

Session der Gesellschaft für Naturwissenschaftliche Archäologie und ARCHAOMETRIE (GNAA) mit Beteiligung des AK Geoarchäologie auf der Tagung des West- und Süddeutschen Verbandes für Altertumsforschung (WSVA) und des Mittel- und Ostdeutschen Verbandes für Altertumsforschung (MOVA) vom 25. – 29. September 2023 in Tübingen

## **Abstracts der Vorträge**

Susanne Greiff<sup>1</sup>, Baptiste Solard<sup>1</sup>, Lorena Burkhardt<sup>2</sup>, Andrea Rumo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Archaeometry Research Group, Institut für Ur- und Frühgeschichte und Archäologie des Mittelalters, Eberhard Karls Universität Tübingen, Tübingen, Deutschland

<sup>2</sup> Stadt Zürich, Amt für Städtebau, Archäologie & Denkmalpflege, Zürich, Schweiz

### **Wer hats gemacht? ...Die Schweizer!**

#### **Herstellung von Opakfarbgläsern für Perlen des 7. Jahrhunderts im Zürcher Fraumünsterquartier**

Die überregionale und diachrone Bedeutung von Glasperlen im frühmittelalterlichen Grabbefund steht in starkem Gegensatz zu den äußerst raren Zeugnissen ihrer Produktion. Die wenigen Fundplätze mit technisch eindeutig nachweisbarer Herstellung von Perlen und der dazugehörigen Pigmente zum Färben der Opakgläser treten vor allem in späten Befunden auf und konzentrieren sich auf den Nord- und Ostseeraum, wie zum Beispiel Ribe (DK), Maastricht (NL) und verschiedene Fundorte auf den britischen Inseln. Der Beleg für einen Produktionsschritt gelber Glaspigmente ist aus frühmittelalterlichen Siedlungsresten in Schleithem (CH) bekannt.

Bei Ausgrabungen im Bereich des Zürcher Fraumünsterquartiers wurde in der Schweiz kürzlich ein Handwerksplatz des 7. Jahrhunderts ergraben, der in Bezug auf die Herstellung und Verarbeitung von opakem Glas für die Perlenproduktion neue Einblicke ermöglicht.

Der Zürcher Befund zeigt mit Perlen bzw. deren Halbfabrikaten, Fehlprodukten, Altglas und anderen Resten alle wichtigen Schritte einer sekundären Glaswerkstatt für die Herstellung der zeittypischen kräftig gefärbten Glasperlen. Darüber hinaus finden sich jedoch keramische Scherben mit unterschiedlichen, meist stark verwitterten Anhaftungen, die zum Teil aus gebrauchsfertigem Opakglas bestehen. Es treten aber auch unterschiedlich farbige Substanzreste auf, von denen eine Auswahl naturwissenschaftlich untersucht wurde. Durch chemische und phasenanalytische Methoden wurden diese als Vor- und Zwischenstufen der Pigmentherstellung identifiziert, und zwar für rotopake, orange, gelbe und weißopake Gläser. Der Befund stellt somit in Art und Umfang ein einzigartiges Zeugnis dieses Teils der *Chaîne opératoire* dar.

Ein zweiter Produktionsplatz der Pigmentherstellung für gelbe Opakgläser in der Schweiz in einer Distanz von nur 40 km voneinander eröffnet nunmehr interessante Perspektiven auf ein potentielles regionales Technologienetzwerk.

