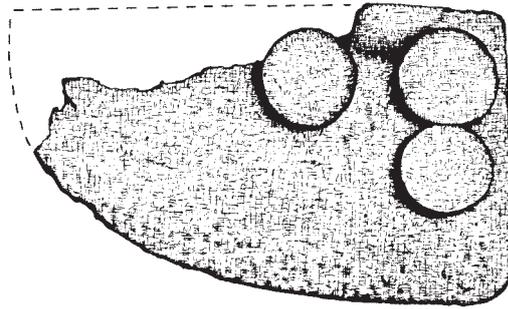


Abb. 6 Zeichnung eines 10,5 cm langen Brigantinenfragments aus dem Nordgraben der Falkenburg. Kleinste Reste mineralisierten Leders fanden sich unter den Resten eines Nietkopfes (Grafik: LWL-Archäologie für Westfalen/T. Maertens).



auch Lederstreifen unter dem obersten Deckstoff – sollten verhindern, dass die Nieten beim Einsetzen den Stoff beschädigen.

Bei dem Panzerhandschuh – aber mehr noch bei den deutlich schlichter ausgeprägten Brigantinenplättchen – stellte sich heraus, dass vor allem bei der Zusammenarbeit mit ehrenamtlichen Metallsuchern darauf geachtet werden muss, die Betreffenden für derartige Funde zu sensibilisieren, da solche Stück ansonsten gerne in der »Schrottkiste« landen, wenn sie überhaupt eingesammelt werden.

Summary

For the past two years fragments of armour from Falkenburg Castle near Detmold-Berlebeck have been studied in the restoration workshops of the LWL (Regional Association of Westphalia-Lippe). The work provided insight into the type of armour construction used and has given us a better understanding of this category of find. The fragments of several late medieval so-called brigandines, a type of body armour made of small metal plates, were particularly varied.

Samenvatting

Sinds twee jaar worden de overgebleven fragmenten van wapenuitrustingen uit de Falkenburg bij Detmold-Berlebeck in de werkplaatsen van het LWL gerestaureerd. Hierbij werd inzicht verkregen in de manier van construeren, wat tot een beter begrip van dit soort vondsten bijdroeg. Bijzonder vaak kwamen hierbij fragmenten voor van diverse laatmiddeleeuwse pantserhemden, de zogeheten brigantinen.

Literatur

Cornelia Kneppel/Hans-Werner Peine, Burg Lipperode – Ein Vorbericht aus historischer und archäologischer Sicht zu den Grabungskampagnen 1985–1987. Westfalen 70 (Münster 1992) 277–354. – Wilhelm P. Bauer, Grundzüge der Metallkorrosion. In: Peter Heinrich (Hrsg.), Metall-Restaurierung. Beiträge zur Analyse, Konzeption und Technologie (München 1994) 63–67. – Konrad Spindler/Harald Stadler (Hrsg.), Das Brigantinen-Symposium auf Schloss Tirol (Bozen 2004). – Jonathan Frey, Der Neufund eines Panzerhandschuhs aus der Burgruine Hünenberg ZG: ein Beitrag zur typologischen Entwicklung der mittelalterlichen Schutzbewaffnung im 14. Jahrhundert. *Mittelalter/Moyen Âge/Medieval/Temp medieval* 14, 2009, 91–102. – Sebastian Pechtold, Entsalzung von Eisenfunden zur effektiven Verhinderung der Nachkorrosion. *Archäologie in Westfalen-Lippe* 2012, 2013, 253–255.

Analyse-
verfahren

Eugen
Müsch

Materialanalysen mithilfe der Röntgenfluoreszenzspektroskopie

Regierungsbezirke Arnsberg, Detmold, Münster

2013 wurde mit NRW-Landesmitteln ein mobiles Röntgenfluoreszenzanalysegerät für Materialanalysen in der Archäologie erworben (Abb. 1).

Das Gerät teilen sich das Römisch-Germanische Museum in Köln, das Rheinische Lan-

desmuseum in Bonn und die LWL-Archäologie für Westfalen. An dieser Stelle sei Thomas Otten (Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr NRW) herzlich gedankt, der sich maßgeblich für das Vorhaben eingesetzt hat. Damit ist die LWL-Ar-



Abb. 1 Das mobile Röntgenfluoreszenzgerät in Einheit mit der transportablen, strahlensicheren Probenkammer, bei der Vorbereitung zur Analyse (Foto: LWL-Archäologie für Westfalen/L. Verweyen).

chäologie erstmals in der Lage, eigenständig Materialanalysen im Haus durchzuführen.

