

*Marion Brüggler, Christiane Dirsch, Michael Drechsler,
Roland Schwab und Frank Willer*

Ein römischer Schienenarmschutz aus dem Auxiliarlager Till-Steincheshof und die Messingherstellung in der römischen Kaiserzeit

Römische Armpanzerungen aus Schienen sind selten. Im gesamten Römischen Reich sind nur wenige Parallelen bekannt. Der Neufund eines in großen Teilen erhaltenen Exemplars aus Messing in Till-Steincheshof am Niederrhein ist daher von großer Bedeutung für die Erforschung antiker Waffen.

Die römische Fundstelle Till-Steincheshof, Gemeinde Bedburg-Hau (Kr. Kleve), ist seit fast anderthalb Jahrhunderten bekannt (Abb. 1). Dennoch wurde erst im Frühjahr 2009 durch eine Prospektionsübung des Archäologischen Instituts der Universität zu Köln der Charakter dieses Platzes ermittelt: Es handelt sich um ein bislang unbekanntes römisches Auxiliarlager. Durch geomagnetische Prospektionen ließen sich drei Seiten zweier Lagerstrukturen ermitteln, die ineinander liegen und jeweils von Spitzgräben umgeben sind (Abb. 3). Eine Bebauung scheint jedoch nur im inneren, kleineren Lager vorhanden gewesen zu sein. Außerdem wurden bauliche Strukturen östlich außerhalb des Lagers beobachtet, die einem zugehörigen Vicus zuzuordnen sind.

Durch Suchschnitte der Außenstelle Xanten des LVR - Amtes für Bodendenkmalpflege im Rheinland im Herbst 2010 und Frühjahr 2011 sollten die wichtigsten durch die geomagnetischen Messungen aufgeworfen Fragen geklärt werden: So war die Längenausdehnung der Lager nicht festgestellt worden, da an der Nordostflanke aufgrund zu dichter moderner Bebauung keine geophysikalische Prospektion möglich war. Außerdem galt es, die Art der sich im geomagnetischen Befund abzeichnenden Innenbauten zu ermitteln und den Erhaltungszustand der archäologischen Strukturen zu prüfen.

Die Autoren danken für Anregungen und Diskussion Prof. Dr. Thomas Fischer (Köln), Dr. Hans-Achim Kuhn (Ulm), Michael Och (Xanten), Jörg Pogorzelski (Köln), Dr. Marcus Reuter (Trier), Fabian Riebschläger (Köln) und Dr. Markus Scholz (Mainz). Für die Anfertigung von Computertomogrammen sei gedankt der Universitätsklinik Bonn (Stefan Fischer), dem Landesamt für Denkmalpflege am Regierungspräsidium Stuttgart, Esslingen (Prof. Dr. Dirk Krauß, Dipl.-Rest. Nicole Ebinger-Rist) und dem Forschungsinstitut Edelmetalle und Metallchemie, Schwäbisch Gmünd (Dr. Andreas Zielonka,

Anastasia Beyer). Unser Dank gilt auch dem Eigentümer des Geländes in Till-Steincheshof, Baron Adrian von Steengracht, sowie den Pächtern, Familie Hurkmans, für die großzügige Erlaubnis der Durchführung der Ausgrabungen. Herr von Steengracht ist auch Eigentümer der Manica, die er dankenswerterweise als Dauerleihgabe dem LVR - RömerMuseum Xanten zur Verfügung stellte, wo sie in der Dauerausstellung zu sehen ist. – Datierungen beziehen sich auf die nachchristliche Epoche, sofern nichts anderes angegeben ist.



Abb. 1 Die Lage des Auxiliarlagers Till-Steincheshof.

Die Gesamtauswertung der angetroffenen Befunde ist Teil einer eigenständigen Arbeit; diese sollen daher hier nur skizziert werden¹. Das größere der beiden Lager war zugleich auch das ältere. Der umgebende Graben ist – jeweils gemessen an der Außenseite – auf einer Länge von 185 × 183 Metern nachgewiesen, was eine Fläche von 3,4 Hektar ergibt. Der innere, zum jüngeren Lager gehörende Graben, der tiefer und breiter als der äußere Graben ist, umschließt ein Areal von 165 × 127 Metern beziehungsweise 2,1 Hektar. In dem an der Südwestflanke vierzig Meter breiten Streifen zwischen den beiden Gräben ließen sich zwar einige Befunde beobachten, eine regelmäßige Bebauungsstruktur wurde aber nicht erkannt.

Im Inneren des jüngeren Lagers wurden in der Retentura die Reste einer Baracke mit mindestens vier Bauphasen erfasst. Sie war in allen Phasen aus Fachwerk errichtet. Die Fundamentgräben, die für die Einbringung der Holzpfosten gezogen wurden, ließen sich archäologisch nachweisen. Im Bereich dieser Baracke kamen die Reste des hier zu besprechenden Armschutzes zutage (Abb. 2 und 4). Die Schicht, in der sich die Armpanzerung befand, lag auf den einplanierten Schichten der zweiten Bauphase. Sie wird ihrerseits von den Befunden der Bauphase 3 geschnitten. Das keramische Fundmaterial in den zugehörigen Schichten erlaubt eine Datierung der Manica in die Zeit vom letzten Drittel des ersten Jahrhunderts bis ins erste Drittel des zweiten Jahrhunderts.

¹ Michael Drechsler, Studien zum Kastell Steincheshof, Magisterarbeit am Archäologischen Institut der Universität zu Köln 2012, als Artikel in Druckvorbereitung für Bonner Jahrb. 213, 2013. Vgl. auch M. Brüggler u. a., Arch. Rheinland 2009, 79–82; M. Brüggler/Chr. Dirsch/M. Drechsler, Ein römischer Schienenarmschutz aus Messing. Der Limes 6, 2012, H. 1, 8–11 (die Zählung der Schienen in diesem Beitrag variiert von

der hier vorgelegten, da zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses noch keine abschließende Auswertung erfolgt war); M. Brüggler/M. Drechsler, Das neue Auxiliarlager Till-Steincheshof, Bedburg-Hau, Kreis Kleve. In: P. Henrich (Hrsg.), Der Limes vom Niederrhein bis an die Donau. 6. Kolloquium der Deutschen Limeskommission = Beitr. Welterbe Limes 6 (Stuttgart 2012) 29–37.

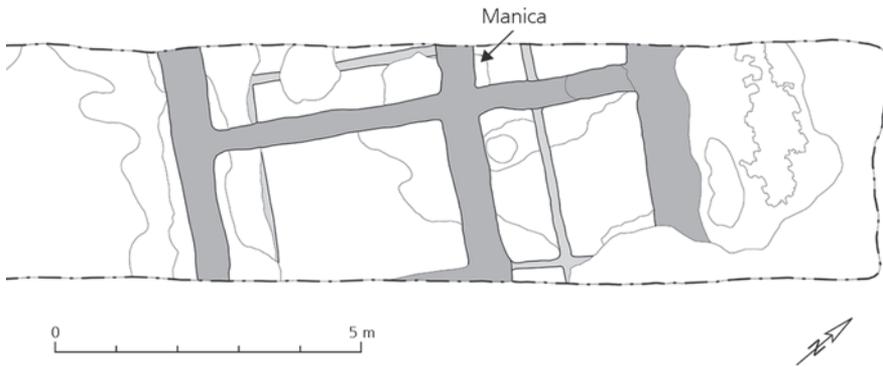
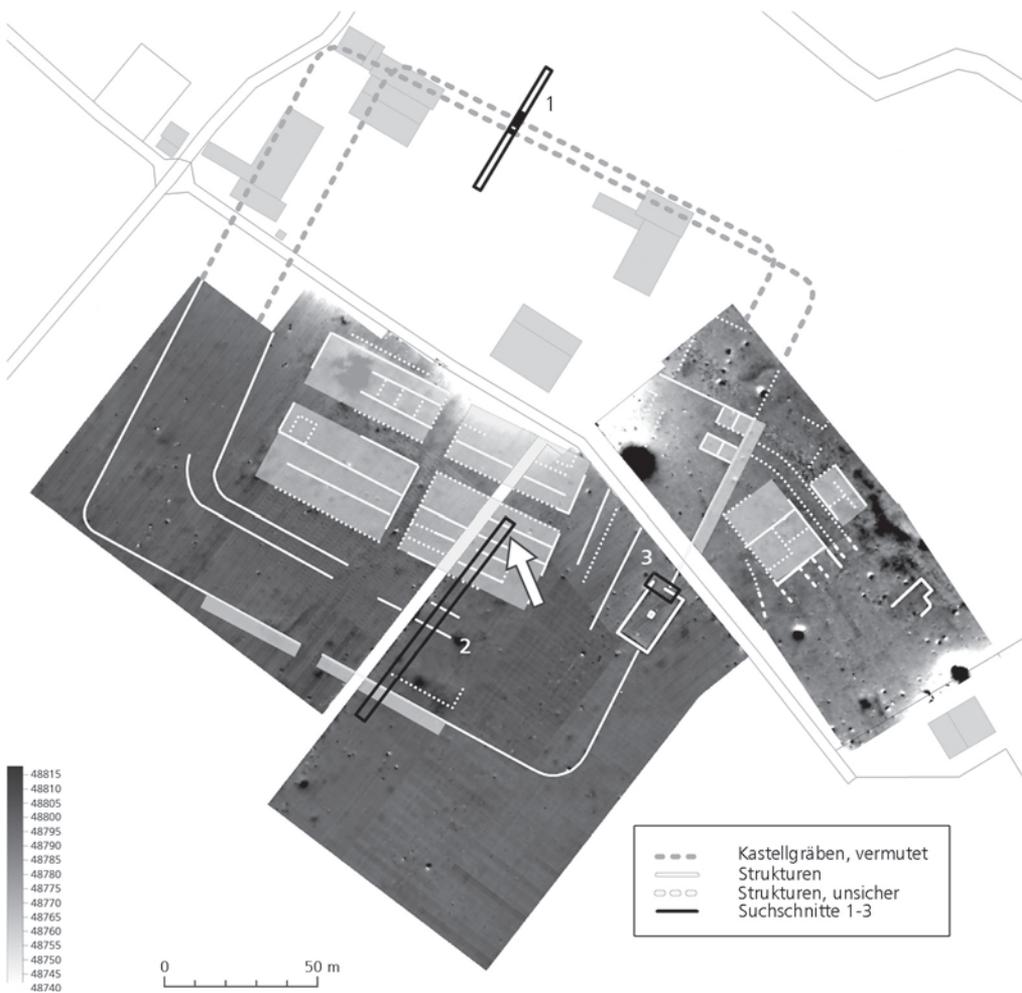


Abb. 2 (oben) Die Fundposition der Manica in einer mehrphasigen Baracke.

Abb. 3 (unten) Ergebnisse der geomagnetischen Prospektion des Lagers von Till-Steincheshof. Hervorgehoben und mit Ziffern die drei Grabungsschnitte, ein Pfeil weist auf den Fundort der Manica.



Vor Ort wurde die oberste Lage der Metallschienen freigelegt und angesichts des sehr fragilen Zustands eine Blockbergung durchgeführt. Dafür wurde um den Befund das Erdreich zirka dreißig Zentimeter tief abgearbeitet und eine Metallplatte eingeschoben. Dieser Block wurde anschließend in eine Kiste aus Kunststoff gesetzt, der Freiraum um den etwa dreißig mal vierzig Zentimeter großen Block mit Erde verfüllt. Um ein Verrutschen der Bleche während des Transportes zu verhindern, wurde auf den mit Kunststofffolie abgedeckten Befund Gips aufgebracht. Der Block wurde am Folgetag in die Abteilung Restaurierung des LVR - Landesmuseums Bonn eingeliefert und dort umgehend konservatorisch betreut.

Restaurierung

In der Restaurierungswerkstatt kamen nach dem Abnehmen der Gipsverschalung sehr dünne, stark korrodierte, brüchige Bleche aus einer Kupferlegierung zum Vorschein, die lamellenartig übereinander lagen und bereits mehrfach gebrochen waren. Aufgrund des schlechten Erhaltungszustandes wurde entschieden, diese zur Bearbeitung nicht einzeln zu entnehmen, sondern in Fundlage zu belassen.

Um eine aussagekräftige Röntgenaufnahme anfertigen zu können, musste die Metallplatte, welche zur Bergung des Blockes erforderlich war, gegen eine Holzplatte ausgetauscht werden. Dazu wurde zuerst das den Befund umgebende Erdreich entfernt, der Block mit einer Gipsbinde fixiert und danach aus der Transportkiste gehoben.

Mit der ersten Röntgenaufnahme in der Aufsicht konnten die Formen der einzelnen einander überschneidenden Bleche und die Lage zahlreicher verdeckter Niete sichtbar gemacht wer-



Abb. 4 Die Manica während der Bergung.

den. Eine Aufnahme von der Seite zeigte, dass die Bleche nur wenige Zentimeter tief im Erdreich lagen.

Zur Materialanalyse wurden Proben von separat liegenden Blechfragmenten ins Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie nach Mannheim geschickt und von Roland Schwab untersucht.

Zum Entfernen der Erd- und Korrosionsauflagerungen wurde das Metall mit einer Mischung aus Ethanol und destilliertem Wasser mit Wattestäbchen behandelt. Erst nach mehrtäglichem kontrollierten Trocknen des feucht eingelieferten Befundes konnte ein reversibles Festigungsmittel (Paraloid B72, gelöst in Aceton) mittels Injektionsnadeln und Pinseln eingebracht werden. Nachdem der Befund somit von der Oberseite gesichert war, wurde mit der Freilegung der sich noch im Erdreich befindenden Unterseite begonnen. Bevor der Block gewendet wurde, musste er in der Höhe reduziert werden, damit nach dem Wenden nicht zu viel Gewicht auf der bereits freigelegten und gefestigten Oberseite lastete.

Der auf zehn Zentimeter Höhe reduzierte Block musste wiederum mit einer Gipsstütze überfangen werden, die den von der Oberseite freigelegten und gefestigten Befund sicherte. Metall und Gips wurden durch eine dünne PE-Folie getrennt. Nach dem Wenden wurde das Erdreich von der Rückseite langsam abgetragen, wobei die harte, trockene Erde partiell mit einer Mischung aus Wasser und Ethanol angefeuchtet wurde.

Die Bleche der Unterseite, welche nach der Freilegung zum Vorschein kamen, waren ebenfalls stark korrodiert und wiesen an vielen Stellen Brüche auf. Die Originaloberfläche ließ sich jedoch größtenteils gut freilegen. Auch dieses Material wurde mit dem reversiblen Festigungsmittel Paraloid B72 getränkt, um die fragile Originalsubstanz zu sichern.

Der präparierte Befund zeigt die Bleche so, wie sie bei der Grabung aufgefunden wurden. Gipschalen für Ober- und Unterseite lassen das Betrachten beider Seiten zu (Abb. 5 und 6).

Röntgen- und Computertomographieaufnahmen

Bereits während der Restaurierungsarbeiten wurden durch Holger Becker am LVR - Landesmuseum analoge und digitale Röntgenaufnahmen angefertigt. Diese unterstützen die Restaurierung, indem sie Einblicke in nicht in der Aufsicht sichtbare Strukturen erlaubten. Weitere Aufnahmen des in der Restaurierung zuletzt auf wenige Zentimeter Höhe reduzierten Befundes gaben die einander überlappenden Bleche schärfer wieder, als dies bei der ersten Aufnahme der Fall war (Abb. 9).

Da die Röntgenbilder jedoch nur zweidimensional alle Ebenen zusammenfassen, blieben zahlreiche Fragen offen. Eine zeichnerische Rekonstruktion des Objekts war kaum möglich. Freundlicherweise eröffnete die Universitätsklinik Bonn, Abteilung Radiologie, die Möglichkeit, ein Computertomogramm (CT) anzufertigen. Dieses erlaubt ein synchrones Betrachten von Draufsichten und Querschnitten, so dass eine Zuweisung der Schienenfragmente von Vorder- und Rückseite erfolgen konnte. Das CT der Uniklinik war jedoch in Bereichen mit größerer Materialdichte überstrahlt, so dass immer noch Fragen insbesondere der Zusammengehörigkeit der Schienen von Vorder- und Rückseite und der Zugehörigkeit der Niete offen blieben.

