

EXPERIMENTELLE FORSCHUNGEN ZUR HERSTELLUNGSTECHNIK EISENZEITLICHER HOHLBLECHREIFEN

Anlass für die hier vorgestellten Forschungen zur Herstellungstechnik eisenzeitlicher Hohlblechreifen bot die Restaurierung eines hallstattzeitlichen Armringes aus dem Pommerkogel in Kleinklein, Österreich, die in den Restaurierungswerkstätten des Römisch-Germanischen Zentralmuseums (RGZM) durchgeführt wurde. Ein Großteil der Grabbeigaben aus dem Pommerkogel wurde dem RGZM vom Universalmuseum Joanneum in Graz im September 2006 zur Bearbeitung übergeben. Viele der Funde waren noch nicht restauriert, andere mussten dem heutigen Stand der Forschung entsprechend überarbeitet werden.

Der Pommerkogel zählt zu den vier Fürstengräbern von Kleinklein. Diese stellen die reichsten Prunkgräber der gesamten Osthallstattkultur dar und werden derzeit am RGZM in enger Zusammenarbeit mit dem Universalmuseum Joanneum in Graz im Rahmen des Forschungsprojektes »Studien zur Struktur und Genese von Eliten in vor- und frühgeschichtlichen Gesellschaften« wissenschaftlich neu bewertet¹.

Die vier Fürstengräber von Kleinklein gehören zu einem der größten Bestattungsorte der älteren Eisenzeit in Europa, der sogenannten Sulmtalnekropole. Erhalten sind heute noch rund 700 Grabhügel, in denen mehr als 200 Jahre lang eine hallstattische Gesellschaft mit einer deutlich ausgeprägten Elite ihre Toten bestattet hat. Man geht davon aus, dass die Nekropole ehemals etwa 2000 Grabhügel umfasste.

Der Ort Kleinklein liegt im weststeirischen Hügel-land, etwa 30 km südlich von Graz. Sulm und Saggau umschließen dort ein hügeliges Gelände mit dem Burgstallkogel als höchster Erhebung. In einem etwa 1 ha umfassenden Areal auf der Spitze

des Burgstallkogels befand sich die Höhensiedlung, zu der die Nekropole gehörte. Das in mehrere Gruppen gegliederte Gräberfeld breitet sich auf den umgebenden Terrassen des Burgstallkogels aus. Die vier Fürstengräber von Kleinklein, namentlich die beiden Hartnermichelkogel, der Pommerkogel und der Kröllkogel, wurden abseits dieser Grabhügelgruppen als Separatnekropole für die machthabende Elite angelegt.

Die ältesten Bestattungen am Burgstallkogel stammen aus der Endphase der Urnenfelderzeit (Ha B). Die Fürstengräber setzen im späten 8. Jahrhundert ein und die Belegung endet in der ersten Hälfte des 6. Jahrhunderts v. Chr. Der Pommerkogel datiert ca. 670-630 v. Chr. (Ha C2)².

Das Objekt

Der vorliegende Armring ist aus dünnem Bronzeblech gearbeitet. Die Blechstärke variiert zwischen 0,3 mm im Bereich der nach außen gerichteten Wandung und 0,4 mm an der innen verlaufenden, offenen Stoßnaht. Der Gesamtdurchmesser des Reifes beträgt 7,5 cm, die Stärke der Röhre 11 mm. Ihr Querschnitt ist rund.

Durchgängig eingearbeitete Querrippen gliedern den Ringkörper. Die sich überlappenden Ringenden sind ineinander gesteckt. Dieser »Verschluss« weist keine zusätzlichen Fixierniete auf.

Der Armring ist in zwei Teile zerbrochen; Reste eines Füllmaterials sind nicht vorhanden (**Abb. 1a-b**).

Hohlblechreife aus Bronze setzen sich im Laufe der jüngeren Hallstattzeit durch. Als Hals-, Arm-, Fuß- und Ohringe treten sie in Frauengräbern des ge-

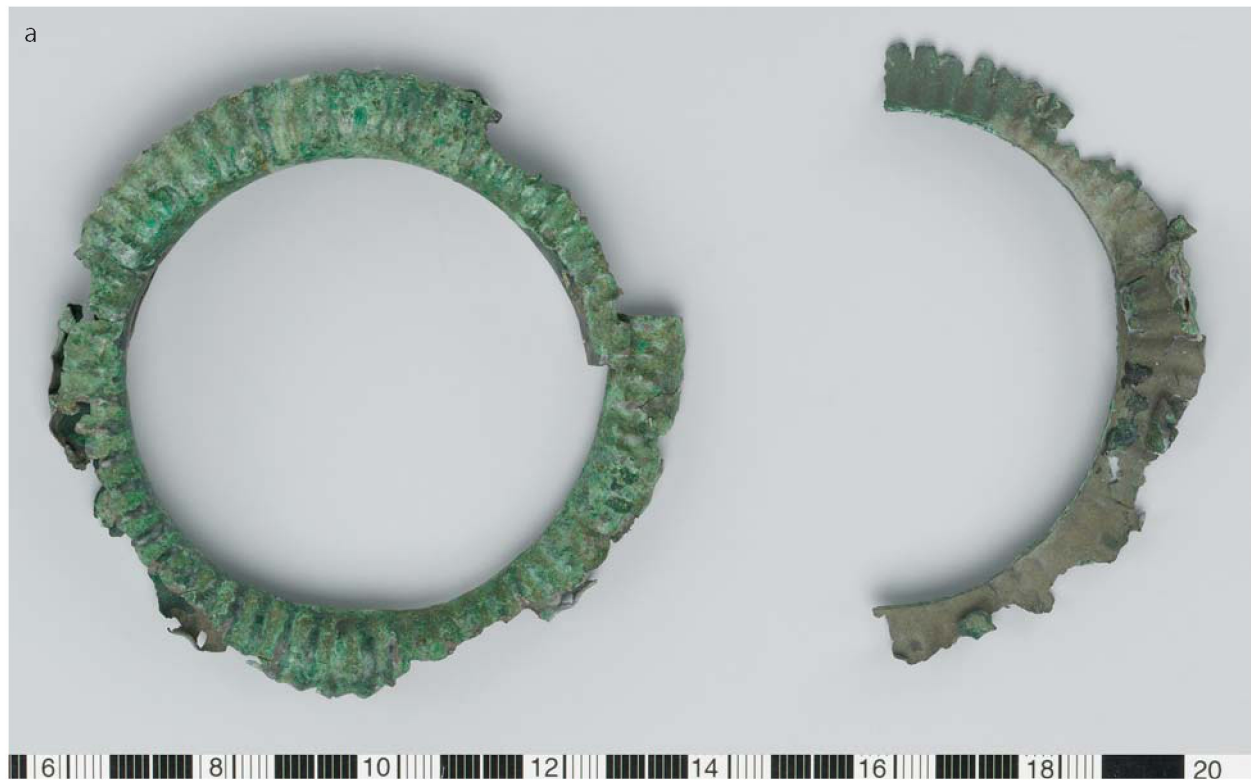


Abb. 1a-b Der Rippenreif aus dem Pommerkogel in Kleinklein vor der Restaurierung (Foto R. Müller, RGZM).

samten Ost- und Westhallstattkreises auf. Rippen-gemusterte Armringe, wie der hier vorgestellte, gibt es in der Zeitstufe Ha D in großer Anzahl. Dem Arm-ring aus Kleinklein kommt aufgrund seiner sehr frü- hen zeitlichen Einordnung in die Stufe Ha C2 eine besondere Bedeutung zu³. In der Stufe Lt B2 sind Arm- und Beinringe in Raupen- oder Rippenzier eine häufige Schmuckform, wobei deren südöstliche Ver- breitung hervorzuheben ist.

