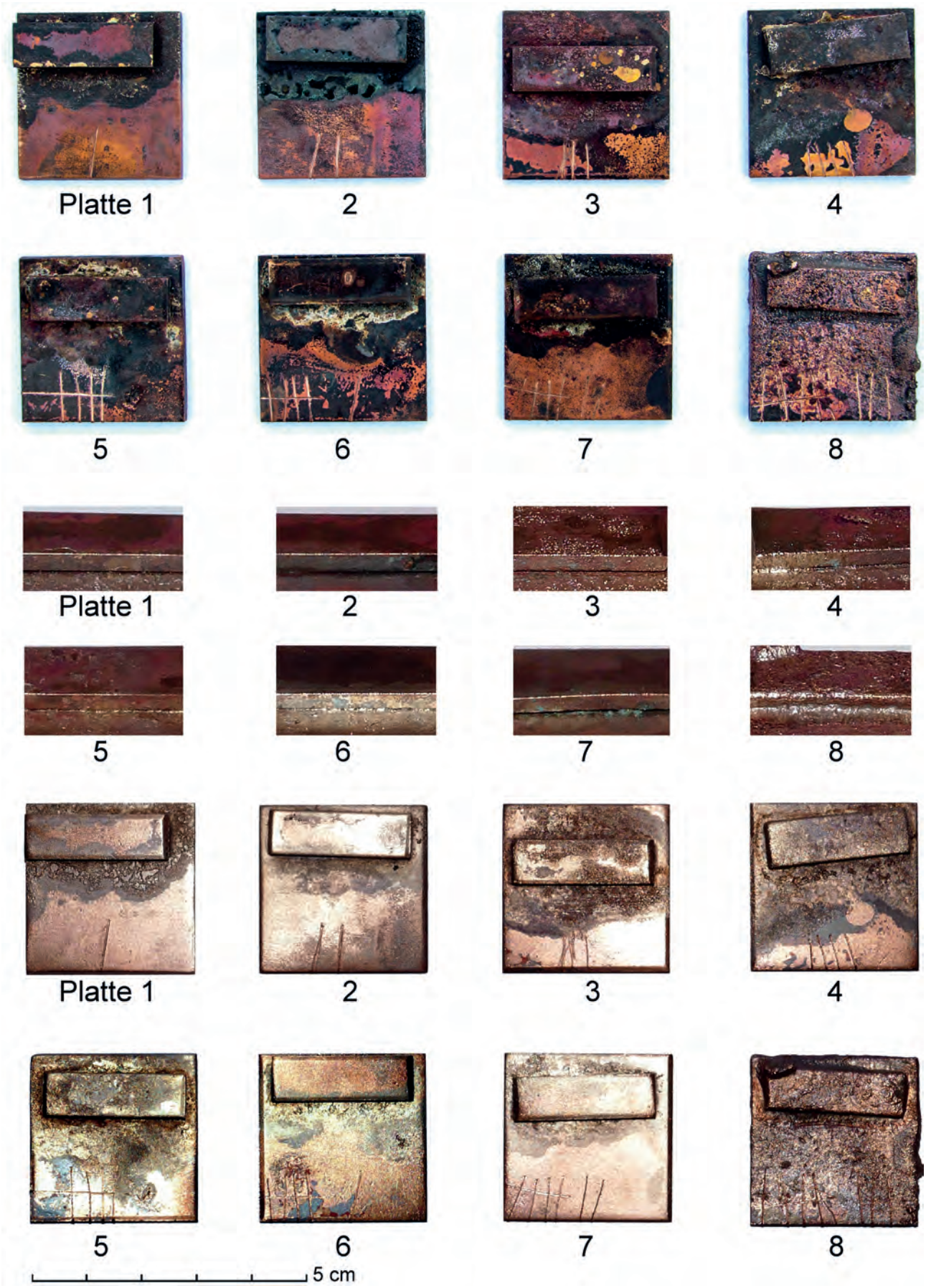


Abb. 10 Die Platten 1–8 einige Monate nach dem Lötversuch: obere Doppelreihe: mit Wasser gebürstet; untere Doppelreihe: mit Kratzwasser gebürstet; mittlere Doppelreihe: Details der Lötfugen in doppelter Grösse.

Platte 7

Flussmittel: Pottasche in Industriequalität / Lot: Cu-Ag-Späne

Der Streifen dieses Versuchs ist stärker verbogen als bei allen anderen. An den Enden ist die Platte nur wenig angehoben und in der Mitte hat er einen Abstand von ungefähr 0,5 mm. Die Korrosionsspuren auf dieser Platte sind auf der Vorderseite bis zu 9 mm von der Lötstelle entfernt. Im Gegensatz zu allen anderen Versuchen ziehen sie sich hier aber bis auf die Rückseite der Platte.

Platte 8

Flussmittel: Pottasche in Industriequalität / Lot: Silberspäne

Bei diesem Versuch liegt der Streifen ohne Lücke auf der Platte. Korrosionsspuren haben sich keine gebildet. Fast die ganze Platte ist jedoch mit Lot überzogen.

Die auffallenden Korrosionsspuren, die sich in Kombination von Kupfer, Flussmiteln, Loten und Hitze ergeben haben, liessen sich kaum wegschrubben (Abb. 10, obere Doppelreihe). Die Testplättchen wurden daher auch «gekratzt», d. h. mit einer feinen Messingdrahtbürste unter «Kratzwasser» (schwache Lauge) gebürstet, um auch die letzten Korrosionsspuren zu entfernen (Abb. 10, untere Doppelreihe).

Diskussion

Die Flussmittel haben zum Entfernen von Oxiden und Verhindern von Oxidation auf der Oberfläche der Kupferplatten besser funktioniert als erwartet. Es hat sich deutlich gezeigt, dass die Verunreinigungen in den Salzen keinen Einfluss auf ihre Funktion haben. Nur bei der Extraktion der Pottasche haben die Verunreinigungen Probleme verursacht. Dass die Funktion der Flussmittel durch Verunreinigungen nicht beeinträchtigt wird, ist am besten zu erkennen beim Betrachten der Platten 1, 3 und 4. Bei diesen ist kein Unterschied diesbezüglich festzustellen, obwohl die verunreinigte und die reine Form der Flussmittel verwendet wurden. Auch im Vergleich zum modernen Flussmittel haben die «antiken» Flussmittel gut abgeschnitten. Versuche mit Malachit (angeblich das antike «*chrysocolla*») und Borax (dem heute gängigsten Flussmittel beim Löten und Giessen) – wurde nicht durchgeführt.

Das grössere Problem bei den Arbeiten mit den Flussmitteln ist die Korngrösse der Flussmittel. Wenn zu grosse Körner in der Flussmittelpaste vorhanden waren, gab es einen zu grossen Abstand zwischen den zu verbindenden Platten, was dazu führte, dass das Lot fast ausschliesslich auf die untere Platte floss. So berührte das Lot nicht beide Oberflächen und konnte diese deshalb nicht verbinden. Wenn sich der Streifen dann doch mit der Platte verband, entstanden Lücken zwischen Platte und Streifen. Nach den Versuchen am ersten Tag zerkleinerte ich deshalb die Flussmittel noch einmal mit dem Mörser und siebte das Pulver. Aber selbst dann musste ich beim Anmischen und Auftragen der Pasten darauf achten, keine zu grossen Körner zu verwenden.

Eine feine Körnung war am einfachsten mit dem gebrannten Weinstein zu erreichen. Der Klumpen, den ich nach dem Brennen aus dem Feuer nahm, war porös und liess sich sehr einfach zu einem feinen Pulver zerstossen (Abb. 6, Mitte).

Auch die Lote haben sehr gut funktioniert. Ich hatte keine Probleme, die nötige Temperatur zu erreichen, und wenn diese erreicht war, benetzte das Lot die Oberflächen gut.

