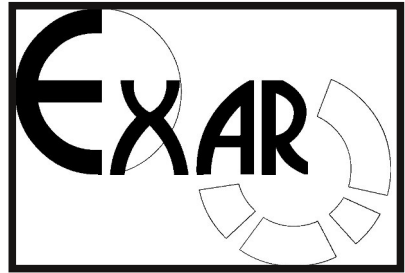


EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE IN EUROPA  
Jahrbuch 2021  
Heft 20

Herausgegeben von Gunter Schöbel  
und der Europäischen Vereinigung zur  
Förderung der Experimentellen  
Archäologie / European Association for  
the advancement of archaeology by  
experiment e.V.

in Zusammenarbeit mit dem  
Pfahlbaumuseum Unteruhldingen,  
Strandpromenade 6,  
88690 Unteruhldingen-Mühlhofen,  
Deutschland



EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE  
IN EUROPA  
JAHRBUCH 2021

Unteruhldingen 2021

Gedruckt mit Mitteln der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie / European Association for the advancement of archaeology by experiment e.V.

Redaktion: Ulrike Weller, Thomas Lessig-Weller,  
Erica Hanning

Textverarbeitung und Layout: Ulrike Weller, Thomas Lessig-Weller

Bildbearbeitung: Ulrike Weller, Thomas Lessig-Weller

Umschlaggestaltung: Thomas Lessig-Weller, Ulrike Weller

Umschlagbilder: Markus Klek, Wolfgang F. A. Lobisser, Roman Lamprecht

Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie, detaillierte bibliographische Daten sind im Internet abrufbar unter:  
<http://dnb.dbb.de>

ISBN 978-3-944255-19-4

© 2021 Europäische Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie / European Association for the advancement of archaeology by experiment e.V. - Alle Rechte vorbehalten  
Gedruckt bei: Beltz Bad Langensalza GmbH, 99947 Bad Langensalza, Deutschland

# Inhalt

*Gunter Schöbel*

Vorwort

8

## Experiment und Versuch

*Markus Klek*

Ein mesolithisches Superfood als potenzieller Gerbstoff? Experimente zum Herstellen von Leder mit dem Fett der Haselnuss

10

*Michael Zerjadtke, Till Kasperidus*

Zur Konstruktionsweise des antiken Leinenpanzers. Einige Ergebnisse des Hamburger Linothorax-Projektes

27

*Julia Haas, David Jaumann, Roman Lamprecht, Vincent Tsiobanidis, Daniel Turri*

Experimentalarchäologische Untersuchungen zur Herstellung und Verwendung von spätmittelalterlichen/frühneuzeitlichen Grubenlampen aus dem Bergbaurevier Schwaz-Brixlegg (Tirol/Österreich)

48

*Maren Siegmann*

Stoffe, gelb – Safran

68

## Rekonstruierende Archäologie

*Anne Reichert*

Experimente mit Birkenrinde. Versuche zum Herstellen von stabilen Gefäßen

80

*Anne Reichert*

Rekonstruktion einer Sandale mit Lasche

88

*Simone Pedron, Fabio Fazzini*

Experimental reproduction of the so-called "Galassina" Etruscan mirror

91

## Vermittlung und Theorie

*Peter Walter*

Neolithische Steingeräte mit Hohlschliffklinge 103

*Wolfgang F. A. Lobisser*

Archäologische Vorbilder für Architekturmodelle in Hinblick auf die Entwicklung eines neuen idealisierten didaktischen Hausmodells zur Pfahlbaukultur nach einem prähistorischen Befund von Hornstaad am Bodensee 119

*Gunter Schöbel*

Nachbildungen archäologischer Funde als Lehrmittel für Museen, Universitäten und den Schulunterricht in Deutschland in der Weimarer Zeit (1918-1933) 143

*Matthias Baumhauer*

„Doppelpyramidenbarren“ – eine eisenzeitliche Barrenform und ihre Bedeutung 168

*Daniel Modl, Sarah Kiszter, Marko Mele*

Rekonstruierende Archäologie und Vermittlung im EU-Projekt PalaeoDiversiStyria am Universalmuseum Joanneum in Graz 182

## EXAR-Projekt

*Christian Helmreich, Florian Kobbe, Martin Sauerwein*

Den Erzen auf der Spur. Experimentalarchäologische und archäometallurgische Untersuchungen zur Identifizierung der Ausgangserze von Eisenverhüttungsschlacken einer archäologischen Fundstelle in Niedersachsen 196

## Kurzberichte, Jahresbericht, Autorenrichtlinien

*Arnulf Braune*

Nachtrag zu „Der Transport der Stonehenge-Steine“ 211

*Jurg Goll, Harald Stadler*

Keramikkugeln – Steinbüchsen und Leonardo da Vinci. Die Bombarde aus Runkelstein in Geschichte und archäologischem Experiment 213

*Ulrike Weller*

Vereinsbericht der Europäischen Vereinigung zur Förderung der  
Experimentellen Archäologie e.V. (EXAR) für das Jahr 2020

216

Autorenrichtlinien „Experimentelle Archäologie in Europa“

217

# Vorwort

Liebe Mitglieder des Vereins, liebe Leserinnen und Leser

was für Jahre liegen jetzt hinter uns – 2020 und 2021 war vieles anders als gewohnt.

Corona hat starken Einfluss auf unser Leben genommen. Und so mussten wir auch schweren Herzens auf einiges verzichten, was wir sonst in Gemeinschaft unternehmen konnten, etwa die Jahrestagung unseres Vereins oder die Treffen auf Museumsfesten oder Kongressen. Dennoch ist es gelungen, mit Hilfe engagierter AutorInnen und unserer Redaktion ein Jahrbuch mit interessanten Artikeln fertig zu stellen, auf welches wir unter diesen erschwerten Bedingungen stolz sein dürfen. Vielen Dank allen Beteiligten.

Es gibt Positives zu berichten. Die EXAR-Unterstützung für Experimente ist angelaufen, Analysen von Schlacken im Bereich der Metallurgie nach experimentellen Vorgaben machen den Anfang. Die Linothorax-Forschungen gehen in die nächste Runde, u. a. mit einem Vergleich mit heutigen Schutzwesten. Grubenlampen des Mittelalters und der Neuzeit waren unverzichtbar für die Arbeit unter Tage. Sie werden in handfestem Sinne beleuchtet. Hohldechsel als bislang unerkannte Werkzeugform aus Stein erweitern unsere Kenntnis der Bearbeitungsgeräte im Neolithikum. Gerbstoffe aus Haselnüssen, das Gelbfärben, Birkenrinde und Leinfasern in Werkstücken der Frühzeit und sogar die Frage nach einem etruskischen Spiegel beschäftigen unsere Autorinnen und Autoren.

Neue Architekturmodelle erklären uns sachgerecht den Aufbau neolithischer Häuser und eine Geschichte der Lehrmit-

telproduktion für Schulen, Museen und Universitäten zu Anfang des 20. Jahrhunderts erläutert erstmals die methodischen und handwerklichen Anfänge früherer Didaktik – immer mit einem guten Schuss experimentalarchäologischem Wissen. Und auch die Themen Rekonstruktion und Vermarktung im Rahmen eines EU-Projektes zeigen auf, wie unsere Disziplin im Rahmen der Archäologie Wissen schöpfen, Aufmerksamkeit erregen und Bildung erzeugen kann.

Die vergangenen 20 Monate waren für viele Mitglieder schwierig, da keine Einnahmen bei Vorführungen erzeugt werden konnten. Die EXAR hat bei Betroffenen auf Mitgliedsbeiträge verzichtet, auch wenn dies oft nur ein Tropfen auf den heißen Stein war. Förderprogramme seitens des Deutschen Verbandes für Archäologie sind angelaufen. In den Bundesländern wurden Kulturförderungen verschiedener Art aufgelegt. Hier kann man sich mit guten Konzepten gerade auch zur Darstellung der Experimentellen Archäologie an die Verbände, Museen und Veranstalter wenden.

Trotz noch bestehender Unwägbarkeiten überwiegt jetzt die Freude über den Neuanfang. Unsere nächste Tagung findet nun aller Voraussicht nach im September 2021 im Saarland im Archäologischen Park Villa Borg statt. Wir hoffen, dass wir damit wieder in den gewohnten Normalmodus zurückkehren können.