Hohlblechringe gibt es in unterschiedlichsten Aus- prägungen hinsichtlich der Ornamentik und Ver- schlussart: glatt, ohne Zier, mit eingravierten Linien oder plastischer Zier wie Rippen oder Buckel. Der Steckverschluss mit oder ohne Fixierniet, stellt die simpelste Art eines Verschlusses dar. Daneben sind der Muffenverschluss, ebenso mit oder ohne Fixier- niet, und das Schließen durch Verbundguss über- liefert.

In Hohlblechringen wurden unterschiedliche Füll- materialien von Lehm über gebündelte Zweige bis zu zusammengerolltem Leinen beobachtet, wobei Letzteres bislang nur für die buckelverzierten Ringe der Phase Lt B2 überliefert ist⁴.

Zur Forschungsgeschichte der Herstellungstechnik eisenzeitlicher Hohlringe

Zur Frage nach der Herstellungstechnik werden in der Literatur zwei unterschiedliche Techniken disku- tiert:

H. J. Hundt ging davon aus, dass zunächst eine gerade Röhre geformt und anschließend, mit einer Seele ausgefüllt, zu einem Ring gebogen wurde. Er selbst sowie der Goldschmiedemeister und Restau- rator E. Foltz führten seinerzeit hierzu am RGZM praktische Versuche durch⁵. Die Ergebnisse zeigen, dass organische Materialien wie gebündelte Zweige oder Textil nicht ausreichen, um beim Biegevorgang ein Auseinanderklaffen der Naht bzw. eine Falten- bildung auf der Innenseite des Ringes zu verhindern. Ein besseres Ergebnis erbrachte lediglich die Ver- wendung eines Metallstabes als Kern in Kombina-

tion mit einer Ummantelung des Rohres mittels eines Blechstreifens. Dieser wurde spiralartig um das Rohr gewickelt.

Problematisch erwies sich hier jedoch die Entnahme des Metallstabes. Auch die Frage nach der Funktion der oben genannten flexiblen, organischen Füll- materialien bleibt bei der von Hundt initiierten Ver- suchsreihe ungeklärt.

Ein zweiter, in jüngster Zeit von N. Müllauer publi- zierter Rekonstruktionsversuch zur Herstellung eines latènezeitlichen Armringes mit Raupenzier⁶ wählt einen anderen Ansatz: Müllauer geht nicht von einem geraden Rohr aus, das anschließend zu einem Armring gebogen wird, sondern von einem Blech- streifen, der mit einem Hammer und einem Gesenk zunächst durch Treiben in eine halbzyllindrische und anschließend in eine ringförmige Grundform ge- bracht wird. Die Einarbeitung der plastischen Zier erfolgt sodann von innen heraus, wonach das ab- schnittsweise Umlegen des Bleches nach innen, das Einlegen der textilen Füllung und Schließen sowie das Überarbeiten des Armringes folgen.

Das von Müllauer beschriebene Verfahren ist leider nicht durch Fotos im Text belegt. Um die Praktika- bilität der einzelnen Arbeitsschritte und das End- ergebnis dieser Technik beurteilen zu können, wur- de sie in den Werkstätten des RGZM nachvollzogen. Durch den Treibvorgang und das Herausarbeiten der Rippen sowie Buckel besaß das Probestück eine durch deutlich erkennbare Hammerschläge verdich- tete Oberfläche auf der Innenseite (**Abb. 2**). Der Armring aus Kleinklein weißt dagegen keine der- artigen Spuren auf der Innenseite auf (**Abb. 3**). Viel- mehr ist diese von einer matten Rauigkeit. Die im Versuch von innen herausgearbeiteten plastischen Rippen waren nach dem vollständigen Schließen des Reifes nahezu völlig abgeflacht und die ebenso ge- arbeiteten kreisrunden Buckel zeigten einen ovalen Verzug, der nur äußerst schwer durch Nacharbeiten von der Außenseite wieder auszugleichen gewesen wäre (**Abb. 4**). Ein Verzug des Musters ist bei der von Müllauer beschriebenen Vorgehensweise sogar unvermeidlich, da zunächst eine relativ breite Öffnung des Reifes zum Arbeiten mit Punze und Hammer gewährleistet sein muss. Das vollständige



Abb. 2 Innenseite des Armrings der in der von Müllauer und Ramsel beschriebenen Herstellungstechnik nachgearbeitet wurde. Durch die Bearbeitung von der Innenseite ist diese durch deutlich erkennbare Hammerschläge verdichtet (Foto J. Munir, RGZM).

