

Naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden zur Klärung der Provenienz mittelalterlicher Münzen an den Beispielen Friesacher Pfennig und Tiroler Kreuzer*

Robert Linke und Manfred Schreiner

Einleitung

Historische Münzen bieten heute dem Geschichtsforscher wertvolle Informationsquellen, um z. B. Einblick in die politische oder wirtschaftliche Lage eines Landes oder einer bestimmten Epoche zu erhalten. Neben der numismatischen und historischen Aufarbeitung können dabei auch die Naturwissenschaften einen wertvollen Beitrag leisten, um Fragen der Herkunft¹, des Alters², der Herstellungstechnik³ oder der Authentizität⁴ zu klären. An den Beispielen des Friesacher Pfennigs und des Tiroler Kreuzers soll sowohl gezeigt werden, welche Möglichkeiten der Untersuchung durch die Anwendung moderner analytischer Methoden gegeben sind, als auch welchen Limitierungen die Verfahren unterliegen.

Die Materialanalyse kann auf eine bereits sehr lange Geschichte zurückblicken. Schon den Lydern war der sogenannte Proberstein bekannt, der sich bis in die heutige Zeit – wenn auch in etwas abgeänderter Form – erhalten hat. Hatten in früheren Zeiten derartige Analysen vornehmlich den Zweck, den Feingehalt bzw. die Authentizität der Münzen zu überprüfen, traten in der Neuzeit ver-

* Die Arbeit wurde vom Jubiläumsfonds der Österreichischen Nationalbank (Projekt Nr. 7026: Materialanalytische Untersuchungen am Friesacher Pfennig) gefördert.

¹ N. H. GALE – W. GENTER – G. A. WAGNER, Mineralogical and geographical silver sources of Archaic Greek coinage. In: D. M. METCALF – W. A. ODDY, Metallurgy in Numismatics I, Special Publication 13. London 1980, 3-49; Z. A. STOS-GALE – G. MALIOTIS – N. H. GALE – N. ANNETTS, Lead isotope characteristics of the Cyprus copper ore deposits applied to provenance studies of copper oxide ingots. In: Archaeometry 39, 1 (1997) 83-123.

² Martin J. AITKEN, Science-based dating in archaeology. London-New York 1997.

³ R. KLOCKENKÄMPER – H. BUBERT – K. HASLER, Detection of near-surface silver enrichment on Roman imperial silver coins by X-ray spectral analysis. In: Archaeometry 41, 2 (1999) 311-320; Giulio MORTEANI – Jeremy P. NORTHOVER, Prehistoric gold in Europe (NATO ASI Series, Series E, Vol. 280) Dordrecht-Boston-London 1995.

⁴ R. KLOCKENKÄMPER – M. BECKER – H. OTTO, Röntgenspektalanalyse von echten und gefälschten Reichsgoldmünzen. In: Spectrochimica Acta 1990, 1043-1051; I. D. MACLEOD – I. M. RITCHIE, Detection of debasement in (forged) silver coins by means of corrosion potential measurements. In: Archaeometry 23, 1 (1981) 65-70.

mehrt auch numismatische oder archäologische Interessen hinzu. So erlangte beispielsweise bereits im 18. Jahrhundert der deutsche Chemiker Martin Heinrich Klaproth (1743-1817) große Anerkennung bei der chemischen Untersuchung von Bronzeplastiken, archäologischen Funden und antiken Münzen⁵.

Heute steht dem Chemiker eine Vielzahl von chemisch-physikalischen Untersuchungsverfahren zur Verfügung, wobei naturgemäß großer Wert darauf gelegt wird, dass die Analysen zerstörungsfrei durchgeführt werden können, d. h., dass dem Objekt weder Proben entnommen werden müssen, noch dass es in irgendeiner Weise verändert oder beschädigt wird⁶. Analysen von entnommenem Probematerial zeichnen sich im allgemeinen durch eine höhere Richtigkeit und Präzision der Meßergebnisse aus, sind aber bei Untersuchungen von Münzen aus konservatorischen Gründen meistens nicht anzuwenden. Weiters richtet sich die Wahl einer geeigneten Analysemethode nach der Art des Materials. Für die zerstörungsfreie Untersuchung von Metallen eignen sich u. a. die Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)⁷, die Protonen-induzierte Röntgenemissionsanalyse (PIXE)⁸, die Rasterelektronenmikroskopie (REM) bzw. Elektronenstrahlmikroanalyse (ESMA)⁹ sowie die Neutronenaktivierungsanalyse (NAA)¹⁰ und verwandte Methoden.

Bei der Röntgenfluoreszenzanalyse wird das Objekt mit Röntgenstrahlung bestrahlt, wodurch die Atome in der Probe selbst zur Strahlung angeregt werden

⁵ Martin Heinrich KLAPROTH, Beitrag zur numismatischen Docimasie. In: Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften und schönen Künste zu Berlin (1792-1797), Teil Experimental-Philosophie, 3-14; Hans-Werner SCHÜTT, Martin Heinrich Klaproth als Archäometer. In: Chemie in unserer Zeit 23, 2 (1989) 50-52.

⁶ Auch Patina, ein bei Numismatikern häufig erwünschter Effekt, wird weder entfernt noch verändert.