Christoph Berthold<sup>1</sup>, Attila Dézsi<sup>2</sup>, Silvia Amicone<sup>1</sup>, Lukas Werther<sup>3</sup>, Aylin Polat<sup>1</sup>,  
Christan Bollacher<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Competence Center Archaeometry - Baden-Württemberg (CCA-BW), Archaeometry Research Group, Eberhard Karls Universität Tübingen, Tübingen, Deutschland

<sup>2</sup> Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart, Esslingen am Neckar, Deutschland

<sup>3</sup> Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit, Eberhard Karls Universität Tübingen, Tübingen, Deutschland

## **Verdrängte Geschichte: Die Schieferölproduktion am Fuß der Schwäbischen Alb während des Nazi Regimes**

Im Sommer 1944 wurden zwischen Tübingen und Rottweil zehn riesige Schieferölwerke errichtet, die durch das Verschwelen der örtlichen Ölschieferablagerungen Treibstoff produzieren sollten, um der prekären Brennstoffknappheit des NS-Regimes gegen Ende des zweiten Weltkrieges zu begegnen. Die dazu notwendigen Anlagen wurden innerhalb weniger Monate unter dem Decknamen "Unternehmen Wüste" gebaut. Für ihren Bau und Betrieb wurden mehr als 12.000 KZ-Häftlinge aus ganz Europa in sieben Außenlagern des KZ Natzweiler und in einem Lager für russische Kriegsgefangene zusammengeführt und körperlich ausgebeutet. Terror, Versorgungsmangel und Strapazen forderten mindestens 3.500 Menschenleben. Das Projekt scheiterte und wurde zu einer humanitären, ökologischen und wirtschaftlichen Katastrophe.

Die wenigen materiellen Überreste des Terrors, die derzeit noch an den Stätten existieren, drohen zu verschwinden. Erst in den letzten Jahren haben sich die Universität Tübingen und das Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg der Erforschung, Bewahrung und Vermittlung dieses materiellen Erbes verschrieben. Das gemeinsame Projekt wird auch im Rahmen der europäischen CIVIS-Allianz gefördert.

Im Beitrag werden erste archäometrische Untersuchungen an Material von dem einzigen noch großflächig obertägig erhaltenen sog. Ölschiefermeiler des Wüste 4 Werkes bei Erzingen vorgestellt, welches beim Freilegen eines Querprofils vom Scheitel bis zur Sohle des Meilers genommen wurde.

Diese archäometrischen Arbeiten in Verbindung mit den vorhandenen historischen Dokumenten und Augenzeugenberichten sollen einerseits ein detaillierteres Verständnis der technologischen Prozesse dieser Form der Ölschieferverschmelzung liefern. Darüber hinaus eröffnen sie auch neue Möglichkeiten, diese unmenschlichen Aktivitäten des NS-Regimes nicht nur in die regionale, sondern auch in die europäische Gedenkkultur einzubringen und zu vermitteln.

<sup>1</sup> Department of Early Prehistory and Quaternary Ecology, Eberhard Karls University of Tübingen, Tübingen, Germany.

<sup>2</sup> Competence Center Archaeometry - Baden-Wuerttemberg (CCA-BW), Applied Mineralogy, Eberhard Karls University Tübingen, Tübingen, Germany

<sup>3</sup> CEPAM, Université Côte d'Azur, CNRS, Nice, France.

## **Birkenpech, der erste intentionell hergestellte Klebstoff des Menschen und seine Optimierung**

In this presentation, we describe the latest research of our Tübingen Archaeometry working group on birch tar. Birch tar is the oldest synthetic substance made by early humans. The earliest such artefacts are associated with Neanderthals. According to traditional interpretations, their study allows understanding Neanderthal tool behaviours, skills and cultural evolution.

However, recent work has found that birch tar can also be produced with simple processes, or even result from fortuitous accidents. Even though these findings suggest that birch tar per se is not a proxy for cognition, they do not shed light on the process by which Neanderthals produced it, and, therefore, cannot evaluate the implications of that behaviour.

Here, we address the question of how tar was made by Neanderthals. Through a comparative chemical analysis of the two exceptional birch tar pieces from Königsau (Germany) and a large reference birch tar collection made with Stone Age techniques, we found that Neanderthals did not use the simplest method to make tar. Rather, they distilled tar in an intentionally created underground environment that restricted oxygen flow and remained invisible during the process. This degree of complexity is unlikely to have been invented spontaneously.

