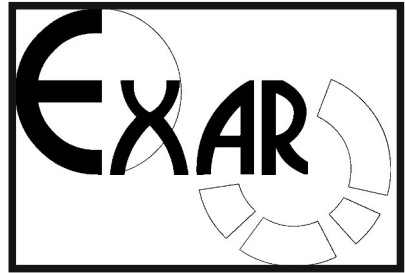


EXPERIMENTELLE ARCHÄOLOGIE IN EUROPA
Jahrbuch 2023
Heft 22

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 2023

Unteruhldingen 2023

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: L. Kaluza, Th. Lessig-Weller, W. Lobisser

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 978-3-944255-21-7

© 2023 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

Jasmin Kaiser, Maddalena Sartori, Christoph Herbig

Backen für die Ewigkeit – Experimente zu den früheisenzeitlichen
Brötchen vom Gräberfeld Niederkaina im Archäotechnischen
Zentrum Welzow

11

Michael Zerjadtko, Jan Trosien

Anforderungen an und Leistungsfähigkeit von Leinenpanzern.
Bisherige und zukünftige Versuche des Hamburger Linothorax-
Projektes

29

Sabine Klein, Hannah Zietsch, Jan Sessing

A Karelian potter`s technique for black lustrous pottery: experiment
and identification

45

Gerd Stegmaier

Experimente zur forensischen Archäoentomologie. Interdisziplinäre
Untersuchung an der Schnittstelle von Rechtsmedizin, Archäologie
und wissenschaftlicher Didaktik

61

Rekonstruierende Archäologie

Wolfgang F. A. Lobisser, Wolfgang Neubauer

Kreisgraben reloaded. Mittelneolithische Architekturmodelle einer
Kreisgrabenanlage mit vier Gebäuden am Heldenberg in
Niederösterreich nach 18 Jahren Standzeit: Aufbau –
Erosionserscheinungen – Sanierungsansätze

77

Hannes Lehar

Auch ein rekonstruiertes Bauwerk wird älter – eine Renovierung hat
manchmal ihre Tücken

103

Vermittlung und Theorie

Gunter Schöbel

„Uhldi“ – 25 Jahre mediale und analoge Wissensvermittlung im Freilichtmuseum Unteruhldingen 119

Fatima Wollgast

ARCHÄOTECHNICA. Living History und Reenactment im Veranstaltungsgewand oder: ein Praxisbeispiel aus dem Archäologischen Landesmuseum Brandenburg. 133

Thomas Lessig-Weller

Vom Erz zum Schwert – Eine neue Präsentationseinheit zur eisenzeitlichen Gewinnung und Verarbeitung von Eisen in der Keltenwelt am Glauberg, Hessen 141

Helga Rösel-Mautendorfer

Die Darstellung der Kleidung der Kelten und Gallier in Kostümwerken des 18. bis 21. Jahrhunderts 159

Ulrike Weller

20 Jahre EXAR. Die Entwicklung der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie e. V. 171

Nachruf, Jahresbericht, Autorenrichtlinien

Gunter Schöbel

Nachruf Jürgen Weiner 185

Ulrike Weller

Vereinsbericht der Europäischen Vereinigung zur Förderung der Experimentellen Archäologie (EXAR) für das Jahr 2022 189

Autorenrichtlinien „Experimentelle Archäologie in Europa“ 193

Vorwort

Die 19. Jahrestagung führte die EXAR vom 29. Dezember bis 2. Oktober 2022 in das Archäologische Landesmuseum in Brandenburg an der Havel. Es war nach den Pandemie Jahren der erste Kongress ohne Einschränkungen. Über 90 Anmeldungen zeigten das weiterhin große Interesse am persönlichen und fachlichen Austausch. Unser Dank gilt dem Landesarchäologen Prof. Dr. Franz Schopper und dem Team um Fatima Wollgast M.A für die großartige Unterstützung und Gastfreundschaft.

Die in diesem Band abgedruckten Vorträge stellen eine Auswahl der Themen aus den Bereichen Experiment und Versuch, Rekonstruierende Archäologie sowie Vermittlung und Theorie dar.

So inspirierten Grabbeigaben aus Niederkaina zu Backversuchen bronzezeitlicher Brötchen, ebenso wie die Durchschlagkraft von Eisenspitzen durch Leinenpanzer getestet wurde. Interpretationen zur Schwarzfärbung von Keramik stützten sich auf die Dokumentation der Versuchsergebnisse mit dem Rasterelektronenmikroskop. Auch die Voraussetzungen für die Ermittlung der Verwesungsgeschwindigkeit von Körpern nach einer Bestattung wurden vorgestellt.

Bei der Rekonstruierenden Archäologie standen Langzeitbeobachtungen von Haus- und Steinbauten in Freilichtmuseen im Fokus. Wie geht man mit Alterungsprozessen vor längerer Zeit rekonstruierter Bauwerke um? Ist es möglich, zukünftig dauerhafter unter stärkerem Bezug auf die Originale im Museum zu bauen?

Das Kapitel Vermittlung und Theorie zeigt gelungene Veranstaltungen und pädagogische Projekte, die gegenüber einer breiten Öffentlichkeit der Information dienen und mehr Akzeptanz erzeugen sollen, auch wenn hier manchmal Kompromisse zugunsten der Verständlichkeit und bei der Wissenschaftstreue gemacht werden müssen. Die Verfahren befinden sich im kritischen Diskurs, verdienen aber wie jeder wissenschaftliche Versuch am Anfang eine Prüfung der Ergebnisse und eine Nachjustierung. Eine Verbesserung der Vermittlung bleibt das verpflichtende Ziel der Methode.

Die EXAR darf inzwischen auf 20 Jahre fruchtbare Arbeit im Dienst der Archäologie zurückblicken. Es hat sich viel getan. Nun richten wir den Blick auf kommende Jahre mit weiteren spannenden und für die Forschung wichtigen Experimenten und freuen uns auf Ihre Mitarbeit.

Viele Freude beim Lesen und dem Entwickeln neuer Versuche, die die Archäologie weiter in ihren Erkenntnissen voranbringen sollen.