⁷ Michael MANTLER – Manfred SCHREINER, X-ray fluorescence spectrometry in art and archaeology. In: X-Ray Spectrometry 29, 1 (2000) 3-17; R. KLOCKENKÄMPER – K. HASLER, Zur Leistungsfähigkeit der energiedispersiven Röntgenspektralanalyse. In: Fresenius Zeitschrift für Analytische Chemie 289 (1978) 346-352; Andreas BURKHARDT – Willem B. STERN – Guido HELMIG, Keltische Münzen aus Basel. Basel 1994; C. N. ZWICKY-SOBCZYK – W. B. STERN, X-ray fluorescence and density measurements on surface-treated Roman silver coins. In: Archaeometry 39, 2 (1997) 393-405.

⁸ Engl.: Particle-induced X-ray emission. Vgl. N. KALLITHRAKAS-KONTOS – A. A. KATSANOS – A. ARAVANTINOS – M. OECONOMIDES – I. TOURATSOGLOU, Study of ancient Greek copper coins from Nikopolis (Epirus) and Thessaloniki (Macedonia). In: Archaeometry 35, 2 (1993) 265-278; Guy DEMORTIER, Elementaranalyse von Goldschmuck. In: Physik in unserer Zeit 23, 1 (1992) 13-21.

⁹ R. ECHT – W.-R. THIELE, Sintering, welding, brazing and soldering as bonding techniques in Etruscan and Celtic goldsmithing. In: Giulio MORTEANI – Jeremy P. NORTHOVER, Prehistoric Gold in Europe (NATO ASI Series, Series E, 280) Dordrecht-Boston-London 1995, 435-451; P. MÖLLER, Electrochemical corrosion of natural gold alloys. In: ebd. 357-367.

¹⁰ J. N. BARRANDON – J. P. CALLU – C. BRENOT, The analysis of Constantinian coins by non-destructive californium 252 activation analysis. In: Archaeometry 19, 2 (1977) 173-186; A. A. GORDUS – D. M. METCALF, Neutron activation analysis of the gold coinages of the Crusader states. In: D. M. METCALF – W. A. ODDY, Metallurgy in Numismatics 1, Special Publication 13. London 1980, 119-150.

und dabei sogenannte sekundäre Röntgenstrahlung (Röntgenfluoreszenz) emittieren. Diese Strahlung wird dann von einem Detektor registriert und in ein elektronisches Signal umgewandelt. Die Vorteile dieser Methode liegen, abgesehen von der zerstörungsfreien Durchführbarkeit der Messungen, in der Möglichkeit, sowohl Haupt- als auch Neben- und Spurenbestandteile in einer einzigen Messung erfassen zu können. Die Messungen sind schnell und meist ohne Vakuum durchführbar und die Ergebnisse sowohl qualitativ als auch quantitativ auswertbar.

Untersuchungen am Friesacher Pfennig

Zur Untersuchung gelangten Prägungen des Friesacher Pfennigs, einer im 12. und 13. Jahrhundert überregional verbreiteten Währungseinheit (Abb. 1)¹¹. Bedingt durch den großen wirtschaftlichen Erfolg dieser Währung erstreckte sich das Umlaufgebiet vom heutigen Oberitalien, die slawischen Gebiete, bis in den süddeutschen Raum (Abb. 2). Die Untersuchungen umfassen die Frühzeit des Friesacher Pfennigs, die von etwa 1125/30 bis 1166 angesetzt wird. Inhaber des Prägerechtes waren sowohl die Erzbischöfe von Salzburg als auch die Herzöge von Kärnten. Die Objekte stammen vornehmlich aus dem Münzkabinett des Kunsthistorischen Museums Wien und wurden dort im Rahmen der Erstellung eines die Frühzeit umfassenden Kataloges bearbeitet und neu gelegt¹². Hinzu treten Pfennige der Sammlung Wagner in Bruck/Mur.



Abb. 1: Friesacher Pfennig, geprägt unter Erzbischof Konrad I. v. Abensberg (1106-1147), ab etwa 1135

¹¹ Zum Friesacher Pfennig s. bes.: Reinhard HÄRTEL – Markus J. WENNINGER (Hg.), Die Friesacher Münze im Alpen-Adria-Raum. Akten der Friesacher Sommerakademie Friesach (Kärnten), 14. bis 18. September 1992 (Schriftenreihe der Akademie Friesach 1 = Grazer Grundwissenschaftliche Forschungen 2) Graz 1996; darin bes. Michael ALRAM, Der Friesacher Pfennig in den mittelalterlichen Alpenländern, 97 ff. Ein Typenverzeichnis bringt Bernhard KOCH, Corpus Nummorum Austriacorum (CNA) I: Mittelalter. Wien 1994, 109 ff.

¹² Heinz WINTER, Die Neuinventarisierung und Neuordnung der Sammlung von Friesacher Pfennigen am Wiener Münzkabinett. In: Mitteilungen der Österreichischen Numismatischen Gesellschaft 37, 1 (1997) 10-17.

Die rasche Verbreitung dieser Währung bedingte auch eine größere Anzahl von Münzstätten. Der Begriff Friesacher Pfennig bezieht sich daher nicht nur auf in Friesach hergestellte Münzen, sondern auf alle Prägungen, die sich in Typologie und Stil dieser Währung angeschlossen haben. Da die schriftlichen Quellen unzureichend sind, wurden naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden eingesetzt, um die Provenienz der Münzen zu bestimmen.



