

### Summary

In 2011 and 2012 casting experiments were undertaken in Brilon-Hoppecke in order to reconstruct the production techniques used to make Roman lead ingots. Initial results obtained from these archaeological experiments revealed that most of the lead ingots were quite probably cast in loamsand moulds, which almost completely disintegrate when the ingots are removed. This might explain the lack of moulds found in Roman mining areas.

### Samenvatting

In 2011 en 2012 werden in Brilon-Hoppecke gietproeven uigevoerd, om met behulp van archeologische experimenten de manier van vervaardigen van Romeinse loodbaren te achterhalen. De eerste resultaten maken aanne-

melijk dat de meeste loodbaren hoogstwaarschijnlijk in gietvormen van leemzand werden gegoten, die na het uitnemen van de loodbaren bijna geheel uit elkaar gevallen zijn. Dit kan het ontbreken van dergelijke gietvormen in de Romeinse mijnbouwgebieden verklaren.

### Literatur

**G. Clement Whittick**, The Casting Technique of Romano-British Lead Ingots. *Journal of Roman Studies* 51, 1961, 105–111. – **Stefan Meier**, Blei in der Antike. Bergbau, Verhüttung, Fernhandel (Diss. Universität Zürich 1995). – **Norbert Hanel/Peter Rothenhöfer**, Germanisches Blei für Rom. Zur Rolle des römischen Bergbaus im rechtsrheinischen Germanien im frühen Prinzipat. *Germania* 83, 2005, 52–65. – **Ingo Pfeffer**, Das Blei der Germanen – Die Besiedlung der älteren römischen Kaiserzeit in Soest. *Soester Beiträge zur Archäologie* 12 (Soest 2012).

Ulrich  
Lehmann

Archäo-  
metallurgie

## Projekt zur frühmittelalterlichen Spatha in Westfalen

Verschiedene Regierungsbezirke

**Abb. 1** Gut erhaltene Spatha mit organischer Schwertscheide (oben) aus Grab 61 von Bad Wünnenberg-Fürstenberg und stark korrodierte Spatha (unten) aus Grab 17 von Soest (Fotos: LWL-Archäologie für Westfalen/S. Brentführer).

In diesem Jahr fiel der Startschuss für ein Kooperationsprojekt der Altertumskommission für Westfalen und der LWL-Archäologie für Westfalen zur Untersuchung des zweischneidigen Schwertes, der sogenannten Spatha, im frühen Mittelalter. Die konstruktionstechnischen Merkmale der Waffen werden im Rahmen des Forschungsvorhabens mit verschiedenen naturwissenschaftlichen Untersuchungsmethoden erfasst. Die Zielsetzung des Projektes besteht darin, mittels der gesammelten Informationen die angewandten Herstellungsverfahren zu rekonstruieren und Anhaltspunkte

für eine genauere Datierung der Objekte zu bestimmen. Auf dieser Datenbasis fußen weiterführende sozio-kulturelle Untersuchungen zu Schmiedewerkstätten, zur Entwicklung und Ausbreitung von technischem Wissen, zur Beziehung zwischen Waffenqualität und sozialem Status des verstorbenen Besitzers sowie zur symbolischen Bedeutung der Spatha im frühen Mittelalter.

In die Bearbeitung wurden alle noch existierenden Schwertfunde aufgenommen, die nachweislich aus Gräbern des 6. bis 8. Jahrhunderts im heutigen Westfalen stammen. Ins-



