

10 DIE WERKSTATT ZUR SITZBANK VON HOCHDORF

Markus Binggeli

VORAUSSETZUNGEN, PROJEKTORGANISATION UND ZIELE DES EXPERIMENTS

Anlass zu diesem Experiment gab die Tatsache, dass die originale Sitzbank aus Hochdorf auch nach der Restaurierung zu fragil ist, um im Jahr 2009 für die Ausstellung über „Die Kunst der Kelten“ ins historische Museum nach Bern transportiert zu werden. Es entstand deshalb die Idee, während dieser Ausstellung einen Nachbau zu erstellen und das Ausstellungspublikum bei den Arbeiten zusehen zu lassen. Schnell war klar, dass eine solche Publikumsaktion dann am sinnvollsten wäre, wenn der Nachbau mit möglichst originalen Mitteln erfolgen würde. Das bedeutete aber, neben dem Nachbau der Sitzbank auch eine ganze Metallwerkstatt aus dem 6. Jahrhundert v. Chr. anzufertigen, und dies in einer Qualität, die längerem Gebrauch standhalten würde. Das Projekt nahm deshalb einen recht großen Umfang an.

Das historische Museum Bern, die pädagogische Hochschule Bern und das Landesmuseum Württemberg in Stuttgart beteiligten sich als Projektpartner. Die Arbeit gliederte sich in drei Etappen:

Eine Recherche sollte Angaben liefern, welche Werkzeuge und Werkstattinfrastrukturen aus dem 6. Jahrhundert v. Chr. bisher aus Grabungsbefunden des keltischen Kerngebiets (Süddeutschland, Schweizer Mittelland, Südostfrankreich) bekannt sind. Aus diesen Beständen wurden jene ausgewählt, die für den Nachbau der Sitzbank benötigt wurden.

Im zweiten Schritt wurden die benötigten Werkzeuge und Werkstattinfrastrukturen, soweit möglich, originalgetreu hergestellt. Wann immer möglich, wurden vorgängig die Originale an ihrem jeweiligen Aufbewahrungsort besichtigt.

Der dritte Schritt war dann die eigentliche Arbeit an der Sitzbank vom 18. Juni bis 18. Oktober 2009. An drei Tagen pro Woche fand die Arbeit in der rekonstruierten Werkstatt vor Publikum statt. Hier wurde jeder der nötigen Arbeitsschritte mindestens einmal durchgeführt, um zu überprüfen, ob die Möglichkeiten der Werkstatt ausreichten, um alle nötigen

Arbeiten auszuführen. Daneben wurde auch in einer alten Schmiede gearbeitet, damit die Sitzbank in den zur Verfügung stehenden vier Monaten fertiggestellt werden konnte. Eine Filmdokumentation hielt die Arbeiten fest.

Auf zwei Ebenen sollte dieses Experiment Erkenntnisse liefern: Einerseits sollte ein Einblick in Ausstattung und Funktionsweise einer eisenzeitlichen Metallwerkstatt des 6. Jahrhunderts v. Chr. erarbeitet und auch dem Museumspublikum vermittelt werden. Eine Filmdokumentation macht diesen Einblick auch Schulen und weiteren Institutionen zugänglich. Andererseits sollte die schon länger geführte Diskussion über die Herkunft der Sitzbank, die ja vorwiegend auf typologischen Gesichtspunkten beruht, um die Dimension der technologischen Machbarkeit erweitert werden. Die Einzigartigkeit der Sitzbank beruht ja nicht allein auf ihrem formalen Aufbau und den Verzierungselementen, sondern auch auf der konstruktiven Einzigartigkeit ihres Unterbaus, der aus einem komplexen System von bronzenen Tragefiguren auf Rädern und einem stabilisierenden Gestänge aus Eisen besteht, das in dieser Form unter den zeitgleichen, bisher bekannten Artefakten mit vergleichbarer Verwendung allein steht. Sollte sich also die technische Machbarkeit in der rekonstruierten Werkstatt herausstellen, dann ist auch mit der Möglichkeit zu rechnen, dass die Sitzbank in der Region ihres Fundortes gebaut wurde.

Von Anfang an war klar, dass die Herstellung der benötigten Bronzebleche den Rahmen und die Möglichkeiten des vorgesehenen Experiments überschreiten würde. Da sich aber Beispiele von größeren Blechobjekten (Schilde, Rüstungsteile) aus der Region nördlich der Alpen schon in der früheren Hallstattzeit finden, kann davon ausgegangen werden, dass die Herstellung genügend großer Bleche möglich war. Diese Auslassung stellt die Aussagekraft der Arbeit nicht in Frage. Dasselbe gilt für die fast 3000 benötigten Koralleneinlagen für Figuren und Räder, auch hier hätte das Zurechtschleifen der einzelnen Einlagen aus Rohmaterial den Rahmen des Experiments überschritten.

DIE WERKSTATT – ANFORDERUNGEN AN AUSRÜSTUNG UND WERKZEUG

Die Sitzbank besteht im Wesentlichen aus 54 Einzelteilen aus Bronze oder Eisen, die genau passend angefertigt und durch Niete verbunden sind. Rechnet man auch Kleinteile und Zierelemente wie Kettchen und Koralleneinlagen dazu, steigt die Zahl der Teile auf über 3000.

Ein Arbeitsplatz zur Herstellung all dieser verschiedenen Teile musste über unterschiedliche Arbeitsbereiche verfügen: Einen Schmiedepplatz für die Eisenverarbeitung, Infrastruktur für die Bearbeitung der Bronzebleche, das Schmieden von Bronzeteilen, den Guss von Bronzeelementen in Stein- und Tonformen. Der Arbeitsplatz musste außerdem über die Möglichkeit der Wachsbearbeitung zur Herstellung von Gussmodellen verfügen, die Anfertigung von Steingussformen erlauben, genauso wie die Aufbereitung der Masse für Tonformen und Tongusskerne. Das Werkzeug zur Überarbeitung von Rohgüssen musste vorhanden sein, dazu jenes für die Feinarbeiten, die beim Einlegen der Korallen auf Rädern und Figuren anfielen.

Zu jedem dieser Arbeitsbereiche gehörte eine spezifische Ausstattung an Materialien, fixen Anlagen (z. B. Esse, Gussgrube), Werkzeugen, Behältern usw. Aus diesen Anforderungen an den Arbeitsplatz ergab sich eine Ausrüstungsliste und die Vorstellung einer Werkstatteinrichtung, anhand derer vorhandenes Fundmaterial nach Entsprechungen durchgesehen werden konnte.

FUNDORTE MIT WERKSTATT-AUSSTATTUNG

Funde von Werkzeug und Werkstatteinrichtungen aus dem 6. Jahrhundert v. Chr. sind in der keltischen Kernregion eher selten. Eine Ausnahme bildet die Heuneburg, die knapp 100 km Luftlinie von Hochdorf entfernt ist. Hier befand sich ein Zentrum der Metallbearbeitung, das Bronze und Eisen verarbeitet hat. Es muss über weiträumige Beziehungen verfügt haben, was sich u. a. in Importmaterialien wie Koralle zeigt, aber auch am Baustil mit einer Lehmziegelbauweise, für den sich nur im mediterranen Raum Entsprechungen finden. Von den Werkstattbefunden der Heuneburg ist neben Werkstattabfällen ein vielfältiges Repertoire an Werkzeugen und Gerätschaften erhalten, das die Grundlage für die Werkzeugausstattung der experimentellen Werkstatt geliefert hat. Schwierig zu interpretieren ist der

Bereich der fixen Arbeitsplatzinfrastruktur der Heuneburg, wie Feuerstellen, da deren Erhaltung unvollständig ist oder fehlt. Aussagen über ihren genauen Verwendungszweck sind deshalb mit Unsicherheiten behaftet.

Weniger reich an Werkzeugfunden, aber mit klaren Befunden von Schmiede- und Gussplatz ist Sévaz am Neuenburgersee im Schweizer Mittelland. Zeitlich ist diese Fundstelle am Übergang von der Hallstatt- zur Latènezeit einzuordnen.¹ Befunde aus Sévaz wurden trotz der etwas jüngeren Zeitstellung mit einbezogen, als es um die Gestaltung von Guss- und Schmiedepplatz für die Sofawerkstatt ging.

Ein Großteil der benötigten Ausstattung für die Werkstatt konnte ausgehend von diesen zwei Fundorten abgedeckt werden. Lücken bestanden im Bereich der Werkzeuge und Gerätschaften aus organischen Materialien, der schwereren Schmiedehämmer sowie bei Werkzeug zur Herstellung und Verarbeitung der Niete und der Ringbuckelziermotive auf der Lehne der Sitzbank.

Im Folgenden sollen die wichtigsten Werkzeuge und Gerätschaften vorgestellt und kurz besprochen werden. Leider finden sich in den jeweiligen Katalogen zu den Funden aus Eisen keine Angaben dazu, ob ein Werkzeug aus gehärtetem oder ungehärtetem Stahl besteht. Die volle Gebrauchstauglichkeit z. B. für Meißel, Durchschläge und Bohrer ist aber nur dann gegeben, wenn ihr Arbeitsende gehärtet ist. Dieser Mangel hat zur Folge, dass die vorgestellten Werkzeuge ausschließlich nach ihrer Form und nicht zusätzlich nach ihren materiellen Eigenschaften ausgewählt werden konnten.

Werkzeug und Werkstatt-einrichtungen der Heuneburg

Die Werkzeugfunde aus der Heuneburg stammen aus dem 6. bis Anfang des 4. Jahrhunderts v. Chr., aus der Zeitperiode, in deren erster Hälfte die Sitzbank entstand. Auch wenn einige der Werkzeuge damit jünger sind als die angenommene Herstellungszeit der Sitzbank in der ersten Hälfte des 6. Jahrhundert v. Chr., kann das Ensemble als repräsentativ für die Epoche angesehen werden. Größere kulturelle Veränderungen fanden dann im 4. Jahrhundert v. Chr. mit Beginn der Latènezeit statt, die sich auch in einem veränderten Werkzeugrepertoire zeigen.

