Zeitschrift: Die Sammlung / Schweizerisches Nationalmuseum = Les collections / Musée national suisse = Le collezioni / Museo nazionale svizzero

Herausgeber: Schweizerisches Nationalmuseum

Band: - (2008-2009)

Artikel: Zerstörungsfreie Untersuchungen des frühbronzezeitlichen Randleistenbeils aus Thun-Renzenbühl

Autor: Hunger, Katja / Berger, Daniel / Lehmann, Eberhard

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-382075

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Zerstörungsfreie Untersuchungen des frühbronzezeitlichen Randleistenbeils aus Thun-Renzenbühl

Einleitung

Das Randleistenbeil von Thun-Renzenbühl stand im Mittelpunkt eines interdisziplinären Forschungsprojektes des Labors für Konservierungsforschung des Schweizerischen Nationalmuseums mit dem Historischen Museum Bern, dem Landesmuseum für Vorgeschichte Halle/Saale (Deutschland) und dem Paul Scherrer Institut Villigen, in dem zahlreiche frühbronzezeitliche tauschierte Metallobjekte archäometrisch untersucht wurden. Das Beil von Thun-Renzenbühl, welches in diesem Bericht eingehender vorgestellt werden soll, ist insofern besonders, als es mit einer einzigartigen Tauschiertechnik verziert ist, die man in der Bronzezeit in Mitteleuropa sehr selten findet |2|. Bei dieser polychromen Metallverarbeitungstechnik wurde in das Grundmetall eine Vertiefung gearbeitet, in die dann ein anderes Metall eingelegt und befestigt wurde. Dadurch entstehen wirkungsvolle kontrastreiche Muster auf den Metallgegenständen. Die beidseitige Tauschierung des Randleistenbeils von Thun-Renzenbühl ist noch vollständig erhalten, was für ein über 3000 Jahre altes Objekt sehr selten ist und die herausragenden Handfertigkeiten des frühbronzezeitlichen Metallhandwerkers beweisen.

Objektbeschreibung und Fragestellungen

Das Randleistenbeil wurde 1829 zusammen mit 11 weiteren Bronzeobjekten in einem Grab in Renzenbühl bei Thun im Kanton Bern ausgegraben und befindet sich heute im Besitz des Historischen Museums Bern. Aufzeichnungen über die Grabungen selbst sind nur sehr wenige vorhanden. Anhand der Beigaben kann das Grab jedoch in die Bronzezeit in den Zeitraum um 1600 v. Chr. datiert werden. Bei dem Beil handelt es sich um ein Randleistenbeil aus Bronze, Kupfer und Gold. Es hat eine schmale Form und die Klinge des Beils verjüngt sich leicht. Es besitzt kleine Randleisten. Das hintere Ende, welches der Schäftung diente, ist abgebrochen, aber man kann davon ausgehen, dass das Beil einst etwa 5 cm länger gewesen ist. Die Schneide ist grösstenteils zerstört, allerdings kann man noch eine Rillenverzierung darauf erkennen. Auf beiden Seiten des Beils ist in die Fläche ein Kupferband mit nahezu 200 Goldstiften eingelegt. Das Kupferband zieht sich fast über die ganze Länge des Beiles. Ein einzelner Goldstift befindet sich auf der Seitenfläche des Beils.

Mit Hilfe von archäometrischen Untersuchungen sollte die Tauschiertechnik genauer betrachtet werden. Der Fokus lag einerseits auf der Bestimmung der Metalllegierungen des Grundmetalls und der Einlagen und andererseits auf der Erforschung der Art der Herstellungs- und Verzierungstechnik. Dazu war es von grösster Bedeutung, dass man einen «Blick» in das Objekt werfen konnte, um die Grösse und Form der Einlagen zu studieren und Hinweise auf Verarbeitungsspuren zu finden.

Untersuchungsmethoden

Voraussetzung bei der Analyse eines solch einzigartigen Gegenstandes ist, dass man Methoden anwendet, die völlig zerstörungsfrei sind und somit dem Objekt keinerlei Schaden zufügen. Für die Bestimmung der Metalllegierungen kam daher nur die Mikro-Röntgenfluoreszenzanalyse in Frage, da mit dieser Methode die Materialzusammensetzung des Beiles berührungsfrei bestimmt werden konnte. Die Legierungsbestimmungen wurden im Labor für Konservierungsforschung des Schweizerischen Nationalmuseums durchgeführt.