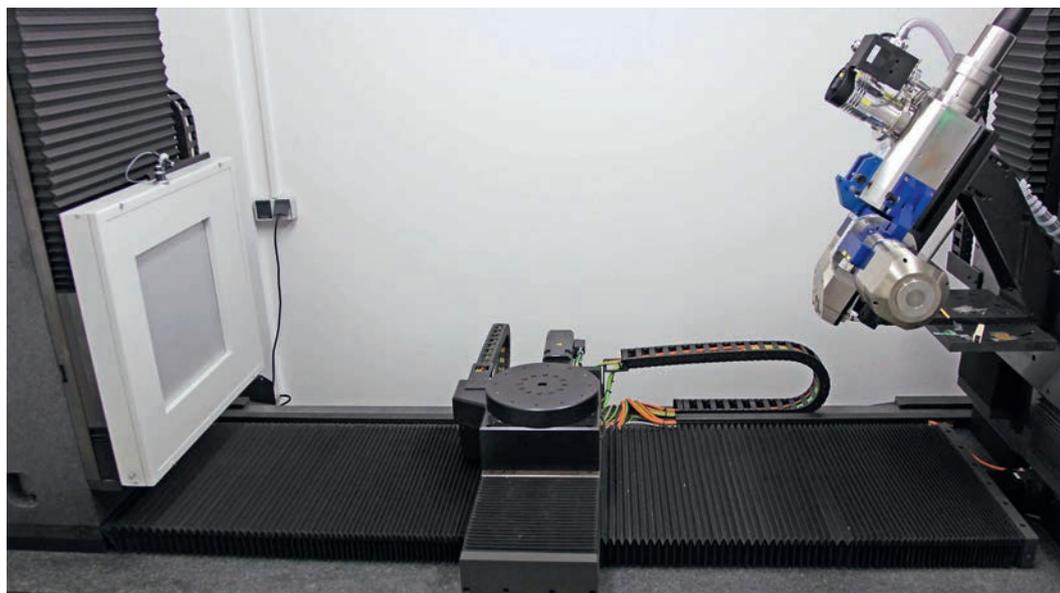


Abb. 2 Industrielle CT-Anlage zur Werkstoffprüfung der Firma CTM-do in Dortmund. Der archäologische Fund wird auf dem Drehteller (Mitte) zwischen Röntgenstrahlenquelle (rechts) und Detektor (links) montiert (Foto: CTM-do GmbH, Dortmund).

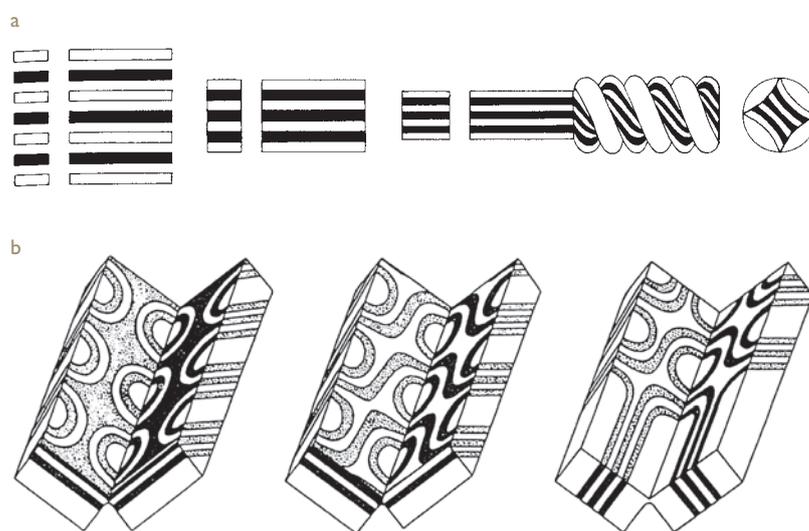
gesamt handelt es sich um 28 Objekte. Der Fundkontext »Grab« ist bewusst gewählt, da der Tote in dieser Zeit oftmals viele unterschiedliche Beigaben erhielt. Durch diese Funde lässt sich einerseits der Zeitpunkt erfassen, zu dem die Bestattung angelegt wurde. Andererseits vermitteln die Beigaben auch eine Vorstellung vom sozialen Status des Toten, den die Hinterbliebenen im Grab zum Ausdruck brachten.

Dem Verstorbenen wurde die Spatha in der Schwertscheide meist mit umgewickelt dem Wehrgurt an die Seite gelegt. Der heutige Zustand der Waffen ist sehr unterschiedlich. Er reicht von gut erhaltenen Klingen mit fast vollständig bewahrten Schwertscheiden und Griffen bis hin zu stark korrodierten Metallfragmenten (Abb. 1).

