

COMPUTERTOMOGRAPHISCHE MESSUNGEN AN DEN FRÜHKAISERZEITLICHEN RÖMISCHEN SCHILDEN AUS KALKRIESE (LKR. OSNABRÜCK)

NEUE ERKENNTNISSE ZU AUFBAU, HERSTELLUNG UND VORTEILEN RÖMISCHER SPERRHOLZSCHILDE

Der Fundplatz Kalkriese liegt nördlich von Osnabrück am nördlichen Rand des Wiehengebirges in der sog. Kalkrieser-Niewedder Senke (**Abb. 1-2**)¹. Seit 1989 finden hier zusätzlich zu den Prospektionen mit der Metallsonde auch Ausgrabungen statt². Zentrale Fundstelle ist der sog. Oberesch, auf dem 2002 der archäologische Park und das Museum Kalkriese eröffnet wurden³. Der Fundplatz Kalkriese wird vor allem aufgrund der Münzfunde mit der literarisch überlieferten Niederlage des Varus 9 n. Chr. in Verbindung gebracht. Doch in der Forschung ist umstritten, ob Kalkriese tatsächlich Ort der Varusschlacht ist oder ob dort eine andere Schlacht aus der frühen römischen Kaiserzeit stattgefunden hat⁴.

Um der Beantwortung dieser Frage näher zu kommen, wurde zwischen 2017 und 2021 von der VolkswagenStiftung ein Projekt gefördert, an dem die Kooperationspartner Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München, Varusschlacht im Osnabrücker Land gGmbH – Museum und Park Kalkriese und Deutsches Bergbau-Museum Bochum beteiligt waren. Unter dem Titel »Kalkriese als Ort der Varusschlacht? – Eine anhaltende Kontroverse« wurde in vier Teilprojekten versucht, die archäologischen Funde des Schlachtfeldes auf verschiedene Weisen kulturhistorisch einzuordnen⁵.

Zahlreiche Funde wurden bereits von Joachim Harnecker, Georgia Franzius und Dorothea Mylo vorgelegt⁶, jedoch nicht im Detail analysiert. Darunter auch vier Schildränder aus Sperrholz, die im Zuge des Projektes näher untersucht wurden⁷.



Abb. 1 Die Kalkrieser-Niewedder Senke erstreckt sich zwischen dem Wiehengebirge im Süden und dem Großen Moor im Norden. – (Karte U. Schröder; Kartengrundlage SRTM data [2014]/NASA, bearbeitet von mundialis).



Abb. 2 Am Fuße des Kalkrieser Berges liegen das heutige Museum und der archäologische Park, der die Hauptfundstelle, den sog. Oberesch, mit einschließt. – (Karte U. Schröder; Kartengrundlage TopPlusOpen P100).

Die Computertomographie erlaubt Detailbeobachtungen und Vermessungen, die auf anderem Wege nicht möglich wären. Es sollte zum einen eine nicht-invasive Holzbestimmung an den Stücken durchgeführt werden. Zum anderen sollten die Untersuchungen Aufschluss über die materielle Beschaffenheit und die Herstellung der Schilde geben. Konkret sollten die Fragen geklärt werden, wie die Schilde aufgebaut sind, wie das Material verarbeitet wurde und welchen Nutzen das Material und die Bautechnik mit sich bringen.

UNTERSUCHUNGSMETHODE

Die computertomographischen Aufnahmen wurden vom Entwicklungszentrum Röntgentechnik (EZRT), ein Bereich des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen (IIS), erstellt⁸. Das portable Computertomographie-System CTportable 160.90 des EZRT ist im sog. Röntgenmobil integriert und erlaubt es, die Computertomographie an den Ort des Objektes zu bringen (**Abb. 3**). Die Anlage ist auf einer Hub- und Transportvorrichtung montiert, sodass sie in die klimatisierten Labor- und Lagerräume des Museums gebracht werden konnte.

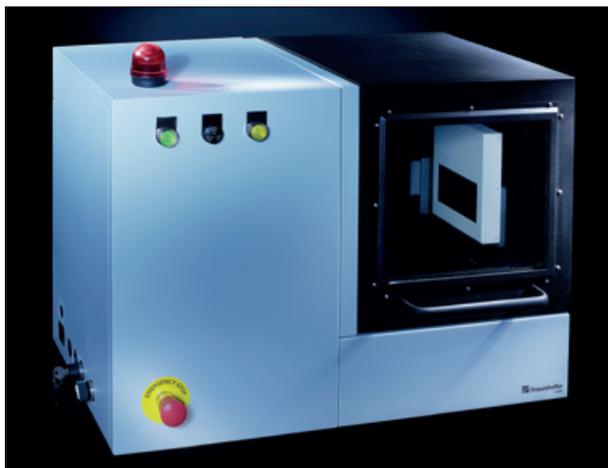


Abb. 3 Die CTportable 160.90 wurde am Fraunhofer EZRT entwickelt. Aufgrund der einzigartigen Kombination von geringem Gewicht und einer Energie von bis zu 90 keV eignet sich diese Anlage sehr gut für die Anwendung in Museen. – (©Fraunhofer IIS).

Die Anlage hat die Maße 880 mm × 650 mm × 440 mm (L. × B. × H.) und ermöglicht die Messung von Objekten bis zu 200 mm Höhe und 80 mm Durchmesser. Zwischen der 90-Kilovolt-Röntgenröhre und dem Detektor befindet sich ein Drehteller mit höhenverstellbarer Achse. Auf diesem werden die Fundobjekte zur Messung positioniert. Zur Minimierung der Durchstrahlungslängen wurden die Objekte senkrecht auf diesem Drehteller platziert. Je nach Objekt und Fragestellung sind unterschiedliche Messverfahren möglich. Dabei gilt: Je kleiner das Objekt ist, umso höher kann die erzielte räumliche Auflösung sein.

	Nr. 39	Nr. 41	Nr. 43	Nr. 2091/2471
Inventarnummer	13.8.50.9.4821A	13.8.50.20.11544	13.8.50.20.14403A	13.8.90.32.26844
Materialien	Holz, Tierhaut, Buntmetall	Tierhaut, Buntmetall	Holz (Linde), Tierhaut, Buntmetall, Silber	Holz, Tierhaut, Buntmetall, Silber
Anzahl der Sperrholzlagen	3	0	2	3
Wölbung	ja	ja, nur im CT sichtbar	nein	ja
Gebogener Rand	ja	nein	ja und nein	ja
Ecken	keine	keine	abgerundet	keine

Tab. 1 Die Materialien und die Formenmerkmale der untersuchten Schildränder aus Kalkriese im Überblick. – (U. Schröder).

		Nr. 39	Nr. 43	Nr. 2091/2471
an der Kante	äußerste Lage	nicht messbar	0,48 mm	0,35 mm
	mittlere Lage	nicht messbar	nicht vorhanden	0,53 mm
	innere Lage	nicht messbar	0,58 mm	nicht messbar
	insgesamt	0,27 mm	ca. 1,10 mm	ca. 0,9 mm
2,5 mm von der Kante entfernt	äußerste Lage	0,16 mm	0,78 mm	0,84 mm
	mittlere Lage	0,19 mm	nicht vorhanden	1,43 mm
	innere Lage	0,08 mm	1,16 mm	nicht messbar
	insgesamt	0,43 mm	1,94 mm	2,27 mm
5 mm von der Kante entfernt	äußerste Lage	0,29 mm	1,54 mm	0,89 mm
	mittlere Lage	0,29 mm	nicht vorhanden	1,45 mm
	innere Lage	0,31 mm	1,62 mm	0,71 mm
	insgesamt	0,89 mm	3,16 mm	3,05 mm

Tab. 2 Die Stärken der Sperrholzlagen der gescannten Schildränder aus Kalkriese. – (U. Schröder).

Die Objekte wurden mit einer Kreis-CT (360° Rotation des Objektes während der Messung) oder einem Helix-Scan in einem Auflösungsbereich von 10-30 Mikrometer bei einer Spannung von 90 Kilovolt und einer Stromstärke von 0,08 Milliampere gemessen. Zusätzlich wurde bei Fundobjekten, die Metall beinhalten, ein 0,5 mm dicker Vorfilter aus Aluminium verwendet, um Abbildungsfehler (sog. Strahlaufhärtungsartefakte) zu reduzieren. Die Belichtungszeit betrug 30-50 Millisekunden, und die Anzahl der Projektionen lag zwischen 1600 und 2200 pro 360°-Drehung der Probe⁹.

MAKROSKOPISCHE BESCHREIBUNG DER SCHILDRÄNDER

Es wurden vier Schildrandfragmente gescannt (**Abb. 4-13; Tab. 1-2**). Alle vier Objekte stammen aus Grabungen auf der Fundstelle Oberesch. Im Folgenden werden die gescannten Schildränder nach ihren bisherigen Katalognummern differenziert und noch einmal makroskopisch beschrieben, da die bisherigen Beschreibungen kaum Informationen enthalten. Im nächsten Kapitel werden diese durch die Erkenntnisse mittels der CT-Daten ergänzt.



Abb. 4 Schildrand Nr. 39 besteht aus einem Tierhautüberzug mit Naht auf der Rückseite. Zwischen dem Hautüberzug sind Reste von Sperrholz erhalten. – (©Varusschlacht im Osnabrücker Land; Foto U. Schröder). – M. 1:1.