Dankenswerterweise konnte in Kooperation mit dem Landesdenkmalamt am Regierungspräsidium Stuttgart und dem Forschungsinstitut Edelmetalle und Metallchemie (fem) in Schwäbisch Gmünd an einem für Materialprüfungen geeigneten Computertomographen ein weiteres CT angefertigt werden (Abb. 7 und 8). Hieran ließen sich die offenen Fragen zu Schienenzusammengehörigkeit und ihrer Befestigung klären. Außerdem sollte geprüft werden, ob sich noch organische Reste eines Futters oder Ähnliches erhalten hatten. Die Bildbearbeitung selbst fand in den Werkstätten des LVR - Landesmuseums Bonn statt.



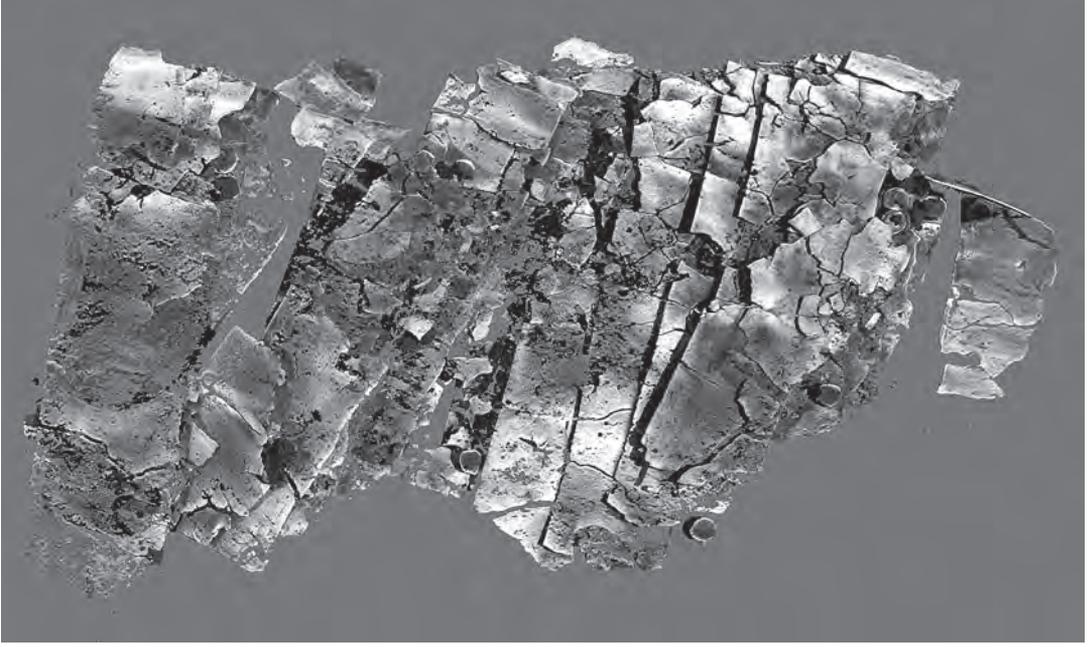
Die Manica nach der Restaurierung.
Abb. 5 (links) Ansicht von oben, Vorderseite.

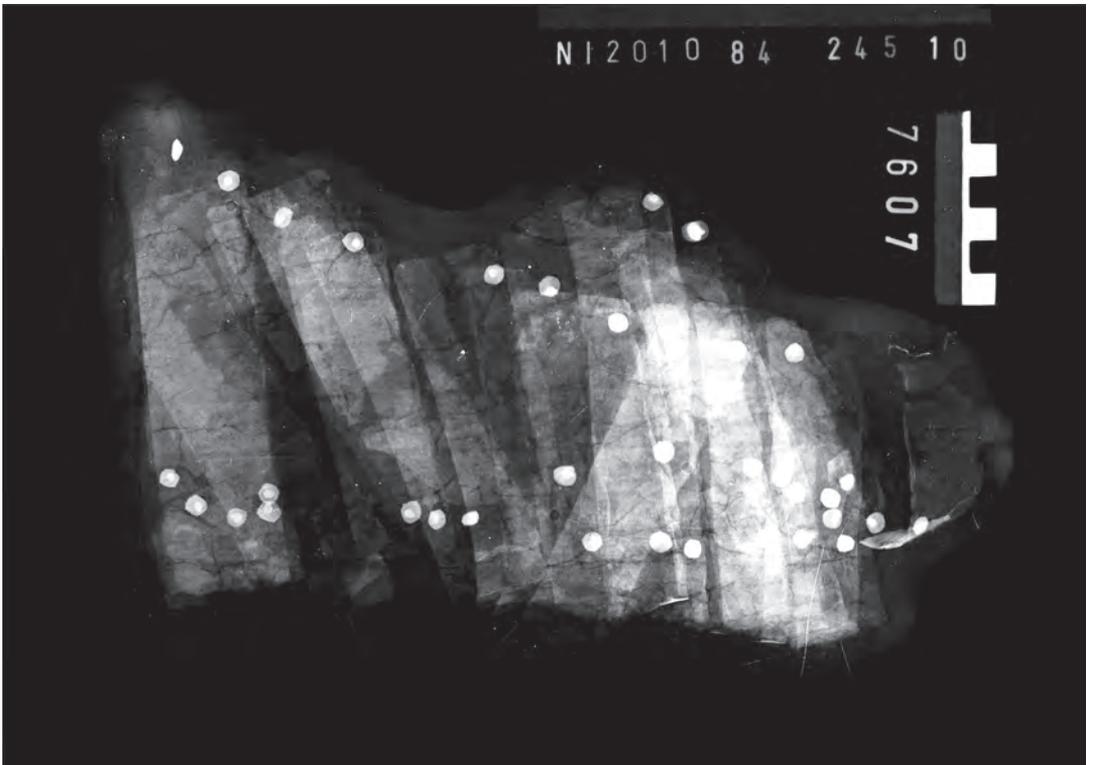
Abb. 6 (rechts) Ansicht von unten, Rückseite.
Maßstab 1:2.





Abb. 7 (links) und 8 (rechts)
CT-Aufnahmen nach
Freistellung, Vorderseite (7)
und Rückseite (8).
Maßstab 1 : 2.





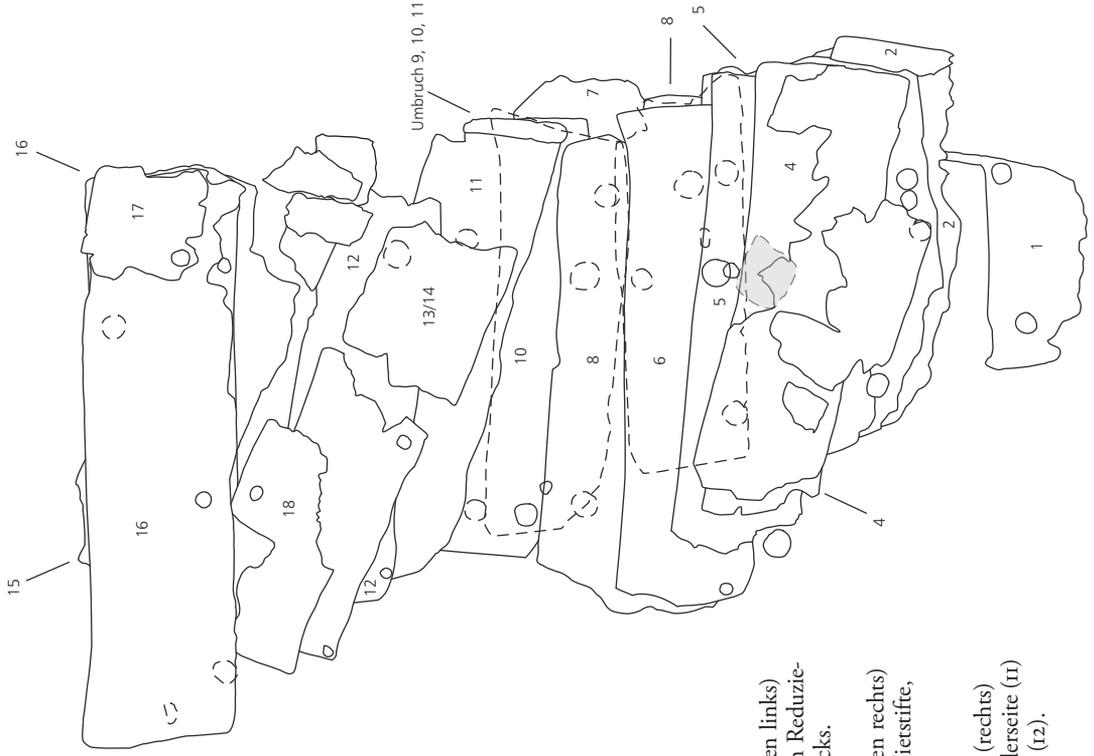
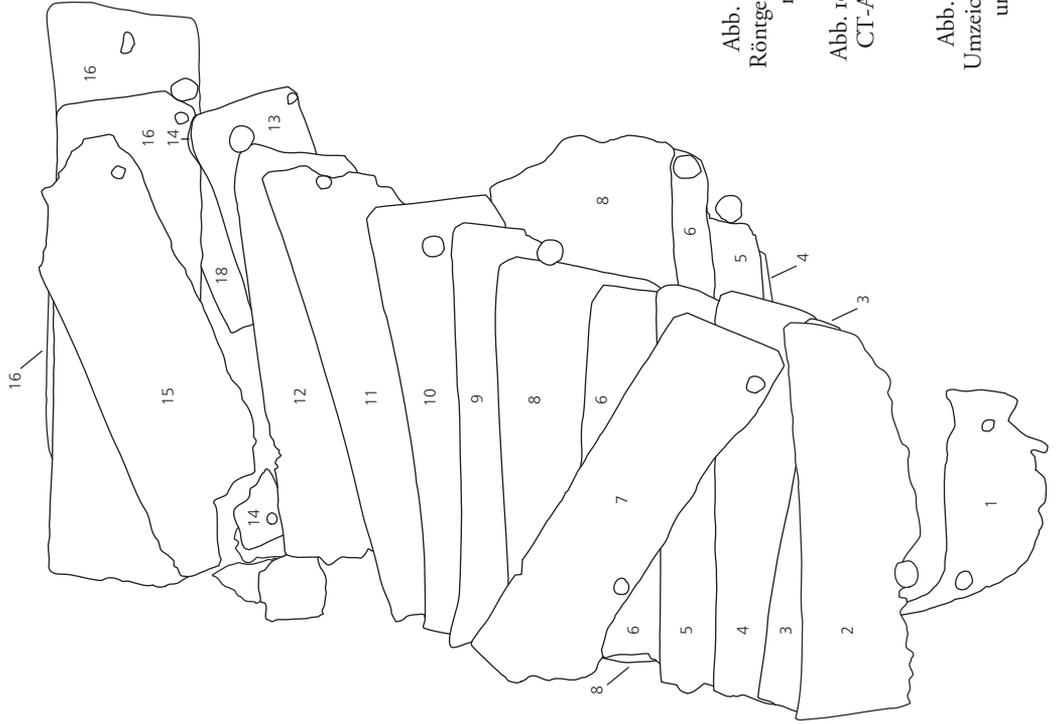


Abb. 9 (Buchseite oben links)
Röntgenaufnahme nach Reduzie-
rung des Erdblocks.

Abb. 10 (Buchseite oben rechts)
CT-Aufnahme der Nietstifte,
freigestellt.

Abb. 11 (links) und 12 (rechts)
Umzeichnung von Vorderseite (11)
und der Rückseite (12).

Maßstab 1 : 2.



Beschreibung

Da die verschiedenen Bestandteile der Panzerung nicht separiert werden konnten und sollten, basiert die folgende Beschreibung sowie die Umzeichnung auf den Röntgen- und CT-Aufnahmen sowie maßstäblichen Fotografien der Vorder- und Rückseite. Die Zuordnung der in der Aufsicht der beiden Seiten nicht sichtbaren Schienen, Nieten und Löcher konnte nur anhand der Röntgen- und CT-Aufnahmen erfolgen. Eine Übersicht findet sich in Tabelle 1.

Als Vorderseite wird im Folgenden diejenige Seite bezeichnet, die bei der rechtsseitig getragenen Manica nach vorne weisen würde, als Rückseite die nach hinten gewandte Seite. In der Fundlage wies die Rückseite nach oben. Die Grafik ist mit dem zur Hand weisenden Ende nach unten ausgerichtet, das Oberarmende ist entsprechend oben.

Das Objekt misst in seinem Fundzustand 26,6 Zentimeter in der Länge und 16,5 Zentimeter in der Breite, wobei die breiteste Stelle oben ist (Abb. 11 und 12). Die Schienen sind leicht gekrümmt, jedoch nicht so stark, wie sie ursprünglich zum Tragen am Arm hätten gebogen sein müssen, da der Panzerteil durch die Lagerung in der Erde und die damit verbundene Auflast flach gedrückt ist. Einzig die unterste Schiene am Handende weist noch eine deutlichere Krümmung auf.

Insgesamt sind Bruchstücke von achtzehn Schienen auszumachen. Der rückseitige Teil von Schiene 7, hier als Schiene 7a bezeichnet, lag neben den anderen etwa auf mittlerer Höhe (siehe Abb. 4). Dieses Stück ist nicht Bestandteil des konservierten Blocks und erscheint nicht in der Umzeichnung. An dieser Schiene wurden die oben genannten metallurgischen und metallographischen Untersuchungen durchgeführt.

Die Schienen befinden sich weitgehend in ihrer ursprünglichen Reihenfolge, lediglich Schiene 7 liegt anscheinend außerhalb des ehemaligen Verbands. Ursprünglich lag sie wahrscheinlich zwischen den Schienen 6 und 8. Die jeweils untere Schiene, also die zum Handende weisende überlagert die jeweils obere. Diese Überlappungsrichtung ist für eine Armschiene notwendig, da nur so eine frontal angreifend geführte Hiebwaaffe abgeleitet. Die Überlappungen sind unregelmäßig: Der jeweils frei bleibende Teil der Schiene misst zwischen 1,0 und 2,1 Zentimeter. Dies lässt sich damit erklären, dass die Schienen durch die Lagerung ineinander verschoben wurden. Möglich ist aber auch, dass es unterschiedlich große Überlappungen gab.

Fünf Schienen sind in ihrer ursprünglichen Länge erhalten, nämlich 4, 5, 6, 8 und 16. Ihre Länge beziehungsweise Weite nimmt zum Oberarm hin zu: Während Nr. 4 eine Länge von 22,9 Zentimetern hat, haben Nr. 5, 6 und 7 eine von 23,6 Zentimeter, Nr. 8 misst 24 Zentimeter und Nr. 16 ihrerseits 28,2 Zentimeter. Die Form der Schienen ist leicht trapezförmig, wobei die schmalere Seite zur Hand weist. Die durch diese Gestalt entstehenden spitzen Ecken wurden gekappt.

Die Breite variiert hingegen weniger. Sie liegt meist bei 3,2 bis 3,3 Zentimeter. Einige Schienen fallen durch eine deutliche größere Breite auf. Es sind dies Nr. 8 mit 4,7 Zentimetern und Nr. 16 mit 3,8 Zentimetern. Die Dicke der Bleche liegt durchgehend bei einem halben Millimeter.

Da die Schienen nicht mehr erkennbar untereinander befestigt sind, andererseits ihre Lage und Vergleichsfunde eine gemeinsame Fixierung nahelegen, dürften die gut erhaltenen Nieten wohl der Anbringung auf ehemals mindestens vier Lederstreifen gedient haben, die heute völlig

² Eigentlich »Ärmel«, nach Varro l.l. 5, 116 abgeleitet von »manus«; im Sinne einer militärischen Bedeutung etwa bei Cic. Phil. 11, 26 verwendet.

³ M. Simkins, *The manica lamminata*. *Arma* 2, 1990, H. 2, 23–26, hier Anm. S. 26.

⁴ Lat. »lamminis« ist zwar bei Tacitus belegt, bezieht sich aber insgesamt auf eiserne Rüstungen (Tac. ann. 3, 45).

