

Daniel Berger

Zur Technologie der frühesten Tauschierarbeiten nördlich der Alpen mit besonderer Berücksichtigung des Schwertes aus den „Marais de Nantes“

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag widmet sich in erster Linie der Untersuchung eines mittelbronzezeitlichen Schwertes aus den „Marais de Nantes“ in Frankreich, wobei seine seltene Verzierung mit Metalleinlagen im Mittelpunkt der Betrachtungen steht. Diese auch als Tauschierungen bezeichneten Zierelemente dienten ausschließlich der farblichen Kontrastierung von Metallobjekten und werden hier besonders vom Standpunkt der Herstellungstechnik aus beleuchtet. Aufgrund technischer und stilistischer Vergleiche wird das Schwert in Beziehung zu älteren und zeitgleichen bronzezeitlichen Tauschierarbeiten aus dem Gebiet nördlich der Alpen sowie dem Mittelmeerraum gesetzt und ein möglicher Technologietransfer erörtert.

Keywords: Tauschiertechnik; Metalleinlagen; polychrome Metallobjekte; Griffplattenschwerter; Früh- und Mittelbronzezeit; Mittel- und Westeuropa; Herstellungstechnik; Technologietransfer; *chaîneopératoire*.

The well-known Bronze Age sword from an insecure find spot in “Marais de Nantes” in France is investigated with regard to its fabrication history. Predominantly, the article deals with the rare metal inlay technology of the sword which is also known under the term damascening. The technique implies the fixing of one metal into incisions or on the surface of a second one, often achieving stability only mechanically. High developed and earlier examples of this decoration are primarily known from the Mediterranean area suggesting a possible relationship and a technology transfer. This seems to be supported by the composition and technology of the gold inlays, but since metal inlay traditions north of the Alps reach back to the first centuries of the second millennium BC, an independent development appears also possible. This is made plausible by comparison of the French sword with other damascened artefacts of this region.

Keywords: Damascene technique; metal inlays; polychrome metal work; sword blades

Barbara Armbruster, Heidemarie Eilbracht, Oliver Hahn, Orsolya Heinrich-Tamáská (eds.) |
Verborgenes Wissen: Innovation und Transformation feinschmiedetechnischer Entwicklun-
gen im diachronen Vergleich | Berlin Studies of the Ancient World 35 (ISBN 978-3-9816751-5-3;
URN urn:nbn:de:kobv:188-fudocsdocument00000024684-8) | www.edition-topoi.de

Early and Middle Bronze Age; Central and Western Europe; fabrication technique; technology transfer; *chaîne opératoire*.

Für die Möglichkeit zur Untersuchung und Publikation sei allen Kolleginnen und Kollegen in denjenigen Museen gedankt, in denen die Funde aufbewahrt werden, zuvorderst jedoch W. Rutishauser und P. im Obersteg, Museum zu Allerheiligen Schaffhausen. Die Finanzierung der Studien im Rahmen des Forschungsschwerpunktprogrammes *Aufbruch zu neuen Horizonten – Die Funde von Nebra, Sachsen-Anhalt und ihre Bedeutung für die Bronzezeit Europas* (FOR 550) wurde durch die Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft ermöglicht.

1 Einleitung

Tauschierungen zählen ohne Zweifel zu den beeindruckendsten und zugleich anspruchsvollsten Verzierungen vorgeschichtlicher Metallgegenstände. Darunter versteht man Verbindungen zweier, meist in Farbe kontrastierender Metalle zu rein ästhetischen Zwecken, wobei die Befestigung des einen Metalls (sog. Dekormetall) in Vertiefungen oder auf der Oberfläche des anderen (Grund-, Träger- oder Basismetall) mechanisch oder durch Einkleben erfolgen kann (Abb. 1).¹ An prähistorischen Objekten dominierten mechanische Verbindungen bei weitem, während man Klebstoffe, Kitte oder Harze nur selten als Hilfsmittel zur Fixierung einsetzte.

Nördlich der Alpen treten Tauschierungen mit der Himmelscheibe von Nebra (Burgenlandkreis/Sachsen-Anhalt), dem Beil aus Thun-Renzenbühl (Schweiz) und einem Dolch aus Priziac (Frankreich) erstmals im 19./18. Jahrhundert v. Chr. in Erscheinung. Außerhalb dieses geographischen Raumes tauschierte man Objekte aus Zinnbronze oder Arsenkupfer dagegen wesentlich früher, wobei Silber, Gold, Elektrum und Kupferlegierungen als Ein- oder Auflagen fungierten. Die ältesten Tauschierarbeiten mit Silbereinlagen sind mit vier Schwertern sowie einer Lanzenspitze aus dem „Staatspalast“ und dem „Königsgrab“ von Arslantepe (Türkei) bekannt und datieren in das 4. Jahrtausend v. Chr.² Weitere Funde aus dem 3. und frühen 2. Jahrtausend v. Chr. stammen aus Ur (Irak), Alaça Höyük (Türkei), Byblos (Syrien), Balâta-Sichem (Palästina) sowie von einigen Fundstellen in Ägypten.³ Vom griechischen Festland und Zypern kennt man

1 Zur Terminologie und formalen Klassifikation von Tauschierungen und Tauschierarten vgl. Born 1994; Wolters 2006; Armbruster 2010.

2 Frangipane u. a. 2001.

3 Berger 2012, Tab. A.1.

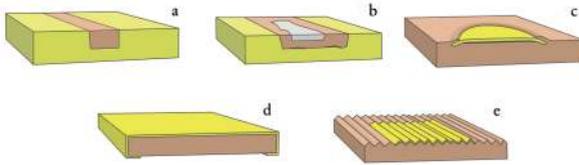


Abb. 1 In der Bronzezeit nördlich der Alpen gebräuchliche Formen von eingelegeten Tauschierungen (obere Reihe) und Oberflächen- bzw. Plattierungen (untere Reihe). a – Flachtauschierung, b – Doppeltauschierung, c – Tauschierplattierung oder Fassung, d – Vollplattierung, e – Relieftauschierung.

zudem mehrere tauschierte Dolche und Gefäße aus dem späten 17. und frühen 16. Jahrhundert v. Chr., welche zu den prachtvollsten und technisch am höchsten entwickelten Einlegearbeiten gehören, die prähistorische Metallurgen hervorbrachten.⁴ Gemessen daran erscheinen die wenigen früh- und mittelbronzezeitlichen Funde Mittel-, Nord- und Westeuropas, die hier im Mittelpunkt stehen sollen, geradezu schlicht.

Bewertet man die insgesamt sieben ältesten, hier näher betrachteten bronzezeitlichen Tauschierarbeiten nördlich der Alpen unter dem Gesichtspunkt der frühen lokalen Metalltechnologie, sind in ihnen dennoch handwerkliche Meisterleistungen zu sehen. Gerade weil die zugrundeliegende Technik den Handwerkern zuvor kaum vertraut gewesen sein dürfte, verdienen die überwiegend perfekt ausgeführten Einlageverzierungen besondere Anerkennung. Im Folgenden werden diese Funde und ihre ziertechnischen Eigenheiten überblicksartig vom archäometallurgischen Standpunkt aus vorgestellt, wobei auf ein Schwert aus der Umgebung von Nantes (Frankreich)⁵ angesichts bislang nur wenig aussagekräftiger und unzureichender Untersuchungen zu seiner Tauschiertechnik etwas ausführlicher eingegangen wird.

2 Die frühesten Tauschierarbeiten nördlich der Alpen

Bis heute sind aus der älteren Bronzezeit nördlich der Alpen sieben Funde mit Tauschierungen überliefert, die mit Ausnahme des Schwertes aus Nantes alle der Stufe A2 bzw. Montelius I angehören. Hierbei stellt die Himmelscheibe aus dem Hortfund von Nebra, zu dem unter anderem auch zwei tauschierte Griffplattenschwerter gehören, einen der ältesten Vertreter dieser Ziertechnik dar (Abb. 2 und Abb. 3A–B). Obwohl um etwa 1600 v. Chr. von Vertretern der Aunjetitzer Kultur auf dem Mittelberg bei Nebra deponiert, hält es Harald Meller für möglich, dass die Scheibe mit ihrem vorwiegend

⁴ Xenaki-Sakellariou und Chatziliou 1989; Papadopoulos 1998, Kat.-Nr. 27–38, 41, 46, 60–63.

⁵ Schauer 1984; M. Ebnöther und E. Ebnöther 1999, 169.



Abb. 2 Himmelscheibe aus dem Hortfund von Nebera, (Sachsen-Anhalt). Datierung: 1800–1700 v. Chr., Niederlegung um 1600 v. Chr., Durchmesser: 311 mm.

astronomisch geprägten Bildensemble aus nur am Rand fixierten Elektrumblechen bereits in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhundert v. Chr. entstand und später mehrfach umgearbeitet wurde.⁶ Neuesten Erkenntnissen zufolge wurden die Rohstoffe der Scheibe mit einiger Wahrscheinlichkeit aus dem Mitterberger Erzrevier im Land Salzburg in Österreich (Kupfer) sowie aus Cornwall (Zinn, Gold bzw. Elektrum) bezogen.⁷

Für das Kupfer in der Bronze der beiden Schwerter aus dem gleichen Hortfund trifft das in analoger Weise zu.⁸ Sie hat man im Unterschied zur Scheibe jedoch sowohl auf den Klingen als auch auf ihren Griffhalbschalen mit streifenförmigen Flachtauschierungen aus unlegiertem Kupfer versehen. Anders als die Scheibe sind die Stücke zudem erst an den Übergang vom 17. zum 16. Jahrhundert v. Chr. zu datieren, was sich stilistisch und auch typologisch durch andere Schwerter erschließen lässt.⁹ Außerdem liegen ¹⁴C-Daten von einem Birkenrindenrest vor, der einem der beiden Schwerter innen am Griff anhaftete und wahrscheinlich zu einem Kern oder der zweiten Griffhälfte gehörte.¹⁰ Damit finden wir im Hortfund von Nebera nicht nur zwei im Grundsatz verschiedene Tauschieretechniken, sondern auch eine Vergesellschaftung aus unterschiedlich alten Tauschierarbeiten vor.

6 Meller 2010, 62–70.

7 Pernicka 2010; Ehser, Borg und Pernicka 2011.

8 Nickel 2003; Pernicka 2010.

9 Laux 2009, 20–28; Meller 2010, 48–56.

10 Siehe dazu: www.la-isa.de/himmelscheibe_von_nebera/naturwissenschaftliche_untersuchungen/echtheit_und_datierung/ (besucht am 27.04.2016).