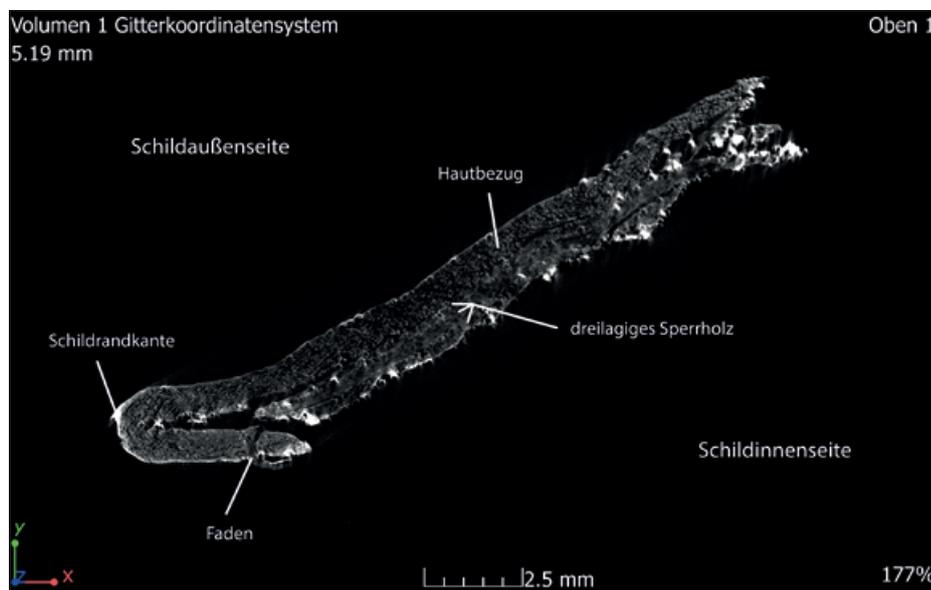


Abb. 5 Die CT-Messungen von Schildrand Nr. 39 zeigen den Fund im Querschnitt. Deutlich zu erkennen sind das dreilagige Sperrholz und der Faden der Naht. – (©Fraunhofer IIS; grafische Bearbeitung U. Schröder).

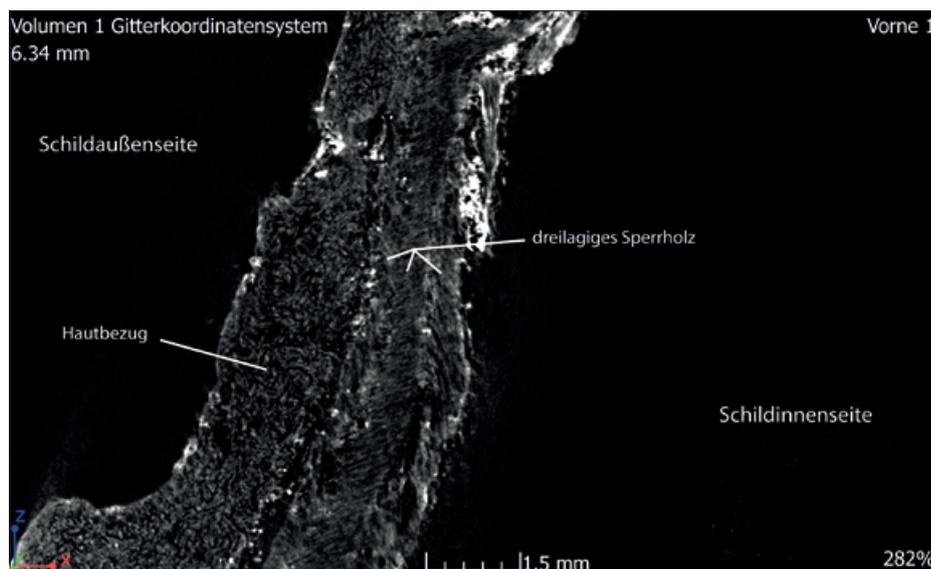


Abb. 6 In der schrägen Schnittachse von Nr. 39 sind die Faserrichtungen der drei gegeneinander versetzten Holzschichten deutlich sichtbar. – (©Fraunhofer IIS; grafische Bearbeitung U. Schröder).

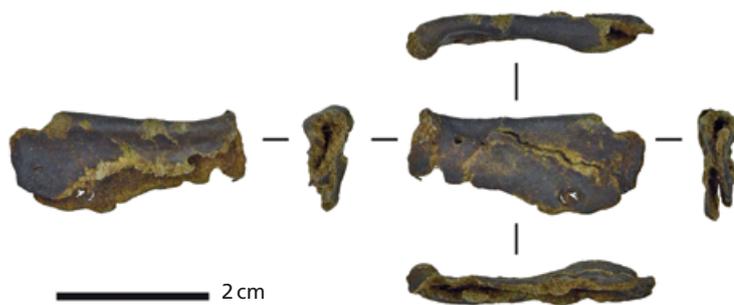


Abb. 7 Von Schildrand Nr. 41 ist lediglich der Tierhautüberzug erhalten. Zwei Nagellocher verweisen auf die Befestigung des Bezuges. – (©Varusschlacht im Osnabrücker Land; Foto U. Schröder). – M. 1:1.



Abb. 8 Im CT werden Reste eines Nagels im Querschnitt von Nr. 41 sichtbar. – (©Fraunhofer IIS; grafische Bearbeitung U. Schröder).

Der Schildrand Nr. 39 (**Abb. 4-6**) wurde 1990 in Grabungsschnitt 9 gefunden und besteht aus einem Tierhautfragment¹⁰ mit u-förmigem Querschnitt und dreilagigem Sperrholz im Inneren¹¹. Der Fund ist zur Schildaußenseite hin gewölbt und der Rand leicht gebogen.

Die Tierhaut bespannt die gesamte Schildaußenseite und ca. 10 mm der Innenseite. Dort schließt sie gerade ab. Eine eingezogene, weniger breite Stelle auf der Innenseite ist mit einer Naht versehen, deren Zweck unklar ist. Die Naht ist im überwendlichen Stich¹² ausgeführt.

Auf beiden Seiten der Tierhaut befinden sich Nagellocher. Ein Nagel aus Buntmetall mit flachem, scheibenförmigem Kopf liegt dem Objekt bei. Am Rand der Tierhaut sind zudem noch die Abdrücke einer metallenen Randeinfassung sichtbar. Das Objekt ist insgesamt 56,9 mm lang, maximal 18,3 mm breit und 3,8 mm dick. Der Fund Nr. 41 (**Abb. 7-8**) trat 1992 in Schnitt 20 zu Tage. Er besteht ausschließlich aus einem Tierhautfragment ohne Holzreste, das im Querschnitt u-förmig ist. Der Fund ist insgesamt 31,4 mm lang, 13,3 mm breit und maximal 4,4 mm dick. Die Schildaußen- und -innenseite sind bei diesem Stück nicht erkennbar. Der Schildrand weist Nagellocher und den Abdruck eines Nagelkopfes auf. Es kann sich hier also nicht um das Fragment einer *tegimenta* (lederner Schutzbezug für den Schild) handeln. Grünliche Reste auf der Haut deuten auf die ehemalige Buntmetalleinfassung des Schildes hin.

Das Objekt Nr. 43 (**Abb. 9-11**) ist das größte der gescannten Schildrandfragmente und wurde 1993 in Schnitt 20 gefunden. Es besteht aus zweilagigem Sperrholz mit einem Tierhautüberzug und Resten einer Randeinfassung aus Buntmetall. Ein beiliegendes Fragment weist Reste von Silberfolie auf der Tierhaut auf. Die Holzschichten sind auffallend dick im Vergleich zu den anderen Schildrändern aus Kalkriese. Durch eine Holzartenbestimmung aus dem Jahre 2000 ist belegt, dass für diesen Schildrand Linde verwendet wurde¹³. Die Tierhaut bedeckt die komplette Außenseite und ist auf der Innenseite ca. 8 mm breit.

Die Randeinfassung ist nur noch auf der Schildaußenseite erhalten und wird von vier Scheibenkopfnägeln aus Buntmetall auf dem Schildkörper fixiert. Ein weiterer Nagel liegt dem Objekt bei. Die Nägel wurden von

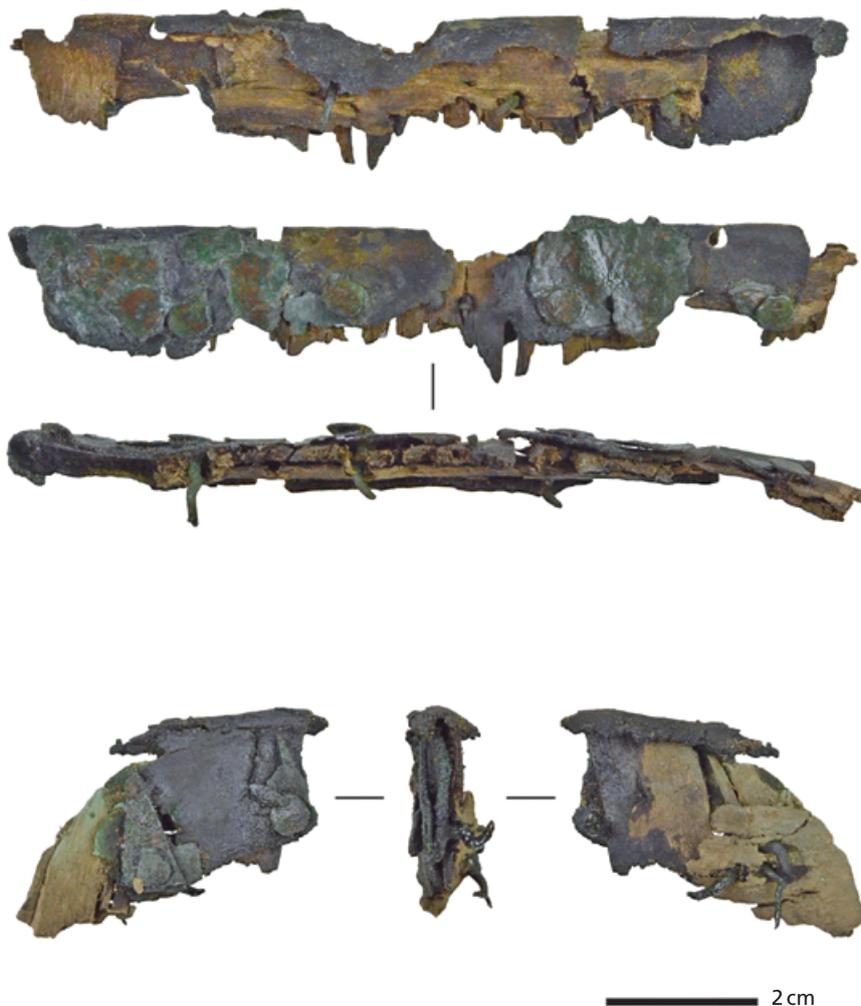


Abb. 9 Die Schildrandfragmente Nr. 43 bestehen aus zweilagigem Sperrholz mit Tierhautüberzug und einer Randeinfassung aus Buntmetall. Es sind ein langes, gerades und ein abgerundetes Randfragment erhalten. – (© Varusschlacht im Osnabrücker Land; Foto U. Schröder). – M. 1:1.

der Schildaußenseite durch alle Materialien durch nach innen geschlagen und ihr Schaft dort umgebogen. Einige Nagelschäfte wurden noch in der Antike aufgebogen.