Nr.	L.	B.
1	(7,5)	(2,5)
2	(11,2)	3,2
3	(10,1)	3,2
4	22,9	3,2
5	23,6	3,3
6	23,6	3,4
7	(11,0)	3,2
7a	(12,6)	?
8	24,0	4,7
9	(11,0)	3,3
10	(11,6)	3,5
11	(12,5)	3,3
12	(11,2)	3,2
13	(12,0)	3,3
14	?	3,3
15	(11,8)	3,5
16	28,2	3,8
17	(3,1)	3,1
18	(6,1)	3,1

Tabelle 1 Die Manica aus Till-Steincheshof, Maße der Schienen in Zentimetern. Unvollständige Werte stehen in Klammern, die Länge von (1) ist nur ungenau zu messen, diejenige von (14) sowie die Breite von (7a) gar nicht.

Gesamtlänge des jeweiligen Niets betrug zirka 4 Millimeter, wovon 1,3 Millimeter auf die Dicke des Kopfes entfielen. Jeweils ein Niet befindet sich an den Enden einer Schiene, und zwar an der zur Hand liegenden Langseite. Pro Schiene sind vier Niete zu rekonstruieren. Neben den beiden Nieten an den Blechenden befinden sich zwei weitere jeweils nach dem ersten und dem zweiten Drittel der Gesamtlänge. Alle Niete sind so angeordnet, dass sie durch das nächstfolgende Blech abgedeckt sind. Schnittbilder der Tomogramme zeigen, dass die Lochung der Bleche von außen nach innen erfolgt ist. Vermutlich wurden die Blechstreifen gemeinsam mit den Lederbändern gelocht und anschließend direkt vernietet. Nach und nach entstand so der lamellenartige Aufbau. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine verdeckte Nieten. Gegnerische Waffen können somit gut abgeleitet werden, ohne dass die Nietköpfe Ansatzpunkte für Hiebe oder Stiche bieten.

Vergleiche und Interpretation

Bei dem hier beschriebenen Objekt handelt es sich um einen Armschutz, lateinisch »manica«². Eine Präzisierung des Begriffes im Duktus der Fachsprache ist prinzipiell sinnvoll, um sie von Armprotektoren in Ketten- (hamata) oder Schuppentechnik (squamata) abgrenzen zu können. Michael Simkins schlägt daher 1990 »manica lamminata«³ vor. Mit Bezug auf die Terminologie der Körperpanzerung scheint jedoch »manica segmentata« näherliegend; ohnehin handelt es sich bei beiden Möglichkeiten um Wortneuschöpfungen⁴.

vergangen sind. Diese Streifen verliefen parallel zum Arm und waren Teil des weiteren Tragemechanismus. Es käme auch eine direkte Befestigung auf der Unterfütterung in Frage, die zum Schutz vor stumpfer Gewalt ohnehin notwendig ist. Eine Fixierung der Schienen auf Lederstreifen erhöht gegenüber einer Befestigung untereinander die Flexibilität des Armschutzes.

Insgesamt wurden siebenunddreißig Niete identifiziert. Davon sind dreiundzwanzig anhand der Anordnung als zur Oberseite gehörend erkennbar, vierzehn lassen sich der Rückseite zuordnen (Abb. 10). Sie bestehen augenscheinlich ebenfalls aus einer Kupferlegierung, konnten jedoch aus konservatorischen Gründen nicht archäometallurgisch untersucht werden (Abb. 13 und 14). Die Köpfe haben einen Durchmesser von etwa 5,5 Millimetern und sind unregelmäßig polygonal ausgeschmiedet (Abb. 15 und 16). An dieser breiten Seite war die Lederunterlage, von der sich jedoch keine Reste erhalten haben, mit den Blechen verbunden. Die Stifte haben einen Durchmesser von etwa 3 Millimetern. Die Köpfe der Niete liegen jeweils an der Unterseite einer Schiene. Die schmalen Enden der Stifte waren ehemals mit den Blechen verbunden und sind daher jeweils etwas abgeflacht. Die

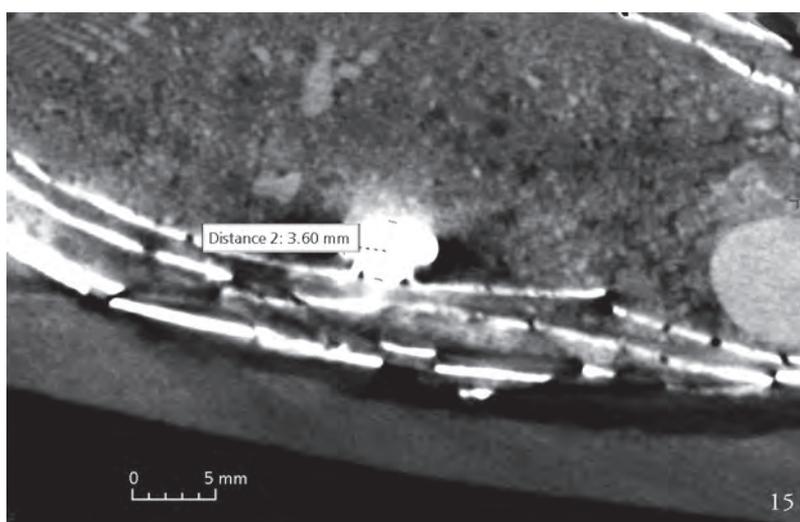
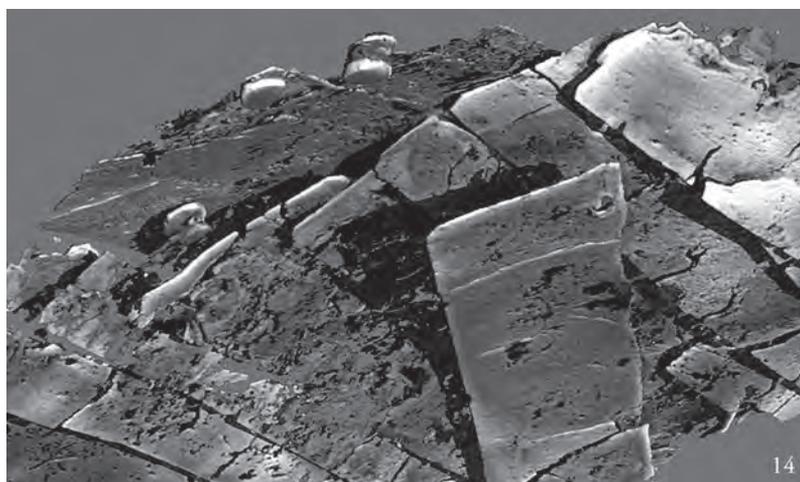
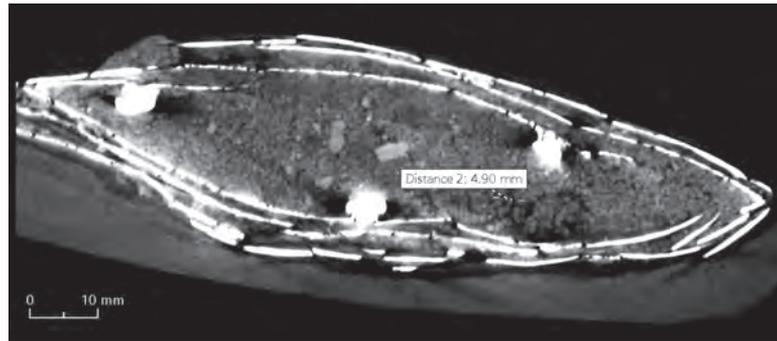


Abb. 13 bis 15 CT-Aufnahmen der Nietstifte mit Blech (13), der Innenansicht mit Nietköpfen (14) sowie des Schnitts mit innenliegenden Nietköpfen, Detail aus Abb. 16 (15).

Abb. 16 CT-Aufnahme, Schnitt mit den innenliegenden Nietköpfen, vgl. Detail Abb. 15.

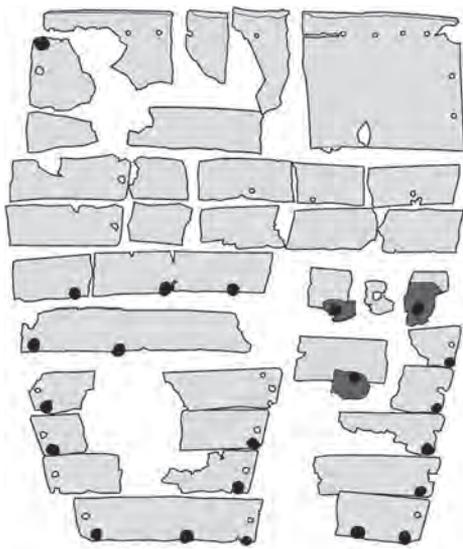


Bislang wurden im archäologischen Fundgut nur wenige Armpanzer identifiziert. Diese sind ausschließlich, wie das vorliegende Objekt, in Schientechnik ausgeführt. Solche aus Kettengeflecht oder Schuppen sind archäologisch schwer nachzuweisen⁵, da sie bei entsprechend schlechtem Erhaltungszustand im Zweifel eher als Bestandteil der Körperpanzerung angesprochen werden. Folgende zehn bis elf Vergleichsfunde sind bekannt, die ersten beiden aus Messing, die übrigen aus Eisen:

- (a) Newstead I, Auxiliarlager, Großbritannien. – 14 Schienen. – B. 2,4–2,95 cm; D. 0,35–0,5 mm; L. unterste Schiene 12 cm; L. oberste Schiene 25,9 cm, B. 9 cm. – 2. Hälfte 2. Jh. – Curle, Newstead 159 f.; Bishop/Coulston, Military Equipment 141; Robinson, Armour 185 f.
- (b) Corbridge, Auxiliarlager, Großbritannien. – D. 0,5 mm. – Bishop, Lorica 68 Anm. 18; 69 Anm. 22 (Erwähnung).
- (c) Newstead II, wie oben. – 11 Schienen. – B. 3,5 cm. – Antoninisch. – Curle, Newstead 48–50; Bishop, Newstead 31; 33; Bishop/Coulston, Military Equipment 141.
- (d) Carnuntum, Legionslager, Österreich. – 7 Schienen. – B. 2,3–2,9 cm, D. 0,2–0,25 cm. – 2. Hälfte 2. Jh. – Groller, Carnuntum 115 Taf. 20, 6–10; Bishop/Coulston, Military Equipment 265.
- (e) Carlisle I bis III, wohl Auxiliarlager, Großbritannien. – 2 oder 3 Manicae, davon eine vollständig mit 30 Schienen. – Maße s. u. – 2. Hälfte 2. Jh. – McCarthy u. a., Carlisle, 507 f.; Richardson, Carlisle; Bishop/Coulston, Military Equipment 98 f.; Bishop, Lorica 69.
- (f) León, Legionslager, Spanien. – 11 überlappende Schienen. – Schienen 1 und 2: B. 4,5 cm, L. 9 cm; Schiene 3: B. 6 cm, L. 12 cm; Schiene 4: B. 8 cm; Schiene 5: B. 4,8 cm; Schiene 6: B. 7 cm; Schiene 7 bis 10: B. 6,5 cm. – 2. Hälfte 3. Jh. – Aurrecochea u. a., León.
- (g) Richborough, Lager mit Hafen, Großbritannien. – Bishop, Lorica 68 (Erwähnung, zit. als pers. Mitteilung M. Lyne).
- (h) Eining-Unterfeld, Vexillationslager, Deutschland. – 1 Schiene. – B. 3,5 cm. – P. Reinecke, Römische und frühmittelalterliche Denkmäler vom Weinberg bei Eining a. d. Donau. In: Festschrift zur Feier des fünfundsiebzigjährigen Bestehens des Römisch-Germanischen Central-Museums zu Mainz (Mainz 1927) 157–170, bes. 162; Bishop, Newstead 36; Bishop, Lorica 68 Abb. 8, 4.
- (i) Sarmizegetusa, Legionslager bzw. Colonia, Rumänien. – Mehr als 25 Schienen. – Bishop, Lorica 68.

⁵ Auf dem Nackenschirm eines Gladiatorenhelms aus Herkulaneum sind zwei Manicae aus Schuppen oder

Kettengeflecht abgebildet, Hoffmann-Schimpf u. a.; Gladiatorenhelm 27 f. Abb. 8.



Unter den wenigen Parallelen ist vor allem diejenige aus dem Auxiliarkastell Newstead, Großbritannien, zu nennen (a, Abb. 17). Hier fanden sich in den Principia über hundert Fragmente von Messingplatten, die sich zu einer Manica zusammensetzen ließen⁶. Es handelt sich um insgesamt vierzehn trapezförmige Schienen, deren obere spitze Ecken gekappt wurden. Die oberste und größte Schiene ist 25,8 Zentimeter lang und 9 Zentimeter breit, damit also deutlich breiter als die anderen. Entlang der unteren Kante jeder Schiene befinden sich mehrere Nieten mit Lederresten darunter⁷. Robinson rekonstruiert insgesamt vier Nieten pro Schiene, so dass zur Befestigung vier Lederstreifen parallel zueinander und orthogonal zur Anordnung der Schienen angebracht wurden⁸. An den Seitenkanten wurden weitere Löcher festgestellt, die in keinem Fall einen Niet aufweisen. Möglicherweise handelt es sich dabei um reine Schnürlöcher. Die Schnürung diente jedoch nicht der Befestigung der Schienen untereinander, da hierfür Lederstreifen vorhanden gewesen sein mussten. Eher ist an die Befestigung einer Polsterung zu denken. Aufgrund der Korrosionsspuren ist die Überlappung der Schienen gesichert⁹.

Aus Newstead stammt noch ein weiterer Fund einer Manica¹⁰ (c). Der Armschutz ist weit stärker fragmentiert und aus Eisen, er fand sich in einem Brunnen im Hof der Principia¹¹. Es handelt es sich um elf schlecht erhaltene Fragmente mit lederfixierenden Messingnieten nahe der unteren Kante. Erhalten blieb jeweils nur der Mittelteil der Schiene ohne Seitenkanten, so dass keine Angaben zur Länge gemacht werden können. Lediglich an einem Stück könnte sich möglicherweise noch der Seitenrand mit abgewinkelter Kante und gekappter Spitze erhalten haben.

Ein weiteres Exemplar einer eisernen Manica segmentata ist aus dem Standlager der Legio VII Gemina in León, Nordspanien, bekannt (f, Abb. 18). Es wurde bei einer Grabung im Jahr 1998 in einer möglichen Fabrica im nördlichen Lagerteil gefunden. In einem der Räume befand sich die Manica zwischen dem Lehm Boden und Resten eines Gebäudes, das nach Analyse der Keramik im dritten Viertel des dritten Jahrhunderts verstürzt war¹². Das Objekt besteht aus elf einander halb überlappenden Schienen variabler Größe und mit entschärften Spitzen, dazu kommen runde Nieten von 8 bis 9,5 Millimetern Durchmesser und 3 Millimetern Dicke an verschiedenen Positionen. Da unter allen Nieten organische Reste, vermutlich Leder, beobachtet wurden, dienten sie wohl zur beweglichen Befestigung an parallel zum Arm verlaufenden Lederriemen, wie dies in Newstead I (a) zu beobachten ist. Die Schienen 1 bis 3 werden als Handruckschutz, Schiene 4 als Gelenkschutz angesprochen, da sie sich von den übrigen

⁶ Curle, Newstead 159 f.; Bishop/Coulston, Military Equipment 141; Robinson, Armour 185 f.

⁷ Curle, Newstead 159.

⁸ Robinson, Armour 185 Abb. 502–504.

⁹ Der Grad der Überlappung geht aus Curle, Newstead 159, nicht hervor.

¹⁰ Die Fragmente wurden bereits von Curle geborgen, jedoch erst von Bishop als eigenständige Manica identifiziert, vgl. Bishop, Newstead 31.

¹¹ Curle, Newstead 48–50.

¹² Aurrecoechea u. a., León 257 f.

¹³ Aurrecoechea u. a., León 255.

¹⁴ Groller, Carnuntum 115 f. Taf 20, 6–10.

¹⁵ Die Kreisumfänge (an vier Schienen ermittelt) betragen 25,2 cm, 29,6 cm, 35,2 cm und 40,3 cm.

¹⁶ Groller, Carnuntum 115 Taf. 20, 7. 8. 10.