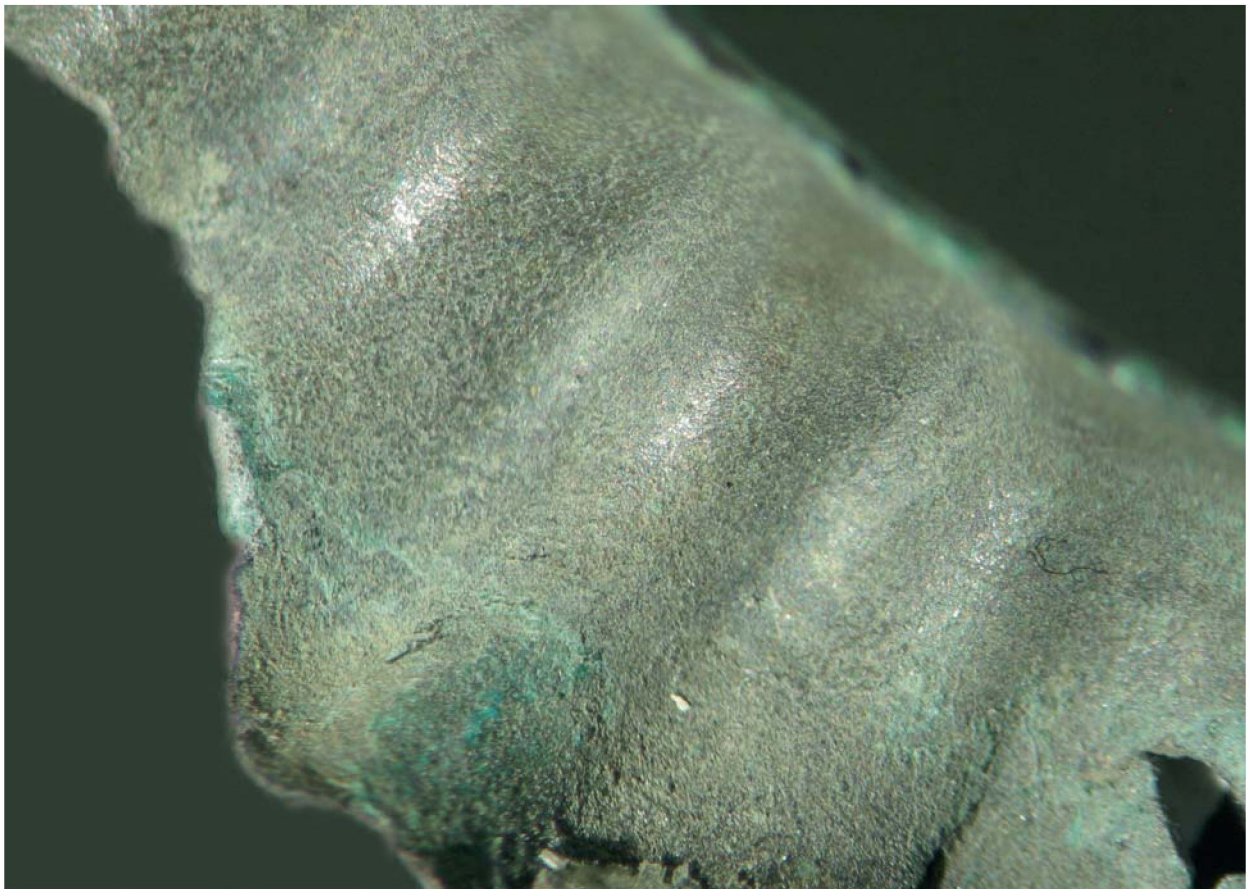


Abb. 3 Innenseite des Armrings aus dem Pommerkogel in Kleinklein. Es sind keine Hammerspuren zu erkennen, die auf eine Bearbeitung von dieser Seite schließen lassen (Foto J. Munir, RGZM).



Abb. 4 Die von der Innenseite eingearbeiteten Buckel zeigen nach dem vollständigen Schließen des Armrings einen ovalen Verzug (Foto J. Munir, RGZM).



Abb. 5 Armring mit Raupenzier (Inv.-Nr. 132, Grab Nr. 10) vom Dürrnberg. Die plastischen, kreisrunden Buckel weisen keinen ovalen Verzug auf (Foto J. Munir, RGZM).

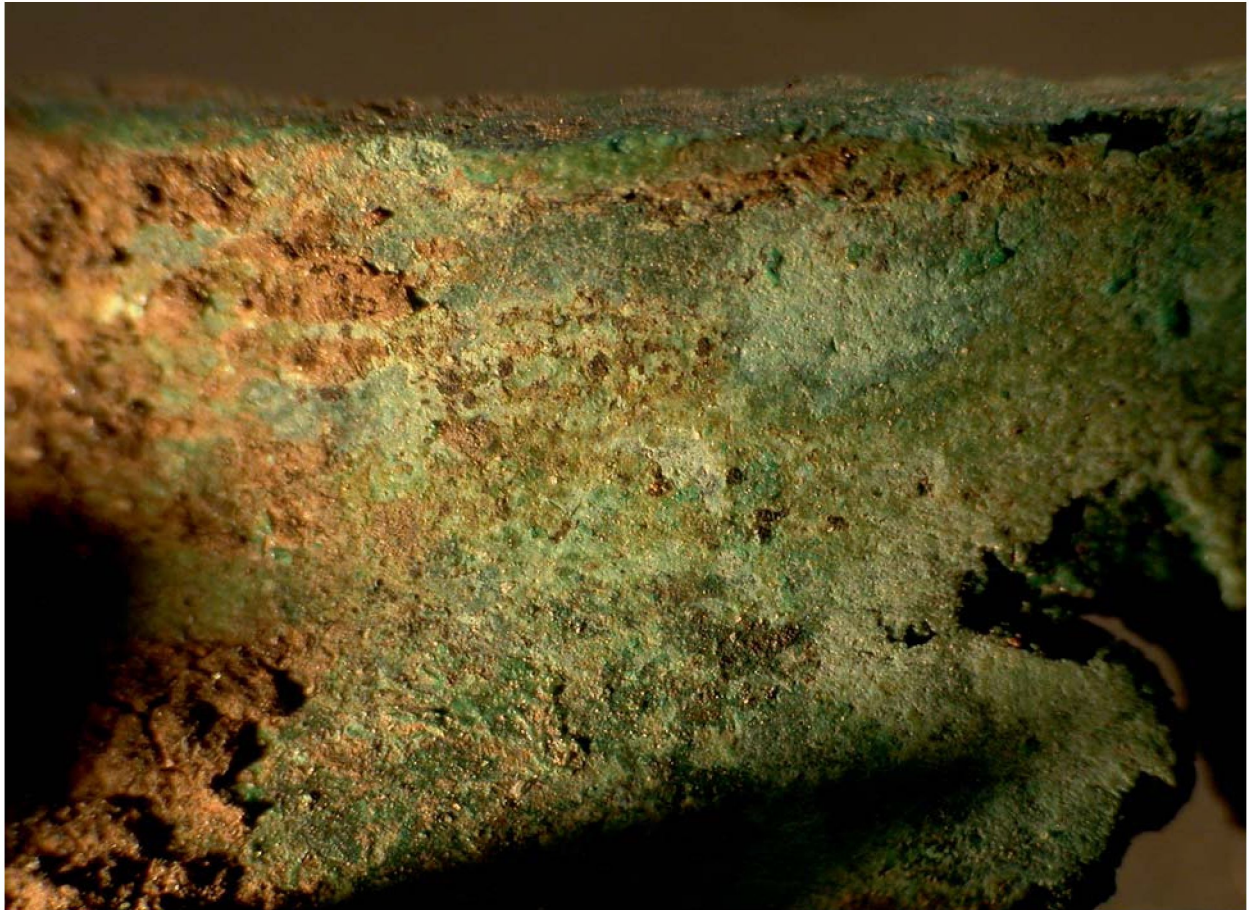


Abb. 6 Innenseite Armring Inv.-Nr. 1055 aus Grab 48 vom Dürrnberg. Auch hier sind keine Hammerspuren zu erkennen (Foto D. Böckmann, Keltenmuseum Hallein).



Abb. 7 Armring Inv.-Nr. 1055 aus Grab Nr. 48 Nahaufnahme eines kreisrunden Buckels (Foto J. Munir, RGZM).

Schließen des Reifes führt dann unweigerlich zu einer starken Verformung der plastischen Zier. Es ist daher nicht möglich, ein exaktes Muster in einen derart vorgeformten Rohling von der Innenseite her einzuarbeiten. Darüber hinaus stellte sich die Technik als sehr arbeits- und zeitaufwändig heraus. In Anbetracht der Tatsache, dass Hohlblecharmringe in der späten Hallstatt- und Frühlatènezeit in Massen auftreten, ist anzunehmen, dass es eine rationellere Methode zu deren Herstellung gegeben haben muss.

