

Heidemarie Eilbracht

# Edelmetallschmuck der Wikingerzeit – Analysen und Interpretationen

## Zusammenfassung

Der Beitrag befasst sich mit dem Filigran- und Granulationsschmuck im ersten Jahrtausend n. Chr. Aufgrund der charakteristischen Herstellung dieser Produkte sind sie besonders gut geeignet, das technische Wissen der Produzenten und dessen handwerkliche Umsetzung in dieser Zeit zu untersuchen: Sie bestehen aus hochwertigem Rohmaterial (Edelmetall), sie werden mit Hilfe spezifischer Werkzeuge hergestellt (Pressmodel) und sie bestehen häufig aus mehreren hundert Einzelteilen. Damit bieten sie eine breite Ausgangsbasis für Studien zur Homogenität des Metalls und zur Einheitlichkeit der Herstellungsverfahren. Anhand der goldenen Objekte des wikingschen Schmuckensembles von der Insel Hiddensee und der an ihnen durchgeführten Materialanalysen werden diese Fragen beispielhaft diskutiert.

Keywords: Edelmetall; Wikingerschmuck; Hiddensee; Filigran; Granulation; Pressmodel; Lötverfahren; Metallanalysen.

This article deals with the filigree and granulation jewellery of the first millennium AD. Due to their characteristic method of production, these artefacts are particularly suitable for research into the technical knowledge of the craftsmen who made them and the application of their know-how. The objects are made of high quality raw materials (precious metals), they are produced with specific tools (dies), and they are often composed of several hundred separate parts. Hence they provide an extensive basis for studying the homogeneity of the metals and the uniformity of the techniques used. The gold objects of the Viking period that belong to the jewellery recovered on the island of Hiddensee and the results of their analysis serve explore these questions in detail.

Keywords: Precious metal; Viking period jewellery; Hiddensee; filigree; granulation; die; soldering techniques; metal analyses.

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-fudocdocument00000024684-8) | [www.edition-topoi.de](http://www.edition-topoi.de)

## I Einleitung

Die These, dass die artifiziellen Hinterlassenschaften vergangener, weitgehend schriftloser Kulturen *per se* Träger eines verborgenen Wissens sind, findet wohl auch über den Rahmen dieses Workshops hinaus weitgehende Zustimmung. Die vom Menschen hergestellten Objekte resultieren immer aus einem spezifischen Produktionsprozess und spiegeln damit einen im Gegenstand archivierten Kenntnisstand, der in der Regel weder in schriftlichen Quellen explizit beschrieben noch in bildlichen Quellen umfassend dargestellt wird. Nur das Produkt selbst enthält die Informationen über das angewendete Wissen seines Produzenten. Dem heutigen Bearbeiter erschließt sich seine Herstellung oft nur sukzessive und nicht selten erst unter Zuhilfenahme unterschiedlichster Methoden und Verfahren. Zutreffend hat daher Chris Caple archäologische Objekte als „widerwillige Zeugen“<sup>1</sup> der Vergangenheit titulierte.

Ein vorhandenes ‚objektimmanentes‘ Wissen kann man besonders für solche Gegenstände annehmen, die schon rein visuell aufgrund ihrer aufwändigen Konstruktion oder ihres spezifischen Materials ein umfangreiches technisches Knowhow nahelegen. Produkte aus Metall zählen zu diesen Gegenständen, und Beispiele wie die aus zahlreichen Komponenten bestehenden frühmittelalterlichen Gürtelbestandteile oder die früh- und hochmittelalterlichen Fibeln – um nur zwei Objektgruppen zu nennen – unterstreichen dies eindrucksvoll.<sup>2</sup> Das vor- und frühgeschichtliche Metallhandwerk erweist sich somit für Fragen zum Niveau, zur Qualität und zum Umfang von ‚Wissen‘ als ein äußerst ergiebiger Forschungsgegenstand.

Das gilt auch für das Thema im vorliegenden Beitrag, die wikingsche Edelmetallkunst im Norden Europas im ausgehenden ersten Jahrtausend n. Chr. Diese Kunst wird im Wesentlichen von zwei Verarbeitungsverfahren für Gold und Silber geprägt: von massiv gegossenen Objekten einerseits und von gelöteten Blechobjekten ohne und mit Filigran- und Granulationsdekor andererseits. Besonders die Filigran- und Granulationskunst mit ihrer charakteristischen vierteiligen Komposition aus Blechen, Drähten und Granalien spiegelt das handwerklich-technische Können der Zeit auf höchstem Niveau wider.<sup>3</sup> Sie steht daher im Zentrum zweier wichtiger Fragen: Wie erschließen wir das in den Objekten verborgene Wissen und was davon können wir nach heutigem Forschungsstand als innovativ bestimmen?

Für die Frage nach den Methoden zur Erforschung des in den Metallfunden verborgenen technischen Knowhows bieten seit langem chemische und andere naturwissenschaftliche Analysen eine Antwort: Mit ihrer Hilfe gelingt es mittlerweile scheinbar mühelos, dem Material, seiner Zusammensetzung und seiner Verarbeitung zahlreiche

1 Caple 2006.

2 Zu den Fibeln: Thieme 1978; Pasch 2010. – Zu den Gürteln: Daim 2000.

3 Eilbracht 1999; Armbruster 2010b.



Abb. 1 Goldschmuck von Hiddensee, Deutschland, 10. Jahrhundert. Filigran- und granulationsverzierter Anhänger in Kreuzform mit einem Dekor aus Flechtbändern auf dem Anhänger und einem Vogelkopf auf dem Aufhänger (Nr. 14, vgl. Tab. 1, Breite: 6,43 cm). Insgesamt zehn solcher charakteristischen Anhänger sind, mit Abweichungen in Größe und Verzierung, im Schmuckensemble vertreten.

Fakten zu entlocken, die aufgrund ihrer mathematischen Struktur zudem ungewöhnlich präzise erscheinen. Doch so ‚einfach‘ wie die Messungen funktioniert der daraus extrahierbare Mehrwert an Wissen leider nicht. Allein mit der Generierung naturwissenschaftlicher Daten ist noch kein automatischer Zuwachs an Erkenntnissen für den heutigen Bearbeiter verbunden. Vielmehr erfüllt sich die Gleichung ‚mehr Analytik = mehr Kenntnis über das alte Wissen‘ nur im engen interdisziplinären Dialog aller Beteiligten.<sup>4</sup> Wie vielschichtig derartige Analysen und Interpretationen sein können, möchte der Beitrag an einem Beispiel deutlich machen.

Zuerst erfolgt dazu eine kurze Charakterisierung der wikingerzeitlichen Edelmetallkunst, bevor einige Analysen diskutiert werden, die am bekannten Goldschmuckensemble von Hiddensee durchgeführt wurden (Abb. 1).<sup>5</sup> Die Ausführungen fokussieren dabei ausschließlich auf das technische Wissen der Feinschmiede und dessen handwerkliche Umsetzung. Die Bilder- und Symbolsprache der Objekte wird dagegen nicht berücksichtigt, denn diese Aspekte sind eine eigene, hier nicht zu leistende Abhandlung wert. Sicher stellen aber auch die Kenntnisse zur Bedeutung der Zeichen und Symbole sowie das Geschick in der bildlichen Umsetzung ein zusätzliches spezifisches Wissen dar, das den Feinschmied vor vielen anderen Handwerkern auszeichnete.<sup>6</sup>

4 Vgl. die auch wissenschaftsgeschichtlich interessanten Entwicklungen zur Archäometrie anhand der Publikationen seit Etablierung dieses Forschungs-

zweiges: z. B. Akademie Mainz 1976; Riederer 1976; Morteani und Northover 1995; Hauptmann und Pingel 2008; Bayley, Crossley und Ponting 2008.