Mit vielen freundlichen Grüßen  
Gunter Schöbel

Im Juli 2021  
Prof. Dr. Gunter Schöbel  
Vorsitzender EXAR



## Zur Konstruktionsweise des antiken Leinenpanzers Einige Ergebnisse des Hamburger Linothorax-Projektes

Michael Zerjadtko, Till Kasperidus

**Summary – Concerning the design of an ancient linen cuirass: some results of the Hamburg linothorax-project.** *The linen cuirass was the most prevalent armour in classical Greece, but due to its ephemeral material, they were not preserved over the centuries. Not even one specimen has been found yet, but nonetheless there are a lot of clues about how this kind of armour was constructed. The overall shape and the style and features of some of its details can be understood by analyzing the depictions on vases and statues. Even literary sources give us some information, but the exact design is still unknown and the only way of trying to understand it is by experiment. The only academic project, which was conducted by a team lead by Gregory Adrete, provided very interesting results, but left a lot of issues untouched. In our own project in Hamburg, we are working on some of these problems. During our experiments, it became clear that there were different ways to construct the linen armour and not all of them involved the use of glue. Even if the laminated technique is applied, the use of starch glue seemed to produce even better results. Furthermore, we changed the sewing pattern of the trunk armour by using different shapes and sizes of linen panels to reduce the amount of wasted fabric and thus the cost of the cuirass and at the same time reinforcing the most exposed parts. In addition, we argue that the linen cuirass has often been reconstructed too long. This has been done to increase the protective effect at the cost of mobility. In our paper we present some of our findings and emphasize that there were a range of different ways to build a linen cuirass. This allowed a much better adaptation to the requirements of the wearer and the regional and cultural peculiarities in which it was made.*

**Keywords:** *antiquity, military history, warfare, hoplite, weapons, armour, textile, classical Greece*

**Schlagworte:** *Antike, Militärgeschichte, Kriegsführung, Hoplit, Waffen, Rüstung, Textil, klassisches Griechenland*

Ein Blick auf die zeitgenössischen Darstellungen von Hoplitzen in klassischer Zeit, vor allem auf rotfigurigen Vasen aus Attika, offenbart das Aufkommen eines

neuen Rüstungstyps, der vorher in Griechenland nicht in Erscheinung trat. Er weicht deutlich vom zuvor dominanten Muskelpanzer ab und auf manchen Dar-

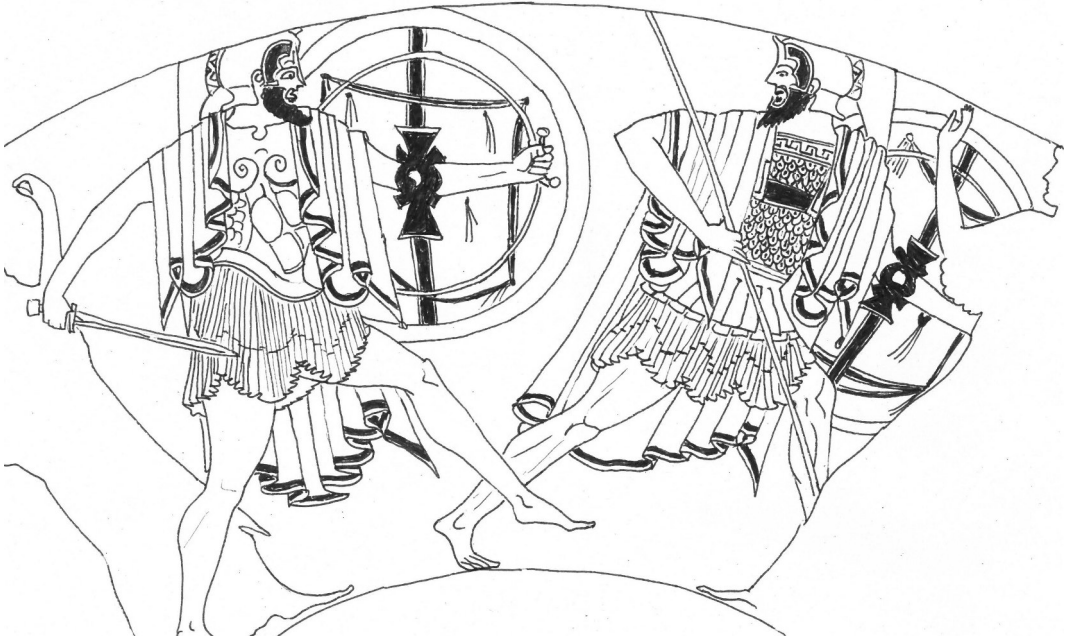


Abb. 1: Muskelpanzer (links) und Typ-IV-Panzer (rechts) zusammen auf einer Vase. Nach einer Kylix des Malers Douris aus Athen um 490-480 v. Chr., gefunden in Capua, Italien. Die Aufschrift ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ zwischen den Kriegern ist nicht wiedergegeben. Louvre Paris, Sammlung Paravey G 115. – Muscle armour (left) and type-IV-cuirass (right) together on one vase. According to a kylix made by the painter Douris from Athens around 490-480 BCE, found in Capua, Italy. The inscription ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ between the warriors is not reproduced. Louvre Paris, collection Paravey G 115.

stellungen sind beide Typen gleichzeitig zu sehen (Abb. 1). Arnold Hagemann hat diese Rüstung in seiner grundlegenden Arbeit nach dem Aussehen der Schulterpartie als „Klappenpanzer“ oder „Laschenpanzer“ bezeichnet und von drei anderen Formen abgegrenzt, die im Wesentlichen Varianten des Muskelpanzers sind (HAGEMANN 1919). Eero Jarva hat eine ähnliche Einteilung vorgenommen und den beschriebenen Panzer als Typ IV benannt, eine Bezeichnung, die sich seitdem in gewissem Grade für den Klappenpanzer etabliert hat (JARVA 1995).

Der Linothorax bzw. Typ-IV-Panzer besteht aus drei Bauteilen: dem eigentlichen Rumpfpanzer, einem zylinder- bzw. trichterförmig um den Oberkörper gelegten Schutzelement, einem U- oder H-förmigen Element, dessen Laschen (die soge-

nannten Epomides) vom Rücken über die Schultern gebogen und am Brustpanzer befestigt werden und schließlich den Pteryges, einem „Rock“ aus um den Abdomen- und Leistenbereich gelegten Stoff- oder Lederstreifen. Während dieser Aufbau und die grundsätzlichen Funktionen dieser drei Elemente in Hunderten von Darstellungen zu sehen sind und sich auch bei den erhaltenen Panzern finden, lässt sich in Sachen Form, Aufbau und Dimensionen dieser drei Elemente jedoch ein enormer Variantenreichtum feststellen.

Anders als im Fall der Glocken- oder Muskelpanzer ist im Fall des Typ-IV-Panzers, der das klassische Griechenland offenbar zu dominieren schien, unklar, aus welchem Material er bestand. Während im frühen 20. Jahrhundert oft

ein Lederkorpus angenommen wurde, entwickelte sich später die Idee, dass es sich um einen Panzer aus Leinen handeln könnte (vgl. ANDERSON 1970; SNODGRASS 1999; LAUBE 2006; SCHWARTZ 2009; GLEBA 2012). Diese Annahme wird durch die antiken Quellen gestützt, in denen ausdrücklich vom „Linothorax“ oder „leinenem Brustpanzer“ die Rede ist (z. B. Homer, Ilias 2,529; Herodot, Historien 7,89,1). Vor allem Peter Connolly machte die Idee populär, dass es sich um verleimtes Leinen gehandelt haben könnte (CONNOLLY 1977; CONNOLLY 1998). Diese Idee hat seitdem viele Anhänger, aber auch Skeptiker gefunden (u. a. MANNING 2021). Die von manchen in Zweifel gezogene Schutzwirkung von Leinenrüstungen konnte spätestens durch die vorbildlich dokumentierten Versuche des Teams um Gregory Aldrete beseitigt werden. Sein Projekt wurde bereits vor zehn Jahren in der vorliegenden Zeitschrift vorgestellt und die Ergebnisse sind zwei Jahre danach in einer Monographie ausführlich dargelegt worden (ALDRETE, BARTELL, ALDRETE 2011; ALDRETE, BARTELL, ALDRETE 2013).

In jenem Buch konnten naturgemäß nicht alle Aspekte der Leinenpanzerproblematik behandelt werden. Um einige der offenen Fragen anzugehen, wurde unter der Leitung von Dr. Michael Zerjadtke im Jahr 2018 ein Arbeitskreis von Studierenden der Universität Hamburg und der Universität der Bundeswehr in Hamburg gegründet. Didaktische Ziele des Projektes, neben dem Erkenntniszuwachs, sind die Verbindung von literarischen und bildlichen Quellen sowie die Erarbeitung antiker Produktionspraktiken aus archäologischen Befunden und den Aussagen antiker Autoren. Weiterhin kann am Beispiel des Leinenpanzers sehr gut die Grenze des wissenschaftlichen Fortschrittes dargelegt werden, da aufgrund des nahezu vollständigen Fehlens archäologischer Hinterlassenschaften nur wahrscheinliche Lösungen für seine Konstruktionsweise



*Abb. 2: Panzer aus dem sog. Philippsgrab von Vergina. Der eiserne Korpus besteht aus vier Segmenten, die mit Scharnieren verbunden sind. Die Schultern sind separat angesetzt. Die Brust ist doppelt durch eine hintere und vordere Platte geschützt, die sich überlappen. Auf dem Eisenpanzer befand sich ein Überzug aus rotem oder purpurfarbenem Leinenstoff. – Cuirass of the so-called Philipps tomb in Vergina. The iron body consists of four segments linked together by hinges. The yokes are attached separately. The chest is doubly protected by two layers of overlapping plates. The iron cuirass was covered with red or purple linen.*

erarbeitet werden können, nicht aber sichere. Im Rahmen des Projektes wurden anfangs auch Themen behandelt, die über die reine Rekonstruktion hinausgingen, wie der antike Leinenanbau und die Textilverarbeitung. Jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer hat in den letzten Jahren einen oder mehrere Aspekte des Forschungskomplexes Linothorax betrachtet und kurze, einführende Texte verfasst. Die Beiträge wurden auf der Internetseite





Abb. 3: Rüstung aus dem Grab III von Agios Athanasios. Siehe: TSIMPIDAS-AVLONITI 2011, 355-357. Rechts ist eines der Scharniere erkennbar. – Armour from grave III at Agios Athanasios. See: TSIMPIDAS-AVLONITI 2011, 355-357. One of the hinges is visible on the right-hand picture.

des Projektes [www.linothorax.de](http://www.linothorax.de) veröffentlicht. Auf dem dortigen Blog werden auch Aufbau und Ergebnisse der experimentellen Versuche öffentlich gemacht. Aufgrund der Pandemielage konnte sich das Team im vergangenen Jahr nur zweimal treffen. Die Arbeitspause wurde nun genutzt, um ein Zwischenfazit des Projektes zu ziehen.

