

# Neue Tauschierungen an alten Funden – Untersuchungen zur Verzierungs- und Herstellungstechnik zweier Vollgriffschwerter der Hügelgräberbronzezeit

DANIEL BERGER

## Einleitung

Schwerter aus Metall stellen im bronzezeitlichen Fundspektrum eine wichtige Objektgattung dar. Nicht grundlos sind sie deshalb vielfach Gegenstand archäologischer Forschungen gewesen, bei welchen nicht nur typologische und chronologische, sondern auch kulturgeschichtliche wie technologische Aspekte eine tragende Rolle spielten. Formengeschichtlich haben namentlich die Vollgriffschwerter eine lange Entwicklungstradition hinter sich, die bis in die Frühbronzezeit und das Endneolithikum reicht. Auf Dolchklingen folgten Langdolche und Kurzschwerter, aus denen am Ende der Frühbronzezeit die ersten Langschwerter entstanden. Anfänglich pflegte man die Waffen meist mit Griffen aus organischem Material auszustatten, die durch Niete mit den Metallklingen verbunden wurden. Erst ab der Hügelgräberbronzezeit wurde es in Mitteleuropa allgemein üblich, Schwerter mit Griffen aus Metall zu versehen und so die eigentlichen Vollgriffschwerter herzustellen. Dabei goss man Klinge und Griff nie in einem Stück, sondern stellte beide Elemente stets getrennt voneinander her. Erst im Nachhinein verband man beide Teile mehr oder weniger fest durch Niete (von Quillfeldt 1995; Wüstemann 2004)<sup>1</sup>.

Dass Schwerter nicht nur in ihrer Funktion als Waffe in Gebrauch waren, wird aus dem jeweiligen archäologischen Kontext ersichtlich, dem sie entstammen. Seit jeher galten Schwerter aus Bronze neben Objekten aus Edelmetall als repräsentative Ausdrucksform für Macht und Status. Sie waren deshalb bestens dazu geeignet, Herkunft und sozialen Rang ihres Besitzers bis über dessen Tod hinaus darzustellen. Deshalb verwundert es wenig, dass Schwerter verschiedentlich im Inventar reicher Bestattungen – fast ausschließlich von Männern – vorkommen. Ihre große Bedeutung in rituellen und religiösen Belangen wird nicht nur durch die zahlreichen Einzelfunde aus Gewässern bzw. deren Uferbereich deutlich, Schwerter gehören auch häufig zum Inventar von Deponierungen. Nicht selten finden sich in diesem Zusammenhang intentional zerbrochene oder auf andere Weise beschädigte Schwerter (Berger/Pernicka 2009).

Besonders manifest wird der hohe kulturelle und soziale Stellenwert der Schwerter in der ausgehenden Urnenfelderzeit. Aus keiner anderen Periode der Bronzezeit liegen so viele tauschierte Objekte vor wie aus der Stufe Ha B3. Die Besonderheit liegt jedoch, abgesehen von der ansonsten selten angewendeten Ziertechnik des Tauschierens, in der

---

<sup>1</sup> Ausgenommen hiervon sind Schwerter, deren Griffen durch Überfangguss mit den Klingen verbunden wurden.

Materialart der Einlagen. Dabei handelte es sich um Eisen, das zu dieser Zeit noch als wahre Rarität anzusehen ist. Einlagen dieser Art verliehen somit den ohnehin schon repräsentativen und prestigeträchtigen Objekten ein noch exquisiteres Erscheinungsbild. Allein die große Zahl von etwa 30 Vollgriffschwertern mit Eisentauschierungen aus dem Gebiet der Urnenfelderkultur verdeutlicht das starke Bedürfnis nach neuen Formen zur Repräsentation. Möglicherweise fassen wir hierin Impulse aus weit entfernten Regionen (Berger 2012; Berger i. Dr.).

Tauschierungen sind aber bei Weitem nicht ausschließlich auf endbronzezeitliche Kontexte beschränkt. Schon in der Frühbronzezeit versuchte man, durch streifenförmige Kupfereinlagen das Aussehen von Schwertklingen zu verändern und damit ihren Wert erheblich zu steigern (Berger u. a. 2010). Während aus der frühen bzw. am Übergang zur mittleren Bronzezeit vier tauschierte Griffplattenschwerter vorliegen<sup>2</sup>, ist aus der Hügelgräberbronzezeit dagegen bislang nur ein einziges kupfertauschiertes Exemplar bekannt (Hundt 1962, 22–25)<sup>3</sup>. Dies könnte sich jedoch durch zwei weitere mittelbronzezeitliche Vollgriffschwerter aus Bayern mit auffälligen Einlagen auf den Knaufplatten, die in der wissenschaftlichen Literatur schon seit Langem bekannt sind, ändern. Sie sollen Gegenstand der nachfolgenden Erörterung sein. Hierbei ist es Ziel der Ausführungen, neben der gieß- und schmiedetechnischen Herstellung vor allem den noch ungeklärten Fragen zur Verzierung ihrer Knaufplatten mit vermeintlichen Harzinkrustationen sowie deren technischer Umsetzung nachzugehen. Gleichzeitig sollen durch die Ergebnisse der zur Anwendung gekommenen röntgenografischen, mikroskopischen und chemisch-analytischen Untersuchungsmethoden Fehlsichten in der Literatur korrigiert werden.

### Beschreibung der Untersuchungsobjekte

Die vorliegenden Vollgriffschwerter stammen aus dem Bestand der Archäologischen Staatssammlung in München und gehören der großen Gruppe der mittelbronzezeitlichen Achtkantschwerter an<sup>4</sup>. Unverwechselbares Kennzeichen dieser in der Hauptsache in Süd- und Norddeutschland sowie Dänemark verbreiteten Schwertgruppe (Abb. 1) ist die im Querschnitt achtkantige Griffstange, die immer in einen hutförmigen, ovalen Knauf übergeht (Abb. 2). Sowohl das Achtkantschwert aus Leonberg, Lkr. Altötting (Inv.-Nr. HV 79), als auch das Fundstück aus Icking<sup>5</sup>, Lkr. Bad Tölz-Wolfratshausen (Inv.-Nr. 1927,54), zeigen hierbei einen rundlich-achteckigen Griffquerschnitt<sup>6</sup>. Im Vergleich zu den Vertretern mit flach-achtkantigem Griff sind beide Exemplare chrono-

2 Frühbronzezeitliche Schwertklingen mit Tauschierungen: zwei Exemplare aus Nebra, Burgenlandkreis; »Marais de Nantes«, Dép. Loire-Atlantique/Frankreich; Vreta Kloster, Östergötland/Schweden.

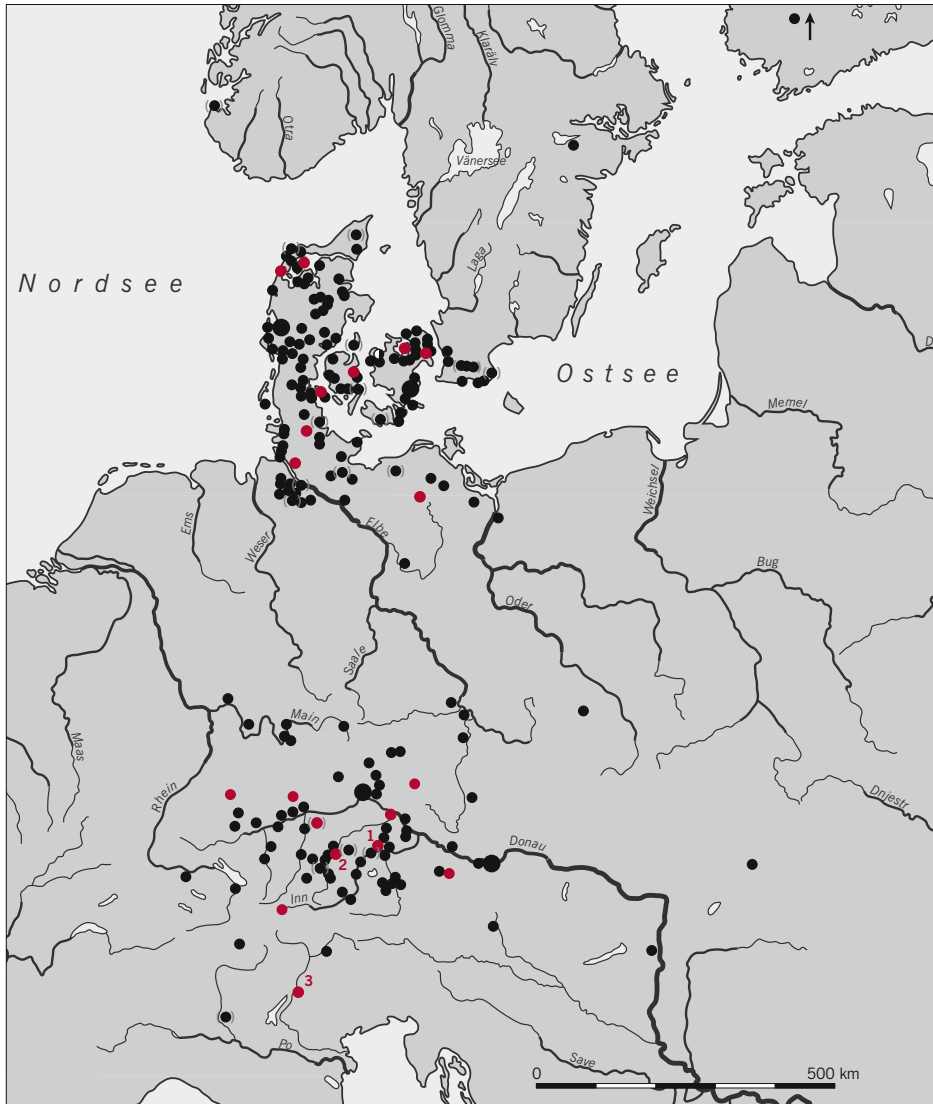
3 Das mittelbronzezeitliche Vollgriffschwert mit Tauschierungen stammt aus Heitersheim, Lkr. Breisgau-Hochschwarzwald.

4 Die Untersuchung der beiden Schwerter erfolgte im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Projektes zum frühbronzezeitlichen Hortfund von Nebra und seinem

kulturellem sowie wirtschaftlichem Umfeld: Projekt FOR 550 »Der Aufbruch zu neuen Horizonten. Die Funde von Nebra, Sachsen-Anhalt, und ihre Bedeutung für die Bronzezeit Europas«.

5 Anstelle von Icking wird in der Literatur auch Ergertshausen, Gem. Egling, Lkr. Bad Tölz-Wolfratshausen, als Fundort angegeben.

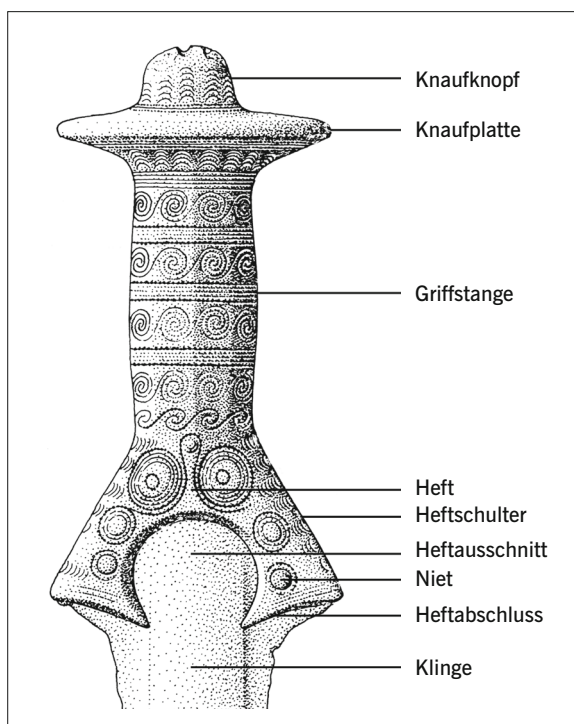
6 Für die Möglichkeit zur Untersuchung und Publikation der beiden Schwerter sei Prof. R. Gebhard von der Archäologischen Staatssammlung in München besonders gedankt.



**Abb. 1** Gesamtverbreitung der Achtkantschwerter, darin enthalten sind auch die Vertreter des Typs Leonberg und seiner Varianten (rote Zeichen). Die Zahlen kennzeichnen die Fundorte der Schwerter aus Leonberg, Lkr. Altötting (1), Icking, Lkr. Bad Tölz-Wolfratshausen (2), und Rovereto, Prov. Trento/Italien (3); größere Zeichen stehen für mehrere Schwerterfunde von einem Fundort.

logisch wahrscheinlich etwas später anzusetzen. Von Quillfeldt (1995) stellt sie an das Ende der jüngeren Hügelgräberbronzezeit (Bz C2).

Das Achtkantschwert aus Leonberg, Lkr. Altötting (Abb. 3), steht eponym für den gleichnamigen Schwerttyp nach von Quillfeldt (1995, 60–63). Es wurde bereits im Jahr 1879 beim Einebnen eines Grabhügels aus nicht näher bekanntem Kontext geborgen.



**Abb. 2** Terminologie der Schwertpartien von Achtkantschwertern am Beispiel des Fundstückes aus Leonberg, Lkr. Altötting, mit seiner reichen Griffdekoratation.

Unklar ist auch, ob ein kleiner Bronzedrahtring als Beifund zu werten ist. Das noch 66,5 cm lange Schwert war ursprünglich in drei Teile zerbrochen, die jedoch später im Rahmen der Restaurierung miteinander verlötet wurden. Die heute fehlende Klingenspitze war zu dieser Zeit vermutlich schon nicht mehr vorhanden. Möglicherweise handelt es sich bei der Fragmentierung um eine intentionale Zerstörung und damit bewusste Entwertung oder Entprofanierung der Waffe, wie es auch bei anderen Schwertfunden der Bronzezeit in Erwägung gezogen werden kann<sup>7</sup>.

Klinge und Griff weisen erhebliche Korrosionserscheinungen auf, auch ist die Klinge an den Schneiden stark beschädigt. Die an einigen Stellen rissige Patina zeigt eine zumeist hell- bis mittelgrüne, an der Griffstange teilweise bräunliche Farbe und ist besonders auf der Klinge äußerst fleckig ausgebildet. An abgeplatzten Stellen kann unterhalb einer dicken Deckschicht eine noch hellere, eventuell aus Kupferchloriden bestehende Lage erkannt werden. Auch ist an diesen Stellen gut zu sehen, dass die Korrosionsschicht insgesamt eine Dicke von 1,5 bis fast 2 mm hat.