## 2 Edelmetallschmuck der Wikingerzeit

Eine Übersicht über den Metallschmuck der Wikingerzeit kann in diesem Rahmen nur allgemeine Linien nachzeichnen und muss vorhandene chronologische, regionale und soziale Unterschiede weitgehend ausblenden. Zwar finden sich einzelne Schmuckformen mit einer weiten Verbreitung in den skandinavischen Kernregionen und Einflussgebieten, die – wie die so genannten ovalen Schalenspangen – als ‚typisch wikingsch‘ gelten.<sup>7</sup> Doch einen räumlich einheitlich auftretenden Wikingerschmuck hat es im Norden Europas während des 8. bis 11. Jahrhunderts n. Chr. nicht gegeben. In diesem Sinne existierte natürlich auch der typische wikingsche Goldschmied nicht, den wir als Träger des damals vorhandenen Wissens ansprechen könnten. Vielmehr, und das scheint nur logisch, zeugen die archäologischen Quellen von einem durchaus gestuften Niveau bei der Anwendung von schmiedetechnischem Knowhow: Nicht jeder Feinschmied beherrschte alle Techniken gleichermaßen und musste dies offenbar auch nicht,<sup>8</sup> doch zählte die Herstellung von Gold- und Silberschmuck in Filigran- und Granulationstechnik unbestritten zu seinen anspruchsvollsten Aufgaben.<sup>9</sup>

Grundsätzlich umfasst der Edelmetallschmuck der Wikingerzeit Hals- und Armringe, verschiedenes Kleidungszubehör wie Fibeln und Gürtelteile, Nadeln für Textilien und Haartracht sowie Anhänger in unterschiedlicher Gestalt. Silber ist das im Fundstoff dominierende Metall. Gold kommt vor, ist jedoch deutlich seltener. Wenn es aber auftritt, stellen die Objekte immer die hochwertigsten Vertreter ihrer Schmuckform dar.<sup>10</sup> In diese knappe Charakterisierung fügen sich die filigran- und granulationsverzierten Schmuckstücke der Zeit nahtlos ein. Fibeln und Anhänger bilden darunter die

5 Ein herzlicher Dank gilt Dr. Andreas Grüger, Kulturhistorisches Museum der Hansestadt Stralsund (seit 2015 Stralsund Museum), für die Erlaubnis, intensiv mit und an den Hiddenseer Stücken forschen zu können, und für seine uneingeschränkte Unterstützung in der gesamten Zeit. Die interdisziplinär angelegten Untersuchungen in den vergangenen Jahren wurden von einem Team von Fachkolleginnen und -kollegen durchgeführt, deren Ergebnisse in diesen Beitrag mit eingeflossen sind. Dr. habil. Barbara Armbruster (Toulouse) hat mir gemeinsam in mehreren umfangreichen Kampagnen den Hiddensee-Schmuck typologisch und herstellungstechnisch untersucht. Dr. habil. Ina Reiche (Berlin/Paris) und Dr. Martin Radtke (Berlin) haben die Metallanalysen durchgeführt und ausgewertet. In den Institutionen vor Ort haben Claudia Hoffmann

M. A. (Stralsund Museum) sowie Dr. Detlef Jantzen und Sabine Suhr (Landesamt für Kultur und Denkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern) das Vorhaben in vielfältiger Weise begleitet. Vgl. Armbruster und Eilbracht 2010.

6 Vgl. zu den vielen Aspekten des frühmittelalterlichen Goldschmiedehandwerks zuletzt Pesch und Blankenfeldt 2012.

7 Berlin 1992, 192–193; Löberl 1998, 61–62. – Zur Problematik der ‚wikingschen‘ Fibeln vgl. Eilbracht 2007; Kershaw 2013.

8 Lønborg 1998.

9 Eilbracht 1999, insbes. 24–46. – Allgemein zu den Techniken: Wolters 1983, 1986; Wolters 1987.

10 Für einen Überblick über den Formenbestand vgl. Speyer 2008; Williams, Pentz und Wemhoff 2014.

umfangreichsten Gruppen, wohingegen Hals-, Arm- und Fingerringe nicht in diesen Techniken ausgeführt werden.<sup>11</sup>

## 2.1 Filigran und Granulation

Hinsichtlich ihrer Herstellung zeichnet sich die wikingsche Filigran- und Granulationskunst durch einige Besonderheiten aus. So werden die charakteristischen Drähte (Filigran) und Kügelchen (Granulation) grundsätzlich auf einem Metallblech angebracht und nicht freistehend verwendet, wie es etwa aus der zeitgleichen slawischen Kunst bekannt ist.<sup>12</sup> Zudem existieren mit den so genannten Pressmodellen spezifische Werkzeuge, die offenbar ausschließlich in diesem feinschmiedetechnischen Kontext zur Anwendung kamen. Es handelt sich dabei um massive Gussprodukte aus Kupferlegierungen,<sup>13</sup> in deren Oberfläche das Ornament als positives Relief wiedergegeben ist. Sie dienten dazu, die gewünschten, später filigran- und granulationsverzierten Tier- und Bandmuster im Metallblech vorzuprägen.

Studien an Modellen und Endprodukten sowie der experimentelle Nachvollzug ergeben mittlerweile ein vollständiges Bild von ihrem Gebrauch: Der Goldschmied legte ein grob beschnittenes Blech auf den Pressmodell und drückte es vorsichtig mit einem gerundeten Werkzeug in dessen Relief hinein. Wichtig war, das Blech nicht einzureißen, denn die Modelle haben eine Höhe von bis zu einem Zentimeter und mehr und eine Relieftiefe von mehreren Millimetern. Es konnte daher nötig sein, das Blech zwischenzeitlich zu erwärmen. Mit Hilfe kleiner Passmarken wurde es anschließend auf dem Modell wieder korrekt ausgerichtet. War das Pressblech fertig, erfolgte die Vervollständigung des Dekors mit Drähten und Granalien, die sorgfältig auf dem als Relief herausgearbeiteten Muster aufgelötet wurden.<sup>14</sup>

Etwa 60 wikingsche Modelle sind heute bekannt.<sup>15</sup> Bei allen handelt es sich um massive dreidimensionale Gussprodukte. Das umfangreichste Set stammt aus dem Hafenbecken der frühmittelalterlichen Siedlung von Haithabu, Schleswig-Holstein (Abb. 2).<sup>16</sup> Von den insgesamt 41 Modellen wurden 37 im Rahmen der oben skizzierten Filigran- und Granulationskunst für die Herstellung von Fibeln und Anhängern verwendet.<sup>17</sup>

11 Die aus mehreren Drähten oder Stäben hergestellten Ringkörper, die miteinander verzwirrt wurden, sind zwar auch eine Art ‚Drahtarbeit‘; zählen aber nicht zur Filigrantechnik im engen Sinne.

12 Wieczorek und Hinz 2000, Bd. 3, 151 [Körbchenohrringe und Perlen aus Dučové, Slowakei]; 210 [Körbchenohrringe aus Staré Mesto na Moravě, Tschechien]; 401 [Ohrringe aus Łomża, Polen].

13 Bislang sind nach Kenntnis der Verfasserin keine Analysen an den Pressmodellen durchgeführt worden.

14 Armbruster 2002a, 239–245, Abb. 11.

15 Eilbracht 2012, 182 Tab. 1.

16 Kleingärtner 2007, 21–24.

17 Armbruster 2002a, 251–263, Kat.-Nr. 1–37, Taf. 1–10; Kleingärtner 2007, 324–334, Kat.-Nrn. P-1 bis P-37. – Ein weiterer Modell diente für die Herstellung von hohlen Tierköpfen (Armbruster 2002a, Taf. 11.4; Kleingärtner 2007, Kat.-Nr. P-41), und drei Modelle stehen für ein Verfahren, bei dem die normalerweise gelötete Filigran- bzw. Granulation



Abb. 2 Set mit 41 Pressmodellen aus Kupferlegierungen für die Herstellung filigran- und granulationsverzierter Schmuckstücke, Haithabu, Deutschland, 10. Jahrhundert.