Diesbezüglich konnten ebenfalls mehrere Hohlblecharmringe mit Raupenzier vom Dürrnberg untersucht werden (Abb. 5)⁷. Auch bei diesen Armringen, die wegen ihres fragmentarischen Erhaltungszustandes ein Blick ins Innere ermöglichen, sind keine Hammerspuren auf den Innenflächen zu beobachten (Abb. 6). Die Buckel sind bei allen Ringen

kreisrund, zeigen also keinerlei ovalen Verzug (Abb. 7). Aufgrund der gemachten Beobachtungen ist zumindest für die hier angesprochene Objektgruppe nicht von einer Bearbeitung von der Innenseite her auszugehen. Gegenstand der Versuchsreihe sollte also das Biegen eines geraden Rohres und Einarbeiten der plastischen Zier von außen sein.

Problematik beim Biegen eines Rohres

Beim Biegen eines Rohres wird das Blech so umgeformt, dass der innen liegende Bereich eine Stauchung erfährt und damit an Wandstärke zunimmt, wohingegen der äußere Bereich gestreckt und dadurch dünner wird. Letzterer besitzt die Tendenz sich zur Rohrmitte hin zu neigen und damit den Querschnitt des Rohres zum Oval hin zu verändern, zudem kommt es im Stauchungsbereich zur Bildung von Knicken und Falten. Um dem entgegenzuwirken, muss das Rohr durch ein entsprechendes Kernmaterial stabilisiert werden.

Das Biegen eines Rohres mit offener, auf der Innenseite verlaufender Fuge stellt darüber hinaus eine besondere Problematik dar. Durch die starke Stauchung im Bereich der Naht wird sich diese trotz eines stützenden Kernmaterials öffnen und Falten werfen. Demnach bedarf es hier zusätzlich einer Stabilisierung von außen.

Die Versuche

Herstellung der Röhren

Für die Versuchsstücke wurde Kupferblech der Stärke 0,4 mm verwendet und in Streifen entsprechend der Maße des Originalarmringes geschnitten. Da sich die Enden eines Rohres generell, aufgrund der verminderten Hebelwirkung in diesem Bereich, sehr schwer biegen lassen, war es zweckmäßig, die Blechstreifen entsprechend länger anzulegen als der Originalreif es erfordert hätte.

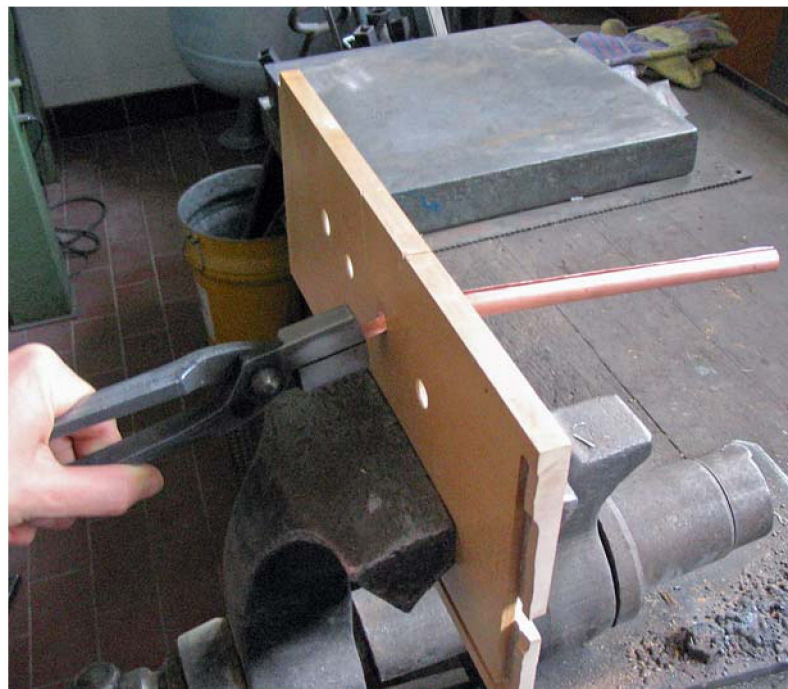


Abb. 8 Ziehen eines Rohres durch enger werdende Bohrungen in einem Werkholz (Foto J. Munir, RGZM).

Zunächst wurden die Blechstreifen in einer riefenförmigen Unterlage in eine halbrunde Form gebracht. Das Schließen eines Blechstreifens zu einem Rohr ist dann auf zweierlei Arten möglich: entweder durch Hämmern um einen Rundstab aus Holz oder Metall oder aber durch Ziehen des Halbfabrikates durch entsprechende Bohrungen in einem Werkholz, das im Sinne eines Zieheisens für Metalldrähte funktioniert. Für diesen Arbeitsgang ist es hilfreich, wenn sich das Ausgangsblech an einem Ende zu einer Spitze verjüngt. Diese dient dann als Ansatz zum Ziehen des Rohres durch die Bohrungen im Holz. Welche der beiden Techniken zur Rohrherstellung in der Eisenzeit Verwendung fand, lässt sich nicht nachweisen (Abb. 8-9).

Biegeversuche zur Erprobung möglicher Ummantelungsmaterialien

Die Ergebnisse von H.-J. Hundt zeigen u.a., dass zum Biegen eines Rohres mit offener Fuge neben



Abb. 9 Für die Versuchsstücke wurden Streifen aus Kupferblech entsprechend der Maße des Originalreifs zurechtgeschnitten. Zunächst wurden sie in eine halbrunde Form gebracht. Die Spitze an einem Ende der Bleche dient als Ansatz zum Ziehen der Rohre durch Bohrungen in einem Werkholz, welches im Sinne eines Zieheisens für Metalldrähte funktioniert (Foto J. Munir, RGZM).



Abb. 10 Biegen einer Kupferröhre mit Hilfe der Holzkonstruktion (Foto J. Munir, RGZM).

einem stabilen Kernmaterial auch die Stabilisierung von außen eine wichtige Rolle spielt. Erst nachdem das mit einer Metallseele versehene Rohr zusätzlich mit einem Blechstreifen umwickelt wurde, ließ es

sich faltenfrei biegen. Zu Beginn der Hundt'schen Versuchsreihe kommt diesem Umstand allerdings noch keine Bedeutung zu. Die mit gebündelten Zweigen oder verdrehtem Textil gefüllten Rohre, die zu einem negativen Biegeergebnis führten, wurden ohne eine zusätzliche Umhüllung gebogen. Im Rahmen des aktuellen Experimentes war also zunächst abzuklären, ob die angesprochenen Füllmaterialien dem Umformungsprozess dann standhalten würden, wenn eine entsprechende Stabilisierung von außen erfolgt.

Diesbezüglich liegen leider keinerlei Anhaltspunkte in Form von Materialspuren oder Abdrücken auf Fundstücken vor. Es ist anzunehmen, dass es hier verschiedene Materialien oder sogar Werkzeuge gegeben hat, die sich unserer Kenntnis entziehen. Um im Rahmen der Versuchsreihe näherungsweise eine Aussage treffen zu können, bleibt hier nur die Möglichkeit, verschiedene in der Eisenzeit verfügbare Materialien auf ihre Tauglichkeit zu überprüfen.

Zu diesem Zweck wurde zunächst eine Holzkonstruktion angefertigt, die im weitesten Sinne modernen Rohrbiegevorrichtungen nachempfunden ist (**Abb. 10**). Dazu wurden mehrere Holzzyylinder verschiedener Durchmesser mit umlaufenden Riefen versehen. Als Gegenstück diente ein Stück Holz mit entsprechender Einkerbung. Eine schmale Röhre (\varnothing 4 mm), mit einem Haselnusszweig als Füllung, konnte mithilfe dieser Konstruktion faltenfrei gebogen werden. Dies ist insofern interessant, als dass die umgebördelten Ränder hallstattzeitlicher Situlen und Cisten in seltenen Fällen statt des üblichen Metalldrachtes eine dünne Zweigrute enthalten⁸.