Der gerade Schildrand lässt keine Wölbung erkennen. Ein zugehöriges Schildrandfragment weist eine abgerundete Ecke auf. Auch dort fehlen Spuren einer Wölbung. Die Maße des geraden Randfragments betragen 110,4 mm Länge, 19,5 mm Breite und 6,9 mm Dicke.

Der vierte Fund (**Abb. 12-13**) wurde unter zwei Katalognummern veröffentlicht und zum einen als Schildrandbeschlag (Nr. 2091) und zum anderen als Beschlag (Nr. 2471) gedeutet. Aufgrund seines Aufbaus wird der Fund in diesem Aufsatz als Schildrand interpretiert. Das Stück wurde im Jahr 2000 in Grabungsschnitt 32 gefunden.

Es besteht aus drei Sperrholzlagen, die mit Tierhaut überzogen wurden. Der Fund ist insgesamt 74,3 mm lang, 24,2 mm breit und 12,7 mm stark. Der Schildkörper ist nach außen gewölbt und hat eine gebogene Kante, sodass hier offensichtlich ein Fragment des horizontalen Schildrandes erhalten ist.

Die Tierhaut ist auf der Außenseite des Schildes nur fragmentarisch erhalten und bildet auf der Innenseite einen 16,4 mm breiten Rand. Die gerade Schnittlinie des Randes legt nahe, dass hier das Ende der Tierhaut erhalten ist. Die Randeinfassung aus Buntmetall schließt auf gleicher Breite ab und ist wie bei Nr. 43 mit Nägeln auf dem Schildkörper befestigt.

Abb. 10 Ein Fragment von Schildrand Nr. 43 wurde in seiner gesamten Länge gescannt und folgt dem typischen Aufbau eines römischen Sperrholzschildes. Es fällt auf, dass die einzelnen Materialien nur noch fragmentarisch erhalten sind und sich zum Teil voneinander gelöst haben. – (©Fraunhofer IIS; grafische Bearbeitung U. Schröder).

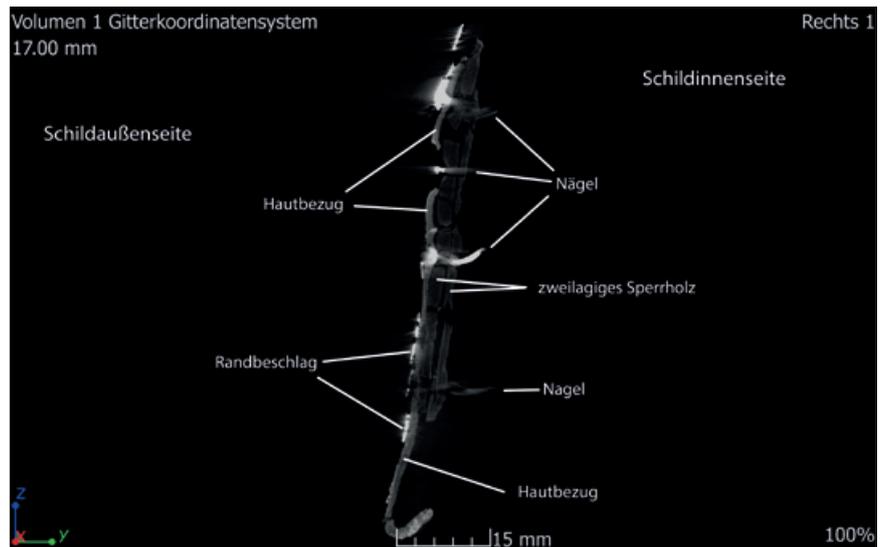


Abb. 11 Der Querschnitt von Nr. 43 zeigt sehr deutlich, dass die Sperrholzsichten zur Schildrandkante hin verjüngt wurden. – (©Fraunhofer IIS; grafische Bearbeitung U. Schröder).



Das Fundstück hat zwei Besonderheiten. Zum einen besitzt es auf der Außenseite zwischen Haut und Randeinfassung eine dünne Silberfolie, die zum Großteil gewaltsam abgerissen worden ist, sodass nur noch ein Teil unter der Randeinfassung erhalten geblieben ist. Zum anderen weist das Objekt ein Nagelloch auf, das nicht zur Randeinfassung gehört. Dieses könnte entweder von Zierbeschlägen stammen oder von einer weiteren Tierhaut, mit der die Innenseite des Schildes bespannt war. Bisher fehlen für diese Theorien weitere Indizien.

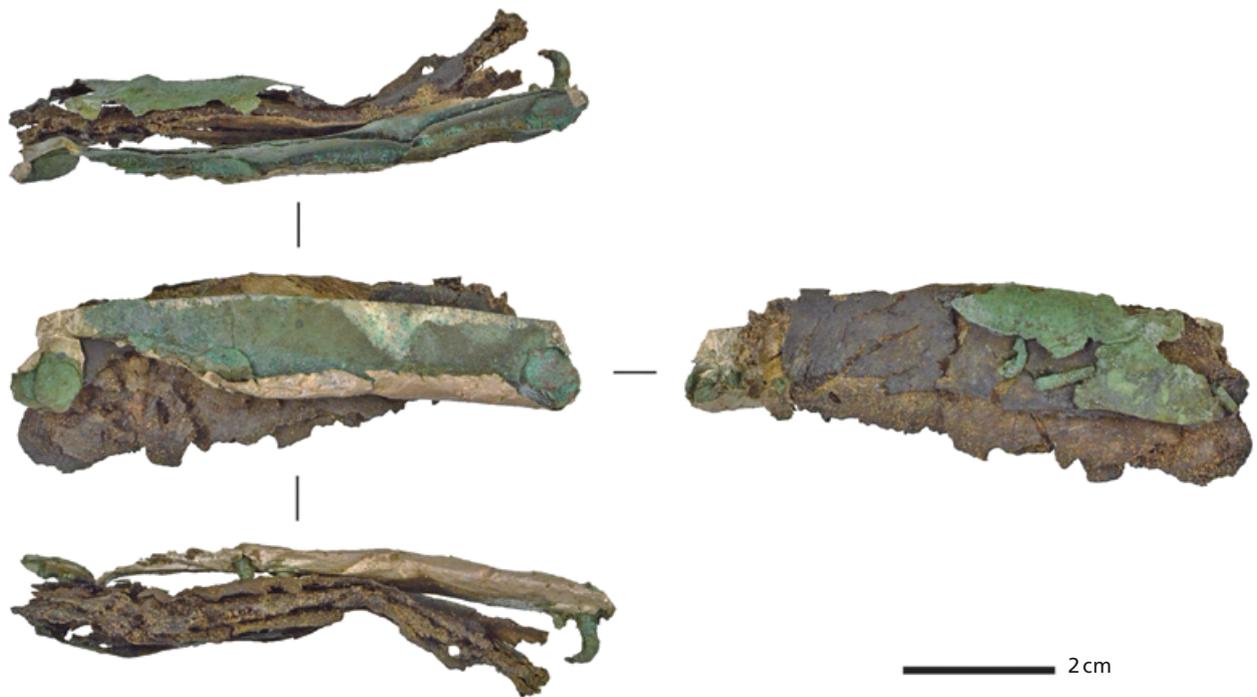


Abb. 12 Schildrand Nr. 2091 wurde auch unter der Nr. 2471 publiziert und besteht aus Sperrholz, einem Tierhautüberzug und einem Randbeschlag aus Buntmetall. Auf der Außenseite des Schildes war eine verzierende Silberfolie angebracht, die unter dem Randbeschlag auf dem Schildkörper befestigt war. – (©Varusschlacht im Osnabrücker Land; Foto U. Schröder). – M. 1:1.