Diese Filigran- und Granulationstechnik ist nicht vom Beginn der Wikingerzeit an voll ausgebildet. Vielmehr durchläuft sie einen Prozess, der eng mit der Verwendung der Pressmodel zusammenhängt. Die Entwicklung beginnt im frühen 9. Jahrhundert mit ‚einteiligen‘ Schmuckstücken. Diese bestehen aus nur einem massiven Blech, das man nicht vorprägte; Filigran und Granulation formen das gewünschte Muster direkt, ohne Model, auf dem planen oder leicht gewölbten Untergrund.<sup>18</sup> In einer anschließenden Phase entstehen ‚meherteilige‘ Schmuckstücke, die aus einem Boden- und einem Deckblech bestehen. Der Filigran- und Granulationsdekor wird dabei auf dem vorgeformten Deckblech aufgebracht, wobei dieses ganzflächig oder nur partiell das Grundblech bedeckte. Insgesamt sind die Deckbleche durch ein flaches Relief und eine geringe Höhe gekennzeichnet. Für diese Phase ist unklar, ob man für das Pressen der Muster vorhandene Schmuckstücke ‚abformte‘ oder ob man für die Herstellung bereits Model, also zweckgebundene Werkzeuge, verwendete,<sup>19</sup> denn archäologische Nachweise fehlen.

onsauflage im Pressblech selbst ‚nur‘ imitiert wird; dem entsprechend sind die Muster in der Oberfläche dieser Model bereits mit Kerben u.a. versehen (Armbruster 2002a, Taf. 11.1–3; Kleingärtner 2007, 334 F. Kat.-Nrn. P-38, P-39, P-40).

18 Zum Beispiel eine Goldfibel aus Haithabu, Schleswig-Holstein. Einzelfund. Vgl. Eilbracht

1999, Kat.-Nr. 311 und Taf. 26; Armbruster 2002b, 108–109, Abb. 8.

19 Ein schönes Beispiel bilden zwei goldene scheibenförmige Anhänger aus Kammergrab 5 in Haithabu, Deutschland, vgl. Bleile 2006, 123 (Farbabbildung) oder Armbruster 2002b, 114–119 Abb. 12. – Zum Grabbefund siehe Arents und Eisenschmidt 2010, Bd. 2, 251–257.



a



b

Abb. 3 Goldschmuck von Hiddensee. Scheibenförmige filigran- und granulationsverzierte Fibel mit Tierornament, a) in Frontalansicht und b) in Schrägansicht (Durchmesser: 8 cm).

Spätestens ab dem 10. Jahrhundert treten entwickelte Pressmodel auf, die sich durch ihre spezifische Funktion, ihre dreidimensionale Form und ihre charakteristischen Tier- und Bandmuster auszeichnen. Mit ihrer Hilfe entstehen die typischen gewölbten Schmuckstücke, die die Blüte der nordischen Filigran- und Granulationskunst bis in die ausgehende Wikingerzeit im 11. Jahrhundert kennzeichnen (Abb. 3). Die Verwendung spezifischer Pressmodel für einen ebenso spezifischen Herstellungsprozess ist m. E. eine Neuerung in der Wikingerzeit. Woher die nordischen Schmiede die innovative Idee zur Ausformung eines solchen zweckgebundenen Werkzeugs bezogen, ist noch nicht ab-

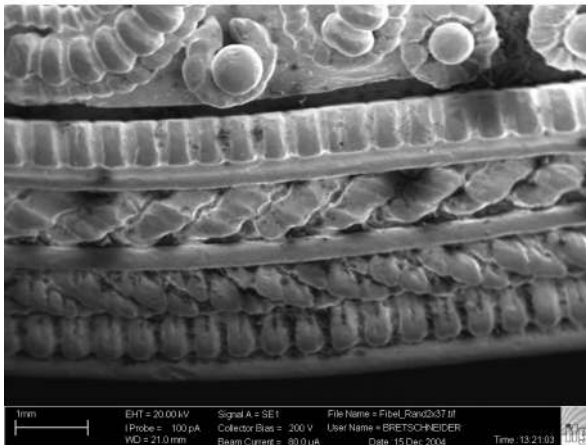
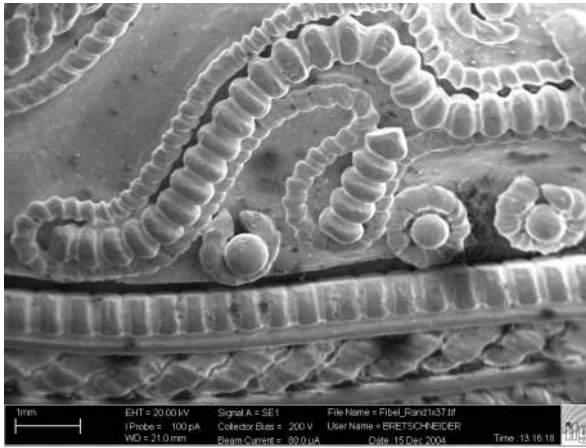


Abb. 4 Goldschmuck von Hiddensee, Detail der scheibenförmigen Fibel. Ornament (oben) und Randdekor (unten) aus Drähten mit unterschiedlicher Stärke und Struktur. Aufnahmen im Rasterelektronenmikroskop mit 37facher Vergrößerung.

schließlich untersucht. Gussformenreste für Model belegen aber, dass das Werkzeug vor Ort hergestellt wurde.<sup>20</sup>

Eine zweite technische Besonderheit der wikingischen Filigran- und Granulationskunst ist die vierteilige Konstruktion der Schmuckstücke. Neben Deck- und Bodenblechen bestehen sie aus mehreren Dutzend Drahtstücken unterschiedlichster Machart und aus Granalien verschiedener Größe (Abb. 4). Die Drähte sind gewirrt oder rund und glatt. Die glatten Formen sind häufig zu mehreren miteinander verzwirrt, so dass sie so genannte Kordeldrähte ergeben. Bei der Gestaltung der Muster werden die Drähte überwiegend in parallelen Bündeln zu zweit, dritt, viert oder sogar fünft angeordnet.<sup>21</sup>

20 So auf dem Fundplatz Borgeby, Schweden: Svanberg 1998, 116 Abb. 4; 117 Abb. 5.

21 Eilbracht 1999, 73–76; Armbruster und Eilbracht 2006.



Allein diese Vielzahl der Komponenten verweist auf das umfangreiche Knowhow des Goldschmieds. Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob sämtliches Metall für Bleche und Dekore aus einer einzigen Rohstoffquelle stammt oder ob sich Unterschiede in den Legierungen nachweisen lassen. Diese und andere Fragen zum Umgang des wikingischen Feinschmieds mit seinem Rohmaterial stehen in den folgenden Ausführungen im Mittelpunkt.