Susanne Sievers² hat die Werkzeugfunde der Heuneburg zusammengestellt. Diejenigen Objekte, welche für die Ausrüstung der Werkstatt beigezogen und nachgebildet wurden, sollen nachfolgend in der Reihenfolge ihrer Katalognummern aufgeführt und vorgestellt werden.

¹ Mauvilly u. a. 1998, 145.

² Sievers 1984.

Weitere in dieser Aufstellung erwähnte Heuneburgfunde wurden im Fundarchiv Rastatt besichtigt.

Eisen-/Stahlwerkzeuge

Zangenfragment, Sievers 1984, Kat. Nr. 1842 (Abb. 1 li.)

Zum Festhalten von glühendem Eisen beim Schmieden oder zum Hantieren mit Tiegeln während Heizphase und Guss waren bei der Herstellung der Sitzbank Zangen notwendig. Das Fragment belegt die Verwendung von Eisenzangen auf der Heuneburg. Zum Hantieren mit Gusstiegeln sind auch gewässerte Holzzangen denkbar.

Feilen, Sievers 1984, Kat. Nr. 1843–48 (Abb. 2 li.)

Feilen verschiedener Querschnittformen (flach, Vogelzunge, halbrund, messerförmig) und unterschiedlicher Feinheit des Hiebs dienten zur Überarbeitung von Gusstücken und zur Formanpassung von Bronze- und Eisenteilen. Alle Feilen weisen einen einfachen Hieb auf, der rechtwinklig zu ihrer Längsrichtung steht. Ihre Nachbauten erwiesen sich als uneingeschränkt gebrauchstüchtig, sie neigen allerdings aufgrund ihres einfachen Hiebes etwas zum „Rattern.“

Damit mit einer Feile Metall bearbeitet werden kann muss sie gehärtet werden. Dazu muss sie aus Stahl bestehen oder aufgestählt werden. Ein Verfahren, wie ein Feilenrohling aus Eisen aufgekohlt werden kann, beschreibt Theophilus im 12. Jahrhundert,³ und man muss davon ausgehen, dass Feilen schon in der Hallstattzeit so oder ähnlich gehärtet wurden. Dazu wird der Feilenrohling mit Fett bestrichen, mit Leder und dann Schnur umwickelt, mit Ton ummantelt und getrocknet. Anschließend wird das Paket auf Härtetemperatur gebracht, die Feile glühend aus dem Tonmantel gezogen, im Wasser abgeschreckt und über dem Feuer getrocknet. Der Kohlenstoff aus dem verbrannten Leder und der Schnur bewirkt eine oberflächliche Aufkohlung des Eisens, so dass eine Oberflächenhärtung erzielt wird. Im Tonmantel entsteht ein reduzierendes Milieu, eine Oxidation des Eisens im Feuer wird damit verhindert und die Schneiden der Feilenzähne können nicht wegbrennen, ihre Schärfe bleibt somit während des Härtevorgangs erhalten.

Ein Beleg dafür, dass die Werkstätten des 6. Jahrhunderts v. Chr. über die Möglichkeit verfügten, Werkzeuge aus gehärtetem Stahl herzustellen, ist der Hallstattdolch, der dem Fürsten von Hochdorf ins Grab mitgegeben

wurde. Seine Bronzescheide ist mit einer Tremolierstichverzierung versehen, zu deren Herstellung eine gehärtete Stichelschneide unabdingbar war.⁴

Meißel, Sievers 1984, Kat. Nr. 1849–51 (Abb. 3 li.)

Es handelt sich um eher kleine Meißel mit verschiedenen Schneidenwinkeln. Ihr gestauchter Kopf belegt ihren Gebrauch als Werkzeug. Zum Einsatz kamen Meißel beim Trennen von Blechen, Abtrennen von Gusszapfen und Gussfahnen, Ablängen von geschmiedeten Eisenteilen, also allgemein als trennendes Werkzeug in der Metallbearbeitung. Sobald ihre Schneide die höchste Schärfe verloren hat, können sie auch zum Ziselieren von Linien auf Metalloberflächen verwendet werden.

Speziell ist der kurze Meißel Nr. 1851. Solche kurzen Meißel verwendet der Feilenmacher, wenn er den Hieb auf den Feilenrohling haut.⁵ Schneidenbreite, Schneidenwinkel und die Geradheit der Schneide machen dieses Werkzeug zum Hauen von Feilen geeignet. Eine erfolgreich eingesetzte Kopie davon hat dies bestätigt.

Durchschläge, Sievers 1984, Kat. 1852–53 (Abb. 4 li.)

Zwei recht schwere Durchschläge – ihre Nachbauten dienten in der Werkstatt beispielsweise zum Ausstanzen der Nietlöcher in den Blechen der Sitzbank. Am besten gelang das auf einer Bleiunterlage oder auf einer Unterlage aus hartem Hirnholz. Kennzeichnend ist ihr flaches, scharfkantiges Arbeitsende. Die Lochungen in den Eisengabeln,⁶ durch die die Radachsen der Trägerfiguren der Sitzbank laufen, wurden ebenfalls mit solchen Durchschlägen gemacht, allerdings mit solchen von kleinerem Durchmesser.

Perlpunzen, Sievers 1984, Kat. Nr. 1854–55 (Abb. 5 li.)

Zwei Stahlstifte mit kugeligem Arbeitsende von verschiedenen Durchmessern – damit wurden die Punktreihen, aus denen die Verzierungen auf der Lehne der Sitzbank bestehen, in die Bleche geschlagen.⁷ Dem originalen Eindruck am nächsten kam das Aussehen der kleinen Buckel, wenn sie auf einer Bleiunterlage eingeschlagen wurden.

Schaber, Sievers 1984, Kat. Nr. 1858 (Abb. 6) Bronzeblech muss während des Ausschmiedevorgangs oft zwischengeglüht werden. Dabei

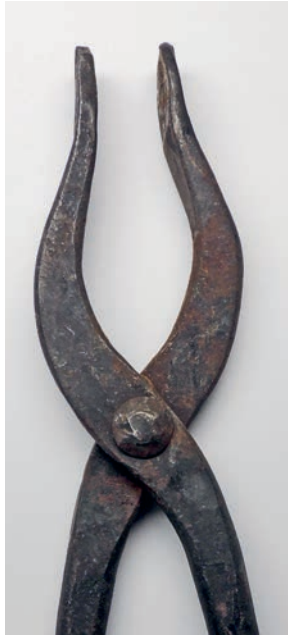
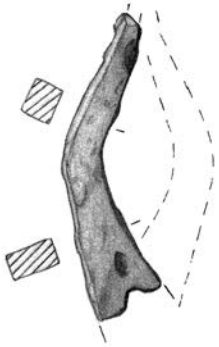
3 Brepohl 187, 78–81.

4 Biel 1985, Taf. 8b.

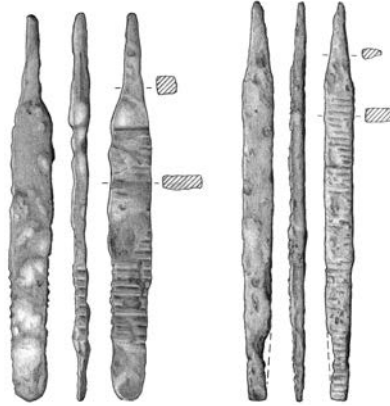
5 Kuby 1997.

6 Siehe Beitrag Heinrich/Wolf in diesem Band (Kap. 3), Abb. 22.

7 Ebd. Abb. 30.



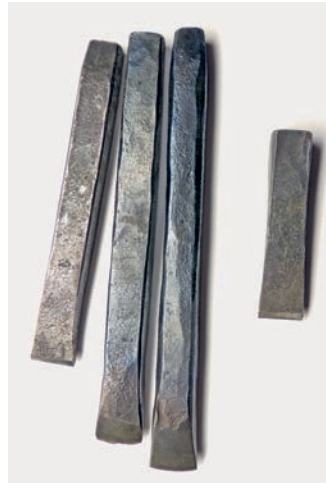
1



2



3



4

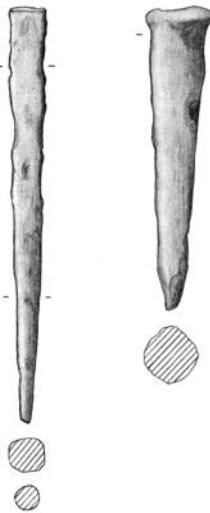


1 Zangenfragment, erhaltene Länge 4,8 cm, Heuneburg. Rechts rekonstruierte Schmiedezange.

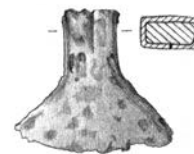
2 Feilen, Länge 11,0 und 11,3 cm, Heuneburg. Rechts rekonstruierte Feilen von verschiedener Form und Hiebfeinheit.

3 Meißel, Länge 7,75/7,7/4,1 cm, Heuneburg. Rechts Meißelnachbildungen, der kleine Meißel rechts ist 4,1 cm lang und wurde für das Hauen des Feilenhiebs verwendet.

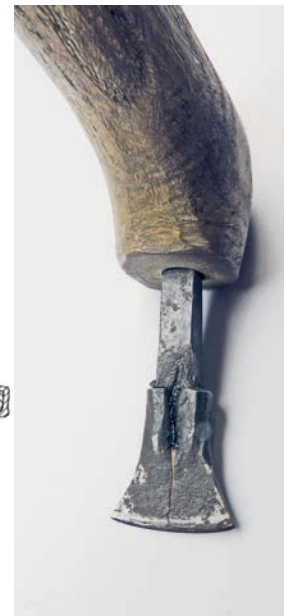
4 Durchschläge, Länge 6,8 cm und 8,8 cm, Heuneburg. Rechts Nachbildungen.