Unteruhldingen im Juli 2023

Prof. Dr. Gunter Schöbel
1. Vorsitzender EXAR e.V.
Pfahlbaumuseum Unteruhldingen

Anforderungen an und Leistungsfähigkeit von Leinenpanzern Bisherige und zukünftige Versuche des Hamburger Linothorax-Projektes

Michael Zerjadtko, Jan Trosien

Summary – Requirements and Effectiveness of the Greek Linen Cuirass. Previous and Future Experiments of the Hamburg Linothorax Project. *In antiquity, Greek hoplites were threatened by different kinds of offensive weaponry. They could be wounded by the lances and swords of enemy hoplites or by arrows and other projectiles. While the former could often be parried effectively using the hoplite's shield, the latter were practically invisible and could hit any warrior unexpectedly. Therefore, a breastplate was required to protect them, especially against these kinds of weapons. Experiments carried out by Gregory Aldrete and his team demonstrated that the linen cuirass was able to reliably stop arrows. But during their tests, only a few authentic Greek arrows were used and furthermore, their experiments with close-combat weapons were insufficiently documented. Therefore, the Hamburg Linothorax project carried out additional experiments to test the protective effect of their own linen cuirass against arrowheads modelled after authentic antiques. They were thus able to confirm the effectiveness of the linen cuirass. Further tests utilizing a spearhead and a spear butt made clear that the protective effect against those weapons were limited. Both the spearhead and the spear butt were able to penetrate the armour plate. In the future, further experimentation on the protection offered by linen cuirasses against a wider array of antique ranged and close-combat weaponry will be conducted.*

Keywords: linothorax, hoplite, phalanx, panoplia, ballistics test, arrow, sauroter, antiquity, Greece, military history

Schlagworte: Linothorax, Hoplit, Phalanx, Panoplia, Beschusstest, Pfeil, Sauroter, Antike, Griechenland, Militärgeschichte

Bereits im vorletzten Jahrbuch zur Experimentellen Archäologie in Europa wurden das Hamburger Linothorax-Projekt und einige seiner Ergebnisse vorgestellt (ZERJADTKE, KASPERIDUS 2021, 27-47). Innerhalb des Projektes ist seitdem ein vollständiger Linothorax rekonstruiert worden, wobei die gewonnen Erkenntnisse sowie der gesamte Arbeitsprozess und

die zugrundeliegende Forschung auf der Website des Projektes dokumentiert und vorübergehend veröffentlicht ist (www.linothorax.de). Die aktuellen Bemühungen des Forschungsprojektes beziehen sich vor allem auf die Funktionalität des Linothorax als Körperpanzer unter Einwirkung der entsprechenden zeitgenössischen Bewaffnung. Hierbei ist zu beachten, dass

der Linothorax während der langen Dauer seiner Verwendung in Griechenland in seiner Materialität und Bauweise weitestgehend eine Kontinuität aufwies, obwohl die allgemeine Kriegsführung in dieser Zeit teilweise tiefgreifenden Veränderungen unterlag. Es soll deshalb als erstes dargelegt werden, welchen Belastungen der Linothorax in seiner Verwendung durch zeitgenössische Krieger ausgesetzt war, und welchen offensiven Waffen er jeweils widerstehen musste, um als eine effektive Körperpanzerung zu gelten. Hierdurch soll festgestellt werden, ob die offenbar geringen Veränderungen des Linothorax durch seine Effektivität und Eignung oder eher durch eventuelle technologische oder sozioökonomische Limitationen begründet ist. Falls schließlich bestimmt werden kann, dass der Linothorax als eine effektive Körperpanzerung im Kontext der jeweiligen offensiven Bewaffnungen angesehen werden kann, stellt dies die theoretische Grundlage für die Anforderungen an die im Rahmen des Hamburger Projektes angefertigte Rekonstruktion dar, die in entsprechenden Tests auf ihre Widerstandskraft gegen die Einwirkungen entsprechender Waffen geprüft werden kann. Die Ergebnisse dieser Versuche können dann im Weiteren die Rekonstruktion in ihrer Absicht, ihr historisches Vorbild abzubilden, bestätigen, wenn sie nämlich belegen, dass die Rekonstruktion den antiken Ansprüchen an den Linothorax gerecht wird. Erste sondierende Versuche wurden bereits durchgeführt und werden in der zweiten Hälfte des vorliegenden Beitrages vorgestellt.

Zeitgenössische Offensivbewaffnung

Der Kontext, in dem sich der Linothorax in Griechenland verbreitete, waren die militärischen Auseinandersetzungen zwischen den Poleis im Anschluss an die sogenannte Hoplitenreform in der Mitte des achten Jahrhunderts v. Chr. In dieser Zeit



Abb. 1: Hoplit in Panoplie mit Speer, Schwert, Hoplitenschild und Leinenpanzer. Die Göttin Nike reicht dem Hoplitenden für die frühe Klassik typischen korinthischen Helm. – Hoplite in panoplia with spear, sword, hoplite shield, and linen cuirass. The goddess Nike hands him a Corinthian helmet which was typical for the Early Classical period. Athens, Painter of the Louvre Symposium, ca. 450-440 BC, Cambridge, Fitzwilliam Museum GR.11.1917.

bedingten die sozioökonomischen Verhältnisse der Krieger sowie die hohe Effektivität des Kriegertypus des Hopliten in der Phalanxformation eine Form der Kriegsführung, für die eine recht homogene Bewaffnung der Krieger charakteristisch war. Die Ausrüstung eines typischen Hopliten, die Panoplie, umfasste dabei einen Brustpanzer – in der Klassik fast ausschließlich der Linothorax – einen Helm, einen großen Rundschild, einen Speer und ein Schwert (*Abb. 1*). Seltener war das Tragen von Arm- und Beinschienen. Die Speere dieser Krieger stellten

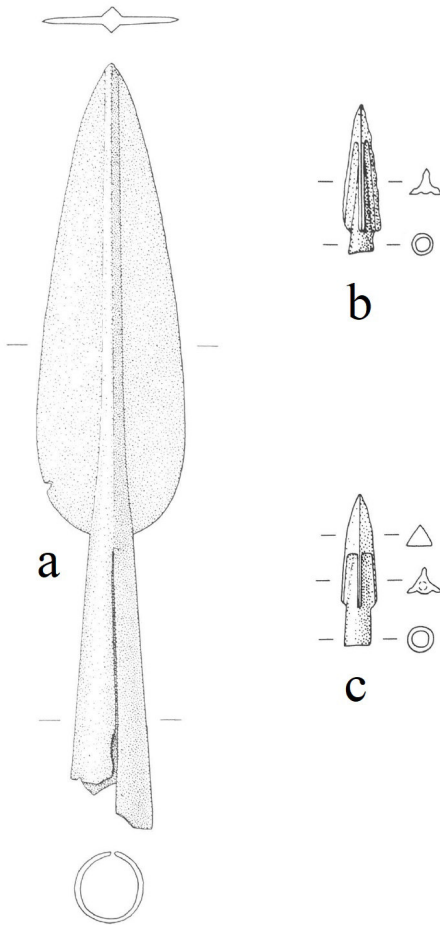


Abb. 2: Einige zeitgenössische Angriffswaffen. Nr. a: eine bronzene Speerspitze aus Olympia mit einer Länge von 21,5 cm und einem Gewicht von 110 g. Die geschlitzte Tülle wurde vermutlich auf dem Speerschaft festgeschlagen. Nr. b und c: bronzene Pfeilspitzen aus Olympia mit unterschiedlichen Formen, Länge: je 3,2 cm. – Some contemporary assault weapons. No. a: a bronze spearhead from Olympia with a length of 21,5 cm and weight of 110 g. The slotted socket would have been fastened on the spear-shaft by hammering it tight. No. b and c: bronze arrowheads from Olympia in different shapes, length: 3,2 cm each.