Eine ähnliche Datierung wie die Nebraschwerter besitzt ein weiteres Griffplatten-schwert aus der Kirchengemeinde Vreta Kloster, Östergötland (Schweden),¹¹ welches ihnen nicht nur in stilistischer, sondern mit den vergleichbar gestalteten Flachtauschierungen entlang der Klingenmittelrippe auch in technologischer Hinsicht nahekommt (Abb. 3C). Die Einlagen hat man jedoch erst jüngst durch Analysen als Kupfertauschierungen identifizieren können, nachdem sie seit Auffindung des Schwertes um 1897 als Harzinkrustationen galten.¹² Inwieweit für die augenfälligen Übereinstimmungen der Einlagenverzierung an den drei Schwertern, die alle zum Typ Sögel gehören, ein gemeinsamer Ursprung angenommen werden darf, ist angesichts der weit voneinander entfernten Fundorte (Distanz etwa 840 km) schwer abzuschätzen. Zumindest aber ist eine gemeinsame Verbindung zu den Apa-Schwertern des Karpatengebietes bzw. ihren Imitaten in Norddeutschland und Dänemark, die allgemein als Vorbilder für die Sögel-Klingen angesehen werden, nicht generell auszuschließen.¹³

Deutlich früher als die Schwerter entstanden ist mit Sicherheit das Randleistenbeil von Thun-Renzenbühl (Abb. 4). Immerhin wird ihm von unterschiedlicher Seite eine Datierung in die Frühbronzezeitstufe A2a der schweizerischen Aare-Rhône-Gruppe zugestanden. Absolutchronologisch dürfte es vergleichbar alt sein wie die Himmelscheibe von Nebra, wobei eine endgültige zeitliche Einordnung bis heute ebenfalls nicht feststeht.¹⁴ Deshalb ist nur schwer zu entscheiden, welches der beiden Objekte das früheste tauschierte überhaupt ist. Davon abgesehen manifestiert sich im Beil aus Thun eine weitere Form von Flachtauschierungen: Während die zuvor genannten Schwerter einfache Einlagen aus Kupfer in Zinnbronze tragen, kennzeichnet das schweizerische Beil eine doppelte Einlagenzier, bei der in breiten Bändern aus reinem Kupfer auf beiden Seiten insgesamt 198 rautenförmige Elektrumtauschierungen sitzen.¹⁵ Diese Kombinationsform mehrerer Dekormetalle findet sich auch an den eingangs erwähnten Dolchen aus den griechischen Schachtgräbern von Mykene, Prosymna, Katarraktis oder Myrsinochorion,¹⁶ was mehrfach Anlass zur Rekonstruktion eines Technologietransfers gegeben hat. Verglichen mit diesen Stücken ist das Beil von Thun-Renzenbühl jedoch höchstwahrscheinlich deutlich älter, weshalb es sich bei ihm um das früheste Beispiel mit diesen als Doppeltauschierungen bezeichneten Metalleinlagen auf europäischem Boden handeln dürfte. Noch ältere Exemplare sind nur aus Byblos und Balâta-Sichem überliefert, sofern sich ihre Datierung an den Anfang des 19. Jahrhunderts v. Chr. aufgrund ägyptischer Importfunde auf Dauer halten lässt.¹⁷

11 Montelius 1900, Fig. 198.

12 Schwab, Ullén und Wunderlich 2010.

13 Hachmann 1957, 90–111; Lomborg 1960; Schulz 2006, 219–220; Meller 2010.

14 Strahm 1972; David-Elbiali 2000, 101–104; David-Elbiali und Hafner 2010.

15 Grolimund u. a. 2011; Berger, Hunger u. a. 2013.

16 Papadopoulos 1998.

17 Müller 1987; Jung 2010, 666–668.

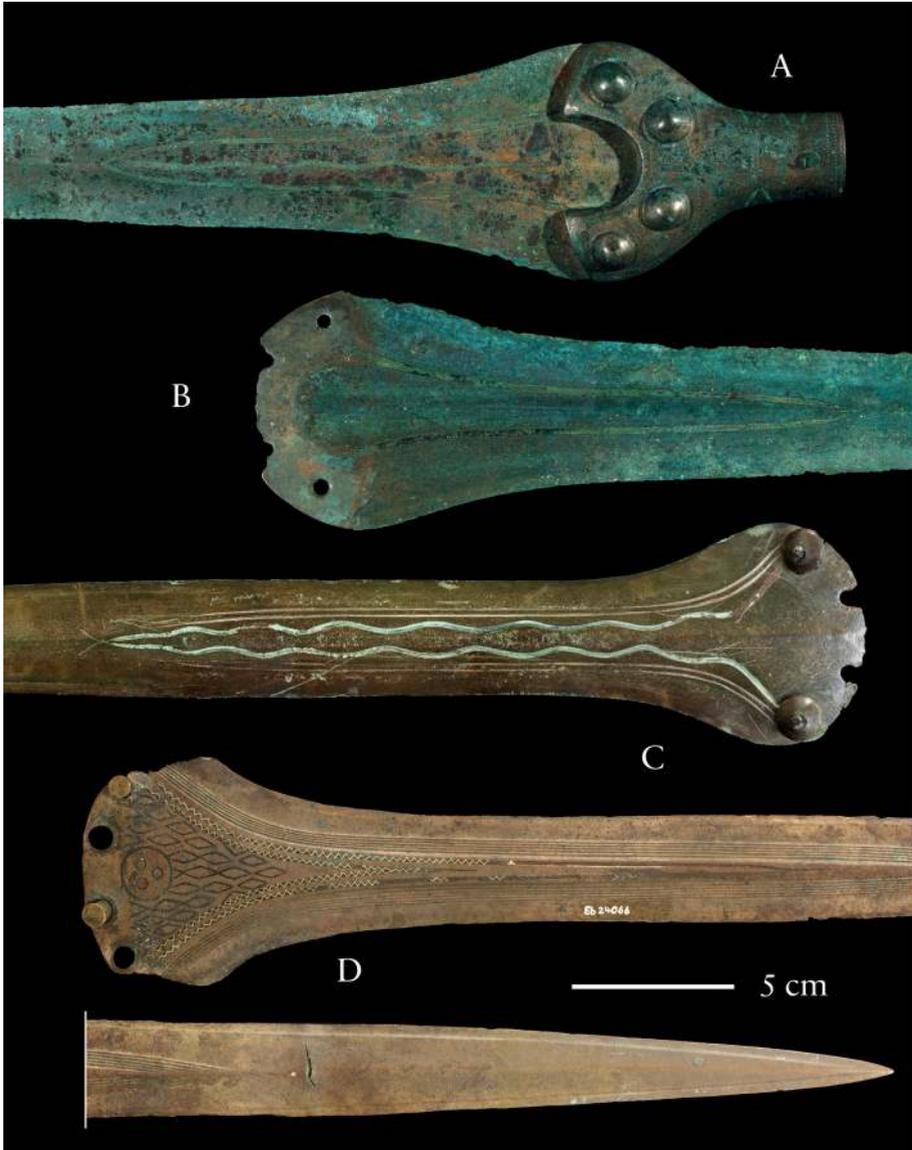


Abb. 3 Vorderseiten von vier tauschierten Griffplattenschwertern aus der Frühbronzezeit bzw. aus dem Übergang zur Mittelbronzezeit nördlich der Alpen. A und B: Nebra, Burgenlandkreis (Sachsen-Anhalt); C: Vreta Kloster, Östergötland (Schweden); D: „Marais de Nantes“, Dép. Loire-Atlantique (Frankreich).



Abb. 4 Doppelt mit Kupfer und Elektrum tauschiertes Randleistenbeil aus Thun-Renzenbühl, Kanton Bern (Schweiz). Datierung: 2000–1750 v. Chr., Länge: 241 mm.

Doppeltauschierungen bleiben nördlich der Alpen im Gegensatz zu den einfach ausgeführten Flachtauschierungen auch in der Folge Ausnahmereisnerungen. Lediglich das bereits angesprochene Griffplattenschwert aus der Nähe von Nantes, das auf seiner Klinge und Heftplatte in schmale Buntmetallstreifen eingebettete Golddrähte besitzt, weist dieselbe Materialkombination und Einlegetechnik auf (Abb. 3D). Das Stück stammt nach Angaben seines damaligen Besitzers aus einer nicht näher benannten Sumpffregion bei Nantes (Dép. Loire-Atlantique), was die 1984 von Peter Schauer erstmals benutzte Fundortangabe „Marais de Nantes“¹⁸ impliziert (marais [franz.]: Sumpf, Moor).¹⁹ Zum genauen Fundjahr liegen offenbar keine Informationen vor. Die Entstehung des Stückes ist indessen etwas später anzusetzen als die der anderen drei Schwerter und dürfte bereits in die Frühphase der französischen (*Bronze moyen I* bzw. Stufe Tréboul-Saint-Brandan) bzw. der britischen (Stufe Acton Park I) Mittelbronzezeit fallen. Zumindest ist das aus der Datierung west- und nordwesteuropäischer Vergleichsstücke (Schwerter vom Typ Tréboul-Saint-Brandan und ihre Varianten in Großbritannien), deren Verbreitung unter anderem von Peter Schauer kartiert wurde, zu schließen.²⁰ Demnach sollte man die Fertigung des Schwertes aus Nantes, die man mit Sicherheit in Nordwestfrankreich oder Südengland zu suchen hat, irgendwann nach 1600 v. Chr., vermutlich zwischen 1550 und 1450 v. Chr., datieren. Dagegen dürfte es sich bei einem weiteren Fund aus Frankreich, einer kleinen Dolchklinge aus einem bretonischen Grabhügel bei Priziac (Dép. Morbihan), um den bislang ältesten tauschierten Fund nördlich der Alpen handeln (Abb. 5). Sie besitzt fünf, ursprünglich wohl insgesamt acht, runde und die Klinge durchbrechende Goldeinsätze²¹. Zusammen mit einer kleinen Anzahl goldintarsierter, organischer Dolchgriffe und Dolchscheiden gehört sie der Gruppe der armoriko-

18 Schauer 1984, 175; M. Ebnöther und E. Ebnöther 1999, 169.

19 Das Schwert befindet sich heute im Museum zu Allerheiligen in Schaffhausen (Schweiz) und wird dort

als Bestandteil der Sammlung Ebnöther unter der Inv.-Nr. Eb 24066 geführt.

20 Schauer 1984, Abb. 39 und Abb. 45; Schulz 2006, 221, Abb. 12–13.

21 Briard 1975, 28; Berger 2012, Taf. 49,59.



Abb. 5 Fragmentierte Dolchklinge aus Priziac, Dép. Morbihan (Frankreich) mit ursprünglich acht die Klinge durchbrechenden Goldeinlagen. Länge: 97 mm.

britischen Dolche A und B bzw. den Dolchen der Arten Loucé/Roumédon und Trévérec an, die zwischen 1950–1750 v. Chr. datieren.²²

3 Das Bronzeschwert aus den „Marais de Nantes“

3.1 Gestaltung und Verzierung

Das Griffplattenschwert aus Nantes ist nahezu vollständig erhalten und misst in seiner Länge 454 mm. Die Heftplatte ist an ihrer breitesten Stelle 64 mm breit und hat eine

²² Gerloff 1975; Gallay 1981.

annähernd trapezoide Form mit leicht gewölbter Oberseite. Hierin wird die ferne Verwandtschaft des Schwertes mit den mittel- und nordeuropäischen Kurzschwertern vom Typ Wohlde sichtbar, was auch die fast geraden, im unteren Teil der Klinge nur leicht geschwungenen Schneiden belegen (Abb. 3D). Die Klingenträger sind zudem wie bei den Wohlde Kurzschwertern deutlich von der gewölbten Mittelrippe abgesetzt.²³ Durch ehemals vier Pflockniete, die in ihrer Anzahl ebenfalls dem Wohlde Typ bzw. dem von Friedrich Laux definierten Typ Harburg folgen,²⁴ war die Klinge ursprünglich mit einem Griff verbunden, der vermutlich komplett aus organischem Material bestand. Zwei der vier Niete sowie der Griff fehlen heute. Dennoch lässt sich aus der fast linearen Lage der Niete und Nietlöcher sowie der Anordnung der Klingerverzierung ein allenfalls schwach gewölbter Griffabschluss rekonstruieren, so dass die Handhabe den Bronze-griffen an den von Peter Schauer²⁵ mit dem Schwert aus Nantes in Zusammenhang gebrachten Vollgriffschwertern des Typs Tréboul-Saint-Brandan recht ähnlich gewesen sein dürfte. Die Kontaktzone zwischen Heftplatte und Griff war dabei mit maximal 15 mm recht schmal, weshalb die Stabilität der Verbindung trotz der wuchtigen Niete sehr begrenzt war. Es ist daher zu bezweifeln, dass das Schwert für den Einsatz im Kampf hergestellt wurde, da die beim Zusteichen und Herausziehen auf diese Schwachstelle wirkenden Hebel- und Scherkräfte zwangsläufig zum Versagen der Verbindung geführt hätten. Höchstwahrscheinlich hängt das Fehlen der zwei Niete aus diesem Grund nicht mit Kampfhandlungen zusammen, sondern resultiert aus einer intentionellen Beschädigung, infolge derer auch ein langer Riss im unteren Teil der Klinge entstand (vgl. Abb. 3D). Er ist auf massive Biegung in Gegenrichtung und im Endeffekt das Zerreißen des Metalls zurückzuführen.²⁶ Dass die heute gerade Klinge jedoch bereits in der Bronzezeit zurückgeformt wurde, wie Schauer glaubt,²⁷ ist indessen wenig plausibel, zumal es sich um einen Opferfund zu handeln scheint, den man nach der Entweihung und vor seiner Niederlegung sicherlich nicht wieder reaktiviert hätte. Vermutlich muss man die Rückformung deshalb nach seiner Bergung, etwa durch den Kunsthändler, von dem das Stück erworben wurde, annehmen.