5

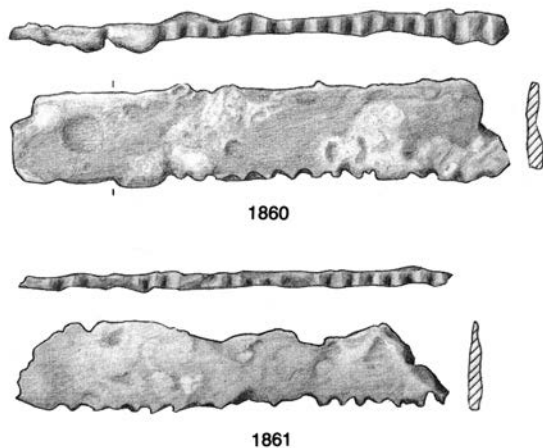


6





7



8



überzieht es sich mit einer schwarzen Oxidschicht. Die Bleche der Sitzbank wurden geschabt, um diese Oxidschicht zu entfernen und die blanke Bronzeoberfläche freizulegen; dies zeigen entsprechende Spuren am Original (Abb. 7 li.). Auch an weiteren hallstattzeitlichen Bronzeblechobjekten beobachtet man geschabte Oberflächen. Schaben war bis in die Renaissance und länger eine bevorzugte Technik, um Metalloberflächen blank zu machen.⁸ Mit dem Objekt Nr. 1858 befindet sich unter den Funden der Heuneburg ein hervorragend dazu geeignetes Werkzeug, wie die Arbeit an der Rekonstruktion der Sitzbank bestätigt hat (Abb. 7 re.). Fünf Quadratmeter Bronzeblech wurden mit einem derartigen kleinen, beilförmigen Schaber blank gemacht. Dazu wurde das Werkzeug wie ein Querbeil geschäftet, allerdings mit einem Eisenzwischenstück, da die Schäftung in Holz während der Arbeit zu bruchanfällig war. Gearbeitet wurde auf Zug.

Die Werkzeugschneide muss aus gut gehärtetem Stahl bestehen und öfters nachgeschärft werden, damit effizientes Arbeiten möglich ist. Die Schabarbeit ist zwar anstrengend und langdauernd, aber immer noch viel effizienter als das Blank schleifen einer Blechoberfläche mit Sandstein und Sand.

Sägen, Sievers 1984, Kat. Nr. 1860–61 (Abb. 8 li.)

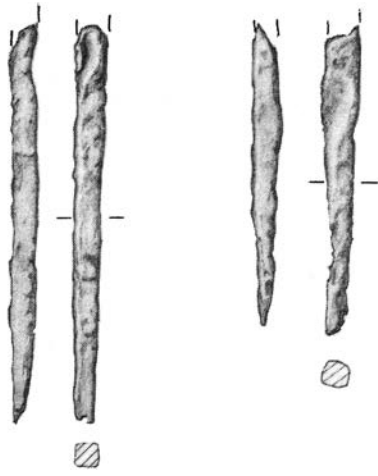
Zwei Sägeblattfragmente mit 2 mm breiter, gefeilter Zahnung liegen von der Heuneburg vor. Analog zu Beispielen aus Manching⁹ und Celles¹⁰ wurden die Nachbildungen mit einem Handgriff aus Holz versehen. Sägen dienen primär der trennenden Bearbeitung von organischen Materialien, daneben konnten im Experiment mit einer solchen Säge, wenn die Zahnung gehärtet ist, auch Gusszapfen aus Bronze angesägt und dann präzise weggebrochen werden.

- 5 Perlunzen, Länge 8,8 cm und 6,5 cm, Heuneburg. Rechts Nachbildungen.
- 6 Kleines Tüllenbeil, Schneidenbreite 3,2 cm, Heuneburg. Daneben seine Nachbildung als Schaber, Schneidenbreite 3 cm, mit einem Eisenzwischenstück geschäftet.
- 7 Schabespuren auf den Blechen der Sitzbank: links am Original, rechts an der Nachbildung.
- 8 Sägefragmente, Länge 7,5 cm und 6,6 cm, Heuneburg. Rechts zwei Rekonstruktionen als Einhandsägen.

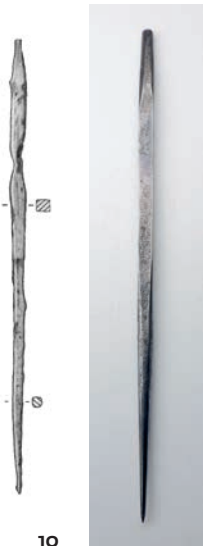
8 Brepohl 2005, 128.

9 Jacobi 1974, Taf. 12,406.

10 Guillaumet 1983, 194.



9



10



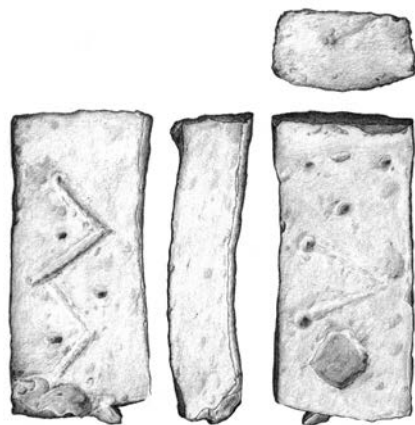
11



12



13



14



Bohrer, Sievers 1984, Kat. Nr. 1867–70 (Abb. 9 li.)

Die Beispiele sind stark korrodiert und ihre genaue Form nicht mehr eindeutig ersichtlich, aber aufgrund ihrer Dimensionen und der abgeflachten Form ihres Arbeitendes kommen diese Werkzeuge als Bohrer infrage. Eindeutigere Beispiele sind aus Manching erhalten.¹¹ Die Koralleneinlagen auf den Figuren der Sitzbank wurden in gebohrte Löcher eingelegt.¹² Solche Bohrer, mit einem Dreul angetrieben, erzeugen Bohrlöcher, die den Originalen exakt gleichen, mit Drehritzen an den senkrechten Wänden und einer konisch vertieften Mitte. Problemlos, mit gelegentlichem Nachschärfen, ließen sich damit die fast 3000 benötigten Bohrlöcher für die Koralleneinlagen in Figuren und Räder bohren.

Reißnadel, Sievers 1984, Kat. Nr. 1879 (Abb. 10 li.)

Eine Reißnadel mit gehärteter Spitze dient in formgleicher Ausführung auch heute noch zum Anreißen von Linien auf Metalloberflächen. Reißlinien auf den Blechen der Sitzbank dienten der Platzierung von Nietlöchern und punzierten Verzierungen (Taf. 5–7).

Gerät zur Wachsarbeit und zum Wachs-schweißen, Sievers 1984, Kat. Nr. 1887 (Abb. 11 li.)

Ein stabförmiges Eisenwerkzeug, an einem Ende spitz zulaufend, am andern abgeflacht, dient erwärmt zum Verschweißen von Wachs-teilen bei der Herstellung von Gussmodellen. Werkzeug Nr. 1887 könnte diese Verwendung gehabt haben.

Knochengeräte, z. B. Sievers Nr. 1541–1544, als Doppelspitzen bezeichnet, könnten beim Modellieren der Wachsmodele gute Dienste geleistet haben. Ebenso gut können solche Modellierwerkzeuge für Wachs aus Holz bestanden und sich deshalb nicht bis heute erhalten haben.

Messer, Sievers 1984, Kat. Nr. 1918 (Abb. 12 li.)

Ein Messer gehört als Universalwerkzeug in jede Werkstatt. Das Vollgriffmesser mit aufgenieteten Griffschalen leistete neben anderem gute Dienste beim Zuschneiden von Wachsteilen für die Wachsmodele.

Kleiner Einsteckamboss, Sievers 1984, Kat. Nr. 2017 (Abb. 13 li.)

Das zylindrische Arbeitende dieses Ambos-ses dient dem Formen von kleinen Teilen, bei-

spielsweise dem Überschmieden der gegos-senen Ringlein der Zierkettchen an den Griffen der Sitzbanklehne.

Klotzamboss, Sievers 1984, Kat. Nr. 2181 (Abb. 14 li.)

Als feste Unterlagen beim Setzen der Niete war ein so oder ähnlich geformtes Stück aus Eisen (alternativ aus Stein oder Bronze) bei der Herstellung der Sitzbank unverzichtbar. Ein weiteres Beispiel für ein universell einsetzbares Werkzeug.

Weitere Geräte und Infrastrukturen von der Heuneburg Schleifsteine, Sievers 1984, Kat. Nr. 1777–81 (Abb. 15 li.)

Eine Metalloberfläche entfaltet dann ihre beste optische Wirkung, wenn sie ihren typischen Metallglanz zeigt. Nach den Feilen kommen zur weiteren Oberflächenglättung Schleif- und Poliersteine verschiedener Körnungen zum Einsatz. Dabei dienen gröbere Sandsteine eher dem Materialabtrag, feinere Steine dem weiteren Feinschliff einer Oberfläche. Damit auch schwieriger zugängliche Stellen erreicht werden können, sind die Formen der Steine entsprechend zugerichtet. Mit passend aufeinander abgestimmten Steinen ließen sich die Oberflächen der Gussteile der Sitzbank, Figuren, Räder usw. recht effizient bis zum Glanz bearbeiten.

Polierstein, Fundnr. O191 Fundarchiv Rastatt (Abb. 16 li.)

Ein kleiner Quarzitkiesel mit polierter Oberfläche kann zur Glanzpolitur von Keramik, aber auch von Metalloberflächen verwendet worden sein. Polierte Achate dienen nebst Polierstählen auch heute noch dazu. Mit Druck über eine feingeschliffene Metalloberfläche gerieben, verdichten sie diese und geben ihr Glanz. Die Versuche in der Werkstatt ergaben die Tauglichkeit von Quarzit zu diesem Zweck. Ein kleiner Kiesel erreicht auch Stellen, die mit anderen Methoden schwieriger zugänglich sind.

Alternativ kam in der Werkstatt Poliererde, aufgetragen auf Leder, zum Einsatz. Reste von pulverförmigen Poliermitteln sind jedoch heute auf einer Grabung kaum mehr nachweisbar.

Reibstein, Fundnr. unbekannt Fundarchiv Rastatt (Abb. 17 li.)

Bei einer Anzahl größerer Steine mit flach abgerichteter Arbeitsfläche unter den Funden der Heuneburg ist der genaue Verwendungszweck

9 Als mögliche Bohrer interpretierte Werkzeuge, erhaltene Länge 4,2 cm und 3,2 cm, Heuneburg. Rechts entsprechende Rekonstruktionen mit Schneidenbreiten von ca. 1–6 mm.