Our results suggest that Neanderthals invented or developed this process based on previous simpler methods and constitute one of the clearest indicators of cumulative cultural evolution in the European Middle Palaeolithic.

Sivia Amicone<sup>1,2</sup>, Baptiste Solard<sup>1</sup>, Sinem Haciosmanoglu<sup>1</sup>, Marcel Frenken<sup>1</sup>, Corina Knipper<sup>3</sup>, Sandra Kraus<sup>3</sup>, Mila Sproß<sup>3</sup>, Christoph Berthold<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Competence Center Archaeometry - Baden-Württemberg (CCA-BW), Archaeometry Research Group, Eberhard Karls University Tübingen, Tübingen, Germany

<sup>2</sup> Institute of Archaeology, University College London, London, United Kingdom

<sup>3</sup> Curt Engelhorn Zentrum Archäometrie (CEZA), Mannheim, Germany

### **An interdisciplinary study of graphite painted pottery from the Neolithic/Chalcolithic Balkans**

Graphite decoration on ceramic vessels is a distinctive phenomenon spread over most of the Balkans during the 5th millennium, becoming one of the dominant forms of decoration for Neolithic and Chalcolithic material cultures in the region for over 1000 years. This technique consists of applying a slip containing graphite to vessel surfaces either before or after the firing. Traditionally, archaeologists have closely related graphite decoration with the rise of metallurgy. However, the emergence and development of this decorative technique on pottery remain unclear, mostly due to the lack of systematic technological investigations of this technique.

An interdisciplinary approach employing thin section petrography, XRPD,  $\mu$ -XRD<sup>2</sup>,  $\mu$ -Raman, SEM and carbon isotope analysis was applied to a selection of ceramic samples decorated with graphite from different areas of the Balkans, including Serbia, Romania and Bulgaria. The results give important information about the procurement and processing of raw materials, graphite circulation as well as essential insights into the pyrotechnology related to graphite painted pottery. Very importantly, the combination of  $\mu$ -XRD<sup>2</sup> and  $\mu$ -Raman analysis revealed that both well crystalline natural graphite and the application of pigments containing poorly crystalline carbon were used, pointing to the possible existence of at least two different manufacturing recipes to produce this type of decoration. The results of our research illustrate well the advanced pyrotechnology knowledge reached by these populations at that time.

<sup>1</sup> Paz Laboratorien für Archäometrie, Bad Kreuznach, Deutschland)

<sup>2</sup> Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Abteilung für Ur- und Frühgeschichtliche Archäologie, Historisches Seminar, Münster, Deutschland

## **Provenienzuntersuchungen großer Keramikmengen Herausforderungen und Perspektiven**

Mit Hilfe der Provenienzuntersuchung von Keramik lassen sich wichtige archäologische Fragen zur Wirtschaftsgeschichte sowie Interaktionen zwischen verschiedenen Kulturgruppen ermitteln. Allgemein bedient sich die archäometrische Forschung geochemischer Analysemethoden, wie der Neutronenaktivierungsanalyse, Induktiv gekoppelten Plasma-Atomabsorptionsspektroskopie, Röntgenfluoreszenzanalyse zur Bestimmung herkunftsbedingter Materialmerkmale.

Die besonderen Herausforderungen der Provenienzuntersuchung an größeren Keramikmengen bestehen zum einen in der Datenauswertung mittels multivariater statistischer Verfahren sowie der Kompatibilität der Messdaten aufgrund des Einsatzes von unterschiedlichen Untersuchungsmethoden.

Anhand der Ergebnisse aus verschiedenen Forschungsprojekten (z.B. Herkunftszuordnung phönizischer Keramik von der Iberischen Halbinsel oder hethitischer Keramik aus Anatolien) werden konkrete Beispiele der Provenienzuntersuchung an großen Keramikmengen dargestellt, die einen Einblick in die Herausforderungen und Perspektiven geben sollen.