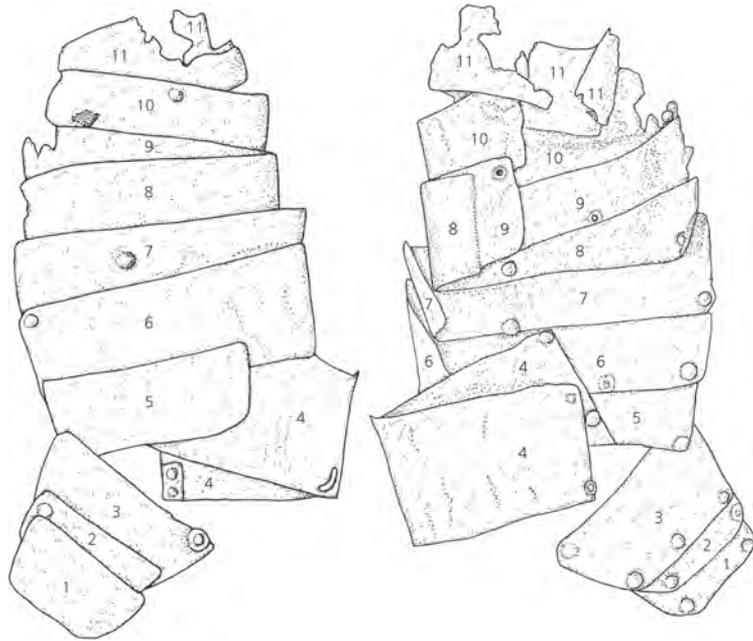
¹⁷ Bishop/Coulston, Military Equipment 265.

¹⁸ Wohl eine Waffenwerkstatt, s. McCarthy u. a., Carlisle 507.

Abb. 17 (gegenüber) Die Manica aus Newstead (I), Messing.

Abb. 18 (rechts) Die Manica aus León, Eisen.

Maßstab 1:5.



Schienen deutlich unterscheiden: Die Schienen 1 bis 3 haben trapezoide Form, sind kurz und besitzen je einen Niet pro Ecke, dazu Schiene 3 einen weiteren Niet mittig an der unteren Kante. Die vierte Schiene ist deutlich die breiteste. Sie besitzt ebenfalls je einen Niet pro Ecke sowie außen an der unteren Kante mittig einen L-förmigen Haken. Rückseitig ist an einer der unteren Ecken mit zwei Nieten ein kleines Blech befestigt, möglicherweise der Rest einer Schnalle oder sonstigen Riemenbefestigung; beides zusammen kann wohl zu einem Befestigungsmechanismus per Lederriemen am Arm ergänzt werden. Die Schienen 5 bis 11 sind von ähnlichen Dimensionen, wobei die sechste breiter und länger als die übrigen ist. Auf den Schienen 5 bis 11 haben sich in den meisten Ecken Nieten erhalten (von Schiene zu Schiene besitzen die Nieten einen Abstand von etwa 60 mm), zwei weitere unvollständige Nietenreihen lassen sich quer über die Schienen (6–7) beobachten; mindestens für die Schienen 6 und 7 lassen sich also vier Befestigungsriemen annehmen. Das Stück datiert Joaquín Aurrecochea etwa in die zweite Hälfte des dritten Jahrhunderts¹³.

Im Legionslager von Carnuntum in Österreich fanden sich in einer Korrosionsschicht aus etwa tausend Teilen diverser römischer Angriffs- und Schutzwaffen, die aus einem steinernen Waffenmagazin (Armamentarium, Gebäude VI) im Südteil des Lagers stammt, auch zehn eiserne Teilstücke von Manicae in Schientechnik¹⁴. Der Ausgräber Maximilian von Groller, dem als erstem die Identifikation einer römischen Manica gelang, rekonstruiert einen aus mindestens sieben gebogenen Schienen bestehenden Armschutz¹⁵. Die Schienen waren mit unverzierten, kreisrunden Bronzenieten wie bei den bisher genannten Manicae nicht untereinander, sondern zwecks besserer Flexibilität wahrscheinlich an Lederstreifen befestigt: Unter den Nieten fanden sich teils Lederreste, teils Rückstände einer Schnürung¹⁶. Die Schienen überschneiden einander mit etwa der Hälfte ihrer Breite und sind leicht trapezförmig, wobei die obere Länge größer als die untere ist und die spitzen Ecken gekappt wurden. Das Stück wird in die Zeit der Markomannenkriege datiert¹⁷.

Im Auxiliärlager Carlisle (Luguvalium, Cumbria, Großbritannien), wurden beträchtliche Überreste von zwei oder drei Manicae (e) in der Ecke eines Holzbaus geborgen¹⁸, der sich neben den Principia an der Nordseite der Via principalis befand. Dabei handelt es sich um

eine vollständige *Manica segmentata* sowie zwei weitere Ansammlungen von Schienen, die entweder zu einer weiteren *Manica* oder zweien gehören¹⁹. Das vollständige Exemplar ist aufgrund einiger Lücken auf 68 Zentimeter Länge gestreckt. Die ursprüngliche Ausdehnung wird auf zirka 60 Zentimeter geschätzt. Es gibt keine Angaben zur Anzahl der Schienen, Mike Bishop schätzt dreißig²⁰. Die Breite der Schienen beträgt 3 Zentimeter, die Länge an einem Ende der *Manica* ist 15 Zentimeter und nimmt zum anderen Ende auf 8 Zentimeter ab. Am Schulterende findet sich eine 6 Zentimeter breite Schiene, an der noch ein kleiner Haken auszumachen ist. Dieser diente vielleicht der Befestigung an einer Körperpanzerung. An einem der möglicherweise zwei Exemplare befindet sich an einem Ende eine breite Schiene (5,5 Zentimeter); die äußere Seite ist kurz umgebogen und es finden sich daran (Schnür?-)Löcher. Zwei kleine Ringe an diesem Ende könnten der Befestigung an einer Körperrüstung gedient haben. Die Abmessung der Schienen des dritten Exemplars beträgt 3,5 x 14 Zentimeter am oberen Ende, am unteren sind sie 3–4 x 10 Zentimeter groß. Die Anordnung der Niete ist nicht ganz deutlich. Nach der Konservierung ergeben sich möglicherweise noch Details zur Befestigung mittels Leder, da es sich hier um einen aus feuchtem Milieu stammenden Fund handelt. Aus stratigraphischen Überlegungen wird der Fundkomplex etwa der ersten Hälfte oder der Mitte des zweiten Jahrhunderts zugeordnet²¹.

Manicae sind auch aus bildlichen und schriftlichen Quellen bekannt²², jedoch lassen sich diese kaum für die Rekonstruktion technischer Details heranziehen. Generell ist bei Darstellungen mit eingeschränkter Genauigkeit zu rechnen, beispielsweise wird stets die Zahl der Schienen zu Gunsten einer verbesserten Erkennbarkeit verringert. In mehreren *Metopen* des *Tropaeum Traiani* in Adamklissi scheint die Darstellung sogar falsch zu sein: Die Überlappung der Schienen erfolgt hier von oben nach unten, was bei einem frontal geführten Hieb ungünstig wäre²³. Möglicherweise hätte bei Bildquellen die heute meist verlorene Bemalung Möglichkeiten zur detaillierteren Darstellung oder zu Korrekturen geboten. Dies demonstriert jedoch die Schwierigkeit, bei technischen Details Bildquellen zu benutzen.

Das Material, aus dem die *Manicae* bestehen, ist meist Eisen, lediglich zwei Exemplare sind aus Messing: dasjenige aus Newstead (a) und ein unpubliziertes Stück aus Corbridge (b). Die Niete bestehen sowohl bei den eisernen, als auch bei den aus Messing bestehenden *Manicae* aus Buntmetall²⁴. Armpanzer aus Messing haben gegenüber eisernen den Vorteil des geringeren Gewichts und der höheren Flexibilität.

Mit achtzehn erhaltenen Schienen ist das vorliegende Exemplar aus Till-Steincheshof sicherlich nicht vollständig. Die am besten erhaltenen Stücke aus Carlisle (e) und Sarmizegetusa (i) haben dreißig beziehungsweise mehr als fünfundzwanzig Schienen²⁵. Bishop rechnet je nach Armlänge und Schienenbreite bei vollständigen *Manicae* mit ungefähr fünfunddreißig Schienen²⁶.

Die Schienen waren am Exemplar aus Till wahrscheinlich an armparallel verlaufenden Lederstreifen durch jeweils vier Niete befestigt. Die Lederstreifen sind zwar anders als bei den Exemplaren aus Newstead (a) und León (f) nicht direkt nachgewiesen²⁷, doch würde eine Befestigung der Schienen untereinander den Armschutz weniger flexibel machen. Die an der *Manica* aus Till festgestellten Löcher dienten sicherlich alle der Aufnahme von Nieten, wie der Vergleich zwischen nietbesetzten und nietlosen Durchbohrungen zeigt. Weitere Löcher, die

¹⁹ Hierzu und zum Folgenden s. Richardson 2011, 188 f.

²⁰ Bishop, *Lorica* 69.

²¹ McCarthy u. a., *Carlisle* 507 f.; Richardson 2011, 189; Bishop/Coulston, *Military Equipment* 98 f.

²² Siehe Bishop, *Lorica* 9–13.

²³ F. B. Florescu, *Das Siegesdenkmal von Adamklissi. Tropaeum Traiani* (3. Bukarest 1965) *Metopen* XVII; XIX–XXI; XXIII (433; 435–437; 439).

²⁴ Bishop, *Lorica*, 69.

²⁵ Bishop, *Lorica*, 69.

zur Aufnahme einer Schnürung für die Befestigung einer Polsterung gedient haben könnten, wie an den Exemplaren aus Newstead (a) und Carnuntum (d)²⁸, ließen sich an dem Exemplar aus Till nicht identifizieren. Eine solche ist jedoch notwendig, da die Metallschienen nur vor Schnitten und Stichen schützen, nicht jedoch vor stumpfer Gewalt. Daher wird sie entweder an den tragenden Lederriemen oder separat am Arm angebracht gewesen sein, im Gegensatz zu den meisten bisherigen Fundexemplaren. Dies könnte funktionale Ursachen haben: Ein stetes Problem beim Einsatz einer Manica ist ihr Verrutschen eine halbe Drehung um den Arm herum an die Armunterseite²⁹. Möglicherweise könnte diesem Manko mit einem getrennten Anlegen von Unter- und Metallschutz besser begegnet werden. Das Fehlen der Schnürlöcher als zeitliches Indiz (im Sinne einer typologischen Abfolge) zu werten, würde aber bei der noch geringen Anzahl an Vergleichsfunden eine zu weitgehende Interpretation dieses Fundes bedeuten.

Unklar bleibt die Befestigung der Manica am Arm, da keinerlei Vorrichtung hierfür erhalten ist. Eine Befestigung mittels Lederstreifen oder Schnüren ist nicht auszuschließen. Ob eine Verbindung mit einer wie auch immer gearteten Körperrüstung bestanden hat, ist ebenfalls unklar, da die oberste erhaltene Schiene (16) sicherlich nicht ursprünglich die oberste war. In Newstead (a) und Carlisle (e) sind sie erhalten und unterscheiden sich in der Breite und einer Reihe von Schnürlöchern entlang ihrer Oberkanten von den übrigen³⁰.

Bei allen angesprochenen Manicae nimmt die Länge der Schienen zur Hand hin ab. Die längste Schiene am Oberarm erreicht 25,9 Zentimeter in Newstead (a), was mit der Länge von Schiene 16 in Till mit 28,2 Zentimetern ungefähr übereinstimmt. Die Schienen am Unterarm beziehungsweise in der Nähe der Hand sind kürzer: Bei der Manica aus Till misst Nr. 4 nur 22,9 Zentimeter, Schienen 5, 6, und 7 jeweils 23,6 Zentimeter und 8 schließlich 24 Zentimeter. Die unteren Schienen der eisernen Manica aus León (f) sind insgesamt deutlich kürzer³¹. Auch in Newstead (a) ist Schiene 4 nur 16 Zentimeter lang³². Möglicherweise fehlen daher bei der Manica aus Till auch zur Hand hin Schienen.

Die Breiten der Schienen sind ebenfalls unterschiedlich. In Till betragen sie zumeist 3,2 bis 3,3 Zentimeter, wobei zwei Schienen (16 mit 3,8 Zentimetern und 8 mit 4,7 Zentimetern) aus dem Rahmen fallen. In Newstead (a) ist die längste Schiene 9 Zentimeter breit, die anderen ähneln denjenigen aus Till. In Carnuntum (d) und Newstead (a) sind die Schienen mit zirka 2,5 bis 2,9 Zentimetern geringfügig schmaler als in Till, in Carlisle (e) mit 3,0 bis 4,0 Zentimetern etwas breiter. Das Stück aus León (f) fällt durch noch größere Breiten auf. Dies liegt jedoch wohl nicht an dem Material Eisen, das dort verwendet wurde, denn die ebenfalls eisernen Schienen in Carnuntum entsprechen denen aus Till und Newstead, die aus Messing bestehen. In Leon gibt es, wie auch in Till, eine einzelne breitere Schiene (Nr. 4), die als Handgelenkschutz interpretiert wird. Orientiert an den Beispielen aus Newstead und León könnten die breiteren Schienen als Gelenkteile erklärt werden. Demzufolge ließen sich bei dem Exemplar aus Till zwei Gelenkstellen ausmachen (Schienen Nr. 8 und 16).

Die trapezförmige Ausführung der Schienen mit jeweils entschärften Spitzen lässt sich an den Stücken aus Till, Carnuntum, Newstead und León beobachten. Das Verrunden der Ecken verringert die Gefahr der Verletzung des Trägers beziehungsweise der Beschädigung der Unterfütterung.

²⁶ Bishop, *Lorica*, 69.

²⁷ Curle, *Newstead* 159.

²⁸ Newstead s. Curle, *Newstead* 159; Carnuntum s. Grol-ler, *Carnuntum* Taf. 20, 10.

²⁹ Mündl. Hinweis Jörg Pogorzelski (Köln), der einen solchen Armschutz rekonstruiert hat.

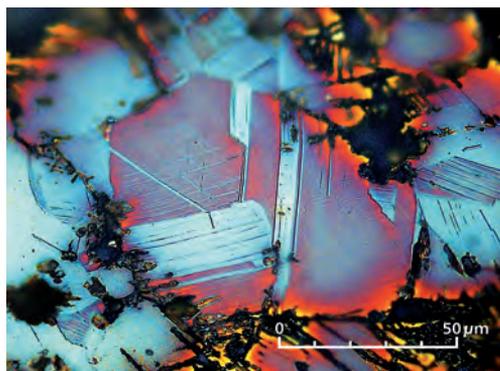
³⁰ Bishop, *Lorica* 69.

³¹ Aurrecoechea u. a., *León* 258.

³² Bishop, *Lorica* 70 Abb. 8, 2.

Insgesamt ist festzustellen, dass sich die Längen der Schienen gleichen, die Breiten jedoch von Panzer zu Panzer variieren. Das lässt darauf schließen, vorbehaltlich des Fehlers der kleinen Zahl, dass die Panzer individuell angefertigt wurden.

Manicae sind mehrfach in Zusammenhang mit Legionären zu finden. Die sicheren Bildquellen zeigen sie ausschließlich im Gebrauch durch Legionäre: Auf dem Tropaeum Traiani von Adamklissi tragen alle kämpfenden Krieger die Manica³³. Auf Soldatengrabsteinen ist sie bisher nur vom Randfries zweier Mainzer Legionärsgrabsteine für Angehörige der Legio XXII Primigenia bekannt, denjenigen des Sextus Valerius Severus³⁴ und des Gaius Annius Salutus³⁵. Mindestens zwei der Fundorte der archäologischen Objekte sind ebenfalls Legionslager. Jedoch



finden sich Manicafragmente auch in Auxiliarlager wie Newstead, Carlisle, Richborough und Corbridge, wengleich Art und Besatzungen dieser Lager nicht völlig geklärt sind und sie zumindest zeitweise Teile einer Legion beherbergt haben könnten³⁶. Doch ist es unwahrscheinlich, dass die Manicae in allen genannten Fällen Angehörigen von Vexillationen zuzuordnen sind. Vielmehr ist davon auszugehen, dass sie auch von Auxiliarsoldaten getragen worden sind, was das Exemplar aus dem Auxiliarkastell Till-Steincheshof bestätigt.