Zum Biegen stärkerer Röhren, in der Größe des Armringes, waren die Hölzer dagegen leider nicht geeignet. So stellten sie zwar eine hilfreiche Unterlage zum Biegen dar, es konnte jedoch kein ausreichend starker und vor allem gleichmäßig verteilter Druck ausgeübt werden, um der Faltenbildung im Bereich der Naht entgegenzuwirken (**Abb. 11**).

Eine vollständige Umwicklung der Röhren mit einem festen Material ist besser geeignet, einen ausreichend starken und gleichmäßig verteilten Druck

auszuüben. Diese Art der Umhüllung besitzt durch ihre Spiralform gleichzeitig die zum Biegen notwendige Flexibilität. Daher sollte ein neuer Versuch mit einer Umwicklung durch Hanfseil erfolgen. Dieses wurde zunächst zum Quellen in warmes Wasser gelegt und dann im feuchten Zustand straff um die Röhre gewickelt. Dadurch sollte ein gewisser Schrumpfungseffekt erzielt werden, der den Druck auf die Röhre verstärkt. Leider war das Material dennoch nicht stabil genug, um den enormen Kräften, die beim Biegevorgang entstehen, entgegenzuwirken. Auch eine zusätzliche Tränkung des Hanfseiles mit Holzleim brachte keinen Erfolg.

Statt des Hanfseiles wurde nun ein Lederstreifen spiralig um die Röhre gewickelt. Auch dieser wurde zuvor zum Quellen in Wasser gelegt. Allerdings war auch in diesem Fall der Schrumpfungseffekt zu gering und das Material im trockenen Zustand zu weich sowie flexibel. Demgegenüber bietet die unbehandelte Tierhaut ein besseres Quell- und Schrumpfungsverhalten. Die rohe, ungegerbte Haut quillt in warmem Wasser sehr stark auf und schrumpft beim Trocknen entsprechend stark. Im trockenen Zustand ist sie sehr zäh und hart. Damit bringt sie ideale Voraussetzungen für ein Umhüllungsmaterial mit. Wenn auch das Material heute für den alltäglichen Gebrauch keine Rolle mehr spielt, so fand Rohhaut in der Antike wahrscheinlich vielfältige Verwendung⁹.

Für den Versuch wurde das aufgequollene Stück Rohhaut zu einem langen Streifen geschnitten, der anschließend spiralig um die vorbereitete Röhre gewickelt wurde. Nach dem Trocknen der Haut konnte der Biegeversuch durchgeführt werden. Das Ergebnis war vielversprechend. Zwar kam es beim Biegen der Proberöhre zur Bildung von Falten, allerdings wurde das Material dabei lediglich ins Röhreninnere gedrückt. Somit schien Rohhaut eine ausreichend stabile Umhüllung darzustellen, weshalb weitere Versuche mit diesem Material erfolgen sollten. Bezüglich der Füllmaterialien dagegen bestätigte sich die Aussage von H.-J. Hund, dass beispielsweise gebündelte Zweige oder ein Textilstrang allein nicht stabil genug sind, dem Umformungsprozess beim Biegen eines Rohres standzuhalten.



Abb. 11 Eine Reihe an Fehlversuchen war nötig, um sicherzugehen, dass organisches Füllmaterial wie z.B. gebündelte Zweige oder Textil nicht genügend Stabilität aufweisen, um eine Röhre mit offener Fuge faltenfrei zu biegen (Foto J. Munir, RGZM).

Biegeversuche zur Erprobung möglicher Kernmaterialien

Blei

Lässt man also Füllmaterialien wie Zweige oder Textil in Bezug auf den Umformungsprozess zunächst außer Acht und begibt sich auf die Suche nach alternativen Kernsubstanzen, scheint die Verwendung von Blei nahe liegend. Dieses findet sich zudem auch als Bleiseele in den umgebördelten Rändern hallstattzeitlicher Situlen¹⁰. Für den Versuch

wurde das Blei geschmolzen und in eine zuvor dicht mit Rohhaut umwickelte Röhre eingefüllt. Das anschließende Biegen dieser Röhre erbrachte ein zufriedenstellendes Ergebnis. Es kam lediglich zu einer leichten Fältelung an jenen Stellen, an denen die Rohhaut die Metalloberfläche durch den Schrumpfungseffekt freigegeben hatte. Diese Falten konnten jedoch mit einem Hammer leicht ausgeglichen werden. Nach dem Biegevorgang war der Bleikern sehr hart. Durch Erwärmung konnte er rekristallisiert, also weich und wieder formbar gemacht werden. Somit konnte er sinnvollerweise auch für den nächsten Arbeitsschritt, der Einarbeitung der Rippen mithilfe eines Metallpunzens von der Außenseite, genutzt werden. Zudem konnte das Blei problemlos ausgeschmolzen werden, denn zum Tragen war der Armring mitsamt der Bleifüllung zu schwer.

Nach dem Entfernen des Bleis, das ursprünglich wiederverwendet werden konnte, wurde das Probestück aufgesägt, um seine Innenseite betrachten zu können. Hier waren Bleireste zu finden. Entsprechende Reste an Originalfunden könnten also ein Hinweis auf Fertigung des Objektes mithilfe einer Bleiseele sein (**Abb. 12-15**).

Quarzsand

Da mitunter von Sand oder Lehmresten in Hohlblechreifen die Rede ist¹¹, wurde zunächst ein Biegeversuch mit feinem Quarzsand unternommen. Als Umwicklungsmaterial diente Rohhaut. Leider war das Ergebnis alles andere als zufriedenstellend. Es kam zu einer Faltenbildung im Bereich der Naht, wodurch der Sand aus dem Rohr herausrieselte. Zudem veränderte sich der Querschnitt des Rohres zum Oval. Auch ein weiterer Versuch, diesmal mit einem Tonkern, scheiterte. Auch im getrockneten Zustand war der Ton nicht fest genug, um dem Umformungsprozess standzuhalten.

Kitt

Konnte also Sand oder Lehm aufgrund mangelnder Festigkeit nicht als alleiniges Füllmaterial gedient haben, so stellt sich die Frage, ob hier nicht entsprechende Zusätze eine Rolle gespielt haben könn-

ten, die sich aufgrund ihrer organischen Natur nicht erhalten haben. Solche Zusätze mussten zum einen härtende, zum anderen aber auch flexible Eigenschaften mitbringen. Nach diesen Anforderungen kamen tierische Leime oder Baumharze (wie z.B. Kolophonium), Wachs, Fett, Pech und Bitumen infrage. Eine Reihe dieser Zusätze ist in heute handelsüblichem Ziselier- oder Treibkitt enthalten. Zwar gibt es hier verschiedene Rezepte, in der Regel besteht Treibkitt jedoch aus folgenden Komponenten: Pech, Harz, Fett oder Wachs, Ziegelmehl, Rotstein und Gips¹². Aufgrund dieser Zusammensetzung konnte die Masse als Füllmaterial für die Biegeversuche verwendet werden. Sie erbrachte in Kombination mit einer Rohhautumwicklung ein sehr gutes Ergebnis. Nach dem Biegevorgang war der Kern zwar in mehrere Teile zerbrochen, konnte aber durch Erwärmung problemlos regeneriert werden. Somit konnte er auch für den folgenden Arbeitsgang, die Einarbeitung des plastischen Musters, genutzt werden. Die Verwendung einer Kittmasse, welche Zusammensetzung sie auch gehabt haben mag, ist also generell plausibel.