ihre primäre Bewaffnung dar und können als simple, wenn auch sehr effektive Waffen angesehen werden. Der typische Speer eines Hoplitens kann mit einer Länge von um die 250 cm angegeben werden, wobei an einem Ende eine Lanzenspitze und am anderen Ende ein Sauroter (Lanzenschuh) angebracht waren, die beide üblicherweise aus Bronze gefertigt wurden (MATTHEW 2012, 1-15). Exemplare aus Eisen sind allerdings ebenfalls in nicht unerheblicher Menge bekannt. Ein weitverbreiteter Typ war die sogenannte J-Speerspitze, welche blattförmig mit einer Länge von bis zu 280 mm und einer Breite von bis zu 30 mm üblicherweise auf ein Gewicht um 150 g kam und durch zahlreiche Funden in Olympia belegt ist (Abb. 2) (MATTHEW 2012, 3; BAITINGER 2001, 33-48; 142-189). Der Sauroter wiederum war üblicherweise doppelt so schwer wie die zugehörige Speerspitze und scheint hauptsächlich der Verschiebung des Schwerpunktes des Speeres nach hinten und somit der Erweiterung der Reichweite des Kriegers gedient zu haben. Auffällig ist allerdings die hohe Anzahl von pyramidalen und spitzen Sauroteren, die auf eine aktive Verwendung zur Verwundung des Gegners hindeuten. Eventuell wurde der Sauroter in einer ähnlichen Form wie der Lanzenschuh an Piken zur Tötung verwundeter Feinde beim Vorrücken der Formation verwendet (SNODGRASS 1984, 104).

Schwerter stellten den uneinheitlichsten Teil der Panoplie dar und gehörten meist zu einem von zwei Typen. Zum einen wurden seit dem achten Jahrhundert v. Chr. der Xiphos verwendet – ein doppelschneidiges, blattförmiges Eisenschwert, das bei einer Länge von 60 cm eine effektive Hieb- und vor allem Stichwaffe war. Zum anderen fand in klassischer Zeit (ca. 500-323 v. Chr.) auch die Kopis unter Hoplitens Verwendung. Die Kopis war eine kopflastige und nach vorne gebogene

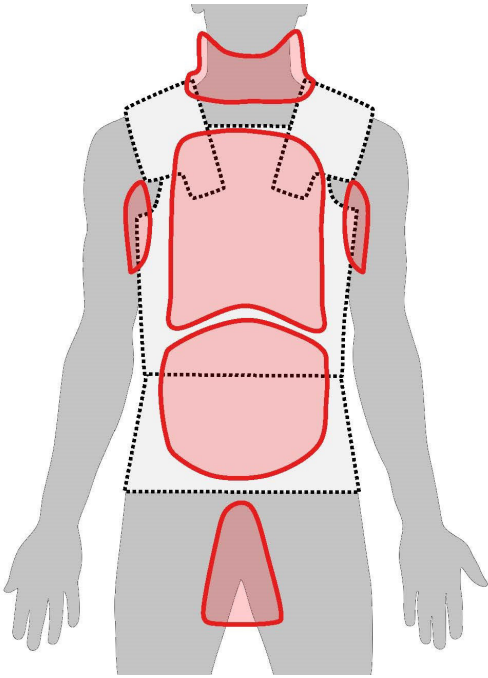


Abb. 3: Risikobereiche des menschlichen Körpers, in denen Verletzungen besonders schnell zum Tod führen können. – Critical areas of the human body, where injuries can quickly lead to death.

Hieb- und Stichwaffe mit einseitiger Schärfform, die vermutlich ursprünglich für den Einsatz durch Reiter konzipiert wurde und eventuell einen Import nach Griechenland darstellte (SCHWARTZ 2009, 85-86). Im Folgenden wird deutlich, warum die Schwerter einen geringeren Stellenwert für die als Hopliten ausgerüsteten Krieger hatten.

Belastungen im Nahkampf

Der Linothorax war diesen beiden Waffentypen überraschend wenig direkt ausgesetzt, wenn der übliche Ablauf einer Feldschlacht zwischen Heeren aus Hoplitern bedacht wird. Krieger mit dieser Ausrüstung kämpften in der Schlacht fast ausschließlich in der Phalanxformation, bei der die Schilde der Krieger in der vordersten Reihe sich überlappten und so



Abb. 4: Friesszene am Nereidenmonument aus Xanthos in Lykien, heute im British Museum. Zwei Hopliten stehen im Kampf Schild an Schild, ihr Oberkörper wird gänzlich vor Treffern abgeschirmt. – Frieze scene on the Nereid Monument from Xanthos in Lycia, today in the British Museum. Two Hoplites are standing shield to shield while fighting. Their upper body is fully guarded from hits.

einen guten Schutz bildeten. Da die Schilde der Hopliten einen Durchmesser von bis zu 100 cm aufwiesen und bei den Trägern auf der Schulter aufsetzten, war in der Phalanx ein Großteil der kritischen Trefferzonen des Kriegers sowie auch der Linothorax durch den Schild abgedeckt (Abb. 3). Die in der klassischen Zeit typischen korinthischen Helme mit langen Wangenplatten schützten den Hals des Trägers, der als einzige kritische Zone nicht durch den Schild abgedeckt wurde (Abb. 4). Der Linothorax fungiert somit innerhalb des Kampfes in der Phalanx als Rücksicherung gegen Treffer auf den Oberkörper, für die das Risiko im regulären Schlachtverlauf nur sehr gering gewesen sein kann.

In der Hoplitenschlacht kam es, wenn die Schlachtreihen in der Phalanxformation aufeinandertrafen, zu einem Nahkampf, den die Quellen als *othismos* bezeichnen – frei übersetzt „das Schieben“. Die genauen Vorgänge eines solchen Nah-

kampfes sind durch die Forschung noch nicht gänzlich erschlossen und werden aller Wahrscheinlichkeit nach nicht einheitlich verlaufen sein. Es ist naheliegend, dass die Krieger innerhalb der Reichweite ihrer Speere versuchten, die Feinde vor sich zu verwunden oder zumindest ihre Moral zu brechen und sie zum Rückzug zu zwingen. Dabei scheinen auch in einigen Fällen die Schlachtreihen direkt miteinander kollidiert zu haben, sodass die Krieger der vordersten Schlachtreihe sich Schild an Schild gegenüberstanden und physisch gegeneinander schoben (MATTHEW 2012, 205-237; SCHWARTZ 2009, 183-200). Treffer auf die durch den Linothorax geschützten Körperteile waren in dieser Schlachtabfolge nur durch zufälliges Passieren der dichten Schildwand oder im Falle einer sich im Zusammenbruch begriffenen Phalanx zu erwarten.