Armschienenpanzer sind schon in hellenistischer Zeit aus dem Osten sowohl aus archäologischem Kontext bekannt, etwa in Ai Khanoum³⁷ oder Pergamon³⁸, als auch von historischen Quellen, wie Xenophon³⁹. Speziell die segmentierte Körperpanzerung dürfte aber eher durch Kontakt zu gallischen Kelten Eingang in die römische Armee gefunden haben, vermutlich über den Umweg der Gladiatorenausrüstung⁴⁰.

Armschienenpanzer sind schon in hellenistischer

³³ Florescu, Adamklissi (Anm. 23) 433; 435–437; 439; 442; 455; 461; J. C. N. Coulston, The value of Trajan's Column as a source for military equipment. In: C. van Driel-Murray (Hrsg.), Roman Military Equipment. The Sources of Evidence. Proceedings of the Fifth Roman Military Equipment Conference, BAR Int. Ser. 476 (Oxford 1989) 31–44, hier 32.

³⁴ Bishop, Lorica 68; CIL XIII 6978; W. Boppert, Militärische Grabdenkmäler aus Mainz und Umgebung. CSIR Deutschland II 5 (Mainz 1992) 121 f. Nr. 23 Taf. 22; É. Espérandieu, Recueil général des bas-reliefs, statues et bustes de la Gaule Romaine X (Paris 1928) 87 f. Nr. 7405.

³⁵ Bishop, Lorica 68; CIL XIII 6953.

³⁶ Newstead s. A. G. Poulter, Certain Doubts and doubtful conclusions. The lorica segmentata from Newstead and the Antonine garrison. In: J. C. Coulston (Hrsg.), Military Equipment and the Identity of Roman Soldiers. Proceedings of the Fourth Roman Military Equipment Conference, BAR Int. Ser. 394 (Oxford 1988) 31–49, bes. 39. – Carlisle s. McCarthy u. a., Carlisle.

³⁷ Bishop, Lorica 18.

³⁸ Bishop, Lorica 18–20 mit Anm. 9.

³⁹ Xen. eq. rat. 12, 5; Bishop, Lorica 18.

⁴⁰ Bishop/Coulston, Military Equipment 248; Varro 5, 116–7; Tac. ann. 3, 43.

⁴¹ W. Selzer, Römische Steindenkmäler (Mainz 1988) 140; 142.

⁴² Florescu, Adamklissi (Anm. 23) 5; 61–67.

⁴³ McCarthy u. a., Carlisle 507 f.; Bishop/Coulston, Military Equipment 98 f.

⁴⁴ J. C. N. Coulston, The sculpture of an armoured figure at Alba Iulia, Romania. Arma 7, 1995, H. 1/2, 13–17, hier 15.

⁴⁵ Trotz der recht sicheren Zuweisung der Manicae in die antoninische Periode sei auf flavische Funde in Newstead hingewiesen, s. Poulter, Newstead (Anm. 36) 31.

⁴⁶ Richardson, Carlisle 188; O. Seeck (Hrsg.), Notitia dignitatum. Accedunt notitia urbis Constantinopolitanae et Laterculi provinciarum (Berlin 1876) 31; 144; Bibliothèque Nationale, Paris, MS Latin 9661 fol. 117v; abgebildet in P. C. Berger, The insignia of the notitia dignitatum (New York 1981) Taf. 59.

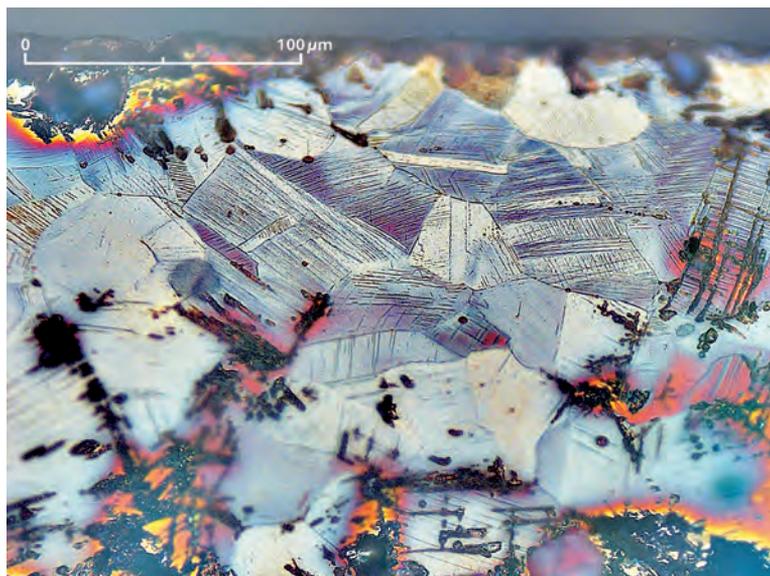
⁴⁷ J. Lutz / E. Pernicka, Energy dispersive x-ray fluorescence analysis of ancient copper alloys. Empirical values for precision and accuracy. Archaeometry 38, H. 2, 1996, 313–323.

⁴⁸ Alle Angaben in Masseprozent. Der Gehalt folgender Elemente liegt jeweils unterhalb der Nachweisgrenze: Mn 0,01; Se 0,01; Cd 0,003; Te 0,005; Au 0,01; Bi 0,01.

Die Manica aus Till-Steincheshof, Farbätzungen nach Klemm

Abb. 19 (gegenüber) Rekrystallisationszwillinge, die von Verformungszwillingen durchzogen sind. Die dunklen Bereiche entlang der Texturen und Korngrenzen sind korrodiertes Metall.

Abb. 20 (rechts) Verformungszwillinge im rekristallisierten Gefüge, wobei der korrosive Angriff entsprechend mechanischen Spannungen erfolgt ist.



Die angeführten Vergleiche lassen auf eine zeitlich kaum zu differenzierende Nutzung von Schienenarmpanzern während der römischen Zeit schließen. Als früheste Nachweise können die Darstellungen auf den Mainzer Soldatengrabsteinen gelten, die in die erste Phase der Stationierung der zweiundzwanzigsten Legion in Mainz von 43 bis 70 n. Chr. datiert werden⁴¹. Es schließt sich das Tropaeum Traiani vom Beginn des zweiten Jahrhunderts⁴² und die Manicae aus Carlisle (e) aus der ersten Hälfte oder Mitte des zweiten Jahrhunderts an⁴³, während das Relief aus Alba Iulia nur grob in das zweite bis dritte Jahrhundert datiert werden kann⁴⁴. Die Manicae Newstead I (a) und Carnuntum (d) sind in die zweite Hälfte des zweiten Jahrhunderts zu setzen⁴⁵. Das bislang jüngste Exemplar stammt aus León und wurde wohl in der zweiten Hälfte des dritten Jahrhunderts gefertigt (f). Ihr Vorkommen in der Spätantike ist durch eine Abbildung in der *Notitia Dignitatum* belegt⁴⁶.

Während die Vergleichsfunde keine datierenden Anhaltspunkte geben, lässt die stratigraphische Einbindung des Exemplars aus Till eine Einordnung in das letzte Drittel des ersten oder das erste Drittel des zweiten Jahrhunderts zu.

Metallkundliche Untersuchung der Manica

Von den zur Verfügung gestellten Blechproben der Manica wurde ein Fragment für die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung so weit abgeschliffen, dass eine blanke metallische Oberfläche ohne Korrosionsreste entstand. Die mittlere Zusammensetzung dieser Probe (MA-112894) wurde mit energiedispersiver Röntgenfluoreszenz (EDRFA) entsprechend der von Joachim Lutz und Ernst Pernicka beschriebenen Korrekturverfahren ermittelt⁴⁷. Die Legierung enthält Eisen zu 0,16, Kobalt zu 0,01, Nickel zu 0,02, Kupfer zu 82, Zink zu 15,8, Arsen zu 0,04, Silber zu 0,02, Zinn zu 0,92, Antimon zu 0,07 und Blei zu 0,12 Prozent⁴⁸.

Von zwei weiteren Fragmenten wurden Anschliffe hergestellt und lichtmikroskopisch ausgewertet. Die Zusammensetzung der nichtmetallischen Einschlüsse wurde im Rasterelektro-

nenmikroskop (REM) mit angeschlossenem energiedispersiven Röntgenspektrometer (EDX) bestimmt. Mikrohärtmessungen wurden mit dem Prüfverfahren nach Vickers mit einer Last von 100p (HV 0,1) durchgeführt.

Das Blech der Manica besteht aus niedriglegiertem α -Messing, einer sogenannten Tombaklegierung. Zinkhaltige Legierungen gehören seit der republikanischen Zeit zu den am häufigsten gebrauchten Kupferverbindungen, die bereits von der Mitte des ersten Jahrhunderts an für Münzen und Schmuck sowie für militärische Ausrüstung wie Schwertscheiden, Helme und verschiedene Rüstungsteile verwendet wurden⁴⁹. Weil sich einphasige α -Messinglegierungen durch gute Kaltumformigenschaften auszeichnen und besser zu verarbeiten sind als Bronzen, ersetzen sie die Bronze vor allem bei Knetwerkstoffen. Solche Legierungen können nach dem Guss mehrfach umgeformt werden, wie es bei der Blechherstellung erforderlich ist. Anders als bei Bronze steigt mit dem zunehmenden Zinkgehalt die Zugfestigkeit und Härte bei gleichzeitiger Zunahme der Bruchdehnung nur moderat an⁵⁰.

Das Gefüge der Manica ist teilkristallisiert und abschließend verformt (Abb. 19 und 20). Der durchschnittlich ermittelte Härtewert beträgt 110 HV 0,1, wobei die Probenbedingungen (Korrosion, Teilkristallisation, Verformung) mit den unterschiedlichen Korngrößen von 20 bis 80 Mikrometern und lokalen Verfestigungen zu erheblichen Schwankungen der Mikrohärtigkeit zwischen 76 und 142 HV 0,1 führen. Das Blech wurde also mit möglicherweise mehrstufigem Zwischenglühen bis zu einem letzten Umformungsgrad von zirka zwanzig bis dreißig Prozent ausgeschmiedet und abschließend im verfestigten, sogenannten halbharten Zustand belassen.

Während republikanische und frühkaiserzeitliche Messingobjekte in der Regel noch aus reinen Kupfer-Zink-Legierungen ohne zusätzliche Komponenten bestehen, findet man seit etwa der Mitte des ersten nachchristlichen Jahrhunderts zunehmend Zusätze von Zinn und Blei. Demnach wurden vorwiegend ternäre (Cu-Zn-Pb) und quaternäre (Cu-Zn-Sn-Pb) Legierungen verwendet, was allgemein auf zunehmende Vermischung mit Altmetall zurückgeführt wird⁵¹. Betrachtet man jedoch die wenigen analysierten römischen Messingbarren, so zeigt sich, dass diese bereits mehrere Prozent Blei aufweisen, weshalb die Reduzierung auf Altmetallverwertung keine ausreichende Erklärung sein kann⁵². Während bei prähistorischen und antiken binären Bronzen die Anteile an Spurenelementen nahezu ausschließlich aus dem verwendeten Kupfer stammen, werden durch die beim Galmeiverfahren notwendigen stark reduzierenden Bedingungen weitere Elemente aus den Zinkerzen reduziert. Zink- und Bleiminerale sind in der Regel miteinander vergesellschaftet, enthalten größere Anteile an Eisen und sind häufig mit anderen Mineralen verwachsen. Wenn also Zinkoxid durch das Galmeiverfahren zu Zink reduziert werden kann, sollten andere Elemente wie Silber, Blei, Zinn, Antimon, Arsen und Eisen entsprechend ihrer freien Bildungsenthalpien ebenfalls reduziert

⁴⁹ Riederer, Datenbank; J. Istenič, Roman military equipment and the beginnings of the Roman use of brass in Europe. *Xantener Ber.* 16, 2009, 237–242; Schwab, Martberg.

⁵⁰ Wilkins/Bunn, Copper.

⁵¹ Craddock, Copper Alloys; D. Dungworth, Roman Copper Alloys. Analysis of Artefacts from Northern Britain. *Journal Arch. Science* 24, 1997, 901–910.

⁵² Bayely, Brass II; G. Weisgerber, Roman brass and lead ingots from the western Mediterranean. In: S. La Niece / D. Hook / P. Craddock (Hrsg.), *Metals and Mines. Studies in Archaeometallurgy* (London 2007) 150; Riederer, Datenbank.

⁵³ Vgl. E. Pernicka, Erzlagerstätten in der Ägäis und ihre Ausbeutung im Altertum. *Geochemische Untersuchun-*

gen zur Herkunftsbestimmung archäologischer Metallobjekte. Jahrb. RGZM 34, 630 ff.

^{53a} Th. Stöllner / R. Schwab, Hart oder weich? Worauf es ankommt! Pickel aus dem prähistorischen Bergbau in den Ostalpen. *Mitt. Anthr. Ges. Wien* 139, 2009, 149–166.

⁵⁴ Pernicka (vorletzte Anm.) 259; M. Schmauder / F. Willer, Ein spätantiker Schloßbeschlag im Römisch-Germanischen Museum Köln, *Kölner Jahrb.* 43, 2010, 675–694, bes. 687.

⁵⁵ E. Brunnhuber, Schmelz- und Legierungstechnik von Kupferwerkstoffen (Berlin 1968) 92; V. P. Weaver, Wrought Copper Alloys. In: A. Butts (ed.), *Copper. The Science and Technology of the Metal, its Alloys and Compounds* (New York 1954) 540.

werden⁵³. Demzufolge kann Messing vor allem Blei auch ohne jede intentionelle Zugabe enthalten.

In Kupfer und Bronze liegt ein großer Anteil des Eisens in gebundener Form vor. Entweder noch als Kupferstein (Cu_5FeS_4) oder in geringeren Gehalten in Kupfersulfideinschlüssen (Cu_2S), so dass der analytisch bestimmte Eisengehalt mit dem Volumenanteil der nichtmetallischen Einschlüsse korreliert; das heißt, je unreiner das Kupfer, desto höher der Eisengehalt^{53a}. Tendenziell enthält Messing aber mehr Eisen als Bronze, weil in Messinglegierungen das Eisen nahezu vollständig im α_{Cu} -Mischkristall gelöst ist und die Kupfersulfideinschlüsse stattdessen etwas Mangan enthalten. Die Einschlüsse in der Manica bestehen aus Kupfer-Zink-Sulfid mit Anteilen an Selen und Mangan, sind aber wie in den meisten Messinglegierungen so winzig ($10\ \mu\text{m}$), dass der Volumenanteil mit der metallographischen Bildanalyse entweder nicht oder nur mit einem sehr hohen statistischen Fehler ermittelt werden kann. Weil Eisen in Messinglegierungen sowohl im α -, als auch im β -Mischkristall nur gering löslich ist, kann Messing grundsätzlich ausgehärtet werden. Das heißt, durch Glühen, Abschrecken und anschließendes Anlassen scheiden sich eisenreiche intermetallische Phasen aus, die das Kornwachstum behindern und deshalb zu einer Kornverfeinerung führen⁵⁴. Im α_{Cu} -Mischkristall geht die Ausscheidung nur träge vor sich, weshalb dies nur für modernes Sondermessing mit anderen Beimengungen wie Silizium oder Aluminium relevant ist⁵⁵. Bei modernen, industriell gefertigten Sondermessinglegierungen wird dieser Effekt zudem erst ab einer Zugabe von einem halben Prozent Eisen wirksam⁵⁶.

Interessant ist aber vor allem der Zinngehalt von nahezu einem Prozent. Wenn man nämlich die Analysen von anderen binären Messinglegierungen vergleicht, die für Helme, Panzer oder Schwertscheiden verwendet wurden, so haben diese nahezu alle einen Zinngehalt im Promille- bis unteren Prozentbereich⁵⁷. Zinn- und Kupfererze sind aber nur ganz selten vergesellschaftet, so dass das Zinn entweder intentionell oder durch das Galmeiverfahren eingebracht worden sein muss. Betrachtet man jedoch wiederum die möglichen Ausgangsprodukte, so enthalten Kupferbarren, wie zu erwarten, keine messbaren Anteile an Zinn, die Messingbarren jedoch besitzen mehrheitlich einen Zinnanteil im Promillebereich⁵⁸. Das würde bedeuten, dass Zinn entweder von Anfang an intentionell zugegeben oder im Laufe der Herstellung eingebracht wurde.