Während die schilfblattförmige Klinge mit ihrer breiten, flach gewölbten Mittelpartie frei von jeglicher Verzierung ist, wurde der Griff – charakteristisch für den Typ – reichhaltig mit geometrischem Dekor versehen. Die fast ebene Knaufplatte zeigt hierbei zwischen eingetieften Strahlen aus Doppellinien bestehende Spiralhaken, die zum Knaufknopf hin durch punktverzierte Bögen eingefasst sind. Der konische Knaufknopf selbst ist am Fuß durch drei Linien und eine spitzovale Riefe begrenzt, von der die eingetieften Strahlen abzweigen. Davon ausgehend ziehen sich an den Seiten des Knopfes Gruppen kleiner Bögen bis knapp unterhalb seiner Oberseite hinauf, auf der sich zwei ebenfalls eingetiefte Riefen kreuzen. Die gleiche Bogenverzierung findet sich auf der Unterseite der Knauf-

<sup>7</sup> Besonders auffällig ist das spätbronzezeitliche, ehemals eisentaufgeschichtete Schwert aus Asch, Alb-Donau-Kreis, das in insgesamt zwölf Teile zerbrochen ist (von Quillfeldt 1995, Nr. 252).



Abb. 3 Griff- und Knaufansicht des Achtkantschwertes aus Leonberg, Lkr. Altötting.

platte wieder, wobei die Bogenreihen etwa mittig von einem konzentrischen Bündel aus drei Linien unterbrochen sind. Die Verzierung der im Aufriss leicht ovalen Griffstange ist dagegen abwechselnd aus horizontalen Linienbündeln und Spiralreihen zusammengesetzt. Die äußersten der insgesamt fünf Linien eines jeden Bündels sind jeweils mit Punkten ausgestattet. Auf dem Heft des Schwertgriffes befinden sich auf jedem Heftflügel jeweils



Abb. 4 Das Vollgriffsschwert aus Icking, Lkr. Bad Tölz-Wolfratshausen, in der Griff- und Knaufansicht.

drei Gruppen konzentrischer und mit Punkten versehener Kreise, die von oben nach unten bezogen auf Durchmesser und Anzahl abnehmen. Die untersten Kreise beinhalten durchgehende Bronzeniete, die der Verbindung von Klinge und Griff dienten. Es ist zu vermuten, dass die oberen Kreisgruppen als eine Art Scheinniete echte Nietpflöcke imitieren sollten. Die Schultern des Heftes sind abermals mit mehreren Bogenreihen versehen.

Das Schwert aus Icking, Lkr. Bad Tölz-Wolfratshausen (Abb. 4), ist aufgrund fehlender oder nicht mehr vorhandener stilistischer und dekorativer Eigenheiten keinem bestimmten Typ der Achtkantschwerter eindeutig zuzuordnen. Vermutlich ist der hohe Abnutzungsgrad der Bronze der langen Lagerung des Fundes in der Isar geschuldet, aus deren Uferbereich er 1923 zu mehreren Teilen gesichert wurde. Dennoch schließt von Quillfeldt (1995) nicht aus, dass das Schwert ebenfalls dem Typ Leonberg zuzurechnen ist. Dafür könnte vorrangig der in gleicher Machart wie bei dem Schwert aus Leonberg vorhandene Strahlenkranz auf der Knaufplattenoberseite sowie das Kreuz auf dem Knaufknopf sprechen.

Die ehemals zweifach gebrochene Klinge des heute noch 63,5 cm in der Länge messenden Schwertes ist gleichfalls schilfblattförmig ausgeprägt und besitzt eine breite, flach gewölbte Mittelrippe. Sie weist an den Schneiden einige Eindellungen auf, die entweder von seiner Benutzung im Kampf oder von der wiederum nicht abwegigen intentionalen Zerstörung herrühren können. Zusätzlich fehlt auch hier die Klingenspitze, von der nicht bekannt ist, ob sie bei der Bergung des Fundstückes womöglich übersehen wurde. Die Patina des Griffes und der Klinge ist einheitlich dunkelgrün bis dunkelbraun gefärbt und zeigt nur vereinzelt hellgrüne Stellen als Folge von Loch- oder Muldenkorrosion.

Aus ziertechnischer Sicht besonders interessant und Anlass dieses Aufsatzes ist die ungewöhnliche und darüber hinaus nahezu identische Verzierung der Knaufplatten der beiden Schwerter aus Leonberg und Icking mit bis zu 1,5 mm tiefen Rillen. Ausgehend von einem Spitzoval sind jeweils zwölf Strahlen eingebracht, die sich bei dem Stück aus Icking fast bis zum Rand der Knaufplatte hin erstrecken, während sie beim Leonberger Schwert sogar den Rand erreichen. Selbst die Bekrönung des Knaufknopfes mit gekreuzten Riefen deckt sich nahezu. Die Rillen sind im Fall des Schwertes aus Icking noch größtenteils mit dem jetzt hellgrünen, mitunter leuchtend roten Einlagematerial gefüllt. Bei dem zweiten Schwert ist es hingegen nur noch an wenigen Stellen nachweisbar und dort von grüner bzw. brauner Farbe. Zur Art des Einlagematerials wird zwar weiter unten erst zu sprechen sein, doch ist unverkennbar, dass hier Farbkontraste durch die Wahl unterschiedlicher Materialien gewünscht waren, die heute nicht mehr in der ursprünglichen Weise zum Tragen kommen.

### **Herstellungstechnik der Achtkantschwerter unter besonderer Berücksichtigung der Untersuchungsobjekte**

Bereits in den 60er Jahren des vergangenen Jahrhunderts beschäftigte sich H.-J. Hundt mit der Herstellungstechnik der mitteleuropäischen Vollgriffschwerter. Er war einer der ersten, der versuchte, den Prozess der Fertigung mithilfe von Röntgenaufnahmen zu rekonstruieren und auf deren Basis technologische Gemeinsamkeiten innerhalb der einzelnen Typen herauszuarbeiten. In der Tat stellte sich durch umfangreiche Reihenuntersuchungen an verschiedenen Vollgriffschwertarten heraus (Drescher 1958; Driehaus 1961; Hundt 1965; Ankner 1977; Wüstemann 2004), dass die Radiografie für genaue Aussagen bezüglich der Herstellung von Schwertern bestens geeignet und zudem nahezu unverzichtbar ist. Erst durch den Blick in das »Innere« werden technologische Details sichtbar, die ansonsten durch die bloße äußere Betrachtung der Objekte verborgen bleiben. So kann beispielsweise der Beschaffenheit des Griffinneren, der Stärke des Metalls und vor

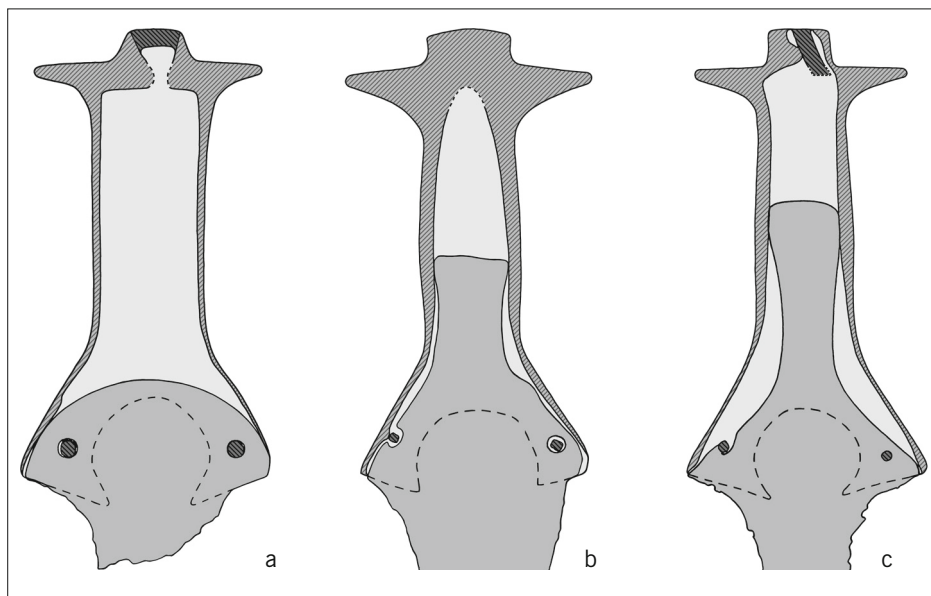


Abb. 5 Umgezeichnete Röntgenaufnahmen von Schwertern der mittleren Bronzezeit: a – Spatenhausen, Lkr. Garmisch-Partenkirchen (Typ Spatenhausen), b – Brekendorf, Lkr. Rendsburg-Eckernförde (Achtkant-schwert), c – unbekannter Fundort (Achtkant-schwert).

allem der Verbindung zwischen Klinge und Griff nachgegangen werden. Aber auch fertigungsrelevante Materialfehler wie Lunker, Gaseinschlüsse oder Risse sind auf diese Art leicht zu erkennen. Heute gehören röntgenografische Methoden längst zu den Standardverfahren bei der Untersuchung von Vollgriffschwertern und auch bei anderen Artefaktgruppen leisten sie in Hinblick auf verschiedenste Fragestellungen unerlässliche Dienste.

Herstellungstechnologisch sind auch die Schwerter mit achtkantiger Griffstange in der Vergangenheit umfassend untersucht worden. Sie gelten gemeinhin als eine Weiterentwicklung der Schwerter vom Typ Spatenhausen, dem frühesten Vollgriffschwerttyp Mitteleuropas (Hundt 1965; Hundt 1979; Mödinger 2011; Bunnefeld/Schwenzer 2011).

Beide Schwerttypen sind innerhalb der Gruppe mit ihren Vertretern nicht nur in stilistischer Hinsicht, sondern ebenso technisch ausgesprochen homogen. So lässt sich auf Röntgenaufnahmen zunächst der stets hohle, über einem Lehmkern gegossene Schwertgriff erkennen (Abb. 5)<sup>8</sup>. Während die Kerne der dazugehörigen verlorenen oder mehrteiligen Lehmgießformen bei den Spatenhausener Schwertern im Bereich der Griffstange die Form eines elliptischen Zylinders besitzen, sind sie bei den achtkantigen Vertretern zumeist annähernd konisch und von ovalem Querschnitt. Das Gießen erfolgte bei beiden Schwerttypen immer von der Knaufseite aus, wobei als Folge des Gießvor-

8 Auf Röntgenaufnahmen von Achtkant- und anderen Vollgriffschwertern der Bronzezeit lassen sich nur selten Stifte zur Positionierung der Lehmkerne finden. Folglich muss der Guss

entweder in senkrechter Stellung der Lehmgießform erfolgt oder der Kern am unteren Ende gut mit dem Gießformmantel verbunden gewesen sein.



ganges ein sog. Entlüfter oder Entgaser zurückblieb. Diese kanalartige Verbindung zwischen dem »hohlen« Griffinneren (Grifftülle) und der Oberfläche des Knaufes ist beim Gießen durch das Entweichen freigewordener Gießgase entstanden. Die dabei zurückgebliebene, störende Knaufföffnung verschloss man bei den meisten Schwertern mit Pflöcken oder Stiften (Abb. 5a und c). Gelegentlich wurde das Loch auch zugeschmiedet oder offen belassen (Hundt 1965).

Die unabhängig vom Griff, wahrscheinlich überwiegend in zweiteiligen Steingießformen (Oldeberg 1943, Pl. XI; Paret 1954) gefertigte Schwertklinge wurde in das gleichfalls hohl gearbeitete Heft eingepasst, nachdem man den Kern – oft nur soweit wie zum Einsetzen der Klinge erforderlich – herausgekratzt hatte. Im Fall der Spatenhausener Schwerter ist die Griffplatte gerundet ausgeführt und hat dementsprechend nur im Heftbereich und dort nur an wenigen Punkten der dünnwandigen Heftschultern Kontakt mit dem Metallgriff (Abb. 5a). Zwar wird der Halt jeweils durch zwei Niete und die durch Schmieden an die Klinge angepassten Heftflügel verstärkt, doch erscheint die Verbindung insgesamt wenig stabil. Vor allem bei größeren Hebelbelastungen müssen die Schwerter am Heft äußerst bruchanfällig gewesen sein (Hundt 1965).

Anders ist die Situation bei den Achtkantschwertern einzuschätzen. Sie besitzen durchweg eine Griffzunge, die mehr oder weniger weit in die Griffsäule hineinragt. Diesen Fortsatz der Klinge trieb man soweit aus, dass er an einer schmaler werdenden Stelle des konischen Griffinneren verkeilt werden konnte. Im Gegensatz zu den Schwertern vom Typ Spatenhausen berühren die Schultern der Griffplatte – herstellungsbedingt – nie die Innenwände des Heftes (Abb. 5b–c). Dennoch war zusammen mit der doppelten Vernietung und den angelegten Heftflügeln bei den meisten Achtkantschwertern ein einwandfreier Halt gewährleistet. Durch die weit genug voneinander entfernt liegenden Fixierungspunkte dürften die Schwerter so selbst stärkeren Belastungen standgehalten haben<sup>9</sup>. Im direkten Vergleich ist also im Befestigungsprinzip zwischen Klinge und Griff bei den Achtkantschwertern (»Verkeilschäftung«) eine technische Neuerung und gleichzeitig Verbesserung gegenüber den Schwertern vom Typ Spatenhausen zu fassen (Hundt 1965). Die Schäftung war dabei derart vorteilhaft, dass man das Prinzip bis weit in die späte Bronzezeit hinein für andere Schwerttypen beibehielt. Erst in der Folgezeit wurde der Griff bei einzelnen Schwerttypen durch Überfangguss mit der Klinge verbunden (Drescher 1958; Berger/Pernicka 2009)<sup>10</sup>. Eine Vernietung war hier nicht mehr notwendig.