Ein Nachteil des Treibkitts lag allerdings in seiner sehr zähflüssigen Konsistenz. Die erwärmte Masse lässt sich daher nur schwer in eine vorbereitete Röhre eingießen. Kommt es zu Lufteinschlüssen, können sich diese wiederum beim Biegen des Rohres als unerwünschte Knicke und Falten bemerkbar machen. Darüber hinaus neigt die Masse bei starker plastischer Verformung zum Zerbröckeln. Während der Einarbeitung des Musters tritt sie daher aus der Fuge und den Rohrenden heraus. Zwar kann Kitt jederzeit durch Erwärmung regeneriert werden, dies erfordert jedoch einen gewissen Arbeits- und Zeitaufwand. Für die Einarbeitung komplizierter Muster ist Kitt demnach nur bedingt geeignet (**Abb. 16-17**).

Kitt in Kombination mit Gewebe oder Zweigruten

In Kombination mit Kitt scheinen wiederum Füllmaterialien wie Gewebe oder Textil plausibel. Mitunter wird eine Füllung der Hohlringe mit Gewebe beschrieben, welches mit Lehm verknetet war¹³. Bleiben wir bei der Annahme, dass es sich bei dem



Abb. 12 Bleigefüllte Röhre mit Rohhautumwicklung (Foto J. Munir, RGZM).



Abb. 13 Bleigefüllte Röhre mit Rohhautumwicklung nach dem Biegen (Foto J. Munir, RGZM).



Abb. 14 Gebogene Röhre mit Bleifüllung nach dem Entfernen der Rohhautumwicklung (Foto J. Munir, RGZM).

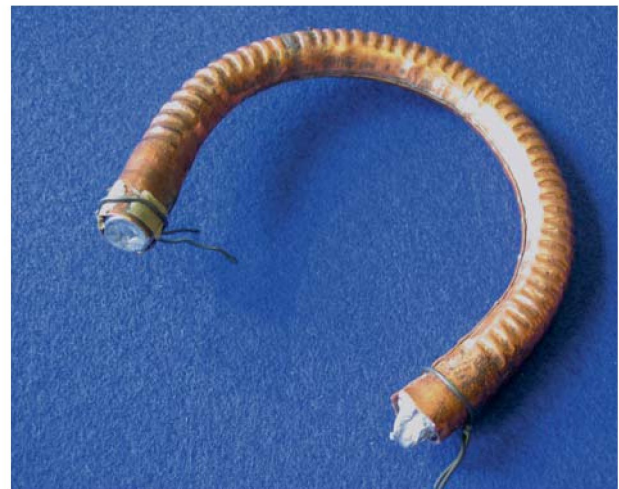


Abb. 15 Mit Blei gefüllte Röhre nach Einarbeitung der Rippenzier (Foto J. Munir, RGZM).

»Lehm« um eine Kittmasse gehandelt hat, so bringt deren Kombination mit Gewebe oder Zweigruten einige Vorteile:

Lufteinschlüsse können vermieden werden, da der Kitt nicht wie zuvor in eine Röhre eingefüllt wird. Stattdessen bildet die Kittmasse zusammen mit dem Gewebe oder den Zweigen einen stabilen Kern, um

den dann die Röhre geformt wird. Zu dessen Herstellung wird ein Textilstreifen mit dem erwärmten, zähflüssigen Kitt eingepinselt. Anschließend wird das Textil verdreht und auf einer glatten Unterlage zu einem gleichmäßigen Stab gerollt (Abb. 18). In der gleichen Art und Weise kann die Kittmasse auch mit einem oder mehreren Zweigen kombiniert werden.



Abb. 16 Mit Kitt gefüllte Röhre nach dem Biegen. Die Knicke sind durch Luftblasen, die beim Einfüllen des Kitts entstanden sind, erzeugt worden (Foto J. Munir, RGZM).



Abb. 17 Mit Kitt gefüllte Röhre nach Einarbeitung der plastischen Zier (Foto J. Munir, RGZM).

Um den erkalteten Stab wird dann der halbrund vorgeformte Blechstreifen durch vorsichtiges Hämmern zum Rohr geschlossen. Im nächsten Arbeitsschritt erweist sich der eingangs beschriebene Ziehvorgang als vorteilig. Wird das Werkstück zunächst leicht erwärmt, um den Kitt weich zu machen, und dann straff durch enger werdende Bohrungen in einem Werkholz gezogen, wird eine sehr dichte Verbindung von Blech und Füllung ohne Lufteinschlüsse gewährleistet (Abb. 19).



Abb. 18 Zunächst wird das Textil verdreht und dann auf einer glatten Unterlage zu einem gleichmäßigen Stab gerollt (Foto J. Munir, RGZM).



Abb. 19 Im nächsten Arbeitsschritt wird das Werkstück zunächst, zur Erweichung des Kitts, leicht erwärmt und dann straff durch enger werdende Bohrungen in einem Werkholz gezogen, wodurch eine sehr dichte Verbindung von Blech und Füllung ohne Lufteinschlüsse gewährleistet wird (Foto J. Munir, RGZM).



Abb. 20 Leicht erwärmt ließ sich die »Kittschnur« problemlos wieder abwickeln und war danach sogar für weitere Biegeversuche verwendbar (Foto J. Munir, RGZM).

Was die für den Biegevorgang erforderliche Stabilität betrifft, so ist die Kombination aus Kitt mit Textil oder Zweigen mit der reinen Kittfüllung vergleichbar.

Auch bezüglich der plastischen Gestaltung ist die Materialkombination sinnvoll. Textil oder Zweige verleihen der Kittmasse Halt und verhindern, dass diese beim Treibvorgang aus der Fuge und den Rohrenden heraustritt¹⁴.

Darüber hinaus erbringt die »Streckung« des Kitts einen gewissen Spareffekt. Sicherlich waren die Inhaltsstoffe einer Kittmasse wie Kolophonium oder Birkenpech in ihrer Gewinnung aufwändig. Somit war es von Vorteil, dass durch die Zweige oder das Textil weniger Masse benötigt wurde. Dadurch sparte man zudem an Gewicht, und die Füllung konnte problemlos im Armring verbleiben. Dieser war angenehm leicht zu tragen, die Füllung bot zusätzlichen Schutz vor einem Verbeulen des Schmuckstückes.