## **Untersuchung der Metallquellen und der Beziehungen von Klingen der Nordischen Älteren Bronzezeit mittels eines Multiparameteransatzes.**

(Investigating the metal sources and the relationships of Early Nordic Bronze Age blades through a multi-proxy approach)

<sup>1</sup> Curt Engelhorn Zentrum Archäometrie (CEZA), Mannheim, Germany

Die Nordische Ältere Bronzezeit (NBZ, Periode IB; 1600–1500 BC) markiert einen bedeutenden Fortschritt der Bronzemetallurgie, gekennzeichnet durch einen Anstieg des Metallverbrauchs und durch das morphologische Erscheinungsbild der bearbeiteten Bronzeartefakte in regionalen Typen. Bronzeklingen der Typen „Sögel“, „Wohlde“, „Baven“ und „Harburg“ sind Beispiele, die verschiedenen kulturellen Gruppen in Norddeutschland zuzuordnen sind. Aufgrund von fehlenden regionalen Vorläufern werden diese Klingen häufig als Importe aus Zentral- und Südosteuropa, oder als eigenständige Innovationen angesehen, jedoch wird bislang keine dieser Theorien durch archäometrische Analysen gestützt.

Das aktuell von der DFG geförderten Projekts „Herkunft, Entwicklung und Technologie der bronzezeitlichen Klingen des »Sögel-Wohlde-Kreises«“ widmet sich genau dieser Fragestellung. Durch eine interdisziplinäre Herangehensweise werden die chemische Zusammensetzung von ca. 300 Bronzeobjekten in Kombination mit der Blei-, Zinn- und Kupferisotopenanalyse in einem Multiparameteransatz verwendet. Neben der Rekonstruktion der Herkunft der archäologischen Bronzen und deren Rohstoffe (Kupfer und Zinn), zielt das Projekt darauf ab die Möglichkeit zu evaluieren, ob entweder die Spurenelementzusammensetzung und/oder die Isotopenzusammensetzung dazu verwendet werden kann unterschiedliche Formtypologien bzw. Materialtypen zu identifizieren. Des Weiteren werden die Daten der Klingen mit Erzen und typologisch verwandten Artefakten aus anderen Regionen in Mittel- und Südeuropa verglichen. Dabei werden statistische Methoden kritisch angewendet, um einzelne Metallgruppen, mögliche Materialmischungen oder Recyclingpraktiken von unterschiedlichen Kupferarten oder Bronzechargen zu rekonstruieren. Mithilfe dieser Erkenntnisse können die Herkunft der Rohstoffe und die Verbindungen zwischen einzelnen Klingen besser verstanden und möglicherweise auch potentielle Importe oder Produktionszentren erkannt werden.

Die ersten Ergebnisse der Spurenelement- und Bleiisotopenanalysen deuten auf eine hauptsächliche Zusammensetzung der Klingen aus geringfügig verunreinigtem Kupfer aus Chalkopyrit-Qualität hin, was gut mit Daten des Mitterbergreviers in den Ostalpen als Kupferquelle hindeutet. Vereinzelte Objekte könnten jedoch auch aus Kupfer des Slowakischen Erzgebirges oder auf durch Mischung von Kupfer aus beiden Quellen hergestellt worden sein. Als Quelle für das Zinn ist das Erzgebirge sehr wahrscheinlich, wobei aufgrund von überlappenden Zinnisotopendaten auch Regionen von Cornwall in Frage kommen.

Anhand von Isotopendaten (Pb, Cu, Sn) einer einzelnen Klinge sind wir zudem in der Lage beispielhaft einzelne Herstellungsschritte des Objekts und die Bedeutung für die Wahl der Rohstoffe nachzuvollziehen. Im weiteren Verlauf des Projekts werden für eine statistische Analyse und die Überprüfung von Mischungspraktiken neben weiteren Artefakten der nordischen älteren Bronzezeit aus Mittel- und Südeuropa auch Kupfererze vom Mitterbergrevier und Slowakischen Erzgebirge kupferisotopisch analysiert.

