

Petra Tutlies, Claus Weber und Frank Willer

Das mittelbronzezeitliche Schwert aus Fliesteden

Mit Beiträgen von Roland Schwab und Sylvia Mitschke

Bei der Begehung einer Ackerfläche auf dem Höhenrücken des Vorgebirges östlich von Bergheim nahe Fliesteden fand Helge Heimbach 2015 zwei anpassende Bruchstücke eines Griffzungenschwertes¹ (Abbildung 5).

Der Fund wurde gemäß dem Denkmalschutzgesetz Nordrhein-Westfalen unverzüglich gemeldet, als Schatzfund im Sinne des damaligen § 17 klassifiziert und der Finder für die Ehrlichkeit des Abliefern belohnt². Bereits im selben Jahr fand er auf der benachbarten Ackerfläche eine runde, gebrochen gearbeitete Scheibe (Abbildungen 5 sowie 11–13), die zunächst allgemein als Beschlag angesprochen, später aber als Element des Schwertgriffknaufes gedeutet wurde³. In den Folgejahren ermittelte Herr Heimbach durch strukturierte Metalldetektorbegehungen weitere Teile des Schwertes, bis am 30. Juli 2020 mit dem Auffinden der Spitze der Klinge das Schwert komplett vorlag⁴ (Abbildung 5).

Der Fundort (Abbildung 1) liegt auf dem nordwest-südost gerichteten Höhenrücken des Vorgebirges (sogenannte Villedhöhe 552₁), einem tektonischen Hebungsgebiet, welches die Kölner Rheinebene von den westlich angrenzenden Lössböden trennt⁵. Nördlich von Köln hat der Villed-Höhenrücken an Höhe verloren, denn er flacht von Südost nach Nordwesten ab, bevor er bei Rommerskirchen vollständig in der Ebene ausläuft. Auf dieser Hochfläche beziehungsweise am Rande eines der von dort nach Nordosten entwässernden Bachläufe liegt der Fundort des Schwertes. Diese Bachläufe schneiden in die tektonisch herausgehobenen tertiären Schichten der Villed und der überlagernden eiszeitlichen Lössanwehungen ein, sind heutzutage aber regelmäßig in ihren Oberläufen kolluvial verstopft⁶. Großräumig betrachtet liegt der Fundort auf der Wasserscheide zwischen der Erft im Westen und dem Rhein im Osten.

Außerdeutsche Fundorte sind in den Anmerkungen in der Regel durch ein Länderkürzel charakterisiert. – Die Autoren danken Herrn Heimbach für die umsichtigen und sorgfältigen Arbeiten vor Ort und die gute Zusammenarbeit.

¹ NW 2015/0007. Diese und die nachfolgend aufgelisteten Aktivitätsnummern beziehen sich auf das Ordnungssystem des LVR-ABR. Unter diesen Kennungen können im Ortsarchiv des Amtes sowie in der Fachanwendung *BO-DEON* die hinterlegten Daten eingesehen werden.

² P. Tutlies / C. Weber, Ein mittelbronzezeitliches Schwert aus Fliesteden. Arch. Rheinland 2015, 85 f.

³ NW 2015/0120.

⁴ NW 2016/0131 (Griffzunge); NW 2019/0027 (vorderer Schwertklingenteil); NW 2020/0139 (Spitze).

⁵ J. Negendank / G. Richter, Geographische und geologische Grundlagen. Geschichtl. Atlas Rheinlande Beih. 1/1-1/5 (Köln 1982) 43. Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung (Hrsg.), Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 122/123 Köln-Aachen. bearb. von E. Gläser (Bad Godesberg 1978).

⁶ Lt. Bodenkarte L5106, Köln steht am Fundort ein Kolluvisol (K34) an, welcher auch in der Geosondage (St. 7) des LVR-ABR in einer Mächtigkeit von 0,10–0,20 m angetroffen wurde.

Eine Nachuntersuchung der Außenstelle Nideggen des LVR-Amtes für Bodendenkmalpflege im März 2015 sollte die Fundlage der Schwertbruchstücke sowie mögliche Begleitfunde und Niederlegungsumstände klären⁷. Im März 2015 wurden dafür vier etwa zwei Meter breite und je vierzehn Meter lange Suchschnitte in nordwest-südöstlicher Richtung angelegt⁸, ohne weitere Fragmente aufzufinden (Abbildung 2).

Beim maschinellen Bodenabtrag mit einem Minibagger wurden lediglich wenige römische Streufunde (Keramik-, Ziegel-, und Basaltlavabruchstücke)⁹ sowie karolingische bis neuzeitliche

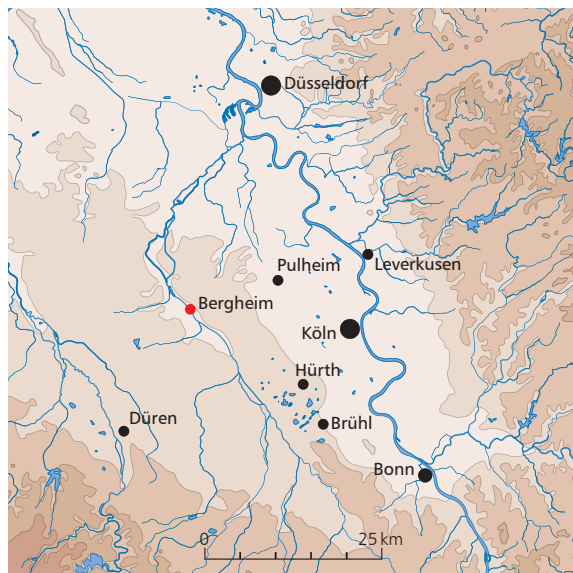


Abbildung 1 Die Position von Bergheim auf dem Villerücken westlich von Köln.

und einer Größe von etwa 1,60 mal 1,27 Meter sichtbar wurde (Abbildung 4). Er beinhaltete keine Funde, das subpolyedrische Gefüge seiner Verfüllung sowie seine Sichtbarkeit unterhalb des bedeckenden Kolluviums lassen auf ein höheres, aber nicht näher einzugrenzendes Alter schließen¹¹.

Keramik des Dungschleiers¹⁰, weiterhin ein Schlackebrocken und Eisennägel aus dem Oberboden aufgefunden.

Eine Geosondage bestätigte die bodenkundliche Kartierung der Bodenkarte am Ort: Unter einem etwa vierzig Zentimeter mächtigen Ackerhumus (A_p) wurde ein bis zu zwanzig Zentimeter dickes Kolluvium ermittelt, dem ein ebenfalls zwanzig Zentimeter mächtiger Tonanreicherungshorizont (B_c) und darunter der verwitterte C-Löss (C_c) unterlag. Diese Bodenschichten gehören zur gekappten Parabraunerde (L_{32}) aus Löss unter kolluvialer Bedeckung der verstopften Rinne (Abbildung 3).

Lediglich zwei biogene Befunde wurden in der Fläche angetroffen. Es handelt sich um zwei Baumwürfe, von denen der eine (Stelle 8) annähernd vollständig erfasst und mit einer leichten ovalen Form und einer Größe von etwa 1,60 mal 1,27 Meter sichtbar wurde (Abbildung 4). Er beinhaltete keine Funde, das subpolyedrische Gefüge seiner Verfüllung sowie seine Sichtbarkeit unterhalb des bedeckenden Kolluviums lassen auf ein höheres, aber nicht näher einzugrenzendes Alter schließen¹¹. (P. Tut.)

Klinge und Griffplatte

Das Schwert hat eine Gesamtlänge einschließlich Griffheft von sechzig Zentimeter¹²; es wiegt 390 Gramm. Die Breite der Klinge misst 2,4 Zentimeter, diejenige der Griffplatte 4,4 Zentimeter. Diese ist trapezförmig und besitzt an den Seiten Randleisten. Sie ist ebenso wie die Klin-

⁷ Die wissenschaftliche Grabungsleitung hatte Dr. Ulrike Müssemeier inne, die örtliche Grabungsleitung Riza Smani. Beiden sowie den Grabungsmitarbeitenden Nicole Gelrich, Igor Ivanitsky und Elmar Krüger sei an dieser Stelle für ihren Einsatz gedankt (NW 2015/0027).

⁸ Sie wurden exakt über die vom Finder bezeichnete Fundstelle der beiden Klingenbruchstücke gelegt.

⁹ Die römischen Streufunde sind sicherlich dem Nutzraum eines ländlichen römischen Gutshofes zuzuweisen, von denen sich einer in 1 km Entfernung Richtung Nordwesten, ein weiterer in 1,6 km Entfernung Rich-

tung Südosten befindet. Hinweise auf römische Gräber gibt es in einer Entfernung von etwa 200 m.

¹⁰ Auf der Karte von Tranchot und Müffling, Bl. 70, Bergheim (Ing.-Geograph Boucher 1807/08) ist das Gelände bereits als Ackerfläche notiert.

¹¹ Baumwurf St. 9 wurde nur teilweise erfasst und bietet ebenfalls keine Anhaltspunkte auf sein Alter.

¹² Mit einem Bandmaß gemessene Schwertlänge unter Berücksichtigung der Verformung. Länge der verbogenen Schwertklinge mit Griffheft 53 cm, rekonstruierte Länge mit vollständig rekonstruierter Griffzunge ohne Knaufplattenbeschlag 63 cm.

Abbildung 2 Bergheim, Grabungs-
gesamtplan der Nachgrabung 2015.

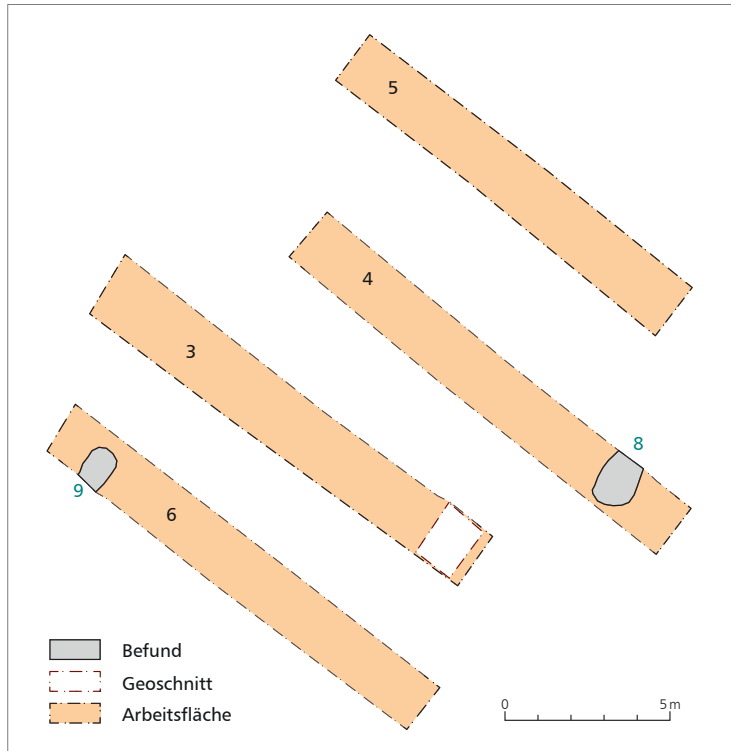
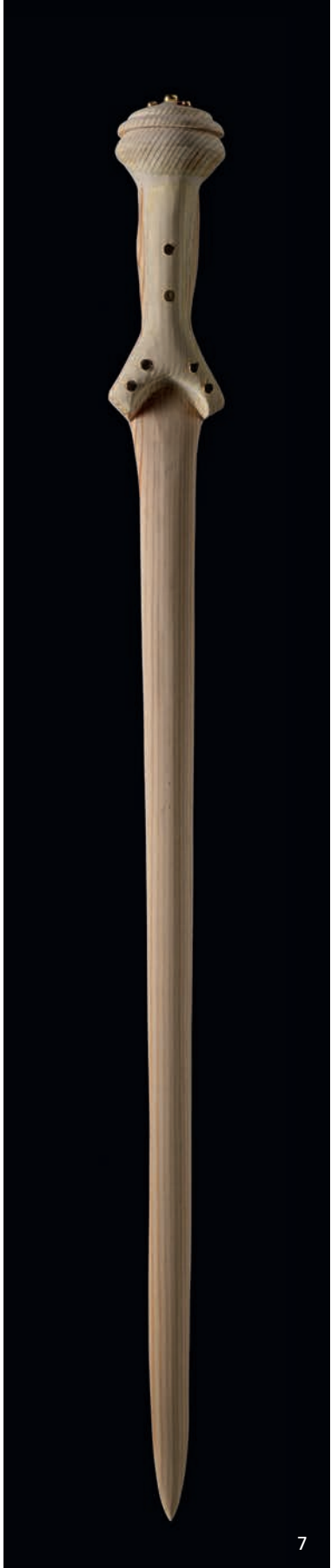


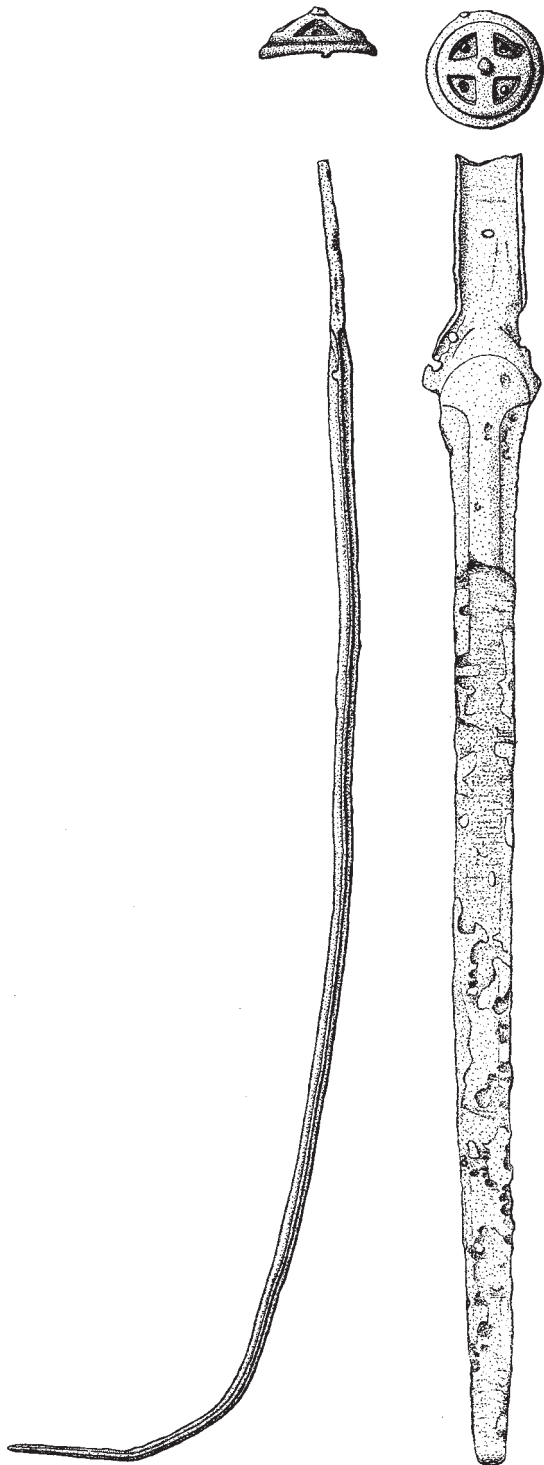
Abbildung 3 Bergheim, Geo-
sondage Stelle 7 mit einem
zwanzig Zentimeter mächtigem
Kolluvium.



Abbildung 4 Bergheim, Baum-
wurf (Stelle 8) innerhalb der
Sondagefläche im Planum.







8



9

Das Schwert von Fliesteden, alle Bilder ein Drittel der natürlichen Größe.
 Abbildung 5 (gegenüber) Alle Einzelteile (2020) mit Angabe der Probennummern (kursiv) und der Fundstellennummern. – Abbildung 6 (gegenüber) Röntgenaufnahme. – Abbildung 7 (gegenüber) Rekonstruktion aus Kiefernholz mit angedeuteten Griffschalen (Frank Willer). – Abbildungen 8 und 9 (oben) Die zusammengefügte Klingenteile mit Griffheft, ergänzter Fehlstelle und dem losen Knauf, links Umzeichnung, rechts Foto.
 Die Schwertschäfte erscheinen in der Vorderansicht jeweils perspektivisch verkürzt.

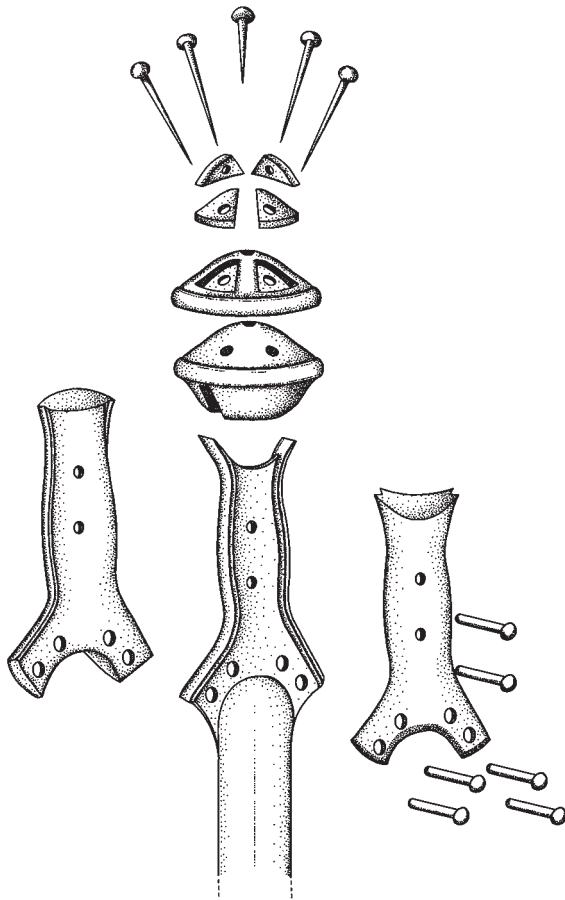


Abbildung 10 Explosionszeichnung der Griffmontage, Rekonstruktion.

Das Schwert ist insbesondere in den verformten Bereichen an der Oberfläche stark angegriffen, die Schneiden sind stark beschädigt. Die blaugrüne Patina weist auf eine Lagerung in feuchtem Milieu hin. (C. Web. / F. Wil.)

Der Griffknaufbeschlag

Bei der Bearbeitung des Griffknaufbeschlages beziehungsweise der Griffknaufplatte sind neben den technisch-materiellen Erkenntnissen zwei archäologische Aspekte zu beachten: zum einen die Ausformung der Platte als solche und zum anderen die Verzierung mit dem Rad- beziehungsweise Kreuzmotiv.

¹³ Willer/Schwab/Mirschenz, *Limes* 74–83. – J. Riederer, The use of standardized copper alloys in roman metal technology. In: A. Giunlia-Mair (Hrsg.), *I bronzi antichi. Produzione e tecnologia. Kongr. Grado und Aquileja 2021 (Montagnac 2002)* 284–291 Tab. 4–6; 12–14. – F. Willer, The Experimental Reconstruction in Bronze of a Merovingian Treasure Box from the 6th Century. In: *Proceedings of the 1st International Workshop. Experimental and Educational Aspects of Bronze Metallurgy. Kongr. Wilheminaoord 1999 (Leiden 2001)* 30–38.

¹⁴ Siehe die Auswertung der Metallanalysen. Vgl. die in der vorherigen Anmerkung zitierte Literatur, ferner O. Werner, Analyse mittelalterlicher Bronzen und Messinge [sic!] IV. *Berliner Beitr. Archäometrie* 7, 1982, 35–174.

¹⁵ Freundlicher Hinweis von Dr. Ulrike Müssemeier, Nideggen.

¹⁶ Mödinger, *Schwerter* 45.

¹⁷ Zur Typologie PBF IV 11, 3 Abb. 1.

ge korrodiert und wirkt teilweise leicht durch die Bodenlagerung erodiert. Es ist nicht auszuschließen, dass dies durch die organischen Beschlagteile hervorgerufen wurde (siehe den Abschnitt zur Korrosion). Entlang der Schmalränder finden sich vier Nietlöcher, die der Befestigung der Griffauflage aus organischem Material dienen. Von dieser zeigt sich die Abschlusskante als omega-förmige Verfärbung auf der unteren Breitseite der Griffplatte. In diese wiederum reicht die Verdickung der Klinge hinein, ebenfalls mit omega-förmigem Abschluss. Die Fortsetzung der Griffplatte ist – ebenso wie die Klinge – eher erst durch Bewegungen im Boden abgebrochen, erkennbar ist eine Griffzunge mit zwei erhaltenen Nietlöchern und konturbegleitende Randleisten (Abbildung 21).

Die Klinge ist gerade und schilfblattförmig mit flach gebogener Verdickung. Die Schneiden sind abgesetzt, unter dem Mikroskop sind Schiffsuren der Schärfung erkennbar. Die Blattspitze ist abgebrochen. Die aktuelle Zusammensetzung der einzelnen Bruchstücke zeigt, dass die Klinge insbesondere im Bereich der Spitze deutlich verbogen war (Abbildung 8 links).

Die einzelnen Teile des Schwertes aus Fliesteden wurden in einem Zeitraum von mehreren Jahren und an unterschiedlichen Stellen geborgen. Während es keinen Zweifel an der Zusammengehörigkeit der Schwertklinge und der Griffzunge gibt, existiert andererseits kein eindeutiger Beleg dafür, dass die nahebei gefundene bronzene Platte, die hier als Griffknaufbeschlag (Abbildungen 11–13) gedeutet wird, eindeutig dem Schwert zuzuordnen ist. In der nahen Umgebung ist keine weitere Stelle mit vergleichbaren Funden bekannt, auch nicht aus anderen archäologischen Epochen, denen die Platte typologisch zugeordnet werden könnte.

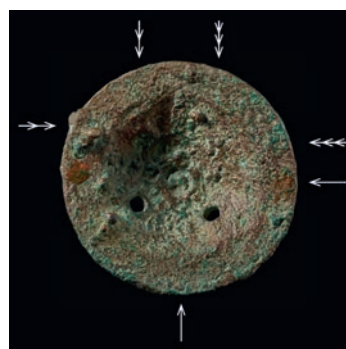
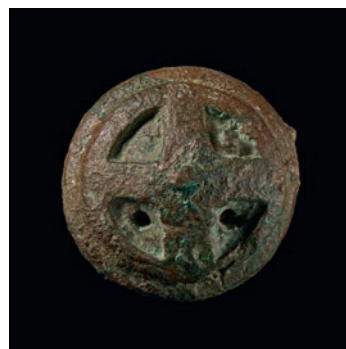
Des Weiteren bestehen Klinge und Beschlag beide aus einer binären Bronze (Kupfer und Zinn), wie sie in der mittleren Bronzezeit häufig verwendet wurde, also ohne intentionelle Zugabe an Blei. Allerdings fand solche binäre Bronze seit der Bronzezeit bis ins neunzehnte Jahrhundert Verwendung¹³. Jedoch begannen bereits römische Handwerker, wenn es für die weitere Verarbeitung nicht von Nachteil war, Bronze durch Zugaben an Blei oder Altmessing (Kupfer und Zink) zu strecken. Dieses auch aus ökonomischen Gründen attraktive Vorgehen wird bis heute praktiziert¹⁴.

Die Form des leicht gebogenen Beschlages als Abschluss eines Griffknaufes wirkt passend. Auf der Unterseite der Platte sind eine schmale, glatte Krempe und die leicht konkav gewölbte Innenseite zu erkennen. Das Innere ist nach dem Guss nicht weiterbearbeitet worden und weist eine raue, unregelmäßige Oberfläche auf. Die Krempe ist leicht nach innen geneigt und hat keine Einkerbungen, Appliken oder Schadstellen. Es gibt somit keinen Hinweis, dass an der Krempe zum Beispiel ein Nadelhalter für die Verwendung als Fibel befestigt war. Eine mögliche Nutzung als Plattenfibel kann somit weitgehend ausgeschlossen werden¹⁵.

Für die Bestimmung als Griffknaufbeschlag können Vergleiche mit der Gestaltung von Vollgriffen beziehungsweise von erhaltenen Griffknaufbeschlägen herangezogen werden. »Das Hauptproblem bei der Verwendung der Bronzeschwerter wie bei jedem Schwert ist die Qualität der Verbindung von Klinge und Griff.«¹⁶ Gebräuchliche Verfahren dieser Verbindung sind das Vernieten sowie das Verkeilen der Tüllenvollgriffe im Innenraum der Griffstange.

Beste Vergleiche bieten die älter- und mittelbronzezeitlichen Vollgriffe an Dolchen und Schwertern¹⁷. Diese wurden in der Regel separat gegossen, bearbeitet und anschließend mit der Klinge verbunden. Im Gegensatz dazu ist die Montage von bronzernen Knaufbeschlägen bei Griffzungenschwertern oftmals nicht eindeutig geklärt, weil die organischen Bauteile durch die lange Bodenlagerung oftmals vergangen sind. Sollten bei diesen Schwertern zudem Knaufplattenbeschläge aus Bronze hinzugefügt werden, mussten diese zwangsläufig separat gegossen, bearbeitet und anschließend mit der Klinge verbunden werden.