### 3 Der Goldschmuck von Hiddensee: Analysen und Interpretationen

Zu den eindrucksvollsten Vertretern der wikingischen Filigran- und Granulationskunst gehört zweifelsohne ein goldenes Ensemble aus 16 Schmuckstücken, das Ende des 19. Jahrhunderts auf der kleinen Ostseeinsel Hiddensee westlich von Rügen entdeckt wurde. Erhalten sind ein Halsring aus vier massiven Goldstäben sowie 15 Objekte mit reichem Filigran- und Granulationsdekor: eine scheibenförmige Fibel mit 8 cm Durchmesser, zehn große kreuzförmige Anhänger mit Längen zwischen 5,1 und 6,9 cm und vier kleine Hängestücke mit Längen um die 2,3 cm (vgl. Tab. 1). Das Gesamtgewicht beträgt knapp 600 g.<sup>22</sup> Die Stücke wurden im späten 10. Jahrhundert in einer Werkstatt im altdänischen Herrschaftsgebiet hergestellt.<sup>23</sup>

#### 3.1 Analysen

In einem interdisziplinären Vorhaben wurden vor einiger Zeit neben formenkundlichen Studien erstmals auch Fragen zur Herstellung des Schmucks und zur Zusammensetzung des Metalls untersucht. Da die 15 filigranverzierten Stücke eine große Ähnlichkeit in der handwerklichen Ausführung aufweisen, war u. a. zu klären, inwieweit sich dieser visuelle Eindruck in den Metallanalysen widerspiegelt. Von den zahlreichen Untersuchungsaspekten sollen zwei Ergebnisse hier vorgestellt werden: die Gruppierung der Objekte anhand der Goldanalysen und – daran anschließend – die Bewertung der chemischen Kenntnisse des Goldschmieds. Die hohe Stückzahl und die zahlreichen Einzelkomponenten boten dabei eine ungewöhnlich gute Ausgangsbasis für einen fundimentalen Vergleich. Die Verbindung der aus Blech gearbeiteten Filigranobjekte zum einzigen massiven Objekt des Hiddensee-Schmucks, dem Ring, war ebenfalls zu prüfen. Dieser besteht aus vier Stäben mit rundem Querschnitt: Je zwei wurden mitein-

22 Armbruster und Eilbracht 2010.

23 Schulze-Dörrlamm, Mechthild. „Hiddensee“. In *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde* 14,

Berlin/New York: Walter de Gruyter 1999, 551–553; Williams, Pentz und Wemhoff 2014, 132–133; Eilbracht 2010.

ander verzwirrt und die so entstandenen Kordeldrähte ebenfalls miteinander verdreht. Die punzierten Endstücke für den Verschluss aus Haken und Öse sind im Überfangguss gesondert angesetzt worden.<sup>24</sup>

Die Goldanalysen wurden mit Hilfe der Röntgenfluoreszenzanalytik auf Basis von Synchrotronstrahlung (Sy-RFA) am Berliner Synchrotron-Speicherring BESSY II durchgeführt.<sup>25</sup> Dies bot von archäologischer Seite mehrere Vorteile: Neben der absolut zerstörungsfreien Untersuchung gehören dazu ein punktgenau zu platzierender Messstrahl, der es ermöglicht, nah beieinander liegende Bereiche (z. B. Blech und Draht) exakt auszuwählen und zu bestimmen, sowie ein ausreichend großer Messplatz, so dass mehrere Objekte gleichzeitig fixiert und analysiert werden konnten. Die variablen Messbedingungen, verbunden mit der Option, in einem Messvorgang mehrere chemische Elemente zu erfassen, beschleunigte zudem die umfangreichen Untersuchungen.<sup>26</sup> An den 16 Stücken wurde der Anteil von Gold, Silber, Kupfer und Zinn an insgesamt 160 Einzelpunkten bestimmt. Die Messpunkte umfassen die konstruktiven Elemente wie Bleche und Dekorteile sowie spezifische Details wie Reparaturstellen und Lotreste. Sie wurden in mikroskopischen Voruntersuchungen vorab exakt festgelegt (Abb. 5).

Selbstverständlich können einzelne Analysedaten immer nur einen Ausschnitt des Ganzen wiedergeben. Doch aufgrund der großen Zahl und der breiten Streuung der Messpunkte an den Objekten scheinen die Ergebnisse für eine erste qualifizierte Bewertung ausreichend. So konnte die Analytik etwa die Frage nach der Zusammensetzung des Metalls eindrucksvoll beantworten. Was das Gold betrifft, zeigen die 16 Stücke ein stark übereinstimmendes, wenn auch kein absolut identisches Bild. Insgesamt ist das Metall durch einen hohen Reinheitsgrad gekennzeichnet. Der Goldgehalt beträgt zwischen 92 und 96 Gewichtsprozent, das sind 22 bis 23 Karat. Der Halsring weist dabei den höchsten und die Fibel den niedrigsten Wert auf (vgl. Tab. 1). In chemischer und damit in materialspezifischer Hinsicht sind die Abweichungen jedoch gering, so dass

24 Armbruster und Eilbracht 2006, 29–30, Fig. 3a; Armbruster 2010a, 116–117.

25 Die Messungen im Jahr 2004 sowie die Auswertung der Daten wurden von Dr. Martin Radtke (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung Berlin) und Dr. habil. Ina Reiche (Rathgen-Forschungslabor der Staatlichen Museen zu Berlin, Stiftung Preußischer Kulturbesitz/CNRS Paris) vorgenommen. Der Speicherring BESSY II in Berlin-Adlershof gehört heute zum Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB). – Zu den Untersuchungen siehe Armbruster, Eilbracht u. a. 2004.

26 Zu den Vorteilen der Methode von physikalisch-analytischer Seite siehe Reiche und Radtke 2010. – Vgl. auch die Bewertung durch Schmiederer 2008, 54: „Die Synchrotron-Röntgenfluoreszenz (SyXRF) wird bei der Untersuchung geologischer Artefakte schon seit Jahren als etablierte Methode eingesetzt. Der Hauptgrund der Anwendung im archäometallurgischen Bereich liegt an der praktisch unbegrenzten möglichen Objektgröße sowie an der vollständig zerstörungsfreien Methode. Da kein Vakuum zur Messung erforderlich ist, bietet sich diese Methode für eine Vielzahl von archäologischen Objekten und Fragestellungen an.“ – Allgemein zu den Untersuchungsmethoden von Goldobjekten Guerra 2008.

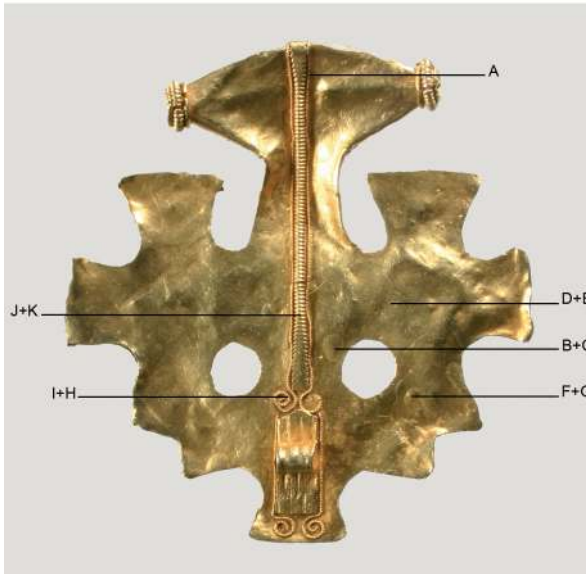


Abb. 5 Goldschmuck von Hiddensee. Anhänger Nr. 13 mit Markierungen der Messpunkte auf Vorder- und Rückseite (vgl. Tab. 1, Breite: 6,36 cm). A – Draht rechts; B – Lot; C – Lot; D – Grundblech; E – Grundblech; F – Lot; G – Lot; H – Draht links; I – Draht links; J – Draht mittig; K – Draht mittig; L – Deckblech; M – Deckblech; N – Draht mittig; O – Draht links.