Aus konstruktionstechnischer Perspektive stellt das frühmittelalterliche Schwert eine Zusammenstellung von Elementen dar, die in separaten Arbeitsgängen von verschiedenen Handwerkern hergestellt werden konnten. Es handelt sich hierbei um die Klinge, die Griffkonstruktion, die Scheide und in begrenztem Maße um den Wehrgurt. Alle Elemente werden mit völlig zerstörungsfreien oder höchstens minimalinvasiven Methoden erforscht. Diese umfassen beispielsweise mikroskopische Untersuchungen zur allgemeinen Klärung der oberflächlich sichtbaren Materialien des archäologischen Fundes. Außerdem wurden geringe Proben von den organischen Teilen der Handhabe und der Schwertscheide entnommen, um die verwendeten Holz-, Fell- und Bastarten zu bestimmen. Die Materialanalysen führten Ursula Tegtmeier vom Labor für

Archäobotanik der Universität Köln und Sylvia Mitschke vom Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie in Mannheim durch. Besonders hervorzuheben ist die Untersuchung der Funde mit 3-D-Computertomografen, die entscheidende Einblicke in den Schichtaufbau der organischen und metallenen Bestandteile liefert. Auf diese Weise wird die Erfassung vielfältiger technischer Details ermöglicht, die auf anderem Wege nicht oder nur mit zerstörenden Verfahren gewonnen werden können.

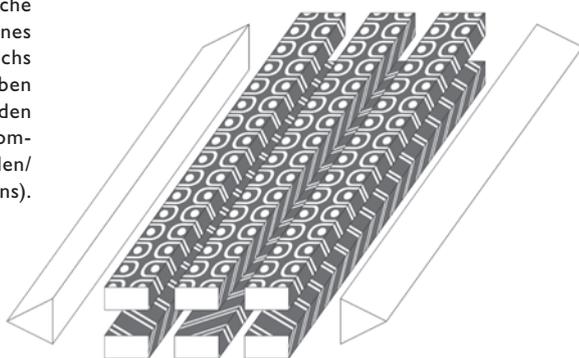
Abb. 3 Schematische Darstellung der Herstellung von Kompositstäben (a) und der darin enthaltenen Schweißmuster (b) (Grafik: nach Ypey 1982).



Der Ablauf eines CT-Scans ähnelt dem einer einfachen radiografischen Untersuchung, bei der ebenfalls die Dichte eines Objektes ermittelt wird. Röntgenstrahlen durchleuchten den Fund und werden von einem Detektor aufgefangen. Während der Messung ist der Untersuchungsgegenstand allerdings auf einem Drehteller montiert, der langsam um

360° rotiert (Abb. 2). Im Gegensatz zur Röntgenaufnahme stellt das Ergebnis kein einzelnes Bild dar, sondern einen 3-D-Datensatz, eine virtuelle Reproduktion des gescannten Objektes. Diese besteht aus Würfeln, den sogenannten Voxeln, deren Grauwert die Dichteverhältnisse des Fundes an genau dieser Stelle wiedergibt. Dass die computertomografischen Analysen überhaupt interpretierbares Bildmaterial liefern, ist in den herstellungstechnischen Verfahren, den verwendeten Materialien und der Korrosion der Funde durch die Bodenlagerung begründet.

Abb. 4 Schematische Rekonstruktion eines Klingenaufbaus aus sechs halben Kompositstäben mit angefügten Schneiden (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/T. Maertens).