Bei den Recherchen stießen wir neben neuen Erkenntnissen über eines der beiden möglichen Leinenpanzerfragmente (STAUFFER 2013) auch auf einige neue Funde, die in den bisherigen Arbeiten nicht beachtet worden waren. Neben dem bekannten Panzer aus dem sogenannten Philippsgrab von Vergina (u. a. FAKLARIS 1994), der vom Aufbau her sehr genau dem Klappenpanzer entspricht (Abb. 2), existiert noch ein zweites Exemplar einer solchen Rüstung (Abb. 3) aus einem Grab von Agios Athanasios (TSIMPIDAS-AVLONITI 2011). Letzterer war innen mit einem Lederfutter versehen, das an den Rändern des Panzers umgeschlagen war, um die Kanten zu polstern, und verfügte auf der Außenseite über einen zweilagigen Über-

zug aus Textil (TSIMPIDAS-AVLONITI 2011, 356f., mit Anm. 26). Reste eines solchen Stoffüberzuges in Rot oder Purpur sind auch auf dem Vergina-Panzer zu sehen. Es handelte sich somit nicht nur von der Form her um Imitationen von Leinenpanzern, sondern sie waren aufgrund des Stoffüberzuges auch vom Oberflächenmaterial gleich. Ebenfalls sehr wichtig sind zwei Funde aus Bulgarien. Aus dem Tumulus von Golyamata Mogila wurde ein bemerkenswerter Panzer gefunden, der zwar aus Leder und damit einem anderen Material gefertigt wurde, doch im Aufbau ebenfalls stark an einen Leinenpanzer erinnert (Abb. 4). Er wurde auf der rechten Vorderseite geschlossen, verfügt über zwei Schulterklappen, die auf der Brust befestigt wurden und schließt am unteren Rand mit langen Pteryges ab. Schultern und Brust sind beide aus einer einzigen Haut geschnitten. Auf das einlagige Leder wurden eiserne Schuppen aufgesetzt. Die Rüstung ist in das vierte Jahrhundert zu datieren und gehörte wohl einem odrysischen Fürsten (AGRE 2011). Deutlich schlechter belegt und weitgehend rekon-



Abb. 4: Lederrüstung mit Schuppen aus dem Tumulus von Golyamata Mogila, nach AGRE 2011, 73. – Leather cuirass with scales from the tumulus of Golyamata Mogila, according to AGRE 2011, 73.

struiert ist der Panzer aus dem Tumulus von Goljama in der Nähe von Duvanlij (OGENOVA-MARINOVA 2000). Die darin gefundenen kleinformatigen, wahrscheinlich auf Model getriebenen Reliefs aus Silber mit Goldplattierung und einige zugehörige Goldleisten gehörten vermutlich zu einem Leinenpanzer (Abb. 5). Die Goldleisten führten zu dieser Annahme, da sie denen auf dem Metallpanzer aus dem Philippsgrab ähneln. Diese Funde helfen uns beim Verständnis der klassischen und frühhellenistischen Defensivbewaffnung, machen jedoch auch einmal mehr die Vielfalt der Rüstungen deutlich.

Im Jahr 2019 konnte von der Universität Hamburg eine Sachmittelbeihilfe in der

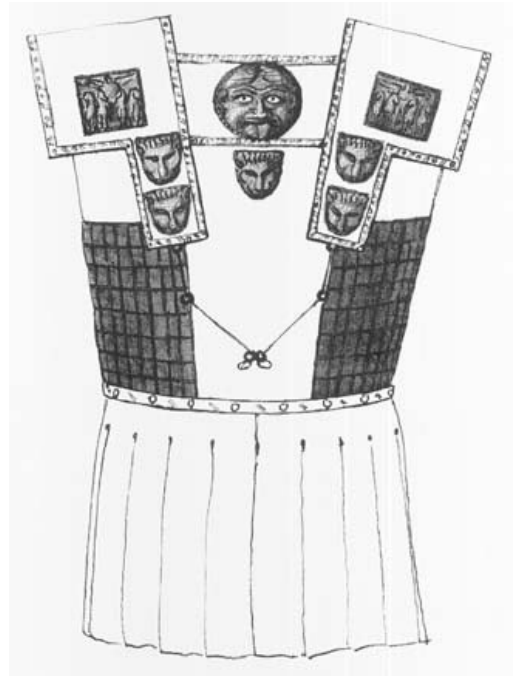


Abb. 5: Rekonstruktion eines möglichen Leinenpanzers aus dem Tumulus von Goljama in der Nähe von Duvanlij, nach OGENOVA-MARINOVA 2000, 16, Fig. 04. – Reconstruction of a possible linen cuirass from the tumulus of Goljama near Duvanlij, according to OGENOVA-MARINOVA 2000, 16, fig 04.

Höhe von 7.000 Euro eingeworben werden, die anlässlich des 100jährigen Bestehens der Universität ausgeschrieben worden war. Die Mittel ermöglichten zwar die Verwendung höherqualitativen Materials, vor allem naturbelassenen Leinens und Zinnbronze, allerdings musste angesichts des finanziellen Rahmens dennoch auf moderne Produkte industriellen Standards zurückgegriffen werden. Die übrigen Arbeitsmittel für die von uns verwendeten Kleber, nämlich Hasenleimgranulat, Leinsamen, Weizenstärke, Essig und Salz wurden im Handwerksbedarf und Lebensmittelhandel erstanden. Beim Leinen haben wir uns nach einigen Versuchen mit relativ dünnen und sehr groben Stoffen für ein mittelschweres Gewicht von

330 g/qm<sup>2</sup> entschieden. Diese Entscheidung hatte praktische, aber auch historische Gründe, da einerseits sehr feines Leinen deutlich mehr Arbeitsschritte erfordert, um eine Panzerung ausreichender Stärke zu produzieren, die etwa 1 cm messen sollte (vgl. ALDRETE, BARTELL, ALDRETE 2013, 6; 89f.) und sehr grobes Leinen nicht dem archäologischen Befund entspricht. Die Funde antiker Textilien variieren allerdings ohnehin stark in ihrer Stärke und der Dichte ihres Gewebes (SPANTIDAKI 2016). Auch in Griechenland wird man im Normalfall kein besonders feines Leinen verwendet haben, da in der Antike die Stoffpreise aufgrund der langwierigen Webarbeit verhältnismäßig hoch waren und es schlicht günstiger gewesen sein muss, dickeren Stoff zu verwenden, da weniger Lagen erforderlich waren. Allein bei der Auswahl der Webart sind wir irrtümlich vom antiken Standard abgewichen, da wir Leinentwill verwendet haben, antike griechische Stoffe aber den Funden zufolge zumeist in Leinwandbindung gewebt worden waren (SPANTIDAKI 2016). Im Folgenden sollen einige Ergebnisse unserer Versuche vorgestellt werden. Die Experimentierfelder orientieren sich an den Lücken der Monografie von Aldrete et al. Als erstes wären die Klebeweise und die Fokussierung auf Hasenleim zu nennen. Das amerikanische Team verband die einzelnen Lagen des Leinenstoffes miteinander, indem jeweils zwei Bahnen mit Leim bestrichen und anschließend aufeinandergedrückt wurden. Diese Vorgehensweise bedeutet, dass jede einzelne Lage separat trocknen muss, wodurch der Klebeprozess bei den angestrebten etwa 15 bis 20 Lagen relativ lange dauert. Wenn die Lagen über viele Stunden aufeinandergedrückt und damit abgedeckt werden, hat dies den Nachteil, dass sich durch die fehlende Lüftung der Oberfläche die Trocknung verzögert, sich Schimmel bilden kann oder gar Zersetzungsprozesse in dem tierischen Leim einsetzen.



Abb. 6: Eintauchen des Leinenstoffes in den erhitzten Hasenleim. – Dipping of the linen into the heated rabbit-skin glue.

Um dies zu vermeiden, wurde empfohlen, dem Leim Essig beizumischen. Wir begannen unsere Versuche mit derselben Versuchsanordnung und stießen auf einige Probleme. Neben dem Schimmeln oder Zersetzen des Leimes kam es auch dazu, dass die Lagen des Stoffes sich wieder trennten. Dies konnte geschehen, wenn das Einpinseln der Stofflagen zu lange dauerte und sie sich daher nicht mehr gut miteinander verbanden. Nach einigen Fehlschlägen begannen wir mit einer anderen Vorgehensweise, mit der wir deutlich bessere Ergebnisse erzielten, aber auch auf ein neues Problem stießen. Statt die Lagen einzeln einzustreichen, haben wir den Stoff, der vorher pass-



genau zugeschnitten worden war, in den Leim eingetaucht und ausgewrungen. Aufgrund der nötigen Temperatur von 60 bis 65°C erforderte der Prozess Handschuhe, mechanische Hilfsmittel, wie Zangen oder Pressen, oder schmerzempfindliche Hände (Abb. 6). Wir klebten in einem Arbeitsgang alle Lagen aufeinander und strichen sorgfältig jede Luftblase aus dem Zwischenraum heraus. Nach dem Aufbringen der letzten Lage ließen wir den Panzer für einige Minuten trocknen, bis die Klebeverbindung stark genug war, um den gesamten Korpus anzuheben, ohne dass sich die Lagen trennten. Die Trocknung des Panzers erfolgte auf einem Gitterrost aus gespannten Fäden, sodass beide Oberflächen Luftkontakt hatten (Abb. 7). Diese Fertigungsweise ermöglicht das Verleimen in nur einem Arbeitsschritt und der Gesamtprozess ist in weniger als 30 Minuten vollendet. Im Ergebnis entsteht ein extrem harter und widerstandsfähiger Korpus ohne Luftblasen oder sich trennende Schichten. Die hohe Effektivität dieser alternativen Technik des Eintauchens und Verleimens aller Lagen in einem Schritt ist allerdings zugleich einer der Nachteile dieser Technik, denn der Panzer wird so hart, dass er sich nicht mehr um den Leib biegen lässt, wie es eigentlich vorgesehen ist. Stattdessen riss der Korpus bei starker Kraftanwendung ein oder brach geradezu, als wäre er aus Holz. Aufgrund dieses Ergebnisses experimentierten wir in zwei weitere Richtungen, um das aufgekommene Problem zu lösen.