Mit Hilfe der Mikro-Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) ist es möglich, die Haupt- und Nebenelemente der verschiedenen Metalllegierungen zu untersuchen. Dazu wird die Probe mit energiereicher Röntgenstrahlung (Primärröntgenstrahlung) bestrahlt |4|. Die verschiedenen Elemente werden angeregt und emittieren eine charakteristische Fluoreszenzröntgenstrahlung (Sekundärröntgenstrahlung). Diese wird detektiert und für die Identifizierung der Elemente (qualitative Analyse) genutzt. Die Intensität der emittierten Röntgenfluoreszenzstrahlung gibt weiterhin wichtige Informationen über die vorhandene Menge (quantitative Analyse) des jeweiligen Elementes. Allerdings ist es nicht möglich, mit der Röntgenfluoreszenzanalyse Spurenelemente zu bestimmen. Bei der Auswertung der Messergebnisse ist es sehr wichtig zu beachten, dass die RFA eine Oberflächenanalyse ist. Die Elementkonzentration der Oberfläche kann von der eigentlichen Legierung abweichen, da einige Elemente an der Oberfläche angereichert sind oder das Objekt eine Korrosionsschicht besitzt.

Ein grosser Vorteil dieser Analysenmethode ist jedoch der sehr kleine Messfleck, der im Mikrometerbereich liegt. Dadurch war es möglich, ganz gezielt die verschiedenen Einlagen direkt zu messen, auch wenn die Goldstifte des Beils nur 2 mm breit waren. Um den inneren Aufbau des Randleistenbeils zu erforschen, musste eine weitere Untersuchungsmethode herangezogen werden. Hierzu wurde die Neutronentomografie genutzt, die im Paul Scherrer Institut in Villigen (PSI) durchgeführt wurde. Neutronen sind ladungsfreie Teilchen, die am PSI durch eine Spallationsquelle (SINQ) erzeugt werden. Das Prinzip der Methode basiert darauf, dass die Neutronen durch verschiedene Materialien unterschiedlich stark geschwächt werden, wodurch es möglich war, die Goldeinlagen des Randleistenbeils in einem guten Kontrast zum Grundmetall sichtbar zu machen. Bei der Neutronentomografie wurde das Beil um seine vertikale Achse in kleinen Winkelschritten gedreht und jeweils eine Neutronenradiografieaufnahme detektiert. Aus diesen einzelnen zweidimensionalen Projektionen wurde durch die Verwendung von Rekonstruktionsalgorithmen das Probenvolumen errechnet. Mit Hilfe von Bildbearbeitungsprogrammen konnte das Objekt nun virtuell angeschnitten werden und auf innere Eigenschaften, wie die Tiefe der Einlagen, die Einlagenkanäle, aber auch auf Gussfehler hin untersucht werden.

Ergebnisse

Die Legierungsbestimmung mit der Mikro-Röntgenfluoreszenzanalyse ergab, dass das Grundmetall aus einer Zinn-Bronze mit einem mittleren Zinngehalt von etwa 5 bis 10% bestand. Durch die gezielte Zulegierung von Zinn (etwa 10%) wurde der Schmelzpunkt des Kupfers soweit herabgesetzt, dass eine giessbare Bronze hergestellt werden konnte. Die beidseitigen langen Kupfereinlagen, in denen die Goldeinlagen stecken, wurden aus nahezu reinem Kupfer gefertigt und heben sich somit von der Legierung des Grundmetalls deutlich ab. Spannend sind die Ergebnisse der Goldanalysen. Bei den rhombischen Goldeinlagen wurde eine Legierung aus Gold, Silber und etwas Kupfer verwendet. Der Silbergehalt von etwa 30% zeigt, dass eine künstlich hergestellte Gold-Silber-Legierung genutzt wurde. Alle 198 Einlagen sind aus exakt der gleichen Goldlegierung gemacht worden.