23 Hachmann 1957, 33, Taf. 41–42.

24 Laux 2009, 40–43.

25 Schauer 1984, 175–180.

26 Andere Beschädigungen des Schwertes, wie die Schrammen auf der Mittelrippe und die Dellen an

den Schneiden, könnten dagegen nach Meinung von Ernst Foltz von der Bergung stammen (Aussage vom 18.01.1984 im Restaurierungsbericht des RGZM Mainz, Werkblattnummer 83/359).

27 Schauer 1984, 175.

Stelle	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Quelle
Klinge	0,07	-	-	96	0,2	0,14	-	3,8	-	-	-	-	Schwab – Ullén – Wunderlich 2010, Table 2
schwarze Einlage	0,4	0,05	0,07	98	-	0,18	0,1	0,12	0,11	0,3	0,08	0,02	Schwab – Ullén – Wunderlich 2010, Table 2
schwarze Einlage	0,14 ± 0,6	-	-	98,92 ± 0,1	0,13 ± 1,5	-	-	-	0,28 ± 1,5	-	-	-	unpublizierter Bericht Schweizerisches Nationalmuseum
goldene Einlage	0,41 ± 0,8	-	-	2,24 ± 0,3	-	-	-	0,51 ± 2	-	96,58 ± 0,15	-	-	unpublizierter Bericht Schweizerisches Nationalmuseum

Tab. 1 Analysedaten der chemischen Untersuchung der Metallkomponenten am Schwert aus Nantes, angegeben in Masseprozent. Die Analysen des Schweizerischen Nationalmuseums Zürich wurden mit einem μ -Röntgenfluoreszenzspektrometer (μ -EDRFA), die übrigen von Schwab, Ullén und Wunderlich 2010 mittels makroskopischer Röntgenfluoreszenzanalyse (EDRFA) durchgeführt. Bei stark fehlerbehafteten Konzentrationen sind die entsprechenden Elemente praktisch nicht nachweisbar.

Mit Ausnahme des schneidenparallelen, lanzettförmigen Ornamentes, bestehend aus fünf mitgegossenen Rillen auf beiden Klingenseiten, hebt sich das Schwert aus Nantes durch seine auffälligen und einzigartig gestalteten Tauschierungen von nahestehenden Schwertern West- und Nordwesteuropas ab.²⁸ Nach innen grenzen die Rillenbündel jeweils an eine Doppelanordnung von ebenfalls lanzettartig geformten Kanälen, welche jedoch mit 1–1,2 mm breiten und etwas mehr als 0,5 mm starken Metallstreifen tauschiert sind. Elementaranalysen zufolge besteht das dort hineingetriebene Metall aus unlegiertem Kupfer, in das man wiederum noch dünnere Drähte aus silberfreiem Gold in Form von Zickzack-Mustern eingesetzt hat (Tab. 1). Damit entspricht die Verzierung einer Doppeltauschierung der Art des Beiles aus Thun-Renzenbühl und den mykenischen Tauschierarbeiten. Allerdings sind die Metalleinlagen an einigen Stellen des Schwertes von Nantes aus den Kanälen herausgefallen bzw. -gerissen, wodurch – anders als beim Schweizer Beil – der Querschnitt und die Tiefe der Kanäle gut zu sehen sind.²⁹

Zusätzlich zu den streifenförmigen Doppeltauschierungen ist der Raum auf der Heftplatte dazwischen flächendeckend mit tauschierten und ungefüllten Rautenmustern dekoriert. Die Breite der Kanäle schwankt hier zwischen 0,5 und 0,7 mm. Auf der Mittelachse wird das auf beiden Seiten nahezu deckungsgleiche Arrangement an Rauten zudem durch drei fast gleich große, ebenfalls tauschierte Ringe bekrönt, denen jeweils ein größerer Ring umschrieben ist. Deren Kanalbreiten sind denen der Rauten vergleichbar. Nach Schauer scheint es sich bei diesem zentralen Ringmuster um ein Motiv mit besonderer Bedeutung zu handeln,³⁰ zumal es nicht nur hier, sondern in leicht abgewandelter Form auch an den Griffen mehrerer Schwerter des Typs Tréboul-Saint-Brandan auftaucht. Möglicherweise waren die dort stets den Griff durchbrechenden Aussparungen ursprünglich ebenfalls mit kontrastierenden Materialien, beispielsweise Metall, gefüllt.³¹ Ungeachtet ihres ikonographischen Sinngehalts dürfte es sich bei den durchweg vollständig erhaltenen, ring- und rautenförmigen Einlagen am Schwert aus Nantes gleichermaßen um Kupfer handeln. Diese Vermutung ist jedoch bislang nicht durch Metallanalysen zu untermauern und lässt sich daher nur von der vergleichbar dunkel gefärbten Korrosionsschicht der eingelegten Partien ableiten. Die Schicht ist offenbar bei der Bergung vorhanden gewesen und daher als original anzusehen. Man wird sie allerdings – nicht wie ursprünglich gedacht – mit einer künstlichen Korrosionsbehandlung (Patinierung) zum Zweck der Kontraststeigerung zwischen den Me-

28 Vergleichbare Linienbündelverzierungen finden sich an vielen Vertretern der Tréboul-Saint-Brandan-Schwerter sowie nahestehenden Klingen aus Großbritannien; vgl. Briard 1966, Abb. 26,3 und 33,1, Burgess und Gerloff 1981, Kat.-Nr. 25 und 35, Galley 1981, Kat.-Nr. 545 und 547.

29 Ein Teil der Tauschierungen wurde offensichtlich bei der Bergung aus den Kanälen gehoben und teilweise abgerissen, am RGZM Mainz später jedoch zurück gebogen und geklebt.

30 Schauer 1984, 175–180.

31 Schauer 1972, 18.

tallpartien in Verbindung bringen können, da die Patina bei der Auffindung über die Goldtauschierungen gewachsen war.³²

3.2 Betrachtung der Tauschertechnik

Dank der ansonsten geringfügigen Korrosion (Gewässerpatina) und vollständigen Erhaltung des Schwertes ist seine Herstellung, vor allem aber die Vorgehensweise bei der Tauschierung minutiös nachzuvollziehen. So muss die Klinge in einer verlorenen oder zweiteiligen Form aus Lehm gegossen worden sein, an der alle lanzettförmigen Rillen, eingeschlossen der für die Doppeltauschierungen, bereits als Negative konzipiert waren. Sie sind derart sauber und fehlerfrei gearbeitet, wie man es durch nachträgliches Einarbeiten mit Schrotpunzen (Ziselierung) kaum erreicht hätte.³³ Zudem ist an den freiliegenden Stellen der Tauschierkanäle ein rechteckiger Querschnitt mit leicht gerundetem Boden zu erkennen, der charakteristisch für Abgüsse in Zinnbronze ist.³⁴ Die Ausnahme bildet ein kurzer Bereich der Tauschierkanäle auf der Klingenvorderseite, wo auf dem Boden unregelmäßige Schlagmarken von Schrotpunzen zu erkennen sind (Abb. 6). Weil aber offensichtlich nur dieser lokal eng begrenzte Kanalbereich betroffen ist, wird man hierin kaum eine intentionelle ‚Aufrauung‘ zu sehen haben, die an anderen Tauschierarbeiten oftmals als Fixierungshilfe fungierte.³⁵

Auch wenn die langen Tauschierkanäle damit offenkundig mitgegossen worden sind, so müssen von dieser Feststellung jedoch jeweils ihre Spitzen ausgenommen werden. Dort verjüngt sich die Kanalbreite derart stark, dass ein sauberes Mitgießen durch Verwendung einer mit 3,8 Masse-% überraschend niedrig legierten Zinnbronze unmöglich war (s. Tab. 1).³⁶ Deshalb wurden die Kanäle nur bis etwa einen Zentimeter vor Ende mit dem Guss ausgeführt und die Spitzen später durch Ziselierung eingearbeitet. Kleine Absätze an den Kanalrändern sind als Folge dieses Arbeitsschrittes mit Schrotpunzen zu werten (Abb. 7).

Mithilfe verschiedener Schrotpunzen hat man auch die zahlreichen Rauten und Ringe auf beiden Seiten der Heftplatte ziseliert. Darauf weisen bei den Rauten nicht nur vergleichbare Absätze an den Kanalrändern, sondern auch in der Dicke variierende sowie zum Teil zu weit gezogene Rillen hin (Abb. 8). Außerdem verjüngen sich die Vertiefungen oftmals in Richtung der Rautenspitzen deutlich, was charakteristisch für die Arbeit mit meißelartigen Schrotpunzen ist und in dieser Weise auch an den Schwertern

32 Das geht aus dem Restaurierungsbericht des RGZM Mainz, Werkblattnummer 83/359, hervor.

33 Wrobel Nørgaard 2015.

34 Berger 2012.

35 Vgl. weiter unten das Schwert aus Vreta Kloster; Berger 2014.

36 Zinnbronzen ohne Blei zeichnen sich durch eine nur mäßige Fließfähigkeit und Abbildungstreue aus. Aufschlussreiche Versuche dazu führte unter anderem Amendola 2010 durch.

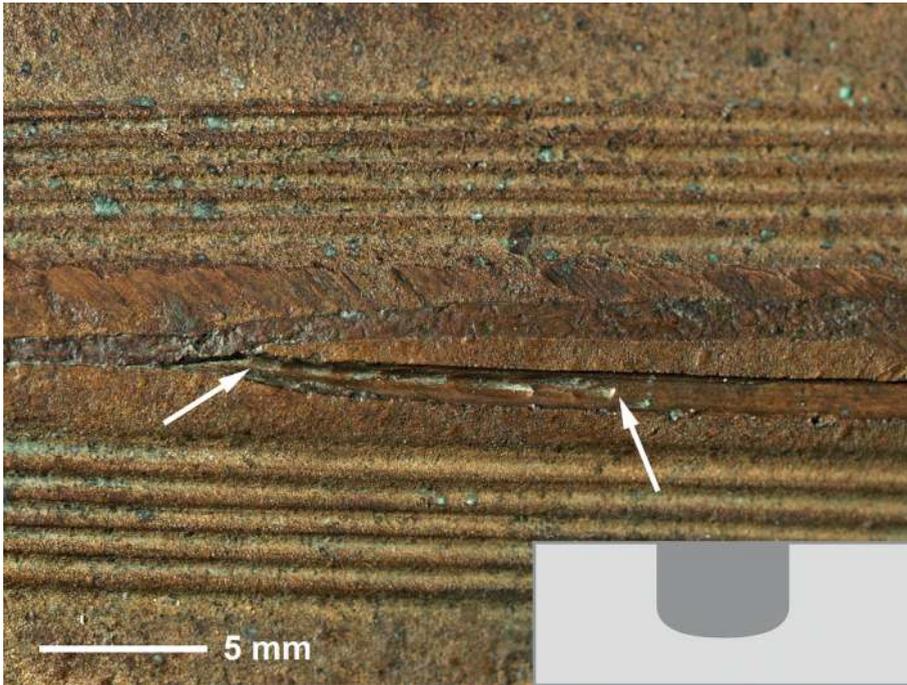


Abb. 6 Detailphoto und schematischer Querschnitt der teilweise offen liegenden Tauschierkanäle am Schwert aus Nantes. Die Pfeile markieren den Verlauf der durch Punzen verursachten Einschläge auf dem Kanalboden.

aus Nebra beobachtet werden kann (Abb. 9).³⁷ An den Ringen zeigt sich die Ziselierung dagegen durch eine schwache polygonale Form, die vom Einsatz gerader, aber schmaler Punzen herrührt. Trotz dieser Beobachtungen ist aber nicht generell auszuschließen, dass sowohl die Ringe als auch die Rauten schon am Wachs- oder Holzmodell der Klinge angedeutet waren, denn ihre Anordnung wirkt auf beiden Seiten insgesamt sehr ausgegogen und ist zudem fast deckungsgleich. Im oberen Bereich, entlang des ehemaligen Heftabschlusses, wird darüber hinaus die rationelle Vorgehensweise des Handwerkers bei diesen Arbeiten ersichtlich: Später durch den Griff verdeckte Ornamente hat er bewusst nur bis zur Hälfte ausgeführt, um damit einerseits Zeit, andererseits Material zu sparen.