Der Zusammenbruch der feindlichen Phalanx konnte meist schon durch die Flucht oder den Tod weniger feindlicher Krieger herbeigeführt werden. Dies bedeutete für die Hopliten unweigerlich den Sieg, da ihre Feinde ohne den Schutz ihrer Nebenkämpfer nicht gegen eine intakte Phalanx bestehen konnten. Das Ende der Schlacht und der Beginn der Flucht bargen für die unterlegenen Krieger die wohl größte Gefahr, wobei sich die Dauer, für die sie dieser Gefahr ausgesetzt waren, aus der Zeit ergab, die ihre Phalanx zur Zerstreuung brauchte. Bei einer verhältnismäßig reibungslosen Flucht konnten die Hopliten durch das, zwar mit Schande verbundene aber rettende, Ablegen ihrer Schilde und Speere sich schnell dem Zugriff ihrer Feinde entziehen. Sollte es aber zu einer Panik innerhalb der unterlegenen Formation kommen und sich der Rückzug dadurch verzögern, stellte dies oft die verlustreichste Phase der Schlacht dar (FRANZ 2002, 237-239; SCHWARTZ 2009, 214-215; BARDUNIAS, RAY 2016, 138-139). Entsprechend ist es nicht ver-

wunderlich, dass auf den Abbildungen Nackenschilde und Rückenplatten am Linothorax zu finden sind.

Die Form des Kampfes in der Phalanx blieb als grundlegender Einsatz der griechischen Infanteristen zumindest für den Nahkampf überraschend stetig erhalten, da Hopliten in der klassischen Form bis zu den Hypaspisten in den Armeen Philipps II. und Alexanders des Großen erhalten blieben. Zur Zeit der makedonischen Eroberungen spielten sie freilich nur noch eine untergeordnete Rolle, da die makedonische Phalanx sich nicht aus Hopliten, sondern aus Pezhetairoi zusammensetzte. Diese Krieger kombinierten den Linothorax mit wesentlich kleineren Schilden und Helmen, die ein größeres Sichtfeld boten, als die im klassischen Griechenland typischen korinthischen (MATTHEW 2015, 93-132). Doch die Tatsache, dass diese Krieger anstelle des Hoplitenspeeres eine bis zu sieben Meter lange Lanze, die Sarissa, trugen und sich ihre Formation trotz der kleineren Schilde wie eine Phalanx durch gegenseitigen Schutz auszeichnete, führt dazu, dass auch diese Krieger unter normalen Umständen im Nahkampf keine direkten Treffer auf ihren Linothorax zu befürchten hatten (MATTHEW 2015, 47-92).

Bedrohungen durch Fernkampfwaffen

Die häufigere Gefahr für den antiken griechischen und makedonischen Infanteristen kam in der Form von anderen Kriegertypen, die sich entweder auf den Fernkampf oder das Ausmanövrieren der feindlichen Truppen spezialisierten. In dieser Hinsicht muss festgehalten werden, dass bereits die Vorgänger der griechischen Hopliten in den homerischen Epen auf Schlachtfeldern mit Streitwagen, Kavallerie und Fernkämpfern aller Art kämpften (FRANZ 2002, 24-26; 64-66; 69). Die in ihrer Bewaffnung erst deutlich ho-

mogeneren Hopliten-Heere der Klassik wurden spätestens im Peloponnesischen Krieg regelmäßig durch Krieger mit leichter Ausrüstung unterstützt (EVERSON 2004, 167-169). Krieger mit solcher Ausrüstung stellten in erster Linie aufgrund der geringen Mobilität von Hopliten in der Phalanxformation eine ernstzunehmende Gefahr für diese dar. Die am weitesten verbreitete Fernkampfwaffe auf den Schlachtfeldern des antiken Griechenlands war der Wurfspeer, der in klassischer und hellenistischer Zeit von dezidierten leichten Infanteristen geführt wurde und der in der Frühzeit der Hoplitenentwicklung auch zur Panoplie gehört hatte (WRIGHTSON 2019, 19-20; FRANZ 2002 142-146). Die uneinheitlich langen Wurfspeere hatten oft eine Spitze nach einer von zwei üblichen Bauarten. Die Spitzen waren entweder blattförmig mit an der Tülle breiter und sich stark verjüngender Mittelrippe oder schmal mit Mittelrippen in gleicher Stärke und Ausprägung wie das Blatt der Spitze, wodurch am Ansatz eine quadratische Grundform entstand. Die Länge der Spitze überschritt selten 20 cm und das Gewicht betrug oft unter 80 g (BAITINGER 2001, 35). Die Natur dieser Waffe mit ihrer limitierten Reichweite brachte es mit sich, dass sich Hopliten mit ihren Schilden oft gut vor den leicht sichtbaren Geschossen schützen konnten oder eigene leichte Truppen gegen die Speerwerfer eingesetzt werden konnten, um sie von den Infanteristen fernzuhalten. Somit werden sie üblicherweise keine außergewöhnliche Gefahr für Hopliten dargestellt haben.

Eine weitere Form der Fernkampfwaffe aus der für den Linothorax relevanten Zeit stellten Schleudergeschosse aus Stein oder Blei dar. Diese wurden zumeist durch Schleuderschlingen von Hand abgefeuert und sind nur geringfügig durch literarische Quellen für das klassische Griechenland belegt (Abb. 5) (WRIGHTSON



Abb. 5: Griechischer Schleuderer mit Hut und kleinem Schild. Der dargestellte Krieger trägt nur ein Chiton aus Stoff. In der Schlacht zeichneten sich Schleuderer sowohl durch ihre hohe Beweglichkeit als auch durch ihre hohe Reichweite aus. – Greek slinger with a hat and a small shield. The depicted warrior wears only a chiton made from fabric. In battle slingers distinguished themselves for being highly mobile as well as having good range.

2019, 19). Schleuderbleie wogen meist zwischen 30 und 60 g und konnten von einem geübten Schützen mehrere hundert Meter weit geschleudert werden (BAITINGER 2001, 31-32). Das Erlernen des Schleuderns war vermutlich eine zeitintensive Tätigkeit, doch aufgrund der günstigen Munition und der Gefahr, die von einer hohen Anzahl an Schleuderern ausging, wurden in verzweifelten militärischen Situationen, wie bei der Verteidigung einer belagerten Stadt, vermutlich oft auch untrainierte Zivilisten als Schleuderer eingesetzt. Solche Schützen würden ihre Treffer eher zufällig erzielen und eine allgemeine und unberechenbare Gefahr mit nicht geringem Einfluss auf die Moral der Feinde darstellen. Aus späteren

Quellen ist die verheerende Wirkung von Schleuderbleien belegt, die diese vor allem bei Kopftreffern wie auch gegen ungeschützte Ziele hatten (Celsus, *De medicina* 7,5,4).