Abb. 2: Umlaufgebiet des Friesacher Pfennigs mit den in der Frühzeit relevanten Prägestätten

Eine Erleichterung für die geographische Zuordnung der Münzen war, dass einige der Prägestätten damals eine eigene Silbermine angeschlossen hatten, aus der sie ihr Silbererz bezogen. Auch konnte durch die Analysen gezeigt werden, dass damals die Erzhöfen unterschiedliche Technologien zur Gewinnung oder zur Reinigung des Silbers verwendeten. Im Silber bzw. in der Silber-Kupfer-Legierung bleiben daher gewisse Spurenelemente wie Blei, Arsen, Gold, Quecksilber, Wismut und Eisen zurück, die für jede Münzstätte charakteristisch sind und eine Zuordnung der unbekannten Münzen zu einer bestimmten Münzstätte ermöglichen. Unter den Objekten befanden sich auch einige zeitgenössische Imitationen, sowie einige moderne Fälschungen¹³, die ebenfalls einer Materialanalyse unterzogen wurden.

Untersuchungen von Münzen mit gesicherter Prägestätte

Zunächst wurden die Münzen mit gesicherter Provenienz der Prägestätten Friesach, Laufen, Salzburg, St. Veit, Aquileia sowie Köln in der Silberzusammen-

¹³ Herfried WAGNER, Moderne Fälschungen von Friesacher Pfennigen. In: Mitteilungen der Österreichischen Numismatischen Gesellschaft 37, 3 (1997) 54-59.

setzung charakterisiert bzw. versucht Unterscheidungsmerkmale zu definieren, um sie in einem weiteren Schritt mit Münzen unbekannter Herkunft vergleichen zu können. Der Friesacher Pfennig wurde von den Salzburger Erzbischöfen in Friesach geprägt. Unsicher jedoch ist die Münzstätte der herzoglichen Pfennige (anfangs Friesach?, später St. Veit? oder eine weitere, unbekannte Prägestätte). Die Prägung des Salzburger Pfennigs erfolgte durch die Erzbischöfe von Salzburg in den Münzstätten Laufen und Salzburg nach Regensburger Schlag. Die Prägung in Laufen setzte vermutlich erst in den letzten Regierungsjahren Erzbischof Konrads I. (1106-1147) ein. Die Rückverlegung in die Stadt Salzburg erfolgte dann spätestens 1195¹⁴.

Insgesamt gelangten über 200 Münzen zur Untersuchung. Zur Erleichterung der Interpretation der Meßwerte sowie aufgrund der großen Datenmenge wurden zur Auswertung der Meßergebnisse multivariate statistische Methoden wie die Faktoren- oder die Clusteranalyse angewendet. Mit Hilfe von Streudiagrammen lassen sich dann die Objekte unbekannter Provenienz einer bestimmten Münzstätte zuordnen.

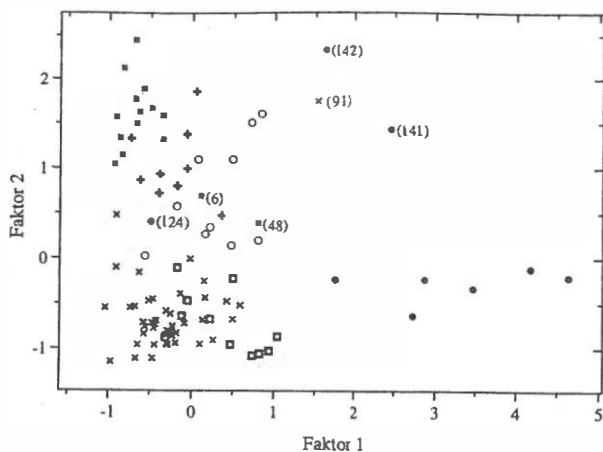


Abb. 3: Vergleich von Münzen gesicherter Provenienz mittels Faktorenanalyse.

× Friesach; + Köln; O Aquileia; ● Salzburg; ■ Laufen; □ St. Veit

In Abb. 3 sind die Pfennige mit gesicherter Provenienz zusammengefasst. Während sich durch einen direkten Vergleich der Röntgenintensitäten keine eindeutigen Aussagen über eine Zugehörigkeit einzelner Exemplare zu bestimmten Münzstätten treffen lassen, erkennt man in der statistischen Auswertung bereits deutlich die Ähnlichkeit von Geprägen gleicher Provenienz. Abgesehen von ei-

¹⁴ Wolfgang HAHN, Die Salzburger Münzstätte bis zum Eintritt der bischöflichen Prägertätigkeit 1009/10. In: Christoph MAYRHOFER – Günther ROHRER (Hg.), Tausend Jahre Salzburger Münzrecht (Salzburger Numismatische Gesellschaft, Sonderpublikation 2 = Salzburg Archiv 21) Salzburg 1996, 35 ff.

nigen ausreißerverdächtigen Meßwerten, lassen sich dennoch Clusterbildungen erkennen. Münzen, die nicht in diesen Bereichen liegen und ein für die jeweilige Prägestätte untypisches Spurenelementmuster aufweisen, sind in Abb. 3 durch die nachgestellte Analysennummer gekennzeichnet. Da aber eine Prägung dieser Objekte in einer anderen Prägestätte aufgrund der numismatischen Sachlage auszuschließen ist, besteht einerseits die Möglichkeit, dass altes Silber eingeschmolzen wurde, um daraus neue Schrötlinge herzustellen bzw. dass andererseits alte Münzen mit einem neuen Stempel überprägt wurden, wenngleich sich gerade in diesen Fällen keine Spuren eines Untergepräges feststellen ließen.