Bei der Befestigung werden für die Bronzezeit grundsätzlich zwei Möglichkeiten unterschieden: Bei den Vollgriffdolchen erfolgte die Fixierung des tönernen Gusskerns mittels Nie-



Abbildungen 11–13 Griffknaufbeschlag mit Bohrlöchern; die erhaltenen Reste von drei Befestigungspfosten sind im unteren Bild jeweils durch zwei Pfeile mit gleicher Signatur bezeichnet. Zwei Drittel natürlicher Größe.

te an der Griffstange. Bei den Griffen der Vollgriffschwerter wiederum handelt es sich um Tüllengriffe, deren Gusskern aus Ton weitgehend entfernt wurde. Die Herstellung erfolgte als Guss in verlorener Form, auch um eine individuelle Gestaltung der Griffe zu ermöglichen¹⁸. Den Abschluss des Griffes bildet der Knauf, der in sehr unterschiedlicher Form gestaltet wurde. Sein Zweck besteht darin, der schwertführenden Hand einen sicheren Halt auf der Griffstange zu gewährleisten. Er verhindert das Abrutschen von der Griffstange und damit den Verlust des Schwertes.

Die grundlegende Form einer Knaufplatte ist eine Scheibe, die zur Griffstange hin konkav stark eingezogen ist. Die Platte ist im Durchmesser deutlich breiter als die Griffstange, rund bis oval im Umriss. Ein zusätzlicher, gesondert gestalteter Abschluss des Griffknaufes ist technisch zwar nicht erforderlich, kann aber aus ästhetischen Gründen oder zur Darstellung der Bedeutung des Schwertträgers gegeben sein. Er kann zudem der besseren Führung des Schwertes als Gegengewicht (beim Fliestedener Stück siebzig Gramm) zur Klinge dienen. Das Schwert wurde somit besser austariert beziehungsweise der Schwerpunkt in Richtung des Griffs verlagert¹⁹.
(C. Web. / F. Wil.)

Separate Knaufplatten. Grundsätzlich andere Voraussetzungen als bei den Vollgriffen gibt es bei den Griffzungenschwertern. Hier sind zusätzliche Auflagen auf der Griffzunge aus organischem Material (meist Bein, Horn oder Elfenbein) erforderlich. Die Finger der schwertführenden Hand müssen den Griff fest umgreifen können. Die Auflagen der Griffstange sind folglich der menschlichen Anatomie angepasst. Analogien bieten wiederum die erhaltenen Formen der Vollgriffe (zum Beispiel die Dreiwulstgriffe).

Die metallenen Griffzungen folgen dem Prinzip der Doppel-T-Träger. Die seitlichen Stege nehmen dabei das Biegemoment auf, die eigentliche Griffzunge die Querkräfte²⁰. Damit ist zwar eine gewisse Schwächung der Verbindung zwischen Schwertklinge und Griff gegenüber den Schwertern mit Vollgriffen gegeben. Dies wird jedoch zum einen durch das Einsparen von Material ausgegogen. Zum anderen erfordern unterschiedliche Kampftechniken andere Griffe. Ein Schwerthieb übt andere Kräfte auf das Schwert und den Griff aus als ein Stoß²¹. Griffzungenschwerter werden allgemein als Stoßwaffen angesehen, vor allem wegen der Länge und des Querschnittes der Klinsen. Diese sind kaum für einen massiven Hieb auf einen festen Körper geeignet.

Erhaltene Griffauflagen aus organischem Material zeigen die Gestaltung der Heftplatte, die der Auflage der Finger und dem Schutz der Hand vor Verletzungen durch das gegnerische Schwert dient²². Belegt sind der Ausschnitt auf der Heftplatte und die Verknüpfung mit den beiden seitlichen Schultern des Heftes, deren Verlauf sie nachbilden. Hier werden die Niete eingesetzt, die die Verbindung der Griffauflage mit der Klinge herstellen (Abbildung 39). Abdrücke einer solchen Griffauflage sind auch auf dem Schwert von Fliesteden erhalten.

Die technischen Schwierigkeiten für die Befestigung und die Handhabung liegen in der Verbindung von Knauf und Griffzunge. Sie ist mit Platten aus organischem Material belegt. Der Knauf ist somit vor allem mit dieser Auflage zu verbinden. Wie die Rekonstruktion des Fliestedener Schwertes zeigt (siehe unten), bietet sich zum einen das ›Einklinken‹ des organischen

¹⁸ Mödlinger, Schwerter 31–35.

¹⁹ Inwieweit sich der Schwerpunkt verlagert, haben wir anhand von Messungen der Originalteile und Werkersatzstoffe ermittelt. Die Gesamtlänge des Schwertes beträgt 63 cm (vgl. Anmerkung 12). Der gemessene Schwerpunkt des Schwertes befindet sich etwa in der Mitte. Aufgrund der höheren Masse im Bereich der Griffaufnahme (Verbreiterung der Klinge) ist der Schwerpunkt hier um 2 cm in Richtung der Griffzun-

ge verschoben. Ergänzt man die organischen Griffbeschläge mit den erforderlichen sechs Nietstiften, verlagert sich der Schwerpunkt um weitere 4 cm. Fügt man nun den bronzenen Knaufbeschlag mit den für die Montage erforderlichen Metallstiften hinzu, wird der Schwerpunkt um weitere 4 cm zum Griff hin verschoben. Dieser liegt jetzt nur noch 10 cm vor dem Beginn des Griffheftes.

²⁰ Mödlinger, Schwerter 45.

Knaufs in die ›Hörnchen‹ der Griffzunge an (Abbildungen 10, 23, 37 und 38). Zum anderen sorgen die zusätzlichen Nietverbindungen von Knaufplatte und Knauf für den festen Halt der Konstruktion.

Der Griffknauf ist bei dieser Konstruktion als separates Element anzusprechen. Technisch besteht die Möglichkeit, den Knauf und die beiden Seiten der Griffauflage aus einem Stück Horn oder Knochen herzustellen und mit der Griffzunge zu verbinden. Häufig wurden die Griffauflagen und der Knauf separat hergestellt und mit der Griffzunge beziehungsweise der Griffauflage verbunden. Griffknaufplatten sind zudem unabhängig von der Gestaltung des Knaufes zu betrachten.

Imma Kilian-Dirlmeier befasst sich mit Schwertknäufen aus organischem Material, die in einigen Exemplaren in Griechenland erhalten sind²³. Sie benennt verschiedene Materialien, Formen und Konstruktionen. Es gibt große kugelige bis flach kalottenförmige Knäufe aus Elfenbein. Diese sind durch eine konische Manschette und einen Reifen aus Goldblech mit der Griffstange verbunden. Andere Knäufe weisen eine gewölbte Oberfläche auf oder sind doppelkonisch. Sie bestehen aus Elfenbein, Bergkristall, Serpentin und Marmor. Neben der technischen Grundlage und dem sicheren Abschluss der Griffstange gibt es keine einheitliche Gestaltung der Knäufe. Sie sind abhängig von individuellen Vorstellungen und handwerklichen Fähigkeiten, aber auch vom sozialem Status und den Möglichkeiten des Auftraggebers.

Anthony Harding verweist bei seiner Bearbeitung der Schwerter im damaligen Jugoslawien auf den scheibenförmigen Knauf als weitverbreitetes Merkmal früher Vollgriffschwerter²⁴. Es gibt jedoch nur wenige Beispiele für separat hergestellte Knaufplatten beziehungsweise -beschläge. In diesem Zusammenhang beschreibt er Scheiben aus Knochen und Stein, die von mehreren Fundplätzen im Karpatenbecken bekannt sind. Diese sind mit Punkten, Kreisen und verwandten Motiven verziert und erinnern an mykenische Verzierungsformen. Er stellte eine Verbindung von den ›Scheiben‹ zu den verzierten Bronzeknäufen von Vollgriffschwertern her. Zwei Beispiele besitzen eine zentrale Durchlochung, zwei andere zeigen solche Perforierungen nahe dem Rand. Eine weitere Scheibe ist nicht durchlocht, besitzt aber an der Unterseite eine große zentrale Eintiefung und eine Reihe von Löchern, die von der unteren Oberfläche bis zum äußeren Rand verlaufen. Dabei ist unklar, wie diese Durchlochungen bei der Befestigung an einer Griffstange genutzt wurden. Dies trifft aber auch auf einige Bronzeknaufbeschläge zu. Eine nicht durchlochte Scheibe aus Knochen wurde beim Schwert von Sivec in Mazedonien gefunden²⁵. So ein Beschlag besitzt einen Durchmesser von vier bis fünf Zentimeter. Die Verzierung gleicht der von Schwertknäufen. Eine Deutung solcher Beschläge als Abschlussplatte des Griffknaufs ist naheliegend.

Es liegen weitere Beispiele aus Serbien und Bosnien-Herzegowina für Knaufplattenbeschläge aus Bronze vor: ein Beschlag mit einem separaten langen Stift aus Eisen, der durch die Platte in die organische Griffauflage eingreift, eine ovale Platte²⁶; ein separater Knaufplattenbeschlag mit zentralem Knopf, an dem noch Reste der organischen Griffauflage aus Knochen hängen²⁷, und ein eigenständiger bronzener Knauf mit dachförmig getreppter Oberseite und hohlem kurzen Schaft, bei dem die Verbindung zur Griffstangenaufgabe unklar ist²⁸. Hier schließen sich me-

²¹ PBF IV 2, 2; PBF IV 14, 6f.; R. Hermann u. a., *Bronze Age Combat. An Experimental Approach*. BAR Internat. Ser. 2967 (Oxford 2020). <https://www.barpublishing.com/bronze-age-combat.html>.

²² So aus Sevel, Ringkøbing Amt, DK: Nord. Kreis X, 31 Taf. 19 Nr. 4670; Mödlinger, *Schwerter* 79 Abb. 18.

²³ PBF IV 12, 74–76 Taf. 27–28.

²⁴ PBF IV 14, 6f.

²⁵ PBF IV 14, 54f. Nr. 189.

²⁶ Duškovci, Serbien, Griffplattenschwert vom Typus Vukovar: PBF IV 14, Nr. 9.

²⁷ Arilje, Serbien, frühes Griffzungenschwert mit breiter Schulter: PBF IV 14, Nr. 38.

²⁸ Tešanj-Paklanica, Bosnien-Herzegowina, Griffzungenschwert vom Typus Tešanj: PBF IV 14, Nr. 203.

tallene Knaufplattenbeschläge aus Ungarn an, die jedoch nur in wenigen Beispielen erhalten sind²⁹.

Folgende Möglichkeiten der Verbindungen von separat gearbeiteten Griffknäufen zu den Schwertgriffen sind zu unterscheiden³⁰:

(1) Der Knauf weist eine Hülse auf, die über die Griffauflage geschoben wird. Der Rand des Knaufes ragt über die Auflage, diese ist hier im Durchmesser entsprechend verringert; zusätzliche Niete sind möglich.

(2) Der Knauf kann in die Griffstangenauflage eingepasst werden, dann ragt die Auflage über, der Durchmesser des Knaufes ist entsprechend verringert.

(3) Bündiges Anpassen von Knauf und Griffauflage.

(4) Dornartiger Fortsatz der Griffzunge, in die der Griffknauf eingepasst wird.

(5) Der Knauf besitzt eine Durchlochung, durch die eine Griffangel ragt.

(6) Niete verbinden Knauf und Griffstange beziehungsweise deren Auflagen; in der Regel gibt es waagerechte Nietmontagen. Diese können zusammen mit anderen Verbindungstechniken verwendet werden; häufig bilden sie auch einen Schmuck.

(7) Singuläre Lösungen.

Dem Schwert von Fliesteden vergleichbare singuläre Griffknaufplatten liegen vor allem aus dem nordischen Kreis vor. Das Griffzungenschwert aus Norby Grab B weist eine einfache gebogene Platte auf³¹. Diese besitzt einen Stift, eventuell der Rest einer Niete, welche die Platte auf dem aus organischen Material bestehenden, nicht mehr vorhandenen Rundknauf gehalten hat. Auf der Oberseite der Platte zeigt sich ein sechsstrahliger Stern, in den Furchen sind Reste der Harzfällung erhalten.

Bei den Schwertern aus Løsserup³² und Rested³³ ragt die zentrale Griffangel in die separat hergestellte Griffknaufplatte hinein, der obere Abschluss auf der Platte ist abgerundet und punktförmig erhaben. Diese Verbindung ist die einzig erkennbare.

Eine einzelne Knaufplatte besitzt das Schwert aus Thisted³⁴. Auf einem mutmaßlichen Griffzungenschwert sitzt ein Knauf, der aus einem runden Schaftteil und der separaten Knaufplatte besteht, mit Fünfer-Würfelaugen-Muster. Die Knaufplatte hat einen durchgehenden Stift zur Befestigung in der organischen Griffauflage, im Inneren sind Harzreste der Verklebung erhalten.

In fast allen Fällen bilden Knauf, Griffstange und Heft zusammen ein Gussstück. Am Schwert von Tejn³⁵ sind alle drei Teile einzeln gegossen, zwischen Knauf beziehungsweise Heft und Griffstange befand sich früher wohl jeweils eine Scheibe aus organischem Material. Auch das Fundstück von Meckelfeld³⁶ hat einen einzeln gegossenen Knauf.

Von den Knaufplatten der Schwerter von Skrydstrup³⁷ und Bokelholm³⁸ hängen im Knauffinnern mitgegossene Zipfel herunter und führen in den Tonkern. Ein weiteres Beispiel hierfür ist die kleine Platte beim Griffangelschwert aus Schwennenz³⁹. Sie besitzt einen kleinen Dorn zur Befestigung in der organischen Griffauflage. Diese Art der Befestigung erinnert an die Re-

²⁹ Griffplattenlangdolch aus Fertőszéplak (PBF IV 6, Nr. 40); Langdolch aus Budapest (mit zentralem Nietloch; PBF IV 6, Nr. 61); Schwert aus Neckenmarkt, A, Burgenland (PBF IV 6, Nr. 408).

³⁰ Vollständigkeit ist nicht angestrebt.

³¹ Lkr. Rendsburg-Eckernförde: Nord. Kreis IV, 206 Taf. 77 Nr. 2538 B.

³² Nordjütland, DK: Nord. Kreis XI, 177 Taf. 87 Nr. 5366.

³³ Mitteljütland, DK: Nord. Kreis XI, 187 Taf. 92 Nr. 5401.

³⁴ Nordjütland, DK: Nord. Kreis XI, 234 Taf. 118 Nr. 5559.

³⁵ Seeland, DK: J.-H. Bunnefeld, Älterbronzezeitliche Vollgriffschwerter in Dänemark und Schleswig-Holstein. Stud. Nordeuropäische Bronzezeit 3 (Mainz 2016) 324 Taf. 103 Nr. D 30.

³⁶ Lkr. Harburg: Ebd. 363 Kat. K 198; PBF IV 17, 85f. Nr. 198.

³⁷ Süddänemark, DK: Bunnefeld, Vollgriffschwerter (wie zuvor) 282 Taf. 56 Nr. B 269.

³⁸ Kreis Rendsburg-Eckernförde (Fundort fraglich): ebd. 288 Taf. 66 Nr. B 321.

³⁹ Lkr. Vorpommern-Greifswald: PBF IV 15, 111 Nr. 394 Taf. 56 Nr. 394.

konstruktion des Schwertes von Fliesteden, bei dem Niete in die organische Griffauflage des Knaufes getrieben wurden, um die abschließende Knaufplatte zu halten und zusätzliche Stabilität der gesamten Griffauflage zu erzeugen.

Der Dolch aus dem Depot von Bresinchen⁴⁰ weist einen separaten Knauf auf, der auf die Griffstange aufgeschoben wurde und mit waagerechten Nieten befestigt wurde. Der Kopf des Knaufes hat tiefe kreuzförmige Einkerbungen, vermutlich zur Aufnahme von zusätzlichen Einlagen aus organischem Material. Das Schwert aus Grosvenor Crescent hat einen runden separaten Griffknauf. Er besitzt waagrecht gesetzte Nietlöcher zur Befestigung an der organischen Auflage der Griffstange. Die genaue Art der Verbindung mit der Griffstange ist auf der publizierten Abbildung nicht zu erkennen⁴¹.

Ein Schwert aus dem Depot von Spandau bei Berlin⁴² hat einen separaten Knauf, mit einer waagerechten Durchbohrung auf dem geraden Schaft, die Griffstangenaufgabe fehlt. Das Schwert aus Rastorf⁴³ zeigt einen separaten Knauf und einen bündigen Anschluss an die Griffstangenaufgabe ohne weiteren Niet. Bei solch einer Montage von Knauf und Griffauflage gibt es häufig keine Hinweise auf weitere Verbindungen, wie Nieten oder Verklebungen. Es wären weitere Untersuchungen an den jeweiligen Exemplaren erforderlich, um Hinweise auf Einsteckniete, Verklebungen oder anderes zu ermitteln. Die Zeichnungen in den Publikationen führen hier meist nicht weiter.

Zusätzliche Niete können zur Befestigung von separat hergestellten Griffknäufen gesetzt werden, zum Beispiel bei solchen aus Bergkristall. Das Material ist dann der Bedeutung des Stückes angepasst. Ein herausragendes Beispiel sind die goldenen Niete beim Eisendolch des Tutanchamun⁴⁴. Ein Schwert aus Veji, Quattro Fontanili besitzt einen gesondert gearbeiteten Knauf aus organischem Material, der mit waagerechten Nieten auf der Breitseite mit der Griffstange beziehungsweise der Griffauflage verbunden ist⁴⁵. Die zugehörige Scheide vom Typus Narce datiert das Schwert in die Frühe Eisenzeit.

In den Schachtgräbern von Mykenai gibt es zahlreiche Schwerter mit individuell gearbeiteten Griffen⁴⁶: separat hergestellte Griffknäufe zum Aufschieben auf die Griffangel beziehungsweise zur Verbindung mit der separat gearbeiteten Griffstange aus Bronze. Der Knauf wurde offenbar in die hohle Form der Griffstange eingeschoben und vermutlich verklebt. Zumeist ist keine Form der Verbindung erkennbar. Ein Beispiel hat jedoch eine waagerechte Durchbohrung an der breitesten Stelle. Hiermit deutet sich die Möglichkeit an, einen Niet einzusetzen, um den separaten Knauf mit der Griffstange zu verbinden, wie beim Dolch des Echnaton.

An Griffzungenschwertern aus Mykene gibt es einen zusätzlichen dornartigen Fortsatz am Ende der metallenen Griffzunge. Dieser dient als Zapfen, in den der aufgeschobene Knauf aus organischem Material eingreift⁴⁷.

Weitere Beispiele für die Möglichkeiten der Verbindung von Knauf und Griffstange bieten Schwerter aus dem großen Gräberfeld von Zafer Papoura bei Knossos: Ein Niet mit konkaver Wölbung sitzt unterhalb der Griffscheibe⁴⁸; ein separat gefertigter Knauf, im Inneren mit zapfenartiger Ausnehmung, in die der Zapfen des metallenen Zungenfortsatzes eingreift; waage-

⁴⁰ Lkr. Spree-Neiße: S. Kramer, Ein Bronzhortfund der frühen Bronzezeit aus Bresinchen, Kr. Guben. Ausgr. u. Funde 1, 1956, 21–24; Müller-Karpe, Handbuch IV, Taf. 307 A 6 [Kat. 806].

⁴¹ Großbritannien: PBF IV 5, Nr. 607 A.

⁴² Sprockhoff, Griffzungenschwerter 66 Nr. 54 Taf. 6, 4; Müller-Karpe, Handbuch IV, Taf. 499 B 8 [Kat. 571].

⁴³ Lkr. Plön, Grabhügel: K. Bokelmann, Ein Grabhügel der Stein- und Bronzezeit bei Rastorf, Kreis Plön. Offa 34, 1977, 90–99; Müller-Karpe, Handbuch IV, Taf. 501 B [Kat. 738].

⁴⁴ K. Laatsch, Der Dolch des Tutanchamun. Antike Welt 2021, H. 2, 68–74 Abb. 1 (mit älterer Literatur); Müller-Karpe, Handbuch IV, Taf. 38 B 2 [Kat. 30, II 11].

⁴⁵ I, Prov. Rom: PBF IV 1, Nr. 386.

⁴⁶ Mykene: Müller-Karpe, Handbuch IV, Taf. 225 [Kat. 126, I].

⁴⁷ Mykene: Müller-Karpe, Handbuch IV, Taf. 229 B 1 [Kat. 126, VI] u. v. a.

⁴⁸ Kreta: A. Evans, The prehistoric tombs of Knossos. Archaeologia 59, 1905, 391–562; Müller-Karpe, Handbuch IV, Taf. 200 B [Kat. 152, 4].

rechte Durchlochung des Knaufs für einen langen Verbindungsniet, der auch durch den Zapfen der Griffzunge hindurch verläuft⁴⁹; hierzu vergleichbar ist ein Schwert aus Malia⁵⁰.

Für die Griffzungenschwerter vom italienischen Typus Contigliano ist eine flache Platte am oberen Abschluss des Knaufes typisch⁵¹. Diese ist entweder separat gegossen und wird mittels eines Blechstreifens mit der Knaufplatte verbunden oder in einem Stück mitgegossen. An einem Stück aus Populonia⁵² besteht die Abschlussplatte aus einem ›Käppchen‹, das mit einem großen Mittelknopf versehen ist, aber keine Verbindung mit der Griffzunge aufweist. Dabei ist eine zusätzliche Verbindung mit der organischen Griffauflage anzunehmen. Diese Stücke gehören in die späte Urnenfelderzeit bis frühe Hallstattzeit.

Bei einigen Schwertern aus Italien gibt es gesondert gearbeitete Knäufe, die ohne weiteres Hilfsmittel mit der langen Griffangel verbunden werden, teilweise durchbricht die Spitze der Angel die Abschlussplatte des Griffknaufes. Bei den Schwertern vom Typus Calliano endet die metallene Griffstange mit einer waagerechten Platte, aus der ein langer Griffdorn ragt. Auf diesen wurde der Griffknauf aus organischem Material geschoben⁵³. Ein Schwert aus Dendra⁵⁴ zeigt einen dreiteiligen Knauf: Der untere Teil bildet den schalenförmigen, konkav einziehenden Abschluss der Griffstange und den Übergang zur Knaufscheibe. Der obere Teil bildet den äußeren Abschluss in Form einer gewölbten Blechplatte. Der Kern besteht vermutlich aus organischem Material, das den Innenraum der beiden äußeren Bleche ausfüllt und ihnen Form und Halt gibt. Eine weitere Form der Befestigung ist nicht erkennbar (kein Niet). Einen vergleichbaren Aufbau zeigt das Rundknaufschwert aus Bruck⁵⁵. In der hohlen Knaufplatte sitzt ein Kern aus Elfenbein. Ein kleiner Bronzeniet im Elfenbein zeigt, dass es noch eine Abschlussplatte gegeben hat, die heute verloren ist. Ähnliche Konstruktionen zeigen Schwerter aus Hallstatt⁵⁶ und Rivoli Veronese⁵⁷. Die beiden letzteren Schwerter stammen aus der Frühen Hallstattzeit⁵⁸. (C. Web.)

Die Rekonstruktion des Knaufs. Die Zusammenschau der separaten Griffknaufbeschläge zeigt vor allem die individuelle Gestaltung der Schwertgriffe. Innerhalb der verschiedenen Typen, Varianten und Gruppen von Schwertern zeigen sich immer wieder unterschiedliche Lösungen. Bronzezeitliche Schwerter waren stets Einzelanfertigungen. Natürlich nahmen technische Entwicklung, Kampftechnik und Mode Einfluss auf die Form und Gestaltung der Schwerter, die erst deren moderne Typologie und Datierung ermöglichen. Aber es bleibt immer die individuelle Form des Griffes, die den Träger mit ›seinem‹ Schwert verbinden.

Schwerter der vorliegenden Form sind vorwiegend im nördlichen Mitteleuropa verbreitet. Separate Knaufplattenbeschläge sind dagegen im nordischen Raum häufig. Das Schwert aus Fliesteden scheint somit Ideen aus dem nördlichen Mitteleuropa (Schwertkörper) mit solchen aus dem nordischen Kreis (Griffgestaltung) zu verbinden.

Die Abdruckspuren auf der bronzenen Griffzunge belegen eine zweiteilige Auflage aus organischem Material, die mit Nieten befestigt waren, wie die erhaltene Lochung zeigt. Da der obere Abschluss der Zunge fehlt, ist seine Form nicht mehr bestimmbar. Vergleiche mit zahlreichen bronzezeitlichen Schwertern erlauben es, hier eine Gestaltung mit zwei Hörnchen zu vermuten (Abbildungen 10, 23, 37 und 38).