Die erste Möglichkeit ist die Verwendung eines anderen Leims. Nach einigen Versuchen mit Leinsamenleim aus gekochtem Leinsamen, der nur eine sehr geringe Klebekraft besitzt, wurde uns von Claudia Colini vom Exzellenzcluster "Understanding Writen Artefacts" an der Universität Hamburg die Verwendung von Stärkeleim vorgeschlagen. Dieser kann aus Stärke und Wasser hergestellt werden, indem in



*Abb. 7: Trocknen der in Leim eingetauchten Leinenstoffbahnen auf einem Rost. – Drying the linen panels which have been dipped in glue on a rack.*

heißes Wasser nach und nach Stärke eingerührt und das Gemisch dabei auf über 80°C erhitzt wird. Auch leichtes Kochen schien in unseren Versuchen die Klebekraft nicht negativ zu beeinflussen. Wir verwendeten Weizenstärke, da dieser Rohstoff im klassischen Griechenland aufgrund der Dominanz des Weizens als Nahrungsmittel im Überfluss zu finden war. Die Anteile von Wasser zu Stärke können je nach Bedarf variiert werden. Nach den bisherigen Versuchen produzieren höhere Anteile von Stärke und damit einhergehende höhere Viskosität bessere Ergebnisse. Ein Stärkeleim aus einem Liter Wasser, in den etwa 250 g Stärke eingerührt wurde und der kurz leicht köchelnde, musste aufgrund seiner joghurt- bis quarkartigen Konsistenz mittels eines Spachtels aufgebracht werden. Zuvor kann man den Leim ein wenig erkalten lassen, denn Stärkeleim muss –



Abb. 8: Schulterpartie aus Leinenstoff mit Stärkeleim verklebt. Die Flexibilität ist deutlich erkennbar. – Yoke made from linen glued with starch glue. The flexibility is clearly visible.

anders als Hasenleim – nicht heiß verarbeitet werden. Wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, wurden alle Lagen in einem Arbeitsschritt verarbeitet. Wir haben unserem Gemisch pro 500 ml Wasser einen Teelöffel Salz und einen Esslöffel Essig hinzugefügt, wie in einigen Rezepten empfohlen wird, um die Schimmelbildung zu verhindern. Tatsächlich erwähnen Aldrete et al. die Aussagen in einem Sueton-Kommentar aus dem 17. Jahrhundert und einer anderen byzantinischen Quelle, dass Leinen mittels Salz und Essig gehärtet worden sei (ALDRETE, BARTELL, ALDRETE 2013, 66). Möglicherweise sind diese Erwähnungen Hinweise auf die Verwendung von Stärkeleim. Die durchgetrocknete Panzerplatte wurde ebenfalls sehr steif und hart, aber merklich flexibler als bei der Verwendung von Hasenleim. Aufgrund der höheren Elastizität verwendeten wir den Stärkeleim auch zur Herstellung der Schulterpartie, denn diese musste in antiker Zeit so flexibel und dennoch steif sein, dass die Schultern im Ru-

hezustand nach oben standen, aber auch bis auf Brust gebogen werden konnten (ALDRETE, BARTELL, ALDRETE 2011, 89, Fig. 2). Beim ersten Biegen einer Schulterlasche wurde eine Tischkante als Unterlage verwendet, um die Kraft gezielt und kontrolliert anwenden zu können und plötzliches Brechen an einer Schwachstelle zu vermeiden. Während des Biegens kam es zu partiellen Materialbrüchen in der Schulterlasche, was durch Knackgeräusche hörbar war. Nachdem die Schulter jedoch einmal behutsam nach und nach gebogen worden war, hatte sie deutlich an Biegsamkeit gewonnen und war noch immer verhältnismäßig steif. Durch das gezielte Biegen war diese Flexibilität aber nur in der entsprechenden Richtung entstanden und schwächte keinesfalls den Zusammenhalt der einzelnen Lagen (Abb. 8). Dieses Ergebnis entsprach sehr genau den Darstellungen auf zeitgenössischen Vasenbildern. Erste Tests mit Weizenmehl anstatt Weizenstärke waren vielversprechend, müssen



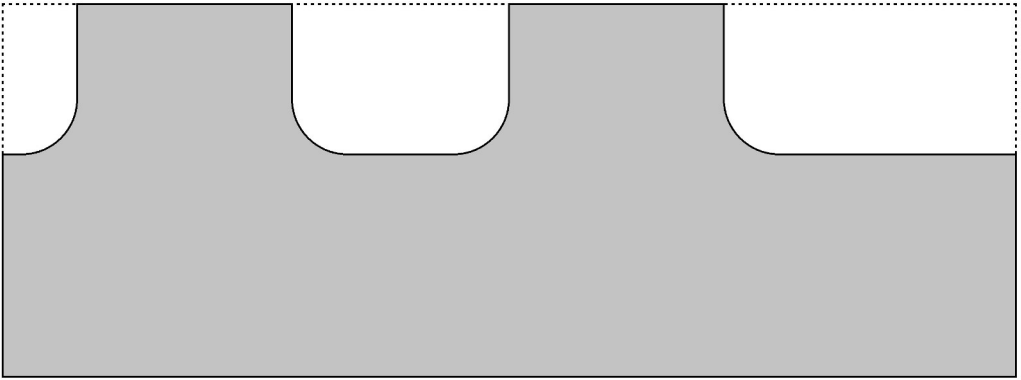


Abb. 9: Grafische Darstellung des „klassischen“ Schnittmusters eines Leinenpanzers. Die gestrichelten Linien markieren den Verschnitt, der in jeder Lage entsteht. – Graphic depiction of the “classical” sewing pattern of a linen cuirass. The dashed outline shows the wasted part of cloth, which occurs with every layer.

allerdings noch in größerem Umfang erprobt werden.

Eine zweite Möglichkeit, Panzerplatten mit geringer Biegsamkeit und hoher Härte in einem Brustpanzer zu verbauen, ist die Abwandlung der Bauweise insgesamt. In der klassischen Form, die auch bei Aldrete, Bartell, Aldrete Verwendung fand, wird der Rumpfpanser, oftmals inklusive der Pteryges, aus einem Stück gefertigt (Abb. 9). Hierbei wird das notwendige Material in der benötigten Form zugeschnitten und in mehreren Lagen aufeinander geleimt. Dadurch wird die Menge an Verbindungspunkten und Nähten auf ein Minimum reduziert. Dies reduziert den Arbeitsaufwand und verhindert das Aufkommen von Schwachstellen. Es entsteht allerdings ein Anteil an Verschnitt, der aufgrund des Materialpreises in der Antike nicht zu unterschätzen ist. Auch die Dicke des Materials lässt sich auf diese Weise nicht anpassen, sondern ist über den gesamten Panzer gleich. Da die Bereiche des Körpers im Nahkampf in unterschiedlichem Maße exponiert sind, kann es durchaus Sinn machen, die Stärke des Brustpanzers zu variieren. Aus dem oben beschriebenen Problem der harten und unflexiblen Panzerplatte entwickelten wir die

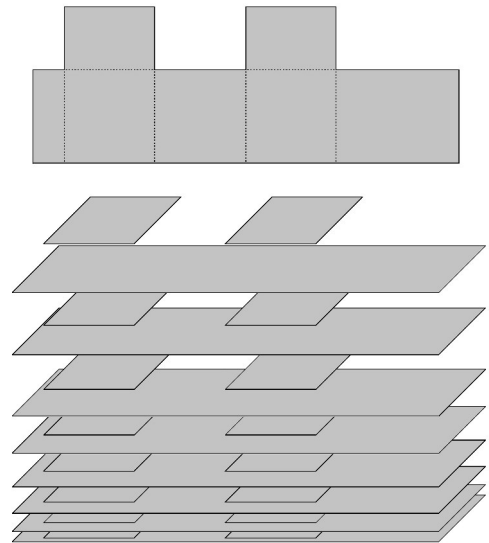


Abb. 10: Grafische Darstellung des überlappenden Schnittmusters eines Leinenpanzers. Brust und Rücken haben die doppelte Stärke, ohne dass Verschnitt entsteht. – Graphic depiction of the overlapping sewing pattern of a linen cuirass. Chest and back have double the thickness with no wasted cloth.

Idee einer abgewandelten Bauweise des Brustpanzers. Anstatt mehrere gleich große Lagen zu verwenden, schnitten wir



Abb. 11: Rumpfpanzer mit festen, verleimten Platten an Brust und Rücken mit flexiblen Seitenteilen. – Muscle cuirass with solid glued plates on the chest and back with flexible sides.

zwei unterschiedliche Größen von Leinenstoff zu, nämlich acht Stofflagen, die um den gesamten Leib reichten und acht Lagen in der Größe der Brustplatte. Beim Verleimen wurden abwechselnd eine lange Lage um den Leib und eine kurze Lage für Brust und Rücken aufeinandergelegt. Dabei wurden aber nur die Bereiche der Brust und des Rückens mit Leim getränkt, sodass die Seiten unbehandelt blieben (Abb. 10). Das Ergebnis war eine dickere Frontplatte mit dünneren und flexiblen Seiten (Abb. 11). Letztere wurden von uns mittels Schuppen verstärkt (Abb. 12). Indem wir nur den Bereich der Brust- und Rückenplatte verklebten, war es auf diese Weise auch möglich, verklebtes und vernähtes Leinen miteinander zu verbinden.