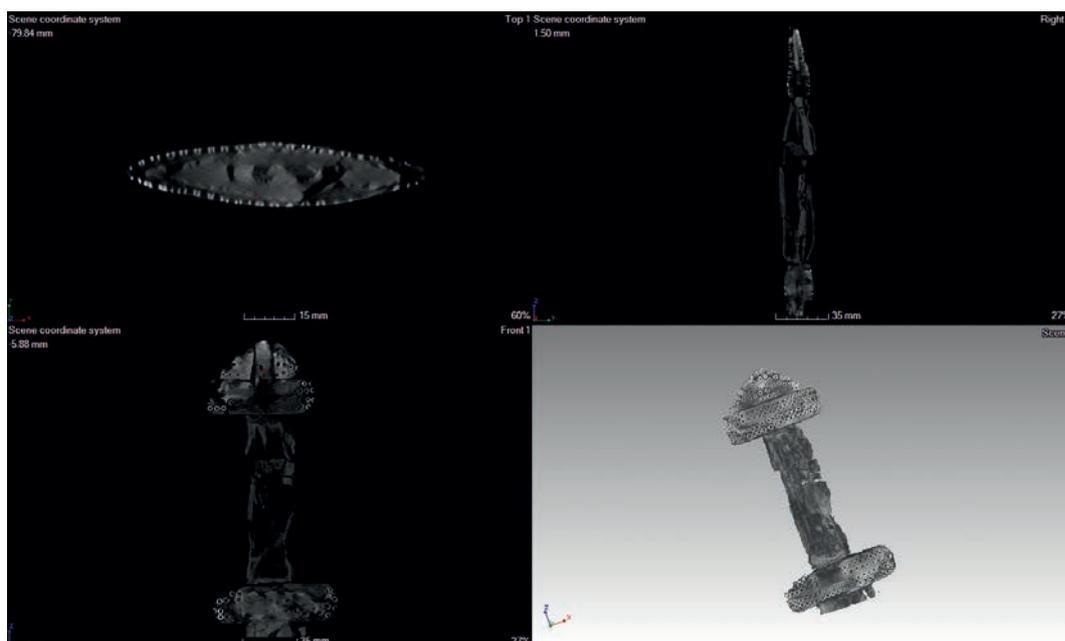


Die Klingen der zweischneidigen Schwerter wurden während des frühen Mittelalters im Schweißverbundverfahren hergestellt, das heute noch bei der Produktion von Damastmessern Anwendung findet. Ausgangsbasis ist ein Paket, das aus unterschiedlichen, sich abwechselnden und miteinander verschweißten Metalllagen aufgebaut ist. Die Schichten differieren vor allem in ihrem Kohlenstoff- und Phosphorgehalt. Das Paket wurde in einem

zweiten Schritt zu einem langen, dünnen Kompositstab ausgeformt, der nur in Abschnitten oder vollständig tordiert wurde (Abb. 3). Schleift und poliert man diesen Stab, treten in den verdrehten Bereichen durch die unterschiedlichen Materialien Schweißmuster hervor. Nahe der Oberfläche handelt es sich um einfache schräge Linien, die sich bei Abnahme von etwa einem Viertel der Materialstärke in X-förmige Ornamente wandeln. In der Mitte zeigt der Kompositstab Muster aus halben Kreisen (s. Beitrag S. 222). Der Kern einer frühmittelalterlichen Spatha besteht fast immer aus mehreren solcher Stäbe, die zu einer Einheit verschweißt wurden. Daran fügte der Schmied seitlich die separat gefertigten Schneiden aus härtbarem Material an. Durch die unterschiedlichen Gehalte von Kohlenstoff und Phosphor werden die beiden Metallschichten, aus denen die Kompositstäbe bestehen, unterschiedlich stark von Korrosion angegriffen. Das hat deutliche Differenzen in der erhaltenen Dichte zur Folge, die mit den CT-Scans erfasst werden. Durch dasselbe Prinzip werden auch fehlerhafte Schweißungen und unterschiedliche organische Materialien von Griff und Schwertscheide im Datensatz sichtbar.

Für das Forschungsprojekt wurden von jeder Spatha jeweils die Griffkonstruktion und mindestens ein Teilbereich der Klinge mit hoher Auflösung computertomografisch gescannt. Die Untersuchungen wurden von der Firma CTM-do in Dortmund mit einer industriellen Anlage durchgeführt, die normalerweise zur Werkstoffprüfung von Gussteilen eingesetzt

Abb. 5 3-D-Modell des Griffbereiches der Spatha aus Bocholt-Lankern, Grab 143, mit Schichtbildern in drei Achsen. Oben links: Querschnitt; oben rechts: Längsschnitt; unten links: Schnitt durch die Front; unten rechts: 3-D-Modell (Grafik: Altertumskommission für Westfalen/U. Lehmann).



wird. Die CT-Scans belegen, dass der Kern ausnahmslos aller Klingen aus Kompositstäben besteht, die im beschriebenen Schweißverbundverfahren hergestellt wurden. Vorherrschend ist ein Aufbau, bei dem die Stäbe bis zur Hälfte ihrer ursprünglichen Materialstärke abgeschliffen und mit den ehemaligen Außenseiten zu einem Block verschweißt wurden (Abb. 4). Als Folge zeigt die Klinge auf der Oberfläche ein Muster aus Halbkreisen. Vor allem an gut erhaltenen Funden kommen diese Ornamente sehr häufig vor. Dabei besitzen derartige Klingen keine funktionalen Vorteile gegenüber einfacher aufgebauten Exemplaren, sie sind vielmehr durch die erhöhte Zahl von Schweißflächen anfälliger für verarbeitungsbedingte Fehler. Die Schmiede stellten ihre Schwerter also bewusst mit diesem komplizierteren Aufbau um der Muster willen her, die auf diese Weise erzeugt wurden. Vermutlich besaßen die halbkreisartigen Strukturen eine bestimmte symbolische Bedeutung, die noch näher zu erforschen ist, zugleich stellten sie aber auch für den frühmittelalterlichen Betrachter einen beurteilbaren Beleg für die Qualität der handwerklichen Schmiedekunst dar.