⁴⁹ Müller-Karpe, Handbuch IV, Taf. 199 A 2 [Kat. 152, 4].

⁵⁰ Kreta: PBF IV 12, 18 Nr. 33 Abb. 8 Taf. 6, 33.

⁵¹ PBF IV 1, 74–76.

⁵² PBF IV 1, 77 Nr. 187.

⁵³ PBF IV 1, 106–108; Österreich siehe PBF IV 10, 47 Nr. 169; 175.

⁵⁴ Argolis: A. W. Persson, *The Royal Tombs at Dendra near Midea* (Lund 1931); ders., *New Tombs at Dendra*

near Midea (Lund 1942); Müller-Karpe, Handbuch IV, Taf. 240, 3 [Nr. 108].

⁵⁵ Lkr. Altötting: PBF IV 11, 213 Nr. 223.

⁵⁶ A, Oberösterreich: PBF IV 10, 47 Nr. 174.

⁵⁷ I, Venetien, Typus Ca' Morta: PBF IV 1, 111 Nr. 296.

⁵⁸ PBF IV 1, 111; PBF IV 11, 214.

Die hier vorgeschlagene Rekonstruktion (Abbildung 10) besticht vor allem durch die Haptik des rekonstruierten Griffes. Hierzu trägt auch bei, dass durch den schweren Beschlag der Schwerpunkt des Schwertes nahe dem Griffteil liegt.

Die Rekonstruktion der zusätzlichen vier Nagelstifte, deren Platzierung und Winkel durch die etwa vier Millimeter langen Durchbohrungen im Griffknaufbeschlag vorgegeben ist, geht davon aus, dass diese aus physikalischen Gründen zwingend für den technischen Zusammenhalt erforderlich sind, während eine zusätzliche Verbindung mit organischen Klebstoffen wie zum Beispiel Baumteer oder Knochenleim denkbar ist. Besser erhaltene Schwertgriffe der Bronzezeit zeigen dies jedoch nicht.

Der Griffknaufbeschlag des Schwertes aus Fliesteden weist eine zentrale, sechs Millimeter große Durchlochung auf, in der ein abgebrochener Bronzestift mit rundem Kopf steckt. Diese erinnert an die Verbindung von separaten Knäufen mit der Griffstange, wie beispielsweise bei Vollgriffdolchen. Experimentelle Versuchsreihen lassen folgenden Aufbau plausibel und möglich erscheinen (Abbildungen 8 links sowie 40–45):

(1) Auf der metallenen Griffzunge (Teil der Klinge) befinden sich zwei Griffauflagen aus organischem Material, befestigt mit Nieten.

(2) Der Knauf besteht aus einem halbkugeligen Körper aus organischem Material, der Ausparungen besitzt, die in die Hörnchen der Griffzungen eingreifen und eine feste Verbindung herstellen.

(3) Die Beschlagplatte sitzt bündig auf dem Knauf auf und ist mit einem zentralen Niet daran befestigt. Zusätzlich wird die Platte durch vier Nagelstifte mit dem Knauf verbunden.

Durch diese Kombination verschiedener Verbindungen kann eine stabile Konstruktion des Griffes erzielt werden. Es ergibt sich eine enorm feste Verbindung bei der Montage der bronzenen Griffknaufplatte mit dem Knauf und den beiden Belegplatten der Griffzunge. Dies ist durch die sich kreuzenden Nagelstifte im Innern bedingt. (F. Wil. / C. Web.)

Das Kreuz- beziehungsweise Radmotiv auf der Griffknaufplatte. Auf der gewölbten Oberseite der Knaufplatte aus Fliesteden ist ein Muster aus erhabenen Bändern zu erkennen. Die beiden mittleren Balken kreuzen sich in der Mitte. Der Randstreifen ist gleichstark, so dass ein vierspeichiges Radmuster entsteht.

Es ist davon auszugehen, dass die etwa dreieckigen Zwischenräume ausgefüllt waren. Vergleichsstücke etwa aus dem nordischen Kreis zeigen Füllungen aus Holz und Bein sowie solche aus Pech und Harz. Ein Radmotiv besteht in der Regel aus gleich starken Balken und Reifen, die Speichen können gerade oder gebogen bis ausschweifend sein. Prominent wird in der Regel die Kreuzesmitte dargestellt, sie bildet beim Rad die Nabe.

Beim Kreuzmotiv dagegen sind die Arme ebenfalls miteinander verbunden, die Umrandung des Motivs ist jedoch deutlich dünner oder fehlt. Die vier Arme sind als Striche, aus Dreiecken oder geschwungenen geformt. Ein vierstrahliges Sternmuster wiederum besteht aus vier einzelnen Elementen, wie Strichen oder Dreiecken, die sich jeweils paarweise gegenüberstehen.

Eine inhaltliche Unterscheidung zwischen Radverzierung, Kreuzzier und Sternmuster ist in der Regel nicht möglich, da die sich in der Mitte kreuzenden Balken regelhaft von einer runden Umrandung umgeben sind.

Die Muster aus Kreuzen und Kreisen können in sehr einfacher Form mit einfachen Strichen dargestellt sein. Es können aber auch komplizierte Formen verwendet werden, bei denen die Balken aus mehreren Linien in unterschiedlicher Stärke bestehen können. Auch können sich die Formen der Balken von dem umgebenden Kranz unterscheiden. Hierbei handelt es sich um jeweils individuelle Anfertigungen, denen jedoch das kreuzförmige Motiv gemeinsam ist.

Das Motiv wird hier als bewusst angebracht bezeichnet, vor allem, weil auf den Trägern der Motive (Schwertknäufe, Doppelknöpfe usw.) zahlreiche weitere ähnliche Muster zu finden sind, die sich vom Kreuzmotiv abheben. Insofern kann nicht davon ausgegangen werden, dass es sich um zufällige Muster handelt, die wegen der einfachen Form gewählt wurden.

Kreuz- beziehungsweise Radmuster mit vier Speichen finden sich im gesamten vorgeschichtlichen Symbolgut. Die Kombination aus zwei sich kreuzenden Strichen beziehungsweise dem Kreuz in einem Kreis ist zu einfach, um es nicht zu nutzen. Vor allem die Verbindung zum Rad, das einen bedeutenden technologischen Fortschritt in der Jüngerer Steinzeit darstellte⁵⁹, ermöglicht es, ein Symbol zu schaffen.

Kreuz-, Rad- und Sternmotive finden sich auf Schwertern der Perioden II und III nahezu ausschließlich auf den oberen Abschlüssen von Griffknäufen⁶⁰, allerdings in der Regel mit abgerundet rhombischer Knaufplatte. Die meisten zeigen ein vom Fünf-Würfelaugen-Muster abgeleitetes Motiv⁶¹: Im rhombischen Feld des Knaufes gruppieren sich um einen zentralen Knopf acht Kreisaugen in regelmäßiger Anordnung; diejenigen in den Ecken des Rhombus sind durch Streben mit dem Knopf verbunden und bilden so ein Kreuz. Daneben gibt es dieses Motiv auch ohne oder mit zwei Streben oder mit Spiralen.

Die runde, ovale bis rhombische Abschlussplatte eines Schwertknaufes bietet sich auf Grund des einfachen Umrisses an, den Innenraum mit einem Kreuz zu verzieren. Es finden sich einfache Kreuzverbindungen aus erhabenen Stegen, wie auf den beiden Schwertern von Wanderup⁶² und Egholt⁶³. Hierbei sind die Ecken der rhombischen Knaufplatte mit dem zentralen Niet durch Stege verbunden, so dass sich ein Kreuzmuster ergibt.

Den besten Vergleich zum Radmuster von Fliesteden findet sich auf der Knaufplatte des Schwertes aus Hesselager⁶⁴. Das zentrale Kreuz besitzt schmale Speichen, einen großen Mittelkreis (Nabe), durch ein Motiv aus konzentrischen Kreisen hervorgehoben. In den vier Zwickeln zwischen den Speichen sind weitere Kreisaugenmuster. Damit zu vergleichen ist der Doppelknopf aus Hulerødgård⁶⁵. Auch hier sind die vier Zwischenräume mit Kreisaugen gefüllt. Diese Muster können an Nietköpfe erinnern. Da wir für das Stück aus Fliesteden annehmen, dass in den gefüllten Freiflächen sichtbare Niete saßen, können diese beiden Exemplare als Vergleich herangezogen werden für runde Muster in den vier Zwickeln.

Die Rad- beziehungsweise Kreuzmotive auf mittelbronzezeitlichen Schwertern der Perioden II und III gehören zum Motivschatz des nordischen Kreises, die kreuz-, stern- oder radförmigen Motive haben einen deutlichen Schwerpunkt der Verbreitung im dänischen Raum, möglicherweise bis nach Südschweden. Weiter südlich tritt das Motiv nur in geringerer Anzahl auf, vor allem nicht auf Schwertern der mittleren Bronzezeit.

Auf der Griffstange des Vollgriffschwertes aus Harring⁶⁶ zeigt sich auf der Vorder- und Rückseite je ein zentrales Feld, das in singulärer Weise mit einem stehenden Kreuz gefüllt ist. Es wird von erhabenen Stegen gebildet, in den vertieften Zwickeln finden sich Kreisaugenmuster, die mit den zitierten Beispielen vergleichbar sind⁶⁷. Ein kreuzförmiges Muster auf dem Knauf findet sich auch bei einem norddeutschen Nierenknaufschwert aus Tangeln⁶⁸.

⁵⁹ M. Fansa / St. Burmeister (Hrsg.), Rad und Wagen. Der Ursprung einer Innovation. Wagen im Vorderen Orient und Europa. Ausst. Oldenburg (2004).

⁶⁰ Ausnahme Harring, Nordjütland, DK: Nord. Kreis XI, 10 Taf. 4 Nr. 4960 C.

⁶¹ Ottenjann, Vollgriffschwerter 14f.; PBF IV 17, 85f. 91; PBF IV 15, 234–240.

⁶² Lkr. Schleswig-Flensburg: Nord. Kreis IV, 98 Taf. 31 Nr. 2325.

⁶³ Ksp. Lejrskov, Süddänemark, DK: Nord. Kreis VIII, 17 Taf. 6 Nr. 3795 I.

⁶⁴ Fünen, DK: Ottenjann, Vollgriffschwerter 84 Nr. 39, Periode II Typus A; Nord. Kreis III, 155f. Taf. 113 Nr. 2006 E.

⁶⁵ Nordseeland, DK: Nord. Kreis I, 21 Taf. 14 Nr. 80.

⁶⁶ Siehe Anmerkung 61.

⁶⁷ Schwert aus Hesselager, Doppelknopf aus Hulerødgård, Nordseeland, DK, siehe Anmerkungen 64 und 65.

Ein vergleichbares Vollgriffsschwert vom Typus Bockup-Prützke aus Bockup⁶⁹ besitzt auf der ovalen Knaufplatte vier zur Mitte hin ziehende doppelte Ritzlinien in kreuzförmiger Ausrichtung um eine leere Mitte. Die Kreuzenden sind mit geraden doppelten Ritzlinien verbunden. Es handelt sich um eine Sonderform der Schwerter aus Periode II des Typus E nach Helmut Ottenjann⁷⁰. Die für die nordische Bronzezeit typische Steg-Furchen-Verzierung findet bei den Schwertern der Periode III des Typus C nach Ottenjann ihre Fortsetzung⁷¹.

Ein vergleichbares Vollgriffsschwert vom Typus Bockup-Prützke aus Prützke⁷² aus Periode II c/III a⁷³ zeigt auf der runden Knaufplatte Ritzverzierungen aus Linienbändern, die im Innenraum mit Querstrichen gefüllt sind. Ein kreuzförmiges Muster zieht über die Mitte des Knaufs, die äußeren Enden sind mit Strichbündeln verbunden. Vergleichbare Verzierungen finden sich auf weiteren Griffangelschwertern mit Knauf⁷⁴.

Außerhalb des nordischen Kreises sind mir nur zwei sicher erkennbare Beispiele für kreuzförmige Muster auf Knaufplatten von Schwertern bekannt: Auf einem Rundknaufschwert aus Preinersdorf finden sich auf der Knaufplatte zwei kreuzförmig überschneidende Bündel aus vier parallelen Riefen (mitgegossen?)⁷⁵. Ein kreuzförmiges Muster auf dem Knauf zeigt ein ostfranzösisches Auvornier-Schwert aus Chavéria⁷⁶.

Das Kreuz-, Rad- oder Sternmotiv findet sich auf weiteren Motivträgern im Bereich der nordischen Bronzezeit. Dazu gehören vor allem die Doppelknöpfe. Auf den Oberseiten, die mehr oder weniger gewölbt sind, finden sich in nennenswerter Anzahl einfache Sternmotive aus vier Strahlen sowie Kreuzmotive mit schmaler Umrandung und komplizierte Kreuzmuster mit Linienbündeln und abgesetzten Strichmustern. Da es bei den Knöpfen auch Sterne mit mehr als vier Strahlen gibt, dies häufig auch in einem Fundkomplex zusammen mit Kreuzmustern, wird eine gezielte Auswahl des vierstrahligen Musters vermutet. Es zeigt sich dabei kein Unterschied in der Ausführung oder der Komplexität des Musters. Aus dem Fund von Bonderup, Seeland, Dänemark stammen vier Bronzedoppelknöpfe, verziert von Mustern mit fünf und sechs Enden⁷⁷.

Eine weitere Fundgruppe, die hohen Gürtelbuckel, zeigen ebenfalls Muster aus Kreuzen oder Sternen. Diese Buckel sind auffällig mit Punkt- und Strichmustern verziert, in der Aufsicht darauf zeigt sich ein Kreuzmotiv⁷⁸. Auch die hutförmigen Buckel mit dem hohen schmalen Schaft tragen auf der oberen Abschlussplatte in einigen Beispielen einfache kreuzförmige Muster⁷⁹.

Gürteldosen besitzen eine große, runde, flache Unterseite, die sich zum Verzieren mit kreisförmigen oder strahlenförmigen Mustern anbietet. Die Mitte wird bei einigen Beispielen aus Stern- oder Radformen gebildet⁸⁰. Das zentrale Motiv kann von weiteren strahlenförmigen

⁶⁸ Lkr. Salzwedel: E. Sprockhoff, Die germanischen Vollgriffsschwerter der jüngeren Bronzezeit. Röm.-German. Forsch. 9 (Berlin 1934) 18; 90 Nr. 17 Taf. 8, 2

⁶⁹ Lkr. Ludwigslust: PBF IV 15, 203 Nr. 529 Taf. 86.

⁷⁰ Ottenjann, Vollgriffsschwerter 41 ff.

⁷¹ Ottenjann, Vollgriffsschwerter 67 f.

⁷² Lkr. Potsdam-Mittelmark: PBF IV 15, 204 Nr. 531 Taf. 87.

⁷³ G. Kossinna, Die deutsche Vorgeschichte eine hervorragend nationale Wissenschaft (Leipzig 1936) 86.

⁷⁴ PBF IV 15, 237–242. Zum Beispiel (jeweils Lkr. Parchim) Slate, Per. III: 237 f. Nr. 599 Taf. 99; Dabel, Per. III: 238 Nr. 600 Taf. 99; Friedrichsruhe, Per. III: 240 Nr. 606 Taf. 99; Plau, keine Datierung: 241 Nr. 608 Taf. 99.

⁷⁵ Kr. Rosenheim, Bayern, späturnfelderzeitlicher Hortfund: PBF IV 11, 214 Nr. 224.

⁷⁶ F, Dép. Jura: D. Vuillet, La nécropole tumulaire de Chavéria (Jura) (Paris 1977) 54 ff. mit Abbildung (PBF IV 11).

⁷⁷ Nord. Kreis II, 148 Taf. 89 Nr. 1157.

⁷⁸ So z. B. Ksp. Kregme, Sonnerup, DK: Nord. Kreis I, 71 Taf. 38 Nr. 227; Ksp. Højby, Annebjerg Skov, DK: Nord. Kreis II, 57 Taf. 36 Nr. 825; Ksp. Højby, Højby, DK: Nord. Kreis II, 61 Taf. 38 Nr. 847 usw.

⁷⁹ So z. B. Börnhöved, Kr. Segeberg: Nord. Kreis XX, 22 f. Taf. 14 Nr. 9816 B; Toustrup, Jütland, DK: Nord. Kreis XII, 45 f. Taf. 18 Nr. 5652 usw.

⁸⁰ So z. B. Brandsbøl, Süddänemark, DK: VI, 113 Taf. 47 Nr. 3149; Løsserup, Nordjylland, DK: Nord. Kreis XI, 177 Taf. 87 Nr. 5367; Schalkholz, Kr. Dithmarschen: Nord. Kreis XVII, 77 Taf. 50 Nr. 9235 B; Börnhöved, Kr. Segeberg: Nord. Kreis XX, 22 f. Taf. 12 Nr. 9816 B; Vile, Jütland, DK: Nord. Kreis XII, 79 Taf. 29 Nr. 5735.

Mustern unterschiedlicher Anzahl umgeben sein. Hier kann die Hülse eines Klappstuhls aus Korsør⁸¹ angeschlossen werden, das einfache Radmotiv auf der Außenseite besteht aus mehrfach gegliederten konzentrischen Kreisen.

Auf einigen der Bornholmer Fibeln finden sich auf den Endbuckeln einfache Stern- oder Kreuzmotive aus vier Armen. Beim Exemplar aus Melgård⁸² ist das zentrale Muster von einer breiten Krempe aus Strichbündeln umgeben. Hierzu passen die einfachen kreuzförmig eingritzten Muster auf zwei Mecklenburger Fibeln⁸³.

Einschneidige Rasiermesser, wie dasjenige aus Tuesbøl⁸⁴, besitzen ein Griffende, das in ein Rad ausläuft, bestehend aus gleich breitem Radreifen und vier Speichen. Diese Motive schließen sich in ihrer Einfachheit direkt den Radnadeln und Radanhängern an⁸⁵.

Auch die Unterseiten einiger Doppelknöpfe, wie beispielsweise aus Store-Salby und Nebel,⁸⁶ schließen sich an, bestehend aus einem Radreifen und vier Speichen um eine Nabe, jeweils von gleicher Stärke⁸⁷. Eine Bronzescheibe aus Østerbølle zeigt ein zentrales Kreuzmotiv in einem dreifachen Ring; in den Zwickeln hängende Tropfen mit rahmenden Punktreihen⁸⁸. Ein Anhänger aus Nygård mit großer runder Kopfscheibe, darauf ein kreuzförmiges Muster im umgebenden Kreis, bietet ein ähnliches Bild⁸⁹.

Und nicht zuletzt zeigen die Endplatten von einigen Messern kreuzartige Verzierungen, indem der zentrale Knopf der rhombischen Endplatte durch Stege mit den Ecken der Platte verbunden ist.

Nur Erwähnung finden sollen hier Kreuzmotive auf Armringen, wie beispielsweise den Armringen mit Strichgruppenmuster⁹⁰. Die hier zu findenden Ornamente sind zumeist Andreaskreuze und werden in der Regel aus vier Dreiecken gebildet, deren Spitzen sich berühren. Es handelt sich hierbei um ein anderes Motivmuster als bei den einzelnen, streng lotrecht ausgeführten Rad- beziehungsweise Kreuzmotiven. Auch die einfachen Strichverzierungen in Kreuzform auf Armringen und anderem werden hier nicht weiter betrachtet, da sie häufig als Füllmuster zwischen den umlaufenden Strichgruppen angebracht wurden. Sie stellen hier einen Teil der Gesamtkomposition dar und sind nicht als einzelne Motive anzusehen. Es gibt keine Schwerpunkte hinsichtlich Verbreitung und Datierung.

Fazit. Der grundsätzliche Aufbau eines bronzezeitlichen Schwertgriffs ist stets gleich: Der Griff soll Halt geben, damit die Waffe sicher und fest in der Hand liegt. Sie darf während des Kampfes nicht verloren gehen und muss verschiedene Techniken der Handhabung ermöglichen. Die Heftplatte dient der Verbindung zwischen Klinge und Griff, zugleich wird der Hand ein Schutz gegen Hiebe gegeben. Unabhängig von der Form des Vollgriffes oder der organischen Griffauflagen ermöglicht diese Platte das Auflegen des Zeigefingers zur besseren Führung des Schwertes. Die Griffstange wird zumeist – wie bei einem modernen Florett – von dem Mittel- und Ringfinger sowie dem kleinen Finger gehalten. Der Knauf verhindert das Abrutschen der Hand vom Griff.

⁸¹ Seeland, DK: Nord. Kreis II, 145 Taf. 87, 1139.

⁸² Süddänemark, DK: Nord. Kreis III, 6f. Taf. I Nr. 143.

⁸³ PBF XIV 1, 36f. Nr. 167 und 173.

⁸⁴ Süddänemark, DK: Nord. Kreis VIII, 57 Taf. 33 Nr. 3893.

⁸⁵ G. Kossack, Religiöses Denken in dinglicher und bildlicher Überlieferung Alteuropas aus der Spätbronze- und frühen Eisenzeit (9.–6. Jahrhundert v. Chr. Geb.). Bayer. Akad. Wiss., Philosoph.-hist. Klasse, Abhandl. N. F., H. 116 (München 1999); PBF XIII 3, 129–250; PBF XIII 4, 15–17. Hier sind neben den einfachen vier-speichigen Formen der Radnadeln auch die Lüneburger Radnadeln mit einfachem Kreuz, aber breitem Rad-

reifen zu beachten, die sich an weitere Exemplare aus dem nordischen Kreis anschließen, so z. B. Søviggarde, Jütland, DK: Nord. Kreis VIII, 140 Taf. 84 Nr. 4170; Linde, Mitteljütland, DK: Nord. Kreis X, 70 Taf. 43 Nr. 4768 B.

⁸⁶ Ksp. Højelse, Store-Salby, DK: Nord. Kreis I, 94f. Taf. 50 Nr. 297 D; Nebel, Amrum: Nord. Kreis V, 8 Taf. 1, Nr. 2572 C.

⁸⁷ Store-Salby, Ksp. Højelse: Nord. Kreis I, 94f. Taf. 50 Nr. 297 D; Jomfrugård, Ksp. Poulsker: Nord. Kreis III, 30 Taf. 16 Nr. 1482 F; Blans, Ksp. Stokkemark: Nord. Kreis III, 83f. Taf. 54 Nr. 1670, alle DK.

Wie Experimente zeigen, gibt es keine einheitliche Art und Weise, wie ein Schwert zu halten ist. Diese ist vielmehr abhängig von der Erfahrung und Technik des Kämpfers, aber auch von der Form und Balance des Schwertes⁹¹. Insofern gab es keine konkreten Parameter, wie der Griff auszuführen ist.

Über diese technischen Voraussetzungen hinaus bot der Knauf Möglichkeiten zur individuellen Gestaltung. Allerdings unterlag die Formgebung dem jeweiligen zeittypischen Geschmack und dem sozialen Stand des Schwertträgers. Zeitbedingte Vorgaben, wie etwa die Nutzung von Vollgriffen, und technische Vorgaben (Griffangel- oder Griffzungenschwerter usw.) ermöglichen, gewisse zeittypische Entwicklungen zu erfassen. Diese können für die typologische Bestimmung und Datierung der einzelnen Exemplare herangezogen werden.

Die Gestaltung des Griffknaufes zeigt bei den Vollgriffen von Dolchen und Schwertern große Variationsbreite der Gestaltung. Einen verbindlichen Kanon, wie der Griff eines Bronzeschwertes zu gestalten war, gab es nicht. Dies war von individuellen, zeitlichen, regionalen, sozialen, modischen und technischen Vorstellungen abhängig und damit keineswegs einheitlich. Das bedeutet, dass man sich bei dem Fliestedener Exemplar in der Rekonstruktion des Griffes und seiner Gestaltung auf die funktionalen Aspekte konzentrieren kann.

Form und Gestalt des Griffknaufbeschlages mit Radmuster und der Beschlag als separates Griffteil weisen auf starke Einflüsse aus dem Nordischen Kreis, was mit dem bekannten Verbreitungsgebiet der Schwerter vom Typus Traun korrespondiert. (C. Web.)

Typologie, Verbreitung und Datierung

Forschungsgeschichte. Das Schwert aus Fliesteden gehört in die Gruppe der älterbronzezeitlichen Griffzungenschwerter nach Gustav Kossinna⁹² und gehören ihm zufolge als die ältesten Typen in Skandinavien und Norddeutschland in die Periode II b/c. Er unterteilt sie in solche mit gebauchter und gerader Griffzunge, anhand der Anzahl der Niete bildete er weitere Gruppen. Dabei gehören die Stücke mit zwei beziehungsweise vier Nieten in die älteste Periode II b/c. Aus deren hoher Funddichte in Schleswig-Holstein und Dänemark leitet er die Herkunft in diesem Raum ab. Das Schwert aus Haan⁹³, der damals einzige bekannte Vergleichsfund aus dem Rheinland, gehört in diesem Argumentationszusammenhang zur Sonderform Ca mit zwei Nietpaaren und einem mittleren Niet auf der Hefterweiterung: »eine ganz vereinzelte Abänderung«⁹⁴. Diesen Typus weist der Autor in den Schlussabschnitt der Periode II c.