Die zu verwendende Lotmenge war eher schwierig abzuschätzen. Ich verwendete für die Versuche eine Lotschicht von etwas weniger als 1 mm. Diese Schicht scheint mir nachträglich eher zu dünn als zu dick, vor allem weil überschüssiges Lot kein grosses Problem war (Abb. 10). Der grosse Ausreisser dazu ist die fast vollständig mit Silber überzogene Platte 8. Diese muss auf den Resten eines anderen Versuchs gelegen haben, denn auch bei dieser Platte habe ich nicht mehr Lot verwendet als bei den anderen, und das überschüssige Lot auf der Oberfläche wäre genug, um damit zwei bis drei andere Lötungen durchzuführen.

Fazit

Als Vorgängerprodukte resp. Ersatz für Borax erwiesen sich gebrannter Weinstein und Pottasche als durchaus taugliche Flussmittel beim Hartlöten. Beide Stoffe waren in der Antike leicht zuzubereiten. Andere in der Literatur erwähnte «antike» Flussmittel wie *chrysocolla* (Malachit?)[5] konnten im aktuellen, befristeten Projekt nicht experimentell nachvollzogen werden.

Brasage dans l'Antiquité – Avant la connaissance du borax

Un mémoire de fin d'études a été consacré à l'expérimentation de l'usage d'antioxydants dans le brasage des métaux. Avant l'emploi du borax, ou pour remplacer ce dernier, le tartre brûlé et la potasse se sont révélés être des fondants tout à fait appropriés pour le brasage. Les deux substances étaient faciles à préparer dans l'Antiquité. L'utilisation d'autres flux mentionnés dans la littérature antique, tels que la chrysocolla (malachite ?) n'a pas pu être expérimentée, le cadre du projet étant limité. *(traduction Karine Meylan)*

5 Brachert 2001, 63–64 (mit weiterführender Literatur).

Max Krummenacher
Neubadrain 15
CH-4102 Binningen
Tel. 0041 61 423 15 33 / 0041 79 481 42 90
maxkrummenacher(at)bluewin.ch

Abbildungsnachweis:

Abb. 1: Bartenschlager u. a. 2013.
Abb. 2: Schnee 2008, Grafik Max Krummenacher.
Abb. 3: Foltz 1984, Taf. 208,2.
Abb. 5: Oben: de Garis Davis 1943, S. 55; unten: Monteix/Tran 2011, Umschlagbild.
Abb. 4, 6-9: Max Krummenacher.
Abb. 10: Fotos und Montage Max Krummenacher und Alex. R. Furger.

Verwendete Literatur:

BARTENSCHLAGER, J. u.a. (2013) Fachkunde Metall. Haan-Gruiten, 230–235.
BRACHERT, T. (1987) Lexikon historischer Maltechniken. Quellen – Handwerk – Technologie – Alchemie. München.
BREPOHL, E. (1987) Theophilus Presbyter und die mittelalterliche Goldschmiedekunst. Leipzig.
DE GARIES DAVIES, N. (1943) The Tomb of Rekhmire at Thebes (New York).
FAHRENWALDT, H. (2014) Praxiswissen Schweisstechnik. Wiesbaden, 138-156.
FOLTZ, E. (1984) Herstellungstechnik. In: H. A. Cahn/A. Kaufmann-Heinimann (Hrsg.), Der spätrömische Silberschatz von Kaiseraugst. Basler Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte 9, 361-374. Derendingen.
HEALY, J. F. (1978) Mining and Metallurgy in the Greek and Roman World. London, 148–149.
KLUGE, K. (1927) Die Antiken Grossbronzen 1. Berlin und Leipzig, 159.
MONTEIX, N., TRAN, N. (2011.), Les savoirs professionnels des gens de métier. Études sur le monde du travail dans les sociétés urbaines de l'empire Romain. Archéologie de l'artisanat antique 5 = Colleciton du Centre Jean Bérard 37. Neapel.
NICHOLSON, P. u.a. (2000) Ancient Egyptian Materials and Technology. Cambridge, 159.
PRESBYTER, T. Presbyter. Diversarum artium schedula sive de diversis artibus libri III (alle Angaben beziehen sich auf das 31. Rezept, hier zitiert nach Brepohl 1987).
SCHNEE; D. (2008) Grundlagen des Lötens. https://saxonia-tm.de/Brazetec/de/Downloads/Technisches%20Know-How/show_02357_BR_Brazetec_Grundlage_Loeten_MON15_low_einzel.pdf (05.09.2019).
WOLTERS, J. (1975), Zur Geschichte der Löttechnik. Hanau.

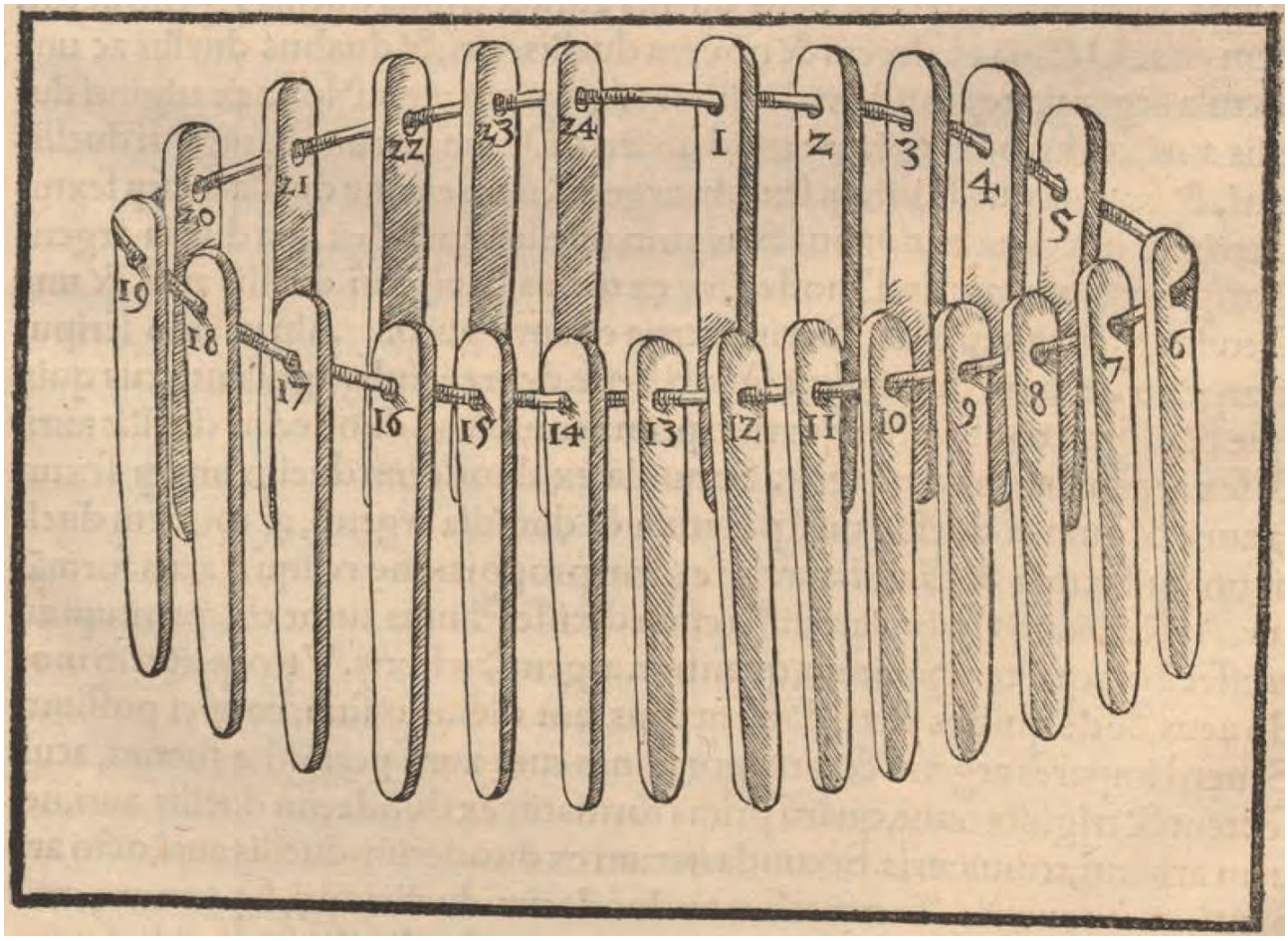


Abb. 1 Ein Satz solcher «Probiernadeln» enthält mehrere Stäbchen, an deren Enden Goldproben bekannter Zusammensetzung aufgelötet sind. Mit ihnen werden Striche auf dem Probierstein neben der Probe mit unbekanntem Feingehalt gezogen, um den Goldgehalt durch Vergleich von Farbe, Dichte und Glanz bestimmen zu können.