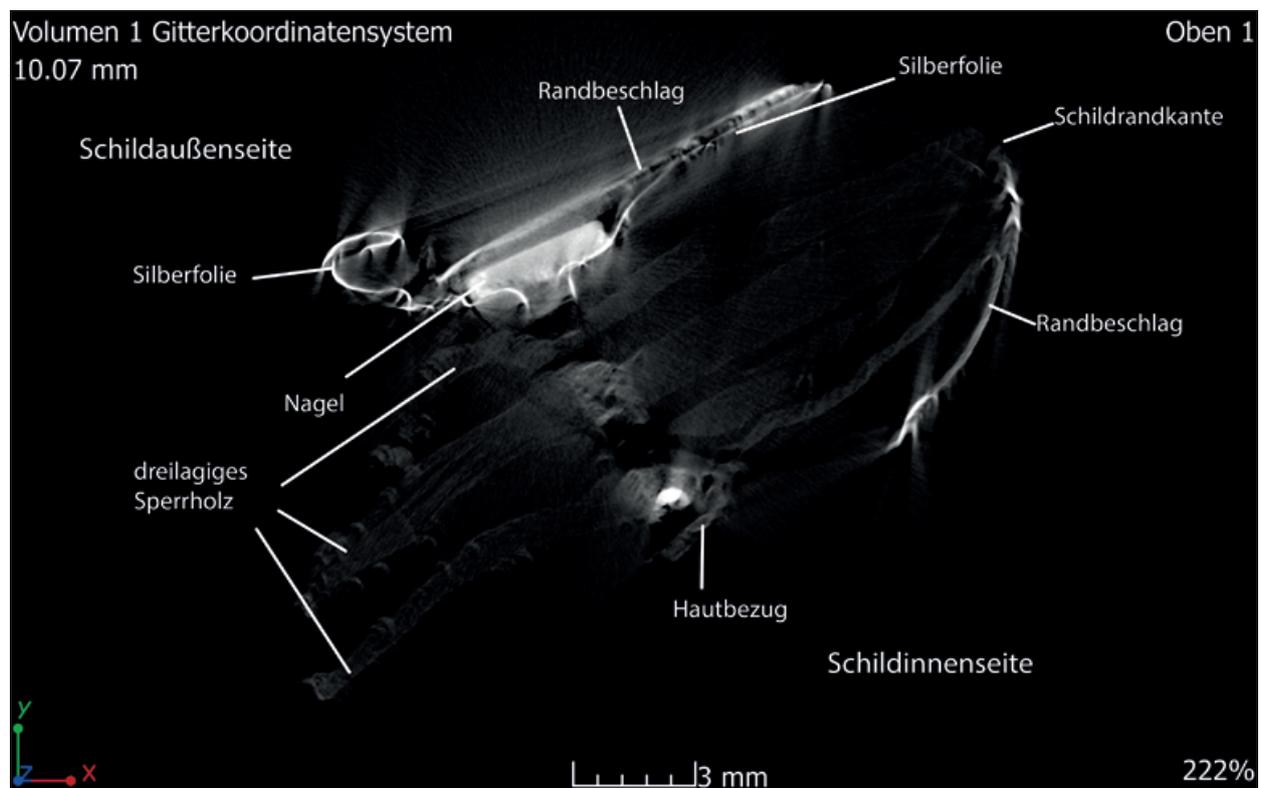


Abb. 13 Im Scan zeigt sich anhand des Querschnitts von Nr. 2091/2471, dass die Silberfolie durch Nägel befestigt wurde, die dann wiederum durch den Randbeschlag verblendet wurden. Auch bei diesem Stück wurde der Schildkörper zur Kante hin verjüngt. – (©Fraunhofer IIS; grafische Bearbeitung U. Schröder).

DETAILBEOBACHTUNGEN AN DEN SCHILDRÄNDERN

Die vorgenommenen Messungen gewähren neue Einblicke in den Aufbau der Kalkrieser Schildränder und ermöglichen Detailuntersuchungen, die bis dato noch nie an römischen Schilden oder Schildresten durchgeführt wurden¹⁴, auch wenn die räumliche Auflösung der Schnittbilder nicht ausreichend für die botanische Bestimmung des Holzes war.

Die CT-Aufnahmen bestätigen die Beobachtungen, dass der Rand Nr. 41 keine Sperrholzreste mehr beinhaltet, Nr. 43 aus zweilagigem Sperrholz und Nr. 39 sowie Nr. 2091/2471 aus dreilagigem Sperrholz gefertigt wurden. Vor allem in den Aufnahmen von Nr. 39 sind die gegeneinander versetzten Holzmaserungen gut zu erkennen (**Abb. 5-6**). Die Messungen von Nr. 43 (**Abb. 11**) und Nr. 2091/2471 (**Abb. 13**) zeigen sogar die Jahresringe des Holzes.

Gleichzeitig wird der schlechte Erhaltungszustand des Holzes sichtbar (**Abb. 10-11. 13**). Das Holz ist verformt, der Leim hat sich zum Teil gelöst und die einzelnen Sperrholzschichten liegen dadurch nicht mehr aufeinander. Die Stärke eines hölzernen Schildkörpers kann nur durch die Vermessung der einzelnen Sperrholzschichten erfolgen.

Wie **Tabelle 2** eindrücklich zeigt, war es möglich, die einzelnen erhaltenen Sperrholzschichten bei den Schildrandfragmenten Nr. 39, 43 und 2091/2471 zu vermessen. Bei allen Funden dünnt das Sperrholz zur Schildrandkante aus. Bei den dreilagigen Schildrändern scheint die mittlere von allen Sperrholzschichten durchgängig die stärkste zu sein. Bei Nr. 39 wird das Holz so dünn, dass keine einzelnen Schichten mehr zu differenzieren sind. Die Sperrholzstärken der jeweiligen Schildränder variieren zwischen 0,27-1,10 mm an der Außenkante und zwischen 0,89-3,16 mm in Richtung Schildmitte. Zusätzlich zeigen die Aufnahmen der drei Schildrandfragmente, dass die Objekte zur Kante entweder von innen oder von außen angeschrägt wurden (**Abb. 14**).

Die Stärke der Tierhautbespannung variiert bei den gescannten Stücken zwischen 0,28-1,04 mm. Dies hängt stark von der Bespannung des Objektes ab. Die Haut ist dort dünner, wo sie zum Beispiel durch Nägel unter Zug gerät. Bei Fund Nr. 41 ist durch die Untersuchungen eine Zuweisung der Schildaußen- und -innenseite möglich, da sich die Haut zur Außenseite wölbt.

Die Tierhaut von Nr. 39 weist auf der Innenseite des Schildrandes, dort, wo die Naht sitzt, eine schräge Schnittkante auf. Der Faden hat einen Durchmesser von ca. 0,33 mm. Es lassen sich keine Indizien eines weiteren Tierhautfragments oder eines anderen Materials feststellen, das durch die Naht an der Tierhaut befestigt worden ist. Ein Leerraum zwischen Faden und Haut lässt jedoch die Möglichkeit offen, dass ein Material angenäht war, das heute vollständig vergangen ist.

Im CT werden Nägel und abgebrochene Nagelschäfte sichtbar. Die Nägel wurden von der Außenseite der Schilder angebracht. Die Nagelschäfte wurden auf der Innenseite umgebogen. Der Abstand zwischen Nagelköpfen und ihren umgebogenen Schäften liegt zwischen 4,9-7,1 mm. Dies spiegelt die Stärke der Schildränder wider.

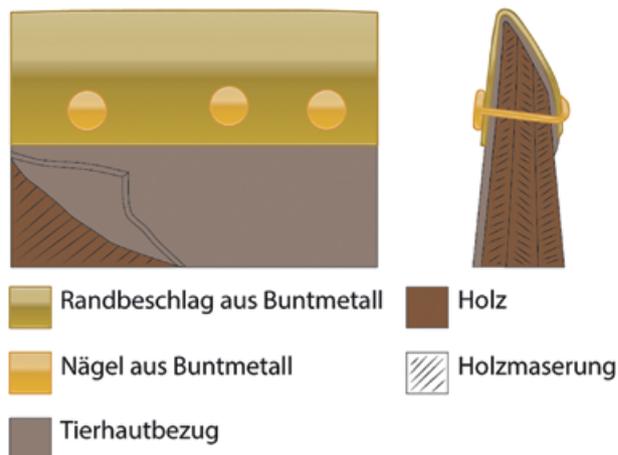


Abb. 14 In der Skizze ist der typische Aufbau eines Schildrandes aus Kalkriese wiedergegeben. Das Sperrholz kann aus zwei oder drei Lagen Holz bestehen. Die Maserungen der Holzschichten verlaufen versetzt zueinander. Der Tierhautbezug bedeckt die Außenseite des Schildes und schließt auf der Innenseite mit dem Randbeschlag aus Buntmetall ab. Der Randbeschlag ist mit Buntmetallnägeln fixiert, deren Schäfte auf der Innenseite umgeschlagen wurden. Die Schildrandkante ist verjüngt. – (Grafik U. Schröder).

Die Nagelköpfe sind zwischen 5,6-6,0mm groß und in unregelmäßigen Abständen von 15,0-43,1 mm zueinander angebracht. Wie groß der Abstand ursprünglich nach der Fertigung eines Schildes gewesen ist, kann nicht rekonstruiert werden, da sich bei Reparaturen der Abstand zwischen den Nägeln verkleinerte, wenn ein neuer Nagel eingeschlagen werden musste. So lassen sich hier keine verallgemeinernden Aussagen treffen.

Randeinfassungen aus Buntmetall sind nur bei den Stücken Nr. 43 und Nr. 2091/2471 erhalten, wo sie zwischen 0,15-0,24mm stark sind. In der CT-Aufnahme von Nr. 39 verweisen kleine Buntmetallpartikel auf der Tierhaut auf die ehemalige Buntmetalleinfassung des Schildrandes.

Die Silberfolie von Objekt Nr. 2091/2471 strahlt stärker als die anderen Materialien. Man spricht hier von Strahlaufhärtungsartefakten. Die Folie ist nur ca. 0,05mm stark und wurde mit Nägeln auf dem Schild fixiert, die wiederum mit der Randeinfassung aus Buntmetall überblendet wurden. Die Randeinfassung wurde ebenfalls mit Nägeln am Schild angebracht. Verbogene Nagelköpfe und aufgebogene Nagelschäfte zeigen die starke Gewalteinwirkung auf das Objekt.