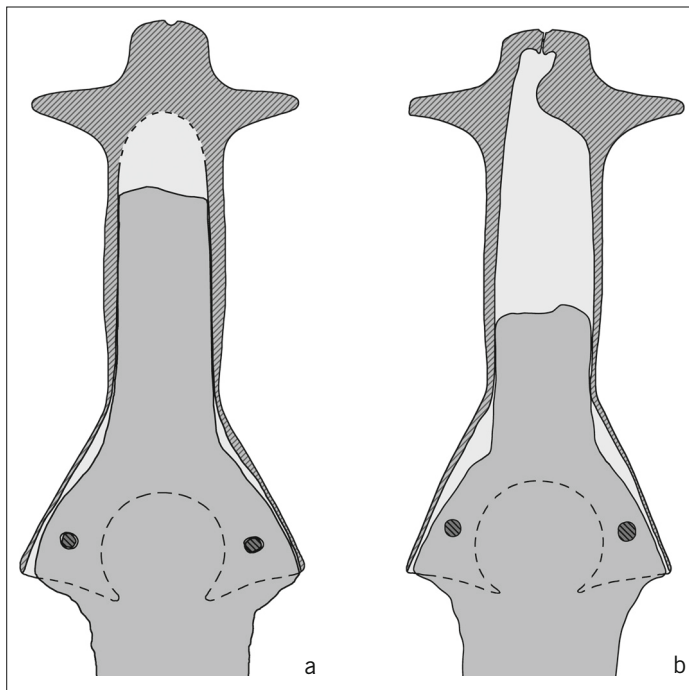
Die Schwerter aus Leonberg und Icking folgen in ihrer herstellungstechnischen Umsetzung weitestgehend den dargelegten Beobachtungen an der Mehrzahl der deutschen und dänischen Achtkantschwerter. Die Umzeichnungen der Röntgenbilder beider Fundstücke (Abb. 6a–b) vermitteln einen Eindruck von der Beschaffenheit des Griffinneren und der Klingenarretierung<sup>11</sup>. Auch hier wurden die Griffe durch Kerne aus Lehm hohl gestaltet. Das Gießen fand – wie üblich – entweder in einer verlorenen oder mehrteiligen

9 Einige Achtkantschwerter lassen die typische Verkeilschäftung vermissen, wodurch sie maßgeblich an Stabilität einbüßen.

10 Im Überfangguss wurden vor allem Griffe der Schwerter vom Typ Auvernier, Tachlovice, Stölln

und vereinzelt auch des Typs Mörißen angebracht.

11 Die Röntgenaufnahmen wurden freundlicherweise von der Archäologischen Staatssammlung in München zur Verfügung gestellt.



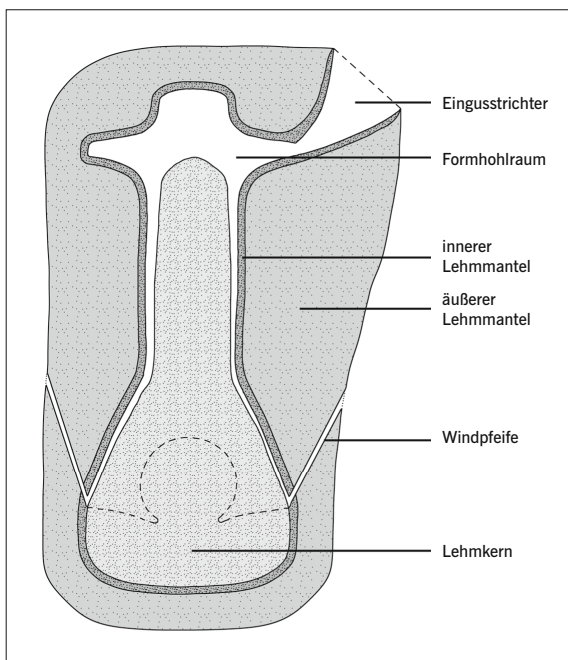
**Abb. 6** Umzeichnungen von Röntgenbildern der beiden untersuchten Fundstücke aus Leonberg, Lkr. Altötting (a), und Icking, Lkr. Bad Tölz-Wolfratshausen (b).

Lehmgießform von der Knaufplatte aus statt<sup>12</sup>, wobei der Ansatzpunkt des Einguss-trichters höchstwahrscheinlich seitlich an der Knaufplatte und nicht auf dem Knaufknopf gelegen hat (Abb. 7). Derart aufgebaute Gießformen sind beispielsweise aus der Spätbronzezeit mit einem bronzenen Exemplar aus Erlingshofen, Lkr. Eichstätt, für Mörigenschwerter überliefert (Berger 2012, Abb. 37). Am Schwert aus Icking könnte die gerade Stelle an der Plattenkante als ehemaliger Ansatz des Eingusses verstanden werden (Abb. 14).

Im Fall des Ickinger Schwertes verjüngen sich zudem die Innenwände des Griffes ausgehend von der breitesten Stelle im unteren Drittel der Stange sowohl nach oben als auch schwach nach unten hin. Damit ist der untere Teil des Innenraums – für Achtkantschwerter ungewöhnlich – etwas schmaler als die breiteste Stelle der nur leicht am oberen Ende ausgeschmiedeten Griffzunge (Abb. 6b). Da der Fortsatz nur durch eine breitere Öffnung hinein gelangt sein kann, muss die Griffstange folglich nachträglich durch Schmieden angepasst worden sein. Offensichtlich wusste der Handwerker sich nur durch diese Maßnahme zu helfen, weil er die Griffzunge für den Griff erheblich zu kurz konzipiert hatte. Ein sicherer Halt der Klinge war für ihn nur auf diese Weise zu erreichen, da anders als gewöhnlich die kleine Zunge nicht an einer enger werdenden

<sup>12</sup> Welche Art von Gießform benutzt wurde, konnte nicht ermittelt werden, da nirgends Gussnähte zu beobachten waren.

**Abb. 7** Rekonstruktionsvorschlag der für die Griffe der Achtkantschwerter benutzten verlorenen Lehmgißformen mit seitlich gelegenem Eingsstrichter. Die Form könnte für das Gießen leicht angekippt worden sein.



Stelle der Griffstange (also weiter oben) verkeilt werden konnte. Womöglich hätte aber etwas Schmiedearbeit an der Zunge auch in diesem Fall zur geläufigen Verkeilschäftung geführt. Unabhängig davon und dem Fertigungsfehler an sich erreichte der Handwerker durch die beschriebene Maßnahme schließlich dennoch eine recht stabile Verbindung beider Schwertkomponenten.

Im Gegensatz zu der Griffzunge des vorgenannten Schwertes wurde der Klingenfortsatz am Schwert aus Leonberg in ausreichender Länge ausgeführt, um die Klinge dauerhaft und verlässlich im Griff zu fixieren (Abb. 6a). Der Vergleich mit anderen Achtkantschwertern zeigt, dass die Zunge sogar deutlich weiter in die Stange hineinreicht als herkömmlich<sup>13</sup>. Als Ursache dafür kann wohl der beinahe zylindrische Verlauf der Innenseiten der Griffstange bis in das obere Drittel angesehen werden. Erst knapp unterhalb der Knaufplatte verjüngt sich der Innenraum leicht, so dass die Griffzunge erst an dieser engeren Stelle in der üblichen Weise verkeilbar war. Sie wurde vermutlich durch kontinuierliches Schmieden an die Innenwände des Griffkörpers angeglichen und zwar so, dass sie fast im gesamten Verlauf die Flanken berührt. Dieser intensive Kontakt kann unter Umständen teilweise auch der schon für das andere Schwert beanspruchten Anpassung der Griffstange an die Griffzunge durch Schmieden geschuldet sein. Belegen lässt sich diese Maßnahme hier allerdings nicht. Unterdessen variiert die Materialstärke aus-

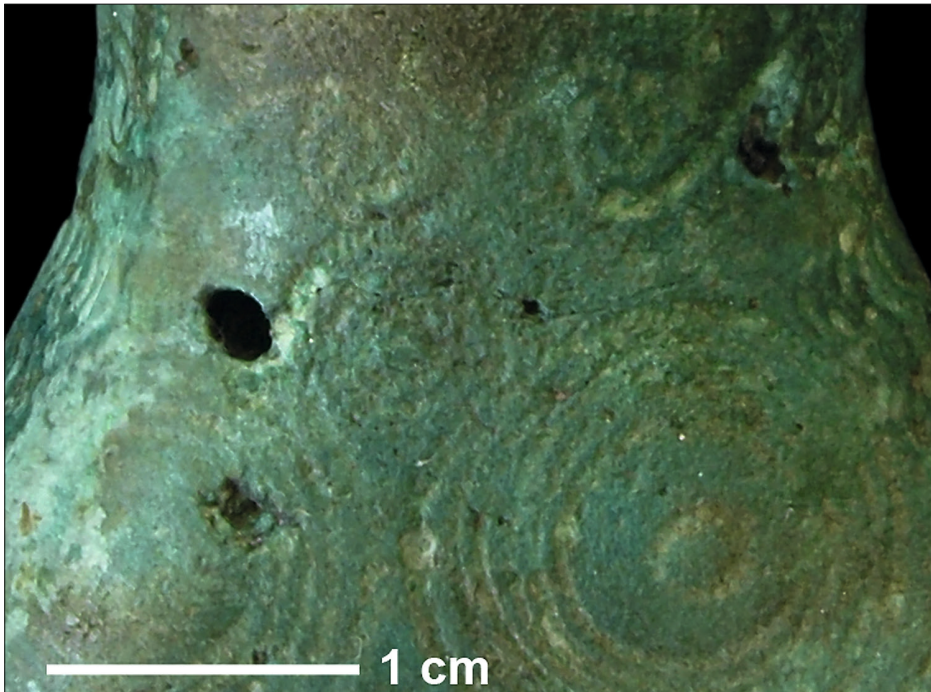
<sup>13</sup> Bei der überwiegenden Zahl der Achtkantschwerter reicht die Griffzunge der Klingen selten weiter als bis zur Hälfte der Griffstange in den Griff hinein (Hundt 1965, 46).

gehend von den dünnwandigen Heftschultern bis zur Knaufplatte erheblich, wobei deren Zunahme bis zur Griffstange beinahe das Vierfache der Heftschultern beträgt. Dieser Materialzuwachs ist überdies sowohl für das Fundstück aus Icking als auch für die übrigen Achtkantschwerter charakteristisch.

Gemeinsamkeiten zeigen sich außerdem in der Gestaltung des oberen Klingbereichs. Entsprechend allen anderen Vertretern lassen die Schultern des Klingengeftes der vorliegenden Achtkantschwerter jeglichen Kontakt zu den Heftschultern des Griffes vermissen. An beiden Objekten schwingen die Schultern der Griffplatte nach oben hin stark ein und bilden somit einen größeren Hohlraum (Abb. 6). Nach Hundt (1979) ist diese Eigenart mit der Herstellung der Schwerter zu erklären, denn auf diese Weise wurde die Einpassung der Klinge in den Griff deutlich erleichtert. Trotz der fehlenden Berührungspunkte sorgen die jeweils zwei, annähernd mittig auf den Heftflügeln in etwas größeren Löchern sitzenden Niete sowie die angelegten Heftflügel selbst für einen optimalen Halt der Klinge. Ohne Weiteres könnten beide Schwerter rein vom Standpunkt des Befestigungsprinzips aus selbst im Kampf zuverlässige Dienste geleistet haben. Ob sie jedoch jemals einen derartigen Zweck erfüllten, ist fraglich, zumal die aufwändige Einlagenverzierung der Knaufplatten eher an eine Funktion als Prestigeobjekt oder Statussymbol denken lässt. Beide Funktionen schließen sich aber nicht generell aus.

Nicht unerwähnt bleiben sollen die vielen runden Hohlräume im Metall der Klinge des aus Icking stammenden Schwertes, die sich in geringerer Intensität gleichfalls am Exemplar aus Leonberg finden. Sie entstanden durch ungünstige Bedingungen beim Gießen der Objekte aufgrund von Gaseinschlüssen und sind wahrscheinlich auf die Benutzung kalter Steingießformen zurückzuführen. Neben Nachteilen für die mechanische Belastbarkeit des Metalls beeinträchtigen diese Gussfehler vorrangig die ästhetische Gesamterscheinung der Artefakte, wenn sie die Oberfläche erreichen oder – wie an den Griffen beider Schwerter – als durchgehende Löcher an dünnwandigen Stellen auftreten (Abb. 8). Solche Fehlstellen musste der Handwerker wie an zwei spätbronzezeitlichen Mörigenschwertern aus Kuhbier, Gemeinde Groß Pankow (Prignitz), Lkr. Prignitz (Born/Hansen 1991), und Auvernier, Kanton Neuenburg/Schweiz (Rychner 1977), durch Metallflicken kaschieren. In den vorliegenden Fällen ist eine Reparatur auf mechanischem Wege, d. h. durch Einschlagen eines Flickens, allerdings eher nicht zu vermuten, zumal der Handwerker so die Beschädigung des an dieser Stelle dünnwandigen Griffes billigend in Kauf genommen hätte. Allenfalls das Verstopfen der Löcher durch Überfangguss dürfte für ihn in Betracht gekommen sein. Anscheinend waren die Fehlstellen an beiden Stücken jedoch nie verschlossen.