Das zuvor beschriebene Reißen und Brechen des Stoffes lässt sich durch die feste Verbindung der Stoffschichten miteinan-

der und die daraus entstehende homogene Panzerplatte erklären. Wird diese gebogen, wird das Material an der Oberseite gestreckt und an der Unterseite gestaucht. Dabei entstehen Risse im Material, weil der Kleber nicht flexibel genug ist. Dieser Effekt kann jedoch auch durch eine Kombination aus Vernähen und Verleimen minimiert werden. Dabei werden drei bis fünf Lagen Leinen in der oben beschriebenen Weise miteinander verleimt. In dieser Stärke können mit Hilfe einer Ahle oder eines Körners problemlos Löcher entlang der Ränder für Nähte vorgestochen werden. Werden mehrere solcher dünnen Lagen aufeinandergenäht, entsteht eine flexible und dennoch widerstandsfähige Platte. Es bietet sich an, die erste Schicht als Schablone für weitere Lagen zu nutzen. Dieses Verfahren erlaubt es, eine beliebige Anzahl von Schichten durch die vorgestochenen Lö-



*Abb. 12: Schuppenverstärkung auf den Seiten und Verschluss des Rumpfpanzers mittels Lederbändern und Metallplatten. – Reinforcement with scales on the sides and fastening of the muscle cuirass with leather thongs and metal plates.*

cher zu vernähen. Ein auf diese Art aufgebauter Panzer hat sowohl einige der Vorteile der verklebten Bauform als auch vernähten Konstruktion. Die Lücken zwischen den einzelnen Fäden des Leinengewebes wurden durch den Leim verschlossen, was seine Dichte deutlich erhöhte, ohne bei steigenden Dicken die notwendige Flexibilität einzubüßen oder spröde zu werden. Durch die Nahtlöcher können auch unterschiedliche Platten miteinander vernäht werden, was einen mehrteiligen Aufbau möglich macht. Weiterhin ist die Befestigung von Applikationen oder sogar Schuppen durch weitere vorgestochene Löcher ohne Weiteres umsetzbar. Auch die Wartung beschädigter Panzer wird vereinfacht, da bei stark zer-

störten Oberflächen stets nur die oberste Platte abgenommen oder ausgetauscht werden muss.

Neben der Verwendung von Hasen- und Stärkeleim experimentierten wir noch mit zwei weiteren Verfahren. Durch die Geschichte hindurch, insbesondere jedoch im europäischen Mittelalter, finden sich Beispiele für Textilpanzer, die aus vernähten Stofflagen bestehen. Dieses Material bleibt auch bei vielen Schichten relativ weich. Die charakteristische Form des Typ-IV-Panzers, insbesondere die aufrecht nach oben stehenden Schulterlappen lassen sich mit diesem Material nur schwer reproduzieren. Werden die einzelnen Stoffschichten jedoch mit sehr dichten Nähten versteift, dann steigt auch die





Abb. 13: Praktische Rekonstruktion eines geflochtenen bzw. geknüpften Pteryx nach dem Vorbild in GRANGER TAYLOR 2011, 60, Fig. 6.5. – Practical reconstruction of a braided or knotted pteryx based on the model in GRANGER TAYLOR 2011, 60, fig 6.5.

Festigkeit des Materials. Modernen Projektoren für den Kampfsport Kendo nicht unähnlich, kann mit einem gitterartigen Steppmuster mit Abständen von unter 10 mm zwischen den Nähten ein steifes und dennoch biegsames Material produziert werden, dessen Verhalten den zeitgenössischen Darstellungen entspricht. Im Vergleich zu geklebten Lagen ist allerdings auch eine geringere Schutzwirkung zu erwarten. Ohne Leim ist bei gleicher Dicke nicht nur eine merkliche Gewichtsreduktion zu verzeichnen, auf diese Art vernähte

Rüstungsteile sind darüber hinaus deutlich weniger anfällig für Feuchtigkeit. Auch die Verarbeitung und insbesondere die Applikation von Beschlägen oder Schuppen gestaltet sich deutlich einfacher. Allerdings sind keine entsprechenden Nähte bei den beiden möglichen Originalfragmenten erwähnt (STUDNICZKA 1887, 22; HELBIG 1874, 257f.; STAUFFER 2013) und sie sind auch nicht auf den zeitgenössischen Abbildungen erkennbar, wobei zu bedenken ist, dass eine solch enge Versteppung schwierig abzubilden gewesen wäre.

Bei allen bisher beschriebenen Verfahren wurde regulärer Leinenstoff genutzt, der im Wesentlichen auch für andere Kleidungsstücke hätte Verwendung finden können. Es gibt aber noch eine weitere Möglichkeit, Leinen in ein für Rüstungen taugliches Material zu verarbeiten, nämlich, indem dickere Stränge aus mehreren Fäden verzwirrt bzw. geflochten werden. Diese Technik ist unter anderem durch römische Textilfunde bei Masada belegt (GRANGER TAYLOR 2012, 18) und könnte möglicherweise auch die von Plinius beschriebene Rüstung des Amasis erklären, die aus Strängen von jeweils 365 Fäden bestanden haben soll (Plinius der Ältere, *Naturalis historia* 19,2). Bei einem ersten Versuch, diese Technik zu reproduzieren, wurden 3 mm starke Schussfäden mit 4 mm starken Kettfäden verflochten. Das Ergebnis waren sehr widerstandsfähige Stoffstücke von bis zu einem Zentimeter Dicke (Abb. 13). Bei Pteryges, die auf diese Weise geflochten worden sind, könnte man die Kettfäden in Form von Fransen am unteren Ende beibehalten. Das würde die auf vielen Abbildungen erkennbaren Fäden an der Unterkante der Pteryges erklären.

Unsere bisherigen Versuche haben gezeigt, dass es eine ganze Reihe von praktikablen Varianten gibt, Leinen zu Panzerplatten zu verarbeiten. Es lässt sich nicht mit Sicherheit sagen, welche

dieser Varianten – wenn überhaupt – im Falle antiker Leinenpanzer Verwendung fand. Jede dieser Varianten hat ihre Vor- und Nachteile und es kann durchaus sein, dass in der Antike auch mehrere dieser Konstruktionsvarianten in Gebrauch waren und je nach Verfügbarkeit des Materials auf verschiedene Verfahren zurückgegriffen wurde. Es ist auch nicht auszuschließen, dass mehrere Verarbeitungsverfahren parallel und sogar an einem Panzer Verwendung fanden.

Die Analyse der Abbildungen im Verbund mit den Informationen über die Kampfweise des Hopliten führte zu zusätzlichen möglichen Variationen in der Bauweise verschiedener Elemente der Rüstung. Im Folgenden werden unsere Überlegungen bezüglich Gestaltungsmöglichkeiten weiterer Elemente des Panzers dargelegt. Diese wurden allerdings noch nicht alle im Rahmen von Versuchen getestet. Ein überraschend großer Variantenreichtum lässt sich bei den Pteryges beobachten. Hier ist in bisherigen Untersuchungen insbesondere eine Entwicklung von zwei zu einer Reihe dieser Schutzelemente beobachtet worden (ALDRETE, BARTELL, ALDRETE 2013, 35). Darüber hinaus muss im Rahmen der Rekonstruktion noch auf weitere Unterschiede eingegangen werden, nämlich erstens die Konstruktionsweise und zweitens die Gesamtlänge. Die Länge der Pteryges als Tiefenschutz soll gemeinsam mit der Frage nach der Gesamtlänge der Rüstung an späterer Stelle besprochen werden. Anzumerken ist jedoch, dass im Falle der vermutlich für einen Reiter optimierten, oben erwähnten Lederrüstung von Golyamata Mogila die Länge zwischen der Vorder- und Rückseite gegenüber den Flanken variierte. Mit Blick auf die Konstruktion liegt der Fokus auf der Frage, wie dieser Tiefenschutz am Brustpanzer befestigt wurde. Auf einigen Darstellungen einreihiger Pteryges scheint es, als seien diese direkt in das Grundmaterial des Brustpanzers eingeschnitten



Abb. 14: Achilles mit Typ-IV-Panzer. Nach einer Amphore des Achilleusmalers aus Athen um 460–450 v. Chr. Vatikanische Museen Rom, Inv. Nr. 16571. – Achilles in a type-IV-cuirass. Amphora of the Achilles-painter from Athens, about 460–450 BCE. Vatican Museums Rome, inv. no. 16571.

bzw. aus einem Stück gefertigt worden (Abb. 14). Eine Bauweise, welche sich auch bei dem Panzer von Golyamata Mogila wiederfinden lässt. Der Vorteil liegt auf der Hand. Ausgehend von einem Bauchumfang von etwa 90 cm und 5 cm Breite pro Pteryx werden für einen umlaufenden, einreihigen Schutz 18 Pteryges benötigt. Diese einzuschneiden anstatt sie einzeln zu verarbeiten, bringt insbesondere im Falle verklebten Leinens eine nicht zu unterschätzende Zeitersparnis mit sich. Im Falle metallener Rüstungen, wie denen von Vergina oder Aghios Athanasios, oder bei mehreren Reihen Pteryges ist diese Bauweise jedoch keine Option. Hier müssen die Streifen entweder in einer bzw. mehreren Reihen direkt

an den Panzer oder an ein Stoff- oder Lederband genäht werden, welches seinerseits am Panzer befestigt wird. Lediglich im Falle der Flechtmethode können zwei übereinanderliegende Reihen Pteryges aus einem Stück hergestellt werden. Es ist auch ein unter der Rüstung getragener separater Gurt denkbar. Zahlreiche Darstellungen, insbesondere Szenen sich rüstender Hopliten, zeigen scheinbar fest am Panzer befestigte Pteryges. Da der feste Korpus des Panzers nur mit großen Schwierigkeiten perforiert werden kann, um Pteryges anzunähen, wäre auch denkbar, dass sie an einer Art Innenfutter fixiert wurden. Dies hätte wiederum den Vorteil, dass beschädigte Elemente leichter ausgetauscht werden können.