ERKENNTNISSE UND ÜBERLEGUNGEN ZU RÖMISCHEN SPERRHOLZSCHILDEN

Aus der erneuten Sichtung und den neusten Beobachtungen an den Kalkrieser Schildrändern ergeben sich mehrere Hinweise zur Herstellung und zum Aussehen von römischen Sperrholzschilden.

Schildkörper

Durch Polybios (ca. 200-120 v. Chr.) ist der einheitliche Aufbau eines römischen Schildkörpers auch schriftlich überliefert, bestehend aus verleimten Holzschichten, die von außen mit Leinwand und Kalbsleder überzogen und von oben und unten durch eine eiserne Einfassung gerahmt wurden¹⁵.

Dieses Grundschema eines römischen Schildes lässt sich auch an den gescannten Schildrändern aus Kalkriese wiedererkennen. Bei der Betrachtung der Schildrandfragmente fallen die Standardisierungen der Arbeitsschritte auf.

Durch die Vermessung der Sperrholzschichten zeigt sich, dass die Schildkörper von der Mitte zu den Außenseiten verjüngt wurden. Diese Beobachtung konnte bereits am Schild aus Fayum (gouv. al-Fayyum/ET) und an einem Schild aus Dura Europos (gouv. Deir ez-Zor/SYR) gemacht werden¹⁶. Doch wurden nicht nur die einzelnen Sperrholzlagen, sondern auch der Verbund der Schichten nachbearbeitet. Dies soll im Folgenden erläutert werden.

Eine Sperrholzlage bestand jeweils aus einzelnen Holzstreifen. Die Sperrholzschichten wurden im rechten Winkel versetzt gegeneinander verleimt¹⁷. Die Funde von Kalkriese legen die Vermutung nahe, dass die jeweiligen Sperrholzschichten nacheinander gefertigt wurden. Nachdem eine Lage getrocknet war, hat man diese durch Hobeln oder Schleifen zur Kante hin verjüngt. Danach wurde die nächste Lage Holz auf der ersten befestigt.

Vermutlich spannte man die Holzstreifen in eine Form ein, damit sie während des Leimens nicht auseinander-rutschten, und brachte gegebenenfalls das Holz mithilfe von Wasserdampf in Form, sofern man die halbzylin-drische Form eines Scutum¹⁸ erreichen wollte¹⁹. Zum Schluss wurde der Schildkörper am Rand noch schräg angeschliffen oder -geschnitten, wie in den Aufnahmen an den Kalkrieser Stücken zu sehen ist.

Zwei- und dreilagige Sperrholzschilde unterscheiden sich hier lediglich in der Stärke ihrer Schichten. Anhand der Kalkrieser Funde wird deutlich, dass eine Sperrholzschicht eines zweilagigen Schildes dicker ist als die

eines dreilagigen Schildes. Ob zwei- oder dreilagige Schildkörper eine ähnliche Gesamtstärke besaßen, kann aufgrund der Funde Nr. 43 und Nr. 2091/2471 nur vermutet werden. Hier fehlen weitreichende Vergleichsmöglichkeiten.

Durch die Verjüngungen wurde der Schild in der Mitte, dort, wo auch der Schildbuckel befestigt war, dicker und starrer und zu den Rändern dünner und flexibler²⁰. Es veränderte sich dadurch auch die Gewichtsverteilung mit viel Masse im Zentrum und wenig Masse am Rand des Schildes. Für den Träger des Schildes ließ sich dieser dadurch einfacher handhaben und dynamischer bewegen.

Für den Bau solcher Schilde wurden laut Plinius dem Älteren besonders Bäume wie Feige, Weide, Linde, Birke, Holunder und Pappel verwendet²¹. In Kalkriese wurde neben Linde²² auch Erle²³ an Schildrandfragmenten nachgewiesen. Im Falle eines weiteren Schildfragments konnte nicht eindeutig geklärt werden, ob es sich bei dem verwendeten Holz um Eiche oder Echte Kastanie handelt²⁴.

Diese Holzarten sind alle besonders weich, biegsam, flexibel und leicht. Dies ist zum einen bei der Herstellung von Vorteil, wenn man die Form eines Scutum erzeugen will. Zum anderen ist im Kampf die Flexibilität des Schildes vorteilhaft. Eindringende Waffen können die weichen Hölzer nicht leicht spalten, da das Holz zu einem gewissen Grad »ausweichen« kann²⁵.

Durch die Kreuzverleimung der Holzschichten verlaufen auch die Maserungen der Schichten rechtwinklig zueinander. So wird durch die Sperrholztechnik ein Spalten des Holzes noch weiter verhindert. Das bedeutet, dass eine Waffe zwar eindringt, aber nicht den gesamten Schild zerstört, wie es im Falle eines einlagigen Schildbrettes der Fall wäre. Außerdem bleiben einmal eingedrungene Waffen dadurch häufig stecken und können nicht mehr herausgezogen werden.

In der Forschung wird häufig außer Acht gelassen, dass ein Schildkörper auch aus verschiedenen Hölzern zusammengesetzt sein könnte, wie das Beispiel aus Doncaster (South Yorkshire/GB) zeigt²⁶. Zwar besteht dieser Schild aus Holzplanken, doch wäre die Verwendung von unterschiedlichen Holzarten auch bei einem Sperrholzschild denkbar. Dementsprechend wäre eine Holzanalyse von jeder Sperrholzschicht zwingend, was jedoch im Falle von Kalkriese bisher nicht durchgeführt wurde.

Schildbespannung

Der hölzerne Schildkörper erhielt außen eine Schutzschicht, um während eines Beschusses die Spaltung oder das Absplittern des Holzes zu verhindern. Die Bespannung über die Schildrandkante hinaus auf die Innenseite war dabei vermutlich gängige Praxis, um auch die Kante zu schützen²⁷. Bei den Stücken aus Kalkriese wurde Tierhaut verwendet. Von anderen Fundstellen sind Filz, Leder oder Pergament belegt²⁸.

Vergleiche aus Fayum und Masada (Mechoz haDarom/IL) zeigen, dass die Schilde von außen und innen bespannt sein konnten²⁹. Möglicherweise ist die Naht auf der Innenseite von Nr. 39 ein Indiz für die Innenbespannung des Schildes. Andererseits könnte der Faden auch auf eine ausgebesserte Stelle der Tierhaut hinweisen.

Verzierung

Bisher ging die Forschung davon aus, dass die römischen Schilde bemalt waren³⁰ und mit zierenden Beschlägen zum Beispiel in Form von vergoldeten Silberblitzen, wie sie in Kalkriese gefunden wurden³¹, versehen waren. Wie sich anhand der Kalkrieser Funde Nr. 43 und Nr. 2091/2471 zeigt, konnten römische Schilde anstatt oder zusätzlich zu einer Bemalung mit einem Silberfolienüberzug oder wenigstens einem

Rand aus Silberfolie versehen sein. In Kalkriese gibt es insgesamt drei Funde, die diese bisher einzigartigen Überreste von Verzierung zeigen³².

Vor allem bei Nr. 2091/2471 zeigt sich, dass die Silberfolie gewaltsam entfernt und dabei auch der Schildrand aus Buntmetall beschädigt und verbogen wurde. Im CT wird sichtbar, dass nicht nur Silberfolie und Randeinfassung umgebogen wurden, sondern auch ein Nagelkopf. Eventuell handelt es sich um Spuren des Kampfes oder der Plünderung. Zudem sind in Kalkriese immer wieder Fragmente von Silberfolie oder Silberblechen gefunden worden, die möglicherweise in diesem Zusammenhang eingeordnet werden können.

Wegen der Inschrift auf einem Kettenhemdverschluss aus Kalkriese liegt Thomas Fischer zufolge die Vermutung nahe, dass es sich bei verzierten Gegenständen um die Bewaffnung einer »herausgehobenen Eliteeinheit« handelt³³. Doch lässt sich dies nach jetzigem Wissensstand nicht belegen, da eine entsprechende Inschrift auf den Schildrändern fehlt.

Die Verzierungen der Schilde sind abermals ein Beweis dafür, dass prunkvolle Rüstungsgegenstände durchaus im Kampf getragen wurden und nicht nur zu Übungszwecken und Turnieren dienten³⁴. Alexandra W. Busch machte bereits für die Ausrüstung der Reiterei darauf aufmerksam³⁵.

Schildformen

In der Forschung herrscht häufig die Meinung vor, römische Schildreste aus Sperrholz würden von Scuta stammen, obwohl der Ovalschild aus Dura Europos eindrücklich beweist, dass die Technik nicht nur bei Scuta verwendet wurde³⁶. Der Grund für die Verwendung von Sperrholz liegt in seiner besseren Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beanspruchung und sollte unabhängig von der Schildform betrachtet werden. Markus Junkelmann, Ansgar Nabbefeld und Mike Bishop gehen davon aus, dass die gewölbte Form des Scutum nur durch die Sperrholztechnik erreicht werden könne³⁷. Jedoch haben Experimente ergeben, dass stark gebogene oder gewölbte Schilde aus einer einzelnen Bretterlage hergestellt werden können³⁸.

Geht man von der Schildform eines Scutum aus, so kann dieses zusätzlich zur starken Wölbung in der Querachse auch in der Längsachse leicht gewölbt sein³⁹. Diese Form erhöht die Stabilität des Schildes. Sie führt dazu, dass gegnerische Waffen seltener im rechten Winkel auf die Oberfläche des Schildes treffen. Sie neigen dazu, auf der gewölbten Oberfläche abzurutschen⁴⁰.

Mit den Objekten Nr. 39 und Nr. 2091/2471 liegen mögliche Fragmente von Scuta in Kalkriese vor, da sie zur Außenseite gewölbt sind. Die Fragmente könnten jeweils vom horizontalen Rand eines Schildes stammen. Die Form der Schildränder Nr. 41 und Nr. 43 ist nicht zu rekonstruieren, da keine Wölbung erkennbar ist und auch Scuta partiell flach ausgearbeitet waren. Wie die Scuta aus Fayum und Dura Europos zeigen, weisen die vertikalen Ränder und auch die Ecken keine Wölbung auf⁴¹.