10 Als Reißnadel interpretiertes Werkzeug, Länge 12,9 cm, Heuneburg. Rechts Reißnadelnachbildung. Mindestens deren Spitze muss gehärtet sein, damit ein Anreißen von Linien auf Bronze möglich ist.

11 Geräte aus Knochen, Länge 7,25–9,9 cm und Eisen, erhaltene Länge 17 cm, Heuneburg. Die Geräte wurden möglicherweise zur Arbeit mit Wachs verwendet. Rechts Nachbildungen aus Holz und Eisen, die bei der Rekonstruktion der Sitzbank zum Einsatz kamen.

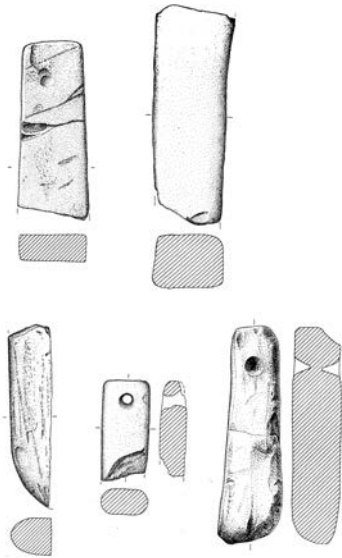
12 Messerfragment, erhaltene Länge 12,7 cm, Heuneburg. Rechts nach diesem Fragment rekonstruiertes Messer mit Griffschalen aus Geweih.

13 Kleiner Einsteckamboss, Länge 7,6 cm, Heuneburg. Rechts Nachbildung.

14 Ambossklotz, Maße ca. 8 cm x 3 cm, 6 cm x 1,9 cm, Heuneburg. Rechts Rekonstruktion aus Eisen.

¹¹ Jacobi 1974, Taf. 8,133-138.

¹² Siehe Abb. 42–44 im Beitrag Heinrich/Wolf in diesem Band (Kap. 3).



15

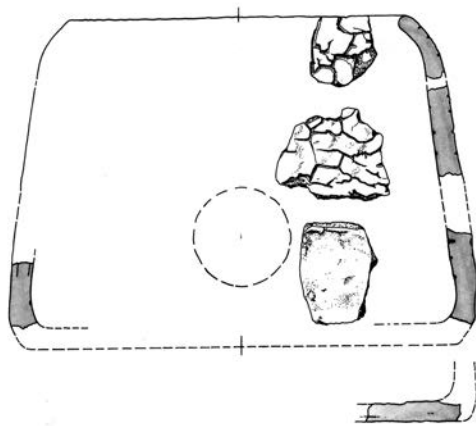


16



17





18

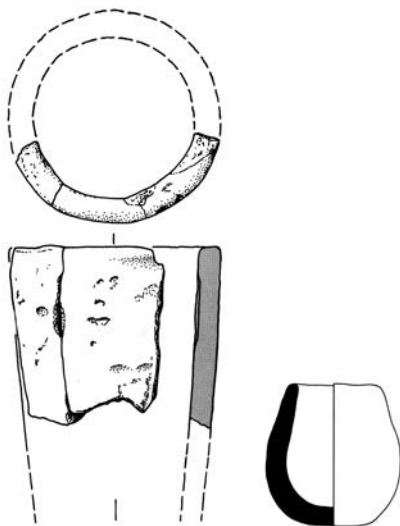


15 Schleifsteine verschiedener Körnung, Länge 3,55–7,8 cm, Heuneburg. Rechts Set von Schleifsteinen für die Arbeit an der Sitzbank.

16 Polierter Quarzitkiesel, Länge ca. 3 cm, Heuneburg. Rechts Quarzitkiesel, als Polierstein verwendet.

17 Reibstein, Länge 37 cm, Heuneburg. Rechts Nachbildung aus Flussgeröll.

18 Topföfen, Durchmesser ca. 26 cm, Heuneburg. Rechts Nachbildung.



19



19 Düsenfragment, Dm. 7,3 cm, Heuneburg. Tiegel, Dm. 4,8 cm, Singen a. Hohentwiel. Rechts Düse und Tiegel, die bei der Rekonstruktion der Sitzbank zum Einsatz kamen.

schwierig zu bestimmen. Bei einer Verwendung als Amboss muss die Arbeitsfläche glatt sein, bei einem Reibstein eher rau. Das abgebildete Beispiel könnte somit dem zweitgenannten Zweck gedient haben, als Reibstein zum Feinreiben von keramischer Magerung die dem Lehm für Tongussformen zugegeben wurde sowie zum Aufbereiten eben dieses Formlehms.

Topföfen, Drescher in: Gersbach 1995, 316 Abb. 34 (Abb. 18 li.)

Reste einer ganzen Anzahl solcher Öfen, von runder, sich nach oben verengender Form mit seitlichem Luftloch, kamen auf der Heuneburg zum Vorschein. Sie waren vergesellschaftet mit Tiegeln, Düsen, Feuerstellen und Resten der Metallverarbeitung, erfüllten also eine Funktion im Zusammenhang mit Metallbearbeitung. Mit Holzkohle befeuert leisteten sie gute Dienste als Wärmequelle für die verschiedensten Zwecke, zum Zwischenglühen von Kleinteilen, zum Warmhalten der Kitt-

masse, die zum Befestigen der Korallen auf den Figuren verwendet wurde, zum Erwärmen des Schweißwerkzeuges für Wachs. In einem darauf gestellten Topf konnte Wasser erwärmt und darin Wachs vor dem Formen geschmeidig gemacht werden. Das seitliche Loch dient dabei der Luftzufuhr, damit das Feuer nicht ausgeht, aber auch zum Einblasen von Luft mittels Blasebalg durch eine Düse, wenn eine größere Hitze erwünscht ist. Alles in allem eine praktische, vielseitig einsetzbare Wärmequelle.

Tiegel/Düsen Tiegel in: Drescher 1995, 311–12 Abb. 30–31. Düse in: Ebd. 318 Abb. 36 (Abb. 19 li.)

Bruchstücke von Tiegeln und Düsen belegen deren Verwendung bei der Metallverarbeitung auf der Heuneburg. Kleine, schiffchenförmige Tiegel dienten zum Schmelzen kleinerer Bronzemengen, größere Tiegel sind nur bruchstückhaft erhalten. Allerdings belegen erhaltene Gusskuchen, dass auch größere Tiegel von

runder Form gebraucht wurden.¹³ Die Form dieser Tiegel wurde anhand des ganz erhaltenen Tiegels aus Singen, Gewann „Mühlengelge“¹⁴ rekonstruiert und mit Erfolg verwendet, wenn größere Bronzemengen (bis knapp zwei kg) für den Guss der Figuren geschmolzen werden mussten.

Brandplatz, Gersbach 1995, 124, Abb.74,2 (Abb. 20 li.)

Verschiedene, D-förmig umrandete Flächen aus verziegeltem Lehm standen in engem Zusammenhang mit der Metallverarbeitung auf der Heuneburg. Ob die Flächen einfach umrandete Feuerplatten oder überkuppelt waren, lässt sich heute nicht mehr mit Sicherheit sagen. Rekonstruiert wurden sie für die experimentelle Werkstatt als ca. 10 cm hoch umrandete Flächen, die als Feuerplatz dienten. Die in der Werkstatt verwendeten Töpfe und Tiegel wurden dort gebrannt, das Wachs aus Tonformen ausgeschmolzen und die Formen anschließend gebrannt. Bei den Blechen der Sitzfläche musste zum Vernieten mit der Lehne ein Rand nach oben abgekantet werden, dabei war ein Zwischenglühen nötig. Auch für diese Arbeit kam der Feuerplatz zum Einsatz.

Weitere Funde von der Heuneburg mit möglichem Bezug zu Arbeiten an der Sitzbank

Nietverbindungen, Sievers 1984, Taf. 85–86 (Abb. 21 li.)

Erhalten geblieben sind eine ganze Reihe von Nieten aus Bronze und vernieteten Blechfragmenten. Einige der Nieten weisen dieselben Dimensionen auf wie jene der Sitzbank. Die Nietlöcher weisen teilweise eine Form auf, die ihre Herstellung mit einem Durchschlag nahelegt. Auch wenn kein Werkzeug zur Herstellung und Verarbeitung von Nieten gefunden wurde, belegen diese Beispiele, dass Nietverbindungen auf der Heuneburg zum Alltagshandwerk gehörten.

Erwähnenswert ist im Zusammenhang mit den Ringbuckelmotiven auf den Blechen der Sitzbanklehne die Niete Nr. 1207, die auf ihrem flachen Kopf ein punziertes Ringbuckelmotiv zeigt. Auch hier fehlt das dazugehörige Werkzeug, der Abdruck belegt jedoch sein Vorhandensein in der Werkstatt und damit das Vertrautsein der Handwerker mit der Herstellung von Ringbuckelmotiven.

Ringe, Sievers 1984, Kat. Nr. 54, 163

Zwei kleine, gegossene Bronzeringe unter dem Fundgut der Heuneburg sind in ihren Dimensionen und ihrem rhombischen Querschnitt

identisch mit jenen, aus denen die Kettchen an den Griffen der Sitzbank bestehen; ein weiterer Beleg dafür, dass auf der Heuneburg Objekte hergestellt wurden, wie sie auch beim Bau Sitzbank Verwendung fanden.

Koralle, Sievers 1984, Kat. Nr. 688 (Abb. 22 li. oben)

Noch ein Beispiel dafür ist die durchbohrte Perle aus weißer Koralle mit in der Bohrung steckendem Bronzestift. Sie wird in der Literatur als abgebrochener Nadelkopf bezeichnet, entspricht in Material, Farbe und Maßen aber exakt den Augen der Tragefiguren der Sitzbank.

Tongussformfragmente, mit Negativ eines Silenkopfes, Drescher 1995, 289–310

Zahlreiche Fragmente von Tonformen belegen die Arbeit an Wachsmodellen und deren Guss in Tonformen. Eine dieser Formen weist auf der Unterseite noch den Abdruck einer Holzmaserung auf, was zeigt, dass bei der Arbeit Holzbretter als Unterlagen verwendet wurden. Dies ist zwar naheliegend, aber selten so direkt belegt.