Schmuckstück	Gewicht (g)	Größe (mm)	Kupfer	Silber	Zinn	Gold
Fibel	114,0	Dm. 80,0	1,37	6,01	0,009	92,62
Halsring	152,8	Dm. außen 135,0	0,21	1,65	0,003	98,14
Hängestücke:						
Nr. 3	5,0	L. 23,0 x B. 19,0	0,33	3,36	0,010	96,30
Nr. 4	5,6	L. 23,2 x B. 20,0	0,53	3,67	0,013	95,79
Nr. 5	5,4	L. 22,8 x B. 20,9	0,97	3,83	0,011	95,19
Nr. 6	5,0	L. 22,7 x B. 18,6	1,02	3,97	0,028	94,99
Anhänger in Kreuzform:						
Nr. 7	20,2	L. 51,3 x B. 47,0	0,89	3,35	0,005	95,75
Nr. 8	20,3	L. 51,7 x B. 48,0	1,19	3,36	0,005	95,45
Nr. 9	21,5	L. 51,6 x B. 48,3	1,20	3,33	0,007	95,46
Nr. 10	22,5	L. 51,5 x B. 48,6	0,77	3,18	0,004	96,04
Nr. 11	40,4	L. 67,9 x B. 64,2	1,16	4,18	0,006	94,66
Nr. 12	39,1	L. 69,0 x B. 64,9	2,01	1,82	0,003	96,17
Nr. 13	38,0	L. 68,2 x B. 63,6	1,35	3,98	0,005	94,66
Nr. 14	35,0	L. 65,5 x B. 64,3	1,06	3,51	0,002	95,43
Nr. 15	34,5	L. 65,8 x B. 64,9	0,56	3,43	0,003	96,01
Nr. 16	36,2	L. 64,4 x B. 64,6	0,51	3,08	0,004	96,41

Tab. 1 Goldschmuck von Hiddensee. Maße aller 16 Schmuckstücke sowie typische chemische Gehalte an jeweils einem Messpunkt (in Gewichtsprozent).

man die Hiddenseer Stücke als sehr homogene Gruppe von Goldobjekten ansprechen kann.<sup>27</sup>

Kleine Unterschiede zwischen den Stücken gibt es dennoch und sie werden deutlich, wenn man alle 160 Messpunkte gemeinsam in die Betrachtung einbezieht. Die graphische Umsetzung der analysierten Daten veranschaulicht, wie dicht der Großteil der Messwerte beieinander liegt (Abb. 6). Der Vergleich der Kupfer- und der Silberanteile zum Goldgehalt ergibt eine Ballung für 13 Objekte: Neun kreuzförmige Anhänger

27 Im Gegensatz dazu stehen etwa die Ergebnisse an Objekten aus Haithabu, D, mit Goldgehalten zwischen 67 % und 98 %: Pernicka 2002. – Ebenfalls als heterogen erwiesen sich die Analysen an den

Schmuckstücken aus dem so genannten Erfurter Schatzfund des 13./14. Jahrhunderts mit Goldgehalten zwischen 45 % und 99 %: Mecking 2010, 59–65.

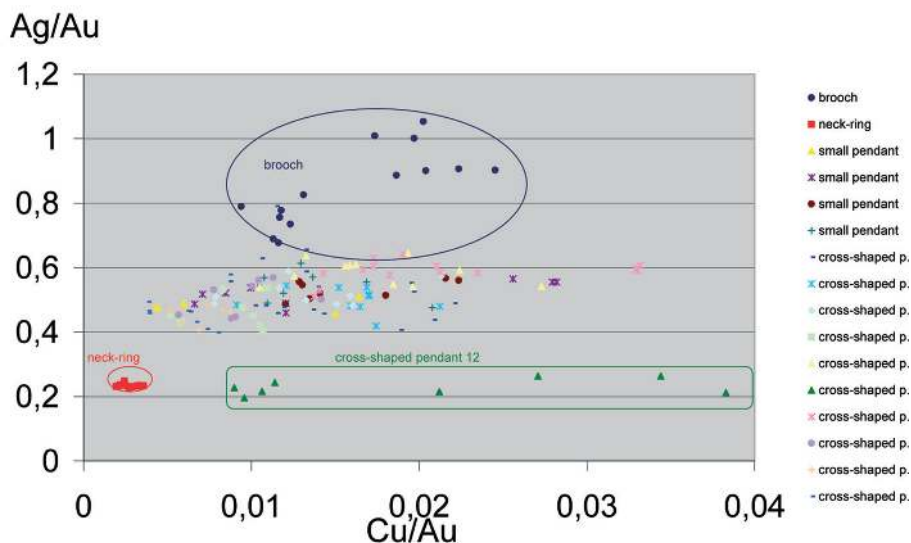


Abb. 6 Graphische Darstellung der Ergebnisse für alle 160 Messpunkte an den 16 Schmuckstücken, bezogen auf das Intensitätsverhältnis von Kupfer und Silber zum Gold.

und die vier Hängestücke weisen ein konstantes Ag/Au-Verhältnis zwischen 0,4 und 0,6 auf bei einem Cu/Au-Verhältnis, das zwischen 0,005 und 0,03 variiert.

Drei Objekte stehen davon abseits: die Fibel, der zehnte Kreuzanhänger und der Halsring. Die Werte für den Ring<sup>28</sup> (zehn Messpunkte) ergeben eine gesonderte und sehr einheitliche Gruppe mit insgesamt geringen Cu- und Ag-Anteilen. Offenbar hat der Feinschmied die goldenen Stäbe für den Ringkörper und auch die nachträglich angesetzten Endstücke für den Verschluss aus einer geschlossenen und sehr reinen Rohmaterialquelle hergestellt.

Die 14 Messwerte für die Fibel<sup>29</sup> liegen mit ihrem jeweiligen Silberanteil alle oberhalb der genannten Fundkonzentration. Dies ist insofern bemerkenswert, als das Stück hinsichtlich der Filigrandrähte absolut die gleiche Gestaltung aufweist wie die kreuzförmigen Anhänger: Objektübergreifend werden die Muster aus parallelen Drahtsträngen gebildet, für die regelhaft drei oder fünf Drähte miteinander kombiniert werden (Abb. 7). Bei drei Drähten handelt es sich z. B. um zwei feine Perldrähte außen, die entweder einen dickeren Perldrath oder einen dickeren Kordeldraht flankieren; bei fünf Drähten ist der mittlere in der Regel ein glatter Draht, links und rechts jeweils begleitet von einem Kordeldraht und einem feinen Perldrath außen.

28 Nr. 2 laut Tab. 1. – Inv.-Nr. Kulturhistorisches Mus. Stralsund: 1873-499a.

29 Nr. 1 laut Tab. 1. – Inv.-Nr. Kulturhistorisches Mus. Stralsund: 1873-499b.



Abb. 7 Goldschmuck von Hildensee. Anhänger Nr. 15 (vgl. Tab. 1, Breite: 6,49 cm). Ornamendetails: Kombinationen aus drei Drähten (rot) und aus fünf Drähten (grün).

Doch trotz der regelmäßigen Verwendung der Drahtkombinationen weisen nur die Drähte der Anhänger eine gleichartige Zusammensetzung des Rohgoldes auf. Sämtliche Teile der Fibel hingegen scheinen aus einer eigenen Metallcharge angefertigt worden zu sein und man kann annehmen, dass die Herstellung dieses Prunkstücks als Sonderanfertigung in der Hand eines Goldschmieds lag. Für die Anhänger sehen die Schlussfolgerungen anders aus. Die in Bezug auf den Silberanteil eng beieinander liegenden Werte (vgl. Abb. 6) sind möglicherweise auf eine Art ‚Bausatz‘-Produktion zurückzuführen. Vermutlich hat man in der Werkstatt große Bleche und lange Drähte in verschiedenen Macharten vorbereitet, von denen dann die benötigten Teilstücke abgetrennt und daraus die einzelnen Objekte zusammengesetzt wurden.

Aus diesen Überlegungen fällt allerdings einer der kreuzförmigen Anhänger (Nr. 12) heraus (Abb. 8).<sup>30</sup> Das Stück besitzt einen ebenso geringen Silberanteil im Gold wie der Halsring, aber seine Kupfergehalte sind etwas größer und streuen etwas stärker. Mit diesen Werten hebt er sich von allen anderen Objekten ab. Offenbar wurde der Anhänger extra hergestellt, vielleicht sogar, bevor oder nachdem alle anderen Stücke fertig waren. Die deutliche Sonderstellung der acht Messpunkte ist auch insofern bemerkenswert, als der Anhänger ein in Form und Dekor nahezu identisches Pendant besitzt, dessen Werte aber ganz mit denen der übrigen Objekte übereinstimmen.<sup>31</sup> Absolut gesehen sind die Abweichungen innerhalb der 160 Messpunkte jedoch eher gering. Für die Gesamtbeurteilung wiegt der übereinstimmend hohe Feingehalt der Stücke zwischen 22 und 23 Karat deutlich schwerer.