Ernst Sprockhoff knüpft an diese typologische Gliederung an und bezeichnet Schwerter mit gebauchter beziehungsweise gerader Zunge als Typen I a beziehungsweise I b⁹⁵. Das Fliestedener Schwert mit leicht gebauchter Griffzunge gehört demnach zum Typus I a. Sprockhoff verweist bereits auf einen zweiten Verbreitungsschwerpunkt dieses Typus im mittleren Donauraum, wo

⁸⁸ Dm. 10,4 cm. Nordjütland, DK: H. C. Broholm, Danmarks Bronzealder. Første Bind. Samlede fund fra den Ældre Bronzealder (Kopenhagen 1963) 174 mit Abb.

⁸⁹ Bornholm, DK: Nord. Kreis III, 10 Taf. 4 Nr. 1448.

⁹⁰ Beispielhaft PBF X 8, 170–175 Taf. 69–70.

⁹¹ Mödinger, Schwerter 6f. Zur Handhabung von Schwertern zusammenfassend und mit älterer Literatur R. Hermann u. a., Bronze Age Swordsmanship. New Insights from Experiments and Wear Analysis. Journal Arch. Method and Theory 2020 (online: <https://doi.org/10.1007/s10816-020-09451-0>).

⁹² So G. Kossinna, Zur älteren Bronzezeit Mitteleuropa III 1. Die alten Griffzungenschwerter. Mannus 4, 1912, 274–287.

⁹³ Joachim/Weber, Dolche und Schwerter Nr. 32.

⁹⁴ Kossinna, Griffzungenschwerter (vorletzte Anmerkung) 282. Die Variante C wird charakterisiert durch zwei Nietpaare und einen Zungenniet. Das von Kossinna hier ebenfalls aufgeführte Schwert aus Hünxe-Bruckhausen (277) gehört nach den neueren Untersuchungen nicht zu diesem Schwerttypus: Joachim/Weber, Dolche und Schwerter Nr. 31 und 55.

⁹⁵ Sprockhoff, Griffzungenschwerter 1–8.

er den Ursprungsort der Entwicklung sieht. An diese beiden grundlegenden Arbeiten schließen sich die weiteren Bearbeiter dieses Schwerttypus an⁹⁶.

Peter Schauer folgt bei seiner Untersuchung zur Entstehung der Griffzungenschwerter seiner Typen Mining, Nitzing, Traun und Annenheim (Sprockhoff I a) derselben Ansicht⁹⁷. Vom oberitalienisch-westungarischen Entstehungsgebiet gelangten demnach Schwerter des Typus I a während der Asenkofen-Stufe (Bz B2/C) in das nördliche Mitteleuropa. Hier wurden sie zur charakteristischen Waffe der Periode II. Die Mehrzahl der nordischen Schwerter wurden jedoch nach Anregungen aus dem oberitalienisch-westungarischen Raum vor Ort hergestellt.

Harry Wüstemann⁹⁸ übernimmt nicht die feine Unterteilung von Schauer und behandelt die Schwerter vom Typus Sprockhoff I a mit Ausnahme des Typus Annenheim gemeinsam. Er datiert Schwerter, die dem nördlichen Raum innerhalb des Verbreitungsgebietes des genannten Typus angehören, einheitlich in die Periode II. Nicht auszuschließen seien jedoch für den süddeutschen Verbreitungsraum jüngere Datierungen bis in die frühe Urnenfelderzeit, wie auch Schauer schon ausführt⁹⁹.

Bestimmung. Typologisch gehört das Schwert aus Fliesteden also zu den älteren Griffzungenschwertern vom Typus Sprockhoff I a beziehungsweise Schauer Typus Traun¹⁰⁰. »Kennzeichnend ist die geschweifte oder sanft ausgebauchte, dünne und in der Regel nietlose Griffzunge mit spitz auszipfelnden, zuweilen hörnerartig umgebogenen Zungenstegen, deren Ränder dünn, hoch und manchmal ein wenig nach innen zur Zungenbrücke hingebogen sind [...] Am Heftansatz zieht die Griffzunge halsartig ein, um danach in das breit flügelartige, viernietige Heft mit gerundeten oder bogenartig nach unten gezogenen Schultern überzugehen; darunter zeichnet sich der Heftausschnitt breit-halbkreis-, parabel- oder flach bogenförmig ab. Bei breitflügeligem Heft zieht die Klinge darunter nahezu rechtwinklig ein, bei gerundeten Schultern dagegen in sanfter Biegung, um danach schilfblattförmig zu verlaufen; Fehlschärfe und Schneidenabsatz fehlen meist bei den nordischen Schwertern dieses Typus. Der breite Mittelwulst wird seitlich von je einer oder mehreren Rillen begleitet, die am äußersten Heftnietloch beginnen. Der Klingenquerschnitt ist in der Regel linsenförmig mit von Rillen umrahmtem Mittelwulst. Die Schwertlänge [liegt] zwischen 60 und 73 Zentimeter.«¹⁰¹

Verbreitung. Fundorte dieses Schwerttypus finden sich in ganz Mitteleuropa von Deutschland und der Schweiz bis Polen, Rumänien und Oberitalien sowie nördlich bis Schweden. In Deutschland liegen sie aus allen Flächenländern bis auf Rheinland-Pfalz, Sachsen und das Saarland vor. In Nordrhein-Westfalen ist das Schwert aus Haan¹⁰² anzuschließen.

Nach Schauer¹⁰³ ergeben sich innerhalb des weiten Verbreitungsgebietes mehrere Schwerpunkte, die mit Werkstätten in Verbindung gebracht werden können, die untereinander wohl in Kontakt standen. Im pannonischen Raum mit der ungarischen Ebene, der Südostslowakei, dem Ostalpenraum, in Venetien und in Slowenien zeigt sich eine deutliche Konzentration von Fundstellen. Für das inneralpine Gebiet um Inn und Salzach kann ein Werkstattkreis zwischen

⁹⁶ J. D. Cowen, Eine Einführung in die Geschichte der bronzenen Griffzungenschwerter in Süddeutschland und den angrenzenden Gebieten. 36. Ber. RGK 1955, 52–155, hier 56–60; ders., The Flange-hilted Cutting Sword of Bronze. Was it first Developed in Central Europe or in the Aegean Area. In: G. Bersu (Hrsg.), Bericht über den V. internationalen Kongreß für Vor- und Frühgeschichte Hamburg vom 24. bis 30. August 1958 (Berlin 1961) 207–214, 207ff.; H. Müller-Karpe, Zur spätbronzezeitlichen Bewaffnung in Mitteleuropa und

Griechenland. Germania 40, 1962, 255–287, hier 262–264; PBF IV 17, 99–105.

⁹⁷ PBF IV 2, 129–131, mit Berücksichtigung der älteren Literatur.

⁹⁸ PBF IV 15, 18–22.

⁹⁹ PBF IV 2, 123 ff.

¹⁰⁰ PBF IV 2, 119–131 Taf. 53, 359 – 55, 374; PBF IV 15, 18–22 Taf. 4, 27–6, 37; Typus Sacile nach PBF IV 1, 54–56 bzw. Typus A 1 nach PBF IV 6, 44–46.

¹⁰¹ PBF IV 2, 119 f.; siehe auch PBF IV 15, 18 f.

Enns und Inn herausgearbeitet werden. Nördlich der Donau bis hinauf nach Niedersachsen und Mecklenburg gibt es nur wenige Schwerter vom Typus Traun; sie sind als Verbindungsglieder der beiden großen Verbreitungsgebiete südöstlich und nördlich dieses Raumes anzusehen. In der nördlichen Verbreitungszone von südlich der Elbe über Schleswig-Holstein und Mittel-Jütland bis zur schwedischen Küste wurden die meisten der nordischen Schwerter des Typus gefunden.

Funde östlich des Karpatenbeckens sind nicht bekannt¹⁰⁴. Die beiden Stücke aus dem Rheinland sind dabei als nordwestlichste Vertreter anzusehen. Das Fliestedener Schwert ist am ehesten dem nordischen Verbreitungsgebiet anzuschließen.

Im nordischen Verbreitungsgebiet der Schwerter Sprockhoff I a wurden die meisten Exemplare in Gräbern gefunden. Dagegen sind die meisten Schwerter im südlichen Verbreitungsgebiet Einzelfunde oder Flussfunde, hier stammen nur wenige aus Gräbern oder Depots¹⁰⁵.

Funktion. Die schmalen schilfblattförmigen Klingen weisen die Schwerter dieses Typus als Stichwaffen aus. Die Griffzungen sind zu schmal und zu klein, um damit schwere Hiebe auszuführen. Die Heftpartien sind absichtlich plattenartig gearbeitet, was der Schwerthand zusätzlichen Schutz vor den Paraden der gegnerischen Klinge gewährt und eine größere Auflagefläche für die Belagplatten auf den Griffzungen ergibt. Die vier Nieten auf der Griffplatte hielten zusammen mit den beiden auf der Griffzunge die beiden Belegplatten der Griffzunge.

Bereits Sprockhoff vermutet, dass Bleispuren auf den Griffzungen von einem Bindemittel wie Bleiweiß stammen¹⁰⁶. Die Untersuchungen von Wilhelm Geilmann und Gernot Jacob-Friesen an Schwertern vom Typus Traun und verwandten Typen ergaben jedoch, dass auf die Griffzungen Bleibescherungen aufgelegt waren, die den Schwerpunkt auf den Griff und damit in die Faust des Kämpfers verlagerten, wodurch die Waffe leichter zu führen war¹⁰⁷.

Bleiaufräge konnten auf dem Fliestedener Schwert zwar nicht festgestellt werden, aber die Ausgestaltung der Griffknaufplatte bewirkte gleichfalls eine Lage des Schwerpunktes nahe beim Griff (siehe unten).

Zeitstellung. Für die Datierung der älteren Griffzungenschwerter gibt es nur sehr wenige geschlossene Fundkomplexe. Schauer bezieht drei Grabfunde aus Oberösterreich, Südthüringen und Jütland¹⁰⁸ in seine Auswertung ein¹⁰⁹. Die Bestattung in Ratishof ist in die späte Hügelgräberbronzezeit datiert (Bz C2, Stufe Asenkofen), in die gleiche Zeit setzt Schauer die Bestattung aus Streufdorf. Die Bestattung von Bolderslev gehört in die Periode II b/c, der in Süddeutschland die Stufe Asenkofen entspricht.

Nach Schauer zeigt sich eine zeitliche Gliederung der Schwerter vom Typus Traun¹¹⁰: Im Norden beginnen sie in der Periode Bz II b/c, gleichzeitig mit solchen der späten Hügelgräberzeit nördlich der Alpen. Ihre Nutzungsdauer erstreckt sich bis zum Ende der frühen Urnenfelderzeit (Bz D); vereinzelt kommen sie in Südosteuropa in Depots der älteren Urnenfelderzeit vor (Ha A 1); diese Schwerter können hier jedoch zumeist als Altmaterial angesprochen werden.

Wüstemann verweist bei den nordischen Schwertern auf eine Datierung bis zum Ausgang der Periode II¹¹¹. Diesem Zeitansatz entspricht die Datierung des Grabes von Streufdorf. Für eine

¹⁰² Joachim/Weber, Dolche und Schwerter Nr. 32.

¹⁰³ PBF IV 2, 125.

¹⁰⁴ PBF IV 2, 129–131; PBF IV 6, 44–46; 56; PBF IV 8, 80.

¹⁰⁵ PBF IV 2, 123; PBF IV 15, 21.

¹⁰⁶ Sprockhoff, Griffzungenschwerter 3.

¹⁰⁷ W. Geilmann / K. H. Jacob-Friesen, Chemische Untersuchungen an vorgeschichtlichen Bronzewaffen Nieder-

sachsens. Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Philosoph.-Hist. Kl. Fachgr. I, Altertumswiss. N. F. 2, 3, 1937, 54–57; 61.

¹⁰⁸ Ratishof am Weilhartforst, Oberösterreich, A; Streufdorf, Südthüringen; Bolderslev, Jütland, DK.

¹⁰⁹ PBF IV 2, 123–125.

¹¹⁰ PBF IV 2, 125.

¹¹¹ PBF IV 15, 21 f.

Einordnung in die Periode III, wie von Cowen für möglich gehalten¹¹², gibt es bislang keine eindeutigen Belege.

Es wird daher aus typologischen Gründen eine chronologische Einordnung in die entwickelte Stufe Bronzezeit II oder etwas jünger vorgeschlagen. Das entspricht etwa dem vierzehnten oder dreizehnten vorchristlichen Jahrhundert. (C. Web.)

Konservierung, Restaurierung und Montage

Eingangszustand und Restaurierung. Bei der Restaurierung und Konservierung des Schwertes galt das besondere Interesse der Untersuchung der verwendeten Materialien und der antiken Herstellungstechniken. Die durch Zersetzung, Korrosion und Beschädigung verlorenen Teile sollten ferner experimentell rekonstruiert werden, um Form und Funktion des Schwertes überprüfen zu können. Als Diskussionsgrundlage dienten Vergleichstücke sowie die zeichnerischen Rekonstruktionsversuche, anhand derer ein maßstabgetreuer Nachbau der Waffe erfolgte. Hieran konnte die Funktionalität der zu rekonstruierenden Bauteile überprüft und allgemeinverständlich dargestellt werden. Zur Materialbestimmung und Provenienz des Metalls wurden archäometrische Analysen- sowie Materialprüfverfahren durchgeführt, die meisten in der Restaurierungswerkstatt des Landesmuseums Bonn. Wichtige Materialanalyse- und Prüfverfahren wurden in den hierfür spezialisierten Laboren des Curt-Engelhorn-Zentrums Archäometrie (CEZA) in Mannheim ausgeführt. Um ausschließen zu können, dass es sich bei den Schwertfragmenten trotz ihres relativ einheitlichen Erscheinungsbildes nicht um Teile verschiedener Waffen handelt, wurden in einem ersten Arbeitsschritt alle Querschnitte der Bruchkanten vermessen. Dazu mussten zunächst die teils mit Schimmel befallenen Erd- und Kalkablagerungen mechanisch entfernt werden.

Trotz der starken Mineralisierung der Bronzoberfläche ließen sich später nach der Reinigung und Freilegung der Bruchkanten alle Fragmente, mit Ausnahme des Griffheftes und des Knaufes, passgenau aneinanderfügen. Der im Verhältnis zu den Außenkanten der Klinge geringere Korrosionsgrad der Bruchflächen deutet auf ein späteres Einsetzen der Korrosion hin. Die Bruchflächen sind daher wesentlich später, vermutlich im Zuge der modernen landwirtschaftlichen Nutzung der Ackerfläche entstanden. Der Schwertknauf weist im Vergleich zu den Schwertklingenfragmenten ein abweichendes Korrosionsbild auf. Da der Knauf separat gefertigt wurde, lag die Vermutung nahe, dass für seine Herstellung eine andere Herstellungstechnik und Legierung verwendet wurde. Neben Unterschieden des Bodenmilieus können auch abweichende Herstellungsprozesse oder Metallzusammensetzungen einen nicht unerheblichen Einfluss auf das Korrosionsverhalten von archäologischen Kupferwerkstoffen haben¹¹³. Partielle Patinierungen oder der Auftrag von Öl, welche Blankwaffen zieren beziehungsweise vor Korrosion schützen sollten, können später im Boden zu einem veränderten Korrosionsverhalten führen. Dies kann mitunter selbst an einem einzigen Gegenstand zu signifikanten Unterschieden des Erhaltungszustandes führen¹¹⁴.

Die Oberseite des Knaufs weist vier dreieckförmige Vertiefungen auf, in denen ursprünglich wohl organische Einlagen mit Bronzestiften fixiert waren (Abbildung 12). Zwei dieser Stifte sind

¹¹² Cowen, Griffzungenschwerter (Anmerkung 96) 58.

¹¹³ M. Schmauder / F. Willer, Römische Kästchenbeschläge aus Buntmetall im Römisch-Germanischen Museum Köln. Kölner Jahrb. 37, 2004, 137–221, hier 150–152.

¹¹⁴ D. Berger, Bronzezeitliche Färbetechniken an Metallobjekten nördlich der Alpen. Forschungsgesch. Lan-

desmus. Vorgesch. Halle 2 (Halle 2012) 30 f. Abb. 10 und 12; 79–85 Abb. 66.

¹¹⁵ Ebd. 85–90; H. Born, Korrosionsbilder auf ausgegrabenen Bronzen, Informationen für den Museumsbesucher. In: ders. (Hrsg.), Archäologische Bronzen. Antike Kunst. Moderne Technik (Berlin 1985) 86–104.

noch erhalten. Sie haben einen Durchmesser von drei Millimetern und enden auf der Oberseite in einem kugelförmigen Kopf. Ähnlich verhält es sich bei dem zentralen Befestigungsstift am Knauf, der jedoch mit fünf Millimeter Durchmesser auffällig stärker gearbeitet wurde. Die noch

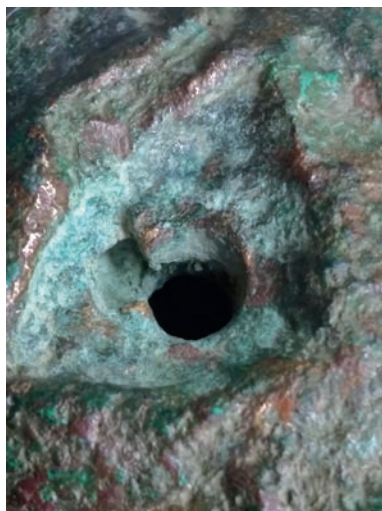


Abbildung 14 (oben) Vergrößerte Ansicht der Vertiefung für eine Einlage sowie Montagebohrung am Knauf.

Abbildung 15 (unten) Detailansicht des Heftabschlusses mit zum Teil erhaltenen Bohrungen zur Montage der Griffplatten.



sion (Abbildung 15). Im Gegensatz dazu zeigen die Schwertklingen- und das Heftfragment eine relativ kompakte, etwa zwei bis drei Millimeter starke grüne bis bläuliche Korrosionsschicht, die nicht der originalen Oberfläche aufliegt, sondern hauptsächlich nach innen gerichtet ist. Bei der Korrosion handelt es sich im Wesentlichen um Verbindungen aus basischen Kupferkarbonaten (grün), darunter geringe Anteile an Azurit (blau bis türkis), wie sie in der Vergangenheit bereits eingehend für archäologische Metallfunde beschrieben wurden¹¹⁵ (Abbildung 16). Im Bereich der ehemals aus organischem Material gefertigten Griffbeschläge wirkte die Oberfläche leicht

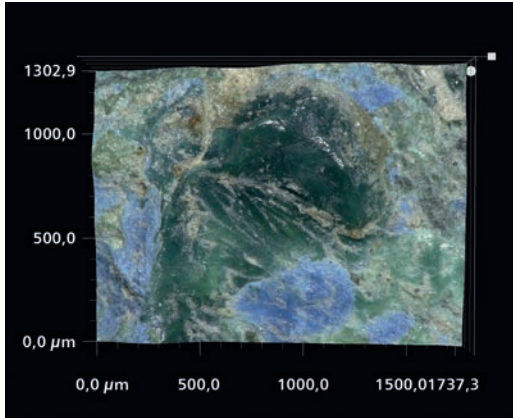
erhaltenen Stifte sind direkt an der Unterseite des Schwertknaufes abgebrochen (Abbildung 13). Dies deutet darauf hin, dass diese Beschädigungen ebenso wie die der Klinge erst zu einem späteren Zeitpunkt erfolgten, als das Metall durch Korrosion bereits deutlich geschwächt war.

Die sechs Nietstifte, mit denen die beiden wohl aus organischem Material gefertigten Griffplatten an der Klinge und am Heft befestigt wurden, sind leider nicht mehr vorhanden. Reste dieser Befestigung lassen sich lediglich anhand von in Teilen erhaltenen Bohrlöchern rekonstruieren. Weil diese sich im Bereich der recht dünnwandig gegossenen Heftschulter befinden, ist es hier im Erdreich korrosionsbedingt zu Ausbrüchen gekommen, so dass Teilbereiche verloren gingen (Abbildungen 5 sowie 14 und 15). Da die Nietköpfe der Stifte, die zur Befestigung der Griffplatten dienten, aus technischen Gründen nicht so groß ausgeschmiedet werden konnten, sind sie oftmals kleiner als die zugehörigen Bohrlöcher am Schwert. Dies hatte zur Folge, dass diese Nietstifte während der Bodenlagerung leicht herausfielen. Die filigran wirkende Klinge selbst besteht aus dem etwas dicker gegossenen Klingentrücken sowie den beiden dünner angelegten Bereichen der Schneiden.

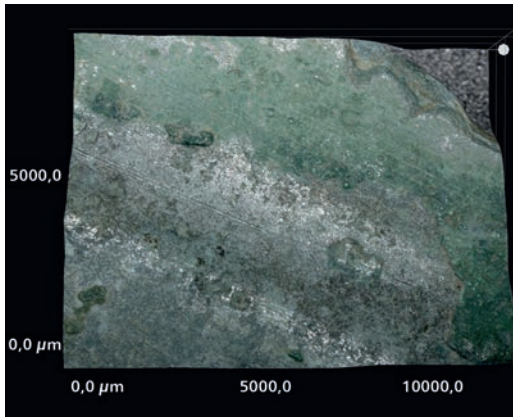
Korrosion. Wie die Materialanalysen zeigen, war die Bronze der Klinge trotz der langen Bodenlagerung im Kern kaum durch Korrosion geschwächt und wie der Knauf weitgehend metallisch. Dies ist erstaunlich, da vergleichbare archäologische Metallobjekte durch die sehr lange Bodenlagerung oftmals vollständig korrodiert beziehungsweise mineralisiert sind. Im Falle einer sekundären mechanischen Verformung oder eines Bruches gehen dann wesentliche Teile der Bruchfläche verloren. Wie bereits eingangs erläutert, wirkte der Griffknaufbeschlag im Vergleich zur Schwertklinge an der Oberfläche kaum korrodiert, sie erscheint wie abgewaschen beziehungsweise leicht erodiert. Lediglich in den vier Vertiefungen der ehemaligen Einlagen befanden sich geringe Mengen hellgrüner aktiver Korrosion

dunkler, verwaschen beziehungsweise erodiert. Hierbei könnte es sich um mikrobiell induzierte Korrosion handeln. Diese wird durch Mikroorganismen beim Abbau organischer Substanzen verursacht¹¹⁶.

An wenigen Stellen ist zudem eine leicht silbrige Oberfläche zu erkennen (Abbildung 17). Hierbei handelt es sich vermutlich um Reste einer inversen Blockseigerung des Zinnanteils aus der Legierung. Diese Schichten können bei gegossener Bronze dann entstehen, wenn während des



Abbildungen 16 und 17 Korrodierte Oberfläche an der Schneide, Kupferkorrosionsschichten bei zweihundertfacher Vergrößerung (oben) sowie zinnreiche Phase und Schleifspuren bei dreißigfacher Vergrößerung (unten), Korrosion mit silbiger Oberfläche und Schleifspuren.



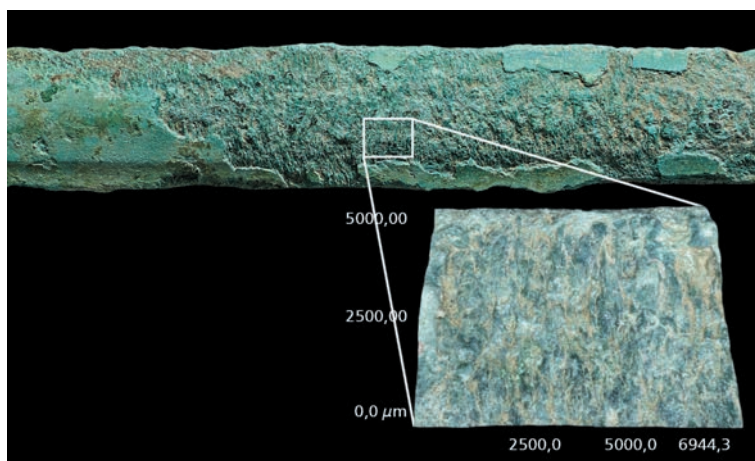
Gießvorganges zinnreiche Phase aus der Legierung in der heißen Gießform an die Oberfläche tritt¹¹⁷. Dieses Phänomen lässt sich noch heute bei modernen Bronzegüssen beobachten und wird auch als Zinnschwitzen bezeichnet. Wie eigene Versuche gezeigt haben, kann dieser Effekt nicht nur beim Guss, sondern auch danach entstehen, wenn die Bronze starker Hitze über 530 Grad ausgesetzt wurde¹¹⁸. Anhand der später durchgeführten metallurgischen Untersuchung ist nicht auszuschließen, dass die am Fliestedener Schwert beobachtete zinnreiche Phase durch den weiteren Herstellungsprozess entstanden ist, bei dem das Schwert offensichtlich zur Homogenisierung und Entspannung des Gussgefüges leicht gegläht wurde. Aufgrund der im Gefügebild deutlich erkennbaren sogenannten Gleitlinien ist die Entstehung der zinnreichen Phase durch ein Schmelzen auszuschließen. Gleitlinien entstehen zum Beispiel durch Schmieden, sie wären jedoch bei einem nachträglichen Erhitzen ausgelöscht worden. Insofern ist nicht auszuschließen, dass durch die Zinnanreicherung die Klinge ursprünglich nicht bronzefarben, sondern leicht silbrig erschien (siehe unten).