Probiersteine auf dem Prüfstand

Materialprüfung nur für Gold oder auch für unedle Buntmetalle?

Alex R. Furger

Schwarze, feinkörnige und sehr hart Steine wurden seit Jahrtausenden als Probiersteine zur Prüfung von Edelmetallen verwendet. Experimente zeigen, dass man mit Hilfe alt bekannter «Chemikalien» wie Weinessig oder Soda nicht nur Edelmetalle, sondern auch Kupferlegierungen wie Bronze, Messing oder Bleibronze mit viel Erfahrung auf ihre Zusammensetzung «prüfen» kann.

Abb. 2 Beispiel eines Probiersteins, auf dem sich die Edelmetall-Abstriche erhalten haben. Fund aus der «Bergbaustadt» Freiberg/D, Mittelalter.

Es ist nicht alles Gold was glänzt

Wenn ein Goldschmied heute ein Schmuckstück fertigt, geht er von standardisiertem Halbzeug aus, das er zum Endprodukt giesst oder schmiedet. Legierungsnormen mit definierten Feingehalten und nationale Edelmetallkontrollgesetze bewirken, dass ein Atelier kaum mehr selbst legiert, damit es mit gutem Gewissen seine Preziosen auch richtig stempeln kann.

Es ist selten geworden, dass Kundinnen ihren alten Edelmetallschmuck bei einem neuen Auftrag an Zahlung geben und dabei in Kauf nehmen, dass das Stück eingeschmolzen und anschliessend raffiniert wird. Doch genau das war bis vor etwa 120 Jahren üblich – und findet sich in Teilen Asiens und Afrikas bis heute.

Metallobjekte wurden schon immer, seit dem Guss des ersten Kupferobjekts, sorgsam gehütet und gepflegt. Wenn die Metallsachen unbrauchbar geworden sind, hätte man das wertvolle Material nie achtlos weggeworfen! Zu allen Zeiten haben sich Leute darauf spezialisiert, Altmetall zu sammeln und den Giessern zum Recycling zu verkaufen. Bei den besonders wertvollen Edelmetallen war das besonders ausgeprägt.

Anders als heute, verfügten die antiken Edelmetallschmiede über keinerlei Halbzeug aus Gold und Silber. Selbst Barren, die direkt aus den Bergwerksrevieren, von den Schürfern in «Goldflüssen» und aus Verhüttungswerken stammten, waren selten im Umlauf und wurden vorwiegend vom Staat beansprucht, in erster Linie als Münzmetall. Zwangsläufig befand sich Edelmetallschmuck in einem «ewigen» Kreislauf: Altes wurde eingeschmolzen, um Neues zu erschaffen.

Die «Vortäuschung falscher Tatsachen» – wie zum Beispiel beim heutigen, billigen Modeschmuck im Gold- oder Silber-Look – ist keine neue Erfindung. Die Römer haben Schmucksachen und Broschen (Fibeln) oft in einer goldfarbenen Messinglegierung hergestellt und «auf Gold» hochglanzpoliert. Oder sie nahmen billige Bronzefibeln und gaben ihnen den Anschein von Silber durch Verzinnen oder Versilbern.

Der «Probierstein» der Goldschmiede

Wie bei allen handwerklichen Fertigkeiten, spielen die über Generationen überlieferte technologische Erfahrung und die in langer Praxis geschulten Beurteilungskriterien während der Schmelz-, Giess- und Lötprozesse eine entscheidende Rolle für den Erfolg – auch bei der Schmuckherstellung. Die Beurteilung des Feingehalts eines Altstücks aus «Gold» oder «Silber» ist für den wirtschaftlichen Erfolg und die Glaubwürdigkeit des Goldschmiedes, der Goldschmiedin, entscheidend und erfordert besonders grosse Erfahrung. Seit etwa 3000 Jahren waren und sind hierfür Probiersteine im Einsatz, um auf dem schwarzen Untergrund die Farbe der «Strichprobe» zu beurteilen[1]. Schon um 300 vor Christus wird im altindischen *arthaśāstra* (Lehrbuch der Politik und Staatskunde) des Autors Kauṭilya beschrieben, wie der Feingehalt von Gold zu bestimmen ist[2]. Mit dem Probierstein konnten, wie wir erstaunt erfahren, schon damals 17 verschiedene Feingehalte (kākaṇis) optisch erkannt und unterschieden werden, analog den heutigen 24-Karat-Werten. Probiersäuren resp. «Scheidewasser» kamen allerdings erst im späten Mittelalter auf. Probiernadeln benutzt man erst seit etwa 500 Jahren (Abb. 1)[3], und Probiersterne sind noch jüngeren Datums.

Dass wir im archäologischen Fundgut mehr auf Probiersteine achten sollten, gebietet allein schon die Tatsache, dass sie in antiken Texten seit dem 6. Jahrhundert v. Chr. mehrfach bezeugt sind, teils explizit als Werkzeug der Goldschmiede, teils aber bloss implizit und im metaphorisch-übertragenen Sinne. Im grossen Fundus der Museen finden sich gelegentlich vermutliche Probiersteine, die an der schwarzen Farbe, ihrer Zurichtung in eine längliche Form und der glatten Oberfläche zu erkennen sind. Nur sehr selten haben sich darauf die goldenen «Probiertstriche» erhalten und sind von blossem Auge zu erkennen (Abb. 2). Heute können wir sogar mit einer XRF-Röntgenfluoreszenz-Oberflächenanalyse schauen, ob sich – optisch nicht mehr erkennbare – Spuren der einst geprüften Metalle detektieren lassen.

Probiersteine aller Zeiten und Kontinente sind meist fast schwarz und sehr glatt geschliffen, so dass sich von einem Schmuckstück unbekannten Feingehalts ohne Verlust ein «Probierstrich» auf den Stein ziehen lässt. Die Begutachtung erfolgte ursprünglich von blossem Auge und «trocken», das heisst noch ohne Probiersäure und höchstens mit Hilfe von Vergleichsstrichen bekannter Legierungen. Seit der Neuzeit ergänzt man diese simple «Analytik» mit Probiersäure[4]. Die heute im Handel angebotenen Chemikalien lösen – je nach Produkt – die unedlen Metalle oder auch das Silber auf, sodass auf dem geätzten Strich das reine Gold zurückbleibt und von Auge mit dem ungeätzten Strich verglichen werden kann.

Bis heute sind mehrere Hundert antike Probiersteine aus der «Alten Welt» bekannt. Zwei kleine, nur etwa sieben Zentimeter lange, römische Probiersteine aus Augst/BL, Augusta Raurica, sind sogar an einem Ende durchbohrt, damit man sie gegen Verlust aufhängen oder festbinden konnte (Abb. 3).

1 Zur Edelmetallprüfmethode mit dem Probierstein ausführlich Moesta 1983, 129 ff.
2 Shamasastry 1929, 89–92 (Kapitel 13).
3 Zur Edelmetallprüfmethode mit dem Probierstein ausführlich Moesta 1983, 129 ff.
4 Ausführliches Rezept für die Herstellung einer Probiersäure: Jablonski 1748, 233.

Abb. 3 Zwei kleine mögliche Probiersteine aus Augst/BL, Augusta Raurica. Die Durchbohrungen erlaubten es, das hilfreiche Utensil aufgehängt stets griffbereit zu haben. Eine Metallanalyse ergab keine Edelmetallspuren mehr. (Museum Augusta Raurica),

Abb. 4 Der im archäologischen Experiment verwendete Probierstein aus schwarzem Mergelschiefer mit den frischen 17 Strichproben (Probierstriche siehe Abb. 5). Breite 96 mm.