30 Nr. 12 laut Tab. 1. – Inv.-Nr. Kulturhistorisches Mus. Stralsund: 1873:499c.

31 Stilistisches Pendant zu Nr. 12 ist der Anhänger Nr. 13 laut Tab. 1. – Inv.-Nr. Kulturhistorisches Mus. Stralsund: 1874:92. Vgl. Abb. 5.



Abb. 8 Goldschmuck von Hiddensee. Anhänger Nr. 12 (vgl. Tab. 1, Breite: 6,49 cm). In Form und Dekor ist er ein nahezu identisches Pendant zum Anhänger Nr. 13.

### 3.2 Interpretationen

Die Ergebnisse zur Zusammensetzung des Metalls führen zur Frage nach den chemischen Kenntnissen des Goldschmieds. Angesichts der vorgelegten Werte und besonders des hohen Reinheitsgehalts des Goldes ist anzunehmen, dass er das zur Verfügung stehende Altmetall chemisch gereinigt hat. Die Forschung vertritt dazu unterschiedliche Ansichten: So komme durchaus sehr reines Gold als natürliches Roherz vor, und es müsse sich nicht notwendig um aufbereitetes Altgold handeln.<sup>32</sup> Für die Wikingerzeit können wir jedoch sicher davon ausgehen, dass das Gold aus sekundären Rohstoffquellen stammt, zumal im skandinavischen Raum keine relevanten Goldlagerstätten vorhanden sind.<sup>33</sup> Aus den schriftlichen Quellen geht vielmehr hervor, dass die Wikinger ihr Edelmetall aus Beutegut und Tributen gewannen. Aus Norwegen stammt ein silberner Halsring mit einer Runeninschrift. Sie lautet: „Wir fuhren zum Treffen mit Frieslands Kriegern, und teilten unter uns die Kriegsbeute.“<sup>34</sup> Aus seinem Anteil am Beutezug ließ der stolze Besitzer offenbar den Ring arbeiten. Ein anderes Beispiel findet sich in einer norwegischen Schriftquelle: Der Skaldendichter Emyndir sollte für ein Gedicht einen

32 Hartmann 1970; Hartmann 1982; Morteani und Northover 1995.

33 Lehrberger 1995; Neumann 1904, 201.

34 Zitiert nach: Wamers und Brandt 2005, 116. – Williams, Pentz und Wemhoff 2014, 126 übersetzen

die Inschrift abweichend: „Wir fuhren hinaus zu den Männern von Friesland und tauschten die Kampfkleidung mit ihnen« – eine Metapher für eine Schlacht.“

Lohn erhalten. „Auf dem Allding wird beschlossen, dass eingegangene Silber durch Schmiede reinigen zu lassen und daraus eine Mantelspange zu fertigen.“<sup>35</sup>

Archäologische Funde bestätigen den Gehalt dieser Aussagen. Die Aufbereitung von Silber und Gold im Rahmen der so genannten Kupellation ist für die Wikingerzeit archäologisch und chemisch belegt. Bei diesem Prozess wird die charakteristische Eigenschaft von Blei genutzt, beim Schmelzen einer edelmetallhaltigen Charge das Silber oder Gold zu sammeln, während unedle Metalle und andere Bestandteile verschlacken. Für diesen Vorgang benutzte man flache keramische Schälchen. Durch die spezifische Funktion weisen sie einen markanten Bleigehalt auf. In Dänemark und Schweden sowie im anglo-skandinavischen Raum hat man an verschiedenen Fundorten solche Keramik entdeckt. Ihr Bleigehalt beträgt zwischen 37 % und 50 %.<sup>36</sup> Auch der chemische Vorgang der so genannten Zementation, das Trennen von Gold und Silber, ist aus wikingerzeitlichen Kontexten belegt.<sup>37</sup>

Letztlich geben die Daten der Hiddenseer Goldlegierungen trotz der eindeutigen Werte keine absolute Antwort darauf, ob sie das Ergebnis eines chemischen Läuterungsvorgangs sind. Die spezifische Herstellung der Schmuckstücke unterstreicht jedoch, dass der Goldschmied das Metall für seine Zwecke legiert hat. Die endgültige Befestigung aller Komponenten – Bleche, Drähte und Granalien – war der komplexeste Vorgang der Herstellung. Sie musste in einem Schritt erfolgen; ein mehrfaches Erhitzen hätte zuvor verbundene Teile wieder lösen können. Die richtige Zusammensetzung des Lotes stellte die Grundlage für das Gelingen der Arbeit dar: Es muss in Feingehalt und Menge exakt bemessen sein, um weit genug unter dem Schmelzpunkt der zu verbindenden Metallteile zu liegen; gleichzeitig muss es vollständig in den Verbindungspunkten aufgehen, ohne auf dem Metall zu erstarren. An den Hiddenseer Schmuckstücken ließ sich die Verwendung von metallischem Lot optisch und analytisch nachweisen.<sup>38</sup> Dem Goldschmied gelang dabei nicht immer ein fehlerfreies Arbeiten: Manchmal verrutschte ein Lotbatzen und setzte sich als Buckel auf dem Blech fest, oder die Lotmenge war zu groß und die Einzelteile verbackten miteinander (vgl. Abb. 5, Punkte F+G). An anderer Stelle hatte sich ein Blech an der Fibel gelöst und wurde mit Nietstiften erneut befestigt.<sup>39</sup>

35 Zitiert nach Beck 1983, 632.

36 Zu den skandinavischen Fundorten vgl. Eilbracht 2005; Söderberg 2011. – Zu den anglo-skandinavischen Fundorten, z. B. York, vgl. Bayley 1992.

37 Zum Nachweis der Zementation, dem Scheiden von Gold und Silber, vgl. Bayley 1992 („Parting“).

38 Reiche und Radtke 2010, 143–147.

39 Vgl. die Abbildung in Armbruster 2010a, 104.



## 4 Fazit

Im Ergebnis der Untersuchungen zeigt sich, dass die materialspezifischen Analysen einerseits die stilistischen Beobachtungen zur Zusammengehörigkeit der Objekte unterstreichen, andererseits aber auch darüber hinausreichende Erkenntnisse liefern. Die hohe Stückzahl der chronologisch und typologisch eng verbundenen Untersuchungsgegenstände und damit die große Zahl der Messwerte gestatten einen tiefen Blick nicht nur in die Herstellung eines Objektes, sondern bieten auch eine qualitativ vergleichende Bewertung der Stücke untereinander. Daraus ergeben sich Interpretationen bis hin zu den Produktionsabläufen in der wikingischen Werkstatt. Die komplexen Feinschmiedearbeiten Filigran und Granulation gehen einher mit einem exklusiven Material, dessen Wert als Rohstoff durch das handwerkliche und technisch-chemische Vermögen des Goldschmieds noch gesteigert wurde. Das Hiddenseer Schmuckensemble stellt also nicht nur einen materiell wertvollen und historisch bedeutenden Goldschatz, sondern auch einen ebenso großen Wissensschatz dar.

## Bibliographie

### Akademie Mainz 1976

Akademie der Wissenschaften und der Literatur Mainz, Hrsg. *Themen, Probleme und Organisation interdisziplinärer Arbeiten in der Archäometrie, Tagung 1976*. Berlin: Freie Universität Berlin, Arbeitskreis Archäometrie, 1976.

### Arents und Eisenschmidt 2010

Ute Arents und Silke Eisenschmidt. *Die Gräber von Haithabu. Bde. 1 und 2*. Bd. 15. Die Ausgrabungen in Haithabu. Neumünster: Wachholtz, 2010.

### Armbruster 2002a

Barbara Armbruster. „Die Preßmodel von Haithabu“. In *Haithabu und die frühe Stadtentwicklung im nördlichen Europa*. Hrsg. von Klaus Brandt, Michael Müller-Wille und Christian Radtke. Bd. 8. Schriften des Archäologischen Landesmuseums Schleswig. Neumünster: Wachholtz, 2002, 219–280.