Die Ergebnisse der Neutronentomografie führten zur Erstellung einer 3D-Rekonstruktion des Randleistenbeils, mit der es möglich wurde, den inneren Aufbau des Objektes zu studieren. Virtuelle Schnitte des Beils zeigen sehr deutlich, dass sich besonders in der Klinge zahlreiche sehr kleine Gussfehler befinden, deren halbkreisförmige Anordnung erhellt, wie der Schmied die Klinge nach dem Guss halbrund verjüngend gehämmert hat |1|. Die Kupfereinlage ist etwa 2 mm dick und schliesst nahezu mit der Bronze des Grundmetalls ab. Die Goldeinlagen reichen ebenfalls etwa 2 mm tief in die Kupfereinlage hinein. Die Goldstifte verjüngen sich in der Tiefe. Das Volumen der Goldstifte variiert bei den etwa 200 Goldeinlagen von etwa 5 bis 10 mm |3|.

Zusammenfassung

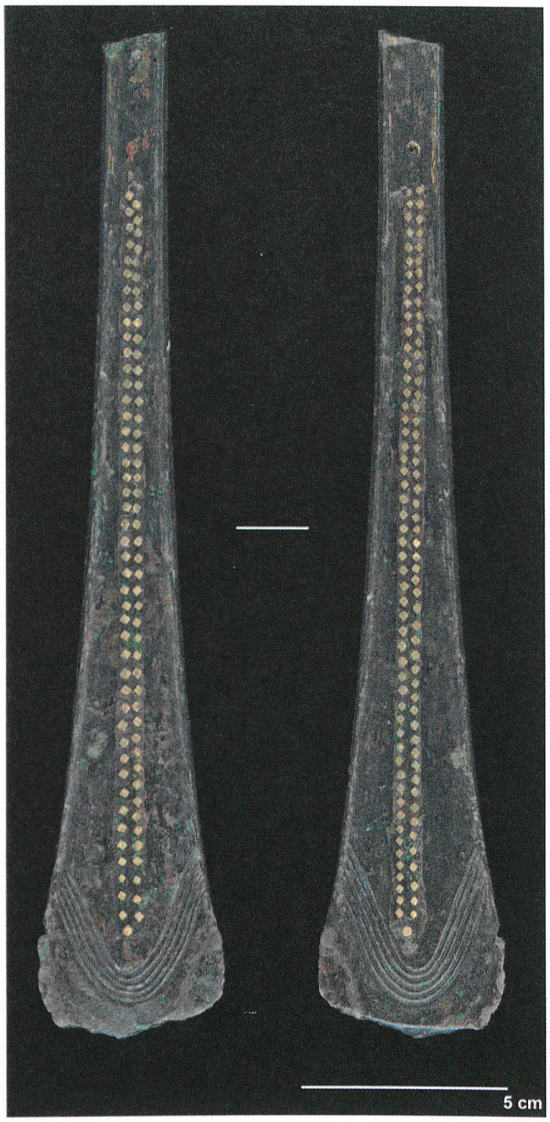
Die in diesem Bericht vorgestellten Ergebnisse der archäometrischen Untersuchungen des Randleistenbeils von Thun-Renzenbühl stehen stellvertretend für weitere zahlreiche tauschierte Bronzeobjekte, die innerhalb dieses interdiziplinären Forschungsprojektes untersucht wurden. Die Gesamtergebnisse werden in einer Promotionsarbeit von Daniel Berger vom Landesmuseum für Vorgeschichte Halle/Saale publiziert. Unser Forschungsprojekt führte Untersuchungen durch, die völlig zerstörungsfrei die Metalllegierung charakterisierten und zusätzlich ermöglichten, das Beil in einem 3D-Modell darzustellen. Anhand virtueller Schnitte konnte die Tauschiertechnik genauer charakterisiert werden.

1 *Neutronentomografie:* *3D-Darstellung des Randleistenbeils, in der die Grösse der Volumen der Gussfehler veranschaulicht ist. Abbildung von Stefan Hartmann PSI.*