Deutlich gefährlicher waren Bogenschützen, deren Geschosse eine höhere Reichweite als die der zuvor Genannten hatten und die dabei leicht eine höhere Schussfrequenz erreichten. Der Bogenschütze bedurfte aufgrund der Anforderungen seiner Waffengattung einiges an Ausbildung, weshalb er bis in die Klassik eine Seltenheit in den meist aus Milizionären bestehenden Heeren der griechischen Poleis darstellte. Doch spätestens ab dem vierten Jahrhundert v. Chr. war diese Truppengattung ein fester Bestandteil auf Schlachtfeldern in Griechenland, wobei nicht selten Söldner mit dieser Bewaffnung eingesetzt wurden (WRIGHTSON 2019, 18; 133; FRANZ 2002, 290).

Somit lässt sich festhalten, dass der Hoplit mit Linothorax gegen die Nahkampfwaffen seiner Zeit meist ausreichend geschützt war und im regulären Verlauf der Schlacht nur selten von diesen Waffen in einer Weise bedroht wurde, in der er vom Linothorax geschützt werden musste. Die Fernkampfwaffen auf den Schlachtfeldern der Zeit stellten hingegen bisweilen aufgrund ihrer Reichweite und Unberechenbarkeit eine hohe Gefahr für die Krieger dar. Gegen eben diese Waffen kann der Linothorax einen effektiven Schutz geboten haben, da er zumindest einige der kritischen Trefferbereiche abschirmte und dabei dennoch die Beweglichkeit des Trägers nur geringfügig einschränkte. Es muss auch bedacht werden, dass sich selten eine griechische Streitmacht, die ausschließlich aus Infanteristen wie dem Hopliten bestand, gegen eine Streitmacht aus anderen Kriegertypen behaupten musste. In den üblichen Fällen musste ein Träger eines Linothorax somit nicht damit

rechnen, dass seine Formation ohne Gegenwehr unter Beschuss genommen werden konnte, da die eigene Streitmacht ebenfalls über Fernkämpfer oder auch Kavallerie verfügte. Die Abwägung von Schutz und Beweglichkeit, die bereits im letzten Beitrag unter dem Gesichtspunkt der Mobilität des einzelnen Kriegers in und außerhalb der Schlacht herausgestellt wurde (ZERJADTKE, KASPERIDUS 2021), erscheint somit unter Berücksichtigung der tatsächlichen Gefahrenlagen für den Krieger noch plausibler. Der geringere Schutz durch den relativ kurzen Linothorax wurde durch die weitere Ausrüstung, vor allem den Schild, sowie die Form des Kampfes kompensiert. Unter Berücksichtigung dieser Ergebnisse über die Anforderungen an den Linothorax in der Schlacht und die potentielle Bedrohung durch die dargelegten Waffen, muss im Zuge des Projektes die Rekonstruktion des Linothorax vor allem durch den Beschuss mit zeitgenössischen Fernkampfwaffen getestet werden. Ein positiver Befund über die Widerstandskraft der Rekonstruktion würde dabei die Erwartung an die Fähigkeiten des antiken Vorbildes bestätigen und die Ergebnisse der Rekonstruktion experimentell stützen.

Frühere Beschusstests

Die Widerstandsfähigkeit von Leinenpanzern gegen Pfeilbeschuss wurde bereits durch die sehr genau und detailliert dokumentierte Versuchsreihe des Teams um Gregory Aldrete belegt (ALDRETE, BARTELL, ALDRETE 2013, 91-128). Hierfür wurden zwei Sets von Teststücken verwendet, ein erstes mit elf Lagen authentischen Leinens mit einer Stärke von insgesamt 12,25 mm und ein zweites mit 20 Lagen modernen Leinens mit insgesamt 11,5 mm. Diese Teststücke wurden mit sieben unterschiedlichen Pfeilspitzen unter Verwendung von drei Bögen mit Stärken von 25 Pfund, 45 Pfund und 60 Pfund auf die

Distanzen 7,5 m, 15 m und 30 m beschossen.

Der überwiegende Teil der Pfeile wurde von den Teststücken aufgehalten. Potentiell tödliche Treffer wurden aus 15 m Entfernung mit dem 60-Pfund-Bogen mit vier Pfeilspitzen erzielt, mit dem 45-Pfund-Bogen nur mit einer. Auf 7,5 m waren es bereits fünf (authentisches Leinen) bzw. sechs (modernes Leinen) der sieben Pfeilspitzen mit dem 60-Pfund-Bogen und eine (authentisches Leinen) bzw. zwei (modernes Leinen) Pfeilspitzen mit dem 45-Pfund-Bogen. Das Team um Gregory Aldrete kommt zu dem Ergebnis, dass es keinen nennenswerten Unterschied mache, ob das Leinen modern-industriell oder aber traditionell hergestellt wurde. Auch die Dicke der Zwirne und damit der Lagen, aus denen die Teststücke bestanden, war weniger relevant als die Gesamtstärke des Leinenstoffes. Ob also eine Panzerplatte aus 20 dünnen Stofflagen oder aus 10 dickeren gefertigt wurde, hatte keinen Einfluss auf die Schutzwirkung gegen Pfeilbeschuss. Nach den Erfahrungen aus unseren Versuchen beeinflusst die Dicke des Leinenstoffes und damit die Menge der für eine ausreichende Schutzwirkung erforderlichen Lagen allerdings die Biegsamkeit und damit die praktische Verwendbarkeit der Platten. Viele dünne Stofflagen erzeugen härtere und schwerer zu verformende Platten, während weniger zahlreiche, dicke Stofflagen den gegenteiligen Effekt haben.

Das Team beschoss auch verstepte Teststücke, deren „Taschen“ mit dicht gepackten Textilfasern gefüllt waren. Allerdings erwies sich diese Art der Rüstung gegen Pfeilbeschuss als wenig wirkungsvoll. Weiterhin wurden auch Bronzeplatten von 0,8 mm und 1,8 mm Stärke mit allen drei Bögen beschossen, allerdings nur auf 7,5 m Entfernung. Die dünnere Bronzeplatte wurde in jedem Fall durchschla-

gen, selbst beim Beschuss mit dem 25-Pfund-Bogen. Die dickere Bronzeplatte bot erheblich besseren Schutz und wurde nur durch die Pfeile des 60-Pfund-Bogens penetriert (ALDRETE, BARTELL, ALDRETE 2013, 127).

Erkenntnislücken und künftige Tests

Trotz der sehr aufwändigen und gut dokumentierten Tests bleiben doch Erkenntnislücken, die in Zukunft geschlossen werden sollten. Dies betrifft hauptsächlich drei Aspekte: Erstens entsprechen die für die Tests verwendeten Pfeilspitzen kaum den antiken Vorbildern (ALDRETE, BARTELL, ALDRETE 2013, 95). Anhand der Funde aus Olympia, dem Heiligtum mit der größten Anzahl von Waffenfunden, wird dies deutlich. Dort wurden hauptsächlich zweiflügelige, blattförmige oder dreieckige Spitzen mit Dorn oder mit Tülle sowie dreiflügelige, blattförmige oder dreieckige Spitzen mit kurzen Tüllen gefunden. Wenige Pfeilspitzen verfügten über eine Art Widerhaken, der manchmal auch als Gusskanal interpretiert wird, oder über kurze Widerhaken an den Enden der Flügel.