Auf dem Röntgenbild zeichnet sich beim Vollgriffschwert aus Icking knapp unterhalb des Knaufknopfes bis zur Höhe der Knaufplatte einseitig ein kanalartiger Hohlraum von unregelmäßiger Gestalt ab, der – im Röntgenbefund zwar nicht klar erkennbar – sicherlich mit dem Griffhohlraum in Kontakt steht (Abb. 6b). Beim Schwert mit unbekanntem Fundort in Abb. 5c wurde ein analog ausgeprägter Hohlraum als Entlüftungskanal interpretiert, der durch entweichende Gießgase verursacht wurde (Hundt 1965, 45). Anders als am fundortlosen Stück scheint er beim Ickinger Schwert allerdings nicht die Oberfläche des Knaufknopfes zu erreichen. Jedenfalls ist auf der Röntgenaufnahme, abgesehen von einem etwa 0,5 mm breiten Spalt sowie einer kleinen Eindellung, kein Loch oder Verschluss auszumachen. Demnach müssen sich die Gase beim Gießen im Form-



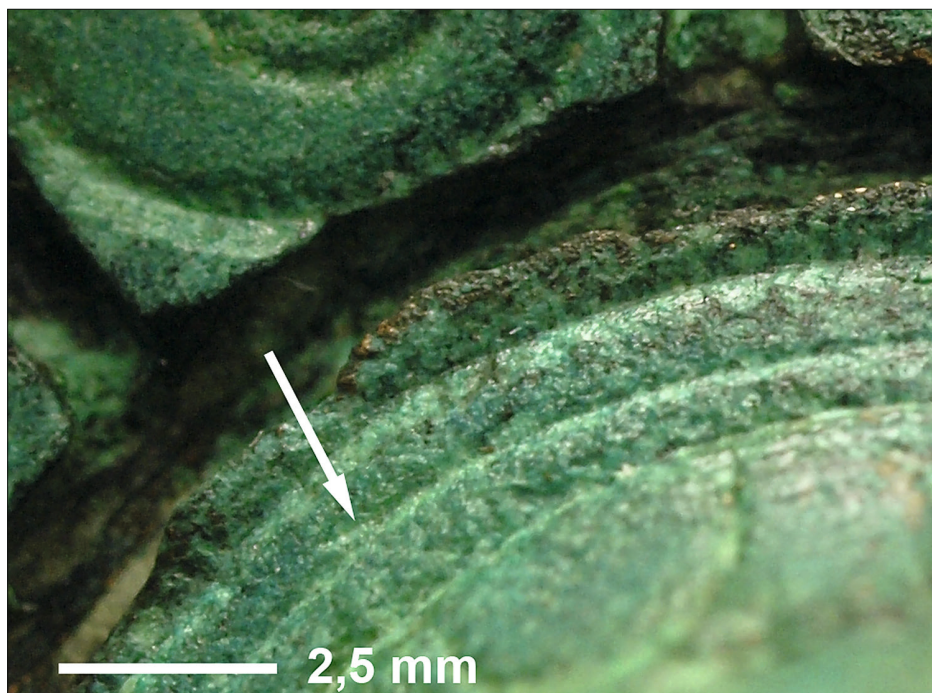
**Abb. 8** Detailaufnahme eines durchgehenden Loches in der Griffwandung des Leonberger Schwertes. Ursache der Fehlstelle ist vermutlich ein Gaseinschluss beim Gießen.

inneren angesammelt haben, da sie nicht nach außen entweichen konnten. Ob das Fundobjekt aus Leonberg einen vergleichbaren Entlüftungskanal besitzt, kann aufgrund der unzureichenden Bildqualität der Röntgenaufnahme im Knaufbereich nicht beurteilt werden. Ungeachtet dessen wird durch die Lage des Entlüfters bei dem Schwert aus Icking deutlich, dass der Gießvorgang bei senkrecht stehender oder allenfalls leicht gekippter Form erfolgte.

### Verzierungstechnik

An beiden Schwertern lassen sich unterschiedliche Techniken der Verzierung nachweisen. Die feine Linienornamentik auf dem Griff des Leonberger Schwertes wurde beispielsweise mithilfe feiner meißelartiger Punzen, sog. Zieh- oder Schrotpunzen, fachmännisch in Ziseliertechnik ausgeführt (Abb. 22a). Das trifft für die Linienbündel gleichermaßen zu wie für die Spiral- und Kreisdekore. Die Halbkreisbögen entstanden ihrerseits durch Punzieren mit halbrunden Hohlpunzen (Abb. 22f), wohingegen man die zahlreichen Punkte auf den Linien mittels Perlpunzen ausarbeitete (Abb. 22g). Durch die nur noch schlecht zu erkennenden Punktverzierungen ist nicht klar, ob zur Rationalisierung auch doppelte Perl- oder Faulenzerpunzen zum Einsatz kamen.

Ein Mitgießen der filigranen Ornamente, wie es Rønne (1989) und Rønne/Bredsdorff (2011) für viele Objekte der Nordischen Bronzezeit mit Spiralmotiven nachzuweisen



**Abb. 9** Spur einer bei der Ziselierung der Linienverzierung abgeglittenen Ziehpunze (Pfeil) am Fuß des Knaufknopfes beim Schwert aus Leonberg, Lkr. Altötting.

**Abb. 10** (rechte Seite oben) Detailansicht eines Teils der Knaufplatte des Leonberger Schwertes mit den Resten der überwiegend grün gefärbten Einlagenverzierung im Spitzsoval.

**Abb. 11** (rechte Seite unten) Ausschnitt der Knaufplatte des Schwertes aus Icking, Lkr. Bad Tölz-Wolfratshausen, mit den Überresten grüner Einlagen im Strahlenkranz.

glauben, kann stattdessen ausgeschlossen werden, zumal sich an vielen Stellen des Griffes Versatz- und Schlagmarken als Folge des Ansetzens oder Abgleitens der benutzten Punzen finden (Abb. 9). Praktische Versuche mit Zinnbronzen haben ohnehin mehrfach zeigen können, dass zarte Verzierungen wie Linien und Punkte beim Gießen kaum detailgetreu abgebildet werden (Schwab u. a. 2009). Hierzu genügen das Fließvermögen und die Abbildungsgenauigkeit von Zinnbronzen nicht. Bestenfalls durch die Zugabe von etwas Blei (z. B. 5%) werden die Eigenschaften des flüssigen Metalls soweit verbessert, dass das Mitgießen bedingt möglich ist (Amendola 2010, 115–120). Eine bewusste Beimengung von Blei ist jedoch vereinzelt erst ab der Spätbronzezeit zu verzeichnen, mittelbronzezeitlich – so auch im vorliegenden Fall – spielte sie hingegen keine Rolle.

Die wohl auffälligste ziertechnische Eigenheit der behandelten Schwerter sind, wie bereits angemerkt, die bis zu 1,5 mm tiefen Rillen auf der Oberseite der Knaufplatten und den Knaufknöpfen, die noch Reste von farbigen Einlagen enthalten (Abb. 10–11). Wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, handelt es sich dabei keineswegs um Erdrückstände oder Korrosionsprodukte des Griffmetalls, so dass hierin zweifelsfrei eine intentionale Anbringung von Verzierungen zu fassen ist. Bisher wurde eine gleichartige

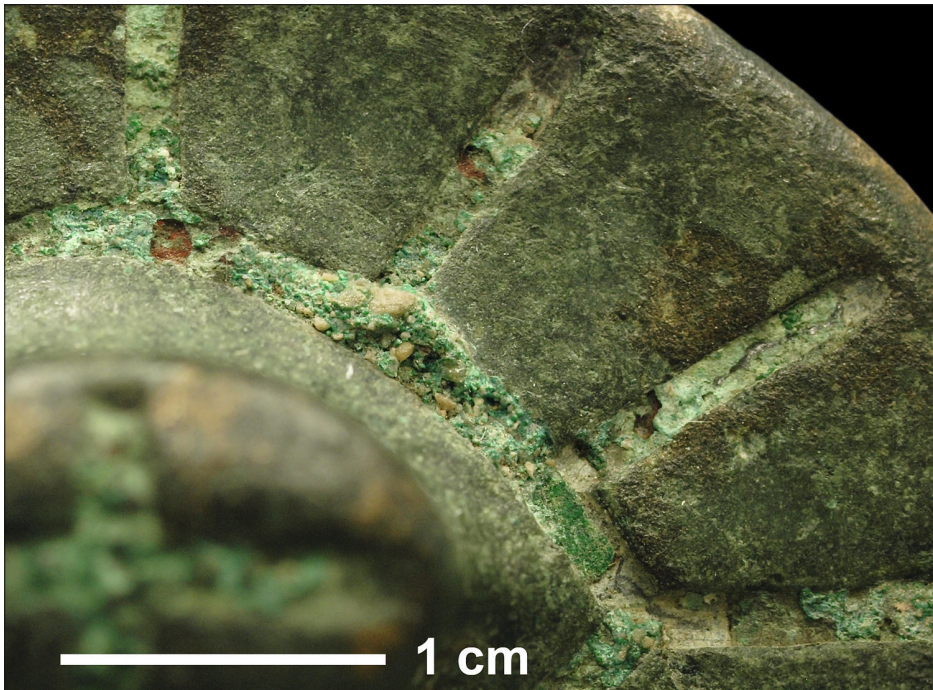




Abb. 12 Das Schwert aus Rovereto, Prov. Trento/Italien. Neben einem Strahlenkranz mit grüngefärbten Einlagen finden sich auf beiden Griffseiten dieses Stückes zusätzlich vier Ringe mit Einlagen.

Rillenverzierung unter den mittelbronzezeitlichen Schwertern nur an einem Vertreter mit achtkantigem Griff – vermutlich gleichen Typs wie die bayerischen Exemplare – aus Rovereto, Prov. Trento/Italien, beobachtet (Abb. 12) (Holste 1953, Fundliste 6.A33; Peroni 1970, Nr. 277)<sup>14</sup>. Bei allen übrigen Achtkantschwertern und nahestehenden Typen finden sich an gleicher Stelle lediglich ziselierte Linien oder Linienbündel, häufig in Form von Strahlenkränzen<sup>15</sup>. Wahrscheinlich muss man deshalb das Dekor der bayerischen Stücke als eine Spezialität, stilistische Eigenheit oder gar einen einmaligen Versuch einer einzelnen Bronzwerkstatt oder eines einzelnen Handwerkers ansehen. Der Standort einer solchen Werkstatt wird vermutlich im südlichen Bayern zu suchen sein, worauf die Fundorte hindeuten.

Bezüglich des eingelegten Materials findet sich in der Literatur mehrfach die Ansprache als Harzinkrustationen. Das betrifft sowohl die beiden Exemplare aus Bayern (Holste 1953, Fundliste 6.A7 und 6.A17; von Quillfeldt 1995, 61; 73) als auch jenes aus Italien (Peroni 1970, 101). Tatsächlich war es vorwiegend in der Nordischen Bronzezeit üblich, Vertiefungen an Metallgegenständen mit harzigem oder pechartigem Material auszufüllen (Montelius 1900, 73–75). Vor allem nordische Schwerter, Dolche und Doppelknöpfe wurden auf die Weise verziert (Lisch 1861). Dadurch sollten bestimmte Partien der Gegenstände betont werden, wobei man die Andersfarbigkeit der eingebrachten Materialien und den somit erzielten Farbkontrast ausnutzte. Besonders eindrucksvoll wirken schwarze oder dunkelbraune Intarsien, die sich von dem zumeist goldgelben Bronzemetall oder Gold selbst bestens abheben.

Eine entsprechende Ziertechnik war hingegen in weiten Teilen Mitteleuropas während der gesamten Bronzezeit nahezu unbekannt. Harz oder ähnliche Stoffe wurden hier nur in Ausnahmefällen als Füll- und Kontrastierungsmittel an Metallobjekten verwendet. Deshalb bestand bereits im Vorfeld der Untersuchungen erheblicher Zweifel am »organischen« Charakter der Einlagen, was sich nach der mikroskopischen Begutachtung als begründet erwies. Allein die intensiv hellgrüne, vor allem aber die stellenweise leuchtend rote Farbe sowie der kristalline Erscheinungszustand der Füllungen beim Schwert

14 Trotz seines Fundortes in Italien stammt das Schwert mit einiger Sicherheit aus dem Raum nördlich der Alpen.

15 Ergänzend sei hier auf ein Achtkantschwert aus dem Forstmühler Forst (nahe Regensburg) mit

gestauchtem Griffstangenquerschnitt hingewiesen, das auf der Knaufoberseite bogenförmige Vertiefungen aufweist, die vermutlich ehemals mit Kupfereinlagen versehen waren (Berger in Vorbereitung, Kat.-Nr. 10).



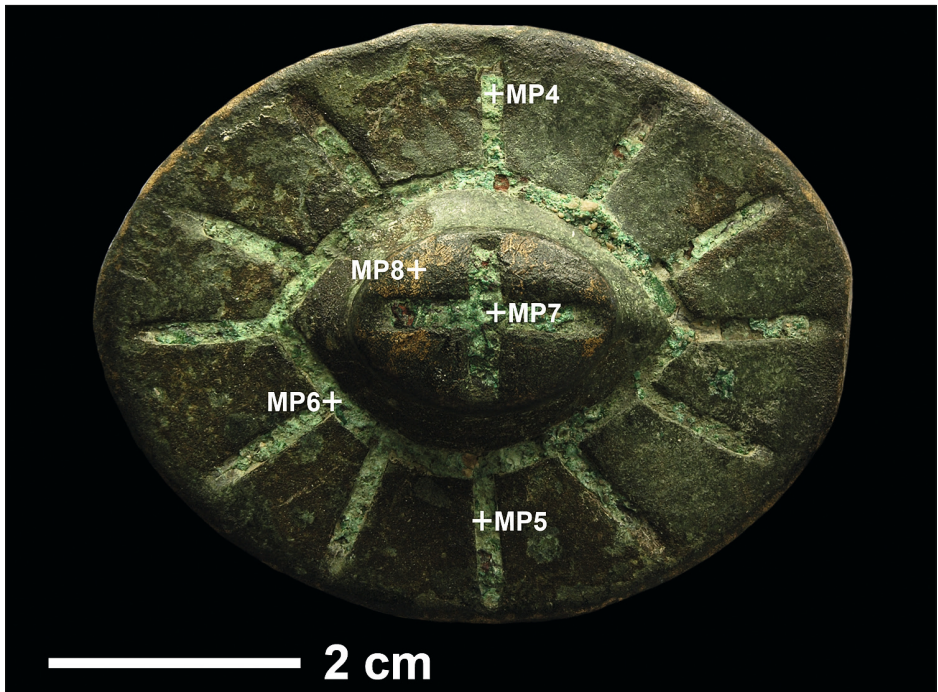
aus Icking sind eher von korrodiertem Buntmetall als von Harz- oder gar Pechmassen bekannt (Abb. 11). Allenfalls Kupferresinate, die aus Reaktionen von in Harzen enthaltenen Säuren mit Kupferverbindungen resultieren können (Gunn u. a. 2002), zeichnen sich durch ähnliche Farben aus und wären daher in Betracht zu ziehen. Durch ihre zumeist transparent glänzende Erscheinung unterscheiden sich solche Verbindungen jedoch erheblich von den an den Schwertern beobachteten Füllungen. Deshalb müsste es sich schon um eine vollständige Umbildung der vermeintlichen Harzeinlagen in Korrosionsprodukte von Kupfer handeln, um den Zustand zu erklären. Eine solch massive Pseudomorphose ist aber äußerst abwegig.

