Archäometrie und Denkmalpflege 2018



Jahrestagung am Deutschen Elektronen-Synchrotron Hamburg
20.-24. März 2018

Verlag Deutsches Elektronen-Synchrotron

UNTERSUCHUNGEN ZUR HERKUNFT BRONZEZEITLICHER GOLDOBJEKTE MITTELS MOBILER LASERABLATION UND MASSENSPEKTROMETRIE

MORITZ NUMRICH[1], ERNST PERNICKA[2], CHRISTOPH SCHWALL[3], BARBARA HOREJS[4]

[1]*Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie gGmbH, D6,3 68159 Mannheim und Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 234–236 69120 Heidelberg*
Moritz.Numrich@cez-archaeometrie.de
[2]*Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie gGmbH, D6,3 68159 Mannheim und Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 234–236 69120 Heidelberg*
Ernst.Pernicka@cez-archaeometrie.de
[3]*Österreichische Akademie der Wissenschaften, Institut für Orientalische und Europäische Archäologie, Hollandstraße 11–13, 1020 Wien*
Christoph.Schwall@oeaw.ac.at
[4]*Österreichische Akademie der Wissenschaften, Institut für Orientalische und Europäische Archäologie, Hollandstraße 11–13, 1020 Wien*
Barbara.Horejs@oeaw.ac.at

Neben sporadischen Goldfunden, die in das 5. und 4. Jt. v. Chr. datiert werden, nimmt die Anzahl der Goldobjekte in der Ägäis und Anatolien mit Beginn der Frühbronzezeit zu. Parallel dazu treten ab Beginn des 3. Jts. v. Chr. befestigte Siedlungen insbesondere in der Ostägäis und in Westanatolien auf. Diese Entwicklung kann im Zusammenhang mit einem soziokulturellen Wandel in den Gesellschaften gesehen werden, der bereits zu dieser Zeit fassbar ist. Ab 2500 v. Chr. finden sich große protourbane Zentren in der Ostägäis und in Westanatolien, für die hierarchisch strukturiere Gemeinschaften anzunehmen sind. Zudem treten in diesem Raum vermehrt Hortfunde auf, die teilweise eine beachtliche Anzahl an Goldobjekten beinhalten, wie beispielweise die berühmten „Schatzfunde“ von Troia (Sazcı 2007).

Die Anhäufung einer großen Zahl wertvoller Goldobjekte, darunter vor allem Schmuckgegenstände, in Siedlungen aber auch in Gräbern ist auffallend und wirft die Frage auf, welche Personen diese Objekte hergestellt und genutzt haben. Interessant sind diesbezüglich Funde typologisch vergleichbarer und zeitgleicher Goldobjekte in Poliochni auf Lemnos (Bernabò-Brea 1976) und in Eskiyapar (Özgüç und Temizer 1993) in Zentralanatolien. Diese sind im Kontext der Herausbildung und Etablierung sozialer Eliten zu sehen und deuten darüber hinaus Handels- und Kommunikationsnetzwerke an. Die Goldfunde aus Dubene in Bulgarien deuten Kontakte bis in den Balkan an (Hristov 2015; Hristov 2016).

Weitreichende Verbindungen lassen sich anhand der Verbreitung bestimmter Schmuckobjekte (Vierfachspiralen und geflügelten Perlen) belegen, die sich von der Ägäis bis in das Indusgebiet nachweisen lassen. Es ist also davon auszugehen, dass gewisse Schmuckgegenstände einen „sozialen Code“ von Eliten darstellen (vgl. Born und Hansen 2001), die sich an wichtigen Knotenpunkten eines regionalen und überregionalen Handels- und Kommunikationsnetzwerkes befinden, welches sich zu dieser Zeit herausgebildet hat.