Das Gussformfragment mit dem Negativ eines Silenkopfes wird etwas jünger datiert, als die Entstehungszeit der Sitzbank. Stilistisch übernimmt das Fragment spätarchaische Vorbilder aus Vulci in der etruskischen Toskana,¹⁵ es ist aber unzweifelhaft lokal entstanden und demonstriert die Beschäftigung der Metallarbeiter der Heuneburg mit Stilelementen aus dem Süden.

In Tonformen gegossen wurden bei der experimentellen Rekonstruktion der Sitzbank die acht Tragefiguren sowie die Kopfaufsätze für vier der Figuren.

Gussformen aus Stein, Drescher 1995, 302 Abb. 28

Neben Tonformen kamen auf der Heuneburg auch Gussformen aus feinkörnigem Sandstein zur Anwendung. Diese haben gegenüber Tonformen den Vorteil, dass sie mehrfach verwendet werden können und mehrere, exakt gleiche Abgüsse erlauben. Zwei der Formen weisen die Negative von Stabbarren auf, wie sie als Ausgangsform zum Schmieden der Griffe an der Lehne der Sitzbank gedient haben.

Steingussformen kamen ebenso beim Guss der Räder und der Ringe für die Zierkettchen der nachgebildeten Sitzbank zum Einsatz.

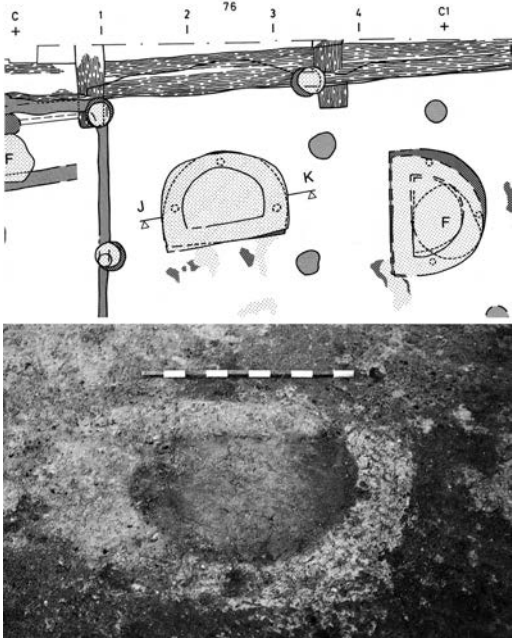
Perldrahteisen, Sievers 1984, Kat. Nr. 2014 (Abb. 23 li.)

Ein Werkzeug mit unklarer Funktion, ein Ende ist als Angel ausgebildet, die in einen Griff ge-

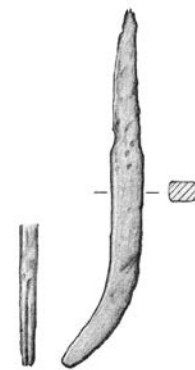
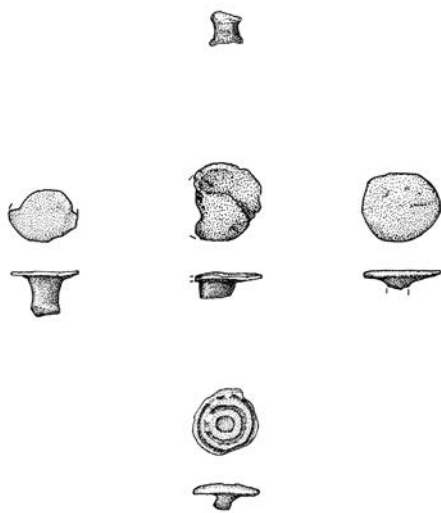
¹³ Drescher 1995, 258 Abb. 1.

¹⁴ Hopert 1995, Taf. 41,466.

¹⁵ Hase 2000, 186.



- 20 Zeichnung und Foto von Brandplätzen, Breite um 1,5 m, Heuneburg. Rechts der Brandplatz in der rekonstruierten Werkstatt.
- 21 Verschiedene Niete, Dm. 0,6–1,3 cm, Heuneburg. Rechts Niete und Nietverbindungen der Sitzbanknachbildung.
- 22 Korallenperle und weitere Korallenstücke, Dm. Perle 0,55 cm, Heuneburg. Rechts die Augen aus Korallenperlen der nachgebildeten Sitzbankfigur.
- 23 Eisenwerkzeug, das wahrscheinlich zur Herstellung von Perldraht verwendet wurde. Länge 6,2 cm, Heuneburg.



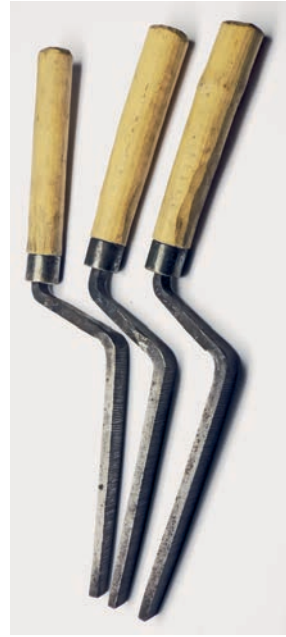
21

22

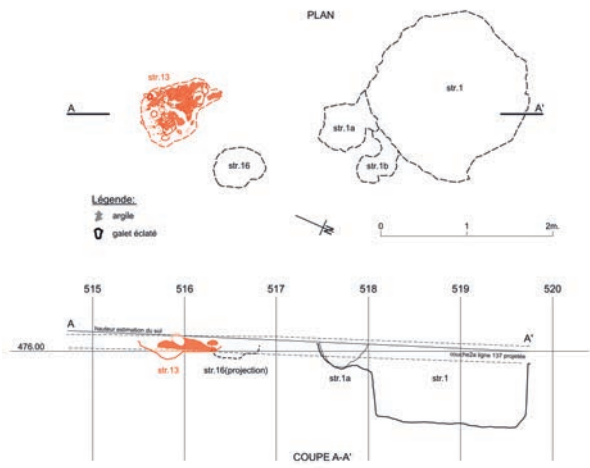
23



24



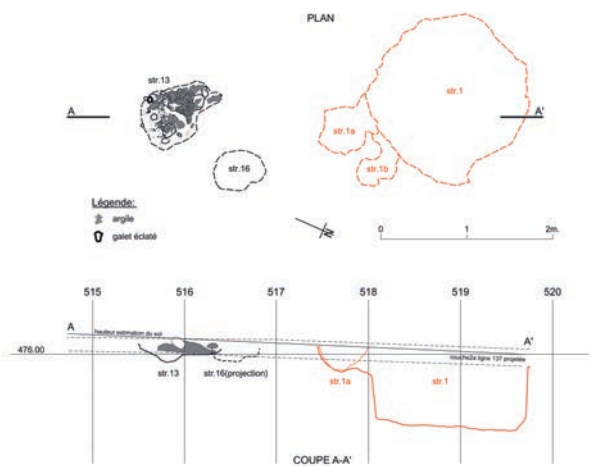
Structures 13 (et 1-1a-16)



25



Structures 13 (et 1-1a-16)



26



steckt war. Das Arbeitsteil ist ein gekrümmtes Flachprofil mit einer Rille auf der Außenseite der Krümmung. Theophilus beschreibt ein so geformtes Werkzeug als „Feile mit Rille“, die zur Herstellung von Perldraht benutzt wird.¹⁶ Auch dieses Werkzeug wird an den Übergang vom 6. zum 5. Jahrhundert v. Chr. datiert, d. h. etwas jünger als die Sitzbank. Es steht auch nicht in direktem Zusammenhang mit Arbeiten, die zur Herstellung der Sitzbank nötig waren, sondern soll hier erwähnt werden, weil es einen zusätzlichen Beleg dafür liefert, dass in den Werkstätten der Heuneburg aus dem Süden übernommene Arbeitstechniken ausgeübt wurden.

Insgesamt ergibt sich aus dieser Zusammenstellung das Inventar einer Metallwerkstatt, welches einen großen Teil der Ausstattung umfasst, wie sie zur Herstellung der Sitzbank benötigt wurde.

Gussherde und Schmiedeessen sind von der Heuneburg nur in Form von verschlackten Bruchstücken der Grubenauskleidungen vorhanden, aus ihnen lässt sich jedoch deren Aussehen nicht rekonstruieren. Diese Lücke schließen die Funde von Werkstatteinrichtungen aus Sévaz am Neuenburger See im Schweizer Mittelland,¹⁷ welche anhand von dazugehörigen Keramikgefäßen und Metallobjekten in die jüngste Hallstattzeit gegen das Ende der ersten Hälfte des 5. Jahrhunderts v. Chr. datiert werden.

Werkzeug und Werkstatteinrichtungen aus Sévaz

Die latènezeitliche Fundstelle Sévaz liegt im Gebiet des Westhallstattkreises. Ihre Gussherde und Schmiedeessen unterscheiden sich im Aufbau von denen, die sonst aus der Latènezeit bekannt sind.¹⁸ Es kann angenommen werden, dass sie der Tradition der Hallstattzeit entsprechen und auch für frühere Phasen repräsentativ sind. In Ermangelung exakt in die Entstehungszeit der Sitzbank fallender Beispiele wurden für die Einrichtung der experimentellen Werkstatt die Gussherde und Schmiedeessen aus Sévaz als Vorbild übernommen.

Abfälle aus Eisen und Bronze, Gusstiegel und Ambosssteine belegen die gleichzeitige Verarbeitung von Bronze und Eisen in der Werkstatt, wie es auch auf der Heuneburg der Fall war. Die für die experimentelle Werkstatt rekonstruierten Werkzeuge und Einrichtungen werden im Folgenden vorgestellt.

Feilen, Feilenheft (Abb. 24)

Aus Sévaz gibt es eine Reihe von Feilen verschiedener Formen, mit derselben Hiebform

und Machart wie jene der Heuneburg. Erwähnenswert sind die zwei Feilen mit abgekröpfter Angel, so dass das Heft nicht in der gleichen Ebene wie der Hieb liegt. Solche Feilen erlauben das Befeilen größerer, ebener Flächen.