### Materialanalysen

Die vorliegende Situation erinnert in gewisser Weise an den Fund eines frühbronzezeitlichen Griffplattenschwertes aus Vreta Kloster, Östergötland/Schweden. An diesem konnte nachgewiesen werden, dass die in den ca. 2 mm breiten und bis zu 1,5 mm tiefen Rillen der Klinge vorhandenen Einlagen aus Metall und nicht – wie bis dahin angenommen (Montelius 1900, 75; Oldeberg 1974, Nr. 2319) – aus Harz bestehen. Die pauschalchemische Analyse mittels energiedispersiver Röntgenfluoreszenzanalyse (EDRFA) konnte eine Kupferlegierung mit etwa 6 Masse-% Zinn bestimmen. Aufgrund des starken Korrosionszustandes der Einlage dürfte der Zinngehalt aber lediglich als Anreicherung oder Verlagerung vom Grundmetall der Bronzeklinge anzusehen sein und das unkorrodierte Metall wohl aus nahezu reinem Kupfer bestanden haben (Schwab u. a. 2010). Solche nur der Dekoration dienenden Metalleinlagen in Metall werden als Tauschierungen bezeichnet. Öfter wird dafür allerdings der Begriff Inkrustation verwendet, dem jedoch aus Verwechslungsgründen immer die Bezeichnung Tauschierung vorzuziehen ist.

Aufgrund der dargelegten begründeten Zweifel wurden auch die Schwerter aus Leonberg und Icking auf die chemische Zusammensetzung ihrer Einlagen hin überprüft. Als erschwerend stellte sich hierbei allerdings die Forderung nach der zerstörungsfreien Untersuchung der betroffenen Partien heraus, denn ihre Lage auf der Oberseite der Knaufplatte schließt die meisten analytischen Methoden von vornherein aus. Auch die Länge der Schwerter erwies sich als hinderlich. Zielführend war daher die Verwendung eines mobilen  $\mu$ -Röntgenfluoreszenzspektrometers, das dank seiner flexiblen Aufbauweise und Justierung die problemlose Untersuchung für verschiedenste Fragestellungen unmittelbar am Objekt erlaubt. Durch die Fokussierbarkeit des Röntgenstrahles und den damit punktuellen Analysebereich des Gerätes war zudem die Untersuchung der Füllungen in den schmalen Rillen ohne störenden Einfluss des Grundmetalls gewährleistet.

Insgesamt wurden am Schwert aus Leonberg drei (Abb. 13), am Stück aus Icking fünf Messpunkte (Abb. 14) an verschiedenen Stellen des Knaufes gesetzt. Mehrfachanalysen an den einzelnen Stellen für statistisch verwertbare Aussagen waren nicht möglich. Alle Ergebnisse der Untersuchungen sind in Tab. 1 aufgelistet und der Zusammensetzung der Griffe gegenübergestellt. Daraus geht hervor, dass die Einlagen an beiden Funden aus Kupfer mit geringen Anteilen an Zinn und nur wenigen kupfertypischen Spurenelementen bestehen, es sich also in der Tat um Tauschierungen handelt. Die Griffe enthalten an den Messstellen im Vergleich dazu neben einigen Verunreinigungen 19 und 71 Masse-% Zinn. Der Anteil beim Schwert aus Leonberg liegt dabei erheblich über dem bei



**Abb. 13** (linke Seite oben) Die Knaufplatte des Schwertes aus Leonberg, Lkr. Altötting, mit den drei Messstellen der chemischen Punktanalysen.

**Abb. 14** (linke Seite unten) Lage der fünf Messpunkte auf der Knaufplattenoberseite des Ickinger Fundstücks. Der gerade Kantenverlauf der Knaufplatte (rechts) kann als möglicher Ansatzpunkt des Eingusstrichers der benutzten Gießform angesehen werden.

Messpunkt	Objekt	Stelle	Cu	Sn	Pb	Fe	Ni	Sb
MP1	Leonberg	Einlage	97	2,8	0,12	0,48	-	-
MP2	Leonberg	Einlage	99	1,1	0,05	0,48	-	-
MP3	Leonberg	Griff	31	71,3	-	0,25	0,4	0,15
MP4	Icking	Einlage	101	0,3	-	0,17	-	0,31
MP5	Icking	Einlage	93	8,2	-	0,21	-	0,31
MP6	Icking	Einlage	98	2,0	-	0,13	-	0,3
MP7	Icking	Einlage	100	-	-	0,2	-	-
MP8	Icking	Griff	81	19,3	-	0,06	0,18	-

**Tab. 1** Ergebnisse der chemischen Analysen mittels  $\mu$ -RFA an den Schwertern aus Leonberg und Icking. Alle Elementgehalte entsprechen Masse-%.

Objekt	Stelle	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi
Leonberg	Griff	0,08	0,024	0,57	90	<0,1	0,169	0,006	9,4	0,053	<0,01	0,02	<0,005
Leonberg	Klinge	0,06	0,028	0,34	92	<0,1	0,227	0,006	7,5	0,034	<0,01	<0,01	<0,005

**Tab. 2** Ergebnisse älterer Analysen an Bohrspänen vom Schwert aus Leonberg. Alle Elementgehalte in Masse-% (Datennachweis s. S. 250).

älteren Messungen ermittelten Wert (Tab. 2). Diese Diskrepanz ist im Wesentlichen damit zu erklären, dass bei den älteren Analysen an unkorrodierten Bohrspänen, bei den neuerlichen hingegen direkt am Objekt durch eine dicke Korrosionsschicht gemessen wurde. Folglich wird der ungewöhnlich hohe Zinngehalt als Anreicherung von schwerlöslichen Zinnmineralen durch selektive Auswaschung des Kupferanteils aus der Korrosionsschicht zu verstehen sein (Robbiola/Portier 1998)<sup>16</sup>. Sicherlich tragen hier aber auch eine inhomogene Substratstruktur sowie große Unsicherheiten durch die gewählten Mess- und Auswertebedingungen ihren Teil bei<sup>17</sup>. Aus diesem Grund sind die Analysen am Grundmetall höchstens als halbquantitativ zu bewerten.

<sup>16</sup> Durch die geringe Informationstiefe bei der chemischen Analyse mit Röntgenstrahlung geringerer Energie ist davon auszugehen, dass am Schwert aus Leonberg nur die Korrosionsschicht des Griffes erfasst wurde. Aussagen zur Zusammensetzung des Grundmetalls sind mit der gewählten Methodik deshalb nicht machbar.

<sup>17</sup> Die Analysen mittels mobilem  $\mu$ -Röntgenfluoreszenzspektrometer vom Typ ARTAX 200 (Fa. Bruker AXS GmbH) wurden dankenswerterweise von Herrn Dr. H. Piening aus der Restaurierungswerkstatt der Bayerischen Schlösserverwaltung, Schloss Nymphenburg, München, durchgeführt. Messbedingungen: 50 kV/100  $\mu$ A/300 s, Spotgröße:

Wegen des starken Verwitterungszustandes an beiden Schwertern wird man auch bei den eingelegten Metallen davon auszugehen haben, dass der Zinngehalt einst deutlich unter dem heute festgestellten lag. Demnach werden ähnlich dem frühbronzezeitlichen Schwert aus Vreta Kloster fast reine Kupferstreifen als Tauschierungen verwendet worden sein. Es ist aber gerade durch das Ergebnis an Messpunkt 5 (Tab. 1) nicht auszuschließen, dass das eingelegte Kupfer beim Ickinger Schwert stellenweise etwas Zinn enthielt<sup>18</sup>. Bei den restlichen Analysen kann für die Anwesenheit von Zinn auch eine Verlagerung ausgehend vom Grundmetall verantwortlich sein. Dafür spricht die an vielen Stellen des Leonberger Schwertes über die Einlagen hinweg gewachsene Patina des Griffes (Abb. 10).

Es muss an dieser Stelle jedoch noch angemerkt werden, dass es allein mit den durchgeführten chemischen Analysen nicht möglich ist, Kupferresinate als Füllmaterial in den Rillen definitiv auszuschließen, zumal ihre Untersuchung mittels Röntgenfluoreszenzanalyse ähnliche Ergebnisse liefert. Erst aus dem Zusammenspiel von optischer Erscheinung und Beschaffenheit der Einlagen (siehe unten) ergeben sich stichhaltige Argumente gegen die Verwendung von harzigen Substanzen. Um dennoch ganz sicher gehen zu können, müssten weitere Untersuchungen folgen, mit denen auch organische Verbindungen und Korrosionsprodukte sicher und zerstörungsfrei bestimmt werden können (z. B. Infrarotspektroskopie,  $\mu$ -Ramanspektroskopie,  $\mu$ -Röntgendiffraktometrie). Bis dahin bleibt ein Rest an Unsicherheit bestehen.

### Farbwirkung und Einlegetechnik

Der mithilfe der chemischen Punktanalysen und der mikroskopischen Beobachtungen erbrachte Nachweis zur Verwendung von streifenförmigen Flachtauschierungen aus Kupfer führt zur Frage nach der zugrunde liegenden Tauschieretechnik und der einstigen farblichen Erscheinung der Schwerter. Fraglos strebte der Handwerker mit diesen ungewöhnlichen Zierelementen eine gewisse Kontrastwirkung an, die auf den unterschiedlichen Farben von Grund- und Dekormetallen beruht<sup>19</sup>. Die kupferfarbenen Streifen müssten sich dabei deutlich von der goldgelben Bronzefarbe der Griffe abgehoben haben<sup>20</sup>. Bei Tauschierversuchen stellt sich jedoch heraus, dass gerade im polierten und glänzenden Metallzustand der erzielte Farbkontrast recht schwach ausfällt (Abb. 15 links). Dieser wird auch bei längerem Gebrauch des Metalls durch die sich immer bildende dünne Oxidschicht nicht wesentlich verstärkt.

Es lässt sich nun darüber spekulieren, ob dies im Interesse des Handwerkers bzw. seines Auftraggebers gewesen sein kann oder ob dies gar dem bronzezeitlichen Ästhetikanspruch genüge. Zumindest aus heutiger Sicht erscheint die schwache Kontrastierung

50  $\mu$ m, Mo-Röhre, SD-Detektor (peltiergekühlt), Luftatmosphäre, Auswertesoftware: Spectra 4.5 (Röntec GmbH). Die Quantifizierung ist aufgrund der Kalibrierung des Gerätes mit einer zu geringen Anzahl an Referenzmaterialien unsicher.

18 z. B. als natürliche Verunreinigung mit Gehalten < 1%.

19 Bei Tauschierungen wird das eingelegte Metall als

Dekormetall, dasjenige, in das man einlegt, als Grundmetall bezeichnet.

20 Bronzelegierungen werden schon ab einem Zinnanteil von etwa 4 Masse-% zunehmend gelber. Bei sehr hohen Zinngehalten schlägt die Farbe ins Silbrige um. Der vermutete geringe Zinngehalt der Einlagen am Ickinger Schwert dürfte sich kaum auf die Eigenfarbe des Kupfers ausgewirkt haben.



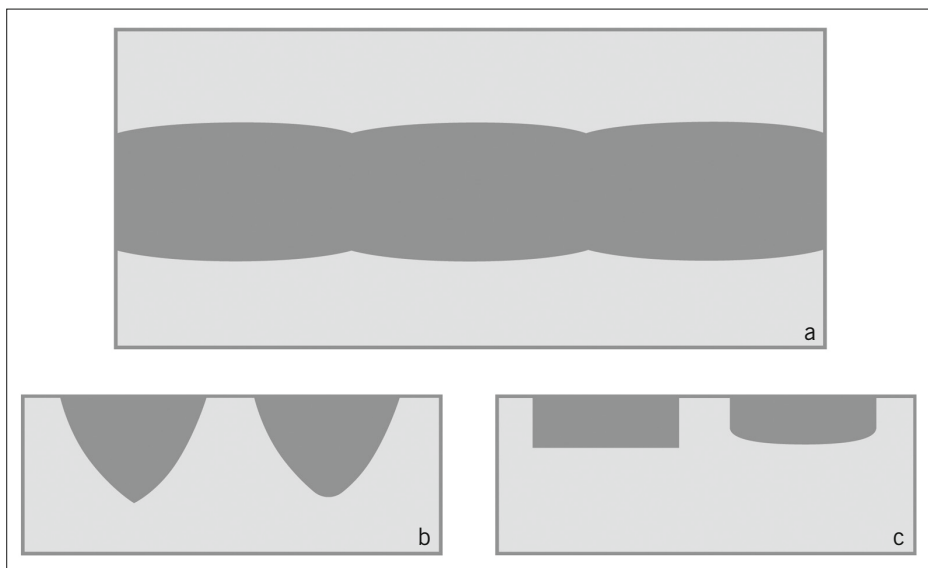
Abb. 15 Mit Kupfer tauschiertes Probestück einer Bronzelegierung mit 10% Zinn: links – nach Überarbeitung und Politur, rechts – nach Patinierung in menschlichem Urin.

wenig reizvoll und rechtfertigt darüber hinaus kaum den hohen Aufwand bei der Durchführung des Tauschierverfahrens. Deshalb wird angenommen, dass tauschierte Objekte erst nachträglich eine Metallfärbung durch künstliche Korrosion (Patinierung) erhielten. Hierbei sollen durch die Erzeugung farblicher Korrosionsschichten entweder die Einlagen oder die Grundmetalle stärker betont worden sein (Abb. 15 rechts).