Eine zentrale, noch unbeantwortete Frage ist hierbei, woher das verwendete Gold stammt. Eine Antwort darauf würde unter anderem Rückschlüsse auf regionale und überregionale (Handels-) Kontakte in der Bronzezeit zulassen. Allerdings ist es üblicherweise schwierig, archäologische Goldfunde zu analysieren, insbesondere dann, wenn hierfür eine größere Menge an Probenmaterial benötigt wird bzw. die Objekte nicht vor Ort untersucht werden können.

Im Rahmen des durch den Innovationsfond der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW) geförderten Projektes („A new Approach for Golden Treasures. Innovative Analyses in Archaeometry“) ist der Prozess der Probenentnahme von der anschließenden Analyse getrennt worden. Dazu wird ein innovatives, mobil einsetzbares Gerät zur minimal-invasiven Entnahme von Goldproben mittels Laserablation genutzt, das von der ETH Zürich entwickelt worden ist (Glaus et al. 2012; Glaus et al. 2013). Das Projekt wird in Kooperation zwischen dem Institut für Orientalische und Europäische Archäologie der ÖAW in Wien und dem Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie gGmbH in Mannheim durchgeführt.

Das mobile Laserablationsgerät besteht aus einem gepulsten, diodengepumpten Festkörperlaser (Wedge HB 532, Bright Solutions, Nd:YVO_4, λ=532 nm, maximale Pulsenergie 1 mJ, Pulsdauer 1 ns), der über eine optische Glasfaser mit einer Fokussiereinheit verbunden ist. In dieser wird das Laserlicht durch die Kombination mehrerer Linsen auf einen kleinen Bereich der Probenoberfläche fokussiert. Durch die hohe Leistung können hier Teile der Probe ablatiert werden. Zu einer geeigneten Orientierung auf der Objektoberfläche ist an dieser Fokussiereinheit zusätzlich eine CCD-Kamera angebracht.

Der Durchmesser der Ablationskrater beträgt in Abhängigkeit von der verwendeten Glasfaser zwischen 55 und 120 µm; die ablatierte Probenmenge liegt je untersuchtem Ort bei ca. 10 µg. Die beprobten Stellen auf der untersuchten Objektoberfläche sind mit dem bloßen Auge nicht erkennbar. Das ablatierte Material wird mit einer Pumpe von dem Ort der Ablation abgesaugt und auf Membranfiltern gesammelt. Diese Filter werden in Anschluss an die Probenentnahme in das Reinraumlabor des Curt-Engelhorn-Zentrums in Mannheim transportiert.

Das Ablösen des auf den Filtern gebundenen Probenmaterials kann mittels einer erneuten Ablation mit einer stationären UV-Laserablationsanlage (Resonetics M-50-E, λ=193 nm) oder mit nasschemischen Methoden (Königswasser-Aufschluss) im Reinraumlabor erfolgen. Anschließend kann die Probe wie gewohnt mit einem Massenspektrometer mit induktiv gekoppelten Plasma (ICP-MS) in Hinblick auf ihre chemische und/oder isotopische Zusammensetzung genau analysiert werden.

Neben der Bestimmung der Hauptelemente, aus denen die Probe zusammengesetzt ist, ist es zudem notwendig, die in den Proben enthaltenen Spurenelementsignaturen, insbesondere die der Platingruppenelemente, zu analysieren. Ziel ist es dabei, die chemische Zusammensetzung von verschiedenen Goldobjekte aus der gleichen bzw. aus unterschiedlichen Regionen miteinander vergleichen zu können. Damit können Rückschlüsse auf bestimmte Werkstattkreise und Goldchargen gezogen werden. Die oben angesprochene Möglichkeit einer darüberhinausgehenden geochemischen Zuordnung von Goldobjekten zu einem bestimmten Herkunftsort des Rohmaterials ist bereits von Ehser et al. (2011) in Bezug auf die Himmelsscheibe von Nebra diskutiert worden. Falls genügend Silber, Kupfer sowie Blei in den untersuchten Objekten enthalten ist, können auch deren Isotopenverhältnisse bestimmt werden.