Das Bruchstück eines Werkzeuggriffs aus Holz mit einer Eisenzwinde, in dem noch die quadratische Angel steckt, zeigt, wie diese damals hergestellt wurden. Bis heute hat sich daran nicht viel geändert.

Nebst diesen Feilen und einigen Meißeln ist aus Sévaz wenig an Werkzeugen erhalten.

Gussofen (Befund Sévaz Abb. 25 li.)

Eine kleine, mit sandgemagertem Ton ausgekleidete Grube wurde aufgrund von vergesellschafteten Tiegelbruchstücken und der Absenz von Abfällen der Eisenbearbeitung als Schmelzofen identifiziert. Die Grube war möglicherweise auf einer Seite teilweise mit Lehm überkuppelt, die Luft wurde seitlich unter diesem überhöhten Rand eingeblasen.

Entsprechend wurde der Gussofen rekonstruiert, jedoch mit zwei Luftzufuhröffnungen und nur wenig überhöhtem Rand. Zwei Löcher für Luft deshalb, damit die Heizleistung des Ofens sicher genügen würde, um die zwei Kilogramm Bronze zum Guss der Figuren zu schmelzen. Das war dann auch ohne weiteres möglich.

Neben dem Gussofen wurde eine sandgefüllte Grube platziert, in der die doch recht hohen Tonformen für den Figurenguss sicher gesetzt werden konnten.

Schmiedeplatz mit Esse (Befund Sévaz Abb. 26 li.)

In zwei Metern Entfernung vom Gussofen befand sich eine Grube von ca. 2 Metern Durchmesser und einem Meter Tiefe, auf deren Rand eine lehmausgekleidete, kleinere Grube positioniert war. Der Ausgräber hat diese Struktur als Schmiedeplatz interpretiert, unterstützt wird diese Interpretation durch vergesellschaftete größere Flussgerölle, die als Steinambosse angesehen werden müssen.

Entsprechend wurde der Schmiedeplatz aufgebaut als Grube, auf deren Rand Esse, Schmiedewerkzeug, Löschkessel und ein Korb mit Holzkohle platziert sind. Durch die runde Form der Grube befinden sich alle zur Arbeit nötigen Utensilien im unmittelbaren Griffbereich des Arbeiters. Die Besonderheit dieses Arbeitsplatzes ist, dass stehend gearbeitet wird. Ein Umstand, der für diese Zeit sonst nicht beobachtet werden kann.

Während des Betriebs verglaste die Lehmwandung der Esse rund um die Luftöffnung. Beim Abbau der Werkstatt löste sich dieser ver-

24 Gekröpfte Feilen, Länge 12,8 cm und 15,4 cm, Sévaz. Bruchstück eines Werkzeughefts aus Sévaz. Rechts Nachbildungen.

25 Gussplatzbefund in Sévaz (orange), rechts der Gussplatz in der rekonstruierten Werkstatt.

26 Schmiedeplatzbefund in Sévaz (orange), rechts die Schmiedegrube der rekonstruierten Werkstatt, auf dem Rand Esse, Ambossstein und Löschkessel.

16 Brepohl 1987, 71.
17 Mauvilly u. a. 1998; 2001.

18 Ebd.



27



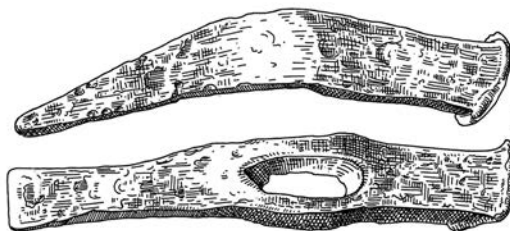
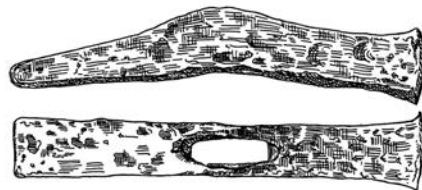
28



27 Verglaster und abgelöster Wandteil der Schmiedeesse, Sévaz. Rechts die abgelöste Essewandung aus der rekonstruierten Werkstatt.

28 Ambossstein, Sévaz. Rechts Ambossstein, in der rekonstruierten Werkstatt verwendet.

29 Hämmer, Länge 15 cm und 17 cm, Manching. Beim Bau der Sitzbank verwendete Hammer-nachbildungen.



29





glaste Teil in derselben Art ab, wie das Bruchstück der Wand der Schmiedesse von Sévaz (Abb. 27 li.).

Ambossstein (Abb. 28)

Ein Flussgeröll von knapp 40 cm Länge, mit einer ebenen Oberfläche und einer seitlichen Delle, die das Formen von Radien ermöglicht, muss den Arbeitern in Sévaz als Amboss gedient haben (Abb. 28 li.). Unterstützt wird diese Interpretation durch oberflächliche Rostflecken, Abplatzungen und Kratzer. Dieselben Benutzungsspuren wies der Steinamboss aus der rekonstruierten Werkstatt nach Abschluss der Arbeit an der Sitzbank auf.

Als Amboss kam ein Flussgeröll von etwa gleicher Größe und Gesteinsart wie das Original zum Einsatz. Seine Oberfläche wurde geglättet und auf einer Seite eine Delle eingearbeitet (Abb. 28 re.). Das recht hohe Gewicht eines solchen Steins macht ihn zum Schmieden auch größerer Eisenstücke geeignet. Der Stein leitet die Wärme des schiedewarmen Eisens weniger schnell ab als ein Eisenamboss, die Schmiedezeit zwischen den Aufwärmphasen verlängert sich deshalb etwas. Allerdings darf das glühende Eisen nicht zu lange an der gleichen Stelle auf dem Stein aufliegen, dieser erhitzt sich sonst lokal zu stark, was Abplatzer verursacht.

Im Fundmaterial fehlende Ausstattungsteile

Für den größten Teil der anfallenden Arbeiten an der Sitzbank finden sich im Fundmaterial der Heuneburg und aus Sévaz entsprechende Werkzeuge. Für einige der Arbeitsschritte fehlt dieses jedoch, sei es weil diese Arbeiten mit andern als den angenommenen Werkzeugen ausgeführt wurden oder weil diese Werkzeuge nie im Boden abgelagert wurden, oder weil sie aus organischem Material bestanden



30 Rekonstruiertes Nietwerkzeug

31 Das für den Nachbau der Sitzbank verwendete Ringbuckelgesenk, links Probestück.

haben, das sich im Boden nicht erhalten hat. Im Folgenden werden diese Werkzeuge und ihre Rekonstruktion vorgestellt.

Größere Hämmer (Abb. 29)

Bis auf zwei kleine und leichte Hämmer zum Schmieden von kleineren Bronzegegenständen gibt es keine Hämmer unter den Funden der Heuneburg und aus Sévaz. Zum Formen aller Eisenwerkzeuge aus den älteren Perioden der Heuneburg müssen aber schwerere Hämmer in Gebrauch gewesen sein. Ihr Fehlen unter den Eisensunden der Heuneburg könnte damit erklärt werden, dass zu diesem Zweck Hammersteine verwendet wurden.

Für die experimentelle Werkstatt wurden Hämmer nach Vorbildern aus dem Oppidum Manching¹⁹ angefertigt und verwendet.

Nietwerkzeug (Abb. 30)

Wie oben bereits erwähnt finden sich zwar Niete und vernietete Blechfragmente auf der Heuneburg, das dazugehörige Nietwerkzeug aber fehlt und wir wissen nicht, wie es im Detail ausgesehen hat. Der Abdruck eines Nietenziehers findet sich als kreisförmige Delle um manche Niete an der Sitzbank.²⁰

Drei rekonstruierte Werkzeuge füllten diese Lücke in der experimentellen Werkstatt: Ein Werkzeug zum Schmiedeformen der Niete aus Bronzebolzen, ein Nietenzieher, mit dem die Bleche dicht auf den Niet geschlagen werden und ein Kopfformer, ein Hohlpunzen zum Runden der Nietköpfe.

Ringbuckelpunzen (Abb. 31)

Dasselbe gilt für die Ringbuckelpunzen, die seit der frühen Hallstattzeit im Europa nördlich der Alpen in Gebrauch stehen.²¹ Das Prinzip ist also im 6. Jahrhundert v. Chr. längst bekannt, entsprechendes Werkzeug findet sich aber in den untersuchten Werkstätten dieser Zeit nicht. Die bei der Sitzbank verwendeten Ringbuckelpunzen mit einem Durchmesser von 54 mm waren größer als ihre bronzezeitlichen Vorgänger.

19 Jacobi 1974, Taf. 1,2,3.

20 Siehe Abb. 28 Beitrag Heinrich/Wolf in diesem Band (Kap. 3).

21 Nessel 2009, Taf. 1; 3,1–6.



- 32 Die Werkstattrekonstruktion.
 1. Arbeitsplatz mit Reibsteinen für die Aufbereitung von Formlehm 2. Arbeitsplatz für Wachsarbeit 3. Gussgrube 4. Feuerplatz 5. Arbeitsplatz zum Schaben der Bleche 6. Holzstock zum Formen der Bleche 7. Schmiedearbeitsplatz.

Aus Bronze wurden entsprechend ein Positiv- und Negativgesenk gegossen. Wegen ihrer großen Fläche konnten diese aber nicht in das gut 1 mm dicke Blech der Lehne geschlagen werden, der dazu benötigte Kraftaufwand wäre zu groß gewesen. Sie wurden deshalb wie ein Gesenk verwendet und das Blech mit einem Punzen in die Rillen des Ringbuckelgesenkes eingepunzt.

Holzinventar

Außer dem Feilenheft aus Sévaz sind keine Holzwerkzeuge oder Ausstattungsteile aus den untersuchten Werkstätten erhalten. Holz muss bei den anfallenden Arbeiten jedoch eine wichtige Rolle gespielt haben, sei es als Arbeitsunterlage, Werkzeug für Wachsarbeit, als Träger für den kleinen Einsteckamboss usw. Werkzeuge zur Holzbearbeitung sind jedenfalls zahlreich im Fundgut vorhanden.