Die äußerlich gut erhalten wirkenden Bleche der Manica sind teilweise trans-, vor allem aber interkristallin korrodiert, wobei auch lokale Entzinkung auftritt (Abb. 22), obwohl der Zinkgehalt der Legierung im Bereich der Resistenzgrenze gegen Entzinkung für α -Messingsorten (weniger als 15 Prozent Zn) liegt und die Legierung auch Zusätze von Zinn, Arsen und Antimon aufweist, die inhibierend auf den anodischen Korrosionsprozess wirken⁵⁹. Modernen Messinglegierungen fügt man weniger als 0,1 Prozent Arsen und 1 Prozent Zinn hinzu, wenn der Zinkanteil über 15 Prozent liegt⁶⁰. Hierdurch beugt man der als Entzinkung bezeichneten

⁵⁶ Wieland, Metall 48; 74.

⁵⁷ R. Fischer, Herstellungstechnik und Erhaltungszustand der Maske von Hellingen. In: J. Krier / F. Reinert, Das Reitergrab von Hellingen (Luxemburg 1993) 92; Riederer, Datenbank; Ž. Šmit / P. Pelicon, Analysis of copper-alloy fittings on a Roman gladius from the river Ljubljana. *Arheološki Vestnik* 51, 2000, 184; R. P. J. Jackson / P. T. Craddock, The Ribchester hoard. A descriptive and technical study. In: B. Raftery (Hrsg.), Sites and sights of the Iron Age. *Oxbow Monograph* 56 (Oxford 1995) 92; Hoffmann-Schimpf u. a., Gladiatorenhelm 19; C. Raub, Analytisch-metallographische Untersuchungen an Schuppen des Kettenpanzers aus Augsburg. In: Die Panzer von Augsburg und Vize. Eine

Untersuchung zur Metalltechnologie in 1. Jahrhundert n. Chr. *Ber. RGK* 91, 2010, 401 f.; Schwab, Martberg.

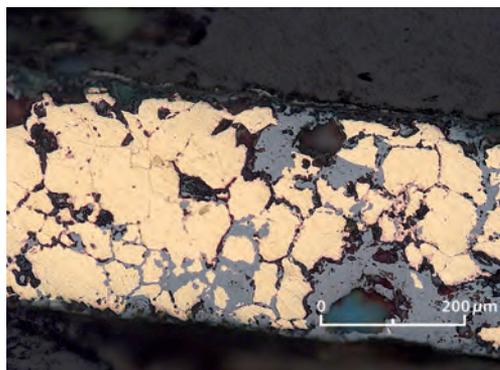
⁵⁸ Bayely, Brass; Weisgerber, Brass (Anm. 52); Riederer, Datenbank; S. Klein u. a., Copper ingots from the western Mediterranean sea. Chemical characterization and provenance studies through lead- and copper isotope analyses. *Journal Roman Arch.* 20, 2007, 203–221; Chr. Rico u. a., La provenance des lingots de cuivre romains de Maguelone (Hérault, France). *Étude archéologique et archéométrique. Rev. Arch. Narbonnaise* 38/39, 2005/2006, 459–472.

⁵⁹ P. A. Schweizer, Fundamentals of Metallic Corrosion. Atmospheric and Media Corrosion of Metals (Boca Raton 2007) 481.

⁶⁰ Ebd.; S. G. Corcoran, Effects of metallurgical variables on dealloying corrosion. In: S. D. Cramer / B. S. Covino

Korrosionserscheinung vor. Diese ist ein selektiver korrosiver Angriff, bei dem bevorzugt die zinkreichen Phasen anodisch aufgelöst werden und sich Kupfer wiederum kathodisch aus der Lösung abscheidet⁶¹. Die Legierung der Manica entspricht in ihrer Zusammensetzung genau einer modernen korrosionsbeständigen Messinglegierung.

Dass dennoch lokal Entzinkung auftritt, wird durch die plastische Verformung verursacht, indem der Energiezustand der fehlgeordneten Struktur erhöht wird und sich diese bei Anwesenheit von Elektrolyten anodisch auflöst⁶². In der Folge davon tritt Entzinkung lokal vor allem entlang dieser Verformungstexturen auf (Abb. 21) und wirkt autokatalytisch, weil durch Abscheidung von Kupfer die Potentialdifferenz zur zinkhaltigen Legierung weiter erhöht wird. Oberflächlich sind die Bleche hingegen weitgehend gleichmäßig korrodiert, ohne dass Entzinkung zu beobachten ist, was dem eigentlichen Korrosionsverhalten der Legierung entspricht.



Eine häufige Korrosionsform bei modernem Messing ist die Spannungsrisskorrosion, die auftritt, wenn äußere oder eigene Spannungen in Kombination mit einem korrosiven Medium auf einen Werkstoff einwirken. Während β -Messing bei Spannungsrisskorrosion transkristallin reißt, bricht α -Messing interkristallin, so dass man diese Form der Korrosion bei antiken Legierungen selten wirklich nachweisen kann⁶³. Da α -Messinglegierungen mit weniger als 15 Prozent Zink wiederum kaum anfällig für Spannungsrisskorrosion sind⁶⁴, sind die transkristallinen Risse sicherlich die direkte Folge der plastischen Verformung, während die inter-

kristalline Korrosion eine Folgereaktion der Entzinkung sein dürfte. Um dies zu vermeiden, hätte man die Bleche thermisch entspannen müssen, was aber der herstellungstechnischen Intention nicht entsprach.

Messing und seine Verarbeitung in der römischen Kaiserzeit

Messing ist eine Kupfer-Zink-Legierung, die einen Kupfergehalt von mindestens 50 Prozent aufweist. Messing mit einem Kupfergehalt von über 72 Prozent bezeichnet man als Tombak. Je nach Höhe des Kupfergehaltes und je nach Metallfarbe spricht man von Rottombak (90 Prozent Cu), Gold- oder Mitteltombak (85 Prozent Cu) und Gelbtombak (72 Prozent Cu). Objekte, die aus Gold- oder Gelbtombaklegierungen bestehen, werden aufgrund ihrer Farbe

(Hrsg.), Corrosion: fundamentals, testing, and protection. ASM Handbook 13A (Materials Park 2003) 287.

⁶¹ R. W. Revie / H. H. Uhlig, Corrosion and Corrosion Control. An Introduction to Corrosion Science and Engineering (Hoboken 2008) 374.

⁶² Hoffmann-Schimpf u. a., Gladiatorenhelm 30.

⁶³ Hoffmann-Schimpf u. a., Gladiatorenhelm 34.

⁶⁴ Schweizer, Metallic Corrosion (Anm. 59) 481.

⁶⁵ Dies, Kupfer 344.

⁶⁶ Dies, Kupfer 344–352.

⁶⁷ Dies, Kupfer 344–352.

⁶⁸ Wieland, Metall 45–47 Abb. 2, 22.

⁶⁹ Dies, Kupfer 255.

⁷⁰ Wilkins/Bunn, Copper 27–88; Dies, Kupfer 281–306.

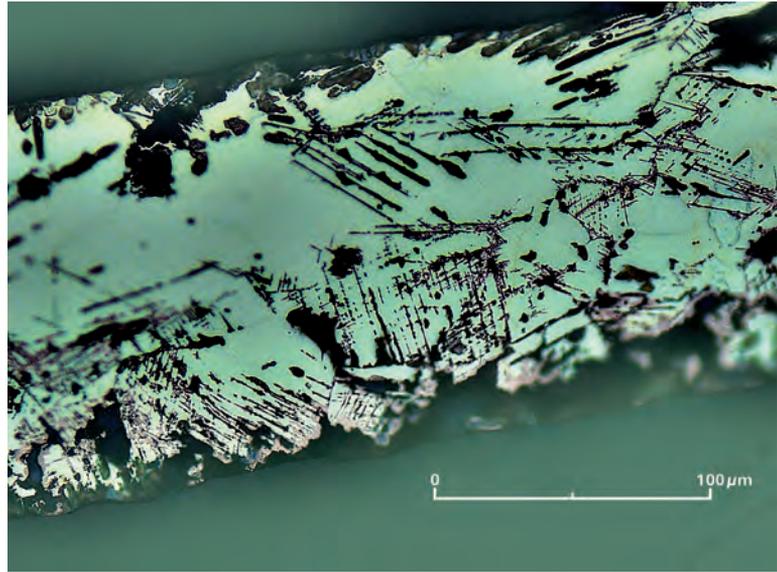
⁷¹ Wieland, Metall 34; 35 Tab. 2.04; F. Willer, Zu den Analyseergebnissen der Metallproben am römischen Torsionskatapult aus Xanten. In: H.-J. Schalles (Hrsg.), Die frühkaiserzeitliche Manuballista aus Xanten-Wardt. Xantener Berichte 18 (Mainz 2010) 49–152; A. Mutz, Die Kunst des Metaldrehens bei den Römern (Basel und Stuttgart 1972) 135–142; Plin. nat. 34, 20, 97–98.

⁷² Wieland, Metall 167–173 Abb. 7.02 Tab. 7.01; Wilkins/Bunn, Copper; Dies, Kupfer 89. Im Gegensatz zu modernen Werkstoffen und deren Bearbeitung mit elektronisch gesteuerten Drehverfahren, bei welchen sich bereits Bleianteile von 0,3 % positiv auf das Spanverhalten auswirken, nennt die ältere Literatur den Gehalt

Die Manica aus Till-Steincheshof.

Abb. 21 (gegenüber) Interkristalline Korrosion mit Ausscheidungen von metallischem Kupfer entlang der Korngrenzen (ungeätzt).

Abb. 22 (rechts) Ausscheidungen von metallischem Kupfer entlang der Verformungszwillinge (ungeätzt).



und der vergleichsweise guten Korrosionsbeständigkeit des Metalls irreführend auch als ›Goldmessing‹ oder ›Schmuckgold‹ bezeichnet. Zinn- und gegebenenfalls bleihaltige Messinglegierungen wurden im historischen Sprachgebrauch als Rotgüsse bezeichnet, während Messingsorten, die weitere metallische Zusätze enthalten, heute als Sondermessing geführt werden⁶⁵. Modernes Sondermessing ist sowohl mit den auch in antiken und historischen Messinglegierungen enthaltenen Metallen Blei und Zinn, als auch zusätzlich mit Elementen wie Silizium, Aluminium, Mangan, Eisen oder Nickel versetzt⁶⁶. Dabei können selbst geringe Zuschläge die Eigenschaften grundlegend verändern, indem es je nach Zinkgehalt und zugesetzten Elementen zu einer Verschiebung der Phasengrenzen und damit zur Einengung oder Erweiterung der α -Phase beziehungsweise zur Ausbildung verschiedener intermetallischer Phasen kommt⁶⁷. Dadurch können die Materialeigenschaften des Metalls hinsichtlich Korrosionsbeständigkeit, verbesserter Warmfestigkeit, Gleitverhalten oder Aushärtungsfähigkeit entsprechend verändert werden⁶⁸.

Messing weist gegenüber reinem Kupfer weitaus bessere mechanische Eigenschaften auf und besitzt auch im Vergleich zur Bronze eine Reihe von Vorteilen. Bronze mit mehr als 5 Prozent Zinn neigt durch das breite Erstarrungsintervall zur Mischkristallseigerung, wodurch harte zinnreiche Phasen entstehen, während Messing mit weniger als 32 Prozent Zink einphasig bleibt⁶⁹. Durch das Auftreten dieser harten und spröden Phasen sinkt bei Bronzen die Bruchdehnung, ein Maß der Verformungsfähigkeit, während sie bei Messing mit zunehmendem Zinkgehalt sogar steigt, so dass Legierungen bis maximal 37 Prozent Zink noch kalt verformbar sind⁷⁰. Einphasiges Messing lässt sich deshalb auch besser feilen, sägen oder polieren als Bronze.

Für die antiken Messinglegierungen sind in erster Linie die Anteile von Blei und Zinn von Bedeutung. Der Bleigehalt in der Legierung der Manica aus Till-Steincheshof von 0,12 Prozent stammt mit Sicherheit hauptsächlich aus dem Zinkerz. Für die Herstellung von Messingblechen durch Kaltverformung ist dieser geringe Bleianteil nicht relevant, sondern erst ein höherer Bleigehalt wird zum Problem. Den römischen Handwerkern war aber bereits bekannt, dass sich die Gießeigenschaften sowie die Spanbarkeit von Bronzelegierungen, zum Beispiel beim Abdrehen von Gefäßen oder Katapultteilen, durch Bleizugaben spürbar verbessern lassen⁷¹. Ohne einen Bleizusatz ist das Abspannen einer Kupferlegierung nach antikem Drehverfahren vermutlich sehr schwierig bis unmöglich, da bleifreie Legierungen hierfür zu zäh sind⁷². Auch

für das Zuschneiden sowie das Bohren der Bleche zur Verbindung mit Nietstiften dürfte der Bleigehalt nicht von Nachteil gewesen sein⁷³.

Entscheidender ist wiederum der Zinnzusatz von nahezu einem Prozent, der die Festigkeits- und Gleiteigenschaften sowie die Korrosionsbeständigkeit spürbar verbessert⁷⁴. Im vorliegenden Fall ist der Zinnanteil vollständig im α_{Cu} -Mischkristall gelöst und führt damit zu einer deutlichen Verfestigung durch Mischkristallhärtung⁷⁵. Ein zunehmender Zinkgehalt setzt die Löslichkeit von Zinn herab, weshalb bei höherem Zink- und Zinngehalt eine intermetallische Phase entsteht, die dem δ -Eutektoid in der Bronze entspricht und die Kaltbearbeitung erschwert, so dass man mit Ausnahme von einigen Sonderlegierungen den Zinngehalt heute auf zwei Prozent reduziert⁷⁶.

Im Gegensatz zum Vorgehen bei der Herstellung reiner Gusslegierungen konnten deshalb in der Antike bei der Produktion von Knetlegierungen, für die ein häufiges Umformen des Materials vom Gussrohling zum Blech erforderlich ist, nur bestimmte Grundstoffe verwendet werden. Die Zugabe von Altmittel, wie sie beispielsweise von Plinius bei reinen Gussstücken (Standbilder) beschrieben wird⁷⁷, ist ohne genaue Kenntnisse der Inhaltsstoffe zumindest für technisch anspruchsvoll zu produzierende Legierungen auszuschließen, da der Ausschuss hierbei viel zu groß gewesen wäre. Nur mit besonderen Legierungen, die erst durch die Erfahrung im Umgang mit dem Material entwickelt werden konnten, war ein erfolgreiches Herstellen sehr dünner (0,2 mm) und darüber hinaus technisch anspruchsvoller Bleche möglich, wie die Panzerbleche der hier vorgestellten Manica.

Eine moderne Kupfer-Zink-Legierung (CuZn15) ist im Farbton noch leicht rötlich. Neben seiner verändernden Wirkung auf die Materialeigenschaften beeinflusst der Zinnanteil auch die Farbe der Legierung, die je nach Zinn- und Zinkanteilen goldtonig wird. Der Manica vergleichbare moderne Legierungen (Typ C43500) dienen heute beispielsweise zur Herstellung stromführender Kabelsteckverbindungen im Fahrzeugbau, für elektromechanische Schalter (Steckverbinder, Messstecker), für Federwerkstoffe (Relaisfedern) oder Manometerfederrohre. Besonders die geringe Neigung zur Korrosion, das gute Feder- und Biegevermögen und die Möglichkeit zur Steigerung der Festigkeit beziehungsweise Härte machten diesen gut kaltformbaren Werkstoff auch für römische Waffenschmiede so interessant.

Eigene Versuche zur römischen Dünoblechherstellung aus Sondermessing nach antikem Verfahren haben gezeigt, wie komplex und aufwendig diese Arbeitsschritte waren. Trotz einiger Erfolge konnten die Resultate der experimentell hergestellten Versuchsbleche die gesteckten Ziele bei der Herstellung nicht ganz erreichen. Obwohl die technischen Anforderungen bekannt sind, fehlen uns heute dennoch wichtige Erfahrungswerte, die eine erfolgreiche Herstellung nach antikem Verfahren erlauben würden⁷⁸. Betrachtet man nun die hohe Qualität römischer Originale, so wird klar, wie umfassend und spezialisiert die Materialkenntnisse antiker Metallhandwerker gewesen sein müssen.