Hinweise auf die Anwendung von entsprechenden Kontrastierverfahren im Altertum wurden in der Vergangenheit wiederholt an tauschierten Artefakten aus dem mediterranen Raum und dem Vorderen Orient gefunden. Dort hat man vor allem in der Bronzezeit spezielle Kupferlegierungen mit Edelmetallanteilen hergestellt, um gezielt dunkle Korrosionsschichten hervorzurufen (Craddock/Giumlíá-Mair 1993)<sup>21</sup>. Der Beleg für diese Praxis auch nördlich der Alpen ist indessen bis heute nicht gelungen. Hier fehlen vornehmlich aussagekräftige Indizien, die Prozessen der langen Bodenlagerung widerstehen. Deshalb ist es wenig verwunderlich, dass auch an den beiden Schwertern aus Bayern keine Anhaltspunkte für eine künstliche Korrosion zu finden sind. Da sich die Untersuchung aber lediglich auf eine mikroskopische Beurteilung und chemische Analysen beschränkte, kann und soll hierüber kein abschließendes Urteil erfolgen. Hierzu wären beispielsweise Analysen mittels Röntgendiffraktometrie oder Ramanspektroskopie sinnvoll, die Aussagen zum Phasenbestand in den Korrosionsschichten erlauben.

Konkretere Aussagen sind im Gegensatz dazu zur Tauschieretechnik machbar. Bei mikroskopischer Betrachtung lassen sich insbesondere der Verlauf und die Form der Tauschierkanäle an beiden Schwertern gut erfassen. So ist zu sehen, dass die Rillenbreite zwischen 1,5 und etwa 1 mm variiert, wobei gerade an einigen Stellen des Leonberger Schwertes fast periodisch Verdickungen und Verjüngungen der Kanäle entsprechend Abb. 16a auftreten. Auch sind an den Rändern vereinzelt leichte Versatzmarken oder Grate auszumachen (Abb. 17). Gemeinsam mit dem nach unten leicht konisch zulaufenden

21 Der Gehalt an Edelmetallen in den Kupfereinlagen mediterraner Artefakte (meist 1–3% Gold oder Silber) wird als Hauptindiz für eine künstliche Korrosion angesehen.

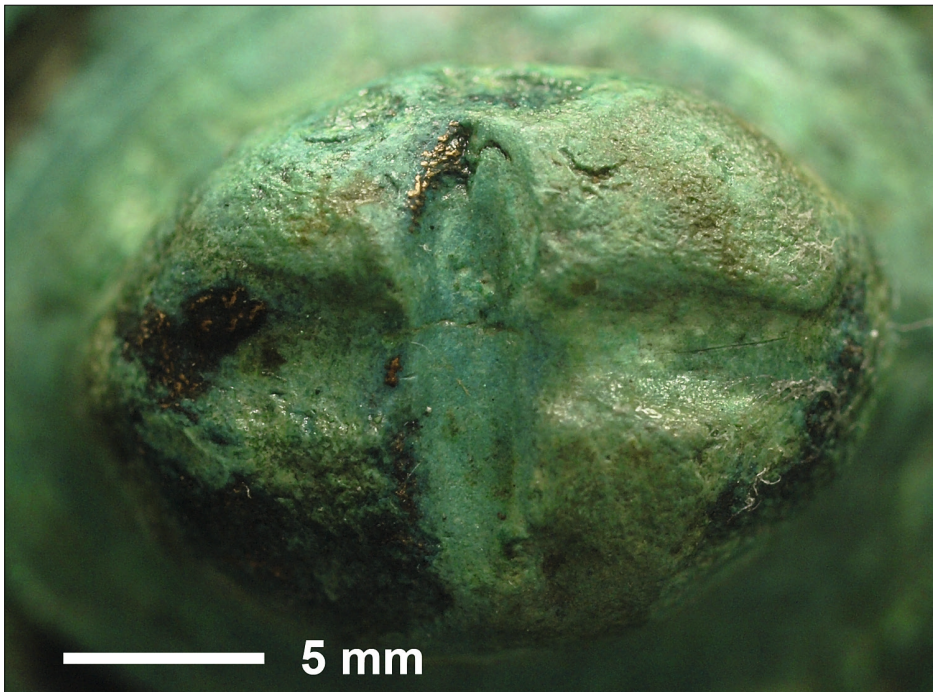
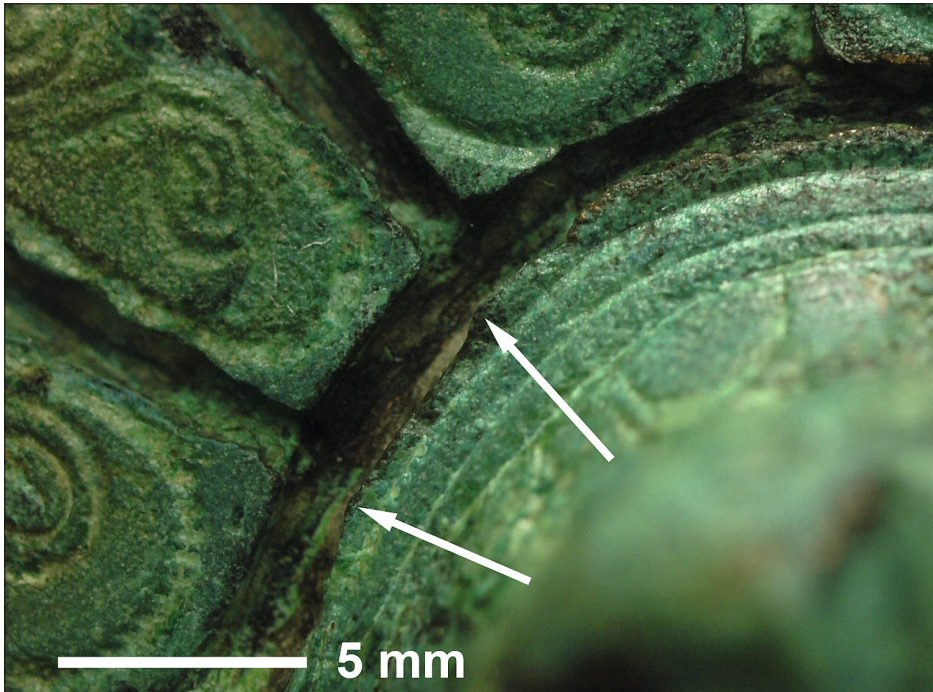


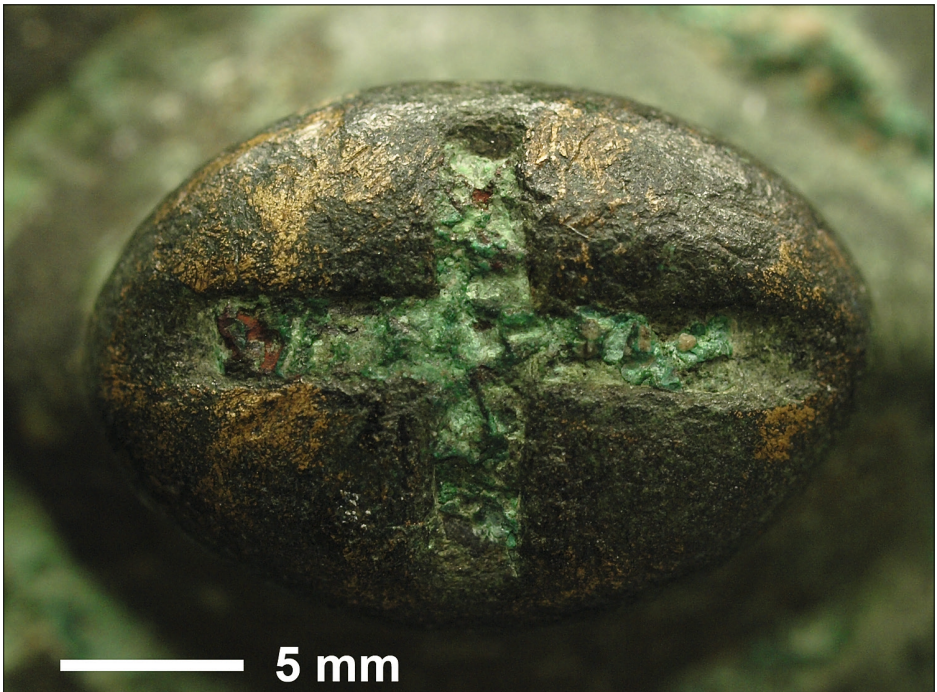
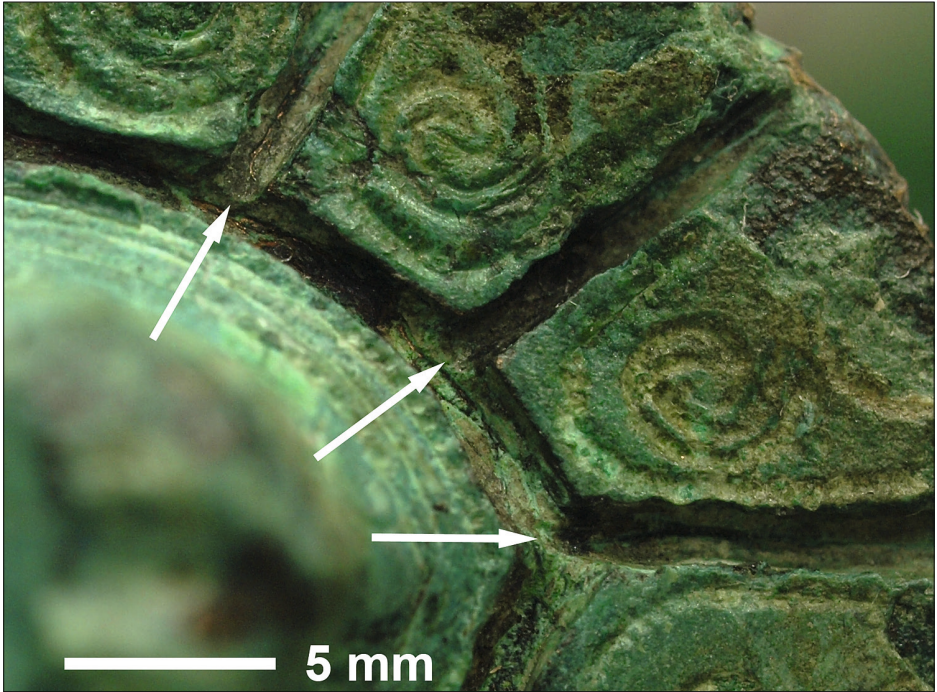
**Abb. 16** Schematische Darstellung des Kanalverlaufs sowie der Querschnittsform der Tauschierkanäle an den Schwertern von Leonberg (a + b) und Icking (c).

**Abb. 17** (rechte Seite oben) Wahrscheinlich bei der Nachziselierung entstandene Grate an den Rändern der Tauschierkanäle beim Fundstück aus Leonberg, Lkr. Altötting (Pfeile).

**Abb. 18** (rechte Seite unten) Kreuzförmig angeordnete Rillen als Bekrönung des Knaufknopfes am Leonberger Achtkantschwert. Die Rillen enthalten keine Einlagen mehr.

Kanalrändern (Abb. 16b) lässt sich so an diesem Schwert schlüssig nachvollziehen, dass die Vertiefungen mittels meißelartiger Punzen in Ziselieretechnik angebracht wurden (Abb. 22a–b). Darauf deuten unmissverständlich auch die Schlagmarken auf dem Grund der Rillen hin (Abb. 19). Der häufig gerundet ausgebildete Kanalboden dürfte hierbei einerseits als Folge der Abnutzung der ursprünglich geschärften Schlagwerkzeuge zu interpretieren sein, denn an anderen Stellen enden die Kanäle nach unten hin nahezu spitz (Abb. 16b). Vereinzelt könnte er aber andererseits auch als Relikt des Mitgießens der Vertiefungen verstanden werden. Diese Vorarbeit ist für die Realisierung der Rillen unbedingt vorauszusetzen, da ihre Tiefe von bis zu 1,5 mm allein durch Verwendung von Hartbronzepunzen, wie man sie für solche Arbeiten annehmen muss (Drescher 1956/1958; Drescher 1968), kaum zu erreichen ist. Das zeigen Tauschierversuche mit Punzen aus Hartbronze (ca. 16% Zinn) in einer typischen Bronze mit 10% Zinnanteil. Leider lässt sich ein Mitgießen des Dekors nicht einwandfrei am Objekt nachweisen, weil entsprechende Indizien durch die Nacharbeit der Kanäle und starke Korrosion überprägt worden sind. Erschwerend kommt hinzu, dass die verhältnismäßig unausgewogene Anordnung der Strahlen gegen die Vorkonzipierung am Wachsmodell zu sprechen scheint, zumal man dann eine weitaus sorgfältigere Ausführung erwarten würde. Trotzdem muss man bei den Vertiefungen am Schwert aus Leonberg von einer Kombination aus gegossenem und nachziselierem Dekor ausgehen. Die Rillen auf dem Knaufknopf scheinen hingegen nur gegossen zu sein.







**Abb. 19** (linke Seite oben) Am Schwert von Leonberg sichtbare Spuren von der Nachziselierung der Kanäle auf deren Boden. Dabei wurde eine weißelartige Schrotpunze verwendet (Pfeile).

**Abb. 20** (linke Seite unten) Rillenkreuz auf dem Knaufknopf des Schwertes aus Icking, Lkr. Bad Tölz-Wolfratshausen, mit den vollständig korrodierten Resten der Kupfereinlage.

Vergleichbar ging man am Schwert aus Icking vor. Auch hier wurden die Kanäle bereits vor dem Guss angelegt, wofür nicht nur die weitaus gleichmäßigere Anordnung der Strahlen und die sauberen Kanalverläufe sprechen, sondern auch der rechteckige Querschnitt der Kanäle. Die mehrfach zu beobachtende leichte Wölbung des Kanalbodens (Abb. 16c) ist hierbei typisch für die Herstellung durch Gießen. Anders als beim Stück aus Leonberg verzichtete man allerdings auf größere Nachziseluren, möglicherweise weil der Guss erheblich exakter ausfiel. Einzig schmale Kerben sind mittig in den Kanälen zu erkennen, die womöglich als eine Art »Haftvermittler« für die Kupfereinlagen fungierten (Abb. 21).