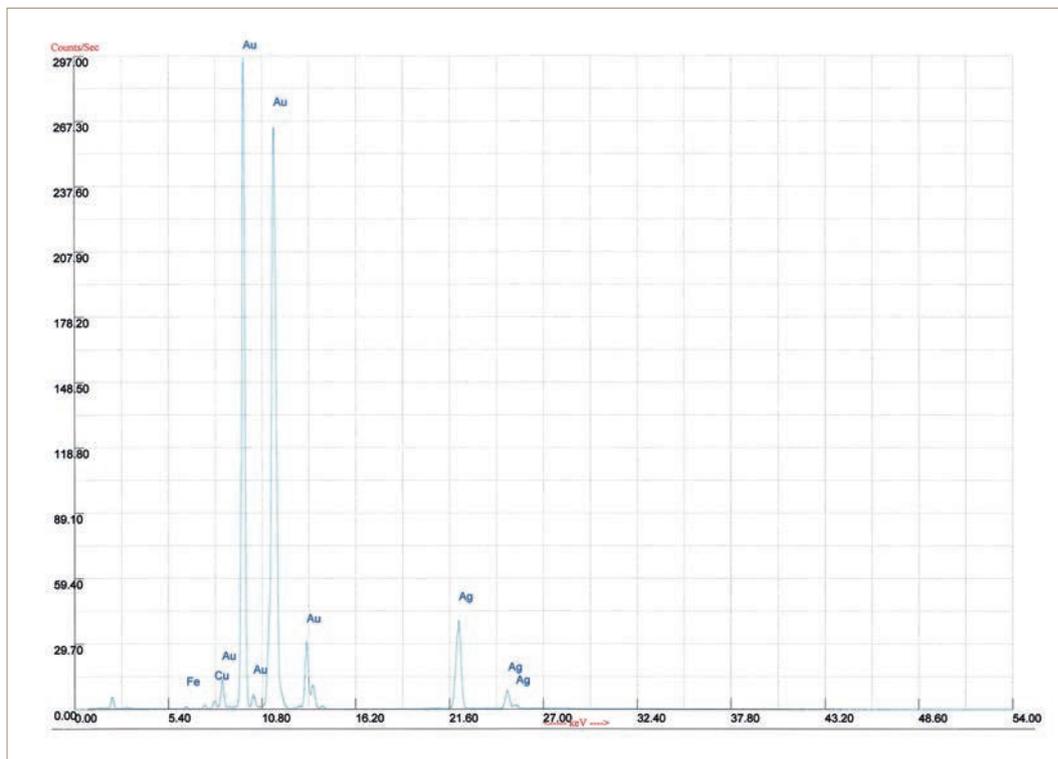
Physikalisch basiert das Verfahren auf der Anregung der Materialprobe mithilfe von Röntgenstrahlen. Dabei schlagen die Röntgenstrahlen Elektronen aus atomkernnahen Schalen heraus und es können Elektronen von äußeren Schalen in die entstandenen Lücken springen. Die dadurch frei werdende Energie wird als elementspezifische Fluoreszenzstrahlung abgegeben und kann mit einem Strahlungsdetektor gemessen werden. Mit der Röntgenfluoreszenzanalyse ist daher eine zerstörungsfreie, qualitative und quantitative Bestimmung der elementaren Zusammensetzung von Proben aus Metallen und Nichtmetallen möglich. Methodisch bedingt sind die Nachweisgrenzen für Elemente mit höherem Atomgewicht besser. Sie sinken, je leichter das Element ist. Aus diesem Grund können die schwereren Metalle mit geringen Toleranzen direkt gemessen werden. Bei den leichten Metallen und Nichtmetallen ist wegen höherer Abweichungen eine Kalibrierung anhand von Referenzmessungen notwendig. Mit dem Niton XL 3t können die meisten Elemente vom Magnesium (Ordnungszahl 12) bis zum Uran (Ordnungszahl 92) gemessen werden. Elemente, deren Atomgewichte leichter sind als die des Magnesiums bzw. von sich aus Strahlung abgeben, können nicht gemessen werden.



Abb. 2 Der Knauf der Goldringspatha aus Krefeld-Gellep mit den Messpunkten, oben die Draufsicht, mittig die Seitenansicht, unten die Unteransicht (Foto: LWL-Archäologie für Westfalen/E. Müsch).