Auch beim Rumpfpanzer selbst lassen sich verschiedene Bauweisen unterscheiden. So finden sich auf zeitgenössischen Abbildungen sowohl einteilige Rüstungen, wie der Schuppenpanzer von Golyamata Mogila, als auch mehrteilige Panzer, wie jener von Vergina. Eine Bauweise aus einem Stück verhindert zwar das Entstehen von Schwachstellen, sorgt jedoch, wie oben bereits beschrieben, für einen hohen Materialverschleiß bei der Herstellung und wenig Variabilität bei der Stärke. Mehrteilige Panzer können beispielsweise aus einer Front- und einer Rückenplatte sowie zwei Seitenplatten bestehen. Bei den vergleichbaren Rüstungen von Vergina und Aghios Athanasios wurden diese Panzerplatten mit Metallscharnieren verbunden. Diese Bauweise ließe sich im Falle einer Leinenrüstung mit Lederscharnieren duplizieren. Die entstehenden Schwachstellen, an denen die Platten aneinanderstoßen, lassen sich durch ein genaues Aneinandersetzen minimieren. Würden statt Lederscharnieren, die Leinenpanzerplatten überlappend vernäht werden, wären diese Schwachstellen gänzlich beseitigt. Das Entstehen von Lücken in der Panzerung könnte so verhindert werden und das Material wäre an

den empfindlichen Nahtstellen sogar noch einmal verstärkt. Anders als bei einteiliger Fertigung ließen sich unterschiedlich dicke Front-, Seiten- und Rückenplatten miteinander verbinden, verschiedene Materialien verarbeiten und beschädigte Teile der Rüstung mit verhältnismäßig geringem Aufwand austauschen.

Bei der Positionierung des Verschlusses des Rumpfpanzers existieren ebenfalls unterschiedliche Varianten. Der Panzer wurde offenbar zumeist durch Bänder verschlossen, die entweder mittels Ösen am Panzer befestigt waren, welche ihrerseits auf einer Metallplatte angebracht gewesen sein könnten (*Abb. 12*), oder direkt durch ein vorgestochenes Loch in der Panzerung gefädelt wurden. In den meisten Fällen sind dabei nur zwei Bänder an der Ober- und Unterkante der jeweiligen Platten zu sehen, ein Umstand der zusätzlich zum allgemeinen Erscheinungsbild auf ein steifes Grundmaterial der Rüstung hinweist. Ein weicher, flexibler Stoff würde bei dieser Verschlussart nur schlecht in Form bleiben und es könnte in der Mitte, zwischen den Bändern, ein Spalt klaffen. Die bei modernen Rekonstruktionen beliebteste und auf einer Masse zeitgenössischer Darstellungen sowie den Rüstungen von Vergina und Aghios Athanasios erkennbare Position des Verschlusses befindet sich auf der linken Brustseite. Beim schrägen Stand, den die Hopliten in der Phalanx einnahmen, ist der Verschluss damit zwar genau dem Gegner zugewandt, wurde jedoch durch den massiven Hoplitenschild gedeckt. Eine Rüstung mit einer solchen Verschlussposition konnte der Nutzer ohne größere Probleme selbst anlegen und verschließen. Weiterhin lassen sich Beispiele für Brustpanzer finden, welche genau in der Mitte oder, wie die Rüstung von Golyamata Mogila, auf der rechten Seite der Brust verschlossen wurden. Auf Vasenbildern sind schließlich auch noch Panzer zu sehen, auf denen keine Ver-



schlussbänder für den Brustpanzer ausgemacht werden können. Dies lässt sich teilweise auf mangelnde Detailgenauigkeit zurückführen. Manchmal sind jedoch trotzdem die Bänder erkennbar, welche die Schultern auf der Brust halten. Möglicherweise gab es also auch Panzer, die auf dem Rücken verschlossen wurden. Die Nahtstelle des Panzers läge damit zwar an einer sicheren Stelle, der Träger benötigte in diesem Falle allerdings Unterstützung beim Anlegen der Rüstung.

Der nächste Aspekt, der sich in unterschiedlichen Formen auf Abbildungen finden lässt, ist die Verwendung von Metallverstärkungen. Auf etwa 20% aller erhaltenen Darstellungen sind Schuppen zu erkennen (ALDRETE, BARTELL, ALDRETE 2013, 38). Die Vielfalt dieser Applikationen reicht von gänzlich mit Metallplättchen bedeckten Rüstungen im Stil des Panzers von Golyamata Mogila oder des Mars von Todi, über um die Brust oder den Bauch laufende Bänder aus Schuppen bis hin zum Schuppenbesatz auf den Seiten der Panzerung. Bisher wurde dieser Faktor in unseren Versuchen nur am Rande beachtet. Dabei wurde deutlich, dass Schuppen nicht in gleicher Weise auf alle Materialien aufgebracht werden können. Vernähte bzw. versteppte Bereiche sind verhältnismäßig einfach mit Schuppen zu versehen, wengleich eine Panzerung mit voller Stärke von 15 bis 20 Lagen nur mit großem Kraftaufwand mit einer Nadel durchstoßen werden kann. Es ist fraglich, ob die antiken Werkzeuge in gleicher Weise dazu in der Lage gewesen wären. In den dünneren Bereichen einer Rüstung, die nach dem „überlappenden“ Schnittmuster erstellt wurde, – speziell an den Seiten – ist die Verarbeitung einfacher. Eine verleimte Leinenpanzerplatte voller Stärke mit einer Nadel zu durchstoßen, um sie mit Schuppen zu versehen, ist unmöglich. Hier ist es erforderlich, entweder mehrere dünne Panzerplatten zu verwenden und die Schuppen entspre-

chend auf die oberste Schicht aufzunähen, oder aber eine separate Schicht aus Stoff oder Leder als Unterlage für die Schuppen zu verwenden und sie anschließend auf den Panzer zu leimen oder anderweitig zu befestigen. Eine fertige Rüstung kann somit nicht ohne Weiteres nachträglich durch Schuppen nachgerüstet werden, sondern deren Applikation muss in den Konstruktionsprozess eingeplant werden.

Im letzten Abschnitt sollen die Proportionen des Panzers, insbesondere sein unterer Rand sowie die Länge der Pteryges diskutiert werden. Wie bei der Besprechung von Varianten in der Konstruktion einzelner Elemente der Rüstung und möglicher Materialien muss auch hier darauf hingewiesen werden, dass es keinesfalls einen allgemeingültigen Standard für Typ-IV-Rüstungen gab. Der absolut überwiegende Teil der erhaltenen Panzer weist folgende zwei Attribute auf: Erstens scheinen die Brustpanzer sehr eng anliegend geschnitten gewesen zu sein und zweitens etwa auf Höhe der Taille geendet zu haben. Der entsprechende Schnitt lässt sich dadurch erreichen, dass der Brustpanzer an der Oberkante in seiner Weite dem Brustumfang und an der Unterkante dem Taillenumfang entspricht. Die Form des Panzers in geschlossenem Zustand würde dann eher einem Kegelstumpf anstelle eines Zylinders entsprechen. In der einteiligen Bauweise ist diese Form vergleichsweise schwer zu reproduzieren. In der mehrteiligen Bauweise, wie etwa nach dem Vorbild eines der Panzer von Vergina, ist die Form hingegen deutlich einfacher reproduzierbar. Anstelle rechteckiger können trapezförmige Platten miteinander verbunden werden. Eine solche Trapezform lässt sich sowohl auf einigen Vasenabbildungen finden, beispielsweise einer Abbildung des Achilles (Abb. 15), als auch bei der Brustplatte des Vergina-Panzers erkennen (Abb. 2). Die eng anliegende Form gibt

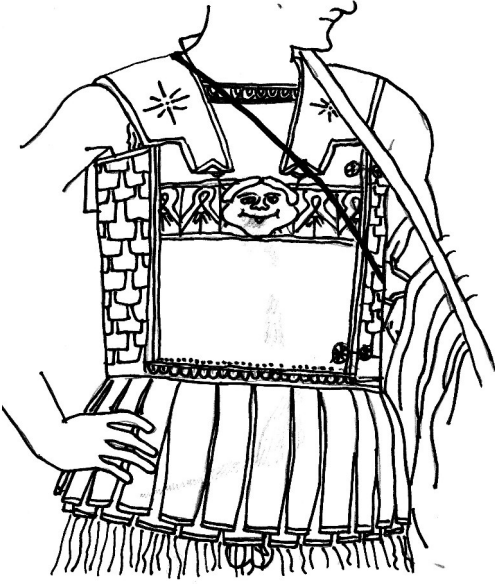


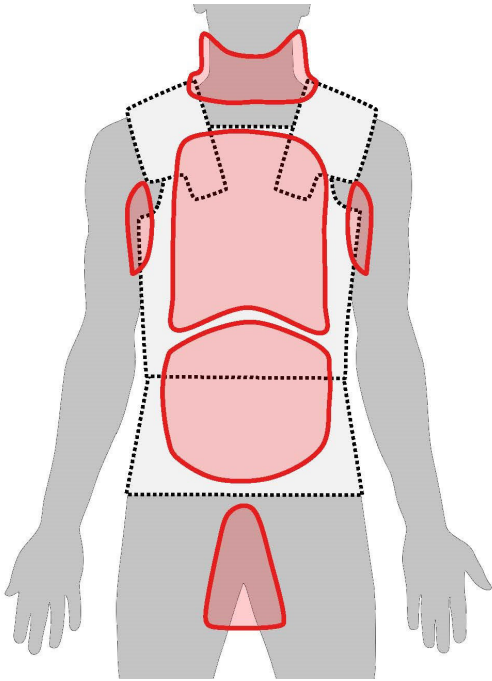
Abb. 15: In den Korpus der Rüstung hineingeschnitten erscheinende Pteryges. Nach einer Amphore aus Athen, 5. Jh. v. Chr., gefunden in Capua, Italien. Museum Capua. – Pteryges cut directly into the body of the cuirass. Amphora from Athens, 5<sup>th</sup> century BCE, found in Capua, Italy. Museum Capua.