Ferner muß auch darauf verwiesen werden, dass für eindeutige statistische Aussagen eine große Anzahl von Proben erforderlich ist. Da von vielen Münzgruppen und Prägestätten jedoch nur wenige Exemplare erhalten sind, ergeben sich daher auch gewisse Unsicherheiten in der statistischen Auswertung.

Untersuchungen von Münzen mit unbekannter Prägestätte

Für die Zuordnung der Münzen unbekannter Herkunft wurde jeweils eine kleine Anzahl ähnlicher Objekte mit Exemplaren bekannter Prägestätten verglichen. Als ein Beispiel für diese Untersuchungen sei die Bestimmung der Münzstätte der Prägungen von Erzbischof Eberhard I. (1147-1164) angeführt. Aufgrund der stilistisch stark unterschiedlichen Ausführungen wurde von den Numismatikern bisher Aquileia oder Friesach als Prägestätte angenommen.

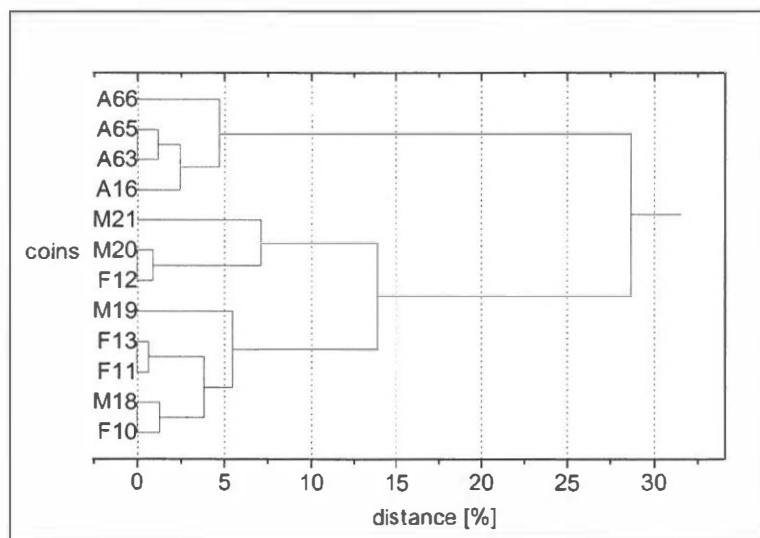


Abb. 4: Vergleich der Prägungen Erzbischof Eberhards I. (1147-1164) (M) mit Münzen der Städte Friesach (F) und Aquileia (A)

Durch die Materialanalyse gelang es die Münzen M18 bis M21 eindeutig der Münzstätte Friesach zuzuordnen. Auffallend ist noch, dass sich die Prägevarianten a (M18 und M19) und b (M20 und M21) dieser Münzen auch im Dendrogramm unterscheiden lassen.

Vergleich der Prägestätten Friesach und Köln

Als zweites Beispiel sei die Unterscheidung der Prägestätten Friesach und Köln angeführt. Durch den Vergleich von Typologie und Stil von Münzen aus diesen beiden Prägestätten wurde bislang vermutet, dass zu Beginn der Münzprägung unter Erzbischof Konrad I. (1125/30) Silberarbeiter und Stempelschneider von Köln nach Friesach gingen, um dort ihr „know how“ zu verkaufen. Bisher fehlte aber der Beweis für diese Annahme. Erschwert wird ein Vergleich der beiden Prägestätten durch die Tatsache, dass nicht zu unterscheiden ist, ob es sich bei den Ähnlichkeiten im Spurenelementmuster tatsächlich um Gemeinsamkeiten in der Verarbeitungstechnik des Silbers handelt, oder ob Unterschiede in der Metallegierung nur durch die jeweils verwendeten Ausgangsmaterialien (Erze, Altsilber) zu erklären sind.

Vergleicht man Kölner und Friesacher Pfennige, so fällt zunächst der hohe und relativ einheitliche Silbergehalt der Kölner Gepräge auf. Während bei den Friesachern innerhalb einer Emission Schwankungen im Silbergehalt von bis zu 10 % festgestellt wurden, schwankt der Feingehalt Kölner Münzen von lediglich $84,7 \pm 3,4$ % bis $86,7 \pm 3,5$ %. Während sich bei Friesacher Pfennigen fast ausschließlich Blei und Wismut als Spurenelemente finden, zeichnen sich die Kölner Münzen hauptsächlich durch einen höheren Blei- und Goldanteil aus, wobei diese Konzentrationen aber stark variieren können. Aus der breiten Streuung der Messwerte lässt sich folgern, dass bei der Gewinnung und Reinigung des Silbers in Friesach zweifellos die bessere Technologie bekannt war. Auch der höhere Goldanteil in den Kölner Münzen spricht für diese Annahme. Da in bzw. bei Köln kein Silberabbau betrieben wurde, ist anzunehmen, dass man bei der Produktion der Münzen auf altes bzw. importiertes Silber zurückgegriffen hat. Bei der Analyse zeigt sich, dass das in Friesach zur Silbergewinnung verwendete Bleierz entweder weniger Gold als Spurenelement enthielt als in Köln, oder dass man in Friesach die besseren Scheideverfahren für Gold hatte. Auch ein Vergleich des Elements Quecksilber zwischen Friesach und Köln lässt eindeutig Unterschiede erkennen (Abb. 5). Während im Friesacher Silber in den meisten Fällen kein Quecksilber nachgewiesen werden konnte, variieren die Quecksilbergehalte bei Kölner Geprägen beträchtlich.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass aufgrund der bisher durchgeführten materialanalytischen Untersuchungen keine Anzeichen für Gemeinsamkeiten in der Herstellung der Silberlegierung in Friesach und Köln gefunden wurden.