Die Länge der Pfeilspitzen ist recht unterschiedlich und orientierte sich vermutlich an den unterschiedlichen Einsatzzwecken der Pfeile. Die Dornpfeilspitzen mit zwei Flügeln sind 4 bis 5 cm lang, die zweiflügeligen Tüllenpfeilspitzen sind zumeist 3 bis 4 cm und können über 7 cm erreichen. Die dreiflügeligen Tüllenpfeilspitzen liegen zwischen 2,8 und 5,5 cm, oft aber um die 4 cm. Bei diesen Spitzen gibt es noch kürzere Untergruppen mit kürzeren Tüllen oder solche, bei denen die Schneiden bis an den Tüllenrand reichen und die eher 2 bis 3 cm lang sind (BAITINGER 2001, 5-30; Taf. 1-12). Wahrscheinlich waren die größeren, blattförmigen Spitzen vorrangig für die Jagd bestimmt und im Kampf vor allem gegen ungepanzerte

Ziele effektiv, da sie größere und somit stärker blutende Wunden verursachen konnten. Die kleineren Pfeilspitzen, vor allem die mit drei Flügeln, vermochten dies nicht. Ihre Penetrationswirkung war allerdings deutlich höher als die der blattförmigen Spitzen, weshalb sie vermutlich eher gegen gepanzerte Ziele verwendet wurden. In weiteren Tests müssten daher authentische, vor allem panzerbrechende Spitzen eingesetzt werden.

Der zweite noch näher zu untersuchende Aspekt betrifft die Schutzwirkung des Linothorax gegen den Einsatz stumpfer Gewalt, allen voran durch den Beschuss mit Schleudergeschossen. Diese sind zwar in Olympia relativ selten (BAITINGER 2001, 31f.), werden aber in den Quellen sehr oft erwähnt und hatten oftmals verheerende Wirkung – nicht nur bei Treffern am Kopf, wo sie mitunter tödlich waren. Schleudergeschosse aus Stein oder Blei hatten eine gänzlich andere Wirkungsweise als Klingengewaffen. Auch dünne Panzer könnten bei entsprechend kraftvollem Beschuss eingedellt werden. Dadurch konnte der Träger verletzt werden, auch wenn das Geschoss den Panzer nicht durchschlagen konnte. Hier wäre ein Vergleich der Effektivität von Metall- und Leinenpanzern interessant.

Als dritter und letzter Aspekt müsste die Effektivität von Leinenpanzern als Schutz von Angriffen mit weiteren Klingengewaffen getestet werden. In ihrem Buch erwähnen die Autoren, dass sie auch Tests mit anderen Waffen, speziell Schwertern, Lanzen, Äxten und Streitäxten mit variierenden Graden an historischer Authentizität und Schärfe verwendet haben. Alle seien von den Leinenplatten abgewehrt worden und es seien maximal fünf Lagen durchschlagen worden (ALDRETE, BARTELL, ALDRETE 2013, 119). Von den Waffen oder den Testergebnissen gibt es allerdings keine Abbildungen. Ob Leinenpanzer tat-



Abb. 6: Skythischer Bogenschütze auf einem rotfigurigen Deckel des griechischen Vasenmalers Epiktetos. Aus Athen, ca. 520–500 v. Chr. – Scythian archer on a red-figure lid by the Greek vase painter Epictetus. From Athens, about 520–500 BCE.

sächlich nicht von Lanzen oder Speeren durchschlagen werden konnten, lässt sich zumindest anzweifeln. Antike Quellen berichten von Fällen, in denen ein Linothorax im Nahkampf versagt hat (z. B. Plutarch, Alexander 63,3), und erste Versuche des Hamburger Teams in diesem Bereich deuten darauf hin, dass Lanzen durchaus dazu in der Lage gewesen sind, Panzerplatten aus Leinen zu durchstoßen. Hierauf wird im Folgenden genauer eingegangen.

Pfeile und Bogen

Die derzeitigen Möglichkeiten des Hamburger Leinenpanzerprojektes sind nicht ausreichend für entsprechende, sorgfältig dokumentierte Versuchsreihen, um die oben skizzierten Erkenntnislücken zu schließen. Allerdings konnte im Herbst 2022 die Durchführung einiger kleinerer Tests realisiert werden. Sie dienten dazu, zu sondieren, ob man von umfangreicheren Versuchsreihen andere Ergebnisse



Abb. 7: Die von uns verwendeten Pfeilspitzen bestehen aus Aluminiumbronze und sind den historischen Vorbildern sehr ähnlich (BAITINGER 2001, Taf. 9, Nr. 300; Nr. 303). Auf dem Bild sind die beiden unterschiedlichen Formen erkennbar. Sie sind deutlich kleiner als die zuvor verwendeten Pfeilspitzen. Ihre Länge liegt zwischen 26 und 28 mm. – The arrowheads we used were made of aluminum bronze and closely resemble the historical models. In the picture, both types are visible. They are much smaller than the ones used previously. Their length is about 26 to 28 mm.

erwarten könnte, als die, die von dem Team um Gregory Aldrete erzielt wurden. In diesem Rahmen wurde ein Beschusstest mit authentischen, kleinen Pfeilspitzen sowie Belastungstests mit einer Lanzenspitze und einem Lanzenschuh nach dem Vorbild eines Sauroters durchgeführt. Letztere wurden kommerziell beschafft und entsprechen daher nur grob den antiken Vorbildern.

Bei der Herstellung der Pfeile mussten ebenfalls Kompromisse eingegangen werden. Aufgrund der materiellen Beschaf-

fenheit von Pfeilen haben nur die Pfeilspitzen die Zeit überdauert, weshalb bei der Gestaltung der Pfeile auf andere Vorbilder als die archäologischen Funde in den Heiligtümern Griechenlands zurückgegriffen werden musste. Die Wahl fiel auf skythische Pfeile, da die zugehörigen charakteristisch geschwungenen, recurven Kompositbögen häufigen Abbildungen auf Vasen entsprechen und somit offenbar unter professionellen Bogenschützen in der Antike weit verbreitet waren (Abb. 6). Kompetente Hilfe in den Detailfragen der Pfeilherstellung haben wir von



Abb. 8: Alle Pfeile, die wir auf die Teststücke schossen, brachen knapp unterhalb der Tülle ab. Da der Schaft mit Leim befestigt worden war, konnten wir die Holzreste nicht entfernen und die Spitzen nicht wiederverwenden. Bei frontalem Beschuss verbogen sich die Pfeilspitzen. – All arrows we fired at the armour plates broke shortly beneath the socket. Because the shaft was glued to the arrowhead, we couldn't remove the remains of the wood and use the arrowheads again. Direct shots onto the armour plates resulted in bent arrowheads.

den Herrn Rudolf Faustmann und Moritz Aßmann erhalten.