Durch andere fertigungsbedingte Werkspuren ist des Weiteren eine Rekonstruktion des sequentiellen Arbeitsablaufes der zuvor genannten Schritte sowie des gesamten Tauschierprozesses möglich. So belegen nach innen gerichtete Ausbuchtungen an den Rändern der äußeren Tauschierkanäle, dass sie kaum vor der Ziselierung der Rauten mit

37 Berger, Schwab und Wunderlich 2010.

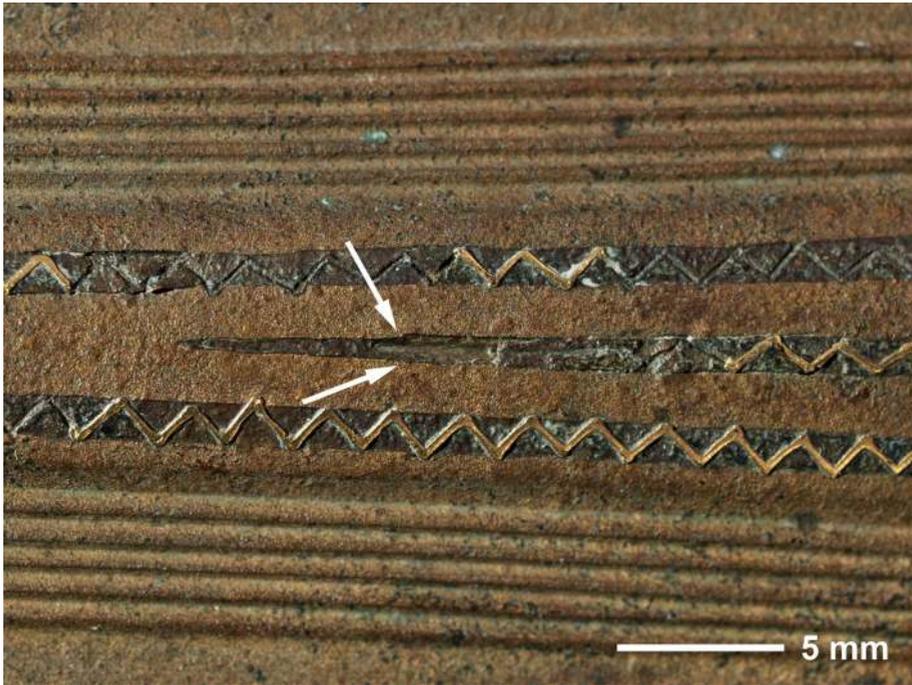


Abb. 7 Absätze bzw. Grate an den Spitzen der lanzettförmigen Tauschierkanäle am Schwert aus Nantes (Pfeile). Die Grate stammen von der Verwendung von Schrotpunzen.

Kupfer gefüllt gewesen sein können (Abb. 8). Anderenfalls sollten die markanten Wölbungen, die eindeutig aus der Verdrängung der Bronze beim Schlagprozess der Vierecke resultieren, nicht in dieser Intensität auftreten. Die Rauten hat man ihrerseits erst nach Ausarbeitung der Ringornamente fertiggestellt, da einige von ihnen aufgrund der Positionierung der Ringe nur teilweise ausgestaltet werden konnten. Schwache, ebenfalls der Metallverdrängung geschuldete Grate an der Mündung der Rauten in Richtung der Ringe dürfen als Indiz für dieses Vorgehen gelten.

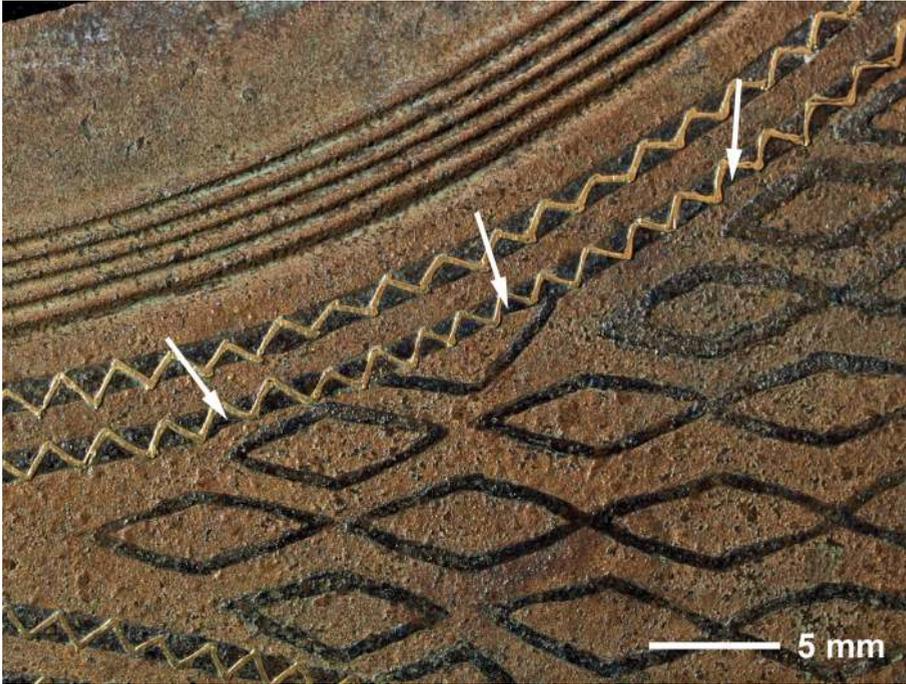


Abb. 8 Ausbuchtungen an den Innenseiten der gleichen Kanäle im Bereich der Heftplatte (Pfeile) am Schwert aus Nantes, die durch Metallverdrängung infolge des Ziselierens der rautenförmigen Vertiefungen verursacht wurden.

Nach den geschilderten Beobachtungen scheint man also zunächst alle Tauschierkanäle gefertigt zu haben, bevor man mit der Tauschierung der Kupferstreifen begann. Zweckmäßigerweise wurden die Metalleinlagen vorab grob in Länge und Querschnitt den Vertiefungen angepasst, wobei dem Schmieden unbedingt eine Entspannung des Metalls durch Weichglühen folgen musste. Ohne diesen notwendigen metallurgischen Arbeitsschritt wäre eine nachhaltige Verkeilung des Kupfers nahezu unmöglich gewesen, da es beim Tauschieren aufgrund seiner starken Verfestigung nicht ausreichend hätte verformt werden können. Gerade bei den Rauten und Ringen war eine gute Verformung der Einlagen jedoch zwingend, zumal das dort mutmaßlich vorhandene dreieckige bzw. konische Kanalprofil einen dauerhaften Halt nur bei perfekter Anpassung des Kupfers an das Profil sowie einen stärkeren Druck gegen die schrägen Ränder und damit eine größere Reibung entlang der Kanalflächen gestattete.³⁸ Im Gegensatz dazu

38 Zwar ist der Kanalquerschnitt durch die vollständige Erhaltung der Tauschierungen an keiner Stelle der Rauten und Kreise zu erkennen, andere Funde mit auf dieselbe Weise hergestellten Vertiefungen

zeigen jedoch durchweg dreieckige bis konische Profile. Neben einer guten Anpassung des Dekormetalls an das Profil waren bei solchen Querschnitt

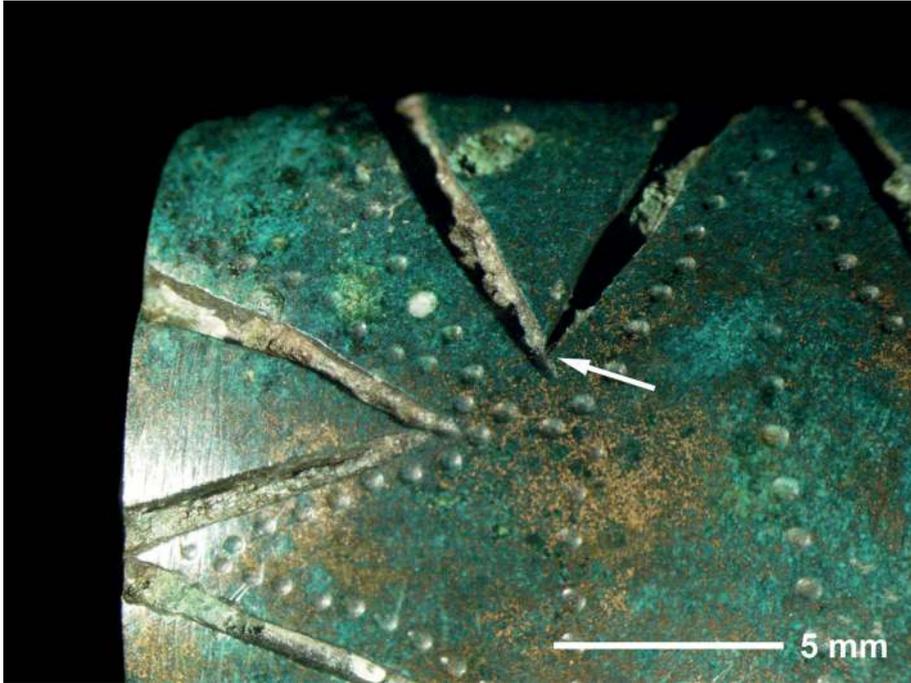


Abb. 9 Zu Dreiecken angeordnete Tauschierkanäle auf dem Griff eines der beiden Schwerter aus dem Hortfund von Nebra, die durch Ziselierung mit Schrotpunzen entstanden sind. Charakteristisch ist die Verjüngung der Kanäle zu den Spitzen hin (Pfeil).

ließ der rechteckige Querschnitt der Lanzettornamente dem Handwerker deutlich mehr Spielraum, da es vergleichsweise einfach war, dort Metalleinlagen zu fixieren.³⁹ Für den Tauschiervorgang benutzte man neben einem kleinen Hammer indessen hier wie auch dort vermutlich zusätzlich eine Planierpunze mit flacher Bahn, um durch gleichmäßige Kräfteverteilung Spannungsunterschiede im Kupfer gezielt auszugleichen. Erst daran dürfte sich das Planschleifen der Oberflächen angeschlossen haben, um die Niveaus von Grund- und Dekormetall zu egalisieren und sie gleichzeitig für die anschließende Tauschierung der Golddrähte vorzubereiten.