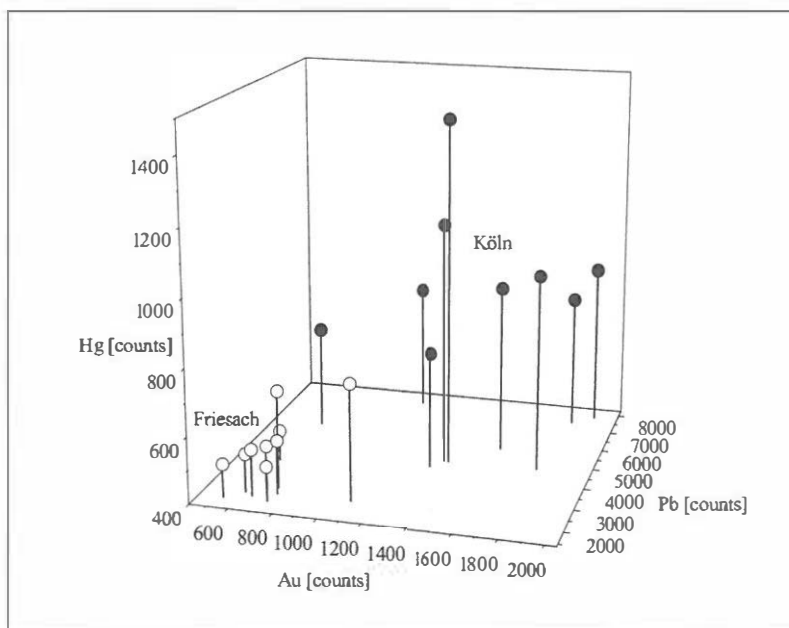


Abb. 5: Graphische Darstellung der Röntgenintensitäten der Elemente Quecksilber (Hg), Gold (Au) und Blei (Pb) bei Münzen der Prägestätten Friesach (helle Punkte) und Köln (dunkle Punkte)

Probleme bei der RFA-Untersuchung von korrodierten Münzen

Ein Nachteil der Röntgenfluoreszenzanalyse ist, dass die Messergebnisse nur unter bestimmten Voraussetzungen quantifizierbar sind. So sollte das Objekt eine ebene, glatt polierte und homogene Oberfläche aufweisen, was bei Münzen normalerweise nicht der Fall ist. Ein weiterer Nachteil ist, dass mit dieser Methode nur oberflächennahe Bereiche eines Objekts untersucht werden können, da die Informations- bzw. Austrittstiefe von Röntgenfluoreszenzstrahlung beispielsweise in einer Silberlegierung nur ca. 0,1 mm beträgt. Dieser Nachteil wirkt sich vor allem bei der Untersuchung von archäologischen Funden aus, die an der Oberfläche durch die lange Lagerung im Boden meist stark korrodiert sind, was zu einer Abreicherung von z. B. Kupfer bei Silber-Kupfer-Legierungen und einer relativen Anreicherung von Silber auf der Münzoberfläche führt. Zur Überprüfung dieser möglichen Oberflächenanreicherung von Silber wurden von einigen stichprobenartig ausgewählten Friesacher Pfennigen Untersuchungen im Rasterelektronenmikroskop durchgeführt.

Bei der Rasterelektronenmikroskopie wird das Objekt mit einem fein fokussierten Elektronenstrahl abgerastert. Durch Wechselwirkung der Elektronen

mit der Probe entstehen Signale, die mit Hilfe von unterschiedlichen Detektoren registriert und in elektronische Impulse umgewandelt werden können. Neben den abbildenden Verfahren lassen sich in Verbindung mit einem energie- oder wellenlängendispersiven Röntgenfluoreszenzdetektor auch Aussagen über die qualitative und quantitative Zusammensetzung treffen. Wie bei der RFA können die Untersuchungen zwar zerstörungsfrei, jedoch nicht an Luft, sondern nur im Hochvakuum durchgeführt werden, was wiederum gewisse Anforderungen an die Münzen stellt¹⁵. Aufgrund der Fokussierbarkeit der Elektronenstrahlen hat man jedoch gegenüber der herkömmlichen RFA den Vorteil, Untersuchungen im Mikrometerbereich durchführen zu können¹⁶. Der Vorteil der Mikrobereichscharakterisierung konnte daher auch im vorliegenden Fall genutzt werden, um nachzuweisen, ob an der Oberfläche der Friesacher Pfennige eine relative Anreicherung von Silber bzw. Abreicherung von Kupfer vorliegt. Dazu wurden einige Münzen an der Kante leicht anpoliert und die Elementverteilung untersucht. Es zeigte sich, dass diese Exemplare einen homogenen Aufbau besitzen (Abb. 6) und es kann daher angenommen werden, dass die quantitativen Ergebnisse der Silber- und Kupferkonzentrationen, gemessen mit der RFA an der Münzoberfläche, mit dem tatsächlichen Wert im Kern der Münzen gut übereinstimmen. Im allgemeinen wird eine Messgenauigkeit bei der RFA in Abhängigkeit von der Oberflächenmorphologie und dem Erhaltungszustand von +/- 3 bis 5 rel.% angenommen.