Hier stellte sich nun zwangsläufig die Frage, ob man sich die Vorteile einer Kombination aus einer Kittmasse und anderen Materialien nicht auch für eine Ummantelung zunutze machen konnte. Probesthalber wurde ein Hanfseil mit erwärmtem Kitt getränkt sowie um eine mit Kitt und Textil gefüllte Röhre gewickelt. Durch Erwärmen der fertigen Umwicklung und Rollen des Werkstückes auf einer glatten Unterlage wurde eine sehr stabile und homogene Umhüllung erzeugt. Nach vollständigem Erkalten des Kitts konnte das Rohr auf diese Art erfolgreich gebogen werden. Leicht erwärmt ließ sich die »Kittschnur« anschließend problemlos wieder abwickeln und war danach sogar für weitere Biegeversuche verwendbar (Abb. 20-21).

Fazit

Zu den hier behandelten Fragestellungen können abschließend keine endgültigen Antworten gegeben werden, da sich die Natur der für den Herstellungsprozess benötigten Materialien unserer genauen Kenntnis entzieht. Anhand der Versuchsreihe



Abb. 21 Armring nach Einarbeitung des plastischen Musters (Foto J. Munir, RGZM).

können jedoch einige grundlegende Aussagen getroffen werden:

- Für die hier angesprochene Objektgruppe ist nicht von einer Bearbeitung von der Innenseite her auszugehen. Ein solcher Arbeitsprozess wäre durch Hammerspuren auf den Innenseiten der Objekte zu belegen. Diese sind bei den im Rahmen der Versuchsreihe untersuchten Hohlblechringe nicht zu beobachten. Ausgangsbasis für Hohlringe aus dünnem Bronzeblech war demnach ein gerades Rohr, welches zu einem Reif gebogen werden musste.
- Das Biegen eines geraden Rohres mit offener, an der Innenseite verlaufender Fuge, setzt ein stabiles Kernmaterial sowie eine feste Ummantelung voraus.
- Die Verwendung eines Metallstabes als Kern, wie von H.-J. Hundt angenommen, ist nach wie vor nicht auszuschließen. Die Versuche haben gezeigt, dass auch Blei oder Kitt als stabile Füllungen in-

frage kommen. Diese Materialien haben gegenüber einem Metallkern den Vorteil, dass sie nach dem Biegevorgang auch für die Einarbeitung der plastischen Zier genutzt werden können. Über die Zusammensetzung der Kittmassen kann derzeit keine Aussage getroffen werden. Sicherlich hat es hier verschiedene Rezepte gegeben. Die Massen sollten einerseits härtende, andererseits aber auch verklebende und flexible Eigenschaften in sich vereinen.

- Wie bei den Kernmaterialien ist auch bezüglich der Umhüllungen die von Hundt angenommene Verwendung von Metall weiterhin nicht auszuschließen. Dieses kann in Form eines Drahtes, eines Blechstreifens oder einer Röhre mit entsprechend größerem Durchmesser und an der Außenseite verlaufender Fuge angenommen werden. Darüber hinaus erbrachte im Rahmen der Versuchsreihe eine Umwicklung mit Rohhaut gute Ergebnisse.
- Es ist anzunehmen, dass die organischen Füllmaterialien wie Textilien oder gebündelte Zweige durchaus als Kern zum Biegen der Röhren gedient haben. In Kombination mit einer Kittmasse weisen

sie genügend Stabilität auf, um dem Umformungsprozess sowie dem Einarbeiten der plastischen Zier standzuhalten. Eine stabilisierende Umhüllung für den Biegevorgang nach demselben Prinzip, z.B. mit einem kittgetränkten Seil, ist ebenfalls denkbar.

- Generell stellt die Fertigung von Hohlringen mit plastischer Zier einen komplexen Arbeitsvorgang dar. Die vorliegende Menge und Qualität der Funde setzt eine langjährige Tradition und Erfahrung in dieser Technik voraus, wie sie nur von hoch spezialisierten Werkstätten zu erwarten ist.

Die im Rahmen der Versuchsreihe gewonnenen Erkenntnisse haben sich aus der rein praktischen, experimentellen Arbeit ergeben. Sie sollen zunächst als These verstanden werden, die es noch durch naturwissenschaftliche Analysen zu bestätigen gilt. Leider haben sich organische Inhaltsstoffe, wie sie für die Kittmassen angenommen werden, nur in seltenen Fällen erhalten. Der vorliegende Beitrag soll hinsichtlich dieser Thematik sensibilisieren, damit vorhandenen Resten möglicher Füllmaterialien oder Spuren des Herstellungsprozesses künftig mehr Beachtung zuteil wird.

Anmerkungen

- 1) Egg / Kramer 2005.
- 2) Freundliche Mitteilung von M. Egg, RGZM.
- 3) Freundliche Mitteilung von M. Egg, RGZM.
- 4) Pauli 1978, 167-168. Die angesprochenen Materialien wurden in den auf dem Dürrnberg geborgenen Hohlblechreifen beobachtet: gebündelte Zweige (Taf. 10 B 5-6), Holzkern ohne Zweigstrukturen (Taf. 1 E4; 2, 5-6; 21 B 7-8; 33 A 11-12), feiner, ungebrannter Ton (Taf. 4, 10-11; 35 C 6; 144 C), zusammengerolltes Leinen (Taf. 6 A 1; 54, 4-5) – Weitere Nachweise aus anderen Regionen 168 mit Anm. 269-278.
- 5) Hundt 1978.
- 6) Müllauer / Ramsel 2007.
- 7) An dieser Stelle sei Frau Dr. Holzner und Herrn Böckmann vom Keltenmuseum Hallein herzlich für Ihre Unterstützung und die Bereitstellung der Objekte gedankt.
- 8) Bei der Situla mit der Inventarnummer 6006a aus dem Pommerkogel in Kleinklein ist der Rand um eine separate Bronzeröhre mit offener Fuge gebördelt, in der sich organische Reste erhalten hatten. Diese konnten anhand ihrer Struktur als Weidenholzart bestimmt werden.
- 9) Beispielsweise spielte Rohhaut bei den Wagen aus dem Grab des Tutanchamun als Verbindungselement der hölzernen Radteile eine wichtige Rolle. So waren die Naben und Teile der Speichen sowie die Felgen mit einem stabilisierenden und verbindenden Rohhautüberzug versehen. Im feuchten Zustand aufgebracht, sorgte die Rohhaut nach dem Trocknen für den Zusammenhalt der angesprochenen Teile (Littauer 1985, 76-79. 92-94). Darüber hinaus gibt es so gut wie keine Fundstücke, welche die Verwendung von Rohhaut eindeutig belegen. Dies ist durch die Vergänglichkeit des Materials bedingt, aber auch durch die Schwierigkeit, welche die Unterscheidung von roher und gegerbter Haut mit sich bringt. So ist es wahrscheinlich, jedoch nicht eindeutig geklärt, dass die Beilklinge der Gletschermumie vom Tisenjoch in den Ötztaler Alpen mit Birkenteer und einer Umwicklung aus Rohhaut am Schaft befestigt wurde (Egg / Spindler 1992, 56). Die Annahme, dass Rohhaut in der Antike vielfältige Verwendung fand, legt außerdem ein Vergleich mit indigenen Kulturen nahe, beispielsweise die Rohhautnutzung bei den Indianern Nordamerikas zur Herstellung der unterschiedlichsten Utensilien, etwa für Taschen, als Sohlen für Mokassins oder für Schilde. Letztere wurden aus der stabilen Nackenpartie des Bisons gefertigt. Der Schrumpfungseffekt spielte hingegen bei der Herstellung von Keulen eine Rolle; Stiel und Kopf wurden mit einem feuchten und damit flexiblen Rohhautband um-

wickelt, welches dann im getrockneten Zustand für eine sehr feste Verbindung sorgte (freundliche Mitteilung von Frau Dr. Schierle, Ethnologin für den Bereich Nordamerika am Linden-Museum Stuttgart).