Wie oben bereits erwähnt, enthalten die für die Doppeltauschierungen verwendeten, maximal 0,3 mm breiten Golddrähte bis auf etwas Kupfer (2,2 Masse-%) und möglicherweise Zinn (0,5 Masse-%) keine Legierungselemente. Da die Gehalte diejenige

ten v. a. der Öffnungswinkel und die Rauigkeit der Kanalränder entscheidend für einen dauerhaften Halt.

³⁹ Zur näheren Erklärung der Haftung von Metalleinlagen in Kanälen s. Berger 2012, 68–72, Abb. 58.

der meisten natürlichen Goldvorkommen deutlich übersteigen, könnte die Anwesenheit beider Bestandteile durchaus eine bewusste Legierung des Goldes mit Zinnbronze schroten andeuten, vielleicht – wenn auch im Rahmen der Tauschierung wenig sinnvoll – mit der Absicht, das weiche Edelmetall zu härten. Ohne weitere Analysen ist wegen der hohen Messunsicherheit des Zinnwertes darüber jedoch nicht abschließend zu urteilen (vgl. Tab. 1). Genauso wenig ist klar, ob es sich bei dem Rohmaterial für die Drahttauschierungen um in der Natur silberfrei vorkommendes oder um raffiniertes Gold (entsilbertes) gehandelt hat. Denn für die Goldanalysen am Schweizerischen Nationalmuseum Zürich wurde ein μ -Röntgenfluoreszenzspektrometer verwendet, das mit einer Rhodium-Röntgenröhre zur Anregung arbeitet.⁴⁰ Da es abhängig von der Oberflächenbeschaffenheit der analysierten Stellen unter Umständen zu Signalüberlagerungen von gestreuter Primärrhodiumstrahlung der Röhre und der von der Probe ausgesandten Röntgenstrahlung kommen kann, ist wahrscheinlich, dass ein geringer Silbergehalt bei den völlig zerstörungsfreien Analysen untergegangen ist bzw. nicht quantifizierbar war.⁴¹ Das hier augenscheinlich silberfreie Gold könnte demnach doch einige Prozent Silber enthalten. Diesem fraglichen Punkt müsste durch erneute Messung, möglichst mit empfindlicheren Messmethoden, nachgegangen werden, zumal ein Nachweis der Goldraffination für diese Zeitstellung allemal bedeutsam wäre. Bislang sind nur wenige frühe Funde aus fast reinem Gold außerhalb Griechenlands und des Vorderen Orients bekannt geworden, bei denen eine intentionelle Entsilberung überhaupt in Betracht kommt.⁴² Die Möglichkeit einer so frühen Goldraffination ist allerdings strittig, da mit einer Entwicklung des sogenannten Zementationsverfahrens zur Gold-Silberscheidung nicht vor der 2. Hälfte des 1. Jahrtausend v. Chr. gerechnet wird. Craddock schließt eine frühere Nutzung aber immerhin nicht prinzipiell aus, da die technischen Voraussetzungen für das Verfahren schon zeitig vorhanden gewesen sind.⁴³

Abgesehen von der Frage der Goldraffination sind auch die Golddrähte selbst und deren Herstellungstechnik bemerkenswert. Derart dünne Drähte sind mit Ausnahme einer Reihe frühbronzezeitlicher Dolchgriffe aus der Bretagne und der Wessex-Kultur⁴⁴ ansonsten nur von ostmediterranen Artefakten bekannt.⁴⁵ Nördlich der Alpen, aber

40 Benutztes Gerät: Eagle III XXL, Fa. Roentgenanalytik Systeme GmbH & Co. KG.

41 In Diagramm 4 des Analyseberichts Nr. 05.101 des Schweizerischen Nationalmuseums ist bei 2,98 keV ein schwacher Peak vorhanden, der die Anwesenheit von Silber im Gold nahelegt, teilweise aber mit den Rhodiumpeaks (L-Serie) überlappt. Durch die verwendete Anregungsspannung von 20 kV wurden die K-Linien mutmaßlich vorhandenen Silbers nicht

angeregt, sodass keine Quantifizierung des Silbergehaltes möglich war.

42 Hartmann 1982, 16–17, 34–35; Nicolini 1990, 39–40, Anm. 124); Ein nicht zweifelsfrei als authentisch anzusehender Goldfundkomplex aus Bernstorff, Lkr. Freising, wird von Gebhard 1999, von Gebhard, Krause und Röpke 2014 sowie von Pernicka 2014 besprochen.

43 Craddock 2000, 31–32.

44 Gallay 1981, 107–108; Eluère 1983, 85.

45 Persson 1931, Fig. 37–38; Müller 1987, Frontispiz.

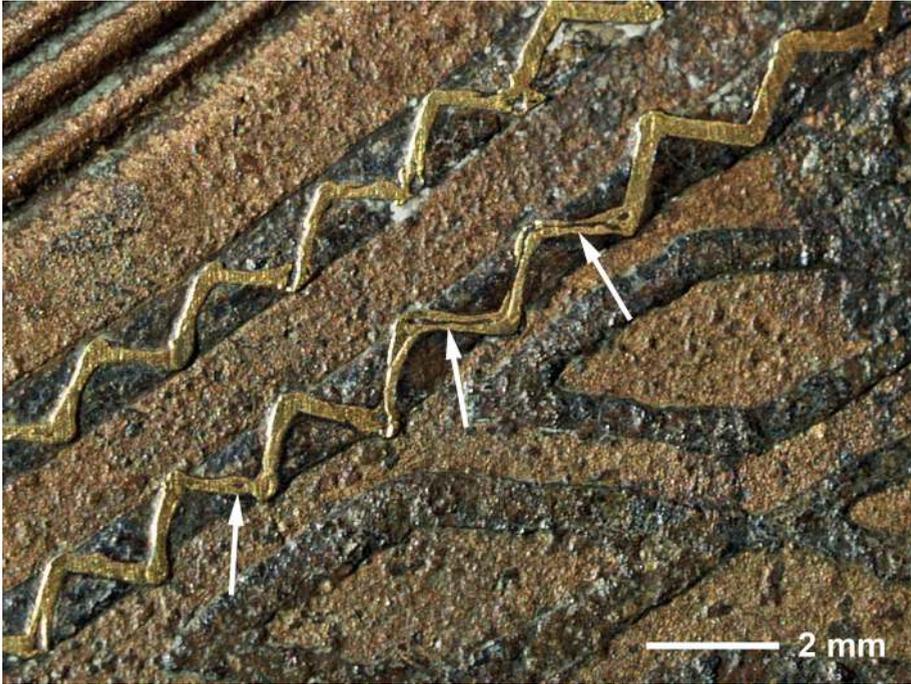


Abb. 10 Fehlstellen im Inneren der filigranen Golddrähte des Schwertes aus Nantes (Pfeile). Sie belegen eindeutig eine Fertigung der Drähte aus schmalen Blechstreifen.

auch im südwestlichen und östlichen Europa spielten sie hingegen bis in die frühe Eisenzeit hinein praktisch keine Rolle.⁴⁶ Ein wesentlicher Grund hierfür könnte technologischer Natur gewesen sein: Aufgrund des geringen Durchmessers waren solche filigranen Runddrähte nicht mehr aus dickeren Drähten durch einfaches Schmieden zu erzielen, sondern mussten entweder aus dünnen Blechstreifen gezogen bzw. gewickelt oder durch Verdrillen bzw. Rollen feiner Vierkantdrähte hergestellt werden.⁴⁷ Handwerklich ist das bedeutend schwieriger zu bewerkstelligen als die Schmiedevariante. Das Schwert aus Nantes stellt allein deswegen einen eindrucksvollen Beleg besonderer handwerklicher Fertigkeiten in der beginnenden mittleren Bronzezeit dar. Die an mehreren Stellen im Kern der Drähte vorhandenen Hohlräume (Abb. 10) bestätigen hierbei eindeutig, dass man sie entsprechend Abb. 11 aus schmalen Blechstreifen gefertigt hat, denn nur so lassen sich die Fehlstellen am Draht plausibel erklären. Vermutlich ist das französische Schwert damit als frühester Nachweis von Golddrähten zu werten, die nördlich der Alpen auf diese Art hergestellt wurden, zumal die Runddrähte an den deutlich äl-

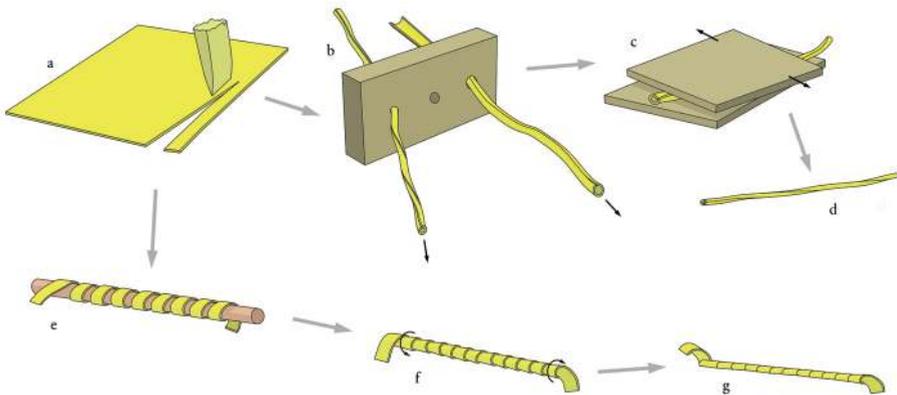


Abb. 11 Zwei mögliche Herstellungsszenarien für hohle Golddrähte. 1. Variante (Streifen-Ziehen): Nach Abtrennen eines schmalen Abschnittes von einem größeren Blech (a) wird der Streifen leicht gebogen und sukzessive durch unterschiedlich große Löcher einer Lochplatte gezogen (b). Dadurch überlappen die Blechkanten zunehmend; es entstehen hohle Röhrchen. In einem weiteren Schritt kann der Draht bei Bedarf zwischen zwei Platten verdichtet werden (c), was zu einem kompakten Draht, möglicherweise mit nur geringen Hohlräumen führt (d). 2. Variante (Streifen-Drehen): Ein analoger Blechstreifen wird spiralförmig auf einen Kern aufgewickelt (e). Daraufhin wird der Kern entfernt und der lockere Draht durch gegenläufiges Verdrillen verdichtet (f), bis am Ende ein kompakter, aber hohler Draht mit spiralförmig umlaufender Rille vorliegt (g).

teren Dolchgriffen aus England und Frankreich offenbar durch Tordieren vierkantiger Blechabschnitte entstanden sind.⁴⁸

An den Doppeltauschierungen am Schwert aus Nantes bilden die goldenen Drähte, wie gesehen, Zickzack-Muster, bei denen unzählige Drahtsegmente aneinandergereiht sind. Es ist wohl auszuschließen, dass dieses Ornament dadurch zustande gekommen ist, indem ein längerer Draht zunächst in gleichmäßige, kürzere Stücke geschnitten und jeder Abschnitt anschließend separat eingesetzt wurde. Dazu sind die höchstens 2 mm in der Länge und nur 0,2–0,3 mm im Durchmesser messenden Drahtstücke viel zu schwer zu handhaben, selbst wenn man die Verwendung einer Art Pinzette voraussetzt. Auch ist kaum vorstellbar, dass der Handwerker die Drähte direkt mit einem Hammer einschlug,

46 Armbruster 2000, 105.

47 Oddy 1977; Ogden 1991; Armbruster 2000, 103–106. Für die Vorgeschichte werden insgesamt vier verschiedene Herstellungsmethoden von Drähten rekonstruiert, von denen das Drahtschmieden das bei weitem häufigste Verfahren war. Damit lassen sich jedoch keine Drähte mit Durchmessern unter einem Millimeter herstellen. Dünnere Drähte hat man deshalb entweder durch Tordieren von schmalen Blechabschnitten oder durch Ziehen bzw. Wickeln von Blechstreifen gefertigt. Die Herstellung

von hohlen Drähten aus Blechstreifen durch Ziehen mit einer Lochplatte wird von Foltz 1979, 216 allerdings bezweifelt, da sie sich angeblich von selbst wieder aufdrehen. Oddy 1977 konnte experimentell aber die Brauchbarkeit dieser Methode unter Beweis stellen. Das Ziehen massiver Drähte mit entsprechend fein abgestuften „Zieheisen“ wird dagegen aufgrund fehlender Nachweise für die prähistorische Zeit allgemein abgelehnt (Oddy 1977; Foltz 1979, 216; Ogden 1991; Armbruster 2000, 106).