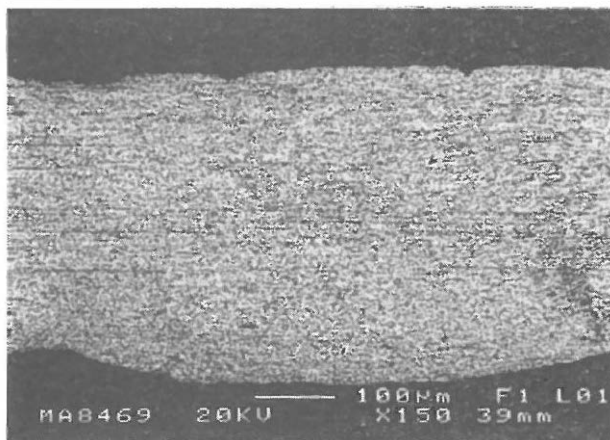


Abb. 6: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines an der Kante angeschliffenen Friesacher Pfennigs

¹⁵ Moderne Geräte besitzen heute die Möglichkeit Untersuchungen auch unter verringertem Luftdruck durchführen zu können.

¹⁶ Neueste Entwicklungen bei der RFA erzielen durch die Verwendung von Mikrokapillaren bereits hohe Ortsauflösungen. Vgl. dazu: Naoki YAMAMOTO, A micro-fluorescent/diffracted x-ray spectrometer with a micro-x-ray beam formed by a fine glass capillary. In: Review of Scientific Instruments, 67, 9 (1996) 3051-3064.

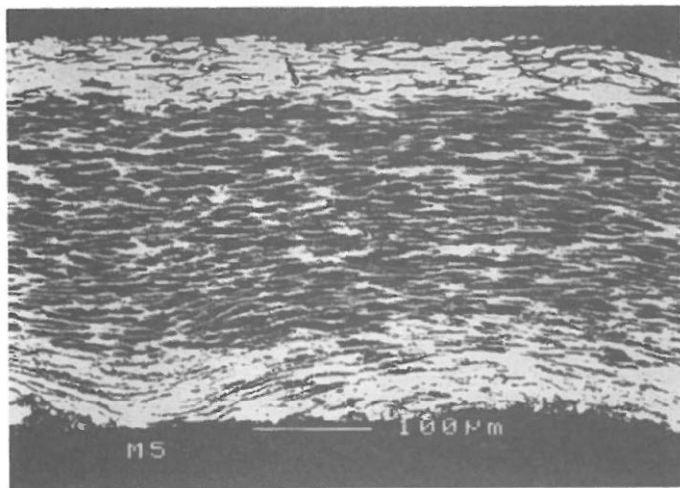


Abb. 7: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines Anschliffes von einem (korrodierten) Tiroler Kreuzer

Im Gegensatz zu den untersuchten Friesacher Pfennigen zeigt die rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines Querschliffs von einem Tiroler Kreuzer in Abb. 7 helle Bereiche an der Ober- und Unterseite der Münze. Diese kennzeichnen die silberreichen Bestandteile der Legierung, die dunklen Zonen im Münzkern die kupferreichen Phasen. Während der Kern der Münze ein homogenes Gefüge aufweist, ist an der Münzoberfläche Silber relativ angereichert.

Die Ursache dafür ist, dass bei einer Lagerung von Silbermünzen im Boden durch die ablaufenden Korrosionsprozesse Kupfer oxidiert und aus der Silber-Kupfer-Legierung im Laufe der Jahrhunderte ausgelaugt wird. Die in Abb. 7 gezeigte Münze stammt aus einem Fund, der im Jahre 1992 auf einem Acker bei St. Valentin/NÖ geborgen wurde¹⁷. Wie in Abb. 8 zu erkennen, ist durch diverse Umwelteinflüsse Kupfer aus der Münze ausgetreten und hat sich als Kupferpatina an der Oberfläche angelagert. Bei einer Informationstiefe von nur wenigen Mikrometern kann sich dadurch bei der RFA vor allem bei einer quantitativen Auswertung ein beträchtlicher Fehler ergeben.



Abb. 8: Tiroler Kreuzer zum Zeitpunkt der Auffindung

¹⁷ Michael ALRAM – Heinz WINTER – Michael METLICH, Ein mittelalterlicher Münzschatz des 15. Jahrhunderts aus St. Valentin in Niederösterreich. In: Numismatische Zeitschrift 104/105 (1997) 109-185.

Untersuchungen am Tiroler Kreuzer

Die Anfänge der Kreuzerprägung in Tirol reichen bis in die zweite Hälfte des 13. Jahrhunderts zurück. Unter Herzog Friedrich IV. von Tirol (1411-1439) ("mit der leeren Tasche") erreichte die Kreuzerprägung einen Tiefpunkt und wurde spätestens im Jahre 1427 eingestellt. Ab dieser Zeit wurden in Meran nur minderwertige Vier-Berner-Stücke, sog. Vierer geprägt. Erst Erzherzog Sigismund von Tirol (1439-1490) ließ die Kreuzerprägung wieder aufleben; eine genaue Datierung des Beginns ist jedoch nicht bekannt¹⁸. Aufgrund der schlechten wirtschaftlichen Lage musste jedoch der Silbergehalt von zunächst 12 Lot ($^{750}_{/1000}$) bald reduziert werden. In einer Verordnung von 1473 wird ein neuer Münzfuß von 8 Lot ($^{500}_{/1000}$) offiziell festgelegt. Bedingt durch das Aufblühen des Nordtiroler Silberbergbaues in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts wurde im Dezember des Jahres 1477 die Prägestätte von Meran nach Hall in Tirol verlegt.