Einige Teile der mineralisierten, sehr harten und spröden Metalloberfläche haben sich schon vor der Bergung im Erdreich abgelöst und sind heute verloren. Dies lässt sich anhand des gleichmäßigen Überzugs aus Erd- und Kalksinterablagerungen erkennen, welche

die erst nach der Reinigung sichtbaren erhaltenen Oberflächenbereiche bedeckten. Im anderen Fall wären die Abplatzungen zweifelsfrei als bergungsfrisch abgelöst und identifizierbar gewesen. Bei den durchgeführten Restaurierungsmaßnahmen wurden alle Erd- und Kalksinteranhaftungen vorsichtig mit dem Mikroschaber unter dem Mikroskop abgetragen. Dabei zeigte sich, dass sich die bereits abgeplatzten Bestandteile der korrodierten Oberfläche vorwiegend an den mechanisch verformten und gebrochenen Bereichen befanden (Abbildung 18).

Dies ließ sich sowohl an der Vorder- als auch der Rückseite der Klinge beobachten, wobei der massivere Klängenrücken etwas stärker betroffen war als die dünner gearbeiteten Bereiche der Schneiden. Schon mit bloßem Auge lassen sich hier deutlich quer zur Verformungs- beziehungsweise Bruchrichtung verlaufende, länglich zerklüftete Gefügestrukturen erkennen, die

Abbildung 18 Blick durchs Mikroskop auf die durch mechanische Beanspruchung entstandene zerklüftete Struktur unterhalb der abgelösten ursprünglichen Oberfläche.



auf eine sekundäre, neuzeitliche Beschädigung hindeuten (Abbildung 18). Unter dem Mikroskop wird diese Struktur noch klarer erkennbar. Durch die Einwirkung mechanischer Kräfte (Stauchung beziehungsweise Zug) wurden die harten und spröden Bereiche der mineralisierten Korrosionsschicht regelrecht aufgeworfen. Da sich Korrosionsschichten aufgrund ihrer kristallinen, spröden und harten Struktur nicht verformen lassen, haben sich hier größere Teilbereiche der Korrosion quer zur Verformungsrichtung abgelöst.

An archäologischen Metallgegenständen können solche Schäden dann auftreten, wenn sie zum Beispiel bei intensiv landwirtschaftlich genutzten Böden durch den Einsatz moderner Landmaschinen angeschnitten beziehungsweise gestört werden. Wird dabei ein archäologischer Metallbefund, der fest von Erdreich umgeben ist, erfasst, so kann es durch die dabei einwirkenden Kräfte leicht zu einer Verformung des Objektes, zum Bruch und schließlich zum Verlust bereits korrodierter Bereiche kommen. Ganz anders verhält es sich, wenn ein Metallbefund schon während seiner Nutzungsphase, also noch im völlig metallischen Zustand verbogen oder zerbrochen wurde und keine zusätzliche neuzeitliche Beschädigung vorliegt. In der Regel bleiben hier alle Bereiche der Oberfläche erhalten. Zudem entspricht der Grad der Korrosion an den Oberflächen auch denen der antiken Bruchflächen, da hier die chemischen Prozesse der Umwandlung des Metalls zur selben Zeit beginnen und über die Verweildauer im Erdreich oder Wasser gleichmäßig einwirken konnten. Bei der Schwertspitze ist aufgrund der recht starken Verformung nicht auszuschließen, dass neben dem neuzeitlichen Bruch auch schon eine antike Verformung vorlag. Hier wirkt es so, als wäre die Klinge des Schwertes absichtsvoll verbogen worden (Abbildung 8 links).

Ein weiteres Indiz dafür, dass es sich bei allen Fragmenten um Teile desselben Schwertes handelt, ist der nahezu identische Erhaltungszustand, wobei insbesondere das einheitliche Korrosionsbild für die Zusammenhörigkeit spricht¹¹⁹.

Archäologische Metallfunde aus Kupferlegierungen können bei abweichender Zusammensetzung des Metalls wie auch bei Unterschieden des Bodenmilieus deutlich in ihrem Erscheinungsbild und im Grad der Korrosion variieren¹²⁰. Auch müssen Einflüsse berücksichtigt

¹¹⁶ Wieland, Metall 131f.

¹¹⁷ Willer/Schwab/Mirschenz, Limes 91; 119 Abb. 20 und 29 a–b.

¹¹⁸ Willer/Schwab/Mirschenz, Limes 89 Abb. 20.

¹¹⁹ Lediglich der Knauf weicht hiervon ab, da er im Vergleich kaum oberflächliche Korrosionseinflüsse zeigt,

was aber, wie schon erwähnt, durch den separaten Guss zu erklären ist.

¹²⁰ W. Scharf / Chr. Arnold, Schutz archäologischer Funde aus Metall vor immissionsbedingter Schädigung, Materialh. Arch. Baden-Württemberg 57 (Stuttgart 2000) 32–36; 43; 54; 244–274.

werden, wie sie zum Beispiel durch farbgebende chemische Behandlungen der Oberfläche oder während der Nutzung entstehen können, etwa durch Pflege (Patina)¹²¹. Gleiches gilt für Metallobjekte, die aus separaten Bauteilen unterschiedlicher Zusammensetzungen bestehen, da hier die Neigung zur Korrosion zum einen durch die chemische Zusammensetzung und zum anderen durch unterschiedliche Arbeitsschritte der Herstellung beeinflusst wird. Zudem wirken sich Unterschiede in der Elektronegativität beziehungsweise dem Elektrodenpotential der verwendeten Metalle auf das Korrosionsverhalten aus, wenn diese miteinander verbunden sind, was dann zu Kontaktkorrosion führen kann¹²². Dies gilt insbesondere für Bodenfunde im feuchten Milieu, wenn direkt oder konstruktiv miteinander verbunden waren; dabei beginnen die unedleren Bauteile zu Gunsten der edleren schneller zu korrodieren¹²³. So darf allein aufgrund der Unterschiede im Korrosionsbild, wie sie beim Schwert und Schwertknaufbeschlag vorliegen, eine Zusammengehörigkeit nicht von vornherein ausgeschlossen werden.

Freilegung und Restaurierung. Aufgrund der recht homogen, etwa einen bis drei Millimeter tief korrodierten Oberflächen war eine intensive mechanische Freilegung der Fragmente nicht erforderlich, da, wie eingangs beschrieben, die Korrosion des Metalls weitgehend nach innen gewandt ist. Die äußerste Korrosionsschicht ist also mit der originalen Oberfläche identisch. Zur Entfernung der Erd-Kalksinter-Schichten und zur Abtötung der Schimmelpilzsporen diente eine Lösung aus Ethanol-Alkohol und destilliertem Wasser im Verhältnis sieben zu drei. Verbleibende Reste der Anhaftung konnten dann im trockenen Zustand sehr vorsichtig mit einer rotierenden Mikrobüste aus weichem Ziegenhaar entfernt werden. Wenige härter verkrustete Bereiche wurden vorsichtig mit einem Mikroschaber unter dem Mikroskop freigelegt. Stellen, an denen die originale Oberfläche unbeschädigt war, zeigten eine recht kompakte und dicht gewachsene Patinaschicht. Sehr geringfügige Kratzspuren im oberen Klingensbereich am Übergang zur Griffangel sind vermutlich bei der Bergung der Fragmente entstanden. Bei den Klingensbereichen, an denen die korrodierte Oberfläche verloren ist, wurde aus konservatorischen Gründen bewusst auf eine Ergänzung durch moderne Füllstoffe verzichtet (Abbildung 18). Für das spätere passgenaue Anfügen aller Einzelteile mussten alle Bruchstellen nochmals sorgfältig unter dem Mikroskop gereinigt werden.

¹²¹ Willer/Schwab/Mirschenz, Limes 158f. Abb. 63 a; N. Hanel / U. Rohnstock / F. Willer, ›Kopfschutz‹. Untersuchungen zu römischen Reitermasken in der Germania inferior. Rhein. Landesmus. Bonn 2002, H. 3, 62–65, hier Abb. 64.

¹²² Wieland, Metall 121–126.

¹²³ Dies konnte in der Vergangenheit vielfach bei der Restaurierung von archäologischen Bodenfinden aus Kupferlegierungen am LVR-LMB beobachtet werden, siehe Hanel/Rohnstock/Willer, Kopfschutz (vorletzte Anmerkung) 61–67 Abb. 64; B. Dimde / F. Willer, Ins Visier genommen. Neue Forschungen zu einem Gladiatorenhelm der legio XV Primigenia. Xantener Ber. (in Vorbereitung).

¹²⁴ A. R. Furger, Abrasiva. Schleif- und Poliermittel der Metallverarbeitung in Geschichte, Archäologie und Experiment. Beitr. Technikgesch. IV (Basel und Frankfurt a. M. 2020) 19–39; 53; 55.

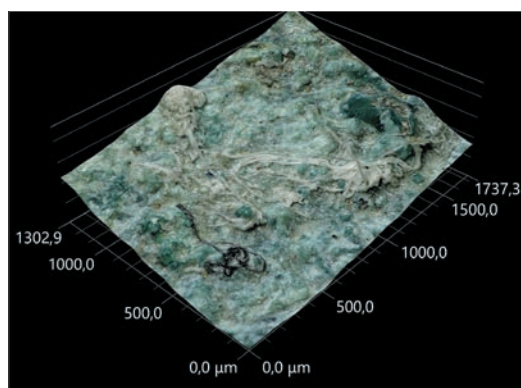
¹²⁵ M. Siedlaczek, Der experimentelle Nachguss von bronzezeitlichen Schwertern. Experimentelle Arch. Europa 10 [Bilanz], 2011, 109–119, hier 116. Diskus-

sion und Literaturhinweis verdanken wir Jürgen Weiner (†), Pulheim.

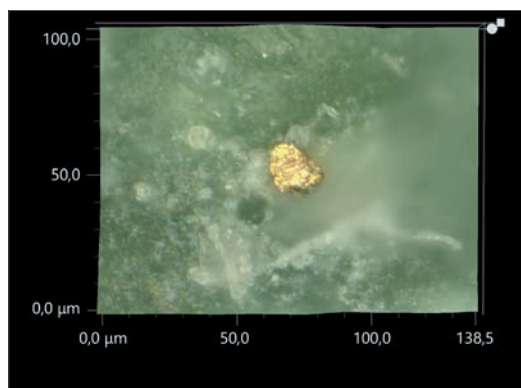
¹²⁶ Die Röntgenaufnahmen wurden von Holger Becker (LVR-LMB) ausgeführt. Die in Bonn verwendete Röntgenanlage der Firma GE-Inspection Technologies ist mit einer Isovolt Titan Röntgenröhre ausgestattet. Sie leistet eine maximale Röntgenspannung von 225 kv, bei einem Röntgenstrom von 7 mA.

¹²⁷ D. Berger / E. Pernicka, Archäometallurgische Untersuchungen einiger Auvernierschwerter. Restaurierung u. Arch. 2, 2009, 1–17, hier 3 Abb. 5 und 6; F. Willer / D. Meinel, Original oder Fälschung – Computertomographie entlarvt moderne Technik. Neue Untersuchungen zu einem bronzenen Schwert aus Grefrath-Oedt, Kr. Viersen. Ber. LVR-Landesmus. Bonn 2010, H. 2, 13–15; J. Heinrich / St. Schwenzer, Tradition, Innovationen und Technologietransfer. Zur Herstellungstechnik und Funktion älterbronzezeitlicher Schwerter in Niedersachsen. Prähist. Zeitschr. 86, 2011, 207–253, hier Abb. 2; 5–9; 11–13; 15–18; 20–21.

Untersuchung mit dem Keyence-Digitalmikroskop. Neue Techniken in der Digitalmikroskopie ermöglichen gegenüber der herkömmlichen Mikroskopie eine deutliche Steigerung der Abbildungsgenauigkeit. So ließen sich antike Arbeitsspuren dokumentieren. Hierzu zählen sehr



Aufnahmen mit dem Digitalmikroskop. – Abbildung 19 (oben) Korrodierte Schwertoberfläche mit farblosen und farbigen Fasern bei zweihundertfacher Vergrößerung. – Abbildung 20 (unten) Sehr feiner Goldfitter bei zweitausendfacher Vergrößerung.



feine Schleifspuren, die in Längsrichtung der Klinge verlaufen und die womöglich mit sehr feinen Schleif- oder Poliersteinen ausgeführt wurden¹²⁴ (Abbildung 16). Diese Arbeiten waren sicher deshalb erforderlich, weil gegossene Bronze oftmals eine raue Gusshaut ausbildet, die mechanisch abgetragen werden muss, um die Oberfläche edel erscheinen zu lassen.

Im Bereich der erhaltenen Durchlochungen (Nietlöcher) für die Griffplattenmontage wurden Reste einer umlaufenden Vertiefung beobachtet. Hierbei handelt es sich um Arbeitsspuren, die im Zusammenhang mit der Herstellung der Bohrungen zu erklären sind. Womöglich wurden diese mit runden Bohrköpfen aus sehr hartem Gestein (Feuerstein?) ausgeschliffen, die in Holzstäben verklebt waren, und unter Zuhilfenahme eines hölzernen Bogens in Rotation versetzt wurden. Die Entstehung der Löcher durch Anlage in der Gießform ist aus gusstechnischen Gründen auszuschließen (Abbildung 22). Wengleich für vergleichbare Schwerttypen ein solches Vorgehen angenommen wird, kann dies anhand der Arbeitsspuren, aber auch aus gusstechnischen Gründen für die hier vorgestellte Klinge ausgeschlossen werden¹²⁵.

Bei zweitausendfacher Vergrößerung wurde auf der Oberfläche ein kleiner Goldfitter beobachtet.

Röntgenuntersuchung. Alle Fragmente des Schwertes wurden mit der Röntgenanlage des Bonner Landesmuseums untersucht¹²⁶. Wie auch bei der Computertomographie handelt es sich um ein in der archäologischen Restaurierung gängiges bildgebendes Verfahren, bei dem die Bruchstücke unter Verwendung einer Röntgenröhre durchstrahlt werden. Mittels beider Verfahren ließen sich bereits in der Vergangenheit zahlreiche Fragen zur Herstellung bronzezeitlicher Schwerter beantworten¹²⁷. Da am Stück aus Fliesteden keine Hohlkörper vorhanden sind, die sich nur mittels Computertomographie gut räumlich darstellen lassen, waren Aufnahmen mit der Röntgenanlage ausreichend. Jedoch wurde zur Vermeidung harter Kontraste und zur besseren Wiedergabe leichter Dichteunterschiede ein sogenannter Flashfilter eingesetzt. Dieser ermöglicht eine deutlich feinere Abstimmung in der Darstellung der Grauwerte, was gerade bei stark absorbierenden Materialien wie Bronze vorteilhaft ist. Die Durchdringung des Metalls wurde in Form digitaler Röntgenbilder dargestellt. Dies ermöglicht im Gegensatz zu einem analogen Verfahren mit belichteten Röntgenfilmen eine sofortige Bild-

betrachtung und Bearbeitung. So ist trotz unterschiedlicher Materialdicken eine bestmögliche Darstellung gewährleistet.

Im oberen Bereich der Klinge lassen die Röntgenaufnahmen einige unregelmäßig geformte Hohlräume, sogenannte Lunker, erkennen. Dabei handelt es sich um Vakuum-Hohlräume, die durch eine Unterversorgung mit Bronze während des Gießvorganges in der Gießform entstehen können. Die Ursache dafür kann ein zu klein dimensionierter Eingussstrichter beziehungsweise Speiser oder ein zu enger Eingusskanal sein. Ist die Bronze eingegossen, beginnt die Abkühlphase, bei der das Metall schrumpft. Kann jetzt nicht ausreichend flüssige Bronze nachfließen, entsteht in der Gießform (aus Metall) ein Unterdruck, der schließlich zur Bildung von Lunkern führt.

Im Bereich der Schwertschneide und an wenigen Stellen der Schneide gibt es kleine runde Gasblaseneinschlüsse. Solche Einschlüsse sind zumeist auf die Schmelztechnik im offenen Verfahren zurückzuführen. Dabei wird das Metall (Kupfer und Zinn) mit Holzkohle und Blasebälgen unter permanenter Luftzufuhr im offenen Tiegel erschmolzen. Bei hohen Luftfeuchtigkeitswerten wird aufgrund der guten Wasserstofflöslichkeit des flüssigen Kupfers der Wasserstoffanteil aus der feuchten Luft in der Schmelze gebunden¹²⁸. Nach dem Einguss bildet der Wasserstoffanteil im Werkstück runde Gasblasen. Insgesamt sind die Einschlüsse in Form von Lunkern und Gasblasen in der Schwertklinge als geringfügig einzustufen, so dass keine Schwächung des Metallgefüges vorliegt.

Die Röntgenbilder machen auch die Bereiche der neuzeitlichen Verformung der Klinge und deren Auswirkungen in Form der quer zur Klinge verlaufenden Gefügestrukturen gut erkennbar. Das Griffheft ist bis auf beide Ränder insgesamt etwas dünner gegossen, weshalb es in den Aufnahmen heller wirkt als die Klinge. Zudem sind die beiden Bohrungen erkennbar. Der separat gegossene Knauf zeigt keine Anzeichen von Gussfehlern. Deutlich erkennt man hier die beiden leeren Bohrlöcher sowie die drei in ihren Bohrungen verbliebenen Nietstifte.

Wirbelstromverfahren. Mit Hilfe des zerstörungsfreien Wirbelstromverfahrens lassen sich Metalle beziehungsweise deren chemische Zusammensetzung (Legierungen) qualitativ bestimmen. Dieses recht einfach zu handhabende, ursprünglich für die industrielle Qualitätskontrolle entwickelte Verfahren wird bereits seit vielen Jahren erfolgreich im Bereich der Restaurierung angewendet. Gemessen wird die Leitfähigkeit der Metalle, die für jedes Metall beziehungsweise jede Legierung spezifisch ist. Diese Werte gelten für moderne und archäologische Werkstoffe gleichermaßen. Die erfassten Messdaten erlauben erste Rückschlüsse auf das Metall, aus dem der zu untersuchende Gegenstand gefertigt wurde. Im Gegensatz zur mobilen Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA-Pistolenmessung), die nur die Zusammensetzung an der Oberfläche eines Gegenstandes misst, erlaubt das Wirbelstromverfahren Messungen in der Tiefe des Metalls. Da die Oberfläche archäologischer Metallfunde durch Korrosionsprozesse, antike Veredelungstechniken, aber auch durch Restaurierungsmaßnahmen in der Regel stark verändert sind und daher nicht mehr dem Ausgangsmaterial entspricht, ist die Tiefe der Messung jedoch stets entscheidend. Ein weiterer Vorteil der Wirbelstrommessung gegenüber der oberflächigen RFA-Messung ist, dass sich auch Abweichungen im Metallgefüge dokumentieren lassen, wie sie etwa durch innere Korrosion, Gussfehler oder starke mechanische Beanspruchung entstehen.

Bei der Messung wird am zu untersuchenden Metallobjekt zunächst mittels einer Messsonde ein Magnetfeld erzeugt, wodurch die Elektronen im Metall zu einem wirbelstromartigen Fluss

¹²⁸ Willer/Schwab/Mirschenz, Limes 80.

¹²⁹ F. Willer, Bronzen im Magnetfeld. Das Wirbelstromverfahren. In: Gebrochener Glanz. Römische Großbronzen am UNESCO-Welterbe Limes (Bonn 2014) 183f. Abb. 1–2; ders. / R. Schwab / M. Mirschenz, Er-

gebnisse der archäometrischen und herstellungstechnischen Forschungen an den »Limesbronzen«. In: Römische Großbronzen am UNESCO-Welterbe Limes. Beitr. Weltkulturerbe Limes 9 (Darmstadt 2017) 81–84.

angeregt werden. Dies wiederum bewirkt ein sekundäres Magnetfeld, welches von der Messsonde erfasst und dann in einer Messeinheit in ablesbare Leitfähigkeitswerte dargestellt wird. Zahlreiche Vergleichsmessungen an archäologischen Bronzefunden haben ergeben, dass diese Werte trotz des Alters der Metalle mit moderner Bronze vergleichbar sind¹²⁹. Im oberen Bereich der Klinge lassen sich Leitfähigkeitswerte von fünf bis sechs Millisiemens pro Meter messen, was in etwa einer Bronze mit sechs bis acht Prozent Zinnanteil entspricht. Im Bereich der neuzeitlichen Verformung sinken die Messwerte mit zunehmendem Grad der Verformung bis auf anderthalb Millisiemens pro Meter ab. Diese deutliche Abweichung ist durch neuzeitliche Beanspruchung und Schädigung des ›gealterten‹ Metallgefüges der Bronze bei der modernen Verformung zu erklären. Die Schwankungen der Messwerte im oberen Bereich der Klinge sind hingegen auf die Gussfehler (Lunker) im Inneren der Bronze zurückzuführen.

Konservierung/Montage. Zur Konservierung und zum Schutz vor aktiver Korrosion wurden alle Teile des Schwertes mit einem Korrosionsinhibitor behandelt (ein Prozent Benzotriazol in reinem Ethanolalkohol gelöst) und zum Schutz mit einem in Aceton gelösten Ethyl-Methacrylat Copolymer (Paraloid B 72) überzogen.

Nachdem die korrekte Positionierung der Fragmente nochmals überprüft worden war, wurden diese mit einem speziellen niedrigviskosen Zweikomponenten-Klebstoffsystem auf Epoxidharzbasis (Araldite 2020) zusammengefügt. Dieser Klebstoff wird üblicherweise für das Kleben von Glas eingesetzt, hat sich aber auch bei archäologischen Metallobjekten aus Kupferlegierungen bewährt, da der Härter frei von korrosionsfördernden Schwefelverbindungen ist. Zur besseren Verarbeitung wurde das Kunstharz mit Aerosil angedickt, einem pyrogenen Siliciumdioxid, und mit speziellen Farben (Araldit-Paste für Epoxidharze) dem Kolorit der originalen Oberfläche angepasst.

Da die Klebeflächen im Verhältnis zur Länge des Schwertes und dem Gewicht der Einzelteile relativ klein sind, war eine zusätzliche Verstärkung der Verbindungsflächen mit jeweils drei einen Millimeter dünnen und etwa anderthalb Zentimeter langen Stiften aus Edelstahl notwendig. Um diese Stifte genau einsetzen und mit der Bronze verkleben zu können, wurden die Bruchflächen zunächst einseitig mit einem Einmillimeterbohrer aus Edelstahl auf einer Länge von zehn Millimeter an drei Stellen vorgebohrt. Die entnommenen korrosionsfreien Bohrspäne dienten später zur Bestimmung der Materialzusammensetzung. Zur passgenauen Übertragung der Bohrpunkte auf die gegenüberliegende Seite wurden kurze spitze Edelstahlstifte in die neuen Bohrkanäle eingesetzt. Durch ein festes, passgenaues Andrücken der Bruchflächen übertrugen sich die Spitzen der Stahlstifte auf die gegenüberliegende noch nicht gebohrte Bruchfläche. Diese Punktmarken dienten als Orientierung für die noch zu bohrenden Kanäle. Dabei war darauf zu achten, dass alle Bohrkanäle parallel zueinander verlaufen, da ein späteres Zusammenfügen beider Hälften ansonsten nicht möglich gewesen wäre. Nach dem Einsetzen der Stahlstifte und dem Aushärten des Kunstharzes wurden die Klebeflächen sorgfältig nachgearbeitet und im Farbton der umgebenden Metalloberfläche zwar angepasst, sind aber bei genauerer Betrachtung als moderne Montage weiterhin erkennbar.

Da das Griffheft der Klinge und der Schwertknauf keine Anpassung haben, wären für eine Fixierung größere Ergänzungen notwendig geworden. Daher wurde entschieden, diese Stücke nicht zu befestigen und das Schwert bei zukünftigen Präsentationen liegend zu zeigen (Abbildung 9).