Fragestellung

Die Tauglichkeit eines guten Probiersteins, verbunden mit der nötigen Erfahrung, ist für Gold seit fast drei Jahrtausenden erwiesen. Weniger verbreitet und heute geläufig ist der Einsatz eines Probiersteins zum Beurteilen des Feingehalts von Silberlegierungen. Im Orient und in Asien ist er auch hierfür bis heute im Einsatz.

Ich wollte nebst Edelmetallen auch die Möglichkeiten eines Probiersteins mit Buntmetallen testen und habe hierfür den folgenden einfachen Versuch durchgeführt (Abb. 4; 6–8). Als «Probiersäuren» wurden ausschliesslich Chemikalien verwendet, die schon dem Menschen der Antike zur Verfügung standen.

Vorbereitung und Durchführung

Als Stein wurde ein anthrazitfarbener, fast schwarzer Mergelschiefer aus Grindelwald/BE («Kieselschiefer»[5]) mit einer glatten, diamantgesägten Fläche verwendet (Abb. 8). Darauf wurden Probierstriche von 17 bekannten und grösstenteils in Augusta Raurica nachgewiesenen «römischen» Legierungen in mehr oder weniger regelmässigen Strichen angebracht. Über die Zusammensetzung der getesteten Legierungen und die Beobachtungen gibt die Tabelle Abbildung 5 zusammenfassend Auskunft.

5 Urs Brendle aus Ittigen/BE danke ich für die Beschaffung des Grindelwald-Materials und für seine ausführlichen Hinweise auf petrographische Gutachten dieses Gesteins der Geologischen Institute der Universitäten Basel, Bern und Zürich (E-Mail vom 11.09.2012).

Leg.-Kürzel	A (unbehandelt): Strichfarbe	B (Essig): Veränderung	D (Soda): Veränderung	E: (Reinigung mit Weinstein): Veränderung	Cu	Sn	Pb	Zn	Ag	Au
Bronze	gelblich-kupfern	Strich verschwunden	Strich verschwunden	Alle Metallstriche bis auf wenige «Schatten» verschwunden	95	5	–	–	–	–
Kupfer	kupferrot	Strich verschwunden	Strich verschwunden		100	–	–	–	–	–
Messing	braungelb	Strich verschwunden	Strich verschwunden		90	–	–	10	–	–
Ag 800	hellgrau-silbern	hellgrau-silbern	Strich verblasst		14	–	–	–	86	–
Au 14 ct.	hell-golden	hell-golden	Strich verblasst		6	0.4	0.2–	1.2	34	58
Zahngold	bräunlich-golden	bräunlich-golden	Strich verblasst		7	1.3	–	1.3	10	77
Au 18 ct.	rötlich-golden	rötlich-golden	Strich verblasst		23	–	0.1	0.8	–	72
Cu	kupfern	Strich verschwunden	Strich verschwunden		100	–	–	–	–	–
S	kupfern	Strich verschwunden	Strich verschwunden		96	3	<0.1	–	–	–
T	kupfern	Strich verschwunden	Strich verschwunden		93	7	<1.0	<0.4	–	–
R	golden	rötlich-silbern	Strich verschwunden		85	13	1.5	–	–	–
Fu-B	golden	kupfern-golden	Strich verschwunden		81	17	1	1	–	–
G	golden	rötlich-silbern	Strich verschwunden		82	14	3.8	–	–	–
K	rötlich-golden	rötlich-golden	Stumpf-golden, verblasst		76	12	12	–	–	–
P2	rötlich-golden	stumpf-golden	Stumpf-golden, verblasst		70	7	22	<0.2	–	–
M-S	golden, wenig deckend	nur noch geringe Spur	Strich verschwunden		85	3	0.4	11	–	–
M-F	golden gesprenkelt	Strich verschwunden	Strich verschwunden		79	<0.3	0.2	20	–	–

Abb. 5 Farbprotokolle der Probiersteinversuche (Abb. 4; 6 und 7, von links nach rechts) und Zusammensetzung der 17 verschiedenen Kupfer- und Edelmetalllegierungen (S, T = Zinnbronzen; R, G = «niedrige» Bleibronzen; Fu-B = Zinn-Bleimessing; K, P2 = «hohe» Bleibronzen; M-S, M-F = Messinge.

Abb. 6 Probierstein von Abbildung 4 (Auflösung: Abb. 5), nach 14-stündigem Einlegen in Weinessig.

Abb. 7 Probierstein von Abbildung 4 (Auflösung: Abb. 5), nach einstündigem Einlegen in 70° C heisser Sodalösung.

Abb. 8 Probierstein von Abbildung 4, nach der Reinigung mit einer heissen Wasser-Weinsteinlösung.

Experimentierbericht, Erfahrungen und Resultate

1. In der ersten Versuchsrunde wurde ganz konventionell die Strichfarbe trocken beurteilt (Abb. 4). Alle Metalle und Legierungen erscheinen auf dem schwarzen Grund in der vertrauten, erwarteten Farbe.
2. In der zweiten Versuchsrunde lag der Probierstein für vorerst 1 Stunde bei Zimmertemperatur in *Weinessig*. Alle Probierstriche waren noch in derselben Intensität auf dem Stein wie am Anfang des Experiments. Nach weiteren 14 Stunden in Essig ergaben sich jedoch mehrere Änderungen (Abb. 6): Die Striche der Edelmetalllegierungen blieben unverändert. Die Unedelmetalle (Kupferverbindungen) waren jedoch *verblasst*, in den Farben etwas *verändert* oder ganz *verschwunden*. Bronzen mit Zinngehalten von über 10% waren nach der Essig-Einwirkung noch als metallischer Strich *erkennbar* (allerdings mit leicht veränderten Farben), ebenso die Bleibronze P2[6]. Messinge verschwanden im Essigbad mit der Zeit *ganz*.
3. In der dritten Versuchsrunde wurde der Probierstein in *Weinstein*-Lösung gelegt. Weder Rühren noch Erhitzen führte zu einer Veränderung; der Weinstein ist schwer löslich. Die Probierstriche blieben unverändert (keine Abbildung).
4. In der vierten Versuchsrunde wurde der Probierstein während einer Stunde in 70° C heisses *nitrum* (Natron, Soda) gelegt. Die Lösung enthielt 50 Gramm Soda auf 1 dl Wasser. Der Silber- und die Goldstriche waren verblasst (Abb. 7). Von den beim vorhergehenden Prozess noch sichtbaren Strichen der zinn- und bleireichen Bronzen waren die meisten im Sodabad *verschwunden*; nur noch der Strich mit *über 10% Pb* war noch blass sichtbar.

6 Diese Beobachtung, dass auch Nichtedelmetalle auf dem Probierstein trotz schwachen Säuren resp. der Bodenlagerung verbleiben können, passt zur Beobachtung an einem frühmittelterlichen Probierstein aus Portmahomack/GB, auf dem zwar «gold-coloured particles, c50µm across» sichtbar sind, «but EDX analysis in the SEM detected copper and zinc (brass) rather than gold. This did however confirm the object's association with metalworking.» Spall 2006, 45.

5. In der fünften Versuchsrunde wurde der Probierstein nach historischen Angaben gereinigt. Zur Entfernung der Goldreste vor dem nächsten Einsatz des Probiersteins wird empfohlen, ihn «durch Abreiben mit Zinn-Asche, und Lauge von Weinstein-Salz» zu reinigen[7]. Es wurde mit Weinstein, aufgelöst in etwas heissem Wasser und einem Lappen gereinigt. Das Resultat ist zufriedenstellend und die Metallstriche sind bis auf wenige «Schatten» verschwunden (Abb. 8).

Fazit

Weinessig eignet sich wenig als Probiersäure für die Edelmetalle, da er das Kupfer zu wenig herauslöst und daher nur schwer eine Beurteilung niedrigkarätiger Legierungen erlaubt. Ein Probierstein in Verbindung mit den von mir experimentierten Probierflüssigkeiten Essig und Soda eignet sich aber zur Unterscheidung gewisser Buntmetalle (Kupferlegierungen). Striche von Messingen auf dem Probierstein verschwinden im heissen Essigbad. Zinnreiche Bronzen überstehen das heisse Essigbad besser als zinnarme und verschwinden im heissen Sodabad dann ganz. Bleibronzen scheinen sich insofern unterscheiden zu lassen, dass sie alle im Essig verblassen und im Soda mit Ausnahme ganz bleireicher Bronzen (>20% Pb) verschwinden.