Wenngleich sich beide Achtkantschwerter demnach in der Form der Kanäle und der Sorgfalt bzw. der Qualität ihrer Ausführung unterscheiden, so ist ihnen Eines gemein: Unterschneidungen, wie sie immer wieder für das Gelingen des Tauschierens vorausgesetzt werden, sind an keiner Stelle der Rillenvertiefungen sicher nachweisbar. Damit reihen sich beide Exemplare nahtlos in den Fundus der übrigen bronzezeitlichen Objekte mit Tauschierungen nördlich der Alpen ein. Denn weder früh-, mittel- noch spätbronzezeitlich sind Unterschneidungen intentional ausgeführt worden<sup>22</sup>. Das ist insofern als bemerkenswert hervorzuheben, zumal häufig nur schwer zu verstehen ist, wie die Metall-einlagen in den manchmal nur weniger als 0,5 mm tiefen Gruben mit sich zumeist nach unten verjüngendem Profil fixiert wurden. Zwar sind gelegentlich bewusste Aufrauungen der Böden oder nachgetiefte Kanalränder zu belegen, eine generelle Erklärung hierzu lässt sich jedoch kaum finden, nicht zuletzt da etwaige Spuren häufig durch intensive Korrosion überdeckt werden. Wahrscheinlich genügten den Handwerkern bereits geringe Grate, Kerben oder Unebenheiten in den Vertiefungen, um die Einlagen dauerhaft zu verkeilen (Berger 2012).

Sowohl beim Schwert aus Leonberg als auch beim Ickinger Fundstück fällt die Erklärung vergleichbar schwer. Vermutlich ist der fast rechteckige Kanalquerschnitt zusammen mit den schmalen Kerben am Schwert aus Icking für die bessere Erhaltung der Kupfer-einlagen im Vergleich zu dem anderen Schwert verantwortlich<sup>23</sup>. Aus physikalischer Sicht gewährleisteten Kanäle mit senkrechten Rändern aufgrund der hier herrschenden günstigeren Kräfteverteilung einen besseren Halt als solche, deren Wände nach innen abfallen (Berger 2012, Kap. 4.6.2).

Klar ist unterdessen, dass der Handwerker die Spitzovale nur mithilfe von mindestens zwei zuvor zurechtgeschnittenen und weichgeglühten Kupferdrähten tauschieren konnte. Möglicherweise nutzte er dabei auch Reste von Altmetall, die bei anderen Arbeiten

<sup>22</sup> Als einzige Ausnahme sei hier auf die frühbronzezeitliche Himmelscheibe von Nebra hingewiesen, deren Goldapplikationen in tiefen, unterschrittenen Rillen in einer Art Tauschier-Plattierung fixiert wurden (Berger u. a. 2010).

<sup>23</sup> Teile der Kupfereinlagen am Leonberger Schwert sind eventuell bei der Restaurierung des Fundes entfernt worden, worauf rezent verursachte Kratzer in den Tauschierkanälen hinweisen.

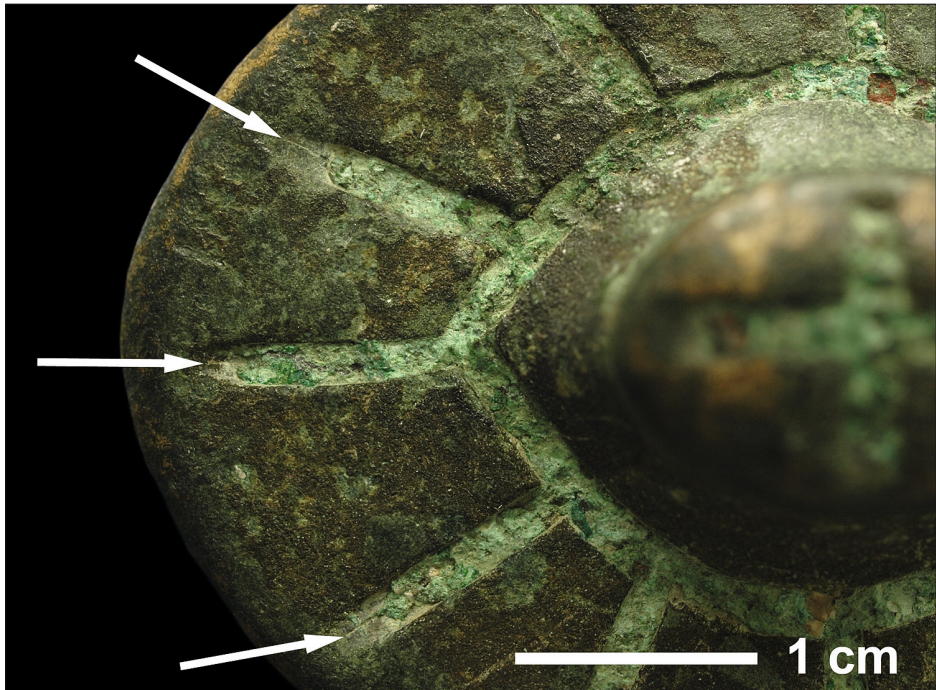
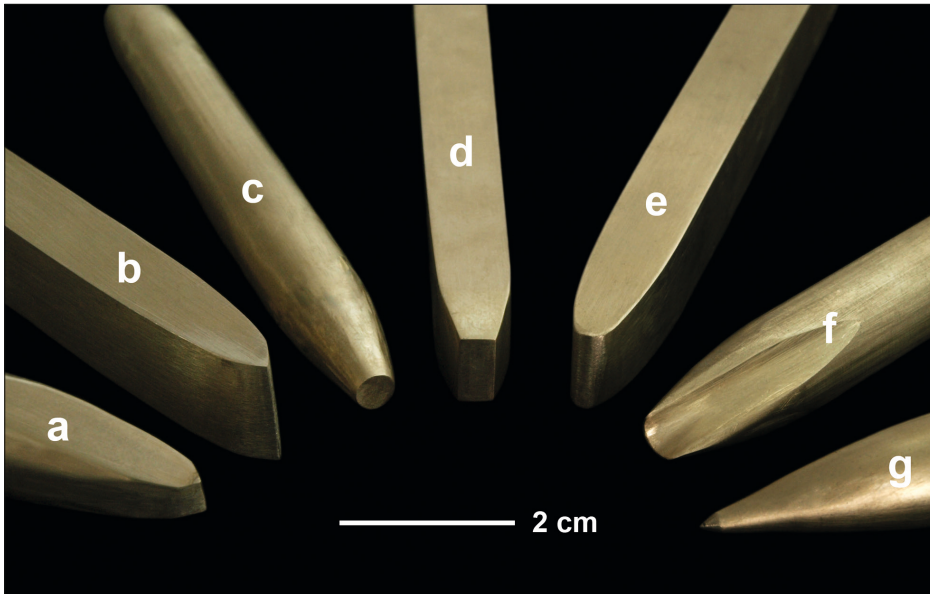


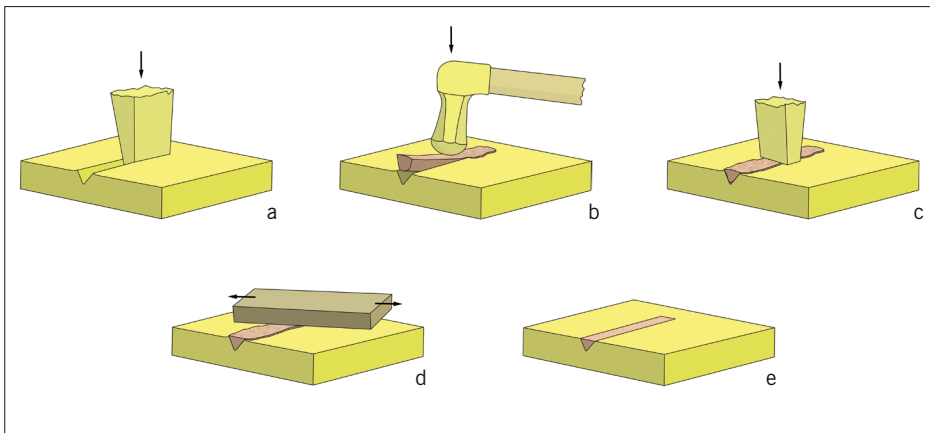
Abb. 21 Detailansicht der Knaufplatte vom Schwert aus Icking, Lkr. Bad Tölz-Wolfratshausen. Die Pfeile kennzeichnen die mittig in den Rillen verlaufenden Kerben, die möglicherweise der Haftsteigerung der Einlagen dienten.

in der Werkstatt anfielen. Wenigstens würden sich so die festgestellten Unterschiede in den Zinngehalten der Einlagen des Ickinger Schwertes erklären lassen (Tab. 1), wenn man dafür nicht etwa korrosions- oder messbedingte Faktoren bzw. natürliche Verunreinigungen verantwortlich machen möchte. Die Drähte brachte er durch sanfte Schläge mithilfe eines kleinen Hammers und vermutlich einer Planierpunze vorsichtig in die Gruben ein, was in gleicher Weise für die Füllungen der Strahlen zutrifft (Abb. 22c–d; 23). Die an einzelnen Stellen sichtbaren Stoßkanten aufeinandertreffender Metallstreifen können übrigens als weiteres Argument gegen Harzinkrustationen gelten, zumal bei Verwendung von Harz keine Ansatzstellen entstehen.

Als abschließende Maßnahmen der Tauschierarbeit sind bei beiden Schwertern die Überarbeitung der Knaufplatten durch Schliff und Politur vorauszusetzen, um die entstandenen Unebenheiten der Flachtauschierungen zu egalisieren (Abb. 23). Gleichzeitig wurde damit die Oberfläche für die Ziselur- und Punzverzierungen vorbereitet, die erst im Anschluss an die Einlegearbeit erfolgen konnten. Aufgrund der unregelmäßigen Abstände der Strahlen musste der Handwerker diese Verzierungen am Leonberger Schwert jedoch individuell variieren. An dieser Stelle sei der Vollständigkeit halber angeführt, dass für sämtliche Verzierungen auf den Knaufplatten die Arretierung der Schwerter in einer Halterung angenommen werden muss. Anderenfalls wäre die Durchführung der Arbeiten an diesen Stellen kaum mit der nötigen Präzision möglich gewesen.



**Abb. 22** Verschiedene Punzen aus Hartbronze (16 % Zinn) zur Ausführung der Verzierungen an den beiden Schwertern aus Icking und Leonberg: a und b – Ziehpunzen, c und d – Planierpunzen, e – Modellierpunze, f – Hohlpunze, g – Perlpunze.



**Abb. 23** Arbeitsschritte beim Tauschieren der Knaufplatten: a – Nachziselieren mitgegossener Kanäle beim Schwert aus Leonberg, b – Einschlagen des Kupfers mit Hammer, c – Nachschlagen mit Planierpunze, d – Planschleifen/-polieren, e – fertige Tauschierarbeit. Schritt a entfällt wohl beim Schwert aus Icking.



**Abb. 24** Für Tauscherversuche auf ein Brett aufge kittete Griffnachbildung eines spätbronzezeitlichen Schwertes vom Typ Mörigen mit bereits eingeschlagenen Vertiefungen. Tauschierte Schwerter dieser Art sind vom Ende der Bronzezeit vielfach überliefert. Der Griff steckt in einer Aussparung im Holz und wird durch Treibkitt, einer Mischung aus Pech, Schamottepulver und Kerzenwachs sicher in Position gehalten. Bei den Schwertern aus Leonberg und Icking war die Klinge vermutlich bereits mit dem Griff verbunden, was die Handhabung einer solchen Apparatur aber nur unwesentlich erschwert haben dürfte.

Zu diesem Zweck könnte beispielsweise eine vergleichbare Apparatur wie in Abb. 24 zur Anwendung gekommen sein, die in Tauscherversuchen benutzt wurde.

### Schlussbetrachtung

Die zwei hier vorgestellten Vollgriffschwerter aus Südbayern sind typische Vertreter der Schwerter mit rundlich-achteckiger Griffstange, die in der Mittelbronzezeit (Bz C<sub>1</sub>–C<sub>2</sub>) in Süd- und Norddeutschland sowie in Dänemark eine weite Verbreitung fanden. Nach den Röntgenbefunden fügen sie sich nahtlos in die Herstellungstradition anderer Achtekantschwerter ein. Sowohl das Befestigungsprinzip der Klinge im Griff mithilfe einer ausgeschmiedeten Griffzunge als auch der fehlende Kontakt der Klingen- zu den Heftschultern des Griffes sind bis auf einige Details nahezu identisch. Auch die Ausgestaltung des leicht konischen Inneren der Griffstange sowie der Guss über einem Lehmkern stimmen mit anderen Exemplaren überein. Nicht ohne Grund erwog H.-J. Hundt (1979) deshalb die Produktion der mitteleuropäischen Achtekantschwerter in einer einzigen Großwerkstatt, deren Standort er irgendwo in Bayern vermutete. Bezogen auf die beiden besprochenen Stücke scheint herstellungstechnisch zunächst nichts grundsätzlich gegen diese Theorie zu sprechen. Gerade die eigenwillige und zudem in der Mittelbronzezeit ausgesprochen seltene Einlagenverzierung der Knaufplatten könnte jedoch als Argument für die Fertigung in eigenständigen Werkstätten anzuführen sein.

Hierbei handelt es sich den chemischen Punktanalysen und weiteren Beobachtungen zufolge mit hoher Wahrscheinlichkeit um Kupfertauschierungen in Zinnbronze. Dieses Ergebnis steht damit in klarem Gegensatz zu den bisherigen Erkenntnissen, die von einer Füllung der Kanäle auf den Knaufplatten mit Harz ausgingen. Aufgrund der gewählten Versuchsbedingungen und der Messung an Korrosionsschichten sind die Messergebnisse der chemischen Untersuchungen allerdings bestenfalls als semiquanti-

tativ anzusehen. Nichtsdestotrotz können die beiden Funde aus Bayern an die Seite eines tauschierten Schwertes aus Heitersheim (Anm. 3), eines mit Silber eingelegten Fingerrings aus Nehren, Lkr. Tübingen, sowie einer fundortlosen Axt mit Kupfertauschierungen gestellt werden (Berger 2012, Kat.-Nr. 9, 14 und 60). Somit sind jetzt immerhin fünf tauschierte Objekte aus der Hügelgräberzeit in Mitteleuropa bekannt. Voraussichtlich lässt sich dieser kleinen Gruppe noch das italienische Schwert aus Rovereto zuweisen, das bei seiner Ersterwähnung zwar als tauschiert angesprochen (Szombathy 1906), später jedoch als harzverziert herausgestellt wurde (Holste 1953, Fundliste 6.A33; Peroni 1970, 101)<sup>24</sup>. Dafür sprechen nicht zuletzt die erst kürzlich erfolgten eingehenderen Betrachtungen des Stückes (Mödlinger 2007, 114; Mödlinger 2011, 45 Kat.-Nr. 6; Berger 2012, Kat.-Nr. 13).