- 10) Bei der großen Situla des Typs Kurd aus dem Pommerkogel in Kleinklein (Inventarnummer 1995) wurde der Rand um eine separate Bronzeröhre mit offener Fuge und einer Bleiseele gebördelt.
- 11) Müllauer / Ramsel 2007, 71; Pauli 1978, 168 erwähnt, dass es sich bei den in den Ringen beobachteten Lehmresten nicht um durch die Innennaht eingeschwemmtes Material handeln kann, da die slowakischen Gräberfelder mit diesen Ringen zum Teil auf Sandboden lagen.

12) Arens 2002, 58.

13) Müllauer / Ramsel 2007, 78 verweist auf einen Reif in Raupenzier aus Pečky in Böhmen, bei dem das Gewebe um einen Tonkern geschlagen war, der mit dem Gewebe verdreht wurde.

14) Müllauer / Ramsel 2007, 71. Folgende Beobachtung Müllauers bestätigt den Umstand, dass eine Verbindung des Kitts mit Textil oder Zweigen vorteilhaft für die Einarbeitung eines komplizierten plastischen Musters ist: »Füllungen aus Textil in verschiedenen Kombinationen mit Holz und Lehm lassen sich vor allem bei Reifen in Raupenzier beobachten, während Füllungen aus Sand oder Lehm meist bei einfacher gestalteten Reifen zu beobachten sind«.

Abgekürzt zitierte Literatur

Arens 2002: R. Arens, Freude am Ziselieren. Grundlagenwissen zum Erlernen und Bewahren eines alten und wertvollen Handwerks (Kleve 2002).

Egg / Kramer 2005: M. Egg / D. Kramer, Krieger – Feste – Totenopfer. Der letzte Hallstattfürst von Kleinklein in der Steiermark (Mainz 2005).

Egg / Spindler 1992: M. Egg / K. Spindler, Die Gletschermumie vom Ende der Steinzeit aus den Ötztaler Alpen. Jahrbuch RGZM 39, 1992, 56.

Hundt 1978: H.-J. Hundt, Beobachtungen zur Herstellung frühlatènezeitlicher Hohlarmringe vom Dürrberg. In: L. Pauli 1978, 619-623.

Littauer / Crouwel 1985: M. A. Littauer / J. H. Crouwel, Chariots and Related Equipment from the Tomb of Tut'ankhamun (Oxford 1985).

Müllauer / Ramsel 2007: N. Müllauer / P. C. Ramsel, Herstellungstechnische Untersuchungen an Hohlblechreifen aus dem latènezeitlichen Gräberfeld von Mannersdorf am Leithagebirge, Niederösterreich, Archäologisches Korrespondenzblatt 37, 2007, 67-84.

Pauli 1978: L. Pauli, Der Dürrberg bei Hallein III. Münchner Beiträge zur Vor- und Frühgeschichte 18 (München 1978).

Zusammenfassung / Abstract / Résumé

Experimentelle Forschungen zur Herstellungstechnik eisenzeitlicher Hohlblechreifen

Anlass für die in diesem Beitrag vorgestellten Forschungen bot die Restaurierung eines hallstattzeitlichen Hohlarmringes aus dem Pommerkogel in Kleinklein, Steiermark, die in den Restaurierungswerkstätten des Römisch-Germanischen Zentralmuseums durchgeführt wurde. Einführend befasst sich der Text mit der zeitlichen Einordnung, der Verbreitung und den Besonderheiten eisenzeitlicher Hohlarmringe. Im Anschluss werden diverse herstellungstechnische Fragestellungen formuliert, welche durch die im Folgenden dargestellte praktische Versuchsreihe zu klären sind. Dabei wird zunächst erläutert, weshalb für die angesprochene Objektgruppe nicht von einer Bearbeitung von der Innenseite her auszugehen ist. Gegenstand der Versuchsreihe waren demnach das Biegen eines geraden Rohres sowie das Einarbeiten der plastischen Zier von der Außenseite. Dieses Biegen eines Rohres mit offener, der Arminnenseite zugewandter Fuge erfordert einerseits ein stabiles Kernmaterial, andererseits aber auch eine feste Ummantelung des Rohres. Diesbezüglich wurden diverse Materialien erprobt. Für die in den Reifen der

Stufe LT B2 gefundenen Textil- bzw. Holzreste konnte im Laufe der Versuchsreihe eine plausible Erklärung gefunden werden.

Experimental research on the manufacturing technique of Iron Age hollow bracelets

The work presented in this paper was prompted by the restoration of a hollow bracelet carried out at the Römisch-Germanisches Zentralmuseum in Mainz. The bracelet had been excavated at the Pommerkogel in Kleinklein, Styria, and dates back to the Hallstatt period. Beginning with a brief description of the chronological classification, the area of distribution and special features of Iron Age hollow bracelets, the paper continues with questions regarding the manufacturing technique to be clarified by subsequent practical experiments. These show why, in the case of the objects addressed here, a processing from the inner face is not to be assumed. The experiments therefore deal with the bending of a straight tube and the chiseling of the decoration onto its surface from the outside. The bending of a tube with an open seam facing the inner side of the arm requires a stable core material as

well as a high-tensile sheath. For this purpose, different materials were tested. The experiments also led to a plausible explanation of textile and wooden residues found on bracelets of La Tène B2.

Recherches expérimentales sur la technique de fabrication d'anneaux en tôle creuse de l'Age du Fer

L'occasion des recherches présentées dans cette communication a été donnée par la restauration d'un bracelet creux hallstattien provenant du Pommerkegel à Kleinklein dans le Steiermark, qui a été menée dans les ateliers de restauration du Römisch-Germanisches Zentralmuseum de Mayence. En introduction le texte traite du classement chronologique, de la dispersion et des particularités des

bracelets creux hallstattiens. A la suite de cela sont formulées diverses problématiques concernant les techniques de fabrication, qui peuvent être élucidées par la série pratique d'essais présentés ensuite. On explique tout d'abord pourquoi pour le groupe d'objets concerné il n'est pas possible de supposer un traitement depuis le côté interne. L'objet de la série d'essais était par conséquent le cintrage d'un tube droit et l'élaboration de la décoration plastique du côté externe. Le cintrage d'un tube avec jointure ouverte parcourant le côté interne, exige d'une part un matériau nucléaire stable ainsi qu'un solide revêtement du tube. A ce sujet, divers matériaux ont été soumis à l'essai. Pour les restes de textile et de bois trouvés dans les anneaux de la phase LT B2, une explication plausible a pu être trouvée au cours de la série d'essais.

Schlagworte

Eisenzeit / Hohlblechreifen / Armringe /
organische Füllmaterialien / Experimentelle Archäologie