Es mag überraschen, dass ein Probierstein nicht nur zur Beurteilung von Edelmetallen seit Jahrtausenden gute Dienste leistet, sondern – theoretisch – auch für Buntmetalle gebraucht werden kann. Ob diese Erfahrungen mit Kupferlegierungen auf dem schwarzen Stein mit anschliessender Auslaugung durch Essig, Soda und dergleichen in der Antike bekannt waren und zur Materialprüfung eingesetzt wurden, entzieht sich allerdings unserer Kenntnis.

Pierres de touche passées au banc d'essai.

Une méthode de test des matériaux réservée à l'or ou également applicable pour les métaux communs non ferreux ?

Depuis trois millénaires, on emploie des pierres polies sombres, presque noires, afin de tester la qualité de l'or et de l'argent. Notre objectif était d'examiner si différents alliages cuivreux (bronzes, laitons) pouvaient également être distingués à l'aide d'une pierre de touche et de réactifs chimiques faciles à obtenir. Nous avons mené une expérience en employant comme acide du vinaigre de vin et du soda. Utilisées de manière combinée, ces substances se sont révélées tout à fait appropriées. Il peut paraître surprenant qu'une pierre de touche puisse non seulement servir pour identifier efficacement, depuis des millénaires, les métaux précieux, mais aussi, en théorie, être utilisée pour les métaux communs non ferreux. Nous ignorons toutefois si ces expériences étaient connues dans l'Antiquité et si elles ont permis de tester des matériaux. *(traduction Karine Meylan)*

7 Zedler 1732–1754, Bd. 18 (1738), 1483 f.

Alex R. Furger
Lenzgasse 11
CH-4056 Basel
alex(at)woauchimmer.ch

Abbildungsnachweis:

Abb. 1: Nach Agricola 1557, Abb. S. 199.
Abb. 2: Nach Schubert/Bertuch 2016, Abb. 14.
Abb. 3-8: Alex R. Furger.

Bibliographie:

AGRICOLA, G. (1557) Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen … . Buch von den Lebewesen unter Tage. Basel [Originalausgabe Basel 1556: «De re metallica»].
JABLONSKI, J. Th. (1748²) Allgemeines Lexicon der Künste und Wissenschaften … Königsberg/Leipzig.
MOESTA, H. (1983) Erze und Metalle – ihre Kulturgeschichte im Experiment. Berlin/Heidelberg/New York.
SCHUBERT, M., BERTUCH, M. (2016) Schlegelschall und Rauch. Neue Erkenntnisse aus Freibergs Oberstadt. In: R. Smolnik (Hrsg.), Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege, Beiheft 31, Ausgrabungen in Sachsen 5, 2016, 386-406.
SHAMASASTRY, R. (1929¹) Kauṭilya's Arthaśāstra. Mysore, 1967⁸.
SPALL, C. A. (2006) All that glitters: the case for goldworking at the early medieval monastery at Portmahomack. Journal of the Historical Metallurgy Society 40, 2006, 42–48.
ZEDLER, J. H. (1732–1754) Grosses vollständiges Universal-Lexicon aller Wissenschaften und Künste. Halle/Leipzig.

Abb. 1 Lederriemenbündel mit Kalksteinscheibe.

«Ötzis» Riemenbündel mit Kalksteinscheibe

Anne Reichert

Bei der Bergung der Eismumie «Ötzi» wurde u. a. ein Bündel spiralig gedrillter Fellstreifen gefunden, befestigt an einer sorgfältig geschliffenen, weissen Steinscheibe (Abb. 1). Das Riemenbündel ist schwer zu deuten; auch eine experimentelle Rekonstruktion (Abb. 2) lässt viele Fragen offen.

Abb. 2 Rekonstruktion des Riemenbündels.

Abb. 5 Stücke von Birkenporling.

Abb. 3 «Ötzis» Gürteltasche samt Inhalt.

Abb. 6 Rezenter Birkenporling und Stücke davon.

Abb. 4 Rekonstruktion der Gürteltasche.

Die «Troddel mit der Steinperle» (Spindler 1993, S. 133) wurde «bedingt» als Schmuck angesprochen, die gedrehten Fellstreifen auch als Ersatz- und Reparaturmaterial (Spindler 1993, S. 134). Bei Rekonstruktionen hat man sie der Figur als Schmuck an einer Kette um den Hals gehängt. Aber wie kann man dann arbeiten? Das herunterhängende Riemenbündel würde stören.

Die Streifen sind zum Teil ziemlich lang – trotz der leichten Verkürzung durch die spiralige Drehung. Für eine Rekonstruktion habe ich feuchte Lederstreifen zunächst um einen dünnen Zweig gewickelt und, nachdem sie getrocknet waren, abgezogen, um einen weiteren Riemen gewickelt und diesen an einer gelochten Kalksteinscheibe angeknotet (Abb. 2). Aber wie und wo hatte «Ötzi» das Riemenbündel getragen?

Abb. 7 Netsuke aus Japan.

Abb. 8 Garbenschnüre aus dem Tessin, Schweiz.

Auf eine sehr praktische Funktion der kleinen Kalksteinscheibe bin ich eher zufällig gekommen. Im Federseemuseum in Bad Buchau wurde 1997 die von der Zeitschrift GEO initiierte «Ötzi»-Ausstellung gezeigt, bei der ich viele Führungen gemacht habe, auch mit Kindern, denen ich meine Rekonstruktionen zum Anfassen gegeben habe. Ich hatte mir die Gürteltasche (Abb. 3 und 4) umgebunden, hatte die Feuersteinklinge ausgepackt und wollte gerade zeigen, wie man damit Leder schneidet. Ein Kind gab mir das Riemenbündel zurück, und da es keinen Platz zum Ablegen gab, habe ich die Kalksteinscheibe – ohne zu überlegen – unter dem Gürtel durchgeschoben. Hupps – das Bündel hing fest. Das war die Lösung! Vor Überraschung habe ich mir in den Finger geschnitten, und es blutete fürchterlich. Die Kinder schauten gebannt. Ein Heftpflaster herauszuholen war jetzt unmöglich. «Und – was hätte «Ötzi» gemacht? «Der Birkenporling!» Alle hatten vorher gut aufgepasst, als ich ihnen erklärt hatte, dass die beiden auf Lederstreifen aufgefädelten rundlichen Stücke (Abb. 5 und 6) vom Birkenporling stammen, einem Baumpilz, der blutstillende und entzündungshemmende Substanzen enthält und früher in der Hausmedizin verwendet wurde. «Ötzis» Reiseapotheke? Ich bat ein Kind, eine Scheibe von dem Pilz abzuschneiden und auf meine Wunde zu legen – und die Blutung hörte sofort auf. Mit einem Lederriemen aus dem Bündel, das am Gürtel hing, bekam ich einen steinzeitlichen Wundverband. Der GEO-«Ötzi»-Figur habe ich dann den Halsschmuck abgenommen und die Kalksteinscheibe unter dem Gürtel durchgeschoben, so dass das Riemenbündel griffbereit herabhing.

Parallelen zu dieser Trageweise eines Gegenstandes am Gürtel gibt es in der japanischen Tracht: Am ohne Taschen gearbeiteten Kimono werden Beutel mit einer solchen Scheibe aus Holz oder Stein, Netsuke genannt, am Gürtel befestigt (Abb. 7).

Auf eine Parallele in neuerer Zeit machte mich ein Schweizer aufmerksam. Er schickte mir Garbenschnüre aus dem Tessin (Abb. 8).