Die augenfälligen Gemeinsamkeiten in der stilistischen Umsetzung der Tauschierung an den Schwertern aus Leonberg und Icking gestatten ferner ohne Weiteres die Annahme, dass beide in der gleichen Werkstatt verziert wurden. Diese ist jedoch mit Sicherheit von der Großwerkstatt im Sinne Hundts (1979) zu unterscheiden, zumal letztere lediglich der Grundfertigung der Schwerter gedient haben dürfte. Die Dekoration der einzelnen Typen der Achtkantschwerter, so auch die des Typs Leonberg, wird hingegen in regionalen Kleinwerkstätten erfolgt sein. Da die Vertiefungen an beiden Schwertern nachweislich bereits vor dem Gießen vorhanden waren, ist sogar vorstellbar, dass auch die gesamte Grundfertigung der Stücke in derselben Kleinwerkstatt stattfand. Zumindest ist es unwahrscheinlich, dass nur die Nacharbeit und Tauschierung dort erfolgten.

Gegen eine Verzierung in einer gemeinsamen Produktionsstätte mögen vielleicht die Unterschiede in der Ausführung und Qualität der Tauschierkanäle – bedingt durch die Verwendung unterschiedlicher Punzen und den Grad der Überarbeitung – sprechen. Ebenso könnten die Schwerter aber auch durch die Hände mehrerer Handwerker in einer Werkstatt gegangen sein. Legt man den Arbeiten an beiden Schwertern beispielsweise die Herstellung durch einen einzelnen, auf die Tauschierung spezialisierten Handwerker zugrunde, so könnten die Beobachtungen auch als Entwicklungsprozess interpretiert werden. Demnach sollte die etwas schlechtere Umsetzung der Tauschierung am Schwert aus Leonberg im Vergleich zu dem Stück aus Icking auf eine frühere Zeitstellung hindeuten. Vielleicht entstand das Leonberger Schwert sogar in einer Art Experimentier- oder Lehrphase als Gesellenstück. Es bleibt abzuwarten, ob in Zukunft noch weitere mittelbronzezeitliche Schwerter oder andere Artefakte mit Tauschierungen auftauchen, die zusammen mit den bisher bekannten Funden ein besseres Verständnis der seltenen Ziertechnik gestatten.

## Zusammenfassung

Im Rahmen eines interdisziplinär angelegten Forschungsprojektes zum frühbronzezeitlichen Hortfund von Nebra und seinem kulturellen sowie wirtschaftlichen Umfeld

---

<sup>24</sup> Möglicherweise lässt sich diese Zahl noch erweitern, wenn man die vielen (angeblich) mit Harz inkrustierten Objekte der Nordischen Bronzezeit einer eingehenden Prüfung unterzieht.

konnten zwei Achtkantschwerter der Mittelbronzezeit vom technologischem Standpunkt aus untersucht werden. Anlass dazu gab die auffällige Einlagetechnik auf den Knaufplatten beider Schwerter, die stark an die Tauschierungen an den Schwertern aus dem Hortfund von Nebra erinnert. Anhand naturwissenschaftlicher Analysen mittels  $\mu$ -Röntgenfluoreszenzanalyse kann im vorliegenden Beitrag dargelegt werden, dass es sich bei diesen Einlagen um Kupfer handelt und die untersuchten Altfunde demnach – entgegen bisheriger Erkenntnisse – gleichfalls in Tauschieretechnik verziert sind. Damit erhöht sich die Gesamtzahl der mittelbronzezeitlichen Funde mit Tauschierungen in Mitteleuropa von bislang drei auf jetzt immerhin fünf Exemplare, denen vermutlich sogar noch ein weiteres, hier aber nicht näher betrachtetes Achtkantschwert an die Seite gestellt werden kann. Ergänzend wird in diesem Zusammenhang die Herstellungstechnik der Schwerter mithilfe von Röntgenaufnahmen nachvollzogen und diese in Beziehung zu anderen Achtkantschwertern gesetzt.

## Summary

### *New inlays in ancient finds – Studies on the decoration and manufacturing technology of two solid-hilted swords of the Tumulus Bronze Age*

As part of an interdisciplinary research project on the early Bronze Age hoard from Nebra and its cultural and economic context, two eight-edged swords of the Middle Bronze Age are examined from a technological perspective. The reason for this was the striking inlay technique on the pommel plates of both swords, which was strongly reminiscent of the inlays on the swords of the Nebra hoard. On the basis of scientific analysis this paper demonstrates that these inlays are of copper and therefore the studied old finds are, contrary to previous understandings, also decorated with an inlay technique known as damascening. This brings the total number of middle Bronze Age finds with metal inlays in Central Europe from three to at least five examples now. Additionally, in this context, the manufacturing technique of the swords is reconstructed using radiographs and set in relation to other eight-edged swords.

---

## Literaturverzeichnis

### Amendola 2010

R. Amendola, Influence of alloying elements on properties of casting copper base alloys (ungedr. Diss., Univ. Genova 2010).

### Ankner 1977

D. Ankner, Röntgenuntersuchungen an Riegesschwerten. Ein Beitrag zur Typologie. Arch. u. Naturwiss. 1, 1977, 269–459.

### Berger 2012

D. Berger, Bronzezeitliche Färbetechniken an Metallobjekten nördlich der Alpen. Eine archäometallurgische Studie zur prähistorischen Anwendung von Tauschierung und Patinierung anhand von Artefakten und Experimenten. Forschber. Landesmus. Vorgesch. Halle 2 (Halle [Saale] 2012).

### Berger i. Dr.

D. Berger, Late Bronze Age iron inlays on bronze artefacts in Central Europe. In: E. Pernicka/R. Schwab (Hrsg.), Under the volcano. Proceedings of the International Symposium of the Metallurgy of the European Iron Age in Mannheim 2010. Forsch. Archäometrie u. Altertumswiss. 5 (i. Dr.).

### Berger/Pernicka 2009

D. Berger/E. Pernicka Archäometallurgische Untersuchungen zur Metalleinlegetechnik einiger Auvernierschwerter. Restaurierung u. Arch. 2, 2009, 1–17.

### Berger u. a. 2010

D. Berger/R. Schwab/C.-H. Wunderlich, Technologische Untersuchungen zu bronzezeitlichen Metallziertechniken nördlich der Alpen vor dem Hintergrund des Hortfundes von Nebra.

- In: H. Meller/F. Bertemes (Hrsg.), *Der Griff nach den Sternen. Wie Europas Eliten zu Macht und Reichtum kamen*. Internationales Symposium in Halle (Saale), 16.–21. Februar 2005. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle 5 (Halle [Saale] 2010) 751–777.
- Born/Hansen 1991**  
H. Born/S. Hansen, Antike Herstellungstechniken. Ungewöhnliche Klingenreparaturen an einem spätbronzezeitlichen Vollgriffschwert. *Acta Praehist. et Arch.* 23, 1991, 147–157.
- Bunnefeld/Schwenzler 2011**  
J.-H. Bunnefeld/S. Schwenzler, Traditionen, Innovationen und Technologietransfer. Zur Herstellungstechnik und Funktion älterbronzezeitlicher Schwerter in Niedersachsen. *Prähist. Zeitschr.* 86, 2011, 207–253.
- Craddock/Giumlíá-Mair 1993**  
P. T. Craddock/A. R. Giumlíá-Mair, Hsmn-Km, corinthian bronze, shakudo. Black-patinated bronze in the ancient world. In: S. La Niece/P. T. Craddock, *Metal plating and patination. Cultural, technical and historical developments* (Oxford, Boston 1993) 101–127.
- Drescher 1956/1958**  
H. Drescher, Zur Verwendung von Bronzewerkzeugen in der älteren Bronzezeit. *Hammaburg* 5/11, 1956/1958, 23–29.
- Drescher 1958**  
H. Drescher, Der Überfangguss. Ein Beitrag zur vorgeschichtlichen Metalltechnik (Mainz 1958).
- Drescher 1968**  
H. Drescher, Punzen der jüngeren Bronzezeit aus Altmaterial. *Jahresschr. Mitteldt. Vorgesch.* 52, 1968, 132–142.
- Driehaus 1961**  
J. Driehaus, Röntgenuntersuchungen an bronzenen »Vollgriffschwertern«. *Germania* 39, 1961, 22–31.
- Gunn u. a. 2002**  
M. Gunn/G. Chottard/E. Rivière/J.-J. Girerd/J.-C. Chottard, Chemical reactions between copper pigments and oleoresinous media. *Studies in Conservation* 47, 2002, 12–23.
- Holste 1953**  
F. Holste, Die bronzezeitlichen Vollgriffschwerter Bayerns. *Münchner Beitr. Vor- u. Frühgesch.* 4 (München 1953).
- Hundt 1962**  
H.-J. Hundt, Zu einigen westeuropäischen Vollgriffschwertern. *Jahrb. RGZM* 9, 1962, 20–57.
- Hundt 1965**  
H.-J. Hundt, Produktionsgeschichtliche Untersuchungen über den bronzezeitlichen Schwertguss. *Jahrb. RGZM* 12, 1965, 41–58.
- Hundt 1979**  
H.-J. Hundt, Zwei Bronzenvollgriffschwerter aus Tirol und Norddeutschland. *Arch. Korrbbl.* 9, 1979, 183–189.
- Lisch 1861**  
G. C. F. Lisch, Emailirung der Schwertgriffe und das Bronzeschwert von Retzow. *Jahrb. Ver. Mecklenburg. Gesch.* 26, 1861, 146–147.
- Mödlinger 2007**  
M. Mödlinger, Herstellung und Qualität mittel- und spätbronzezeitlicher Schwerter aus Österreich. *Das Altertum* 52, 2007, 101–130.
- Mödlinger 2011**  
M. Mödlinger, Herstellung und Verwendung bronzezeitlicher Schwerter Mitteleuropas. Eine vertiefende Studie zur mittelbronze- und urnenfelderzeitlichen Bewaffnung und Sozialstruktur. *Univforsch. prähist. Arch.* (Bonn 2011).
- Montelius 1900**  
O. Montelius, Die Chronologie der Ältesten Bronzezeit in Nord-Deutschland und Skandinavien (Braunschweig 1900).
- Oldeberg 1943**  
A. Oldeberg, Metalltechnik under förhistorisk tid 2 (Lund 1943).
- Oldeberg 1974**  
A. Oldeberg, Die ältere Metallzeit in Schweden (Stockholm 1974).
- Paret 1954**  
O. Paret, Ein Sammelfund von steinernen Bronze- und Eisenformen aus der späten Bronzezeit. *Germania* 32, 1954, 7–10.
- Peroni 1970**  
V. B. Peroni, Die Schwerter in Italien. *Le spade nell'Italia continentale*. PBF IV 1 (Stuttgart 1970).
- von Quillfeldt 1995**  
I. von Quillfeldt, Die Vollgriffschwerter in Süddeutschland. PBF IV 5 (Stuttgart 1995).
- Robbiola/Portier 1998**  
L. Robbiola/R. Portier, Electron microscopy and EDX analysis in the investigation of the decuprification phenomena in Cu-Sn-alloys. A comparison between archaeological and synthetic bronzes. In: H. A. Calderón Benavides/M. J. Yacamán (eds.), *Electron microscopy 1998. Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Congress on Electron Microscopy, Cancun (Mexiko), 31 August to 4 September 1998* (Bristol, Philadelphia 1998) 289–290.
- Rønne 1989**  
P. Rønne, Early Bronze Age spiral ornament. The technical background. *Journal Danish Arch.* 8, 1989, 126–143.
- Rønne/Bredsdorff 2008 (2011)**  
P. Rønne/T. H. Bredsdorff, Cire perdue støbning i bronzealderen (Cire perdue casting in the Bronze Age). *Hvordan laver man en voksmodel? (How to make a Wax model)*. Aarb. Nordisk Oldkde. og Hist. 2008 (2011) 58–76.
- Rychner 1977**  
V. Rychner, Drei Vollgriffschwerter aus Auvergnier. *Arch. Korrbbl.* 7, 1977, 107–113.

**Schwab u. a. 2009**

R. Schwab/C.-H. Wunderlich/K. Peisker, Feine Linien in Bronze. Ein Beitrag zur Metallbearbeitungstechnik der Bronzezeit. *Jahresschr. Mitteldt. Vorgesch.* 91, 2007 (2009) 243–259.

**Schwab u. a. 2010**

R. Schwab/I. Ullén/C.-H. Wunderlich, A sword from Vreta Kloster, and black patinated bronze in early Bronze Age Europe. *Journal Nordic Arch. Science* 17, 2010, 27–35.

**Szombathy 1906**

J. Szombathy, Bronzeschwert aus dem Lennobette bei Rovereto. *Mitteilungen der k. k. Zentral-Kommission für Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale* 5/1, 1906, 4–5.

**Wüstemann 2004**

H. Wüstemann, Die Schwerter in Ostdeutschland. PBF IV 15 (Stuttgart 2004).

---

**Datennachweis Tab. 2**

Die Analysen wurden im Rahmen des Forschungsprojektes »Untersuchungen zur metallurgischen Produktionskette in Nordtirol, im Salzburger Land und im südbayerischen Alpenvorland von der mittleren Bronzezeit bis zum Ende der Spätbronzezeit« mit

einem energiedispersiven Röntgenfluoreszenzgerät in Heidelberg durchgeführt. Die Daten wurden freundlicherweise von Herrn Dr. S. Möslin zur Verfügung gestellt. Zum Schwert aus Icking existieren offensichtlich keine anderen Metallanalysen.

---

**Abbildungsnachweis**

- |   |   |  |
|---|---|--|
| 1 | Verbreitung übernommen und ergänzt aus von Quillfeldt 1995, Taf. 112; 114 | 3–4; 6–12;   |
| 2 | verändert nach von Quillfeldt 1995, Taf. 17,52                            | 13–24  |
|   |   | 5  |
|   |   | Verfasser  |
|   |   | veränderte Umzeichnungen nach Hundt 1972, Taf. 1; 3; 5 |

---

**Anschrift**

Dr. Daniel Berger  
Seebener Str. 132  
D-06118 Halle (Saale)