In der experimentellen Werkstatt wurden Holzwerkzeuge vor allem bei der Wachsarbeit und bei der Formgebung der Blechteile der Sitzbank eingesetzt. Die Kante eines Holzstocks diente beim Abkanten des Blechrandes der Sitzfläche als Unterlage, um die das Blech mit einem Hammer aus Hartholz umgeschlagen wurde. Desgleichen beim Umbördeln der Blechränder von Lehne und Sitzfläche, die prä-

zise vorgeformt werden mussten, bevor die Eisenstangen zur Verstärkung eingelegt werden konnten: Auch dazu diente ein entsprechend geformtes Hartholzwerkzeug. Eine Art Werkstisch war nur zur Befestigung der Figuren und Verstreibungsstangen der Tragekonstruktion an der Sitzbank nötig. Dazu dienten zwei Holzblöcke, auf die die Sitzbank kopfüber aufgelegt werden konnte.

Aufbewahrung

Lederbeutel, Holzgefäße, geflochtene Gefäße und Keramikgefäße, ein Depot für Brennholz und Kohle sowie eine eiserne Tüllenaxt vervollständigten die Werkstattausrüstung.

DIE EXPERIMENTELLE WERKSTATT

Die bisher beschriebenen Werkzeuge und Infrastrukturen wurden auf einer Fläche von ca. 4 m x 8 m zur Werkstatt aufgebaut (Abb. 32). Nur für die Feuerstelle und die Gruben zum Schmieden und Gießen waren fixe Installationen notwendig, alle anderen Einrichtungen waren mobil und konnten flexibel eingesetzt werden.

Der Grundriss der Werkstatt bot für zwei bis vier Personen genug Platz zum Arbeiten. Es waren keine Arbeitstische vorhanden, gearbei-



tet wurde auf dem Naturboden, der nach Bedarf mit Reisstrohmatte (Tatami) abgedeckt werden konnte, was sich sehr gut bewährt hat gegen Verschmutzung und den Verlust von kleineren Teilen.

Ausgewählte Arbeitsschritte

Herstellung der Figuren

Die acht Tragefiguren der Sitzbank sehen auf den ersten Blick alle gleich aus. Bei näherem Hinschauen zeigen sich aber kleine Unterschiede, die jede Figur individualisieren, außerdem sind bei den vorderen vier Figuren die Arme um die Höhe des Kopfaufsatzes verlängert. Der hohe Grad der Übereinstimmung spricht gegen ein freihändiges Modellieren der Wachsmodele der einzelnen Figuren. Dagegen spricht weiter, dass die Figuren auf einer in einer Ebene liegenden Linie ohne Hinterschneidungen in eine vordere und hintere Hälfte getrennt werden können – ein Umstand, der eher auf den Guss in einer Steinform deutet oder auf das Abformen einer zweischaligen Tongussform von einem Positivmodell. Bei diesem Vorgehen müssten zwei exakt gleiche Formen oder Modelle vorliegen, je eines mit langen und eines mit kurzen Armen. Da auch dies wenig plausibel erscheint, kam als weitere Möglichkeit das Formen der Wachsmodele der Figuren in zwei Hälften in einem Holznegativ in Frage (Abb. 33). Aus Wachsplatten, in die vordere und hintere Holznegativform eingedrückt, entstanden so zwei Figurenhälften, die sich um den Tonkern herum zur vollständigen Figur verschweißen ließen. Mit eingesetzten Wachsstäben wurden die Arme der vier vorderen Figuren verlängert, anschließend alle Schweißnähte verputzt und die Gesichter der Figuren fertig ausgearbeitet. Durch diese individuelle Überarbeitung entstanden acht Figurenmodelle, deren gegenseitiger Übereinstimmungsgrad dem der Originalfiguren weitgehend entspricht. Die in die Figurenmodelle

eingesetzten Tonkerne entstanden ebenfalls in Pressformen aus Holz. In diese wurden zudem Führungen für die in den Figurenkern einzusetzenden Eisenstäbe eingearbeitet (Abb. 34). Diese Eisenstäbe dienen während dem Guss als Kernstütze, nach dem Guss wurden sie entfernt und in das entstehende Loch die Eisenstrebe eingesetzt, die der Befestigung der Figuren an der Sitzbank dient. Die Kerne der Figuren mussten vor dem Einsetzen in das Wachsmo- dell gebrannt werden. Das fertige Wachsmo- dell jeder Figur erhielt ein Eingussystem und wurde mit einer gut 1 cm dicken Schicht Form- ton umgeben und getrocknet. Danach wurde das Wachs ausgeschmolzen und die Form ge- brannt. Sie war nun gussbereit, wurde in die sandgefüllte Grube neben dem Guss- herd eingesetzt und ausgegossen.

Der vom Formton befreite Rohguss musste nun in mehreren Schritten überarbeitet werden. Zuerst Entfernen des Eingussystems: Die Eingüsse werden mit Meißel, Feile oder Säge eingekerbt und dann weggeschlagen. Danach Entfernen der stehengebliebenen Reste von Eingusskanälen und allfälliger Gussfahnen mit Meißel und Feile. Anschließend Einfeilen der Passung für das Rad zwischen den Beinen der Figur und passend Feilen sämtlicher Löcher für Nieten und Verstrebungen. Nach Abschluss dieser Anpassarbeiten wurde die ganze Figur mit verschiedenen gekörnten Sandsteinen feingeschliffen und mit Poliersand und Polier- stein glänzend abgerieben. Erst jetzt konnten die Löcher für die Einlagen gebohrt und die Korallen mit einem Kitt aus Harz, Pech und Wachs darin befestigt werden. Der verwendete Kitt wurde mit roten Erdpigmenten farblich passend eingefärbt (Abb. 35).

Die Arbeit mit Modellen vereinfacht das Erreichen der nötigen Präzision bei den Abmes- sungen der einzelnen Figuren, der Herstel- lungsvorgang ist eine erste Stufe der seriellen Fertigung.

33 Holzmodell zum For- men der Wachsfigu- ren. Links die vordere Hälfte einer Wachsfi- gur, rechts die hintere Hälfte mit Tonkern.

34 Holzmodell zum For- men der Tonkerne, rechts daneben ein gebrannter Kern.

- 35 Links eine Figur im Rohgusszustand, rechts fertig bearbeitet und montagebereit.
- 36 Kettchenringe, links im Rohgusszustand, in der Mitte überarbeitete Ringe, rechts ein fertiges Kettchen mit eingegossenen Zwischenringen.
- 37 Die vierteilige Gussform für die Zwischenringe der Kettchen.



Guss der Kettchen, ineinander gegessene Ringe

Eine Art serielles Verfahren muss auch zur Herstellung der einzelnen Ringe der sechs Zierkettchen angenommen werden. Die Verwendung von Steinformen verkürzt hier die Herstellungszeit entscheidend gegenüber der Verwendung von Modellen zur Anfertigung von Wachsrings und deren Guss in Tonformen. Seiner größeren Dauerhaftigkeit wegen wurde hier Speckstein gegenüber Sandstein der Vorzug gegeben.

Der größere Anfangsring, der etwas kleinere Mittelring und die zwei Hälften des Hakenrings am Kettchenende wurden in entsprechende Steinformen gegossen und fertig überarbeitet (Abb. 36). In einer vierteiligen, in zwei rechtwinklig zueinander stehenden Ebenen geteilten Form konnten in einer Ebene die schon bestehenden Ringe des Kettchens in entsprechende Aussparungen eingesetzt und in der andern Ebene die Zwischenringe gegossen werden. So entstanden die Kettchen mit nahtlosen, ineinander eingehängten Ringen (Abb. 37). Ein „ausgefeiltes“ Verfahren, das bei der Herstellung der Gussformen hohe Präzision verlangt.

Zur Arbeitsorganisation

Damit ein so komplexes Objekt wie die Sitzbank überhaupt entstehen kann, braucht es einen planenden Kopf, der über die Fähigkeit verfügt, eine Idee dazu zu entwickeln. Diese Idee ist bestimmt von Erfahrungen und Gesehenem, welche aus unterschiedlichen Quellen



stammen und die stilistischen und konstruktiven Elemente des geplanten Objekts beeinflussen. All das wird zu etwas Neuem zusammenfügt; dabei muss auch die technische Machbarkeit im Auge behalten werden. Aus dieser Idee müssen dann die einzelnen Konstruktionselemente entwickelt und aufeinander abgestimmt werden. Auch die leichte Neigung der Sitzfläche nach hinten wurde dabei nicht vergessen, welche die Sitzbank eindeutig als ein zum Sitzen bestimmtes Möbel definiert. Damit diese Neigung entsteht, mussten von Anfang an die verlängerten Arme der vorderen Figurenreihe einplant werden. Es wäre interessant zu wissen, wie bei dieser Planung vorgegangen wurde – ob mit Zeichnungen gearbeitet wurde oder ob mit einzelnen Konstruktionselementen (z. B. den Figuren) begonnen, die ändern dann eingemessen, passend angefertigt und eingebaut wurden. Die Asymmetrie der Bleche der Rückenlehne scheint für einige Arbeitsschritte eher auf Letzteres hinzudeuten. Präzises Messen war jedenfalls ein wichtiger Teil der Arbeit.

Überzeugend ist die Statik des Möbels. So ist der Unterbau mit Figuren und Gestänge auf das Wesentliche reduziert und bleibt trotzdem ausreichend stabil, auch wenn vier Personen auf der Bank sitzen. Dabei ist nicht gleich offensichtlich, dass die Arme der Figuren nicht nur da sind, weil Figuren eben zwei Arme haben, sondern dass sie als Diagonalverstrebung auch der seitlichen Abstützung dienen und damit für die Steifigkeit der Unterkonstruktion unerlässlich sind. Ästhetik und notwendige Konstruktionselemente sind hier meisterhaft in Einklang gebracht und in ihrer Dimensionierung auf das nötige Minimum reduziert. Als Zugabe ist das Möbel auch noch auf Rädern beweglich!

Wieviele Personen mit der Arbeit an der Sitzbank beschäftigt waren, wissen wir nicht. Sicher war der Meister nötig, der die Idee im Kopf hatte, die Arbeiten anleitete und überwachte. In der rekonstruierten Werkstatt konnten alle anfallenden Arbeiten von zwei Personen ausgeführt werden, wir können davon ausgehen, dass das auch für die Herstellung

des Originals gültig ist. Natürlich verkürzt es die Herstellungszeit, wenn mehrere Personen gleichzeitig arbeiten.