auch einen Hinweis auf die untere Länge der Rüstung. Bei einem schlanken oder trainierten Körperbau nimmt der Körperumfang von der Brust zur Taille ab, unterhalb der Taille jedoch wieder zu. Die trichterähnliche, körperbetonte Form muss also auf dieser Höhe enden oder, wie bei einigen hellenistischen Muskelpanzern, ab diesem Punkt wieder weiter werden. Eine solche Form lässt sich mit den von uns erprobten Materialien nur schwer umsetzen. Die Funktion des Unterleibschutzes wird im Grunde von den Pteryges übernommen.

Auf einigen Darstellungen offenbart der kurze Schnitt intime Einblicke auf die Genitalien. Frühere Rekonstruktionsversuche erklärten dies mit stilistischen Konventionen um das antike Ideal der heroischen

schen Nacktheit. Man argumentierte, der knappe Schnitt würde dem Bedürfnis des Trägers widersprechen, empfindliche Körperregionen im und unterhalb des Abdomens zu schützen (ALDRETE, BARTELL, ALDRETE 2013, 85). Allerdings ist dieser kurze Schnitt auch auf vielen Darstellungen zu finden, auf denen der Schambereich nicht wiedergegeben ist. Wie lässt sich also das offenbar fehlende Bedürfnis nach dem bestmöglichen Schutz für den unteren Abdomenbereich erklären? Entsprechend aktueller Grundsätze der taktischen Medizin finden sich einige Risikobereiche in dieser Körperregion (Abb. 16). Werden die dort verlaufenden Oberschenkelarterien durchtrennt, kann der Mensch innerhalb kürzester Zeit verbluten. Gleiches gilt für die Achselarterien und die Halsschlagadern. Bei Penetrationswunden im unteren Abdomen- sowie Beckenbereich und den daraus resultierenden inneren Verletzungen kann es zu tödlichen Einblutungen von mehreren Litern kommen. Die im Thoraxbereich befindlichen Organe, insbesondere Herz und Lunge, sind in jedem Fall vom Brustpanzer gut geschützt und im Bereich des Unterleibes bieten die Pteryges zumindest einen gewissen Schutz. Der Linothorax folgt somit dem natürlichen Schutzsystem des Körpers, da der Thoraxbereich durch Rippen, Muskeln und Fettgewebe verstärkt ist, die ein verhältnismäßig steifes System bilden. Entsprechend unbeweglich kann der Brustpanzer in dieser Zone sein. Der deutlich beweglichere Bereich um die Taille ist auch durch eine relativ starke Muskel- und Fettschicht geschützt. Dieser Bereich wird seiner Beweglichkeit entsprechend durch die flexiblen Pteryges abgedeckt. Achsel- und Oberschenkelarterie sowie die Halsschlagader liegen jedoch aus anatomischen Gründen nur unter einer dünnen Gewebeschicht. Eine Verlängerung des Panzers um die von Aldrete et al. vorgeschlagenen 5 bis 10 cm (ALDRETE, BAR-





*Abb. 16: Risikobereiche des menschlichen Körpers, in denen Verletzungen besonders schnell zum Tod führen können. – Critical areas of the human body, where injuries can quickly lead to death.*

TELL, ALDRETE 2013, 85) würde zwar einen größeren Bereich des Abdomens verdecken, andere Risikobereiche bleiben jedoch weiterhin exponiert. Ein enganliegender Schnitt wäre bei einer solchen Verlängerung nicht mehr möglich. Die Rüstung müsste weiter geschnitten sein, um bei einem festen Material die Bewegungsfreiheit der Taille weiterhin zu gewährleisten und dem Träger weiterhin zu ermöglichen, sich zu bücken, zu setzen, aufzustehen oder dynamische Kampfaktionen durchzuführen. Unsere Trageversuche machten deutlich, dass eine Verlängerung der Pteryges aus versteiftem Material über die Leistengegend hinaus den Tragekomfort und die Bewegungsfreiheit merklich einschränken. Wird der Oberkörper nach vorne oder zu den Seiten gebeugt, können die Pteryges sich an den Oberschenkeln verhaken. Auch wird

dem Träger das Reiten erschwert. Es kommt zum Konflikt zwischen Beweglichkeit und Schutzwirkung. Man muss sich bewusst machen, dass ein Träger dieses Panzertyps seine Rüstung während eines Feldzuges oft den ganzen Tag trug, auch wenn es gar nicht zu Kampfhandlungen kam. Vermeintlich nebensächliche „Komfortfragen“ sind vor diesem Hintergrund keineswegs zu unterschätzen. Es ist angesichts des häufigen und dauerhaften Tragens der Rüstung anzunehmen, dass die Krieger eine Konstruktionsweise ablehnten, die ihnen alltägliche Bewegungen wie das Sitzen erschwert oder unmöglich machten. Zudem erhöht jede Einschränkung der Bewegungsfreiheit und damit der Fähigkeit, die Offensiv- und Defensivbewaffnung einzusetzen, die Gefährdung des Trägers während des intensiven Nahkampfes. Vergleiche mit anderen historischen und modernen Körperpanzern zeigen, dass auch in anderen Epochen die Entscheidungen zugunsten der Bewegungsfreiheit und gegen erhöhte Schutzwirkung ausfielen. So laufen auch hoch- und spätmittelalterliche europäische Brustpanzer auf Höhe der Taille enger zu, während flexiblere Rüstungselemente den Abdomenbereich abdeckten und damit die Rolle der Pteryges übernahmen. Diese Kürasse wurden zwar häufig mit weiteren Schutzelementen, wie beispielsweise Kettengeflecht oder Beintaschen kombiniert, allerdings gibt es auch eine Vielzahl von Abbildungen, welche insbesondere Infanteristen zeigen, die nur einen Brustpanzer tragen. Diese kurze und auf den Schutz des Brustkorbes fokussierte Konstruktionsweise ist auch bei modernen Schutzwesten zu finden. Im Bewusstsein hoher Verluste durch Granatsplitter führten viele Armeen ab den 1960er Jahren Splitterschutzwesten ein, welche in den 1980er und 1990er Jahren zu vollwertigen ballistischen Schutzwesten weiterentwickelt wurden. Während deren feste Keramikplatten et-



*Abb. 17: Gegenüberstellung des Leinenpanzers nach überlappendem Schnittmuster mit einer modernen beschusshemmenden Weste. – Comparison between the linen cuirass in the style with an overlapping sewing pattern and a modern bulletproof vest.*

wa vom Schlüsselbein bis zum Bauchnabel reichen, erstrecken sich die weichballistischen Elemente in der Regel bis zu den Hüften. Es wurden Komfort und Be-

wegungsfreiheit bei erhöhtem Schutz deutlich eingeschränkt. Vor dem Hintergrund der militärischen Erfahrungen des 21. Jahrhunderts ist in den letzten Jahren

daher ein neuer Trend zu kürzeren Schutzwesten erkennbar. Moderne „Plattenträger“ bestehen nur noch aus Schutzelementen, welche den vorderen Thoraxbereich vom Schlüsselbein bis zur Taille und die gegenüberliegenden Rückenpartien abdecken. An den Seiten können diese zusätzlich durch verschiedene ballistische Schutzpakete ergänzt werden. Analog zu den archaischen, „Mitra“ genannten Abdominalplatten, die am unteren Rand des Glockenpanzers befestigt wurden, oder eben den Pteryges, kann optional ein Tiefenschutz angebracht werden. Ein Vergleich unseres Schnittmusters mit einer modernen Schutzweste offenbarte dabei überraschende Parallelen (Abb. 17). Übereinandergelegt waren beide auf den Träger zugeschnittenen Rüstungen beinahe zentimetergenau gleich dimensioniert. Bedrohungsszenarien und Kontext haben sich in über 2.000 Jahren zwar grundlegend verändert, der Vergleich macht dennoch deutlich, dass auch heute noch immer bzw. wieder die vermeintlich vordergründige Schutzwirkung mit dem Bedürfnis nach Komfort und Bewegungsfreiheit abgewogen wird.