Nach dem Guss erfolgte das Umformen des Gussrohlings zu einer dünnen Blechtafel. Hierzu waren mehrere Arbeitsschritte notwendig. Um das Einarbeiten von möglichen Oxidschichten zu vermeiden, wurde die Oberfläche vor dem ersten Schmieden durch leichtes Anschleifen gereinigt. Durch das Schmieden wird das Gussgefüge verformt, wodurch je nach Grad der Umformung und der einwirkenden Kraft im Gefüge Spannungen entstehen können. Daher musste das Werkstück zwischengeglüht werden, bevor es durch die zunehmende Härte des Metalls zu Brüchen im Gefüge kommen konnte. Bei diesem Arbeitsschritt kam es ent-

zwischen 1 und 4 %, was man für antike Produktionsverfahren auch voraussetzen muss.

⁷³ Wieland, Metall 175.

⁷⁴ Wilkins/Bunn, Copper; Dies, Kupfer 352.

⁷⁵ Schmauder/Willer, Schloßbeschlag (Anm. 54) 687.

scheidend auf die Erfahrung des Schmiedes an, der den richtigen Zeitpunkt erkennen musste. Die Versuche zeigten, dass sich während des Schmiedens mit zunehmender Härte des Blechs der Klang des Metalls von dunkel zu hell deutlich wahrnehmbar verändert.

Wahrscheinlich wird man den Vorgang des Zwischenglühens zur Verringerung von allzu starker Oxidation in einem Holzkohleofen durchgeführt haben. Es ist zu vermuten, dass bei mäßiger Zuführung von Luftsauerstoff im reduzierenden Milieu gearbeitet wurde. Bei vergleichbaren modernen Legierungen benötigt man zum Zwischenglühen im Glühofen Temperaturen von etwa 400 bis 700 Grad⁷⁹. Dabei rekristallisiert das Gefüge, das je nach Umformungsgrad und Glühtemperatur feinkörniger wird. Die Gefüge der Manicableche weisen größere Schwankungen bei den Korngrößen auf, was üblicherweise auf eine nicht vollständige Rekristallisationsglühung bei ungeeigneten Temperaturen (Abb. 19) zurückzuführen ist. Dadurch kann sich eine mehr oder weniger ausgeprägte multimodale Verteilung von Korngrößen entwickeln.

Vor dem weiteren Schmiedeprozess musste die Oberfläche von den erneut entstandenen Oxidschichten gereinigt werden. Schmieden, Zwischenglühen und Schleifen mussten so lange wiederholt werden, bis die gewünschte Materialstärke erreicht wurde. Es lässt sich nicht mehr rekonstruieren, wie stark das Ausgangsmaterial war und wie viele Schmiedevorgänge zur Blechherstellung notwendig waren, weil der Umformungsgrad von etwa zwanzig bis dreißig Prozent sich auf den letzten Schmiedevorgang bezieht. Durch diesen abschließenden Vorgang war es dem Schmied möglich, die gewünschte Härte und Federwirkung des Blechs zu beeinflussen. Die einzelnen Lamellen konnten nun aus dem Blech ausgeschnitten werden. Nach dem Bohren für die spätere Vernietung der Bleche wurden die einzelnen Lamellenbleche entgratet und poliert. Dann erfolgte die Vernietung und abschließende Montage an der Lederpolsterung. Die Niete mussten so gesetzt werden, dass eine leichte Bewegung der Lamellen bei unterschiedlichen Armhaltungen möglich war, ohne die Schutzfunktion der Panzerung zu beeinträchtigen.

Versuche zu römischen und mittelalterlichen Messingbeschlagblechen ergaben, dass es theoretisch möglich war, recht dünne, zwei Millimeter starke Gussrohlinge herzustellen. Während der ersten Experimente ließ sich das Blech nur mittels einer Handwalze umformen, da beim Schmieden mit einem Handhammer durch die punktuelle Verformung starke Brüche und Risse entstanden. Im Schnitt wurden fünf Schmiedevorgänge benötigt, wobei die Legierung im Vergleich zur Manica höhere Zink- und Zinnanteile (Zn 22 Prozent, Sn 3 Prozent, Fe 0,4 Prozent) aufwies und somit härter war. Das Resultat eines gelungenen Versuchs ergab ein sehr widerstandsfähiges Federblech⁸⁰. Spätere Rekonstruktionsversuche 2007 bei den Wieland-Werken in Ulm zeigten, dass diese Legierung eine vorherige Warmverformung bei zirka 700 Grad notwendig machte. Die Rekristallisationsphasen (Glühen) wurde bei 600 Grad im Zeitraum von etwa drei Stunden durchgeführt⁸¹.

Es ist offensichtlich, dass erfahrene antike Handwerker in der Lage waren, Messinglegierungen in unterschiedlichen Qualitäten herzustellen. Diese reichen von einfachen reinen Gussstücken bis hin zu anspruchsvollen Dünoblechen. Dennoch weiß man über die tatsächlich angewandten Verfahren zur römischen Messinggewinnung aus Kupfer und Zinkerzen wenig, anders als bei der Bronzeherstellung, wo die Grundmaterialien Kupfer und Zinn metallisch vorliegen.

Wegen des niedrigen Siedepunkts von Zink bei nur 907 Grad konnte Messing in der Römerzeit nur in einem speziellen Prozess, dem sogenannten Galmeiverfahren hergestellt werden.

⁷⁶ J. R. Davis (Hrsg.), ASM Specialty Handbook. Copper and Copper Alloys (Materials Park 2001) 46.

⁷⁷ Plin. nat. 34, 20, 97.

⁷⁸ Schmauder/Willer, Kästchenbeschläge 169–174 Abb. 26–38.

⁷⁹ Davis, Copper (Anm. 76) 249.

Die antike Vorgehensweise unterscheidet sich deshalb deutlich von der modernen Messingproduktion. Im Gegensatz zu Kupfer, Zinn und Blei, die aus Erzen reduzierend erschmolzen und in Barrenform gegossen werden konnten, war die Gewinnung von metallischem Zink nicht möglich und es erforderte eine komplizierte Verfahrensmethode, um Kupfer und Zink miteinander zu legieren⁸². Experimente zur Nachahmung des Materials eines frühmittelalterlichen Messingblechs von einem Kästchenbeschlag aus Bonn-Oberkassel zeigen, wie komplex die Arbeitsschritte im Einzelnen waren⁸³.

Zunächst muss dabei das Zink in Form von Galmei (Zinkerz) unter Zugabe von Holzkohlenstaub mit Kupfer in einem verschlossenen Tiegel unterhalb des Schmelzpunktes des Kupfers auf etwa 950 Grad erhitzt werden.

Dabei wird das Zinkerz zu metallischem Zink reduziert. Aufgrund der für Zink recht hohen Reaktionstemperatur im Schmelztiegel sublimiert das Zink sofort in den gasförmigen Zustand. Nach und nach diffundiert es in das Kupfer ein und bildet dabei im Randbereich der Kupferstücke zunächst eine regelrechte Messingrinde, wobei im Kern immer noch reines Kupfer vorliegt⁸⁴ (Abb. 23). Durch die Verbindung mit Zink im Randbereich wird der Schmelzpunkt des Kupfers in dieser Zone herabgesetzt. Je nach dem Mengenverhältnis von Zinkerz zu Kupfer, der Temperatursteuerung und der Stärke der verwendeten Kupferstücke beginnt die Messingrinde zu schmelzen, bevor sich der Kern des Kupfers mit Zink angereichert hat. Im weiteren Verlauf des Prozesses schmilzt dann auch der Kupferkern und legiert mit dem flüssigen Messing. Je nach Menge des Schmelzgutes in Abhängigkeit von der Prozessführung können für die Messingherstellung mehrere Stunden benötigt werden⁸⁵. Da diese Vorgänge nicht einsehbar im verschlossenen Schmelztiegel stattfanden, ließen sich die einzelnen Phasen der Messingherstellung nicht genau kontrollieren und steuern und der Erfolg basierte im Wesentlichen auf der Erfahrung der Handwerker. Nach dem Legieren wurde der Tiegel im heißen Zustand geöffnet und die Schmelze in eine vorgewärmte Gussform eingegossen. Da Messinglegierungen beim Eingießen in Metallformen leicht zum Anhaften an der Formwandung neigen, ist zu vermuten, dass hierfür feuerfeste, steinerne Gussformen zum Einsatz kamen. Um eine zusätzliche Isolierung der Gussform und eine Reduzierung der Schmelze zu erreichen, war diese vermutlich mit einem Gemisch aus Ruß, Ton und Tierdung beschichtet, der sogenannten Schlichte. Gut geschichtete Gussformen ermöglichen beim Erstarrungsprozess der Messing-

⁸⁰ Schmauder/Willer, Kästchenbeschläge 173.

⁸¹ Schmauder/Willer, Kästchenbeschläge 685–687 Abb. 18–20.

⁸² Zu den wenigen möglicherweise antiken Zinkobjekten s. P. T. Craddock, Zinc in classical antiquity. In: P. T. Craddock (Hrsg.), 2000 years of zinc and brass. British Occasional Papers No. 50, revised edition (London 1998) 1–6.

⁸³ F. Willer, The Experimental Reconstruction in Bronze of a Merovingian Treasure box from Sixth Century A. D. In: Proceedings of the 1st International Workshop. Experimental and Educational Aspects of Bronze Metallurgy. Konferenz Wilhelminaord 1999 (Leiden 2001) 30–38.

⁸⁴ Vgl. G. Rolandi / G. Scacciati, Ottone e zinco presso gli antichi. *Industria Mineraria* 7, 1956, 759–770; D. Bourgarit / N. Thomas, From laboratory to field experiments. Shared experience in brass cementation. *Historical Metallurgy* 45, H. 1, 8–16.

⁸⁵ Ebd.

⁸⁶ Craddock, Copper Alloys 10; Bayley, Brass 9.

⁸⁷ Übersicht bei Bourgarit/Thomas, Brass Cementation (Anm. 84).

⁸⁸ Craddock, Copper Alloys; Dungworth, Copper Alloys (Anm. 51); Riederer, Datenbank.

⁸⁹ C. P. Thornton, Of brass and bronze in prehistoric Southwest Asia. In: La Niece / Hook / Craddock, Metals and Mines (Anm. 52) 123–135.

⁹⁰ Craddock, Copper Alloys; Bayley, Brass; P. T. Craddock, The early history of zinc and brass. In: A. Vendl u. a. (Hrsg.), Wiener Ber. Naturwiss. i. d. Kunst 4–5 (Wien 1987/88) 225–245; H. Moesta / P. R. Franke, Antike Metallurgie und Münzprägung. Ein Beitrag zur Technikgeschichte (Basel 1995) 145; I. Montero-Ruiz / A. Perea, Brasses in the early metallurgy of the Iberian Peninsula. In: La Niece / Hook / Craddock, Metals and Mines (Anm. 52) 136–139.

⁹¹ Ebd.; Thornton, brass and bronze (vorletzte Anm.).

⁹² M. R. Cowell u. a., An analytical survey of Roman provincial copper-alloy coins and the continuity of brass manufacture in Asia Minor. In: B. Kluge / B. Weisser (Hrsg.), XII. Internationaler Numismatischer Kongress (Berlin 2000) 670–677.

schmelze ein gefahrloses, spannungsfreies Schrumpfen des Metalls. Dies wirkt der Bildung von schädlichen Mikrorissen im Metallgefüge entgegen. Im Gegensatz dazu neigen Werkstücke aus schlecht isolierten Gussformen, bei der weiteren Bearbeitung, zum Beispiel beim Ausschmieden, leicht zur Riss- und Bruchbildung.

Es gibt seit Jahrzehnten Diskussionen über die bei diesem Verfahren erreichbaren Zinkgehalte, der in der Regel mit maximal 28 beziehungsweise 30 Prozent Zink angegeben wird⁸⁶. Es konnte einerseits durch zahlreiche Experimente gezeigt werden, dass tatsächlich ein Zinkgehalt bis 50 Prozent möglich ist⁸⁷, andererseits handelt es sich aber bei römischen Messing-

legierungen ausschließlich um einphasiges α_{Cu} -Messing mit weniger als 32 Prozent Zink⁸⁸. Ein Widerspruch, der bisher noch nicht aufgelöst werden konnte. Es war vermutlich schwierig, den Prozess so zu steuern, dass es zu reproduzierbaren Ergebnissen kam.



Abb. 23 Messingrinde um einen Kern aus Kupfer herum; nach Versuchen am Gießereinstitut der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen.

Bei modernen Gussverfahren für Buntmetalllegierungen, zu denen auch Messing zählt, wird heute kurz vor dem eigentlichen Gussvorgang eine kleine Metallprobe aus dem Schmelztiegel zur Analyse entnommen. Gerade bei Messing kann es durch die Verdampfung von Zink schnell zu Schwankungen des Zinkanteils im Prozentbereich kommen. Ist dies der Fall, werden fehlende Anteile in den Schmelztiegel hinzugegeben und erst dann gegossen. Da in der Antike keine Metallanalysen durchgeführt werden konnten, wurde das hergestellte Metall damals ausschließlich anhand seiner Farbe

und seiner Eigenschaften beim Gießen, Schmieden, Biegen, Sägen, Feilen oder Polieren bewertet und klassifiziert. Bei der Verarbeitung zeigte sich, ob die gewünschten beziehungsweise die erforderlichen Metalleigenschaften erreicht wurden, oder ob die Arbeit wiederholt werden musste.

Geschichte der Messingherstellung bei den Römern

Es ist unklar, wann und wo genau das Galmeiverfahren entwickelt wurde, aber die ältesten zinkhaltigen Metallgegenstände stammen aus der Ägäis, aus dem Vorderen Orient und aus dem Kaukasus und entstanden im dritten vorchristlichen Jahrtausend⁸⁹. In Westeuropa tauchen die ersten zinkhaltigen Objekte zwei Jahrtausende später auf⁹⁰. Die Anzahl der bisher bekanntgewordenen frühen zinkhaltigen Metallfunde, vorwiegend aus Mehrstofflegierungen mit variierenden Zink-, Zinn- und Bleigehalten, ist überschaubar⁹¹. Insofern kann man darüber spekulieren, wie diese Legierungen zustande kamen. Die frühesten Belege für die serienmäßige Produktion von Messing sind Münzen, die zu Beginn des ersten vorchristlichen Jahrhunderts in Kleinasien hergestellt wurden⁹². Wie Plinius berichtet, war die Insel Ägina berühmt für ihre besondere Art der Metallherstellung sowie der Weiterverarbeitung in den dortigen Werkstätten⁹³. Er beschreibt ferner die edlen Arten des Kupfers und hebt zwei Sorten hervor, die sich besonders für die Herstellung von Messing (aurichalcum) in Verbindung mit Zinkerz eignen: die »kordubische« beziehungsweise »marianische« und die aus Gallien stammende »livianische«⁹⁴. Die Kenntnis der Messingherstellung gelangte dann vermutlich über Griechenland nach Italien, von wo aus dieses Metall im Rahmen der römischen Expansion in Europa und im gesamten Römischen Reich verbreitet wurde⁹⁵.

Für das Rheinland sind natürlich die Blei- und Zinkvorkommen im Eifelraum von Bedeutung, und die noch im Hochmittelalter aktiven Produktionsstätten bei Aachen werden immer

wieder als Herkunftsgebiet der Hemmoorer Eimer genannt⁹⁶. Es gibt auch einige Spekulationen über vorrömische Messingproduktion in dieser Region, aber soweit man das heute auf der Grundlage der wenigen Analysen sagen kann, tritt Messing im Rheinland und auch in Süddeutschland nicht vor den Gallischen Kriegen auf⁹⁷. Es gibt eindeutige Belege für Messingproduktion in den beiden Jahrzehnten um die Zeitenwende für die Legionslager Neuss und Xanten⁹⁸. Bei der dortigen Messingherstellung verwendete man viele kleine geschlossene Zementationstiegel, wie sie auch von anderen Fundorten bekannt sind, während bedeutend größere Gefäße in Frankreich ausgegraben wurden⁹⁹. Die riesigen, bis zu sechzig Zentimeter hohen Stücke des ersten Jahrhunderts aus Lyon verdeutlichen die Bedeutung der Messingproduktion, und auch der jeweilige Anteil an Messing bei den analysierten römischen Kupferlegierungen verweisen auf den großen Bedarf im Römischen Reich¹⁰⁰.