Beobachtung antiker Bearbeitungsspuren. Im oberen Bereich der Klinge am Übergang zum Griffheft sind Teile der Montagebohrungen, die zur Vernietung der beiden Griffschalen dienten, weitgehend ausgebrochen (Abbildungen 14 und 15). Durch die deutlich geringere Materialstär-



Abbildung 21 Die Griffplatte, zwei Drittel natürlicher Größe.

des Bronzegriffhefts aus Ton zum Vergleich der erforderlichen Negativform. Eine vergleichbare Technik wurde auch bei der Herstellung von zweiteiligen Gießformen aus Stein zur Kontrolle der gewünschten Form angewandt.

Vermutlich waren die Griffschalen zur Zeit der Niederlegung noch auf dem Schwertgriff montiert. Darauf weist nicht nur der im Befund erhaltene Schwertknauf hin, der nur am Schwert montiert werden konnte, wenn an diesem bereits die Griffschalen fest vernietet waren. Hierauf deuten auch die tiefer eingeschliffenen Bereiche der Griffschalenauflage am Übergang vom Heft zum Heftausschnitt hin (Abbildung 22). Hier lagen die unteren Enden der Griffplatten auf (siehe unten).

Neben den Nieten am oberen Schwertansatz wurden bei der Restaurierung auch an dem Fragment des Griffheftes eine vollständige sowie der Ansatz einer weiteren Montagebohrung freigelegt und dokumentiert. Die Bronze ist wie bei vielen Vergleichsstücken in diesem Bereich



Abbildung 22 Bohrungen im Bereich des Griffheftes mit erhabenem Rand, der vermutlich eingeschliffen wurde; fünffache Vergrößerung.

ke in diesem Bereich erklärt sich der Verlust des Materials, welches durch Korrosion fast vollständig mineralisiert ist. Lediglich eine der ehemals vier Bohrungen ist noch vollständig erhalten. Die Bronze ist an dieser Stelle im Vergleich zur Klingennitte absichtlich sehr dünn gegossen. Vom Randbereich mit etwa acht Millimetern Stärke ausgehend, verjüngt sich der Querschnitt im Bereich der Bohrungen auf einen Millimeter, um sich dann bis zur Klingennitte am Heftausschnitt auf zehn Millimeter zu verstärken. Im Bereich des Griffheftes fällt der Unterschied geringer aus. Das auffällige Profil soll der Stabilität des Griffbereichs dienen und gleichzeitig den Platz bieten, den die Anbringung der beiden aus organischem Material gefertigten Griffschalenhälften benötigt. Die Innenflächen der Griffschalen mussten für den perfekten Sitz auf der Bronzefläche millimetergenau angepasst werden. Vermutlich dienten einfache Abdrücke

des Bronzegriffhefts aus Ton zum Vergleich der erforderlichen Negativform. Eine vergleichbare Technik wurde auch bei der Herstellung von zweiteiligen Gießformen aus Stein zur Kontrolle der gewünschten Form angewandt.

Vermutlich waren die Griffschalen zur Zeit der Niederlegung noch auf dem Schwertgriff montiert. Darauf weist nicht nur der im Befund erhaltene Schwertknauf hin, der nur am Schwert montiert werden konnte, wenn an diesem bereits die Griffschalen fest vernietet waren. Hierauf deuten auch die tiefer eingeschliffenen Bereiche der Griffschalenauflage am Übergang vom Heft zum Heftausschnitt hin (Abbildung 22). Hier lagen die unteren Enden der Griffplatten auf (siehe unten).

Neben den Nieten am oberen Schwertansatz wurden bei der Restaurierung auch an dem Fragment des Griffheftes eine vollständige sowie der Ansatz einer weiteren Montagebohrung freigelegt und dokumentiert. Die Bronze ist wie bei vielen Vergleichsstücken in diesem Bereich mit nur 1,3 Millimetern recht dünnwandig gegossen. Durch die seitliche Verdickung am Rand des Heftes entsteht ein U-förmiges Profil, durch das die montierten Griffschalen auch seitlich fixiert waren. An einer Stelle des Griffheftfragments scheint eine Übereinstimmung der Bruchkante zur Klinge vorzuliegen (Abbildung 23).

Der Klingenträger hebt sich auf gesamter Länge optisch von den beiden Schneiden ab, die deutlich dünner angelegt sind (Abbildung 24). Diese Form wurde nicht durch reines Schmieden erzeugt, vielmehr war sie bereits in der Gießform angelegt. Wie die metallographischen Analysen belegen, wurde das gegossene und anschließend zur Homogenisierung »weichgeglüht« Metall zur Härtung der Schwertoberfläche nur leicht überschmiedet. Schleifkratzer in der Oberfläche lassen vermuten, dass die Schmiedespuren insbesondere im Bereich der Schneiden anschließend noch sorgfältig überschliffen wurden (Abbildung 17).

Der runde Schwertknauf besitzt im Profil einen spitz zulaufenden kegelförmigen Querschnitt.

Das kreuzförmige Ornament obenauf mit vier dreieckigen grubenförmigen Einlassungen zeigt keinerlei Anzeichen einer mechanischen Überarbeitung des gegossenen Werkstücks. Die Bohrkanaäle waren bereits im Guss angelegt. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass diese anschließend etwas nachgeschliffen wurden. Sie dienten zur Verbindung des Knaufs mit der Knaufplatte sowie den Griffplatten.

In der Mitte des Schwertknaufes befindet sich der Rest eines fünf Millimeter starken, zentralen Befestigungsstiftes mit kugelförmigem Kopf. Der gesamte Knauf zeigt eine gussraue Oberfläche: Zahlreiche kleine dort hervorstehende Bronzeperlen, die durch Penetration der Bronze während des Eingießens in die Gussform entstanden sind, hat man nicht entfernt. Der Knauf wirkt dadurch außen leicht uneben. Zudem ist er leicht verformt, was durch die Herstellung zu erklären ist (Abbildung 11). (C. Web. / F. Wil.)

Naturwissenschaftliche Analysen

Die Analyse archäologischer Metallobjekte erbringt bei sorgfältiger Materialentnahme trotz Korrosion richtige und präzise Messergebnisse. Die Probenentnahme und Probenpräparation erfolgte im Bonner Landesmuseum.

Eine wesentliche Frage galt der Zusammensetzung der Bronze. Zur Bestimmung der Materialzusammensetzung und Provenienz wurden die Bohrspäne (RLMB 52 und RLMB 259) genutzt, die beim Setzen der Montagestifte angefallen waren. Für einen metallographischen Anschliff wurde zudem eine kleine Abschnittprobe (RLMB 56) des gesamten Querschnittes hinter der Bruchfläche des zweiten Klingenfragments entnommen. Der Abschnitt wurde mit einem nur ein Fünftel Millimeter dünnen Goldschmiedesägeblatt abgetrennt, um den Materialverlust möglichst gering zu halten. Nach Abschluss der Metalluntersuchungen wurde das Fragment wieder an die Klinge angefügt. Zum Abgleich, ob das obere Klingengeheftfragment zum Schwert gehört, wurde eine weitere Bohrprobe (RLMB 258) entnommen. Eine letzte Bohrprobe am Schwertknauf diente zur Bestimmung von dessen Zusammensetzung. Diesen hatte man separat gegossen, dennoch sollte überprüft werden, inwieweit Übereinstimmung mit der Legierung beim Schwert vorliegt. Schon bei der Probenentnahme war jedoch festzustellen, dass die Art und Farbe dieses Bohrspans deutlich von der Probe der Klinge und des Schwertheftes abwich. Insgesamt wurden vier Proben entnommen (Tabelle 1 und Abbildung 2).

Die Bohrspäne wurden vorbereitend von möglichen, etwa durch Korrosion entstandenen Fremdpartikeln unter dem Mikroskop gereinigt. Die Abschnittprobe wurde in Kunstharz eingebettet und nach dem Aushärten für die weitere Bearbeitung mit einem Schleifpapier der Körnung Proo0 vorgeschliffen. Schon jetzt zeigte sich unter dem Mikroskop der recht gute Erhaltungszustand des Metalls, bei dem Korrosion weitgehend auf den Randbereich begrenzt ist.

Die chemische Zusammensetzung der Bohrprobe (RLMB 52, 258 u. 259) wurde mittels energiedispersiver Röntgenfluoreszenzanalyse (EDRFA) ermittelt. Es kam ein Gerät XEPOS HE der Firma SPECTRO mit einer Cobalt-Palladium-Legierungsanode zum Einsatz. Die Quantifizierung erfolgte mit einer standardkalibrierten Fundamentalparametermethode. Die



Abbildung 23 Rekonstruktion des Griffheftes, zwei Drittel natürlicher Größe.



Abbildung 24 Aufsicht der Klinge mit Markierung der abgesetzten Bereiche der Schneide und des Griffheftes. Ein Drittel natürlicher Größe.

Abschnittsprobe (RLMB 56) wurde als Normschliff präpariert. Zunächst wurde der Anschliff in einem zweiten Arbeitsgang mit einem Farbätzmittel mit Natriumthiosulfat (Klemm III) angeätzt. Die Auswertung erfolgte im Lichtmikroskop (LM) und im Rasterelektronenmikroskop (REM) mit einem energiedispersiven Röntgenspektrometer (EDX). Durch die Kombination verschiedener lichtmikroskopischer Kontrastierungsverfahren mit der Untersuchung mit dem Rasterelektronenmikroskop lassen sich zum Beispiel die Korrosionsprodukte auch ohne zusätzliche Strukturanalysen weitgehend identifizieren¹³⁰. Die Volumenanteile der nichtmetallischen Einschlüsse wurden mittels automatischer Bildanalyse als Flächenanalyse A_A und die Korngröße durch das Linienschnittverfahren \bar{L} ermittelt¹³¹. Zudem wurden Härtemessungen mit dem Prüfverfahren nach Vickers im Kleinlastbereich mit einer Last von einem Kilopond (HV 1) durchgeführt und die Mikrohärtigkeit mit einer Last von einhundert Pond (HV 0,1) bestimmt. Die Verhältnisse der stabilen Bleisotope der Metalllegierung wurden mit einem hochauflösenden doppelt fokussierenden Multikollektor-Massenspektrometer mit induktiv gekoppeltem Plasma (Neptune Plus HR-MC- ICP-MS) bestimmt. (R. Schw. / F. Wil.)

Zur Auswertung. Bei der Legierung des Schwertes handelt es sich um binäre Zinnbronze mit geringen Bleianteilen (Tabelle 1). Das Blei wurde vermutlich nicht intentionell zugegeben, sondern wurde aus einem Begleitmineral beim Verhütten des Kupfererzes mitreduziert. Das Grifffragment stimmt in seiner chemischen Zusammensetzung mit der Legierung der Klinge im Rahmen der Messunsicherheit weitgehend überein. Die Abweichungen beim Zinngehalt beruhen vermutlich auf Inhomogenität der Legierung durch den Guss (siehe unten). Die Zusammensetzung des Knaufes ist ähnlich derjenigen von Heft und Klinge, wobei jedoch der Antimongehalt doppelt so groß ist und der Bleigehalt um eine Größenordnung abweicht. Solche Abweichungen kommen innerhalb einer Gusscharge kaum vor. Dies bestätigt erneut, dass der Knauf separat gegossen wurde, was durchaus in derselben Werkstatt geschehen sein kann.

Das Metall ist zu einem durchschnittlichen Volumenanteil von drei Prozent noch sehr stark mit nichtmetallischen Einschlüssen in Form von Kupfersulfid verunreinigt. Der Eisenanteil ist dabei vollständig aus dem Kupferstein entfernt worden, so dass es sich um reines Kupfer-

MA	RLMB	Fundst.	Ort	Datum	Co	Ni	Cu	As	Ag	Sn	Sb	Pb	Bi
155414	52	2015/0007	Klinge	23.11.15	0,04	0,10	91	0,16	0,06	8,4	0,15	0,43	0,02
205219	258	2016/0130	Griffheft	19.10.20	0,04	0,09	90	0,19	0,08	9,1	0,17	0,41	0,03
205220	259	2015/0120	Knauf	19.10.20	0,03	0,16	88	0,12	0,05	11,8	0,07	0,05	<0,01

Tabelle 1 Chemische Zusammensetzung der Bohrspanproben vom Schwert aus Fliesteden mittels EDRFA (Fischerscope). Alle Angaben in Masseprozent. Die Mengen der hier nicht dargestellten Elemente liegen unterhalb der jeweiligen Nachweisgrenze (Mn < 0,005 %; Fe < 0,05; Zn < 0,2; Se < 0,01; Cd < 0,005; Te < 0,005) und sind daher nicht relevant. Bi konnte bei der Probe 259 nicht gemessen werden. Die Mannheimer Probennummern (MA) mit dem Kürzel »MN« vor der Ziffer, die Bonner Probennummern mit »RLMB«. Die Fundstellen tragen das Kürzel »NW« vor der Jahreszahl. Ort = Entnahmeort der Probe am Objekt.

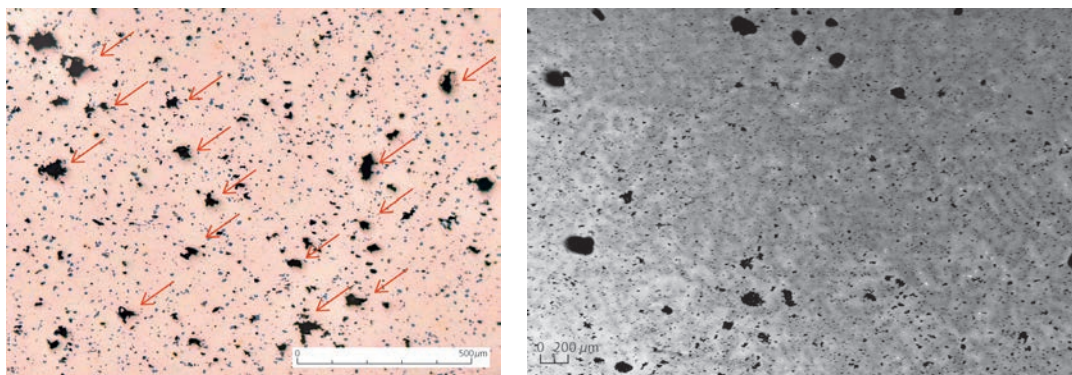


Abbildung 25 (links) Das ungeätzte Metallgefüge der Klinge zeigt sehr fein verteilte Kupfersulfideinschlüsse sowie in Verhältnis etwas größere Gussporen. Bereits im ungeätzten Zustand sind die Seigerungen anhand der Farbunterschiede sichtbar. – Abbildung 26 (rechts) Die rasterelektronenmikroskopische Aufnahme im Rückstreuungselektronenmodus zeigte eine Mischkristallseigerung durch inhomogene Zinnverteilung. Dabei sind helle Zonen zinnreiche und dunkle Zonen zinnarme Bereich (REM/RE).

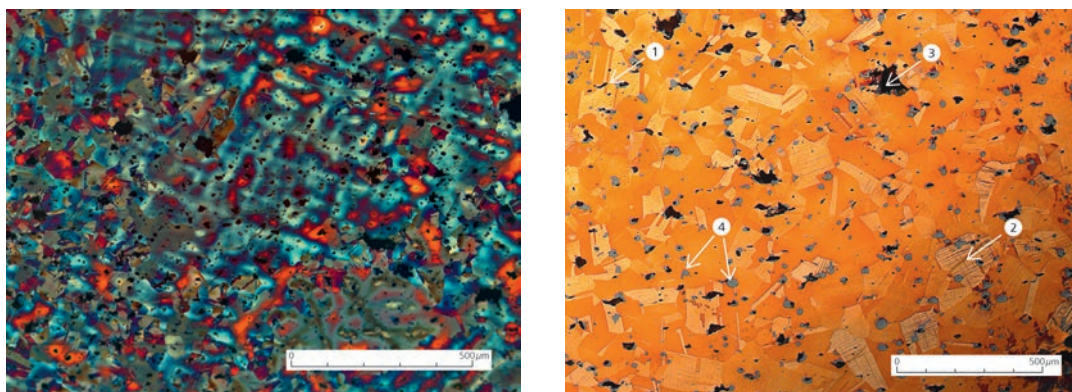


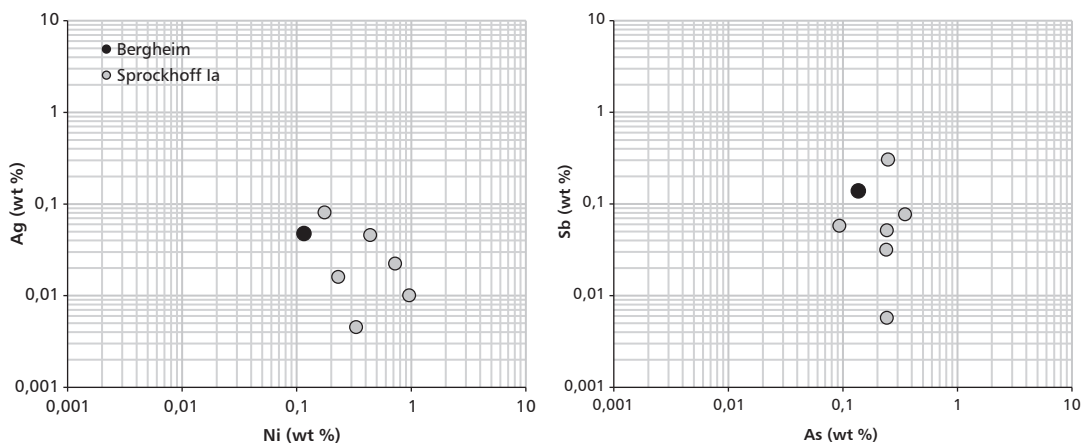
Abbildung 27 (links) Restdendriten in der Klinge, während sich durch die Rekristallisation bereits polygonale Kristallite gebildet haben. Farbcodierung mit Klemm III. – Abbildung 28 (rechts) Gefüge aus polygonalen α -Cu-Mischkristallen mit Glühwillingen und Gleitlinien, sowie Kupfersulfideinschlüssen. Geätzt mit Ammonium Persulfat.

sulfid handelt. Deshalb konnte auch bei keiner der Proben Eisen nachgewiesen werden. Wie bereits im Röntgenbild zu sehen war, weist die Klinge zahlreiche Gussfehler in Form von Poren auf, von welchen einige einen Durchmesser zwischen ein- und zweihundert Mikrometer aufweisen. Ihr mittlerer Volumenanteil liegt bei zwei bis vier Prozent, wobei vor allem die kleineren Poren durch das Herausreißen von Kupfersulfideinschlüssen beim Polieren der Probe entstanden sind.

Weiterhin zeigt der Ordnungszahlkontrast der rasterelektronenmikroskopischen Aufnahme das inhomogene Primärgefüge mit einer Mischkristallseigerung (Abbildung 25), und durch die Farbcodierung nach Klemm wird die bei der Erstarrung entstandene dendritische Kristallseigerung im Zentrum der Klinge sichtbar (Abbildung 26). Kupfer-Zinn-Legierungen haben ein breites Erstarrungsintervall, weshalb sie ausgeprägte Zonenmischkristalle mit inhomogener Zinnverteilung bilden. Es hat sich jedoch trotz höheren Zinngehalts kein ($\alpha+\delta$) Eutektoid gebildet, so

¹³⁰ P. Piccardo, Setting up an Investigation Method for the Study of Corrosion of Ancient Burial Bronze Objects. *Microscopy and Analysis* 63, 2000, 13–15.

¹³¹ D. A. Scott / R. Schwab, *Metallography in Archaeology and Art* (Cham 2019).



Abbildungen 29 und 30 Vergleich des Nickel- und Silbergehalts (oben), sowie des Arsen- und Antimongehalts (unten) beim Schwert aus Fliesteden und Schwertern vom Typus Sprockhoff Ia (Zur Datengrundlage siehe Ling, *Moving metals IV*). Die Werte sind auf Kupfer normiert.

dass als metallische Phasen nur der inhomogene α_{Cu} -Mischkristall mit kleinen Bleieinschlüssen vorliegt (Abbildung 25, siehe auch die folgende Anmerkung). Neben den Restdendriten ist das Metallgefüge fast vollständig rekristallisiert; nur einige Stellen im Randbereich und in einer Schneide weisen geringfügige Spuren von Kaltverformung in Gestalt von Gleitlinien auf (Abbildung 27). In einigen Kristallen haben sich Glühzwillinge gebildet (Abbildung 28). Die Inhomogenität in der Zusammensetzung durch die Kristallseigerung wirkt sich auf die Mikrohärtigkeit aus, die deshalb geringfügig von der Gefügehärte abweicht. Erstere erreicht lokal Werte von 110 HV_{0,1}, während die Letztere davon nicht beeinflusst wird¹³².

Das Schwert wurde nach dem Gussverfahren hergestellt und danach offenbar noch einmal kurz geglüht, was jedoch nicht ausreichte, um das inhomogene Gussgefüge zu beseitigen. Die Klinge wurde nach dem Guss nicht weiter plastisch bearbeitet, da weder die Poren noch die nichtmetallischen Einschlüsse Anzeichen von Deformation aufweisen, sondern man schmiedete nur die Schneide geringfügig über, was gängiger Praxis in der Bronzezeit entspricht¹³³.

In Abbildungen 29 und 30 ist jeweils der Nickel- und Silber- sowie Arsen- und Antimongehalt gegeneinander im Vergleich mit anderen Schwertern vom Typus Sprockhoff Ia aufgetragen¹³⁴. Diese bilden keine homogene Gruppe. Der Spurenelementgehalt liegt nicht im Bereich von typischem Fahlerzkupfer, sondern passt besser zu Kupfer aus den ostalpinen Kupferkieslagerstätten beziehungsweise zu sogenanntem ›verdünntem‹ Fahlerzkupfer, einer Mischung aus Kupferkieskupfer mit Fahlerzkupfer¹³⁵. Nach heutigem Forschungsstand dominiert in der Mittelbronzezeit Kupferkieskupfer, und das Mitterberger Revier in den österreichischen Ostalpen war ein Hauptproduzent¹³⁶. Der Konzentrationsbereich des Materials der Schwertklinge aus Fliesteden zeigt jedoch keine gute Übereinstimmung mit den Erzen des Mitterberger Reviers¹³⁷.

¹³² Probe MA 155415, RLMB 56, Fundstelle 2015/007, 01.12.2015, Abschnittprobe an der Klinge. – Gefüge (V_V %): α_{Cu} , Pb, Poren (3 ± 1 %), Cu_2S ($3 \pm 0,4$ %). – Korngröße \bar{L} : 60 μm . – Korrosion: CuCO_3 , Cu_2O , Cu/Sn Oxide. – HV_{0,1}: 95 ± 5 . – HV 1: 85 ± 3 .

¹³³ Mödlinger, Schwerter; M. L. Perez Gonzalez / R. Schwab, Gift for the gods or scrapping over scrap metal? *Practical Metallography* 60, 2023, H. 4, 242–258.

¹³⁴ Die Daten nach Ling, *Moving metals IV*.

¹³⁵ J. Lutz, Alpenkupfer. Die Ostalpen als Rohstoffquelle in vorgeschichtlicher Zeit, in: M. Bartelheim / B. Horejs / R. Krauß (Hrsg.), *Von Baden bis Troia. Ressour-*

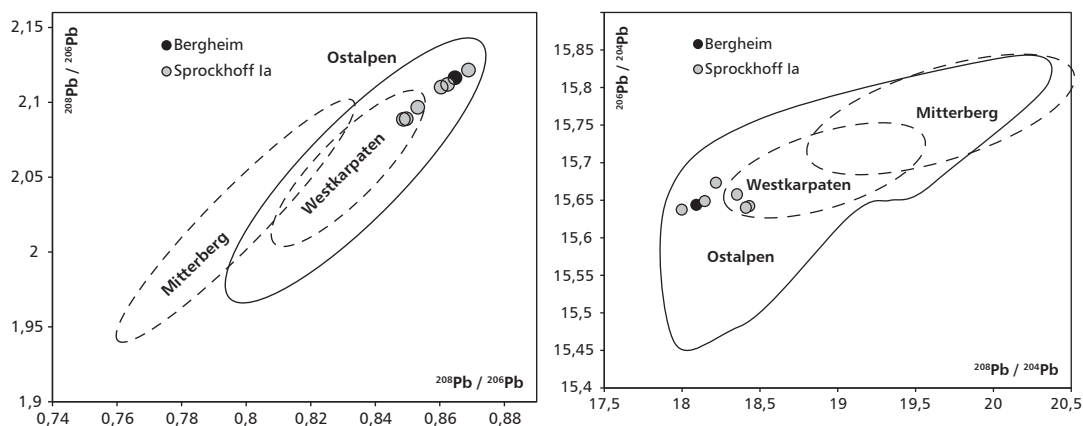
cennutzung, Metallurgie und Wissenstransfer. Oriental and European Arch. 3 (Rahden 2016) 333–358.

¹³⁶ Ebd.; E. Pernicka / J. Lutz / Th. Stöllner, Bronze Age Copper Produced at Mitterberg, Austria, and its Distribution, *Arch. Austriaca* 100, 2016, 19–55.