Bislang scheiterten alle Versuche, aufgrund numismatischer Kriterien eine klare Trennung der noch in Meran und der bereits in Hall geprägten Kreuzer Erzherzog Sigmonds durchzuführen. Durch den Fund von St. Valentin, der zu einem Großteil aus Kreuzern Erzherzog Sigmonds besteht, hat sich nun erstmals die Möglichkeit eröffnet, zumindest den Kern der Kreuzerprägung von Erzherzog Sigmund in eine relativchronologische Abfolge zu bringen.

Ziel der naturwissenschaftlichen Untersuchungen war, Prägungen der Münzstätten Meran und Hall aufgrund der Metallzusammensetzung zu unterscheiden. Weiters sollte mit Hilfe naturwissenschaftlicher Methoden geklärt werden, wie weit die in den historischen Quellen angegebenen Lötigkeiten mit den tatsächlichen Feingehalten übereinstimmen. Als Untersuchungsmethoden fanden die energiedispersive Röntgenfluoreszenzanalyse, die energiedispersive Röntgenmikroanalyse im Rasterelektronenmikroskop (REM/EDS), sowie die Bleiisotopenanalyse¹⁹ Verwendung.

Da es sich bei den Objekten ausschließlich um Bodenfunde handelt, die an der Oberfläche stark korrodiert sind, erwiesen sich die Untersuchungen mittels RFA als besonders fehlerbehaftet. Um den Fehler besser abschätzen zu können, wurden von einigen ausgewählten Exemplaren Querschliffe angefertigt und diese mittels REM/EDS untersucht (Abb. 7). Bei einem Vergleich der beiden Methoden zeigte sich, dass die mittels Röntgenfluoreszenzanalyse gemessenen Silbergehalte in vielen Fällen deutlich höher sind und sich die Differenz der mittels beider Verfahren ermittelten Silberkonzentrationen proportional zum Grad der Korrosion verhält.

¹⁸ Ein Erlass vom 10. Februar 1450 zeigt, dass zu diesem Zeitpunkt bereits neue Kreuzer ausgegeben wurden.

¹⁹ M. BONI – G. DI MAIO – R. FREI – I. M. VILLA, Lead isotopic evidence for a mixed provenance for Roman water pipes from Pompeii. In: *Archaeometry* 42, 1 (2000) 201-208; S. SRINIVASAN, Lead isotope and trace element analysis in the study of over a hundred South Indian metal icons. In: *Archaeometry* 41, 1 (1999) 91-116.

Da ein Vergleich des Spurenelementmusters keine eindeutige Unterscheidung der beiden in Frage kommenden Münzstätten erlaubt, wurden zusätzlich Bleiisotopenverhältnisse der Münzlegierungen bestimmt. Eine Auswertung der vorläufigen Untersuchungsergebnisse zeigt, dass für die Produktion sowohl der in Hall als auch der in Meran produzierten Münzen Metalle der gleichen Lagerstätte Verwendung fanden und demnach mit der Verlegung der Münzstätte von Meran nach Hall kein Wechsel der Erzabbaugebiete verbunden war. In Zukunft soll durch einen Vergleich mit Analysendaten von Tiroler Erzen gezeigt werden, welche Bergbauggebiete als Silber- und Kupferlieferanten für die Haller Münzproduktion dienten.

Zusammenfassung

Bei der naturwissenschaftlichen Untersuchung von kunst- und kulturgeschichtlich bedeutenden Objekten wie Münzen ist vor allem den sogenannten zerstörungsfrei arbeitenden Methoden Vorrang zu geben. An den Beispielen des Friesacher Pfennigs und des Tiroler Kreuzers wurde gezeigt, welche Möglichkeiten, aber auch welche Limitierungen Röntgenfluoreszenzanalyse und Rasterelektronenmikroskopie besitzen, um Fragen des Silbergehaltes und der Provenienz zu klären. Ein Nachteil beider Methoden ist die geringe Informationstiefe von nur wenigen Mikrometern. Ein Vergleich der Verfahren ergab, dass bei einer probenahmefreien Analyse mittels Röntgenfluoreszenzanalyse vor allem Fehler bei der quantitativen Auswertung der Analysenergebnisse bei stark korrodierten Münzen auftreten können.

Bei den bisher durchgeführten Analysen an Objekten des Münzkabinetts des Kunsthistorischen Museums Wien konnte gezeigt werden, dass die naturwissenschaftliche Untersuchung von archäologischen Objekten einen wertvollen Beitrag bei ihrer gesamtheitlichen Beurteilung liefern kann. Dennoch sollte nie außer acht gelassen werden, dass auch diese Methoden gewissen Limitierungen unterliegen und eine eindeutige Beantwortung der Fragen nach der Provenienz eines Objektes stets mit den geisteswissenschaftlichen Erkenntnissen in Einklang stehen sollten.

MEDIUM AEVUM
QUOTIDIANUM

43

KREMS 2001

HERAUSGEGEBEN
VON GERHARD JARITZ

GEDRUCKT MIT UNTERSTÜTZUNG DER KULTURABTEILUNG
DES AMTES DER NIEDERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG

niederösterreichkultur

Titelgraphik: Stephan J. Tramèr

Herausgeber: Medium Aevum Quotidianum. Gesellschaft zur Erforschung der materiellen Kultur des Mittelalters, Körnermarkt 13, A-3500 Krems, Österreich. Für den Inhalt verantwortlich zeichnen die Autoren, ohne deren ausdrückliche Zustimmung jeglicher Nachdruck, auch in Auszügen, nicht gestattet ist. – Druck: KOPITU Ges. m. b. H., Wiedner Hauptstraße 8-10, A-1050 Wien.