48 Eluère 1983, 85.

so wie es bei breiten Metalleinlagen durchaus üblich gewesen ist. Hierbei bestand die Gefahr, dass bereits eingesetzte Drähte durch die Schläge wieder ausbrechen oder die vorbereiteten Kanäle zu stark abgeflacht werden. Daher wird man für die Einlegearbeit am ehesten Flachpunzen mit kleinflächiger Bahn als Werkzeuge annehmen dürfen, mit denen der Golddraht kontinuierlich durch indirekte Hammerschläge und punktuelle Kraftausübung in die vorher ziselierten Rillen eingepasst werden konnte. Möglicherweise wurden die Drähte aber alternativ auch mit einer eher spitz zulaufenden Punze in die schmalen Rillen gepresst, wie man es zum Beispiel noch heute in Indien bei der sogenannten Koftgari-Technik praktiziert.⁴⁹ Dabei wird der lange Draht mit einer Hand geführt und ohne Absetzen des Werkzeuges vorangetrieben und erst im Bedarfsfall, d. h. bei Richtungswechseln oder Absätzen der Kanäle, an der Kante der Punze abgebrochen. Hierdurch lässt sich der gesamte Prozess bei gleichem Ergebnis deutlich besser handhaben und die Arbeitszeit zudem erheblich reduzieren. Allerdings erhielten die winzigen Drahtsegmente, gleichwohl ob diese oder die andere Methode zum Einsatz kam, in den im Querschnitt gerundeten bis konischen Rillen vor allem durch die Verbindung ihrer Enden mit benachbarten Drahtabschnitten Stabilität. Die Kanäle selbst werden ihrerseits allenfalls durch beim Ziselieren entstandene Unregelmäßigkeiten zur Haftung beitragen haben.

Als abschließenden Bearbeitungsschritt hat der Handwerker die Tauschierungen mit Sicherheit erneut überschleift oder poliert, um die Oberflächen der Einlagen und des Trägermetalls zu egalisieren. Jedoch ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob die noch heute sichtbaren, regelmäßigen Kratzer auf den Goldeinlagen (vgl. Abb. 10) rezenten oder prähistorischen Ursprungs sind. Letztlich ist dies für die Interpretation aber von untergeordneter Relevanz. Wichtiger ist dagegen der Umstand, dass der Handwerker durch die Politur unbeabsichtigt die partielle Freilegung des hohlen Drahtinneren bewirkte, die heute die Rekonstruktion seiner Herstellung erlaubt. Nicht mehr zu erschließen sein wird stattdessen eine künstliche Färbebehandlung des Schwertes, von der man angesichts geringer Farbkontraste der Metalle wohl ausgehen darf. Dazu sind gerade die kupfernen Einlagen zu stark durch Korrosion beeinträchtigt. Möglichkeiten zur selektiven Patinierung standen in der Bronzezeit allemal zur Verfügung.⁵⁰

4 Das Schwert aus den „Marais de Nantes“ im Vergleich zu den frühbronzezeitlichen Tauschierarbeiten

Die Untersuchung des Schwertes aus Nantes lässt in der Gesamtschau eindrucksvoll und detailliert jeden einzelnen Verfahrensschritt der Metalleinlegearbeit (*chaîne opératoire*)

49 Rawson 1968; Bauer und Sauter 1971; Wolters 2006.

50 Berger 2012, 104–158.



Abb. 12 Nachträglich ziselierte Rille im gegossenen Tauschierkanal am Schwert aus Vreta Kloster, Östergötland (Schweden).

toire) nachvollziehen. Allerdings ist die Vorgehensweise bei der Anfertigung der Vertiefungen sowie beim Tauschieren selbst weit weniger außergewöhnlich als die Technik der Doppeltauschierung an sich. So hat man die 1,5 bis fast 2 mm breiten und etwa 1 mm tiefen Kanäle an den Schwertern aus Nebra und Vreta Kloster zuvor ebenfalls an Wachs- oder Holzmodellen angelegt und später mitgegossen. Nur die spitzen Kanalausläufe hat man hier, wie beim französischen Schwert auch, mit Schrotpunzen fertiggestellt. Beim Stück aus Vreta Kloster ist in der Mitte der Tauschierkanäle zwar zusätzlich eine schmale, einziselierte Rille zur besseren Fixierung vorhanden (Abb. 12), doch abgesehen davon gleichen sich die Funde ansonsten weitgehend. Auffällig ist dabei auch, dass die recht breiten Kanäle an allen vier Griffplattenschwertern lanzettartig geformte Ornamente bilden, die sich, ausgehend von der Heftplatte, entlang der Mittelrippe in Richtung Klingenspitze ziehen (vgl. Abb. 3). Trotzdem finden sich an jedem Stück stilistische Eigenheiten der Dekorationen.

Schmalere Kanäle an den Halbschalengriffen der beiden Schwerter aus dem Nebra-Hort hat man ebenfalls mit meißelartigen Punzen eingeschlagen. Dadurch besitzen die Vertiefungen einen typisch konischen Querschnitt und laufen zu den Enden hin

spitz zusammen (vgl. Abb. 9), was ebenso für die zentrale Rille im Kanal am schwedischen Schwert gilt. Beweggrund dafür dürfte vermutlich die schlechte Fließfähigkeit und Abbildungstreue der verwendeten Zinnbronzen sein, wodurch solch schmale Kanäle ($\leq 0,5$ mm) kaum scharf konturiert zu gießen waren (Tab. 2). Hierin gleicht die Vorgehensweise der drei Schwerter im weitesten Sinn wiederum jener des Fundstücks aus Nantes. Angesichts technischer und ferner stilistischer Parallelen ist deshalb durchaus überlegenswert, ob die Schwerter aus Nebra oder das aus Vreta Kloster die Vorlagen oder Anreize für die Tauschierung des französischen Stückes geliefert haben. Zumindest chronologisch scheint das nicht ausgeschlossen und auch in der Wahl des Dekormetalls – für alle wurde reines Kupfer verwendet (Tab. 2)⁵¹ – findet diese Ansicht Bestätigung.

Dennoch bleibt mit diesen Überlegungen der Ursprung der Idee zur Doppeltauschierung mit Kupfer- und Goldeinlagen unklar. Die nächstgelegene Parallele der Technik findet sich am Beil aus Thun-Renzenbühl, bei dem zahlreiche Rhomben aus Elektum in gleichfalls unlegiertem Kupfer sitzen (vgl. Abb. 4).⁵² Die Vertiefungen dafür hat man mit entsprechend geformten Punzen geschlagen, während die 10 mm breiten und bis zu 2,5 mm tiefen Gruben für das Buntmetall gegossen sind. Wenngleich formal abweichend, so ist jedenfalls die Einlegetechnik an beiden Fundstücken prinzipiell gleich. Allerdings verbietet sowohl die große zeitliche Entfernung als auch die unterschiedlichen Objektgattungen eine direkte Verknüpfung der Funde. Möchte man also nicht gerade eine eigenständige Entwicklung der Doppeltauschertechnik am Schwert aus Nantes postulieren, so ist entweder mit Zwischenstufen zu rechnen oder man muss die Vorbilder anderswo suchen.

In dieser Hinsicht rücken besonders die doppelt-, manchmal auch dreifach-tauschierten Dolche aus Griechenland in den Fokus. Zum einen stehen sie Schwertern typologisch weit näher als Beile, zum anderen datieren einige von ihnen ähnlich spät wie das Schwert aus Nantes.⁵³ Darüber hinaus ist lange bekannt, dass schon in der frühen Bronzezeit Kontakte zwischen Nordwesteuropa und dem Mittelmeerraum bestanden und damit die Voraussetzungen für einen Technologietransfer gegeben waren.⁵⁴ Als weitere gewichtige Argumente können überdies sowohl die feinen, gerollten Drähte als auch das mutmaßlich schwach silberhaltige Gold ins

51 Die Tauschierung am Schwert aus Vreta Kloster enthält zwar 5,5 Masse-% Zinn, dieser Wert dürfte aber mit einer Anreicherung des Schwermetalls bei der Korrosion der Einlage zu erklären sein.

52 Grolimund u. a. 2011; Berger, Hunger u. a. 2013.

53 Die ältesten tauschierten Dolche aus Griechenland gehören einem frühen Horizont der Stufe SH I (späthelladisch I) an, die meisten sind jedoch nach SH II zu datieren. Nach dem traditionellen, heute als niedrige ägäische Chronologie bezeichneten Da-

tierungsansatz beginnt SH I etwa 1600/1580 v. Chr. Legt man den durch ¹⁴C-/Dendrochronologiedaten zeitlich neu fixierten Ausbruch des Thera-Vulkans zugrunde, ergibt sich nach der so genannten hohen Chronologie mit 1720/1680 v. Chr. ein deutlich früherer Zeitansatz (Manning u. a. 2006; Jung 2010, 667). Das Datierungsproblem der ägäischen Mittel-/Spätbronzezeit ist aber noch immer nicht abschließend geklärt.

54 Jung 2010.

Feld geführt werden, die nördlich der Alpen – abgesehen von den oben erwähnten Dolchgriffen und Futteralen – in der frühen und mittleren Bronzezeit praktisch unbekannt waren, jedoch Vorbilder im östlichen Mittelmeerraum haben. Filigrane Drähte kommen dort beispielsweise an tauschierten Dolchen, Krumschwertern und anderen Objekten vor,⁵⁵ silberfreies, angeblich raffiniertes Gold ist an einem frühmykenischen Schwert aus Dendra (Griechenland) und zwei Drahringen aus Susa (Irak) ebenfalls bereits für das 2. vorchristliche Jahrtausend nachgewiesen worden.⁵⁶ Dennoch muss man eine fast silberfreie Goldscheibe der frühen Nordischen Bronzezeit aus Moordorf (Ldkr. Aurich) sowie eine Reihe silberarmer Seifengoldvorkommen nördlich der Alpen anführen, die durchaus die Möglichkeit einer lokalen Goldgewinnung und -verarbeitung eröffnen.⁵⁷ Allerdings ist bislang noch unbekannt, ob eine Ausbeutung der Vorkommen bereits in der frühen Bronzezeit stattfand und ob das Gold der Moordorfer Scheibe möglicherweise importiert ist.⁵⁸ Das wird sich – genauso wie die Herkunft des Goldes am Schwert aus Nantes – nur durch gezielte geochemische Untersuchungen klären lassen. Bis dahin scheint die Möglichkeit eines Wissens- und Materialtransfers aus dem Mittelmeerraum zumindest nicht gänzlich abwegig.

55 Papadopoulos 1998; Müller 1987; Giumlíá-Mair und Riederer 1998; vgl. auch Anm. 43.

56 Hartmann 1982 2132–3133; (Au 3249–3250).

57 Hartmann 1970, Au 1122; Schmiderer 2009.

58 Die Moordorfer Goldscheibe steht zudem momentan auf dem Prüfstand bezüglich ihrer Authentizität. Solange die Herkunft nicht abschließend geklärt ist, ist das Stück deshalb nur bedingt als Vergleich heranzuziehen.