¹³⁷ Ebd. 130f.; Lutz, Alpenkupfer (vorletzte Anmerkung) 338.

¹³⁸ W. O'Brien, Prehistoric Copper Mining in Europe. 5500–500 BC (Oxford 2015) 186f.; Ling, *Moving metals IV*.

¹³⁹ Die Daten für die Grafik Abbildung 34 nach G. Artioli u. a., A lead-isotope database of copper ores from the



Abbildungen 31 und 32 Auf radiogenes (oben) und auf primordiales Blei (unten) normierte Bleiisotopenverhältnisse beim Schwert aus Fliesteden und Schwertern vom Typus Sprockhoff Ia im Vergleich zu Erzen aus den österreichischen und italienischen Ostalpen, dem Mitterberg und dem Slowakischen Erzgebirge. Da die Haupttektonogenese der Alpen und der Karpaten gleichzeitig stattfanden, überlappen die Bleiisotopenfelder. (Zur Datengrundlage siehe Anmerkung 138).

Abbildungen 31 und 32 zeigen die Bleiisotopenverhältnisse der Klinge, des Knaufbeschlages und anderer Schwerter vom Typus Sprockhoff Ia im Vergleich zu Erzdaten aus den österreichischen und italienischen Ostalpen, dem Mitterberg und dem Slowakischen Erzgebirge aufgetragen. Das Slowakische Erzgebirge gilt als einer der Hauptlieferanten für Kupfer während der Bronzezeit und wird für zwei der Schwerter vom Typus Sprockhoff Ia als wahrscheinlichste Materialherkunft genannt¹³⁸.

Auch hier zeigt sich, dass die Schwerter keine homogene, aber eine isotopisch ähnliche Gruppe bilden und dass es keine Übereinstimmung mit den Daten vom Mitterberg gibt. Dennoch sind sie mit weniger radiogenen Erzen der Ostalpen kompatibel¹³⁹ (Abbildung 32), weshalb eine Materialherkunft aus dem Alpenraum sehr wahrscheinlich ist. Es zeigt sich zudem eine isotopische Übereinstimmung mit jeweils einem in Schweden und einem in Wehden in Niedersachsen gefundenen Schwert, wobei das letztere auch die größte chemische Ähnlichkeit aufweist¹⁴⁰.

Der Knauf weist eine von der Klinge abweichende Bleiisotopensignatur auf, die aber ebenfalls im Bereich der anderen Schwerter vom Typus Sprockhoff Ia liegt. Sie verweist darauf, dass Knauf und Klinge separat aus unterschiedlichem Metall gefertigt sind. Der Knauf könnte somit auch sekundär verwendet worden sein und beispielsweise von einem anderen Schwert stammen.

Das Schwert aus Fliesteden besteht also aus einer für diese Zeit typischen binären Zinnbronze, deren Kupfer mit größter Wahrscheinlichkeit aus einer ostalpinen Lagerstätte stammt. Weitere intentionelle Zugaben wie Blei sind nicht festzustellen. (F. Will. / R. Schw.)

Southeastern Alps. A tool for the investigation of prehistoric copper metallurgy. *Journal Arch. Science* 75, 2016, 27–39; I. Černyšev / B. Cambel / M. Koděra, Lead isotopes in galenas of the West Carpathians, *Geologica Carpathica* 35, 1984, H. 3, 307–328; I. V. Chernyshev / A. V. Chugaev / K. N. Shatagin, High-precision Pb isotope analysis by multicollector-ICP-mass-spectrometry using $^{205}\text{Tl}/^{203}\text{Tl}$ normalization: optimization and calibration of the method for the studies of Pb isotope variations. *Geochemistry International*. 45 (II), 2007, 1065–1076; B. Höppner u. a., Prehistoric Copper Production

in the Inn Valley, Austria, and the earliest Copper in Central Europe, *Archaeometry*, 47, 2005, H. 2, 293–315; V. Köppel, Bleiisotopie. In L. Weber (Hrsg.), *Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe Österreichs*. *Archiv Lagerstättenforsch.* 19 (Wien 1997) 485–495; Ling, *Moving metals IV*; Pernicka/Lutz/Stöllner, Mitterberg (Anmerkung 136); M. Schreiner, *Erzlagerstätten im Hronal, Slowakei. Genese und prähistorische Nutzung*. *Forsch. Archäometrie u. Altertumswiss.* 3 (Rahden 2007).

¹⁴⁰ Ling, *Moving metals IV*.

Faserreste. Bereits mit der Auffindung der ersten beiden Klingenfragmente (NW 2015/0007) wurden zahlreiche Textilfasern auf und in der Metallkorrosion bemerkt. Mit der Komplettierung der Schwertbestandteile bestand 2020 die Gelegenheit, neue Aufnahmen mit Video- und Rasterelektronenmikroskop zu erstellen (Keyence VHX-1000, Zeiss Evo 60 Ma 25). Auf dieser Basis erfolgte eine eingehende Untersuchung der fasrigen Auflagerungen.

Organische Materialien wie Textilien erhalten sich in archäologischer Lagerung nur unter günstigen Bedingungen, die entweder die biologische Aktivität im umgebenden Erdreich einschränken oder eine chemische Umsetzung bewirken¹⁴¹. Unterstützend auf die Erhaltung textiler Reste, allerdings nicht in organischer Form, kann sich zum Beispiel ihr Kontakt zu Gegenständen aus Eisen oder, wie im Fall der Fliestedener Schwertklinge, mit Kupferlegierungen auswirken¹⁴². Dabei diffundieren mobile Metalle beziehungsweise Metalloxide in das organische Material und bilden dort weniger gut lösliche Verbindungen. Durch den Einbau der Metallsalze wird der Abbau der Fasern katalysiert und die Polymerstränge intramolekular in versprödete Bruchstücke gespalten. Langfristig kommt es so zu einer mehr oder minder vollständigen Ersetzung und einer Abformung des organischen Materials durch ein Gerüst aus den Korrosionsprodukten des Metalls. Dieses besondere Erhaltungsphänomen wird mit dem Begriff ›Mineralisierung‹ bezeichnet. Damit einher geht oftmals eine Veränderung beziehungsweise der Verlust der originalen Farbigkeit¹⁴³.

Auch an bronzezeitlichen Waffen sind mineralisierte Textilien belegt¹⁴⁴. Bei Schwertern werden sie oft als Reste des äußeren Bezugs oder des Innenfutters einer Scheide interpretiert. In Bestattungen ist auch der Kontakt zur Kleidung des Verstorbenen, allgemein bei Deponierungen auch zu textilen Unterlagen, Abdeckungen oder Umhüllungen denkbar, wie sie vor allem aus dem keltischen Kulturkreis überliefert sind¹⁴⁵.

Technisch gesehen handelt es sich bei textilen Begleitfunden an Waffen meist um Reste von Gewebe. In Einzelfällen sind auch Umwicklungen mit Fäden und Polsterungen aus losen Fasern dokumentiert¹⁴⁶. Als Faserrohstoffe sind sowohl pflanzliche als auch tierische Materialien belegt¹⁴⁷.

Die Textilfasern an der Schwertklinge aus Fliesteden befinden sich vor allem auf der Griffzunge. Ihre Anordnung erscheint zufällig, auch die Mikrostratigraphie folgt keiner erkennbaren Systematik.

¹⁴¹ S. Mitschke, Zur Erfassung und Auswertung archäologischer Textilien an korrodiertem Metall (Marburg 2001) 29. – Weiterführend M. Davis / S. Harris, Textiles in a Viking Age hoard. Identifying ephemeral traces of textiles in metal corrosion products, *Journal Arch. Scien. Reports* 48, 2023, 103796.

¹⁴² Zum Mechanismus der Mineralisierung vgl. H. L. Chen / K. A. Jakes / D. W. Foreman, Preservation of archaeological textiles through fibre mineralization. *Journal Arch. Scien.* 25, 1998, 1015–1021; N. Reifarth, No textiles? The value of the tiniest scraps in an archaeological context. In: P. Pfälzner / M. Al-Maqdissi (Hrsg.), *Qatna and the Networks of Bronze Age Globalism* (Wiesbaden 2015) 323–328, hier 326.

¹⁴³ Nur sehr stabile Farbstoffe bzw. -pigmente, wie etwa Purpur, sind gelegentlich unter derart extremen Bedingungen beständig, vgl. Reifarth, No textiles? (vorherige Anmerkung) 324.

¹⁴⁴ Zusammenfassend K. Grömer, *Prähistorische Textilkunst in Mitteleuropa* (Wien 2010) 288, für Nordeuropa vgl. S. Ehlers, *Bronzezeitliche Textilien aus Schleswig-Holstein. Eine technische Analyse und Fundbestimmung* (Kiel 1998) 20f. – Für textile Reste

an einem Dolch vgl. M. Bazzanella, *Italy. Neolithic and Bronze Age*. In: M. Gleba / U. Mannering, *Textiles and textile production in Europe from Prehistory to AD 400* (Oxford 2012) 203–213, hier 209f., Abb. 8.13.

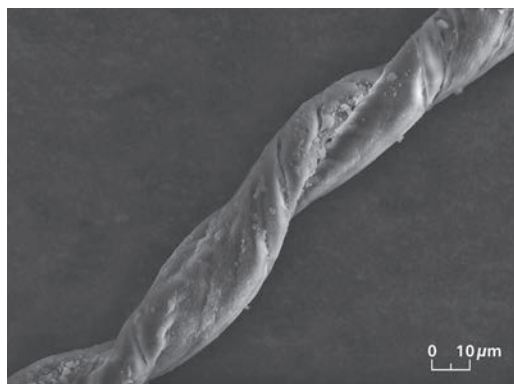
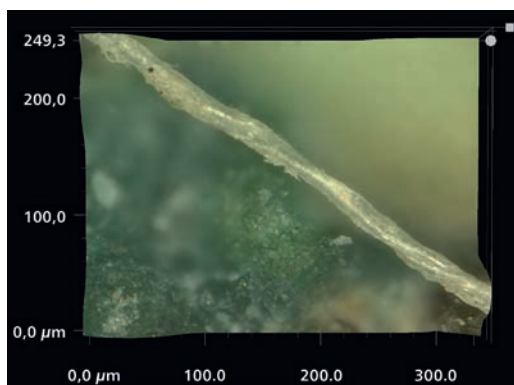
¹⁴⁵ N. Reifarth / E. Völling / J. Wiethold, Die Textil- und Pflanzenreste aus zwei keltischen Hügelgräbern von Heinzerath und Horath, Kr. Bernkastel-Wittlich im Hunsrück. In: R. Cordie (Hrsg.), *Pracht und Herrlichkeit. Bewaffnung und Bekleidung keltischer Männer im Hunsrück (Morbach-Wiederath 2017)* 134–143. – So fand sich im Gräberfeld von Hallstatt die Umwicklung einer Schwertklinge mit Bändern, bei denen angenommen wird, dass sie zum Schutz vor Korrosion mit Öl oder Fett getränkt wurden, siehe K. Grömer, *Textilien der Bronzezeit in Mitteleuropa*, *Arch. Austriaca* 90, 2006, 31–72, hier 34.

¹⁴⁶ Vgl. Fund einer Umwicklung mit einem Leinenzwirn an einem spätbronzezeitlichen Schwertknauf aus Tscheraditz (Čeradice, CZ), siehe ebd. 68. – Der ursprünglich sehr detailliert erfasste Befund eines Polsters aus losen Textilfasern und Baumbast an einer gefütterten latènezeitlichen Schwertscheide aus dem Kriegergrab von Horath (Kr. Bernkastel-Wittlich) ließ

Die glasartige Erscheinung der Fasern zeigt an, dass sie von der Korrosion der Schwertklinge vollständig umhüllt sind. Offenbar hat ihre Hygroskopizität auch das Korrosionsgeschehen mit beeinflusst, das teilweise dem Faserverlauf folgt. Bei genauer Betrachtung wird deutlich, dass sich in dieser Matrix ein Gemisch faseriger Reste verschiedener Stärke und überwiegend klarer Farbigkeit befindet. Sichtbar werden rote, blaue, schwarze, braune und weißlich bis farblos erscheinende Fasern in zwei Feinheitsklassen zwischen etwa zehn und zwanzig Mikrometer (rot, blau, schwarz, weiß) sowie um die vierzig Mikrometer (braun). Auch ihre Anteile sind unterschiedlich: Die Mehrheit der Fasern ist weiß, Vertreter der braunen Gruppe gibt es nur einzelne. Letztere weisen einen eher glatten Längsverlauf mit einem rundlichen Querschnitt auf. Stellenweise wird eine geschuppte Oberfläche erkennbar, das charakteristische Merkmal von Keratinfasern, also den Hornfäden von Tier oder Mensch¹⁴⁸. In der dünneren Feinheitsklasse wirken die Fasern teils stärker kristallin und damit bastfaserartig. Wenn allerdings Leitmerkmale gut zu erkennen sind (Abbildung 33), dann handelt es sich um Baumwolle (*Gossypium* L.): typisch ist hier die bandartige Form mit randlicher Aufwulstung und Verwindungen im Längsverlauf (Abbildung 34).

Es haben sich vor allem im Bereich unterhalb des Griffs verschiedene Textilfasern erhalten. Ihre festgestellte Wirrlage lässt nicht davon ausgehen, dass die Klinge in Bodenlagerung über längere Zeit Kontakt zu einem Faden oder einer textilen Fläche hatte. Da es sich bei den Auflagerungen in der Mehrheit um Pflanzenfasern handelt, die sich aus technischen Gründen nicht verfilzen lassen, scheidet auch dieses Verfahren aus. Denkbar wären also Rückstände einer ehemals der Schwertklinge anhaftenden Polsterung aus losen Fasern.

Als Faserrohstoffe identifiziert wurde ein Gemenge aus einigen wenigen Keratin-, überwiegend aber Baumwollfasern. Der Weg der Baumwolle in die alte Welt lässt sich anhand der ältesten archäologischen Funde aus Indien beziehungsweise Vorderasien nach Europa nachvollziehen¹⁴⁹. Der bisher früheste Nachweis von Baumwolle nördlich der Alpen gehört in spätantike



Abbildungen 33 und 34 Eine Faser von der Schwertklinge aus Fliesteden (oben) im Vergleich zu rezenter Baumwolle (unten).

sich – wohl erhaltungsbedingt – bei einer späteren Neuuntersuchung nicht mehr verifizieren: Reifarth/Völling/Wiethold, Heinzerath und Horath (vorherige Anmerkung) 140.

¹⁴⁷ Für die Verwendung von Pflanzenfasern vgl. vorherige Anmerkung (Leinenzwirn). – Ein Gewebe aus Schafwolle (*Ovis* sp.) wurde etwa unter einem Schwert aus Tensbüttel-Röst, Kr. Dithmarschen überliefert: Ehlers, Textilien (Anmerkung 144) 383 Kat. SH 7. 1.

¹⁴⁸ Vgl. allg. H. M. Appleyard, Guide to the identification of animal fibres (Leeds 1978).

¹⁴⁹ Allgemein bei S. Mecheels / H. Vogler / J. Kurz, Kultur- und Industriegeschichte der Textilien (Bönnigheim 2009) 41f.; für neuere Funde von der arabischen Halbinsel vgl. C. Bouchaud / M. Tengberg / P. del Prà, Cotton cultivation and textile production in the Arabian peninsula during Antiquity. Vegetation Hist. and Archaeobotany 20, 2011, 405–417.

Zeit¹⁵⁰. Diese Eckdaten zur Verbreitung des Rohstoffs in Verbindung mit der für einen archäologischen Fund aus den hiesigen Breiten ungewöhnlich klaren Farbigeit der Fasern sprechen dafür, dass es sich bei den untersuchten Auflagerungen um eine rezente Verunreinigung handelt. Da Baumwolle mikrostratigraphisch auch unter den anderen Fasern festzustellen ist, ist diese Annahme wohl auch für die übrigen faserigen Reste anwendbar.

Veränderungen von Fundmaterialien nach der Bergung sind in der Textilarchäologie nicht ungewöhnlich¹⁵¹. Die untersuchten Fasern an dem Schwert aus Fliesteden sind allerdings in die Korrosion der Klinge eingebettet. Je nachdem, wie schnell sich diese bilden konnte, ist demnach nicht auszuschließen, dass die Fasern von einer Verpackung oder Reinigungsversuchen des Finders oder auch aus Bodenlagerung stammen. Da die Erhaltung des Schwerts insgesamt durch die moderne Landwirtschaft beeinträchtigt wurde, wäre es angesichts des Sammelsuriums verschiedenfarbiger Fasern aus unterschiedlichen Materialien denkbar, dass Reste von agrarisch genutzten wiederverwendeten Werkstoffen oder auch kompostierter Abfall mit faseriger Beimengung in den Boden eingearbeitet wurden und sich auf diese Weise der Klinge angelagert haben. (S. Mit.)

Experimentelle Rekonstruktion des Schwertes

Rekonstruktion der Herstellungstechnik. Die Bronzelegierung des Schwertes hat einen Schmelzpunkt von etwa 1000 °C und wurde in einem Tiegel erschmolzen. Der Guss erfolgte dann vermutlich in einer zweiteiligen, wiederverwendbaren Gießform, bei der jede Formhälfte jeweils eine Hälfte des späteren Schwertprofils aufwies. Vergleichbare Formen sind im archäologischen Inventar nachgewiesen (Abbildungen 35 und 36)¹⁵². Die Gießformen wurden aus Ton oder feuerfestem Stein gefertigt. Alle Details der Form waren hier bereits angelegt. Lediglich auf die Bohrungen für die Griffplattenmontage musste verzichtet werden, da sich die eingegossene Bronze beim Abkühlen hier zwangsläufig verankert hätte. In der Gießform wären hierfür entsprechende erhabene runde Stege erforderlich gewesen. Da gegossenes Metall beim Erkalten schrumpft, hätte es zwischen den runden Stegen leicht zu Schrumpfrissen und zur Materialschwächung führen können. Um ein problemloses Schwinden des Volumens zu gewährleisten, musste die gesamte innere Oberfläche der Gussform zuvor geschlichtet werden. Es war ausreichend, dafür beide Formhälften dicht über eine stark rußende Flamme zu halten¹⁵³.

Die Rußschicht verhinderte ein Anbacken der erstarrenden Bronze an der Formwand. Gleichzeitig wirkte sie sich aufgrund ihrer reduzierenden Eigenschaften (Kohlenstoff) positiv auf den Guss aus. Dies ist besonders bei leicht rauen Sandsteinformen problematisch. Vor dem Guss musste die Form zudem erhitzt werden, um ein allzu schnelles Abkühlen der eingegossenen Bronze zu vermeiden. Kühlt die Bronze zu schnell ab, kann dies leicht zu einer unvollständigen Formverfüllung und einem Fehlguss führen. Der Einguss erfolgte bei Schwertern üblicherweise von oben im Bereich des Griffendes mittels eines Eingusstrichters. Zweiteilige Gießformen konnten bei sorgfältiger Behandlung mehrfach verwendet und für serielle Güsse eingesetzt werden.

¹⁵⁰ Mecheels/Vogler/Kurz, Textilien (vorherige Anmerkung) 42; P. R. Franke, Pachten. Der älteste Baumwollfund nördlich der Alpen (300 n. Chr.). Ber. Staatl. Denkmalpflege Saarland 16, 1969, 141–163.

¹⁵¹ S. Mitschke, Funde im Befund. The dark side of textile analysis. In: Einsichten. Beiträge zur Konservierung – Restaurierung – Kunsttechnologie. Festschr. Elisabeth Jägers (Köln 2015) 143–150.

¹⁵² Gießformen aus Sandstein (Schwertklingen- und andere Gegenstände) Fundort Heilbronn-Neckargartach, Kr. Heilbronn, aus der späten Bronzezeit, Stuttgart Württembergisches Landesmus.: E. Probst, Deutschland in der Bronzezeit (München 1996) 288 und 292 Abb. 39.

¹⁵³ B. Steiger-Nawarotzky / F. Willer, Bronzezeitlicher Guss 2. Herstellen der Gussformen und Guss. Ber. Rhein. Landesmus. Bonn 2005, 5–12.

¹⁵⁴ Ebd. Abb. 4, 5.

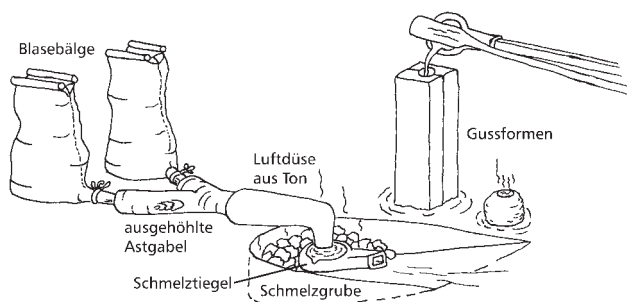


Abbildung 35 (oben) Schema des bronzezeitlichen Gusses.

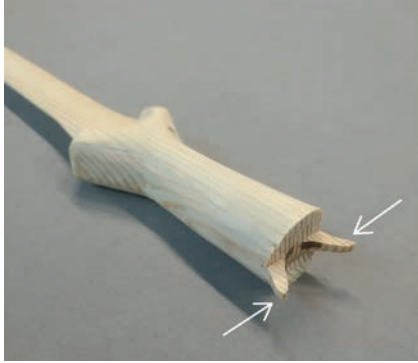
Abbildung 36 (rechts) Gießformen aus Sandstein (Schwertklingen und andere Gegenstände, siehe Anmerkung 152).



Der Knauf hingegen wurde mit einem anderen Verfahren gegossen, da es hier notwendig war, auch starke Unterschneidungen zu realisieren, etwa im Bereich des kreuzförmigen Ornaments. Dies war in der Bronzezeit nur mit dem sogenannten direkten Wachs-ausschmelzverfahren möglich. Dabei wurde die Form des Knaufes zunächst in Bienenwachs von Hand modelliert. Hierauf deuten die leicht gewölbte Verformung des Knaufes sowie Arbeitsspuren an seiner Oberfläche hin, wie sie beim Modellieren mit Bienenwachs entstehen. Zum späteren Einfüllen der Bronze diente ein ebenfalls aus Wachs gefertigter EIngusstrichter. Zur Herstellung der Gießform musste das Wachsmo-dell anschließend in Ton eingebettet werden. Vermutlich wurde hierfür zunächst feiner Tonschlicker auf das Wachsmo-dell aufgetragen, um die Wiedergabe feiner Details der Oberfläche in Bronze zu ermöglichen. Anschließend wurden dann so lange stärker gemagerte Schichten zur besseren Gasdurchlässigkeit aufgetragen, bis eine ausreichende Gussstabilität realisiert war. Dieses noch heute gebräuchliche Verfahren erlaubt den Guss besonderer Details, wie etwa die hier am Knauf befindlichen Bohrungen. Vor dem Ausschmelzen des Wachses und dem Eingießen der Bronze in den entstandenen Hohlraum musste der Ton zunächst gut trocknen. Dann erfolgte im offenen Feuer (Schürbrand) das Ausschmelzen des Wachses, das durch den EIngusstrichter auslaufen konnte. Bei diesem Vorgang musste darauf geachtet werden, die Temperatur nur langsam zu erhöhen, um das Platzen der Gießform zu vermeiden. Durch das Brennen der Gießform stellte man sicher, dass alle Reste des Wachses ausgeschmolzen waren. Hierdurch sollte eine mögliche Gasexplosion vermieden werden. Gleichzeitig wurde die Gießform feuerfest und gewann die für den Gießvorgang notwendige Festigkeit.

Nach dem Eingießen und Erkalten der Bronze wurde die Gießform zerschlagen, um die Bronze freizulegen. Daher bezeichnet man dieses noch heute gebräuchliche Verfahren als ›Guss in verlorener Form‹. Der EIngusstrichter wurde abgetrennt und die Bronze an dieser Stelle versäubert. Wo der EIngusstrichter am Knauf ursprünglich angebracht war, ist heute nicht mehr eindeutig zu erkennen. Aus gusstechnischen Gründen scheint es jedoch sinnvoll, den Knauf hochkant stehend zu gießen. Hierbei wäre der EIngusstrichter an der höchsten Stelle des Randes angebracht gewesen.