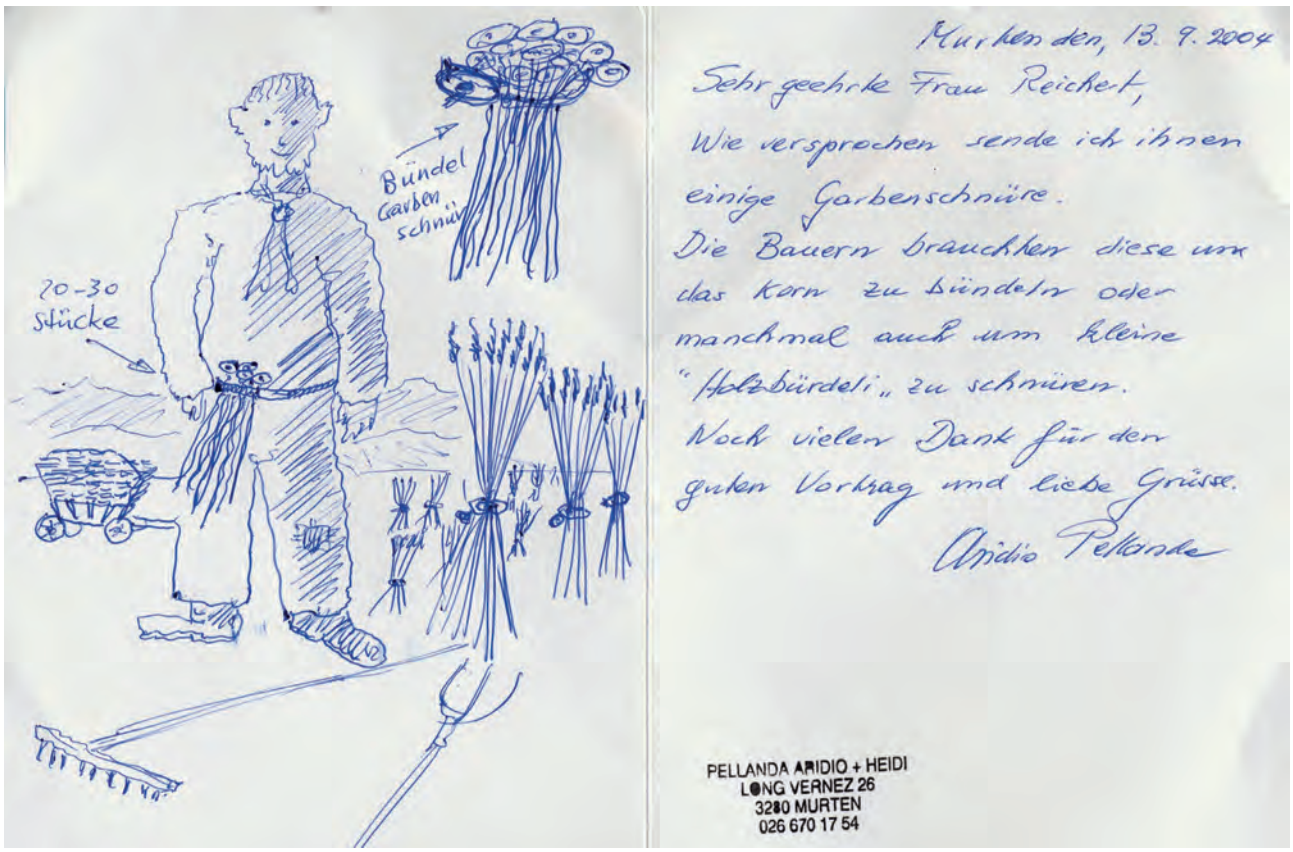


Abb. 9 So wurden die Garbenschnüre befestigt.

Seine Zeichnung (Abb. 9) dazu zeigt, wie sie mit der Holzscheibe am Gürtel befestigt wurden, damit sie zum Binden der Bündel aus Getreidehalmen griffbereit waren.

Nach Ansicht heutiger Bogenschützen könnten an dem Riemenbündel Pfeile abgewischt worden sein. Auch als «Vogelgalgen zum Transport von Jagdbeute» (Reitmaier 2014, S. 32, Abb. 2) könnte das Bündel benutzt worden sein. Ich meine, dass es eher Ersatzmaterial war, tauglich auch zum Zusammenbinden von gesammelten Zweigen oder anderem.

Anne Reichert
Experimentelle Archäologie / Archäotechnik
Storchenweg 1
D-76275 Ettlingen-Bruchhausen
Tel. 0049-7243-98877
anne.reichert@freenet.de

Abbildungsnachweis:

Abb. 1, 3 und 5: Südtiroler Archäologiemuseum Bozen.
Alle übrigen Fotos: Anne Reichert.

Le paquet de bandelettes d'«Ötzi» et son disque de calcaire

Lors du dégagement d'«Ötzi», l'homme des glaces momifié, on a découvert un paquet de bandes de fourrure torsadées, attaché à un disque de pierre blanche soigneusement poli. Cet ensemble de sangles est difficile à interpréter ; même en recourant à l'expérimentation, de nombreuses questions restent sans réponse. Le disque de pierre pourrait livrer une indication sur la fixation à la ceinture ; le paquet de courroies aurait simplement été emporté comme matériel en prévision de la route.
(traduction Karine Meylan)

Bibliographie:

REITMAIER, Thomas (2014) Form follows function – eine neue Deutung der sogenannten Steinscheibe mit Quaste des Südtiroler Eismannes. Archäologisches Korrespondenzblatt 44, 2014, Heft 1, S. 29–40.
SPINDLER, Konrad (1993) Der Mann im Eis. Die Ötztaler Mumie verrät die Geheimnisse der Steinzeit. C. Bertelsmann Verlag GmbH, München.

Abb. 1 Auf der Wiese unseres Experimentiergeländes wuchsen Spitzwegerich, Gundermann und Co. zu Hauf und brauchten nur noch eingesammelt zu werden.

ExperimentA – Verein für Experimentelle Archäologie. Jahresbericht 2019

Julia Bucher, Monika Isler, Kristin Kruse, Jonas Nyffeler und Ulla Wingenfelder

Im Jahr 2019 konzentrierte sich ExperimentA auf verschiedene interne Kurse und Anlässe. Neben dem altbewährten Bronzeguss gewinnen unsere Mitglieder immer mehr Erfahrung im Kochen mit prähistorischer Ausrüstung. Erstmals wagten sich dieses Jahr einige Mitglieder selbstständig an den Bau eines Holzkohlemeilers. Ein externer Kurs zum Eisen Schmieden bildete den Schlusspunkt eines weiteres, aktiven Jahres. Eine wichtige Neuerung gibt es seitens Kommunikation: Seit diesem Frühling sind wir auf Instagram präsent und berichten live über unsere Aktivitäten.

Chrüüter und Chäs

Zum ersten Mal überhaupt begaben sich diesem Frühling unsere Mitglieder auf Kräutersuche für ein reichhaltiges Mittagsmahl. Dabei erstaunte es so manche(n) von uns, was auf unseren Wiesen und Weiden alles essbar ist (Abb. 1) und erst noch richtig gut schmeckt. Ausreichend im Keramiktopf gedämpft, mit etwas Fett gekocht und mit Salz gewürzt, bot der Kräutereintopf ein vorzügliches Gaumenerlebnis. Dazu gab es ebenfalls direkt zubereiteten Frischkäse, über dessen Zubereitung unsere Mitglieder bereits über viel Erfahrung verfügen (siehe EAS-Anzeiger 2019, Seite 15). Gebratene Insekten (nicht selbst gesammelt) rundeten das kulinarische Erlebnis ab.

Abb. 2 Ein Meiler braucht während des gesamten Brennprozesses viel Aufmerksamkeit. Zu Beginn muss er regelmässig mit frischer Holzkohle versorgt werden, damit die Glut im Inneren nicht erlischt.