Die verwendeten dreiflügeligen und dreieckigen Spitzen mit kurzer Tülle wurden von einem Bronzegießer nach historischen Vorbildern angefertigt (Abb. 7). Als Material wurde allerdings Aluminiumbronze und nicht die authentischere Zinnbronze verwendet, was das Ergebnis eventuell leicht verfälschen könnte. Für die Pfeilschäfte wurden kommerzielle Holzschäfte von 32 Zoll Länge (ca. 81,5 cm) mit gefärbten Gänsefedern und Nocken aus Plastik gewählt. Bei der Länge der Pfeile scheint es eine große Variationsbreite gegeben zu haben – Grabfunde bestätigen Längen zwischen 55 und 80 cm, wobei die kürzeren Pfeile vermutlich von entsprechend stärkeren Bögen verschossen wurden. Da wir nur einen relativ schwachen Bogen mit einer Zugkraft von 35

Pfund zur Verfügung hatten, haben wir uns an den längsten Funden orientiert und die 32 Zoll in Gänze beibehalten.

Skythische Pfeilschäfte waren nicht auf der ganzen Länge gleich stark, sondern variierten in ihrem Durchmesser. Sie waren vorne stark verjüngt, damit die relativ schmalen Pfeilspitzen aufgesetzt werden konnten und verdickten sich dann allmählich auf etwa 8 bis 9 mm im Bereich zwischen dem vorderen Drittel und der Mitte des Pfeils. Danach verjüngte sich der Schaft erneut bis auf einen Durchmesser von etwa 6 mm im hinteren Drittel, um sich dann zur Nock hin wieder auf die vorherigen 8 bis 9 mm zu verdicken. Eine solche Formgebung wird als „Barreling“ bezeichnet. Sie diente wohl dazu, den Schwerpunkt in Richtung Spitze zu verlagern. Auch die Befiederung skythischer Pfeile unterschied sich von der heutigen,



Abb. 9: Direkte Treffer mit Pfeilen hinterließen sichtbare Löcher (gelbe Kreise). Ein Pfeil, der schräg auf das Teststück geschossen wurde, hinterließ eine Spur, richtete allerdings keinen weiteren Schaden an. In einem Bereich der Platte, der nur sieben statt zwölf Lagen dick war, konnte eine Pfeilspitze das Material tiefer penetrieren, aber nicht durchdringen (rechte Seite). – Direct hits with arrows left visible holes (yellow circles). One arrow, which was shot at an angle, left a scratch but could not damage the material in any significant way. In the zone of the plate that was only seven layers thick instead of twelve, an arrowhead was able to penetrate but did not completely pierce through the linen.

da die Federn mit einer Breite von unter einem Zentimeter deutlich schmaler, dafür mit über 20 cm aber auch signifikant länger waren.

Ergebnisse erster Beschuss- und Stoßtests

Mangels geschulter Bogenschützen und eines kräftigeren Bogens haben wir unsere Tests auf die sehr kurze Distanz von 5 m durchgeführt. Dies entspricht auch der kürzesten Testdistanz für die sich das Team um Gregory Aldrete entschieden hat. Das verwendete Teststück war in

einen Teil mit zwölf Lagen und einen mit sieben Lagen unterteilt. Wie angesichts der oben vorgestellten Versuche zu erwarten war, konnte das Teststück in diesem Versuchsaufbau an keiner Stelle penetriert werden. Auffällig war, dass alle Pfeile im Bereich der Verjüngung des Schaftes hinter der Spitze beim Aufprall brachen und manche Pfeilspitzen sich dabei lösten. Einige Spitzen wiesen in Folge des Aufpralls deutliche Verformungen auf (Abb. 8). Eine andere Spitze hinterließ eine deutliche Schleifspur auf dem Panzer, konnte ihn aber nicht anderweitig beschädigen. Ein Pfeil, der in dem Be-



Abb. 10: Die scharf geschliffene Lanzenspitze konnte in manchen Fällen die Platte ebenfalls durchdringen, allerdings in keinem Fall tief genug, um eine ernsthafte Gefahr darzustellen. Es ist durchaus möglich, dass geschmiedete Lanzenspitzen tatsächlich in der Lage waren, einen Hopliten bei einem direkten Treffer schwer zu verwunden. – The sharpened spearhead was sometimes able to pierce through the armour plate, but never deep enough to pose a serious threat. It is possible that forged spearheads were actually able to gravely wound a hoplite when scoring a direct hit.

reich, in dem die Panzerung nur sieben Lagen dick war, einschlug, blieb in der Platte stecken (Abb. 9). Schräg auftreffende Pfeile hatten die Tendenz sich, nach dem Durchschlagen einiger Lagen, in die Flucht der Stofflagen zu drehen und somit zwischen zwei Lagen zu rutschen. Eine entsprechende Beobachtung wurde auch schon vom Team um Gregory Aldrete gemacht. Beim Beschuss zeigte sich auch, warum die Pfeilspitzen wohl oftmals nur aufgesteckt oder mit einem sehr leichten löslichen Leim befestigt waren. Bei Pfeilen mit verleimter Pfeilspitze verblieben abgebrochene Schafthölzer in den Spitzen und erschwerten eine Wiederver-

wendung. Spitzen, die nur aufgesteckt waren, konnten hingegen durch eine wenig aufwändige Bearbeitung wieder in Form gebracht und wiederverwendet werden.

Ein zweiter Test wurde am gleichen Testobjekt mit einer Lanzenspitze und einem Sauroter durchgeführt. Es handelte sich, wie zuvor angemerkt, um industriell hergestellte und im Vergleich zum historischen Vorbild stumpfe Objekte. Zudem war das Blatt der Lanzenspitze im Vergleich zu klassischen Stücken zu groß. Um die Testbedingungen dennoch möglichst authentisch zu gestalten, wurde der



Abb. 11: Der Sauroter penetrierte die Platte deutlich tiefer als die Spitze. Manche historischen Funde zeigen entsprechende quadratische Löcher und machen damit deutlich, dass der Lanzenschuh keinesfalls nur als Gegengewicht und Schutz des unteren Schaftendes diente, sondern auch als Angriffswaffe genutzt werden konnte. – The sauroter penetrated the armour plate significantly deeper than the spearhead. Some historical finds have corresponding square holes which show that the spear butt was not only used as a counterweight and protection of the bottom end of the lance shaft, but as an assault weapon as well.