Die Analysetiefe liegt im Mikrometerbereich. Es handelt sich daher um reine Oberflächenmessungen. Dieser Vorteil der zerstörungsfreien Analyse ist auch gleichzeitig ihr Nachteil. Da gerade an der Oberfläche von archäologischen Metallfunden meist Korrosionsprodukte vorliegen und gerade hier mit Verunreinigungen und Kontamination zu rechnen ist, sind solche Messungen nur von qualitativer Aussagekraft. Korrosionsprodukte weichen aufgrund von Anreicherungs- bzw. Auswaschungsvorgängen im Boden von der ursprünglichen Materialzusammensetzung ab.

Abb. 3 Das Spektrum gibt die Zählrate verschiedener Elemente in Abhängigkeit von der Röntgenenergie wieder. Hier vom Ring des Goldringschweres aus Krefeld-Gellep (Foto: LWL-Archäologie für Westfalen/E. Müsch).



Dennoch sind auch solche Werte zur qualitativen allgemeinen Materialbestimmung aussagekräftig. Quantitativ exaktere Werte können gewonnen werden, wenn metallische Originaloberflächen vorliegen. Diese Werte gelten allgemein als ausreichend exakt und werden als Messergebnisse publiziert. Da an archäologischen Metallobjekten, außer bei Edelmetallen und ihren Legierungen, in der Regel keine metallischen Oberflächen mehr vorliegen, sind für quantitative Aussagen Probenentnahmen aus den Metallkernen notwendig. Auch wenn diese nur in kleinsten Mengen notwendig sind, können sie nicht zerstörungsfrei gewonnen werden. Hierfür reicht es, wenn mit einem 2 bis 3 mm starken Bohrer Späne aus dem Metallkern entnommen und anschließend homogenisiert werden. Ob dieser Substanzverlust am Original vertretbar ist, muss in jedem Einzelfall abgewogen werden. Metalllegierungen haben jedoch

die Eigenschaft, dass es beim Erstarrungsprozess zu Diffusionsprozessen innerhalb der Legierung kommt, die zu Inhomogenität führen. Um noch exaktere Werte zur ursprünglichen Legierungszusammensetzung zu erhalten, müssten Proben entnommen werden, die den Querschnitt bis zur Mitte repräsentieren.

Im Berichtszeitraum wurden mithilfe der Röntgenfluoreszenzspektroskopie zahlreiche Funde verschiedener Grabungen analysiert. Beispielhaft seien an dieser Stelle zwei interessante Projekte vorgestellt. Im Zusammenhang mit dem Spathaprojekt (s. Beitrag S. 168) konnten auch Analysen an der Goldringspatha aus Krefeld-Gellep durchgeführt werden. Hierbei wurden die Knaufbestandteile analysiert und dabei vergoldete und massive Bestandteile einer Goldlegierung ermittelt (Abb. 2). Die massiven Goldteile weisen einen sehr hohen durchschnittlichen Goldgehalt von rund 91 % auf, weitere Legierungsbestand-



Abb. 4 Keltisches Regenbogenschüsselchen aus Iserlohn, das mit fünf Messpunkten auf jeder Seite untersucht wurde. Die Messergebnisse sind in der Tabelle dargestellt (Foto: LWL-Archäologie für Westfalen/E. Müsch).

Iserlohn	Ag	Au	Cu	Hg	Pb	Sb	Fe	Sn	As	Bi	Cd
1	71,32	14,12	12,10	0,918	0,504	0,216	0,477	0,135	<Ng.	0,123	0,045
5	67,01	19,21	12,51	0,653	0,360	0,117	0,069	0,312	<Ng.	0,112	0,036
11	76,33	13,53	8,56	0,68	0,364	0,129	0,159	< Ng.	<Ng.	0,116	0,044
15	73,62	13,982	8,80	0,977	0,375	0,117	0,564	0,320	0,792	0,117	<Ng.
16	69,87	16,10	11,30	0,828	0,395	0,376	0,376	0,329	0,241	0,125	0,047
Castrop-Rauxel	Ag	Au	Cu	Hg	Sn	Fe	Sb	Pb	Bi		
F2423	73,49	13,66	9,63	1,96	0,358	0,267	0,242	0,233	0,108		

teile sind Silber mit ca. 7,0 % und Kupfer mit rund 0,8 %. Begleitmetalle im Sinne von Verunreinigungen dürften Eisen mit 0,25 % und Zinn mit 0,19 % darstellen. Der Rest verteilt sich auf Spuren von Titan, Vanadium, Zink, Blei und Wismut (Abb. 3). Durch den hohen Quecksilberanteil konnte die Technik der Feuervergoldung an der Knaufplatte und an der Parierstange nachgewiesen werden.