## **Gold der Kelten: technologische und materialanalytische Untersuchungen an Goldobjekten der Eisenzeit**

Das gemeinsame deutsch-französische Projekt "Celtic Gold" beschäftigte sich von 2017 bis 2023 mit der Untersuchung von eisenzeitlichen Goldobjekten von der Mitte des 5. bis zum 1. Jahrhundert v. Chr., aus einem Untersuchungsgebiet, das sich über die Benelux-Staaten, Frankreich, Deutschland, Österreich, die Schweiz und die Kanalinseln erstreckt.

Das Projekt ist durch eine interdisziplinäre Forschung im Bereich von Edelmetallobjekten gekennzeichnet und verbindet archäologische, technologische und metallurgische Aspekte, um Kunst und Handwerk der Kelten von allen Seiten zu beleuchten.

Im Rahmen des Projektes werden Goldobjekte der jüngeren Eisenzeit auf ihre chemische Zusammensetzung hin analysiert, technologisch untersucht und stilistisch verglichen um Informationen über die Gewinnung, die Verarbeitung, Verwendung und letzten Funktion von Goldobjekten in Gräbern und Horten zu gewinnen.

Ziel ist dabei das Verständnis der Entwicklung der Goldschmiedekunst und deren Bedeutung für die sozialen, ökonomischen und kulturellen Kontakte während der Eisenzeit zu erfassen.

### **Microcontextual analyses linking geoarchaeological and archaeometric research in prehistoric archaeology**

Micromorphology—the petrographic study of archaeological sediments and soils—has increasingly become an essential technique in the geoarchaeological analysis of site formation processes. Micromorphological analysis of thin sections allows not only for the identification of individual sedimentary grains and pedofeatures, but also their spatial relationship (fabric) at a microscopic scale, allowing for a more detailed and higher-resolution investigation of geogenic, biogenic and anthropogenic processes occurring on site.

Despite the power of this technique, it is largely qualitative in its approach, and relies on optical identification under magnification. Over the past decade, researchers have begun applying a suite of analytical methods to the analysis of archaeological thin sections, including  $\mu$ XRF,  $\mu$ FTIR,  $\mu$ -XRD<sup>2</sup>, and organic petrology. The application of these techniques in micromorphology has greatly expanded the type of data that can be obtained from our samples. Additionally, it has opened up possibilities for interdisciplinary studies with other researchers in archaeometry who use similar techniques to investigate archaeological materials.

Here I discuss how microanalysis has revolutionized the field of geoarchaeology, and explore through several case studies the ways that archaeometrists and geoarchaeologists can collaborate through this microcontextual approach.



## **Experimental approaches to the microscopic study of archaeological plaster**

Micromorphological analyses of plastered floors and walls in archaeological sites have revealed in some cases hundreds of individual layers comprised of mud, chalk, fired lime, plant fragments, ash, dung and mixtures thereof. Petrographic analyses typically focus on counting the layers, measuring their thickness, observing distinctive repetitive sequences, and documenting the presence of other materials derived from use of the structure (e.g. soot, occupation debris). Analyses of composition include documenting the nature of the fine fraction as well as any coarse elements, including materials added as temper.

This study explores the use of elemental mapping of floor and wall sequences using micro-X-ray fluorescence (micro-XRF) conducted on thin sections and resin-indurated chips. A series of experimental plasters were prepared using a combination of fired lime, geogenic and biogenic carbonates, clay and other materials. The plasters were embedded in two different types of resin, and sliced to obtain flat surfaces. The surfaces were then mapped at high resolution using micro-XRF. Areas from each plaster layer were selected for further quantitative analysis, and the output was analyzed statistically with principle components analysis (PCA) and cluster analysis.

The results provide information about matrix effects from the resin, and establish whether statistical analyses can be used to classify plasters into groups, including those containing carbonates from different sources.