Artefakt	Probestelle	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Quelle
Vreta Kloster	Klinge	0,15	-	0,11	90	0,1	0,14	0,015	9,1	-	-	0,01	-	Schwab – Ullén – Wunderlich 2010, Table 1
	Einlage	5,4	0,05	0,03	88	-	0,63	0,014	5,5	0,005	-	0,07	0,02	Schwab – Ullén – Wunderlich 2010, Table 1
Nebra (Schwert A)	Klinge	0,05	0,016	0,192	94	-	0,32	0,015	7,1	0,023	-	-	-	Nickel 2003, Tabelle A-4-2
Nebra (Schwert A)	Griff	0,11	0,01	0,211	89	-	0,4	-	6,7	0,034	-	-	-	Nickel 2003, Tabelle A-4-2
Nebra (Schwert B)	Klinge	0,06	0,01	0,247	93	-	0,35	0,027	8,5	0,015	0,01	-	-	Nickel 2003, Tabelle A-4-2
Nebra (Schwert B)	Griff	-	0,014	0,201	93	-	0,285	0,02	8,1	0,045	-	-	-	Nickel 2003, Tabelle A-4-2
Nebra (Schwert B)	Einlage (Klinge)	-	0,006	0,158	99	-	0,108	-	0,035	-	0,03	-	-	Nickel 2003, Tabelle A-4-2

Tab. 2 Ergebnisse der chemischen Untersuchungen an den beiden Schwertern aus Nebra und dem Schwert aus Vreta Kloster. Die in Masseprozent angegebenen Daten nach Nickel 2003 sowie Schwab, Ullén und Wunderlich 2010.

Trotzdem besitzt das französische Schwert – abgesehen von der Verwendung von unlegiertem Kupfer anstelle von Kupfer-Goldlegierungen bei den griechischen Dolchen –⁵⁹ genügend Anzeichen, die für eine Umsetzung traditioneller und lokaler Gestaltungsmuster sprechen. Deshalb wird man es bei dem Stück möglicherweise mit der Arbeit eines Metallurgen zu tun haben, der zwar Anregungen zur Doppeltauschiertechnik und vielleicht auch einen Teil der Rohstoffe aus der Ferne mitbrachte, ansonsten aber auf altbewährte Muster und Formen der atlantischen Bronzezeitkulturen in Nordwestfrankreich oder Südengland (v. a. Tréboul-Gruppen und Deverel-Rimbury-Kultur) zurückgriff. Das manifestiert sich neben der Schwertform in erster Linie in den deutlich einfacher gestalteten und umgesetzten Metalleinlagen gegenüber den griechischen Vergleichsfunden. Außerdem sind Dreieck-, Rauten- und Zickzack-Ornamente weit verbreitete Dekorationselemente mittel-, west- und nordwesteuropäischer Artefakte,⁶⁰ die deshalb keineswegs zwingend auf mediterrane Vorbilder verweisen müssen. Letztlich sind damit also auch Anregungen aus dem Raum nördlich der Alpen keinesfalls abwegig, zumal dort – wie an den frühbronzezeitlichen Funden aus Priziac, Thun-Renzenbühl, Nebra und Vreta Kloster zu sehen – ebenfalls bereits seit Jahrhunderten tauschiert wurde. Es bleibt zu hoffen, dass sowohl naturwissenschaftliche Analysen als auch weitere tauschierte oder mit feinen Golddrähten versehene Artefakte zukünftig mehr Licht in die Entwicklungsgeschichte der seltenen Tauschiertechnik an diesem Schwert und darüber hinaus den anderen Tauschierarbeiten bringen können. Immerhin ist die Forschung zu Metalleinlagen an Metallobjekten durch das Auftauchen und die Identifizierung von vier tauschierten, frühbronzezeitlichen Funden innerhalb des letzten Jahrzehnts einen entscheidenden Schritt vorangekommen, durch den auch das Schwert aus den Sümpfen bei Nantes in einem neuen Kontext erscheint. Unbestritten handelt es sich sowohl bei ihm als auch den übrigen Tauschierarbeiten um Objekte von besonderem kulturellem Stellenwert, durch die entweder einzelne Personen oder Personengruppen Macht und Einfluss effektiv zu repräsentierten verstanden. Das Schwert aus Nantes zeigt außerdem, dass solche Artefakte auch zeremoniell bedeutsam gewesen sein dürften.

59 Ogden 1993; Giumliá-Mair und Craddock 1993, 19–21.

60 Z. B. Hartmann 1982, Taf. 17, Au 2481; Schauer 1984, Abb. 43,1.

Bibliographie

Amendola 2010

Roberta Amendola. „Influence of Alloying Elements on Properties of Casting Copper Base Alloys“. Unpubl. Dissertation, Universität Genua. 2010.

Armbruster 2000

Barbara R. Armbruster. *Goldschmiedekunst und Bronzetechnik: Studien zum Metallhandwerk der Atlantischen Bronzezeit auf der Iberischen Halbinsel*. Bd. 15. Monographies instrumentum. Montagnac: Édition Monique Mergoil, 2000.

Armbruster 2010

Barbara R. Armbruster. „Tauschiertechnik im bronzezeitlichen Nord- und Mitteleuropa“. In *Der Griff nach den Sternen: Wie Europas Eliten zu Macht und Reichtum kamen. Internationales Symposium in Halle (Saale)*, 16.–21. Februar 2005. Hrsg. von H. Meller und F. Bertemes. Bd. 5. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle. Halle (Saale): Passage-Verlag, 2010, 779–788.

Bauer und Sauter 1971

Wilhelm P. Bauer und Fritz Sauter. „Untersuchungen zur Koftgari-Technik auf Khanda-Schwertern“. *Archiv für Völkerkunde* 25 (1971), 15–21.

Berger 2012

Daniel Berger. *Bronzezeitliche Färbetechniken an Metallobjekten nördlich der Alpen: Eine archäometallurgische Studie zur prähistorischen Anwendung von Tauschierung und Patinierung anhand von Artefakten und Experimenten*. Bd. 2. Forschungsberichte des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle. Halle (Saale): Landesmuseum für Vorgeschichte Halle, 2012.

Berger 2014

Daniel Berger. „Late Bronze Age Iron Inlays on Bronze Artefacts in Central Europe“. In *Under the Volcano: Proceedings of the International Symposium of the Metallurgy of the European Iron Age in Mannheim* 2010. Hrsg. von E. Pernicka und R. Schwab. Bd. 5. Forschungen zur Archäometrie und Altertumswissenschaft. Rahden (Westfalen): Verlag Marie Leidorf, 2014.

Berger, Hunger u. a. 2013

Daniel Berger, Katja Hunger, Sabine Bolliger-Schreyer, Daniel Grolimund, Stefan Hartmann, Jan Hovind, Felix Müller, Eberhard H. Lehmann, Peter Vontobel und Marie Wörle. „New Insights into Early Bronze Age Damascene Technique North of the Alps“. *The Antiquaries Journal* 93 (2013), 25–53.

Berger, Schwab und Wunderlich 2010

Daniel Berger, Roland Schwab und Christian-Heinrich Wunderlich. „Technologische Untersuchungen zu bronzezeitlichen Metallziertechniken nördlich der Alpen vor dem Hintergrund des Hortfundes von Nebra“. In *Der Griff nach den Sternen: Wie Europas Eliten zu Macht und Reichtum kamen. Internationales Symposium in Halle (Saale)*, 16.–21. Februar 2005. Hrsg. von H. Meller und F. Bertemes. Bd. 5. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle. Halle (Saale): Passage-Verlag, 2010, 751–777.

Born 1994

Hermann Born. „Terminologie und Interpretation von Tauschiertechniken in der altvorderasiatischen, altägyptischen und alteuropäischen Metallkunst“. In *Tauschierarbeiten der Merowingerzeit. Kunst und Technik*. Hrsg. von W. Menghin. Bd. 2. Bestandskataloge. Berlin: Museum für Vor- und Frühgeschichte, 1994, 72–81.

Briard 1966

Jacques Briard. *Les dépôts bretons et l'Age du Bronze Atlantique*. Travaux du Laboratoire d'Anthropologie Préhistorique de la Faculté des Sciences de Rennes. Rennes: Beccdelière, 1966.

Briard 1975

Jacques Briard. „Nouvelles découvertes sur les tumulus armoricains“. *Archaeologia Atlantica* 1.1 (1975), 17–32.

Burgess und Gerloff 1981

Colin B. Burgess und Sabine Gerloff. *The Dirks and Rapiers of Great Britain and Ireland*. Bd. 4. Prähistorische Bronzefunde 7. München: Verlag C. H. Beck, 1981.

Craddock 2000

Paul T. Craddock. „Historical Survey of Gold Refining. 1: Surface Treatments and Refining Worldwide, and in Europe Prior to AD 1500“. In *King Croesus' Gold: Excavations at Sardis and the History of Gold Refining*. Hrsg. von Paul T. Ramage A. und Craddock. London: British Museum Press, 2000, 27–53.

David-Elbiali 2000

Mireille David-Elbiali. *La Suisse occidentale au IIe millénaire av. J.-C.: Chronologie, culture, intégration européenne*. Bd. 80. Cahiers d'Archéologie Romande. Lausanne: Cahiers d'Archéologie Romande, 2000.

David-Elbiali und Hafner 2010

Mireille David-Elbiali und Albert Hafner. „Gräber, Horte und Pfahlbauten zwischen Jura und Alpen: Die Entwicklung elitärer sozialer Strukturen in der frühen Bronzezeit der Westschweiz“. In *Der Griff nach den Sternen: Wie Europas Eliten zu Macht und Reichtum kamen. Internationales Symposium in Halle (Saale), 16.–21. Februar 2005*. Hrsg. von H. Meller und F. Bertemes. Bd. 5. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle. Halle (Saale): Passage-Verlag, 2010, 217–238.

M. Ebnöther und E. Ebnöther 1999

Marcel Ebnöther und Elisabeth Ebnöther. *Vom Toten Meer zum Stillen Ozean: Alte und Neue Welt. Eine Gegenüberstellung*. Ostfildern-Ruit: Gerd Hatje Verlag, 1999.

Ehser, Borg und Pernicka 2011

Anja Ehser, Gregor Borg und Ernst Pernicka. „Provenance of the Gold of the Early Bronze Age Nebra Sky Disk, Central Germany: Geochemical Characterization of Natural Gold from Cornwall“. *European Journal of Mineralogy* 24.4 (2011), 895–910.

Eluère 1983

Christine Eluère. „Prehistoric Goldwork in Western Europe“. *Gold Bulletin* 16.3 (1983), 82–91.

Foltz 1979

Ernst Foltz. „Einige Beobachtungen zu antiken Gold- und Silberschmiedetechniken“. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 9 (1979), 215–222.

Frangipane u. a. 2001

Marcella Frangipane, Gian Maria Di Nocera, Andreas Hauptmann, Paola Morbidelli, Alberto M. Palmieri, Laura Sadori, Michael Schultz und Tyedie Schmidt-Schultz. „New Symbols of a New Power in a 'Royal Tomb from 3000 BC Arslantepe, Malatya (Turkey)'“. *Paléorient* 27.2 (2001), 105–139.

Gallay 1981

Gretel Gallay. *Die kupfer- und altbronzezeitlichen Dolche und Stabdolche in Frankreich*. Bd. 6. Prähistorische Bronzefunde 5. München: Verlag C. H. Beck, 1981.

Gebhard 1999

Rupert Gebhard. „Der Goldfund von Bernstorff“. *Bayerische Vorgeschichtsblätter* 64 (1999), 1–18.

Gebhard, Krause und Röpke 2014

Rupert Gebhard, Rüdiger Krause und Astrid Röpke. „Das Gold von Bernstorff: Authentizität und Kontext in der mittleren Bronzezeit Europas“. In *Metalle der Macht: Frühes Gold und Silber*. 6. Mitteldeutscher Archäologentag 17.–19.10.2013. Hrsg. von H. Meller, R. Risch und E. Pernicka. Bd. 11. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle 2. Halle (Saale): Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, 2014, 761–776.