### Armbruster 2002b

Barbara Armbruster. „Goldschmiede in Haithabu – Ein Beitrag zum frühmittelalterlichen Metallhandwerk“. In *Das archäologische Fundmaterial VII*. Hrsg. von Kurt Schietzel. Bd. 34. Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu. Neumünster: Wachholtz, 2002, 85–198.

### Armbruster 2010a

Barbara Armbruster. „Die Goldschmiedetechniken“. In *Wikingergold auf Hiddensee*. Hrsg. von Barbara Armbruster und Heidemarie Eilbracht. Bd. 6. Archäologie in Mecklenburg-Vorpommern. Rostock: Hinstorff, 2010, 101–133.

### Armbruster 2010b

Barbara Armbruster. „Remains of the Viking-Age Goldsmith's Craft and Workshop“. In *Trade and Communication Networks of the First Millennium AD in the Northern Part of Central Europe. Central Places, Beach Markets, Landing Places and Trading Centres*. Hrsg. von Babette Ludovici et al. Stuttgart: Theiss, 2010, 191–213.

### Armbruster und Eilbracht 2006

Barbara Armbruster und Heidemarie Eilbracht. „Technological Aspects of the Viking Age Gold Treasure from Hiddensee, Germany“. *Historical Metallurgy* 40 (2006), 27–41.

### Armbruster und Eilbracht 2010

Barbara Armbruster und Heidemarie Eilbracht. *Wikingergold auf Hiddensee*. Bd. 6. Archäologie in Mecklenburg-Vorpommern. Rostock: Hinstorff, 2010.

### Armbruster, Eilbracht u. a. 2004

Barbara Armbruster, Heidemarie Eilbracht, Andreas Grüger, Martin Radtke, Heinrich Rieseemeier und Ina Reiche. „The Vikings in Berlin: SR-XRF Analyses of the Hiddensee Gold Jewellery“. *Bessy Highlights* 1 (2004), 32–33.

### Bayley 1992

Justine Bayley. *Anglo-Scandinavian Non-Ferrous Metalworking from 16-22 Coppergate*. Bd. 17. The Archaeology of York 7. London: Council for British Archaeology for the York Archaeological Trust, 1992.

### Bayley, Crossley und Ponting 2008

Justine Bayley, David Crossley und Matthew Ponting. *Metals and Metalworking. A Research Framework for Archaeometallurgy*. London: The Historical Metallurgy Society, 2008.

### Beck 1983

Heinrich Beck. „Handwerk‘ und ‚Handwerker‘ im Altnordischen“. In *Das Handwerk in vor- und frühgeschichtlicher Zeit 2. Archäologische und Philologische Beiträge*. Hrsg. von Herbert Jankuhn et al. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 1983, 620–635.

### Berlin 1992

Staatliche Museen zu Berlin, Hrsg. *Wiking, Waräger, Normannen. Die Skandinavien und Europa 800–1200*. Bd. 1992–1993. Ausstellungskatalog Paris, Berlin, Kopenhagen. Berlin: Staatliche Museen zu Berlin, 1992.

**Bleile 2006**

Ralf Bleile, Hrsg. *Magischer Glanz. Gold aus archäologischen Sammlungen Norddeutschlands*. Ausstellungskatalog Schleswig 2006–2007. Schleswig: Archäologisches Landesmuseum, 2006.

**Caple 2006**

Chris Caple. *Objects: Reluctant Witnesses to the Past*. London: Routledge, 2006.

**Daim 2000**

Falko Daim. „Byzantinische« Gürtelgarnituren des 8. Jahrhunderts“. In *Die Awaren am Rand der byzantinischen Welt. Studien zur Diplomatie, Handel und Technologietransfer im Frühmittelalter*. Hrsg. von Falko Daim. Innsbruck: Universitäts-Verlag Wagner, 2000, 77–204.

**Eilbracht 1999**

Heidemarie Eilbracht. *Filigran- und Granulationskunst im wikingischen Norden. Untersuchungen zum Transfer frühmittelalterlicher Gold- und Silberschmiedetechniken zwischen dem Kontinent und Nordeuropa*. Bonn: Habelt, 1999.

**Eilbracht 2005**

Heidemarie Eilbracht. „Probieren – Reinigen – Löten. Zur Funktion und Aussagefähigkeit technischer Keramik aus wikingerzeitlichen Feinschmiedekomplexen“. In *Itinera Archaeologica vom Neolithikum bis in die frühe Neuzeit. Festschrift Torsten Capelle*. Hrsg. von Heidemarie Eilbracht, Vera Brieske und Barbara Grodde. Bd. 22. Internationale Archäologie. Studia honoraria. Rahden/Westfalen: Verlag Marie Leidorf, 2005, 65–76.

**Eilbracht 2007**

Heidemarie Eilbracht. „Ich bin, was ich trage? Bemerkungen zur Funktion und Deutung wikingischer Fibeln“. In *Zwischen Fjorden und Steppe. Festschrift Johann Callmer*. Hrsg. von Claudia Theune et al. Bd. 31. Internationale Archäologie. Studia honoraria. Rahden/Westfalen: Verlag Marie Leidorf, 2007, 277–288.

**Eilbracht 2010**

Heidemarie Eilbracht. „Von kurzer Dauer: Zur Biografie des Goldschmucks“. In *Wikingergold auf Hiddensee*. Hrsg. von Barbara Armbruster und Heidemarie Eilbracht. Bd. 6. Archäologie in Mecklenburg-Vorpommern. Rostock: Hinstorff, 2010, 184–195.

**Eilbracht 2012**

Heidemarie Eilbracht. „Edelmetall in der Wikingerzeit: Die Werkstätten und ihr archäologisches Fundgut. Mit einem Beitrag von Michal Baranski zum Neufund eines Pressmodells aus Gramzow“. In *Goldsmith Mysteries. Archaeological, Pictorial and Documentary Evidence from the 1st Millennium AD in Northern Europe*. Hrsg. von Alexandra Pesch und Ruth Blankenfeldt. Neumünster: Wachholtz, 2012, 177–195.

**Guerra 2008**

Maria Filomena Guerra. „An Overview on the Ancient Goldsmith's Skill and the Circulation of Gold in the Past: the Role of X-Ray Based Techniques“. *X-Ray Spectrometry* 37 (2008), 317–327.

**Hartmann 1970**

Axel Hartmann. *Prähistorische Goldfunde aus Europa: spektralanalytische Untersuchungen und deren Auswertung*. Bd. 2. Berlin: Mann, 1970.

**Hartmann 1982**

Axel Hartmann. *Prähistorische Goldfunde aus Europa: spektralanalytische Untersuchungen und deren Auswertung*. Bd. 1. Berlin: Mann, 1982.

**Hauptmann und Pingel 2008**

Andreas Hauptmann und Volker Pingel, Hrsg. *Archäometrie. Methoden und Anwendungsbeispiele naturwissenschaftlicher Verfahren in der Archäologie*. Stuttgart: Schweizerbart, 2008.

**Kershaw 2013**

Jane Kershaw. *Viking Identities: Scandinavian Jewellery in England*. Oxford: Oxford University Press, 2013.

**Kleingärtner 2007**

Sunhild Kleingärtner. *Der Pressmodellfund aus dem Hafen von Haithabu*. Bd. 12. Die Ausgrabungen in Haithabu. Neumünster: Wachholtz, 2007.

**Lehrberger 1995**

Gerhard Lehrberger. „The Gold Deposits of Europe: An Overview of the Possible Metal Sources for Prehistoric Gold Objects“. In *Prehistoric Gold in Europe. Mines, Metallurgy, and Manufacture*. Hrsg. von Giulio Morteani und Jeremy P. Northover. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995, 115–144.