Wie Busch bereits feststellte, bestimmte die Kampfweise eines Soldaten die Schildform und nicht unbedingt die Truppenzugehörigkeit⁴². Aus diesem Grunde können momentan keine Rückschlüsse auf die Träger der Schilde, ihre Einheiten oder gar ihre Spezialisierungen gezogen werden. Für einen solchen Rückschluss fehlen auch zusätzliche Informationen wie Inschriften.

Gewicht

Die Bauweise in Sperrholztechnik führt zu einem sehr widerstandsfähigen, aber trotzdem vergleichsweise leichten Schildkörper. Durch die Wahl des Holzes, die Verjüngungen am Schildkörper, aber auch die Menge des Leims⁴³ und die Wahl des Bespannungsmaterials sparte man Gewicht ein⁴⁴.

Rekonstruktionen von römischen Schilden fallen häufig schwer aus. Bishop gibt für die Rekonstruktionen des Schildes aus Fayum 8,5-10 kg⁴⁵ und Junkelmann 9,65 kg⁴⁶ an. Der rekonstruierte Schild von Junkelmann hat eine Gesamtstärke von 13 mm und ist damit wesentlich dicker als die Schildränder aus Kalkriese⁴⁷. Man kann diese Gewichte also nicht als Maßstab für antike Schilde nehmen, da sich die Bauweise unterscheidet. Die Rekonstruktionen des Fayum-Schildes an der Universität Augsburg sind mit Gewichten zwischen 5,28-7,84 kg schon deutlich leichter⁴⁸. Zum Bau des Schildbrettes wurde Buchenholz verwendet, dessen Darrgewicht⁴⁹ nur leicht über dem des beim Original verwendeten Birkenholzes liegt, da Letzteres nicht erhältlich war. Da die meisten anderen zum Bau von Scuta verwendeten Hölzer, vor allem Pappel, ein um bis zu ein Drittel geringeres Darrgewicht haben⁵⁰, konnten römische Scuta im Original sogar noch leichter sein. Das Gewicht des Schildes ist sowohl beim Marsch als auch im Kampf ein wichtiger Faktor, der immer berücksichtigt werden muss. Schließlich hängt vom Gewicht ab, wie schnell sich der Soldat auf dem Marsch voranbewegen und wie lange er seinen Schild im Kampf halten und bewegen kann. Geht man von einem Gewicht von maximal 5 kg aus, dann würde sich das Marschgewicht entsprechend reduzieren. Es wäre möglich, das Scutum mit nur einem Finger an einer über die Schulter gelegten Schlaufe zu halten, wie es auf dem Berliner Prätorianerrelief dargestellt ist. Diese Haltung wird von Junkelmann aufgrund der deutlich schwerer rekonstruierten Schilde bezweifelt⁵¹. Die bisherigen Rekonstruktionen der römischen Kampftechnik sind ebenfalls durch die Verwendung von schweren Schilden beeinflusst⁵². Dadurch ergibt sich eine immobile Schildhaltung dicht vor dem Körper, die höchstens für kurze, wuchtige Angriffe verlassen werden kann. Geht man hingegen von einem Schildgewicht von nur maximal 5 kg aus, dann ist eine andere Schildhaltung und ein wesentlich aktiverer Einsatz des Schildes möglich, ähnlich wie es für flache Rundschilde beschrieben wurde⁵³. Durch das deutlich leichtere Gewicht sind die bei Vegetius beschriebenen und von Junkelmann ebenso angezweifelten Fechtübungen wesentlich besser durchführbar⁵⁴.

FAZIT

Bereits Nabbefeld vermutete, dass unpublizierte Fragmente von Schilden in den Magazinen schlummern⁵⁵. Wie lohnend die Detailanalyse selbst bereits bekannter Funde ist, zeigt sich im vorliegenden Aufsatz. Die aktuellen Untersuchungen verdeutlichen, wie aufwendig die Herstellung eines Sperrholzschildes war. Die Auswahl der Materialien und der phasenweise Aufbau des Schildkörpers setzen Erfahrung und Planung voraus. Es liegt die Vermutung nahe, dass der Schildbau ein spezialisiertes Handwerk gewesen ist. Anhand der Silberfolienfragmente zeigt sich aber auch, dass der Schild für den Soldaten nicht nur eine funktionale Waffe, sondern auch ein Prestigeobjekt war. Die Theorie, nach der kostbar verzierte Waffen im Kampf getragen wurden, wird mit den Funden aus Kalkriese bestärkt. Wie sich gezeigt hat, müssen die Schilde leichter gewesen sein als die bisher rekonstruierten Schilde. Dies ermöglichte eine möglichst ausdauernde und dynamische Handhabe des Schildes im Kampf. Bisherige Überlegungen zum Einsatz eines Sperrholzschildes müssen daher überdacht werden. Um ein vollständiges Bild der Schildränder aus Kalkriese erhalten zu können, fehlen weitere Untersuchungen, die aus restauratorischen Gründen zum jetzigen Zeitpunkt nicht durchgeführt wurden. Erstens wurden an den Tierhautresten keine Tierartbestimmungen durchgeführt und die Art der Hautverarbeitung wurde nicht analysiert. Zweitens wurde der gut erhaltene Faden von Nr. 39 nicht textilwissenschaftlich untersucht. Drittens wurden durch die neuen Untersuchungen im CT bei Nr. 43 und Nr. 2091/2471 Jahresringe am Holz sichtbar. Hier wären eventuell dendrochronologische Untersuchungen möglich, die einen wertvollen Beitrag zur Datierung des Fundes und des Fundplatzes leisten könnten.

Zusätzlich fehlen ähnliche Detailbeobachtungen an Vergleichsobjekten aus der römischen Zeit, um die Erkenntnisse prüfen und besser einordnen zu können. Nur so lassen sich die Kalkrieser Funde abschließend bewerten.

Anmerkungen

- 1) Im vorliegenden Aufsatz verfasste Katrin Zerbe M.Sc. (EZRT, Fraunhofer-Institut IIS) die Beschreibung der computertomographischen Messtechnik. Uta Schröder M.A. (LMU München) fertigte die Beschreibung der Fundobjekte und Detailbeobachtungen anhand der CT-Aufnahmen an. Der Abschnitt zu den Erkenntnissen und Überlegungen zu römischen Sperrholzschilden sowie das Fazit stammen von Uta Schröder und Dipl.-Prähist. Ingo Petri (Varusschlacht im Osnabrücker Land gGmbH –Museum und Park Kalkriese). Für Unterstützung und Hilfe danken wir der VolkswagenStiftung, Prof. Dr. Salvatore Ortisi (LMU München), dem Museum Varusschlacht im Osnabrücker Land gGmbH, hier vor allem Christiane Matz, dem Fraunhofer-Institut IIS, PD Dr. habil. Gerald Koch (Thünen-Institut für Holzforschung), Tom Jersø, Arthur von Eschen und Roland Warzecha.
- 2) Schlüter 1991, 6-8.
- 3) Guyer/Gigon 2009, 241.
- 4) Vgl. Burmeister/Rottmann 2015; Burmeister/Ortisi 2018.
- 5) Die hier vorzustellenden Untersuchungen fanden im Rahmen der archäologischen Dissertation von Uta Schröder an der LMU München statt, die Teil des Projektes war. Ziel der Doktorarbeit ist es, die antiken Kleinfunde der Kalkrieser-Niewedder Senke typologisch, chronologisch und räumlich auszuwerten.
- 6) Harnecker/Tolksdorf-Lienemann 2004; Harnecker/Franzius 2008; Harnecker/Mylo 2011.
- 7) Untersucht wurden folgende Inventar- bzw. Katalognummern: 13.8.50.9.4821A=Harnecker/Franzius 2008, 6 Nr. 39, 13.8.50.20.11544=Harnecker/Franzius 2008, 6 Nr. 41, 13.8.50.20.14403A=Harnecker/Franzius 2008, 6 Nr. 43 und 13.8.90.32.26844=Harnecker/Mylo 2011, 24 Nr. 2091 und 41 Nr. 2471.
- 8) Als wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Gruppe Hochenergie-Röntgensysteme und Verantwortliche für das Röntgenmobil war Katrin Zerbe für die Durchführung der Röntgen-Computertomographie an den Fundobjekten und die Aufbereitung der daraus resultierenden Daten zuständig.
- 9) Messdaten der Funde: Alle Messungen erfolgten bei 90 Kilovolt Spannung und einer Stromstärke von 0,08 Milliampere. Nr. 39: Ausschnitt des Objektes (Region of interest, kurz ROI), Messverfahren Kreis-CT, Auflösung 10 Mikrometer, Scanzeit ca. 10 Minuten. – Nr. 41: ROI, Messverfahren Kreis-CT, Auflösung 8 Mikrometer, Scanzeit ca. 10 Minuten. – Nr. 43: gesamtes Objekt, Messverfahren Helix-CT, Auflösung 35 Mikrometer, Scanzeit ca. 24 Minuten. – Nr. 2091/2471: ROI, Messverfahren Kreis-CT, Auflösung 14 Mikrometer, Scanzeit ca. 10 Minuten.
- 10) Mit Absicht ist hier die Rede von »Tierhäuten«, da das Material bisher nicht untersucht wurde und unklar ist, ob und wie es bearbeitet wurde. Der Begriff »Leder« würde implizieren, dass die Häute gegerbt wurden. Alternativ zum Leder kann auch Rohhaut, Pergament oder Ähnliches verwendet worden sein. Es geht aus vielen anderen Publikationen zu Schilden jedoch nicht hervor, ob die Tierhäute analysiert wurden. In der Fachliteratur scheint der Begriff »Leder« häufig als Synonym für Tierhaut verwendet zu werden, ohne zwischen Rohhaut, Pergament, Leder und Ähnlichem zu unterscheiden. Vgl. Alt 2008, 38-41; 2019, 196-197; Warming u.a. 2016, 157. 178-181.
- 11) Der Katalogeintrag zu Fund Nr. 39 macht keine Angaben zu den Sperrholzlagen. Die Zeichnung des Stückes gibt den Eindruck eines zweilagigen Sperrholzes, der mit den neusten Untersuchungen endgültig revidiert werden muss. Vgl. Harnecker/Franzius 2008, 6 Nr. 39 Taf. 5, 39.
- 12) Der Stich wurde immer in einer Richtung von einer Seite zur anderen geführt, sodass der Faden sich spiralartig um den Rand wickelt. Vgl. Gräf 2015, 57.
- 13) Holzreste von einigen Kleinfunden konnten 2000 und 2001 durch Dr. Hans-Georg Richter (damals Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Hamburg, aufgegangen im Thünen-Institut für Holzforschung in Hamburg) analysiert und bestimmt werden, darunter auch Katalog Nr. 43 und weitere Schildrandfragmente (s. u.). Diese Analysen sind bisher unpubliziert. Die Holzbestimmung weiterer Kleinfunde soll 2021 erfolgen.
- 14) Soweit den Autoren bekannt ist.
- 15) Polyb. 6, 23.
- 16) Nabbefeld 2008, 131 Nr. 1; 263 Nr. 682.
- 17) Vgl. Nabbefeld 2008, 131 Nr. 1; 263 Nr. 682; 264 Nr. 683.
- 18) Der Begriff »Scutum« bezeichnet in der modernen Forschung den gewölbten, halbzylindrischen römischen Schild, der sowohl oval wie auch rechteckig sein kann, obwohl der Begriff in der Antike bereits vor dem Aufkommen dieser Schildform verwendet wurde. Vgl. Busch 2009b, 323 Anm. 3; Bishop/Coulston 2006, 61; Nabbefeld 2008, 14; Fischer 2001, 228. In diesem Aufsatz wird der Begriff »Scutum« im Sinne der modernen Forschung verwendet, um die gewölbte Schildform zu beschreiben und sie von den flacheren Schildformen zu differenzieren.
- 19) Junkelmann 2015, 256.
- 20) Bishop/Coulston 2006, 61.
- 21) Plin. nat. 16, 209.
- 22) 13.8.50.9.6847A-Q=Harnecker/Franzius 2008, 6 Nr. 54; 13.8.50.7.953A-C=Harnecker/Franzius 2008, 6 Nr. 55.
- 23) 13.8.50.20.12241A-H=Harnecker/Franzius 2008, 6 Nr. 42.
- 24) 13.8.50.20.13695A-L=Harnecker/Franzius 2008, 6 Nr. 46.
- 25) Vgl. Bishop 2020, 12. 42.
- 26) Nabbefeld 2008, 220 Nr. 483.
- 27) Vgl. Nabbefeld 2008, 131 Nr. 1; Stiebel/Magness 2007, 19.
- 28) Nabbefeld 2008, 131 Nr. 1 und 263-266 Nr. 682-684; Stiebel/Magness 2007, 17-21. Siehe auch Anm. 10 zur Verwendung des Begriffs »Leder«.