Gerloff 1975

Sabine Gerloff. *The Early Bronze Age Daggers in Great Britain and a Reconsideration of the Wessex Culture*. Bd. 6. Prähistorische Bronzefunde 2. München: Verlag C. H. Beck, 1975.

Giumlíá-Mair und Craddock 1993

Alessandra Giumlíá-Mair und Paul T. Craddock. *Das schwarze Gold der Alchemisten: Corinthium aes*. Bd. 11. Zaberns Bildbände zur Archäologie. Mainz: Verlag Philipp von Zabern, 1993.

Giumlíá-Mair und Riederer 1998

Alessandra Giumlíá-Mair und Josef Riederer. „Das tauschierte Krummschwert in der Ägyptischen Sammlung München“. *Berliner Beiträge zur Archäometrie* 15 (1998), 91–94.

Grolimund u. a. 2011

Daniel Grolimund, Daniel Berger, Sabine Bolliger-Schreyer, Camelia N. Borca, Stefan Hartmann, Felix Müller, Jan Hovind, Katja Hunger, Eberhard H. Lehmann, Peter Vontobel und Hao A. O. Wang. „Combined Neutron and Synchrotron X-ray Microprobe Analysis: Attempt to Disclose 3600 Years-Old Secrets of a Unique Bronze Age Metal Artifact“. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 26.5 (2011), 1012–1023.

Hachmann 1957

Rolf Hachmann. *Die frühe Bronzezeit im westlichen Ostseegebiet und ihre mittel- und südosteuropäischen Beziehungen: Chronologische Untersuchungen*. Bd. 6. Atlas der Urgeschichte, Beiheft. Hamburg: Flemings Verlag, 1957.

Hartmann 1970

Axel Hartmann. *Prähistorische Goldfunde aus Europa: Spektralanalytische Untersuchung und deren Auswertung*. Bd. 3. Studien zu den Anfängen der Metallurgie. Berlin: Gebr. Mann Verlag, 1970.

Hartmann 1982

Axel Hartmann. *Prähistorische Goldfunde aus Europa II: Spektralanalytische Untersuchung und deren Auswertung*. Bd. 5. Studien zu den Anfängen der Metallurgie. Berlin: Gebr. Mann Verlag, 1982.

Jung 2010

Reinhard Jung. „Der Charakter der Nordkontakte der minoischen und mykenischen Zivilisation um 1600 v. u. Z.“ In *Der Griff nach den Sternen: Wie Europas Eliten zu Macht und Reichtum kamen. Internationales Symposium in Halle (Saale), 16.–21. Februar 2005*. Hrsg. von H. Meller und F. Bertemes. Bd. 5. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle. Halle (Saale): Passage-Verlag, 2010, 657–674.

Laux 2009

Friedrich Laux. *Die Schwerter in Niedersachsen*. Bd. 4. Prähistorische Bronzefunde 17. Stuttgart: Franz Steiner Verlag, 2009.

Lomborg 1960

Ebbe Lomborg. „Donauländische Kulturbeziehungen und die relative Chronologie der frühen Nordischen Bronzezeit“. *Acta Archaeologica* 30 (1960), 51–146.

Manning u. a. 2006

Sturt W. Manning, Christopher Bronk Ramsey, Walter Kutschera, Thomas Higham, Bernd Kromer, Peter Steier und Eva M. Wild. „Chronology for the Aegean Late Bronze Age 1700–1400 B.C.“ *Science* 312.3773 (2006), 565–569.

Meller 2010

Harald Meller. „Nebra: Vom Logos zum Mythos: Biographie eines Himmelsbildes“. In *Der Griff nach den Sternen: Wie Europas Eliten zu Macht und Reichtum kamen. Internationales Symposium in Halle (Saale), 16.–21. Februar 2005*. Hrsg. von H. Meller und F. Bertemes. Bd. 5. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle. Halle (Saale): Passage-Verlag, 2010, 23–76.

Montelius 1900

Oscar Montelius. *Die Chronologie der Ältesten Bronzezeit in Nord-Deutschland und Skandinavien*. Braunschweig: Friedrich Vieweg & Sohn, 1900.

Müller 1987

Hans Wolfgang Müller. *Der Waffenfund von Balâta-Sichem und die Sichelschwerter*. Bd. 97. Bayerische Akademie der Wissenschaften. Philosophisch-historische Klasse, Abhandlungen, N. F. München: Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, 1987.

Nickel 2003

Daniela Nickel. „Archäometrische Untersuchungen zum Hortfund von Nebra“. Unpubl. Diplomarbeit, Universität Freiberg/Sachsen. 2003.

Nicolini 1990

Gérard Nicolini. *Techniques des ors antiques: La bijouterie ibérique du VII au IV^e siècle*. Bd. 1. Paris: Picard, 1990.

Oddy 1977

Andrew Oddy. „The Production of Gold Wire in Antiquity: Hand Making Methods before the Introduction of the Draw-Plate“. *Gold Bulletin* 10.3 (1977), 79–87.

Ogden 1991

Jack M. Ogden. „Classical gold Wire: Some Aspects of its Manufacture and Use“. *Jewellery Studies* 5 (1991), 95–105.

Ogden 1993

Jack M. Ogden. „Aesthetic and Technical Considerations Regarding the Colour and Texture of Ancient Goldwork“. In *Metal Plating and Patination. Cultural, Technical and Historical Developments*. Hrsg. von S. La Niece und P. T. Craddock. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1993, 39–49.

Papadopoulos 1998

Thanasis J. Papadopoulos. *The Late Bronze Age Daggers of the Aegean I: The Greek Mainland*. Bd. 6. Prähistorische Bronzefunde 11. Stuttgart: Franz Steiner Verlag, 1998.

Pernicka 2010

Ernst Pernicka. „Archäometallurgische Untersuchungen an und zum Hortfund von Nebra“. In *Der Griff nach den Sternen: Wie Europas Eliten zu Macht und Reichtum kamen. Internationales Symposium in Halle (Saale)*, 16.–21. Februar 2005. Hrsg. von H. Meller und F. Bertemes. Bd. 5. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle. Halle (Saale): Passage-Verlag, 2010, 719–734.

Pernicka 2014

Ernst Pernicka. „On the Authenticity of the Gold Finds from Bernstorf, Community of Kranzberg, Freising District, Bavaria“. *Jahresschrift für Mitteldutsche Vorgeschichte* 94 (2014), 517–526.

Persson 1931

Axel W. Persson. *The Royal Tombs at Dendra near Midea*. Bd. 15. Skrifter utgivna av Kungl. Humanistiska Vetenskapssamfundet i Lund, Acta Reg. Societatis Humaniorum Litterarum Lundensis. Lund u. a.: C. W. K. Gleerup u. a., 1931.

Rawson 1968

Philip Stanley Rawson. *The Indian Sword*. London: Herbert Jenkins, 1968.

Schauer 1972

Peter Schauer. „Ein westeuropäisches Bronzeschwert aus dem Main bei Frankfurt-Höchst“. *Germania* 50 (1972), 16–29.

Schauer 1984

Peter Schauer. „Spuren minoisch-mykenischen und orientalischen Einflusses im atlantischen Westeuropa“. *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums* 31 (1984), 137–186.

Schmiderer 2009

Alexander Schmiderer. „Geochemische Charakterisierung von Goldvorkommen in Europa“. Unpubl. Dissertation, Universität Halle-Wittenberg, 2009.

Schulz 2006

Christian E. Schulz. „Zum Aufkommen des Schwertes“. In *Proceedings of the International Symposium: Arms and armour through the ages (From the Bronze Age to the late antiquity)*. *Modra-Harmónia, 19th–22nd November 2005*. Hrsg. von Mária Novotná, Werner Jobst, Marie Dufková, Klára Kuzmová und Pavol Hnila. Bd. 4–5. ANODOS – Studies of the Ancient World. Trnava: Trnavská univerzita, 2006, 215–229.

Schwab, Ullén und Wunderlich 2010

Roland Schwab, Inga Ullén und Christian-Heinrich Wunderlich. „A Sword from Vreta Kloster, and Black Patinated Bronze in Early Bronze Age Europe“. *Journal of Nordic Archaeological Science* 17 (2010), 27–35.

Strahm 1972

Christian Strahm. „Das Beil von Thun- Renzenbühl“. *Helvetica Archaeologica* 3 (1972), 99–112.

Wolters 2006

Jochem Wolters. „Ziertechniken (Tauschierung)“. In *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde*. Hrsg. von Heinrich Beck, Dieter Geuenich und Heiko Steuer. Bd. 34. Berlin, New York: Walter de Gruyter, 2006, 537–561.

Wrobel Nørgaard 2015

Heide Wrobel Nørgaard. „Metalcraft within the Nordic Bronze Age: Combined Metallographic and Superficial Imaging Reveals the Technical Repertoire in Crafting Bronze Ornaments“. *Journal of Archaeological Science* 64 (2015), 110–128.

Xenaki-Sakellariou und Chatziliou 1989

Agnès Xenaki-Sakellariou und Christos Chatziliou. „Peinture en métal à l'époque mycénienne: Incrustation damasquinage niellure“. Athen: Ekdotike Athenon, 1989.

Abbildungs- und Tabellennachweis

ABBILDUNGEN: 1 Daniel Berger. 2 Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Inv.-Nr. HK 2002:1649a, Photo: Juraj Lipták. 3 A und B: Landesmuseum für Vorgeschichte Halle (Saale), Inv.-Nr. HK 2002:1649e–g. Photos: Daniel Berger. – C: Staatliches Historisches Museum Stockholm, Inv.-Nr. SHM 10419 und D: Museum zu Allerheiligen Schaffhausen, Inv.-Nr. Eb 24066. Photos: Christian-Heinrich Wunderlich, Halle. 4 Bernisches Historisches Museum, Inv.-Nr. 10351, Photo: Christian-Heinrich Wunderlich, Halle. 5 Laboratoire d'Anthropologie, Université de Rennes, after Clark et al., 1985, fig. 4.47. 6 Museum zu Allerheiligen Schaffhausen.

Photo: Daniel Berger. 7 Museum zu Allerheiligen Schaffhausen. Photo: Daniel Berger. 8 Museum zu Allerheiligen Schaffhausen. Photo: Daniel Berger. 9 Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt. Photo: Daniel Berger. 10 Museum zu Allerheiligen Schaffhausen. Photo: Daniel Berger. 11 Daniel Berger. 12 Staatliches Historisches Museum Stockholm, Inv.-Nr. SHM 10419. Photo: Christian-Heinrich Wunderlich, Halle. **TABELLEN:** 1 Daniel Berger. Nach der Datengrundlage des Schweizerischen Nationalmuseums Zürich sowie Schwab, Ullén und Wunderlich 2010. 2 Daniel Berger. Nach Nickel 2003 sowie Schwab, Ullén und Wunderlich 2010.

DANIEL BERGER

Daniel Berger studierte von 2001 bis 2006 Archäometrie an der TU Bergakademie Freiberg. Im DFG-Forschungsprojekt *Aufbruch zu neuen Horizonten. Die Funde von Nebra, Sachsen-Anhalt und ihre Bedeutung für die Bronzezeit Europas* (FOR 555) arbeitete er ab 2007 am Landesmuseum für Vorgeschichte in Halle (Saale) und promovierte 2012 an der Universität Tübingen. Seit 2013 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie in Mannheim. Dort beschäftigt er sich neben Echtheits-, Herstellungs- und Materialanalysen an Nichteisenmetallen mit der Herkunftsbestimmung von bronzezeitlichem Zinn im Rahmen des ERC Projektes *Bronze Age Tin*.

Dr. rer. nat. Daniel Berger
Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie gGmbH
D6, 3
68163 Mannheim, Deutschland
E-Mail: danielberger.online@gmail.com