**Löberl 1998**

Ulrich Löberl, Hrsg. *Die Wikinger*. Bd. 1998. Ausstellungskatalog Koblenz. Koblenz: Selbstverlag Landesmuseum, 1998.

**Lønborg 1998**

Bjarne Lønborg. *Vikingetidens metalbearbejdning*. Bd. 17. Fynske Studier. Odense: Universitetsforlag, 1998.

**Mecking 2010**

Oliver Mecking. „Die Rekonstruktion der Goldschmiedetechniken aufgrund der chemischen Analytik“. In *Der Schatzfund. Analysen – Herstellungstechniken – Rekonstruktionen*. Hrsg. von Sven Ostritz. Bd. 2. Die mittelalterliche jüdische Kultur in Erfurt. Weimar: Beier & Beran, 2010, 10–224.

**Morteani und Northover 1995**

Guilio Morteani und Jeremy P. Northover, Hrsg. *Prehistoric Gold in Europe. Mines, Metallurgy, and Manufacture*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995.

**Neumann 1904**

Bernhard Neumann. *Die Metalle: Geschichte, Vorkommen und Gewinnung nebst ausführlicher Produktions- und Preis-Statistik*. Halle (Saale): Knapp, 1904.

**Pasch 2010**

Astrid Pasch. „Zur Herstellungstechnik der Schatzfundobjekte“. In *Der Schatzfund. Analysen – Herstellungstechniken – Rekonstruktionen*. Hrsg. von Sven Ostritz. Bd. 2. Die mittelalterliche jüdische Kultur in Erfurt. Weimar: Beier & Beran, 2010, 237–437.

**Pernicka 2002**

Ernst Pernicka. „Röntgenfluoreszenzanalyse der Goldobjekte von Haithabu“. In *Das archäologische Fundmaterial VII*. Hrsg. von Kurt Schietzel. Bd. 34. Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu. Neumünster: Wachholtz, 2002, 199–200.

**Pesch und Blankenfeldt 2012**

Alexandra Pesch und Ruth Blankenfeldt, Hrsg. *Goldsmith Mysteries. Archaeological, Pictorial and Documentary Evidence from the 1st Millennium AD in Northern Europe*. Bd. 8. Schriften des Archäologischen Landesmuseums, Ergänzungsreihe. Neumünster: Wachholtz, 2012.

**Reiche und Radtke 2010**

Ina Reiche und Martin Radtke. „Unter Röntgenlicht betrachtet. Metallanalysen am Hiddensee-Schmuck“. In *Wikingergold auf Hiddensee*. Hrsg. von Barbara Armbruster und Heidemarie Eilbracht. Bd. 6. Archäologie in Mecklenburg-Vorpommern. Rostock: Hinstorff, 2010, 135–148.

**Riederer 1976**

Josef Riederer. „Denkschrift zur Eröffnung des Rathgen-Forschungslabors der Staatlichen Museen Preußischer Kulturbesitz“. *Berliner Beiträge zur Archäometrie* 1976 (1976), 1–100.

**Schmiderer 2008**

Alexander Schmiderer. *Geochemische Charakterisierung von Goldvorkommen in Europa*. Dissertation. Naturwissenschaftliche Fakultät III, Universität Halle-Wittenberg, 2008. URL: <http://d-nb.info/1024859169/34> (besucht am 04. 27. 2016).

**Söderberg 2011**

Anders Söderberg. „Eyvind Skáldaspillir's Silver – Refining and Standards in Pre-Monetary Economies in the Light of Finds from Sigtuna and Gotland“. *Situne Dei. Årsskrift för Sigtunaforskning och historisk arkeologi* 2011 (2011), 5–34.

**Speyer 2008**

Historisches Museum Speyer, Hrsg. *Die Wikinger*. Bd. 2008. Ausstellungskatalog Speyer. München: Edition Minerva, 2008.

**Svanberg 1998**

Fredrik Svanberg. „Exclusive Jewellery, Borgeby and Western Scania c. AD 950–1050“. *Formvånnen* 93 (1998), 113–124.

**Thieme 1978**

Bettina Thieme. „Filigranscheibenfibeln der Merowingerzeit in Deutschland“. *Bericht der Römisch-Germanischen Kommission* 59 (1978), 381–500.

**Wamers und Brandt 2005**

Egon Wamers und Michael Brandt, Hrsg. *Die Macht des Silbers. Karolingische Schätze im Norden*. Ausstellungskatalog Frankfurt am Main und Hildesheim. Regensburg: Schnell & Steiner, 2005.

**Wieczorek und Hinz 2000**

Alfried Wieczorek und Hans-Martin Hinz, Hrsg. *Europas Mitte um 1000*. Ausstellungskatalog Budapest et al. Bde. 1–3. Theiss, 2000.

**Williams, Pentz und Wemhoff 2014**

Gareth Williams, Peter Pentz und Matthias Wemhoff, Hrsg. *Die Wikinger*. London, Berlin: Hirmer, 2014.

**Wolters 1983, 1986**

Jochem Wolters. *Die Granulation. Geschichte und Technik einer alten Goldschmiedetechnik*. München: Callwey, 1983, 1986.

**Wolters 1987**

Jochem Wolters. „Filigran“. In *Reallexikon zur Deutschen Kunstgeschichte*. Bd. 8. München: Beck, 1987, 1062–1184.

**Abbildungs- und Tabellennachweis**

**ABBILDUNGEN:** 1 Kulturhistorisches Museum Stralsund, Inv.-Nr. 1873:450. Photo: Sabine Suhr, Landesamt für Kultur und Denkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern. 2 Stiftung Schleswig-Holsteinische Landesmuseen Schloss Gottorf, Wikinger Museum Haithabu, KSD 539.1–41. 3 a) und b) Kulturhistorisches Museum Stralsund, Inv.-Nr. 1873:499b. Photo: Sabine Suhr, Landesamt für Kultur und Denkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern. 4 Oben und unten: IfG – Institute for Scientific Instruments GmbH, Berlin (Mario Bretschneider). 5 a) und

b) Kulturhistorisches Museum Stralsund, Inv.-Nr. 1874:92. Photo: Sabine Suhr, Landesamt für Kultur und Denkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern. 6 Graphik: I. Reiche. 7 Kulturhistorisches Museum Stralsund, Inv.-Nr. 1874:39a. Photo: Sabine Suhr, Landesamt für Kultur und Denkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern. 8 Kulturhistorisches Museum Stralsund, Inv.-Nr. 1873:499c. Photo: Sabine Suhr, Landesamt für Kultur und Denkmalpflege Mecklenburg-Vorpommern.  
**TABELLEN:** 1 Zusammenstellung: Heidemarie Eilbracht.

HEIDEMARIE EILBRACHT

studierte Ur- und Frühgeschichte, Klassische Archäologie und Geschichte in Münster, Westfalen. Bis 2011 arbeitete sie in verschiedenen Positionen in der Bodendenkmalpflege und in anderen wissenschaftlichen Institutionen, zuletzt für den Exzellenzcluster Topoi. Seit 2012 ist sie in einem internationalen Projekt zur Archäologie des westlichen Baltikums am Museum für Vor- und Frühgeschichte in Berlin tätig und lehrt darüber hinaus am Institut für Prähistorische Archäologie der Freien Universität Berlin. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen zum einen im Bereich der Forschungsgeschichte, zum anderen in der Erforschung des Metallhandwerks, insbesondere des frühen Mittelalters und der Wikingerzeit. Gemeinsam mit Kollegen hat sie das *Netzwerk Archäologisch-Historisches Metallhandwerk* (NAHM) initiiert.

Dr. Heidemarie Eilbracht  
Museum für Vor- und Frühgeschichte  
Staatliche Museen zu Berlin – PK  
Archäologisches Zentrum  
Geschwister-Scholl-Straße 6  
10117 Berlin, Deutschland  
E-Mail: h.eilbracht@smb.spk-berlin.de