Die Bronze wurde im sogenannten offenen Herd-guss einem tönernen Schmelztiegel unter Zuluft mittels Blasebälgen erschmolzen¹⁵⁴. Zur Vermeidung des Abbrandes, also dem Verlust des wertvollen Zinns durch dessen Oxidation, war es erforderlich, zunächst das Kupfer völlig zu erschmelzen. Erst danach erfolgte die Zugabe des Zinns. Für den Guss des Schwertes und den separat gegossenen Knauf lassen sich folgende Mengen- und Zeitangaben rekonstruieren



Abbildungen 37 und 38 Der Griffbereich mit Verstärkung der Griffplatten sorgt beim Schwertnachbau für eine ausreichende Auflage der Knaufplatte. Die hornähnlichen Enden des Griffheftes (Original in Bronze) reichen in die Knaufplatte hinein und scheinen als eine Art der Arretierung gedient zu haben.

ieren: für den Guss des Schwertes etwa sechshundert Gramm Metall, davon etwa zweihundert Gramm für den Eingusstrichter und den Eingusskanal. Schwertklinge und Heft wogen etwa vierhundert Gramm. Für den separat gegossenen Knauf waren etwa einhundert Gramm Bronze erforderlich, davon etwa fünfunddreißig Gramm für den Eingusstrichter. Für das Erschmelzen des Klingenmaterials sollten etwa vierzig Minuten kalkuliert werden. Das Fassungsvermögen des Tiegels dürfte etwa ein Viertel Liter betragen haben. Nach der kompletten Schmelze im Tiegel sollte die Bronzespeise innerhalb von zwanzig Sekunden in die Form eingegossen werden, um das verfrühte Erstarren der Bronze zu vermeiden. Der Einguss selbst sollte bei der veranschlagten Menge von sechshundert Gramm Bronzespeise in etwa drei Sekunden in einem möglichst gleichmäßigen Gießstrahl erfolgen.

Beim Eingießen der Bronze haben sich kleine Hohlräume in der tönernen Gießform mit Bronze verfüllt. Nach dem Zerschlagen der Gießform wurde die dadurch gussraue Oberfläche, wie bereits oben beschrieben, nicht überarbeitet und ermöglicht uns heute detailreiche Einblicke in den Formenbau und in die Gusstechnik¹⁵⁵.

Wie die Materialanalysen belegen, verwendete man für den Guss Kupfer, dem nach dem Erschmelzen etwa acht bis neun Prozent Zinn hinzugefügt wurde. Vergleichbare Legierungen werden noch heute industriell hergestellt. Sie zeichnen sich durch gute Gießeigenschaften sowie gute Korrosionsbeständigkeit aus. Sol-

che Legierungen können heute dank moderner Technik in speziellen Glühöfen thermisch ausgehärtet werden¹⁵⁶. Unter prähistorischen Bedingungen war dies jedoch kaum möglich. Eine Verfestigung ließ sich jedoch auch durch Kaltumformung, wie zum Beispiel durch Schmieden erreichen. Will man dem Metall hingegen seine Härte nehmen, eignen sich hierzu bereits Glüh-temperaturen von zwei- bis dreihundert Grad.

Wie auch bei der Fliestedener Schwertklinge zu beobachten, zeigen auch moderne Kupfer-Zinn-Legierungen nach dem Guss häufig Seigerungserscheinungen des Metallgefüges. Dabei bilden sich während des Erstarrens der Schmelze im Metallgefüge kupfer- oder zinnreichen Phasen aus, welche die metallischen Eigenschaften der Legierung nachteilig beeinflussen. Solche Phänomene waren den bronzzeitlichen Handwerkern sicher nicht bekannt. Es ist aber davon auszugehen, dass sie die sich verändernden Materialeigenschaften der Bronze erkannten und ihre Arbeitsprozesse darauf hin abstimmten.

Die Bruchgefahr war insbesondere bei langen und relativ dünnen Schwertklingen ein Problem, da diese beim Kampfeinsatz stark mechanisch beansprucht wurden. Dennoch zeigen die

¹⁵⁵ F. Willer, Experimental reconstruction of the bronze casting process of the ›Smithing God‹ on a Bull, *Berytus* 50, 2007, 49–57.

¹⁵⁶ Wieland, *Metall* 58–62.

am Fliestedener Schwert beschriebenen Gefügestrukturen eine leichte Mischkristallseigerung anhand der inhomogenen Zinnverteilung (Abbildung 25). Vermutlich wollte man vermeiden, dass das Metall der Waffe bei zu hoher Glüh­temperatur zu weich geworden wäre. In der Folge hätte man, um die benötigte Festigkeit zu erreichen, die Bronze stark geschmiedet müssen. Dabei wären jedoch im Guss angelegten Formdetails und Konturen verloren gegangen. Zudem wäre die Klinge durch das Schmieden zwangsläufig dünner geworden. Insofern scheint man hier einen Mittelweg gewählt zu haben, bei dem man die Klinge nur leicht glühte, um sie nicht allzu weich, aber dennoch bruch­ sicher zu machen. Zur Erhöhung der gewünschten Festigkeit, die insbesondere für die Schneidflächen erforderlich war, reichte ein leichtes Überschmieden der Oberfläche aus. Dies hatte zudem den Vorteil, dass auf der Oberfläche nur geringfügige Schmie­ despuren entstanden, die, wie die Schleifspuren (Abbildung 17) in Längsrichtung belegen, anschließend durch leichtes Überschleifen ausgeglichen wurden. (F. Wil.)

Experimentelle Rekonstruktion. Auf welche Weise der Knauf am Schwertgriff montiert wurde und wie das Schwert mit seinem kurzen Griffheft gehandhabt wurde, sollte durch den Bau einer Nachbildung geklärt werden (Abbildung 7).

Andere Exemplare dieses Schwerttypus zeigen, dass das kurze Griffheft im Gegensatz zu bron­ zezeitlichen Vollgriffschwertern nicht bis zum Knauf reicht. Es konnte daher nur mit höchstens drei Fingern gehalten werden. Bei einigen Schwertern endet das bronzene Griffheft seitlich in zwei hornähnlichen Fortsätzen. Der Bereich der Griff­ heftmitte bildet eine Auflage und ist oftmals leicht ge­ rundet (Abbildungen 37 und 38). Man nimmt an, dass diese spezielle Form zur Aufnahme des Griffabschlus­ ses, einer Knaufplatte aus organischem Material diente. Hierauf wurde dann der Bronzeknauf mit bronzenen Stift­ nägeln montiert, wie sie am Knauf aus Fliesteden teilweise erhalten sind. Setzt man in die beiden vorhan­ denen Bohrungen des Knaufes nachgebaute Stifte aus Bronze ein, so fällt auf, dass diese trotz der Schwerkraft in einem deutlichen Winkel nach innen zeigen (Abbildungen 42 und 43). Würde man den zen­ tralen Stift des Knaufes verlängern, so würde dieser an der Bronze des Griffheftes anschlagen. Eine direkte Verbindung vom Knauf zum Griffheft ist demnach technisch nicht möglich. Daher muss die Montage des Knaufes mit Hilfe der heute fehlenden organischen Bauteile des Griffes erfolgt sein. Aufgrund fehlender Parallelen wurde zunächst eine experimentelle Rekonstruktion des Schwertes angefertigt. Ein Nachguss des Schwertes in Bronze war hierfür nicht erforderlich. Die Form des Schwertes samt Griffheft wurde in originaler Länge auf eine Schablone über­ tragen. Zur Rekonstruktion des Griffheftes dienten Vorlagen gut erhaltener Schwerter gleicher Zeitstellung. Mittels der Schablone und der Originalmaße des Schwertes wurde ein maßstabs­ getreuer Nachbau in Kiefernholz erstellt (Abbildung 7).

Die Form und Dimension der Griffplatte wurde anhand der an Schwert und Heft erhaltenen Bohrungen und der Reste der erhaltenen seitlichen Verstärkung des Griffheftes ermittelt. Die fehlende, ebenfalls aus organischem Material bestehende Knaufplatte schloss genau an das Ende des Griffheftes an, wobei die beiden hornähnlichen Enden in den Aufsatz der Griff­ platte hineinragen mussten. Dadurch war eine erste Fixierung erreicht, ein Verdrehen des Aufsatzes war nicht mehr möglich. Dafür mussten die beiden Griffschalen eine ausreichend breite Auflage bieten. Daher wurden diese am Nachbau etwas verbreitert (Abbildungen 37 und 38).

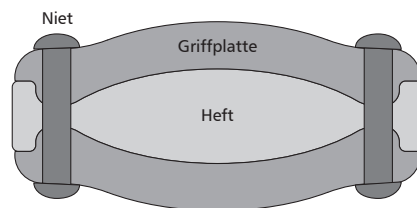


Abbildung 39 Schematische Darstellung des Querschnittes im Bereich der Griffschulter.



40

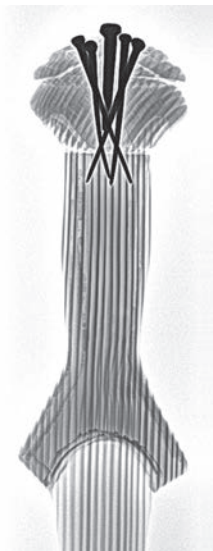


41

Damit der Bronzeknauf später passgenau auf der Knaufplatte montiert werden konnte, musste ihre Oberseite der Form der Unterseite des Bronzeknaufs angepasst werden. Betrachtet man das Original, scheint die konkave Unterseite des Knaufs einen Abdruck des organischen Aufsatzes zu bilden. Vermutlich wurde das Wachsmodell des Knaufs den bereits fertiggestellten Griffplatten samt Aufsatz angepasst (Abbildung 11). Dies konnte durch das Andrücken des weichen Wachses erfolgen. In Bronze gegossen war somit ein passgenauer Sitz gewährleistet. Es ist davon auszugehen, dass beide Griffplatten, die Knaufplatte und auch der Bronzeknauf einzeln zu fertigende Bauteile darstellten. Nur so war es den bronzezeitlichen Handwerkern möglich, die Stücke dem bronzenen Griffheft millimetergenau anzupassen. Dies erfolgte, wie oben beschrieben, unter Zuhilfenahme von Schneid- und Schleifwerkzeugen, wie sie etwa für die Bearbeitung von Holz, Bein, Horn oder Geweih vielfach verwendet wurden. Besonders sorgfältig mussten dabei diejenigen Stellen zugerichtet werden, die später vom Griffheft seitlich eingefasst werden sollten. Im Bereich des Griffheftes, der Griffschulter und des Griffausschnitts musste das Material so abgearbeitet werden, dass es überall kraftschlüssig an der Bronze anlag. Die zusätz-

lich mit Nietstiften fixierten Griffplatten waren so gegen ein seitliches Verrutschen beim Einsatz des Schwertes gesichert (Abbildung 39).

Wie erfolgte nun das Zusammenfügen des bronzenen Knaufes mit der Knaufplatte, und wie waren diese mit dem Griff beziehungsweise den Griffschalen verbunden? Einen ersten Hinweis ergab die Rekonstruktion der Stiftnägel in der originalen Materialstärke. Fügt man diese in die noch vorhandenen, etwa drei Millimeter langen Bohrkanaäle des originalen Knaufes ein, so treten sie an der Unterseite nicht senkrecht heraus. Vielmehr kreuzen sie sich in einem Winkel von etwa fünf- undvierzig Grad. Zur Überprüfung der Funktion wurde der Bronzeknauf, wie auch die Knaufplatte, in Holz nachgearbeitet. Fügt man beide Teile zusammen und verbindet diese mit den Stiftsnägeln, ergibt sich eine sehr fest sitzende Verbindung. Aufgrund der einander kreuzenden Stiftsnägel ist diese Verbindung aus physikalischen Gründen nicht lösbar (Abbildungen 40–45).



Abbildungen 42 und 43 Zusammengesetzte Bauteile der experimentellen Griffrekonstruktion. Im Röntgenbild (rechts) sind die sich verschränkenden Stiftsnägel gut erkennbar. Diese reichen bis in die Griffschalen hinein.



Abbildungen 40 und 41 (gegenüber oben) sowie 44 und 45 (oben) Experimentelle Rekonstruktion der Knauf- und Knaufplattenmontage.

Für die feste Verbindung mit dem Griff war es jedoch erforderlich, dass die Stiftnägel bis in die Griffplatten hineinreichten. Die leicht konisch zulaufenden Kanäle für die Stiftnägel mussten aus materialtechnischen Gründen zunächst vorgebohrt werden. Eine wesentliche Funktion bei der Montage erfüllte der zentrale, etwas stärker dimensionierte Bronzestift, der von oben durch den Knauf bis in die Knaufplatte reichte. Neben der Verbindung von Knauf und Knaufplatte verhinderte dieser, dass sich die Bauteile beim Anlegen der Bohrkanäle und dem Einsetzen der Stiftnägel verschoben. Ohne diese zentrale Fixierung wäre ein millimetergenaues Bohren der Kanäle nicht möglich gewesen.

Die Bohrkanäle dürfen einander im inneren Kreuzungspunkt nicht treffen, da ansonsten nicht alle Stiftnägel einzusetzen sind. Demnach erforderte die Anlage der Bohrkanäle sehr viel Erfahrung, handwerkliches Geschick und ein sehr präzises Arbeiten. Besonders schwierig war es, den korrekten Winkel der Bohrungen einzuschätzen, da diese von den bronzezeitlichen Hand-

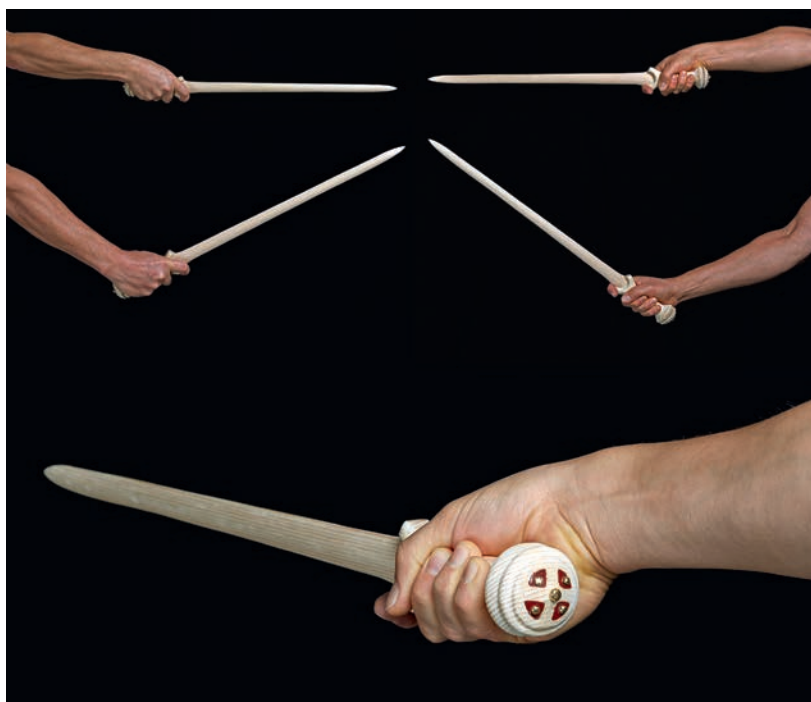


Abbildung 46 Mögliche Schwerthandhabung aus verschiedenen Ansichten.

werkern ohne technische Hilfsmittel nur frei nach Augenmaß gesetzt werden konnten. Vermutlich wurde zunächst Stiftnagel für Stiftnagel nacheinander soweit eingesetzt, dass der feste und unlösbare Sitz des Knaufes erst ganz zum Schluss mit wenigen Schlägen, etwa mit einem Bronzehammer, erreicht wurde. Es ist anzunehmen, dass die Handwerker den Aufsatz und die Griffplatten vor der Montage zusätzlich verklebten, zum Beispiel mit Knochenleim.

Nach der erfolgreichen Montage konnten wir die Handhabung des Schwertes (Stichwaffe) überprüfen. Wahrscheinlich wurde der Schwertgriff im Gegensatz zu einer Hiebwaffe nur mit Mittel- und Ringfinger sowie dem kleinen Finger umschlossen. Der Zeigefinger und der Daumen dienten ausschließlich der Klingenföhrung. Dies hat den Vorteil, dass die schmale und relativ kurze Klinge sehr schnell und zielsicher geföhrt werden kann (Abbildung 46). (F. Wil.)

Dr. Petra Tutlies, Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland, Außenstelle Nideggen, Zehnthofstraße 45, 52385 Nideggen-Wollersheim, Petra.Tutlies@lvr.de. – Dr. Claus Weber, Kehdinger Mühren 26, 21682 Stade, claus.weber@t-online.de. – Frank Willer, LVR-Landesmuseum, Bachstraße 9, 53115 Bonn, Frank.Willer@lvr.de. – Sylvia Mitschke, Reiss-Engelhorn-Museen, C 5 Zeughaus, 68159 Mannheim; sylvia.mitschke@mannheim.de. – Prof. Dr. Roland Schwab, Leibniz-Zentrum für Archäologie, Ludwig-Lindenschmit-Forum 1, 55116 Mainz, Roland.Schwab@leiza.de.

Resümee. Auf einem Acker bei Fliesteden, Rhein-Erft-Kreis, wurden 2015–2020 sechs Bruchstücke eines bronzezeitlichen Schwertes aus dem vierzehnten oder dreizehnten Jahrhundert sowie eines Knaufbeschlages (zugehörig?) ohne Deponierungszusammenhang gefunden. Das Stück ist vermutlich erst in jüngerer Zeit durch Pflügen verbogen und zerbrochen worden. Die Stichwaffe ist eines der in Mitteleuropa weitverbreiteten älteren Griffzungenschwerver vom Typus Sprockhoff I a beziehungsweise Schauer Typus Traun. Sie besteht aus Zinnbronze, das Kupfer stammt wahrscheinlich aus einer ostalpinen Lagerstätte. In einer Rekonstruktion wird eine individuelle Lösung vorgeschlagen, mit Verlagerung des Schwerpunktes zum Griff hin.

Summary. On a field near Fliesteden, Rhein-Erft-Kreis, six fragments of a Bronze Age sword from the fourteenth or thirteenth century and a pommel fitting (belonging?) were found in 2015–2020 without any archaeological context. The piece had probably only recently been bent and broken by plowing. The stabbing weapon is one of the older grip-tongue swords of the Sprockhoff I a type or Schauer Traun type that were widespread in Central Europe. It consists of tin bronze, the copper probably comes from an eastern Alpine deposit. In a reconstruction, an individual solution is proposed, with the balance-point close to the handle.

Résumé. Sur un champ à l'est de Bergheim, arrondissement de Rhin-Erft, six fragments d'une épée de l'âge du bronze du quatorzième ou treizième siècle et une ferrure de pommeau (appartenant ?) ont été trouvés en 2015–2020 sans aucun contexte de dépôt. La pièce a probablement été déformée et brisée que récemment par le labourage. L'arme, conçu pour poignarder, est une épée à langue de préhension ancienne du type Sprockhoff I a ou du type Schauer Traun qui était largement répandu en Europe centrale. Elle se compose de bronze à l'étain, le cuivre est probablement originaire d'un gisement des Alpes de l'Est. Dans une reconstruction, une solution individuelle est proposée, avec un déplacement du barycentre vers la poignée.

Abkürzungen

- Nord. Kreis E. Aner / K. Kersten (auch K.-H. Willroth), Die Funde der älteren Bronzezeit des nordischen Kreises in Dänemark, Schleswig-Holstein und Niedersachsen (Neumünster 1973–2003).
 Bd. I: Frederiksborg und Københavns Amter. Mit einer geologischen Einleitung von S. Hansen (1973).
 Bd. II: Holbæk, Sorø und Præstø Amter (1976).
 Bd. III: Bornholms, Maribo, Odense und Svendborg Amter. Bearb. K. Kersten, mit Beiträgen von O. Klindt-Jensen (1977).
 Bd. IV: Südschleswig-Ost. Die Kreise Schleswig-Flensburg und Rendsburg-Eckernförde (nördlich des Nord-Ostsee-Kanals). Bearb. K. Kersten (1978).
 Bd. V: Südschleswig-West. Nordfriesland. Bearb. wie zuvor (1979).
 Bd. VIII: Ribe Amt. Bearb. wie zuvor (Neumünster 1986).
 Bd. X: Ringkøbing Amt. Bearb. wie zuvor, hrsg. von K.-H. Willroth und E. Koch (Neumünster 1995).
 Bd. XI: Thisted Amt. Bearb. K. Kersten, E. Koch und K.-H. Willroth (2001).
 Bd. XII: Viborg Amt. Bearb. wie zuvor (2008).
 Bd. XVII: Dithmarschen. Bearb. wie zuvor, unter Mitwirkung von K.-H. Willroth und H.-H. Steen (1991). Bd. XX: Kreis Segeberg. Bearb. K. Kersten und K.-H. Willroth (2011).
- PBF Prähistorische Bronzefunde, begr. von H. Müller-Karpe (München, später Stuttgart 1969–2018).
 Bd. IV 1: V. Bianco Peroni, Die Schwerter in Italien. (München 1970).
 Bd. IV 2: P. Schauer, Die Schwerter in Süddeutschland, Österreich und der Schweiz I (München 1971).
 Bd. IV 5: C. B. Burgess / I. Colquhoun, The Swords of Britain (München 1988).
 Bd. IV 6: T. Kemenczei, Die Schwerter in Ungarn I (Griffplatten-, Griffangel- und Griffzungenschwerter) (München 1988).
 Bd. IV 8: T. Bader, Die Schwerter in Rumänien (Stuttgart 1991).
 Bd. IV 10: W. Krämer, Die Vollgriffschwerter in Österreich und der Schweiz (München 1985).
 Bd. IV 11: I. von Quillfeldt, Die Vollgriffschwerter in Süddeutschland (Stuttgart 1995).
 Bd. IV 12: I. Kilian-Dirlmeier, Die Schwerter in Griechenland (außerhalb der Peloponnes), Bulgarien und Albanien (Stuttgart 1993).
 Bd. IV 14: A. Harding, Die Schwerter im ehemaligen Jugoslawien (Stuttgart 1995).
 Bd. IV 15: H. Wüstemann, Die Schwerter in Ostdeutschland (Stuttgart 2004).
 Bd. IV 17: F. Laux, Die Schwerter in Niedersachsen (Stuttgart 2009).
 Bd. X 8: F. Laux, Der Arm- und Beinschmuck in Niedersachsen (Stuttgart 2015).
 Bd. XIII 3: W. Kubach, Die Nadeln in Hessen und Rheinhessen (München 1977).
 PBF XIII 4: F. Laux, Die Nadeln in Niedersachsen (München 1976).
 Bd. XIV 1: F. Laux, Die Fibeln in Niedersachsen (München 1973).

- Joachim/Weber, Dolche und Schwerter H.-E. Joachim / C. Weber, Die bronzezeitlichen Dolche und Schwerter im Rheinland. Bonner Jahrbücher 202/203, 2002/2003, 1–34.
- Ling, Moving metals IV J. Ling u. a., Moving metals IV. Swords, metal sources and trade networks in Bronze Age Europe. Journal Arch. Scien. Reports 26, 2019, 101837.
- Mödlinger, Schwerter M. Mödlinger, Herstellung und Verwendung bronzezeitlicher Schwerter Mitteleuropas. Eine vertiefende Studie zur mittelbronze- und urnenfelderzeitlichen Bewaffnung und Sozialstruktur. Universitätsforsch. Prähist. Arch. 193 (Bonn 2011).
- Müller-Karpe, Handbuch IV H. Müller-Karpe, Handbuch der Vorgeschichte, Vierter Band, Bronzezeit. Teilbände 1–3 (München 1980).
- Ottenjann, Vollgriffschwerter H. Ottenjann, Die nordischen Vollgriffschwerter der älteren und mittleren Bronzezeit. Röm.-German. Forsch. 30 (Berlin 1969).
- Sprockhoff, Griffzungenschwerter E. Sprockhoff, Die germanischen Griffzungenschwerter. Röm.-German. Forsch. 5 (Berlin und Leipzig 1931).
- Wieland, Metall Metall ist unsere Welt. Wieland-Kupferwerkstoffe. Herstellung, Eigenschaften und Verarbeitung. Hrsg. von Wieland-Werke AG (Ulm 1999).
- Willer/Schwab/Mirschenz, Limes F. Willer / R. Schwab / M. Mirschenk, Römische Bronzestatuen am Limes. Archäometrische Untersuchungen zur Herstellungstechnik. Bonner Jahrb. 216, 2016, 57–187.

Bildrechte. Abbildung 1 Kartierung aus bodeon auf der Grundlage der Topographischen Karte 1:100.000, Geobasis NRW 2020. – Abbildungen 2–4 LVR-ABR, Ausführung Karin White-Rahneberg (2) und Riza Smani (3 und 4). – Abbildungen 25–32 Curt-Engelhorn-Zentrums Archäometrie, Mannheim, Ausführung Roland Schwab. – Abbildungen 33 und 34 Reiss-Engelhorn-Museum, Mannheim, Ausführung Sylvia Mitschke. – Abbildung 36 Landesmuseum Württemberg, Ausführung Peter Frankenstein und Hendrik Zwietasch. – Das Übrige LVR-LMB: Abbildungen 5, 11–13, 18, 21, 24 und 46 Ausführung Jürgen Vogel; Abbildung 43 Ausführung Holger Becker. Alles Weitere Ausführung Frank Willer, darunter Abbildung 6 mit Holger Becker, Abbildung 10 mit Olivia Straub und Abbildung 39 mit Martin Pütz.