Inhalt

Beiträge zur Erforschung des mittelalterlichen Handwerks in Österreich:

Thomas Kühtreiber, Vorwort	5
Brigitte Cech, Bergtechnik der frühen Neuzeit. Ein Eisenfundkomplex des 16. Jahrhunderts aus der Bergschmiede am Oberen Bockhartsee, Gasteiner Tal, Salzburg	7
Gabriele Scharrer, Mittelalterliche Töpferöfen im österreichischen Donauraum und der Strukturwandel in der Keramikherstellung	33
Heinz Winter, Die mittelalterliche Münzstätte am Beispiel des Friesacher Pfennigs	98
Robert Linke und Manfred Schreiner, Naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden zur Klärung der Provenienz mittelalterlicher Münzen an den Beispielen Friesacher Pfennig und Tiroler Kreuzer	113
Kinga Tarcsay, Produktionsabfall und Halbprodukte aus Glas. Archäologische Erkenntnisse zur Glasherstellung in Ostösterreich	125
Thomas Kühtreiber, Eisenverarbeitung auf mittelalterlichen Burganlagen	140
Buchbesprechungen	159

Beiträge zur Erforschung des mittelalterlichen Handwerks in Österreich

Vorwort

Von 23.-25. März 2001 fand in Krems auf Einladung des ‚Instituts für Realienkunde des Mittelalters und der frühen Neuzeit‘ der Österreichischen Akademie der Wissenschaften das 4. Treffen des Arbeitskreises zur Erforschung des mittelalterlichen Handwerks statt. Zum ersten Mal verließ der Arbeitskreis somit seine „Heimat“ Konstanz, wo bislang auf Initiative des Arbeitskreisleiters Ralph Röber in seiner beruflichen Wirkungsstätte in der Außenstelle Konstanz des Archäologischen Landesmuseums Baden-Württemberg drei höchst erfolgreiche und abwechslungsreiche Treffen stattgefunden hatten.

Mit der ersten Tagung außerhalb von Konstanz wurde somit auch die Gelegenheit ergriffen, neben dem Haupttagungsthema „Fehl-, Halbprodukte sowie ungearbeitete Objekte“, welches in einem Folgeheft von *Medium Aevum Quotidianum* voraussichtlich im Herbst 2001 vorgelegt wird, den Forschungsstand zur Handwerksforschung in der Mittelalterarchäologie Ostösterreichs zu beleuchten.

In insgesamt acht Vorträgen wurde zum einen ein breites Spektrum an Forschungstätigkeiten in der für manchen ausländischen Gast als *terra incognita* empfundenen Region ersichtlich, die sich über verschiedene Materialgruppen (Keramik, Glas, Metalle) und Disziplinen (u. a. Numismatik, Montanarchäologie, analytische Chemie) erstreckt. Zum anderen zeigte sich, dass neben den in der Mittelalterarchäologie auch überregional stark vertretenen Arbeiten zur Keramik- und Glasforschung in Ostösterreich ein ausgeprägter Schwerpunkt in der Archäometallurgie zu beobachten ist, wobei dieser Fachzweig Forschungen vom Bergbau bis zur experimentellen Rekonstruktion alter Verfahrenstechniken zum Oberflächendekor von Edelmetallschmuck umfasst.

Dabei handelt es sich weniger um ein zentral gelenktes Forschungsvorhaben, sondern um eine Reihe von Initiativen, die alle mehr oder weniger ihre Impulse aus der starken montanarchäologischen Tradition dieses Raumes schöpfen, die untrennbar mit den Namen von Forscherpersönlichkeiten wie Franz Hampl, Heinz Neuninger, Richard Pittioni, Ernst Preuschen u. a. m. verbunden ist. Seit mittlerweile vielen Jahren existiert daher auch eine enge Kooperation mit der Montan-Universität Leoben, die z. B. im Forschungsprojekt zum Gasteiner Goldbergbau derzeit reiche Früchte trägt. Die starke naturwissenschaftliche Ausrichtung der archäologischen Arbeit an der Universität Wien fand zuletzt ihren institutionellen Niederschlag in der Gründung des ‚Vienna Institute for

Archaeological Research' (VIAS), dessen MitarbeiterInnen Hilfestellung bei interdisziplinären Forschungsproblemen sowie Eigenforschung leisten. Zwei Mitarbeiterinnen – Gabriele Scharrer und Birgit Bühler – nahmen am Treffen in Krems teil.

Forschungslücken in der österreichischen Archäologielandschaft an dieser Stelle zu diskutieren ist müßig – zu groß ist der Mangel an qualifizierten ArchäologInnenstellen, um eine halbwegs flächendeckende Arbeit, v. a. in der Bodendenkmalpflege – leisten zu können. Umso erfreulicher, und das wurde auch von den aus dem Ausland angereisten Gästen so empfunden, ist die Qualität jener Projekte, die gegenwärtig laufen und in deren „Werkstatt“ in diesem Band auszugsweise geblickt werden kann.

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen mit dieser Publikation wertvolle Anregungen für Ihre Arbeiten!

Krems, im Mai 2001

Thomas Kühtreiber