Die meist stark vergangenen Scheiden zeigen den erwarteten Aufbau aus zwei Holzschalen, die mit Leder bezogen und mit Fell gefüttert waren. Nur selten liegen metallene Beschläge, Umwicklungen aus Bast oder ein Stoffbezug vor. Funde mit ausreichenden organischen Resten zeigen, dass verschiedene Laubhölzer (u. a. Buche, Pappel und Ahorn) und für das Futter Kalbs- und Ziegenfell verarbeitet wurden.

Die CT-Bilder der Griffbereiche vermitteln einen deutlichen Eindruck von der vorliegenden Konstruktion (Abb. 5). Außerdem hat sich gezeigt, dass insbesondere alt restaurierte Schwerter, deren Datierung oftmals auf der heute existierenden äußeren Gestalt der Knäufe und Parierplatten beruht, teilweise erhebliche formverändernde Ergänzungen im Griffbereich aufweisen. Die CT-Scans stellen demnach ein wichtiges Mittel dar, die erhaltene Substanz der Funde zu überprüfen und gegebenenfalls neu zu beurteilen.

Diese ersten Ergebnisse belegen bereits, dass die konstruktionstechnischen Merkmale der Spatha zahlreiche neue Informationen für chronologische, technologische und sozio-kulturelle Fragestellungen bieten. Eine sichere Beurteilung der westfälischen Schwerter in einem größeren frühmittelalterlichen Kontext

werden jedoch erst umfassende Untersuchungen überregionaler Vergleichsfunde ermöglichen.

### Summary

As part of a joint project by the Antiquity Commission for Westphalia and the LWL Archaeology Unit for Westphalia the Early Middle Age spathae recovered from Westphalian burials dating from the 6<sup>th</sup> to 8<sup>th</sup> centuries are being studied. Using natural scientific methods, mainly non-destructive 3D computer tomography, the constructional features of the weapons are identified and recorded. This has provided a large amount of data, based on which the production techniques can be reconstructed, the dating methods improved, the development and dissemination of technological knowledge studied and the quality and importance of the spathae as (status) symbols investigated.

### Samenvatting

In een gezamenlijk project van de Altermuseumkommissie voor Westfalen en de LWL-Archäologie für Westfalen werden vroegmiddeleeuwse spathavondsten uit Westfaalse graven van de 6e tot de 8e eeuw onderzocht. Met natuurwetenschappelijke methoden, in eerste instantie door middel van niet-destructieve 3-D-computertomografie, werden constructie-technische bijzonderheden van de wapens vastgesteld. Met behulp van deze uitgebreide database werden fabricagetechnieken gereconstrueerd, dateringsmogelijkheden verbeterd en de verspreiding van technologische kennis onderzocht, evenals de uitstraling en betekenis van de spatha als (status)symbool.

### Literatur

- Jaap Ypey**, Europäische Waffen mit Damaszierung. Archäologisches Korrespondenzblatt 12, 1982, 381–388. – **Herbert Westphal**, Franken oder Sachsen? Untersuchungen an frühmittelalterlichen Waffen. Studien zur Sachsenforschung 14 (Oldenburg 2002). – **Stefan Mäder**, Stähle, Steine und Schlangen. Zur Kultur- und Technikgeschichte von Schwertklingen des frühen Mittelalters. Schriftenreihe des Kantonalen Museums Altes Zeughaus Solothurn 24 (Solothurn 2009). – **Ulrich Lehmann**, Eine merowingerzeitliche Spatha mit Scheide aus Wünnenberg-Fürstenberg im CT-Scan. Archäologie in Westfalen-Lippe 2009, 2010, 185–188. – **Ulrich Lehmann/Eugen Müsch**, Spatha oder Sax? CT-Untersuchung eines Schwertes aus Haltern-Flaesheim. Archäologie in Westfalen-Lippe 2010, 2011, 118–121.