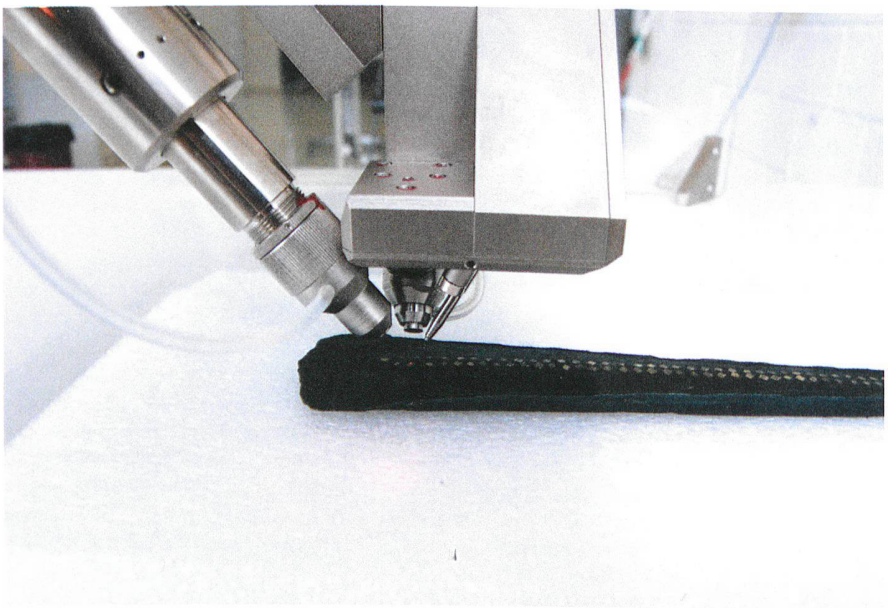
2 *Randleistenbeil von Thun-Renzenbühl.* *Foto: Daniel Berger.*

3 *Neutronentomografie:* *3D-Darstellung des Randleistenbeils, in der die Grösse der Volumen der Goldeinlagen veranschaulicht ist. Abbildung von Stefan Hartmann PSI.*

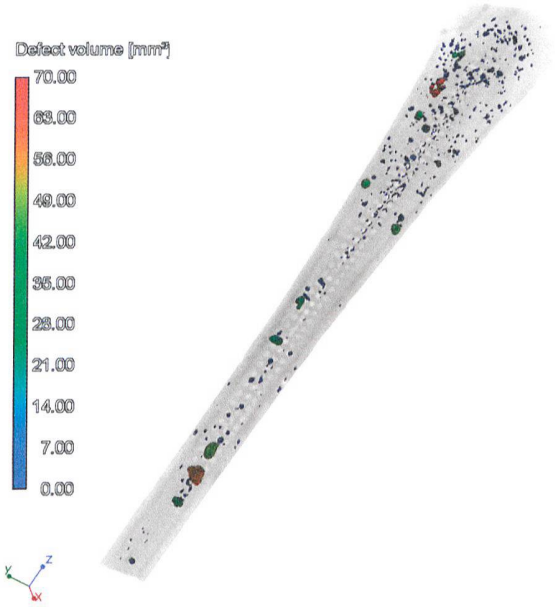
4 *RFA-Messung am Randleistenbeil Thun-Renzenbühl* *mit dem ARTAX der Firma Bruker. Foto: Erwin Hildbrand.*



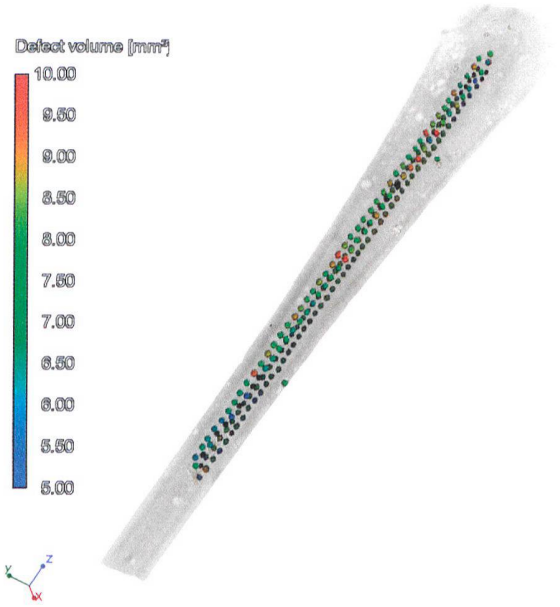
2



4


Defect volume [mm³]
70.00
63.00
56.00
49.00
42.00
35.00
28.00
21.00
14.00
7.00
0.00
Y
Z
X

1


Defect volume [mm³]
10.00
9.50
9.00
8.50
8.00
7.50
7.00
6.50
6.00
5.50
5.00
Y
Z
X

3