vordere Teil der Lanzen Spitze scharf geschliffen. Dennoch war das Material, vor allem im Bereich des Mittelgrates, wahrscheinlich dicker als bei den historischen Exemplaren. Die pyramidale Spitze des Sauroters war hingegen spitz genug und brauchte keine weitere Bearbeitung. Die Lanzenstöße wurden nach dem Vorbild der antiken Darstellungen mit einer Hand von oben geführt. Das Teststück wurde dabei an einen festen Hintergrund angelehnt. Aufgrund des so entstandenen Hohlraums hinter der Panzerplatte neigte diese zum Federn, wodurch das Ergebnis mit Sicherheit verfälscht wurde. Für zukünftige Tests sollte daher eine Halterung entworfen werden, die die Testobjekte in einer Weise fixiert, die das Tragen des

Panzers durch einen Krieger nachahmt. Die angeschliffene Spitze konnte in dem beschriebenen Versuch bei Anwendung mit einem Arm das Testobjekt um etwa 1 cm durchschlagen (Abb. 10). Es ist auf Basis dieser Ergebnisse denkbar, dass eine schärfer geschliffene, dünnere Spitze dazu in der Lage sein könnte, einen Linothorax zu durchdringen und beim Träger schwere bis tödliche Wunden zu verursachen. Auch der pyramidale Sauroter zeigte sich als überraschend effektiv gegen die Panzerplatte aus Leinen. Im Bereich des Teststückes, das nur sieben Lagen dick war, drang der Lanzenschuh über 4 cm tief ein und hätte damit eine 3 cm tiefe Wunde verursachen können (Abb. 11).

Diese ersten Ergebnisse deuten an, dass der Leinenpanzer unterschiedlich effektiv gegen verschiedene Angriffswaffen war. Beschuss durch Pfeile konnte dem Panzer in den durchgeführten Tests kaum etwas anhaben. Lanzenspitzen und -schuhe hingegen waren schon eher in der Lage, den Schutz des Leinenpanzers zu überwinden. Dies entspricht den Anforderungen der Krieger in der griechischen Antike an ihre Körperpanzerung. Zwar traten diese vor allem mit Lanzen und Schwertern gegeneinander an, doch war die Gefahr, von diesen Nahkampfwaffen auch tatsächlich am Oberkörper getroffen zu werden, relativ gering. Schilde boten den Kriegern einen großflächigen Schutz gegen die Waffen eines ihnen direkt gegenüberstehenden Feindes und in der verbreiteten Phalanxformation konnten sie sich diesen effektiv zu Nutzen machen. Distanzwaffen allerdings, insbesondere die auf weite Entfernungen effektiven Pfeile und Schleudergeschosse, konnten deutlich schlechter gezielt abgewehrt werden. Gegen sie musste somit der Leinenpanzer einen zuverlässigen Schutz bieten. Wahrscheinlich wurde diese Beobachtung auch schon in der Antike gemacht, weshalb man vor allem im späteren fünften und vierten Jahrhundert v. Chr. als Fernkämpfer in Griechenland an Bedeutung gewannen auf diese Form der Rüstung setzte. Wie gut die Schutzwirkung des Leinenpanzers gegen die übrigen unter antiken Fernkämpfern verbreiteten Projektile, zum Beispiel spezielle skythische Pfeile, Wurfspeere, Schleudergeschosse und Klingenwaffen, tatsächlich war, soll in zukünftigen Versuchen festgestellt werden.

Literatur

- ALDRETE, G., BARTELL, S., ALDRETE, A. 2013:** Reconstructing Ancient Linen Body Armor. Unraveling the Linothorax Mystery. Baltimore 2013.
- ANTHONY, M. S. 1984:** Wehr und Waffen im antiken Griechenland. Kulturgeschichte der antiken Welt 20. Mainz 1984.
- BAITINGER, H. 2001:** Die Angriffswaffen aus Olympia. Olympische Forschungen 29. Berlin, New York 2001.
- BARDUNIAS, P. M., RAY, F. E. jr. 2016:** Hoplites at War. A comprehensive Analysis of Heavy Infantry Combat in the Greek World, 750-100 BCE. Jefferson 2016.
- BRENTJES, B. 1995/1996:** Waffen der Steppenvölker (II): Kompositbogen, Goryt und Pfeil – Ein Waffenkomplex der Steppenvölker. Archäologische Mitteilungen aus Iran 28, (1995/1996), 1997, 179-210.
- EVERSON, T. 2004:** Warfare in Ancient Greece. Arms and Armour from the Heros of Homer to Alexander the Great. Stroud 2004.
- FRANZ, J. P. 2002:** Krieger, Bauern, Bürger. Untersuchungen zu den Hoplitzen der archaischen und klassischen Zeit. Europäische Hochschulschriften Reihe 3, 925. Frankfurt am Main 2002.
- GAILER, W., FAUSTMANN, R. 2018:** Skythenbogen. Der Mythos lebt. Koppl bei Salzburg 2018.
- MATTHEW, C. A. 2012:** A Storm of Spears. Understanding the Greek Hoplite at War. Barnsley 2012.
- MATTHEW, C. A. 2015:** An Invincible Beast. Understanding the Hellenistic Pike-Phalanx at War. Barnsley 2015.
- SCHWARTZ, A. 2009:** Reinstating the Hoplite. Arms, Armour and Phalanx Fighting in Archaic and Classical Greece. Historia, Zeitschrift für Alte Geschichte Einzelschriften 207. Stuttgart 2009.
- SNODGRASS, A. 1984:** Wehr und Waffen im antiken Griechenland. Mainz 1984.
- WRIGHTSON, G. 2019:** Combined Arms Warfare in Ancient Greece. From Homer to Alexander the Great and his Successors. Routledge Monographs in Classical Studies. Abingdon 2019.
- ZERJADTKE, M., KASPERIDUS, T. 2021:** Zur Konstruktionsweise des antiken Leinenpanzers. Einige Ergebnisse des Hambur-

ger Linothorax-Projektes. Experimentelle Archäologie in Europa 20. Jahrbuch 2021, 27-47.

Abbildungsnachweis

Abb. 1: By ArchaiOptix - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=88832404>

Abb. 2: Gedruckt mit freundlicher Genehmigung von H. Baitinger. Aus: BAITINGER 2001, Taf. 9, Nr. 300; Nr. 303; Taf. 19, Nr. 563.

Abb. 3: Grafik: M. Zerjadtke, Till Kasperidus.

Abb. 4: Von Jastrow – unbekannter Künstler https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Warriors_Nereid_Monument_BM_859.jpg?uselang=de

Abb. 5: Open domain – https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Greek_slinger.jpg?uselang=de

Abb. 6: Von Epiktetos (signed) - Jastrow (2006), Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1405649>

Abb. 7-11: Fotos M. Zerjadtke.

Autoren

Jan Trosien M. A.
Universität Hamburg
Centre for the Study of Manuscript
Cultures (CSMC)
Warburgstr. 28
20354 Hamburg
Deutschland

Dr. Michael Zerjadtke
Professur für Alte Geschichte
Helmut-Schmid-Universität
Holstenhofweg 85
22043 Hamburg
Deutschland