An nahezu metallischen keltischen Regenbogenschüsselchen (s. Beitrag S. 81) von zwei verschiedenen Fundplätzen (Iserlohn, Castrop-Rauxel) wurden Analysen vorgenommen. Die Münzen aus der Zeit um die Mitte des 1. Jahrhunderts v. Chr. bestehen aus charakteristischen Silber-Gold-Legierungen, die dem nordgallischen und niederrheinischen Raum zugeordnet werden können (Abb. 4).

In Anlehnung an das Projekt zu römischen Großbronzen am UNESCO-Welterbe Limes wurden Fragmente von römischen Großbronzen aus Borken-Marbeck, Kreis Borken, und Dorsten-Kreskenhof, Kreis Recklinghausen, mit Metallkernproben untersucht (www.grossbronzenamlimes.de).

An Fragmenten einer explodierten Hakenbüchse von der Falkenburg bei Detmold-Berlebeck, Kreis Lippe, konnte mit qualitativen Messungen an der Patina die bisherige Vermutung widerlegt werden, alle Teile stammten von einer Büchse. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Buntmetalllegierungen wurde festgestellt, dass es sich hier um Teile von zwei verschiedenen Waffen handelt.

Das Potenzial der mobilen Röntgenfluoreszenzanalyse liegt vor allem in der relativ schnellen Gewinnung großer vergleichbarer Datenmengen. Nach der Auswertung und dem Vergleich der gewonnenen Daten können weiterführende Aussagen getroffen werden. Methodisch wird hierbei versucht, mithilfe charakteristischer Spurenelemente Objektgruppen in 2- oder 3-Achsensystemen, in sogenannten Clouds, zu trennen. Hier sind dann, wie aktuelle Forschungsprojekte zeigen, Aussagen z. B. zu Lagerstätten, Rohstoffquellen, Produktionsreihen, Werkstätten, der Verbreitung und damit letztlich zur Wirtschaftsarchäologie möglich. Die mobile Einsatzmöglichkeit erlaubt auch Messungen an Objekten, die nicht bewegt werden können. So können z. B. Phosphoranreicherungen im Befundzusammenhang untersucht werden. Letztlich eignet sich das Verfahren auch, um echte von gefälschten Objekten zu unterscheiden.

Summary

Since 2013 the Rheinisches Landesmuseum in Bonn, the Römisch-Germanisches Museum in Cologne and the LWL Archaeology Unit for Westphalia in Münster have shared the use of a mobile X-Ray fluorescence device. This method of analysis allows archaeologists to rather quickly identify the elemental composition of non-metallic and metallic materials both qualitatively and quantitatively. Using various comparative methods it is possible then to make further statements about workshops, production distribution, raw material sources and deposits. X-ray fluorescence analysis can also be an invaluable tool in exposing ancient and modern forgeries.

Samenvatting

Sinds 2013 delen het Rheinische Landesmuseum in Bonn, het Römisch-Germanische Museum in Keulen en de LWL-Archäologie für Westfalen in Münster een mobiel röntgenfluorescentieanalyseapparaat. Met deze analysemethode kan de elementaire samenstelling van zowel metalen als niet-metalen materialen kwalitatief en kwantitatief snel vastgesteld worden. Met behulp van verschillende vergelijkende methoden, zijn verdergaande uitspraken mogelijk, wat betreft werkplaatsen, spreiding van de productie, plekken waar grondstoffen voorkomen en opslagplaatsen. Ook voor het ontmaskeren van antieke en moderne vervalsingen kan de röntgenfluorescentieanalyse waardevolle diensten verlenen.

Literatur

Markus Helfert u. a., Neue Perspektiven für die Keramikanalytik. Zur Evaluation der portablen energiedispersiven Röntgenfluoreszenzanalyse (P-ED-RFA) als neues Verfahren für die geochemische Analyse von Keramik in der Archäologie. Frankfurter elektronische Rundschau zur Altertumskunde 14 (2011) <www.fera-journal.eu 1>. – **Ionnis Liritzis/Nikolaos Zacharias**, Portable XRF of Archaeological Artifacts: Current Research, Potentials and Limitations. In: M. Steven Shackley (Hrsg.), X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology (New York 2011) 109–142. – **Nico Roymans/Guido Creemers/Simone Scheers**, Late Iron Age Gold Hoards from the Low Countries and Caesarian Conquest of Northern Gaul. Archaeological Studies 18 (Amsterdam 2012).