Die neuen Möglichkeiten des Werkstoffs Messing, der sich wegen der reduzierenden Wirkung des Zinks besser blasenfrei gießen ließ und viele Bearbeitungstechniken ermöglichte oder vereinfachte¹⁰¹, kamen in idealer Weise dem hohen Schmuckbedürfnis der Kaiserzeit bei Waffenteilen, Zierbeschlügen, Fibeln, Rüstungen und Gefäßen entgegen. Für das Rheinland muss man größere spezialisierte Werkstätten annehmen, die sich mit der serienmäßigen Herstellung von großformatigen Messingblechen befassten¹⁰². Diese konnten dann als sogenanntes Halbzeug verhandelt werden und durch weitere spezialisierte Handwerker zu maßgefertigten Rüstungsteilen wie Maskenhelmen umgearbeitet werden¹⁰³. In diesem Zusammenhang sei auch ein sehr aufwendig gearbeiteter römischer Schuppenpanzer aus Augsburg erwähnt. Die Legierung der dünnen Schuppenplättchen dort ist, selbst was die Anteile der Spurenelemente betrifft, sehr eng mit derjenigen der Manica aus Till-Steincheshof verwandt¹⁰⁴.

Im Verlauf des dritten Jahrhunderts führten die Germaneneinfälle zur Verknappung des Rohstoffes Galmei und damit zu einer Einschränkung der Messingproduktion. Dies belegen unter anderem Untersuchungen zu gegossenen und dann in Drück- sowie Drehtechnik gefertigten Gefäßkörpern aus Messinglegierungen, deren Herstellung in dieser Zeit in Niedergermanien fast zum Erliegen kam¹⁰⁵. Analysen an von Germanen erbeuteten Metallgefäßen weisen darauf hin, dass die Fertigung von Behältern aus Messing vermutlich im Raum der Gallia Belgica aufrechterhalten wurde¹⁰⁶.

Es ist anzunehmen, dass trotz der Verknappung im dritten Jahrhundert der Anteil an technischen Messinglegierungen, zum Beispiel dünne Bleche bei Zierbeschlügen oder Gefäßen,

⁹³ Plin. nat. 34, 6, 11–12.

⁹⁴ Plin. nat. 34, 2, 2–4.

⁹⁵ Istenič, Military Equipment (Anm. 49).

⁹⁶ H. Willers, Neue Untersuchungen über die römische Bronzeindustrie von Capua und von Niedergermanien: besonders auf die Funde aus Deutschland und dem Norden hin (Hannover 1907); M. Erdrich, Zu den Messingemern vom Hemmoorer Typ. Verbreitung, Datierung und Herstellung. In: R. Busch (Hrsg.), Rom an der Niederelbe. Veröff. Hamburger Mus. Arch. u. d. Gesch. Harburgs, Helms-Mus. 74 (Neumünster 1995) 71–80; Schmauder/Willer Kästchenbeschläge.

⁹⁷ Schwab, Martberg, 276 ff.

⁹⁸ T. Rehren, Small Size, Large Scale. Roman Brass Production in Germania Inferior. *Journal Arch. Scien.* 26, 1999, 1083–1088; H. D. Nielsen, Zink oder Messing? Ein Beitrag zu den metallurgischen Tätigkeiten im Legionslager Neuss. *Metalla* 13, 2006, H. 1, 1–61.

⁹⁹ Rehren, Brass Production (vorherige Anm.); Nielsen, Zink (vorherige Anm.); Bayely, Brass; H. G. Bach-

mann, Crucibles from a Roman settlement in Germany. *Historical Metallurgy* 10, 1976, H. 1, 34 f.

¹⁰⁰ Nielsen, Zink (vorletzte Anm.) 23.

¹⁰¹ Schmauder/Willer, Kästchenbeschläge Tab. 2 Abb. 7–8; 24–26; Willer, Torsionskatapult (Anm. 71) 147.

¹⁰² Schmauder/Willer, Kästchenbeschläge.

¹⁰³ Fischer, Hellingen (Anm. 57); Hoffmann-Schimpf u. a., Gladiatorenhelme.

¹⁰⁴ Raub, Augsburg (Anm. 57) Tab. 4.

¹⁰⁵ H. Böcking / J. C. Gerold / R. Petrovsky, Drehen und Drücken. Zur Herstellungstechnik römischer Metallgefäße. In: *Le tournage, des origines à l'an Mil, Actes du colloque de Niederbronn, Okt. 2003 (Montagnac 2004)* 211–216.

¹⁰⁶ H. Bernhard / R. Petrovsky, Die Beutehorte aus dem Rhein. Eine Schlussbetrachtung. In: *Der Barbarenschatz. Geraubt und im Rhein versunken (Stuttgart 2006)* 203.

¹⁰⁷ Bayely, Brass, 20; Willer, Treasure Box (Anm. 83).

deutlich höher einzustufen ist als bislang vermutet. Da die Unterscheidung zwischen Messing und Bronze je nach Korrosionsgrad ohne Materialanalysen schwierig ist, verbirgt sich in der Rubrik der als »Bronze« bezeichneten Funde ein höherer Anteil an Messingobjekten.

Aktuelle Forschungen am LVR - LandesMuseum Bonn zu frühmittelalterlichen Gräberfeldern im Rheinland, aber auch andere Untersuchungen weisen darauf hin, dass die Handwerker im Frühmittelalter wohl nicht nur römisches Messing wiederverwendeten¹⁰⁷. Vielmehr deuten die Materialanalysen an fränkischen Grabfunden darauf hin, dass hier in der Tradition römischen Handwerks auch frisches Messing produziert wurde¹⁰⁸.

Ergebnisse

Die hier vorgestellte *Manica segmentata* aus dem Lager in Till-Steincheshof lässt sich gut in eine kleine Gruppe von Vergleichsfunden aus dem gesamten Römischen Reich einordnen. Zwar ist das Stück nicht vollständig erhalten, da zumindest zur Schulter hin mehrere Elemente fehlen, mit mindestens achtzehn erhaltenen Schienen gehört sie dennoch zusammen mit denjenigen aus Carlisle, León und Newstead zu den besser erhaltenen Stücken. Lediglich zwei weitere *Manicae*, beide aus Großbritannien, bestehen wie das hier vorgestellte Exemplar aus Messing, nämlich eine aus Newstead (I) sowie ein unpubliziertes Stück aus Corbridge. Technische Details wie die abgeschnittenen spitzen Ecken und an der Unterseite der Schienen befestigte Nietköpfe scheinen bei dieser Art der Armpanzerung gängig gewesen zu sein. Interessanterweise fehlen Schnürlöcher beim Stück aus Till im Gegensatz zu den Funden aus Carnuntum, Newstead und León.

Die stratigraphisch ermittelte Datierung in das letzte Drittel des ersten oder das erste Drittel des zweiten Jahrhunderts liegt im Rahmen der angeführten Vergleiche. Dabei ist die *Manica* aus Till-Steincheshof das älteste bisher als archäologisches Fundstück belegte Exemplar. Die Befundsituation spricht dafür, dass *Manicae* entgegen den Bildquellen wie den Reliefs vom Tropaeum Traiani in Adamklissi nicht pauschal Legionären zugeordnet werden dürfen, sondern auch von Auxiliarsoldaten getragen wurden.

Die Erkenntnisse zur technischen Metalllegierung der *Manicae* belegen, wie hoch der Grad der Spezialisierung im Bereich des römischen Metallhandwerks war. Darüber hinaus ermöglichen sie einen Einblick in verlorene Techniken. Die Qualität der römischen Legierung entspricht nahezu allen modernen Anforderungen. Dies ist umso bemerkenswerter, wenn man berücksichtigt, dass die antiken Verfahren ohne die Hilfe moderner Mess- und Steuerungsverfahren auskommen mussten.

Dr. Marion Brüggler, LVR - Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland, Außenstelle Xanten, Augustusring 3, 46509 Xanten, Marion.Brueggler@lvr.de. – Christiane Dirsch sowie Frank Willer, LVR - Landesmuseum, Bachstraße 9, 53129 Bonn, christiane.dirsch@lvr.de bzw. frank.willer@lvr.de. – Michael Drechsler M. A., Universität zu Köln, Archäologisches Institut, Albertus-Magnus-Platz, 50923 Köln, mdrechsl@smail.uni-koeln.de. – Dr. Roland Schwab, Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie, C 5, Zeughaus, 68159 Mannheim, roland.schwab@cez-archaeometrie.de.

Resümee. Im Rahmen von Suchschnitten im jüngst entdeckten römischen Auxiliarkastell Till-Steincheshof am Niederrhein wurde ein Schienenarmschutz aus Messing geborgen. Er befand sich in einer Schicht, die durch das Einplanieren einer Mannschaftsbaracke entstanden war und in das letzte Drittel des ersten oder ersten Drittel des zweiten Jahrhunderts zu datieren ist. Insgesamt sind noch achtzehn Schienen weitgehend im Verband erhalten; ursprünglich muss die Manica, wie Vergleiche nahelegen, jedoch länger gewesen sein. Die einzelnen Schienen waren wahrscheinlich mittels Nieten auf Lederstreifen befestigt. Vom Gebiet des römischen Reiches sind bislang nur zwei weitere Manicae aus Messing bekannt, die in den Kastellen Newstead und Corbridge in Großbritannien gefunden wurden, während die meisten erhaltenen Exemplare aus Eisen bestehen. Das Material der Bleche aus Till-Steincheshof entspricht heutigen technischen Legierungen, nämlich aus niedriglegiertem α -Messing, also einer sogenannten Tombaklegierung. Tombak oder Sondermessing zeichnet sich durch gute Kaltverformbarkeit, Biegefestigkeit und Korrosionsbeständigkeit aus, Eigenschaften, die für eine Manica notwendig sind.

Conclusion. During excavations in the recently discovered auxiliary camp of Till-Steincheshof on the Lower Rhine (Germany), part of an articulated armguard made of copper alloy came to light. It was embedded in the levelling layer of a barrack dated to the last third of the first to the first third of the second century. In all eighteen plates were preserved more or less in their original position, but more seem to have been there once. Parallel finds suggest that about thirty to thirty-five plates originally constituted a complete armguard. The plates were fixed by rivets, presumably on since decayed leather straps. Only two further copper alloy manicae have been known so far, from Newstead and Corbridge, several others are made of iron plates. The plates are made of red brass. This alloy has several features that make it suitable for an armguard: good formability when cold, good flexibility and resistance to corrosion.

Résumé. Dans le cadre des fouilles menées dans le camp auxiliaire de Till-Steincheshof récemment découvert dans le Bas-Rhin (Allemagne), une partie d'une protection de bras articulée (manica) de bronze a été découverte. Elle était incrustée dans le niveau de couche d'une caserne datée entre le dernier tiers du premier et le premier tiers du second siècle. Dix-huit plaques ont été découvertes dans leur position presque originale mais il dut y en avoir plus. D'autres parallèles suggèrent qu'environ trente à trente-cinq plaques constituaient à l'origine une manica complète. Les plaques étaient fixées à l'aide de rivets, probablement sur des lanières de cuir aujourd'hui détruites. Bien que seules deux autres manicae de bronze – provenant de Newstead et de Corbridge – soient connues, plusieurs autres ont été fabriquées avec des plaques de fer. Les plaques étaient vraisemblablement fabriquées en laiton, à l'aide d'un alliage d' α -laiton ou de tombac. Ces alliages ont plusieurs propriétés qui les rendent appropriés pour une manica: ils possèdent une bonne malléabilité à froid, une bonne flexibilité et une résistance à la corrosion.

Abkürzungen

- Aurrecochea u. a., León J. Aurrecochea / C. F. Ibáñez / V. C. Marcos / Á. Morillo, Un protector laminado de brazo (manica) procedente del Campamento de la Legio VII Gemina León. *Archivo Español Arq.* 81, 2008, 255–264.
- Bayely, Brass J. Bayely, The Production of Brass in Antiquity with Particular Reference to Roman Britain. In: P. T. Craddock (Hrsg.), 2000 Years of Zinc and Brass. *British Occasional Papers* 50 (London 1998).
- Bishop, Newstead M. C. Bishop, The Newstead lorica segmentata. *Journal Roman Military Equipment Stud.* 10, 1999, 27–43.
- Bishop, Lorica Ders., Lorica Segmentata Vol. I. A Handbook of Articulated Roman Plate Armour. *Journal Roman Military Equipment Stud. Monograph I* (Duns 2002).
- Bishop/Coulston, Military Equipment ders. / J. C. N. Coulston, Roman Military Equipment. From the Punic Wars to the Fall of Rome (Oxford 2006).
- Craddock, Copper Alloys P. T. Craddock, The Composition of the Copper Alloys used by Greek, Etruscan and Roman civilizations, 3. The Origins and Early Use of Brass. *Journal Arch. Scien.* 5, 1978, 1–16.
- Curle, Newstead J. Curle, A Roman Frontier Post and its People. The Fort of Newstead in the Parish of Melrose (Glasgow 1911).
- Dies, Kupfer K. Dies, Kupfer und Kupferlegierungen in der Technik (Berlin, Heidelberg und New York 1967).
- Groller, Carnuntum M. von Groller, Das Lager von Carnuntum. Der römische Limes in Österreich II (Wien 1901).
- Hoffmann-Schimpf u. a., Gladiatorenhelm B. Hoffmann-Schimpf / L. Melillo / R. Schwab, Ein Gladiatorenhelm aus Herculaneum. *Restaurierung u. Arch.* 4, 2011, 15–36.
- McCarthy u. a., Carlisle M. McCarthy / M. Bishop / T. Richardson, Roman armour and metal-working at Carlisle. *Antiquity* 75, 2001, 507 f.
- Richardson, Carlisle T. Richardson, Preliminary thoughts on the Roman armour from Carlisle. *Royal Armouries Yearbook* 6, 2001, 186–189.
- Riederer, Datenbank J. Riederer, Die Berliner Datenbank von Metallanalysen kulturgeschichtlicher Objekte III. Römische Objekte. *Berliner Beitr. Archäometrie* 18, 2001, 139–259.
- Robinson, Armour H. R. Robinson, The Armour of Imperial Rome (London 1975).
- Schmauder/Willer, Kästchenbeschläge M. Schmauder / F. Willer, Römische Kästchenbeschläge im Römisch-Germanischen Museum Köln, *Kölner Jahrbuch* 37, 2004, 155–174.
- Schwab, Martberg R. Schwab, Kupferlegierungen und Kupferverarbeitung im Oppidum auf dem Martberg. *Ber. Arch. Mittelrhein und Mosel*, 17, 2011, 267–285.
- Wieland, Metall Wieland, Metall ist unsere Welt (Ulm 1999).
- Wilkins/Bunn, Copper R. A. Wilkins / E. S. Bunn, Copper and Copper Base Alloys. The Physical and Mechanical Properties of Copper and its Commercial Alloys in Wrought Form (New York und London 1943).

Bildrechte. Abb. 1, 2, 4, 11 und 12 LVR - Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland, Zeichnung Autor (1) nach einer Vorlage von Hans-Jörg Lauffer, Zeichnung Harald Berkel (2 und 4), Zeichnung Michael Och (10 und 11). – Abb. 3 Manuel Buess (Köln), verändert durch Harald Berkel, LVR - ABR. – Abb. 18 Mike C. Bishop, Pewsey; Großbritannien. – Abb. 17 nach Aurrecoechea u. a., León 260 Abb. 5. – Abb. 19 bis 22 Roland Schwab (Mannheim). – Das übrige LVR - Landesmuseum Bonn, Foto Jürgen Vogel (5 und 6), Foto Holger Becker (9), Foto Frank Willer (23), ebenso, auf Grundlage der Daten vom Forschungsinstitut Edelmetalle und Metallchemie, Schwäbisch Gmünd (7, 8, 10, 13–16).