In den vier Monaten, in denen die Nachbildung der Sitzbank hergestellt wurde, haben die beteiligten Personen Arbeit in der Größenordnung von 1100 Stunden geleistet. Dabei ist zu beachten, dass teilweise Halbfabrikate eingekauft wurden, was natürlich die Gesamtarbeitszeit wesentlich verkürzte. Die Bleche wurden in der benötigten Dicke, das Eisen in Stangenform und die Korallen fertig zugeschleift eingekauft. Wenn wir zum Zurechtschleifen der Koralleneinlagen pro Stück nur 15 min. berechnen, kämen allein dafür nochmal 750 Std. dazu. Über die Herstellungszeit für die Bleche lässt sich nur spekulieren. Ausgehend von den gemachten Erfahrungen muss aber davon ausgegangen werden, dass in der originalen Sitzbank mindestens 2500 Arbeitsstunden stecken.

ERGEBNISSE

Mit der Heuneburg und Sévaz sind zwei Fundstellen bekannt, die zeitlich, geografisch und kulturell in den engeren Umkreis des Grabes von Hochdorf gehören. Beide liefern ein Repertoire von Werkzeugen und Werkstattinfrastrukturen des 6. und 5. Jahrhunderts v. Chr., aus dem sich eine fast komplette Metallwerkstatt rekonstruieren lässt. Wenn auch einige der Werkzeuge später als die Sitzbank zu datieren sind, so gehören doch alle einer Werkstatttradition der Hallstattzeit an, die sich erst mit dem Übergang zur Latènezeit verändert, was sich an anders angelegten Guss- und Schmiedeherden zeigt sowie an der massiveren Bauweise und dem größeren Typenspektrum von Werkzeugen.

In der rekonstruierten Werkstatt ist es gelungen, die Sitzbank in guter Übereinstimmung zum Original herzustellen (Abb. 38). Von der technischen Machbarkeit der Sitzbank in einer Metallwerkstatt des Westhallstattkreises kann deshalb ausgegangen werden, das dazu nötige Werkzeug war vorhanden und die Arbeitsverfahren bekannt.

38 Die Nachbildung der Sitzbank aus dem Grabhügel von Hochdorf.

LITERATUR

BIEL 1995

J. Biel, Der Keltenfürst von Hochdorf (Stuttgart 1995).

BREPOHL 1987

E. Brepohl, Theophilus Presbyter und die mittelalterliche Goldschmiedekunst (Leipzig 1987).

BREPOHL 2005

E. Brepohl (Hrsg.), Benvenuto Cellini – Traktate über die Goldschmiedekunst und die Bildhauerei (Köln 2005).

DRESCHER 1995

H. Drescher, Die Verarbeitung von Buntmetall auf der Heuneburg. In: Gersbach 1995, 255–364.

GERSBACH 1995

E. Gersbach, Baubefunde der Perioden IVc-IVa der Heuneburg. Heuneburgstudien IX. Röm.-German. Forsch 53 (Mainz 1995).

GUILLAUMET 1983

J.-P. Guillaumet, Le materiel du tumulus de Celles (Cantal). In: J. Collis, A. Duval, R. Pèrichon (éditeurs) *Le deuxième âge du Fer en Auvergne et en Forez et ses relations avec*

les régions voisines (Sheffield/St. Etienne 1983).

HASE 2000

F.-W. von Hase, Zur Gießform der figürlichen Henkelattasche von der Heuneburg. In: Kimmig 2000, 177–195.

HOPERT 1995

S. Hopert, Die vorgeschichtlichen Siedlungen im Gewann „Mühlengelge“ in Singen am Hohentwiel, Kr. Konstanz. (Stuttgart 1995).

JACOBI 1974

G. Jacobi, Werkzeug und Gerät aus dem Opidum von Manching. Ausgr. Manching 5 (Wiesbaden 1974).

KIMMIG 2000

W. Kimmig (Hrsg.), Importe und mediterrane Einflüsse auf der Heuneburg. Heuneburgstudien XI. Röm.-German. Forsch. 59 (Mainz 2000).

KUBY 1997

B. Kuby, Der Feilenhauer. Der Letzte seines Standes. Folge 25. <https://www.youtube.com/watch?v=8owKXUqlVMk> (Abruf 31.10.2018).

MAUVILLY U. A. 1998

M. Mauvilly/I. Antenen/E.-G. Cristobal/M. Riffieux/V. Serneels, Sévaz „Tudinges“: chronologie d'un atelier de métallurgistes du début de La Tène dans la Broye. Arch. Schweiz 21/4, 1998, 144–154.

MAUVILLY U. A. 2001

M. Mauvilly/E.-G. Cristobal/C. Peiry/V. Serneels, La métallurgie du Bronze au milieu de l'âge du Fer. Arch. Schweiz, 24/3, 2001, 22–29.

NESSSEL 2009

B. Nessel, Bronzenes Spezialgerät. Ein Metallhandwerkerdepot im Berliner Museum für Vor- und Frühgeschichte. Acta praehist. et arch. 41, 2009, 37–65.

SIEVERS 1984

S. Sievers, Die Kleinfunde der Heuneburg. Die Funde aus den Grabungen von 1950–1979. Heuneburgstudien V. Röm.-German. Forsch. 42 (Mainz 1984).

BILDNACHWEIS

Abb. 1: Sievers 1984, Taf. 164/M. Binggeli. – Abb. 2: Sievers 1984, Taf. 165/M. Binggeli. – Abb. 3: Sievers 1984, Taf. 166/M. Binggeli. – Abb. 4: Sievers 1984, Taf. 166/M. Binggeli. – Abb. 5: Sievers 1984, Taf. 166/M. Binggeli. – Abb. 6: Sievers 1984, Taf. 167/M. Binggeli. – Abb. 7: M. Binggeli. – Abb. 8: Sievers 1984, Taf. 167/M. Binggeli. – Abb. 9: Sievers 1984, Taf. 167/M. Binggeli. – Abb. 10: Sievers 1984, Taf. 169/M. Binggeli. – Abb. 11: Sievers 1984, Taf. 117 und 169/M. Binggeli. – Abb. 12: Sievers 1984, Taf. 176/M. Binggeli. – Abb. 13: Sievers 1984, Taf. 193/M. Binggeli. – Abb. 14: Sievers 1984, Taf. 211/M. Binggeli. – Abb. 15: Sievers 1984, Taf. 151/M. Binggeli. – Abb. 16–17: M. Binggeli. – Abb. 18: Drescher 1995, Abb. 34/M. Binggeli. – Abb. 19: Drescher 1995, Abb. 37/Hopert 1995, Taf. 41, 466/M. Binggeli. – Abb. 20: Gersbach 1995, Abb. 69 u. 74/M. Binggeli. – Abb. 21: Sievers 1984, Taf. 86/M. Binggeli. – Abb. 22: Sievers 1984, Taf. 55/M. Binggeli. – Abb. 23: Sievers 1984, Taf. 192/M. Binggeli. – Abb. 24: M. Binggeli. – Abb. 25–26: Amt für Archäologie Freiburg AAFR/M. Binggeli. – Abb. 27–28: M. Binggeli. – Abb. 29: Jacobi 1974, Taf. 1/M. Binggeli. – Abb. 30–37: M. Binggeli. – Abb. 38: Bernisches Historisches Museum.

ZUSAMMENFASSUNG

Ausgehend von Befunden vor allem aus den Siedlungen Heuneburg (D) und Sévaz (CH) wurde eine Metallwerkstatt des keltischen Westhallstattkreises des 6. Jahrhunderts v. Chr. rekonstruiert und im Park des Bernischen Historischen Museums eingerichtet. In dieser Werkstatt

wurde im Sommer 2009, während der Ausstellung „Kunst der Kelten“, eine Nachbildung des Sofas aus dem Fürstengrab von Hochdorf hergestellt. Erstmals wurde nicht nur die komplette Werkzeugpalette und Werkstattinfrastruktur nach Originalfunden nachgebaut, sondern diese auch eingesetzt zur Herstellung eines einzigartigen und komplexen Objektes aus der Späthallstattzeit.

Aus der Arbeit konnten neue und detaillierte Einblicke in die Arbeitsabläufe und den Werkzeugeinsatz in einer keltischen Metallwerkstatt gewonnen werden, was neue und bessere Interpretationsmöglichkeiten von Werkzeugfunden aus jener Zeit ermöglicht. Weiter konnte nachgewiesen werden, dass die damaligen Metallhandwerker nördlich der Alpen durchaus über die nötigen technischen Möglichkeiten verfügten, um ein Objekt wie das Sofa von Hochdorf herzustellen und deshalb nicht von vornherein mit einem Import desselben gerechnet werden muss.

Die Arbeitsschritte zur Herstellung des Sofas wurden auf DVD festgehalten und sind somit einem breiten Publikum zugänglich.

Schlagnworte: Experimentalarchäologie, Bronzesofa, Metallwerkstatt, Toreutik, Bronzeguss, Werkzeugherstellung

ABSTRACT

Based on findings from the settlements of Heuneburg (D) and Sévaz (CH), a metal workshop of the Celtic “Westhallstattkreis” of the 6th century BC was reconstructed and set up in the park of the Bern Historical Museum. In this workshop, a replica of the sofa from the princely tomb of Hochdorf was produced in summer 2009, during the exhibition of “Celtic Art”. For the first time, the complete range of tools and the workshop infrastructure was reconstructed from original finds, and the tools were also used to create a unique and complex object from the late Hallstatt period.

That work provided new and detailed insights into the work processes and the use of tools in a Celtic metal workshop, allowing new and improved interpretation of tool finds from that time. Furthermore, it could be proven that the metal craftsmen from north of the Alps had the necessary technical possibilities to produce an object like the sofa of Hochdorf and that therefore an import of the object is not a prerequisite.

The individual steps in the sofa production process were recorded on DVD and are therefore accessible to a wider audience.

Keywords: experimental archaeology, bronze sofa, metal workshop, bronze casting, tool production