Köhlern

Im Jahr 2018 liessen sich einige Mitglieder von der professionellen Köhlerin Doris Wicki aus Roomos/LU in die Kunst des Kohlebrennens einweihen. Dieses Jahr baute ExperimentA selbstständig einen kleinen Meiler mit 1,2 Ster Buchenholz sowie Tannenzweigen und feinteiliger Holzkohle («Löschi») zum Abdecken des Holzstapels. Der Verkohlungsprozess dauerte knapp drei Tage, wobei der Meiler Tag und Nacht unterhalten und beobachtet werden musste (Abb. 2). Lohn der aufwändigen Arbeit waren 140 kg beste Holzkohle, die wir beim Bronzeguss nutzen können. Wir danken der Familie Streit beim Bahn-Hof in Guntalingen/ZH ganz herzlich für die grossartige Unterstützung.

Bronzegiessen

Im Juli und August wurde auf unserem Experimentiergelände am Campus Irchel der Universität Zürich wieder an mehreren Tagen Bronze gegossen. Die Gussmethode und die verwendete Ausrüstung (Abb. 3) stützen sich auf Originalfunde aus spätbronzezeitlichen Siedlungen (1200–800 v. Chr.). Einerseits konnten erfahrene ExperimentA-Mitglieder ihr Geschick auffrischen und verbessern, andererseits durften wir ein paar interessierte Besucher empfangen und unser Wissen zum Thema weitergeben. Zudem testeten und verbesserten wir mehrere neue Gussformen aus Sandstein.

Garen in der Erdgrube

Am Bronzegusstag vom 10. August bereiteten wir unsere Verpflegung in einer Kochgrube zu. In einem ca. 50 cm tiefen Erdloch erhitzten wir 20 grössere Steine im Feuer. Nachdem das Feuer heruntergebrannt und die Steine aufgeheizt waren, bedeckten wir Glut und Steine mit Laub. Auf dieses Laub legten wir das Koch-

Abb. 3 Mit der zusätzlichen Luftzufuhr durch die Tondüse mittels Blasebälgen erreicht der glühende Gussofen Temperaturen bis 1200 °C. Im Vordergrund zwei Gusstiegel aus Keramik.

Abb. 4 Gargrube nach dem Einfüllen des mit Blättern verpackten Essens.

gut, zum Schutz vor der Hitze in grosse Ahornblätter eingewickelt, und überdeckten es mit Laub, Gras und Erde. Während wir uns weiter dem Bronzeguss widmeten, schmorten unsere Essenspäckchen für eineinhalb Stunden (Abb. 4). Als Abschluss unseres Experimentaltages konnten wir ein vorzüglich schmeckendes Festmahl aus kleinen Fleischstücken, Fisch und verschiedenen Gemüsesorten geniessen – alles perfekt gegart mit der indirekten Hitze der Steine.

Einführung ins Schmiedehandwerk

Im November besuchten einige von uns einen Kurs beim erfahrenen Schmied Gian-Luca Bernasconi in Schliern bei Köniz/BE. Im Gegensatz zum Werkstoff Bronze hatten wir mit der Verarbeitung von Eisen bisher kaum Erfahrung. Dank der fundierten theoretischen und praktischen Einführung entstanden auf dem Amboss schon nach kurzer Zeit gebrauchsfähige Objekte wie Haken, Nussknacker und mehrere Messerklingen (Abb. 5). Ein nächster Schritt wäre es, die Praxis zu vertiefen und sich an anspruchsvolleren Techniken wie Feuerschweissen oder Nachbildungen archäologischer Objekte zu versuchen. Wir gingen jedenfalls schon jetzt mit einem reicheren Erfahrungsschatz nach Hause.

ExperimentA goes viral!

Seit Mai 2019 ist unser Verein auf Instagram aktiv. Unter dem Namen @experimenta.ch berichten wir live über Aktivtage, Vorführungen und Workshops (Abb. 6). Per Ende Jahr kamen so 14 Beiträge und 112 Follower zusammen. Wir vernetzen uns erfolgreich mit Museen und Archäotechnikern und tauschen uns mit Gleichgesinnten in ganz Europa über unsere Aktivitäten aus. Ein erfolgreicher Start in die Social Media-Welt! Folgt uns unter instagram.com/experimenta.ch.

ExperimentA – Association pour l'archéologie expérimentale. Rapport annuel 2019

En 2019, ExperimentA s'est concentrée sur divers cours et événements internes. Outre le coulage du bronze, bien connu désormais, nos membres gagnent de plus en plus d'expérience dans le domaine de la cuisine préhistorique. Pour la première fois, certains membres se sont aventurés à construire eux-mêmes une meule pour la production du charbon de bois. L'année, une nouvelle fois riche en activités, s'est terminée par un cours externe sur le travail du fer. Une importante nouveauté en matière de communication est enfin à signaler : depuis ce printemps, nous sommes présents sur Instagram et rendons compte en direct de nos activités. *(traduction Karine Meylan)*

ExperimentA – Verein für experimentelle Archäologie
c/o Institut für Archäologie
Fachbereich für Prähistorische Archäologie
Karl Schmid-Strasse 4
CH-8006 Zürich
www.experimenta.ch
Instagram: experimenta.ch

Bildnachweis:

1–6: Fotos ExperimentA.

Abb. 5 Schmieden einer Messerklinge.

Abb. 6 Instagram-Auftritt von ExperimenA.

Anne Reichert

Interview: Alex R. Furger

Jahrgang
1935

In der EA tätig seit
1992

In der EAS tätig seit
1998

Fachgebiet bzw. -gebiete
Textile Materialien und Techniken, Keramik, Grubenbrand, Birkenpechherstellung u. a.

Anne Reichert, du beschäftigst dich seit vielen Jahren mit Textilien im weitesten Sinne, vor allem der Rekonstruktion von Bastgeflechten jungsteinzeitlicher Ausrüstungsgegenstände und Kleidung. Was hatte bei dir das Interesse just an diesem Material ursprünglich geweckt, wer hat dich motiviert?
Seit meiner Kindheit habe ich ˆ«experimentiert». Wie die Kinder in der Altsteinzeit haben wir Püppchen und Tiere aus Lehm geformt – nur dass sie bei Regen weggeschwemmt wurden, während sie in der Steinzeit in der Feuerstelle landeten, heute als Idole bekannt. Wie man Schnüre macht, haben wir den Winden abgeschaut – das Wort «Zwirnen» kannte ich damals allerdings noch nicht.

«Arbeiten mit Bast» war früher Teil des Werkunterrichts in der Primarschule. Uns stand da knallbunt gefärbter Bast in beinahe «Industriequalität» zur Verfügung, aber wir lernten nie, wie dieses Material aus Pflanzen gewonnen wird. Wissen Kinder heute noch, was Bast ist?
Bast ist die Schicht zwischen Rinde und Holz eines Baumes, die vor dem Verarbeiten erst aufbereitet werden muss. Was unter «Bast» verkauft wird, ist – botanisch gesehen – gar kein Bast, sondern wird aus den Blättern der Raffia-Palme in Afrika gewonnen. Bast hatten wir früher nicht. Gräser, Binsen und anderes, das auf der Wiese wuchs, war unser Material zum Flechten. Häkeln und Stricken haben wir gelernt, bevor wir in die Schule kamen. Weil wir das Spinnrad nicht anfassen durften, an dem die Grossmutter Schafwolle verspann, hat sie uns das Spinnen mit Stöckchen gezeigt. Nach dem Krieg, als meine Schuhe kaputt waren, habe ich aus Maisblättern Zöpfe geflochten und sie zusammengenäht zu Sandalen, mit denen ich dann herumgelaufen bin – wie ich es auch jetzt mit allen Rekonstruktionen mache, um sie auf ihre Funktion zu überprüfen.

Deine wohl intensivsten Experimente und Forschungen erfolgten an den Funden der Gletschermumie «Ötzi». Eine erste Frage dazu: Wie kam es zu dieser Arbeit?
Die Eismumie «Ötzi» (sie lag nicht im Gletscher) hat mich zwar sehr beschäftigt – aber schon lange davor habe ich mit archäologischen Funden gearbeitet und versucht, herauszufinden, wie sie hergestellt worden sein könnten, zunächst überwiegend mit allem, was mit Lehm und Feuer zu tun hat: Keramik, Grubenbrand, Lehmofenbau, Hausbau, Feuermachen, Birkenpechherstellung. Das Bearbeiten von Feuerstein habe ich bald aufgegeben mangels Rohmaterial.