- 29) Nabbefeld 2008, 131 Nr. 1; Stiebel/Magness 2007, 16-17.
- 30) Vgl. Nabbefeld 2008, 33-36; Stiebel/Magness 2007, 17.
- 31) Vgl. Harnecker/Franzius 2008, 8 Nr. 89-90; Harnecker/Mylo 2011, 5.
- 32) Der dritte Fund ist Inventarnummer 13.8.90.32.26992 = Harnecker/Mylo 2011, 24 Nr. 2092 = 41 Nr. 2472.
- 33) Fischer 2012, 174.
- 34) Als Beweis dafür ist nicht nur die Maske aus Kalkriese anzuführen, sondern auch die eindrücklichen Untersuchungen von Ronnie Meijers und Frank Willer zu sog. Paraderreitern. Ihre Analysen und Experimente zeigen, dass verzierte Reiterhelme durchaus im Kampf getragen werden konnten. Vgl. Meijers/Willer 2009, 291-304.
- 35) Busch 2009a, 336-338.
- 36) Vgl. Nabbefeld 2008, 265 Nr. 684. Guy Stiebel und Jodi Magness gehen bei den Schildfunden von Masada anscheinend aufgrund der Sperrholztechnik automatisch davon aus, dass es sich bei diesen Funden um Scuta gehandelt habe: vgl. Stiebel/Magness 2007, 16. Dies ist jedoch zu hinterfragen, wie das Beispiel aus Dura Europos zeigt.
- 37) Junkelmann 2015, 256; Nabbefeld 2008, 29; Bishop 2020, 42.
- 38) Lasota 2020; Warzecha 2020a; 2020b. Die bei diesen Experimenten gewölbten Schilde sind allerdings gleichmäßig gewölbt, im Gegensatz zu Scuta, deren Wölbung zum Rand hin verstärkt ist.
- 39) Ratsdorf 2009, 349-351.
- 40) Ratsdorf 2009, 345.
- 41) Vgl. Nabbefeld 2008, 131 Nr. 1 und 263 Nr. 682.
- 42) Busch 2009b, 334.
- 43) Experimente zur Herstellung wikingerzeitlicher flacher Rundschilde haben gezeigt, dass auch die Menge des verwendeten Leims einen großen Einfluss auf das Endgewicht hat und zur sicheren Verbindung der Bretter und verschiedenen Lagen nur sehr wenig Leim notwendig ist. Freundliche mündliche Mitteilung Arthur von Eschen und Roland Warzecha.
- 44) Vgl. Nabbefeld 2008, 27.
- 45) Bishop 2020, 8. 22.
- 46) Junkelmann 2015, 258.
- 47) Petri 2020, 51 Anm. 47. Die Abbildungen bei Junkelmann 2015, Abb. 259 und 2008, Abb. 165. 251. 272. 287. 337. 364-365 lassen erkennen, dass die Schilde ihre Stärke auch bis zum Schildrand beibehalten.
- 48) Koepfer 2011, 113-114; Bofinger 2011, 123; Schmalhofer 2011, 135.
- 49) Das Gewicht des Holzes im absolut trockenen Zustand.
- 50) König 1959, 83.
- 51) Vgl. Junkelmann 2015, 258-260. 293-294.
- 52) Vgl. Junkelmann 2015, 252. 272-273; 2008, 76-77. 146-147; Bishop 2020, 44-49 Abb. F-G.
- 53) Petri 2020, 53-54; Berthold/Petri 2019, 38-40 Abb. 2; Warzecha 2014, 154-155 Abb. 2.
- 54) Veg. mil. 1, 11.
- 55) Nabbefeld 2008, 9.

Literatur

- Alt 2008: A. Alt, Mittelalterliche Kampfschilde – Technologische Untersuchung und Vergleich anhand von zwei Exemplaren aus dem Schweizerischen Landesmuseum Zürich [unveröff. Diplomarbeit Hochschule der Künste Bern 2008].
- 2019: A. Alt, Mittelalterliche Kampfschilde. Technologische Untersuchung und Vergleich anhand von zwei Exemplaren aus dem Schweizerischen Nationalmuseum Zürich. In: Beuing/Augustyn 2019, 191-202.
- Berthold/Petri 2019: C. Berthold / I. Petri, Passiv oder aktiv? Die Verwendung von Schilden im Kampf. In: Beuing/Augustyn 2019, 33-50.
- Beuing/Augustyn 2019: R. Beuing / W. Augustyn (Hrsg.), Schilde des Spätmittelalters und der Frühen Neuzeit. Veröff. Zentralinst. Kunstgesch. München 46 = Schr. Forschungsstelle Realienkunde 4 (Passau 2019).
- Bishop 2020: M. C. Bishop, Roman Shields. Elite 234 (Oxford 2020).
- Bishop/Coulston 2006: M. C. Bishop / J. C. N. Coulston, Roman Military Equipment. From the Punic Wars to the Fall of Rome (Oxford 2006).
- Bofinger 2011: M. Bofinger, Universität Augsburg, LEG XIII GEM: Scutum vs. Caelum – Über die Auswirkung von Feuchtigkeit auf römische Schilde. In: Koepfer/Himmler/Löffel 2011, 119-127.
- Burmeister/Ortisi 2018: S. Burmeister / S. Ortisi, Phantom Germanicus. Spurensuche zwischen historischer Überlieferung und archäologischem Befund. Symposium vom 2.-3. Juli 2015 Museum und Park Kalkriese/Universität Osnabrück. Materialh. Ur- u. Frühgesch. Niedersachsen 53 (Rahden/Westf. 2018).
- Burmeister/Rottmann 2015: S. Burmeister / J. Rottmann (Hrsg.), Ich Germanicus. Feldherr – Priester – Superstar. Arch. Deutschland Sonderh. 08/2015 (Darmstadt 2015).
- Busch 2009a: A. W. Busch, Victoria auf der Wangenklappe – Ein klassisches Bildmotiv auf dem Helm eines Auxiliarsoldaten. Xantener Ber. 15, 2009, 325-342.
- 2009b: A. W. Busch, Idee und Wirklichkeit – Die Schildbewaffnung römischer Legionäre im 2. Jahrhundert n. Chr. In: Busch/Schalles 2009, 323-341.
- Busch/Schalles 2009: A. W. Busch / H.-J. Schalles (Hrsg.), Waffen in Aktion. Akten der 16. Internationalen Roman Military Equipment Conference (ROMECC). Xanten, 13.-16. Juni 2007. Xantener Ber. 16 (Xanten 2009).
- Fischer 2001: Th. Fischer (Hrsg.), Die römischen Provinzen. Eine Einführung in ihre Archäologie (Stuttgart 2001).
- 2012: Th. Fischer, Die Armee der Caesaren. Archäologie und Geschichte (Regensburg 2012).
- Gräf 2015: J. Gräf, Lederfunde der Vorrömischen Eisenzeit und Römischen Kaiserzeit aus Nordwestdeutschland. Stud. Landschafts- u. Siedlungsgesch. Nordseegebiet 7 (Rahden/Westf. 2015).