Die bevorstehenden Messungen werden unter anderem an Goldobjekten durchgeführt werden, die sich im Nationalmuseum in Athen (NAM) bzw. im Nationalen Archäologischen Institut mit Museum der Bulgarischen Akademie der Wissenschaften (NAIM-BAS) in Sofia befinden. Zudem sind Kooperationen mit Museen in Deutschland sowie Russland geplant, in denen sich Funde aus den oben genannten Regionen befinden.

Parallel zu den Arbeiten mit dem hier beschriebenen Setup ist der Aufbau eines weiteren portablen Laserablationsgerät geplant, das gepulstes UV-Laserlicht nutzen wird. Durch den Wechsel der Wellenlänge des genutzten portablen Lasers hin zu kürzeren Wellenlängen soll u.a. die Bildung von größeren (d.h. µm-großen) Partikeln während des Ablationsprozesses verhindert werden, die zu einer Verringerung von Präzision und Genauigkeit führen (Koch und Günther 2011). Zudem kann so der Anwendungsbereich der portablen Laserablationsanlage auf weitere Materialien ausgeweitet werden, die für sichtbares Licht transparent sind.

Literatur:

Bernabò-Brea (1976): L. Bernabò-Brea, Poliochni. Città preistorica nell'isola di Lemnos. Monografie della scuola archeologica di Atene e delle missioni italiane in Oriente II (Roma 1976).

Born und Hansen (2001): H. Born, S. Hansen, Helme und Waffen Alteuropas. Sammlung Axel Guttmann 9 (Mainz 2001).

Ehser et al. (2011): A. Ehser, G. Borg, E. Pernicka, Provenance of the gold of the Early Bronze Age Nebra Sky Disk, central Germany: geochemical characterization of natural gold from Cornwall, Eur. J. Mineral. 23 (2011) 895–910.

Glaus et al. (2012): R. Glaus, J. Koch, D. Günther, Portable Laser ablation sampling device for elemental fingerprinting of objects outside the laboratory with laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry, Anal. Chem. 84 (2012) 5358–5364.

Glaus et al. (2013): R. Glaus, L. Dorta, Z. Zhang, Q. Ma, H. Berke, D. Günther, Isotope ratio determination of objects in the field by portable laser ablation sampling and subsequent multicollector ICPMS, J. Anal. At. Spectrom. 28 (2013) 801–809.

Hristov (2015): M. Hristov, New evidence for funeral and ritual activity in the northern part of the Balkan penisula, in: H. Meller, H. W. Arz, R. Jung, R. Risch (Hrsg.), 2200 BC – A Climatic Breakdown as a Cause for the Collapse of the Old World? 7th Archaeological Conference of Central Germany, 23th-26th October 2014, Halle (Saale). Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle 12 (Halle [Saale] 2015) 483–501.

Hristov (2016): M. Hristov, Dubene and its probable contacts with the Aegeao-Anatolian region. In: E. Pernicka, S. Ünlüsoy, St. W. E. Blum (Hrsg.), Early Bronze Age Troy: Chronology, Cultural Development, and Interregional Contacts. Proceedings of an International Conference held at the University of Tübingen, 8th-10th May 2009, Studia Troica Monographien 8 (Bonn 2016).

Koch und Günther (2011): J. Koch, D. Günther, Review of the State-of-the-Art Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, Appl. Spectrosc. 65 (5) (2011) 155A–162A.

Özgüç und Temizer (1993): T. Özgüç, R. Temizer, The Eskiyapar treasure. In: M. J. Mellink, E. Porada, T. Özgüç (Hrsg.), Aspects of Art and Iconography: Anatolia and its Neighbors. Studies in Honor of Nimet Özgüç (Ankara 1993) 613–628.

Sazcı (2007): G. Sazcı, The treasures of Troia (Istanbul 2007).