Mein zweites «Standbein» in der Experimentellen Archäologie ist der textile Bereich: Beschäftigung mit Funden vom Federsee, Bodensee, den Schweizer Seen u. a. Und dann kam «Ötzi» dazu, zunächst die Rekonstruktion der Dolchscheide – ein Zwirngeflecht aus Lindenbast, dessen Funktion eindeutig klar ist «dank» des Pickelhiebs bei der Bergung, der die Scheide und den darin steckenden Dolch beschädigt hat.

Warst du damals oft im Museum in Bozen im Tirol und hattest die Originalfunde in deinen Händen?
Textile Originalfunde bekommt man fast nie in die Hand. Ich war seinerzeit in Mainz, wo Reste von «Ötzis» Kleidung und Ausrüstung zuerst bearbeitet wurden, aber viel zu sehen bekam ich da nicht. Stutzig gemacht hat mich dann die publizierte Zeichnung des Innengeflechts des linken Schuhs: Gras bleibt nicht neben einem Geflecht stehen – es wird als Isoliermaterial zwischen Innengeflecht und Aussenschuh gestopft.

Was waren deine interessantesten Entdeckungen und Interpretationen an der «Ötzi»-Kleidung und -Ausrüstung?
Getreu den Zeichnungen der «Ötzi»-Figur mit einem Umhang habe ich einen solchen gearbeitet, allerdings aus Lindenbast, nicht aus Gras, weil mir eine so lange Sorte nicht zur Verfügung stand. Versuche mit dem Umhang und der ebenfalls gefundenen Rückentrage schlugen fehl: Man kann nicht beide Teile miteinander tragen. Das Geflecht war eine gerade Matte (Erweiterungsstellen fehlen) mit Schnürchen am oberen Rand – die ich nicht erfunden habe, sondern nach Spindlers Beschreibung gearbeitet habe. Mit diesen konnte man die Matte zusammenbinden und als Schutz über dem Kopf tragen, wie es in vielen Kulturen geschieht. Mein Vortrag dazu in Bozen wurde allerdings nicht veröffentlicht: «Wir wollen kein neues Bild von Ötzi.»

Gab es auch Kontroversen und Dispute mit anderen Forschenden, wo um die Methodik oder Deutungshoheit der Fundobjekte gestritten wurde?
Das Halbgeflecht aus Lindenbaststreifen, das in Hornstaad am Bodensee gefunden wurde, kann nicht in einem Dreieckrahmen hergestellt werden. Dass zwei in einiger Entfernung voneinander liegende Funde für die Nachbildung einer Rückentrage zusammengefügt werden mussten, halte ich für falsch.[1]

Womit beschäftigst du dich aktuell zurzeit?
Ich bereite Materialien und Rekonstruktionen für ein Aktionswochenende bei der Archäologie am Berg in Hallstatt vor (durchgeführt im August 2019).

Was sind deine Pläne für künftige Arbeiten?
Ich warte auf interessante Funde.

Eine letzte Frage: Was rätst du jungen Archäologen/-innen und Handwerkern/-innen, wenn sie sich ebenfalls mit der Experimentellen Archäologie beschäftigen wollen?
Probieren geht über Studieren.

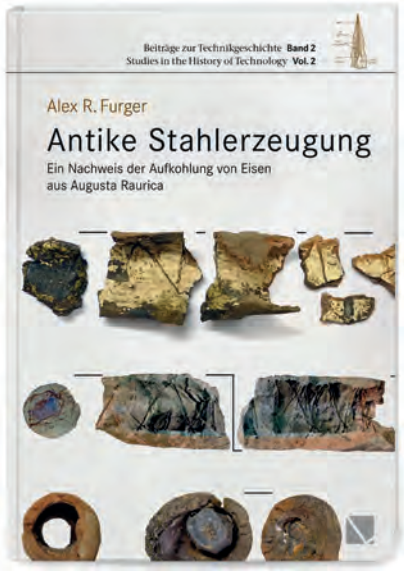
(siehe auch den Aufsatz von Anne Reichert in diesem Heft, Seiten 21-24, sowie die Publikationsliste mit den Quellen zu den im Interview angeschnittenen Themen: https://de.wikipedia.org/wiki/Anne_Reichert)

Abb. 1 So könnte Ötzi die zwirngebundene Matte getragen haben (Zeichnung: Katja Reichert).

Entretien avec Anne Reichert

Anne Reichert, membre de l'AES, revient sur ses années d'expérience dans le domaine de la production de fibres textiles et la reconstitution de vêtements et d'équipements préhistoriques. Son principal centre d'intérêt est le liber. Dans ce domaine, elle a reconstitué plusieurs équipements d'«Ötzi». Parmi les autres techniques qui l'intéressent, citons la construction de maisons, la production de colle de bouleau et la cuisson de céramiques en fosse. Son conseil à la nouvelle génération : « Expérimenter mène plus loin qu'étudier ».
(traduction Karine Meylan)

1 Siehe dazu:. «Reste einer Rückentrage? - Schwierige Rekonstruktionsversuche» in: Anzeiger EAS 2016, S. 42-49. Leider ist dort auf S. 42 ein Druckfehler passiert: Die Rahmenkonstruktion besteht aus dünnen Eschezweigen - nicht Erlenzweigen.



Publikationen

A. R. Furger, Antike Stahlerzeugung. Ein Nachweis der Aufkohlung von Eisen aus Augusta Raurica (Ancient steelmaking. New evidence regarding the carburization of iron in Roman time Augusta Raurica). Beiträge zur Technikgeschichte Band 2 / Studies in the History of Technology Vol. 2 (Basel 2019)..

Zum Inhalt

Mit der Entdeckung des Eisens war dem Menschen ein neuer Werkstoff zugänglich geworden, der zwar lokal leicht zu beschaffen und zu gewinnen war, in seinen technischen Eigenschaften der alt bekannten Bronze (Kupfer-Zinn-Legierung) jedoch kaum überlegen war. Eisen wird erst in Verbindung mit etwas Kohlenstoff (0,3–2%) zum härtbaren Stahl, und erst dieser gehärtete Stahl ist der Bronze als Werkstoff für Werkzeuge und Waffen hoch überlegen.

Stahl lässt sich auf zwei Arten erzeugen: Einerseits durch spezielle Feuerungstechnik bei der Eisenverhüttung direkt im Rennofen und andererseits nachträglich durch «Aufkohlen» von normalem Eisen mit kohlenstoffhaltigen Materialien in einem langen Zementationsprozess unter Luftabschluss bei hohen Temperaturen. Diese Techniken, Neufunde aus der römischen Stadt Augusta Raurica bei Basel, das berühmte *ferrum Noricum*, antike Eisen- und Stahlbarren sowie die Behandlung der Stahltechnologie bei griechischen und römischen Autoren finden in diesem Buch breiten Raum.

Im zweiten Teil wird der aus den unscheinbaren Funden von Augusta Raurica (Fragmente gebrannter Lehmumhüllungen) erschlossene Prozess der Aufkohlung experimentell nachvollzogen. Mit Holzkohlepulver, Pflanzenteilen, Blättern und Graphit als Kohlenstoffträger werden Barren aus Weicheisen in dichten Lehmumhüllungen bei langer und intensiver Hitze im Brennofen «zementiert». Anschliessende Analysen belegen anhand der Härte und Kohlenstoffaufnahme die erfolgte Stahlerzeugung. Dieser zur Zeit der frühen Industrialisierung weit verbreitete Prozess geht somit auf mindestens römische Zeit zurück.

Format: A4
Umfang: 176 Seiten, 122 Abbildungen
Sprache: Deutsch, mit englischer Zusammenfassung
Buchhandelspreis: € 65.– / CHF 65.–
ISBN: 978-3-906897-28-8
DOI: 10.19218 / 3906897288
Bezugsadresse Printausgabe: www.librumstore.com
Open Access: https://librum-publishers.com/zur-antiken-stahlerzeugung-ein-nachweis-der-aufkohlung-von-eisen-aus-augusta-raurica-bzt-2/