Die Krieger waren natürlich noch durch weitere Ausrüstungsgegenstände neben dem Panzer geschützt. Der wichtigste bisher ausgelassene Faktor ist der Schild. Dieser verdeckte nahezu alle zuvor genannten kritischen Körperpartien im Bereich der Oberschenkel, der Achseln sowie zum Teil auch des Halses, die von der Rüstung nicht geschützt wurden. Allerdings war nicht jeder Träger eines Typ-IV-Panzers mit der großen Aspis bewaffnet. Insbesondere innerhalb der makedonischen Sarissenphalanx waren die Schilde teils deutlich kleiner, ohne dass auf zeitgenössischen Abbildungen ein veränderter Schnitt des Linothorax zu beobachten wäre. Auch für Reiter, die nur einen kleinen oder gar keinen Schild führten, war die Rüstung das entscheidende Ausrüstungsstück. Zwei weitere Schutz-

elemente sind zu nennen, die den kritischen Halsbereich schützen konnten. Am wichtigsten waren hier die Helme, deren starre oder bewegliche Wangenklappen in vielen Fällen über das Kinn hinausreichten und somit einen zusätzlichen Schutz für den Hals boten. Diese lange Dimensionierung, insbesondere bei manchen korinthischen Helmen und phrygischen Helmen mit Masken, konnte wiederum die Bewegungsfreiheit des Kopfes allzu stark einschränken. In der späteren Klassik und dem Hellenismus waren demnach eher Helme mit weniger tief ausladendem oder gänzlich fehlendem Gesichtsschutz verbreitet, wodurch sich dieses Problem nicht ergab. Dann wäre noch das zweite Schutzelement der Halsberge zu nennen, das im Vergleich zum Helm deutlich seltener gefunden wurde, aber immerhin so bekannt war, dass es von Xenophon ausdrücklich als Ausrüstungsgegenstand hervorgehoben wurde (Xenophon, Über die Reitkunst 143f.). Das Tragen eines kompakten Helmes und einer Halsberge stellte vermutlich die optimale Kombination aus Schutzwirkung und Bewegungsfreiheit dar.

Zusammengefasst zeigt sich, dass die wenigen bisher durchgeführten praktischen Versuche zur Rekonstruktion des Leinenpanzers in zu engen Grenzen durchgeführt wurden. Auch die Originalfunde von artverwandten Rüstungen aus flexiblem Material oder nach Vorbild eines Leinenpanzers führen die Vielfalt der Defensivwaffen vor Augen. Es wurde klar, dass die von Aldrete, Bartell, Aldrete favorisierte Technik keinesfalls die einzige oder auch nur beste Variante ist. Statt des Bestreichens und Aufeinanderklebens der einzelnen Lagen ist es deutlich effektiver, die Leinenstofflagen in den Leim einzutauen, den gesamten Korpus mit einem Mal zu verleimen und dann mit großzügiger Luftzufuhr zu trocknen. Mittels eines abgewandelten Schnittmusters konnten wir den Verschnitt, der bei der Verwen-



dung der üblichen Vorlage entsteht, gänzlich verhindern und den Materialbedarf noch weiter reduzieren bei gleichzeitigem Verstärken der besonders exponierten Brustregion. Hierfür nutzten wir auch Stärkeleim, der bei ausreichend hoher Konzentration von Stärke sehr gute Eigenschaften zeigte und flexibler ist als der sonst genutzte Hasenleim. Wir experimentierten weiterhin mit der Methode, mehrere dünne Panzerplatten aufeinander zu nähen, wodurch die entstehende dicke Platte noch mehr positive Eigenschaften aufwies. Neben nochmals erhöhter Flexibilität und leichterer Reparatur, da bei Beschädigungen nur die oberen Platten getauscht werden müssen, könnte die Federung der Oberfläche auch die Schutzwirkung gegen Waffeneinwirkung erhöhen. Um dies zu untersuchen, müssten Tests mit Reproduktionen antiker Angriffswaffen durchgeführt werden. Die Trageversuche zeigten uns zudem, dass die auf den zeitgenössischen Abbildungen recht kurz erscheinenden Panzer vermutlich auch in der Realität auf diese Weise konstruiert waren, wodurch die Pteryges eher zum Schutz des Abdomens und nicht der Oberschenkel dienten. Länger geschnittene Brustpanzer schränken die Beweglichkeit unverhältnismäßig stark ein, weshalb auch Rüstungen aus späterer Zeit, inklusive heutiger beschusshemmender Westen, in entsprechender Weise geschnitten waren bzw. sind. Die Experimente haben somit vor allem deutlich gemacht, dass die vielfältigen Varianten der flexiblen Panzer vom Typ IV (nach JARVA 1995) auf unterschiedlichste Weise konstruiert sein konnten und sicherlich auch waren. Der Versuch, eine Standardbauweise zu rekonstruieren, ist daher wahrscheinlich von vornherein zum Scheitern verurteilt.

## Literatur

- AGRE, D. 2011:** The tumulus of Golyamata Mogila near the villages of Malomirovo and Zlatinitsa. Sofia 2011.
- ALDRETE, G., BARTELL, S., ALDRETE, A. 2011:** The UWGB Linothorax Project: Reconstructing and Testing Ancient Linen Body Armor. *Experimentelle Archäologie in Europa* 10, 2011, 88-95.
- ALDRETE, G., BARTELL, S., ALDRETE, A. 2013:** Reconstructing Ancient Linen Body Armor. *Unraveling the Linothorax Mystery*. Baltimore 2013.
- ANDERSON, J. 1970:** *Military Theory and Practice in the Age of Xenophon*. Berkeley 1970.
- BARDUNIAS, P., RAY, F. 2016:** *Hoplites at War. A Comprehensive Analysis of Heavy Infantry Combat in the Greek World, 750-100 BCE*. Jefferson 2016.
- CONNOLLY, P. 1977:** *The Greek Armies*. London 1977.
- CONNOLLY, P. 1998:** *Greece and Rome at war*. Barnsley 1998.
- FAKLARIS, P. 1994:** The arms. In: S. Drougou, Chr. Saatsoglou-Paliadeli, P. Faklaris et al. (Hrsg.), *Vergina. The Great Tumulus. Archaeological Guide*. Thessaloniki 1994, 105-113.
- GLEBA, M. 2012:** Linen-clad Etruscan Warriors. In: M. Nosch (Hrsg.), *Wearing the Cloak. Dressing the Soldier in Roman Times*. Oxford 2012, 45–55.
- GRANGER TAYLOR, H. 2012:** Fragments of Linen from Masada, Israel – the Remnants of Pteryges? – and Related Finds in Weft- and Warp-twining including several Slings. In: M. Nosch (Hrsg.), *Wearing the Cloak. Dressing the Soldier in Roman Times*. *Ancient Textiles Series* 10. Oxford 2012
- HAGEMANN, A. 1919:** *Griechische Panzerung. Eine entwicklungsgeschichtliche Studie zur antiken Bewaffnung. Teil I: Der Metallharnisch*. Leipzig, Berlin 1919.
- HELBIG, W. 1874:** *Oggetti Trovati nella Tomba Cornetana detta del Guerriero*.

Annali dell' Instituto di Corrispondenza Archeologica 46, 1874, 249-266.

**JARVA, E. 1995:** Archaeologia. on Archaic Greek Body Armour. Rovaniemi, Finland: Pohjois-Suomen Historiallinen Yhdistys. Studia Archaeologica Septentrionalia 3, 1995.

**LAUBE, I. 2006:** Thorakophoroi. Gestalt und Semantik des Brustpanzers in der Darstellung des 4. bis 1. Jhs. v. Chr. Rahden 2006.

**MANNING, S. 2021:** The History of the Idea of Glued Linen Armour. Mouseion 17 Nr. 3. Im Druck.

**MATTHEW, C. 2012:** A Storm of Spears. Understanding the Greek Hoplite at War. Philadelphia 2012.

**OGENOVA-MARINOVA, L. 2000:** L'Armure des Thraces. Archaeologia Bulgarica 3, 2000, 11-24.

**SCHWARTZ, A. 2009:** Reinstating the Hoplite. Arms, Armour and Phalanx Fighting in Archaic and Classical Greece. Stuttgart 2009.

**SNODGRASS, A. 1999:** Arms and Armor of the Greeks. Rev. ed. Baltimore 1999.

**SPANTIDAKI, S. 2016:** Textile Production in Classical Athens. Ancient Textiles Series 27. Oxford 2016.

**STAUFFER, A. 2013:** Textil. In: A. Babbi, U. Peltz (Hrsg.), Das Kriegergrab von Tarquinia. Eliteidentität, Machtkonzentration und dynamische Netzwerke im späten 8. Jh. v. Chr. Mainz 2013, 157-164.

**STUDNICZKA, F. 1887:** Zur Herkunft der Mykenischen Kultur. Mittheilungen des Kaiserlich Deutschen Archaeologischen Instituts. Athenische Abteilung 12, 1887, 8-24.

**TSIMPIDAS-AVLONITI, M. 2011:** Άγιος Αθανάσιος, Μακεδονικός τάφος III: Ο σπλισμός του ευγενούς νεκρού. In: NAMATA: Τιμητικός Τόμος για τον Καθηγητή Δ. Παντερμαλή. Thessaloniki 2011, 351-63.

Abbildungsnachweis

Abb. 1-2, 15: Umzeichnung M. Zerjadtke

Abb. 3: Gedruckt mit freundlicher Genehmigung von M. Tsimpidas-Avloniti

Abb. 4: Gedruckt mit freundlicher Genehmigung von D. Agre

Abb. 5: Gedruckt mit freundlicher Genehmigung von L. Vagalinski

Abb. 6-8, 11-12, 17: Foto M. Zerjadtke

Abb. 9-10, 16: Grafik M. Zerjadtke

Abb. 13: Herstellung und Foto: T. Kasperidus

Abb. 14: Umzeichnung: T. Kasperidus

Autoren

Till Kasperidus

Kolpingstraße 5

59368 Werne an der Lippe

Deutschland

till@kasperidus.de

Michael Zerjadtke

Professur für Alte Geschichte

Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

Holstenhofweg 85

22043 Hamburg

Deutschland

michael.zerjadtke@hsu-hh.de