- Guyer/Gigon 2009: M. Guyer / A. Gigon, Museum und Park Kalkriese. Architektur und Landschaftsarchitektur. In: Varusschlacht im Osnabrücker Land. Museum und Park Kalkriese (Mainz 2009) 233-241.
- Harnecker/Franzius 2008: J. Harnecker / G. Franzius, Kalkriese. 4: Katalog der römischen Funde vom Oberesch. Die Schnitte 1 bis 22. Röm.-Germ. Forsch. 66 (Mainz 2008).
- Harnecker/Mylo 2011: J. Harnecker / D. Mylo, Kalkriese. 5: Die römischen Funde vom Oberesch. Die Schnitte 23 bis 39. Röm.-Germ. Forsch. 69 (Darmstadt, Mainz 2011).
- Harnecker/Tolksdorf-Lienemann 2004: J. Harnecker / E. Tolksdorf-Lienemann, Kalkriese. 2: Sondierungen in der Kalkrieser-Niewedder Senke. Archäologie und Bodenkunde. Röm.-Germ. Forsch. 62 (Mainz 2004).
- Junkelmann 2008: M. Junkelmann, Gladiatoren. Das Spiel mit dem Tod (Mainz 2008).
- 2015: M. Junkelmann, Die Legionen des Augustus. 15., gründlich überarbeitete und erweiterte Auflage (München 2015).
- Koepfer 2011: Ch. Koepfer, Universität Augsburg, LEG XIII GEM: Rekonstruktion römischer Schilde. In: Koepfer/Himmler/Löffl 2011, 113-118.
- Koepfer/Himmler/Löffl 2011: Ch. Koepfer / F. W. Himmler / J. Löffl (Hrsg.), Die römische Armee im Experiment (Berlin 2011).
- König 1959: E. König, Holz als Werkstoff, Holz als Baustoff (Stuttgart 1959).
- Lasota2020:P.Lasota,TheSzczecinShield.<https://www.facebook.com/media/set/?vanity=patrick.lasota&set=a.3393996907319003> (14.1.2022).
- Meijers/Willer 2009: R. Meijers / F. Willer, Hinter der silbernen Maske 1 – Ein niederländisch-deutsches Forschungsprojekt zu Fragen antiker Herstellungstechniken an römischen Reiterhelmen des 1. Jahrhunderts n. Chr. aus Nijmegen und Xanten. In: Busch/Schalles 2009, 291-304.
- Nabbefeld 2008: A. Nabbefeld, Römische Schilde. Studien zu Funden und bildlichen Überlieferungen vom Ende der Republik bis in die späte Kaiserzeit. Kölner Stud. Arch. Röm. Prov. 10 (Rahden/Westf. 2008).
- Petri 2020: I. Petri, Mehr als nur ein Handschutz. Die Verwendung von Schilden und Schildbuckeln bei den Germanen und Römern, Wikingern und Franken. In: Coburger Landesstiftung (Hrsg.), Hieb- und stichfest. Waffenkunde und Living History. Festschrift für Alfred Geibig. Jahrb. Coburger Landesstiftung 63, 2019 (Petersberg 2020) 47-59.
- Ratsdorf 2009: H. Ratsdorf, Neue Gedanken zur Rekonstruktion römischer Schilde. In: Busch/Schalles 2009, 343-351.
- Schlüter 1991: W. Schlüter, Römer im Osnabrücker Land. Die archäologischen Untersuchungen in der Kalkrieser-Niewedder Senke. Schr. Kulturregion Osnabrück (Bramsche 1991).
- Schmalhofer 2011: J. Schmalhofer, Universität Augsburg, LEG XIII GEM: Der Einfluss von Regen auf römische scuta. In: Koepfer/Himmler/Löffl 2011, 129-136.
- Stiebel/Magness 2007: G. D. Stiebel / J. Magness, The Military Equipment from Masada. In: Israel Exploration Society (Hrsg.), Masada. 8: The Yigael Yadin Excavations 1963-1965. Final Reports (Jerusalem 2007) 1-94.
- Warming u. a. 2016: R. F. Warming / R. Larsen / D. V. P. Sommer / L. Ørsted Brandt / X. Pauli Jensen, Shields and Hide. On the Use of Hide in Germanic Shields of the Iron Age and Viking Age. Ber. RGK 97, 2016 (2020), 155-225.
- Warzecha 2014: R. Warzecha, Form folgt Funktion. Wie die Anforderungen im Kampfeinsatz die Formgebung von der Spatha zu mittelalterlichen Schwertern beeinflussten. In: L. Deutscher / M. Kaiser / S. Wetzler (Hrsg.), Das Schwert – Symbol und Waffe. Beiträge zur geisteswissenschaftlichen Nachwuchstagung vom 19.-20. Oktober 2012 in Freiburg/Breisgau. Freiburger Arch. Stud. 7 (Rahden/Westf. 2014) 153-161.
- 2020a: R. Warzecha, Original 12th Century Kite Shield from Szczecin, Part 1. <https://www.patreon.com/posts/original-12th-1-39960305> (14.1.2022).
- 2020b: R. Warzecha, Reconstructed Curvature of a Surviving Kite Shield from Szczecin. <https://www.patreon.com/posts/reconstructed-of-43183484> (14.1.2022).

Zusammenfassung / Summary / Résumé

Computertomographische Messungen an den frühkaiserzeitlichen römischen Schilden aus Kalkriese (Lkr. Osnabrück). Neue Erkenntnisse zu Aufbau, Herstellung und Vorteilen römischer Sperrholzschilde

Die Schildrandfragmente aus Kalkriese sind seit Jahren bekannt und vorgelegt. Durch neue naturwissenschaftliche Verfahren konnten die einzelnen Lagen der Sperrholzschilder erstmals nicht-invasiv und wesentlich genauer untersucht werden als bisher. Die dabei erschlossenen Ergebnisse erlauben eine neue Sichtweise auf die Herstellung und Gestaltung von römischen Sperrholzschilden und eröffnen Vergleichsmöglichkeiten zu Funden aus anderen Regionen. Drei Kernthesen konnten herausgearbeitet werden: 1) Es muss von einem deutlich geringeren Gewicht der Sperrholzschilde ausgegangen werden. 2) Aus diesem Grund muss auch der Einsatz des Schildes im Kampf überdacht werden. 3) Die Schildränder mit Resten einer Silberfolienverzierung belegen, dass verzierte Waffen im Kampf getragen wurden.

**Computed Tomographic Measurements on the Early Imperial Roman Shields from Kalkriese (Lkr. Osnabrück).
New Conclusions about the Construction, Production and Advantages of Roman Plywood Shields**

The shield edge fragments from Kalkriese have been known and published for years. New scientific methods have made it possible for the first time to examine the individual layers of the plywood shields non-invasively and much more precisely than before. The results obtained allow a new perspective on the production and design of Roman plywood shields and open up possibilities for comparison with finds from other regions. Three core theses could be worked out: 1) it must be assumed that the plywood shields were considerably lighter; 2) for this reason the use of the shield in battle must be reconsidered; 3) the shield edges with remnants of silver foil decoration prove that decorated weapons were used in battle.

**Mesures scanographiques sur des boucliers romains du Haut-Empire provenant de Kalkriese (Lkr. Osnabrück).
Nouveaux acquis sur la structure, la fabrication et les avantages des boucliers romains en contreplaqué**

Les fragments de bords de boucliers de Kalkriese sont connus et publiés depuis des années. De nouvelles méthodes scientifiques non invasives ont permis récemment d'examiner avec beaucoup plus de précision les différentes couches des boucliers en contreplaqué. Les résultats obtenus offrent une nouvelle approche de la fabrication et de la décoration des boucliers romains en contreplaqué, et permettent de nouvelles comparaisons avec des objets d'autres régions. On a pu édifier trois thèses principales: 1) les boucliers en contreplaqué sont probablement plus légers; 2) leur utilisation dans le combat est de ce fait à revoir; 3) les restes de décor en feuille d'argent prouvent le port d'armes décorées dans le combat.

Traduction: Y. Gautier

Schlüsselwörter / Keywords / Mots-clés

Kalkriese / frühe römische Kaiserzeit / Varusschlacht / Schilde / Herstellungstechnik / computertomographische Messungen
Kalkriese / Early Roman Imperial period / Battle of the Teutoburg Forest / shields / production techniques / CT-measurements
Kalkriese / Haut-Empire romain / bataille de Varus / boucliers / technique de fabrication / mesures scanographiques

Uta Schröder

Ludwig-Maximilians-Universität München
Schützenstr. 30
D - 54295 Trier
uta-schroeder@gmx.de

Ingo Petri

Varusschlacht im Osnabrücker Land
gGmbH
Venner Str. 69
D - 49565 Bramsche
ingo.petri@kalkriese-varusschlacht.de

Katrin Zerbe

Fraunhofer-Institut
für Integrierte Schaltungen IIS
Röntgenmobil Fraunhofer-Entwicklungs-
zentrum Röntgentechnik EZRT
Flugplatzstr. 75
D - 90768 Fürth
info-erzt@iis.fraunhofer.de

