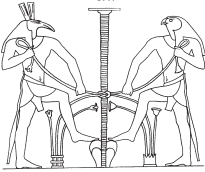




Verein zur Förderung
des Ägyptischen Museums
der Universität Bonn
e.V.



Freundeskreis
Ägyptisches Museum
Wilhelm Pelizaeus Hildesheim e.V.



hildesheimer
museumsverein e.V.

Freundeskreis des
Ägyptischen Museums
der Universität Leipzig e.V.

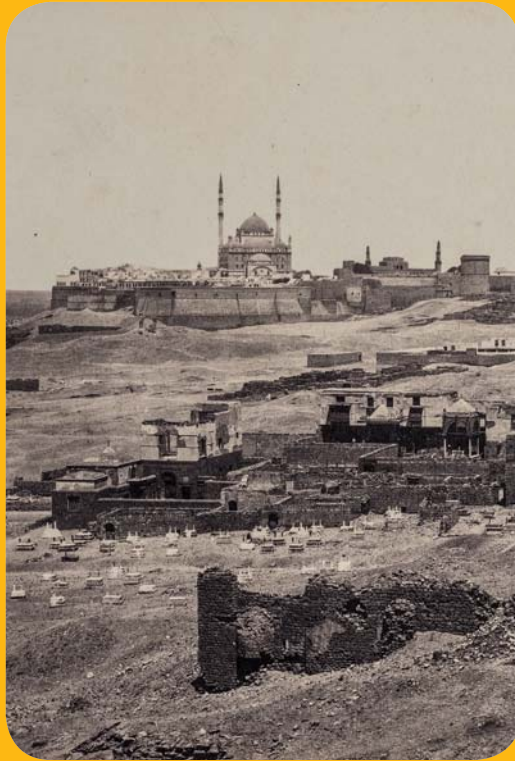
**KUNST
HISTORISCHES
MUSEUM
WIEN**

VEREIN DER FREUNDE



**Echnaton Museum
Minia e.V.**

amun





- 4 Von Alexandria nach Abu Simbel:**
 Ägypten in frühen Fotografien 1849–1875



- 27 Deutsch lernen im RP-Museum**



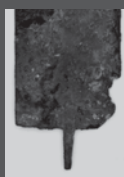
- 10 WissenScha(f)ft-Sammlungen:**
 Geschichten aus den Sammlungen der Uni Leipzig



- 29 Das etwas andere Weihnachtsgeschenk:**
 Kurioses aus dem Alltag eines Kurators



- 13 Alltag – Luxus – Schutz:**
 Die Schmuck-Ausstellung des Berliner Ägyptischen Museums in Iphofen



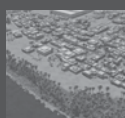
- 31 Neueste Analysen der altägyptischen Metallartefakte des Ägyptischen Museums der Uni Leipzig**



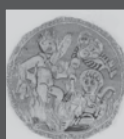
- 15 Götter, Gärten und Geehrte ... unter Bäumen am Nil:**
 Eine Ausstellung in Hannover



- 35 Wege einer verloren geglaubten Stele: Berlin ÄM 19718**



- 18 Aus dem Nildelta nach Baden: Die Ramses-Stadt in Karlsruhe**



- 43 Die Textilien aus spätantiker und frühislamischer Zeit im Museum August Kestner**

- 22 Veranstaltungskalender**



- 46 Der Schriftträger Papyrus und seine Beschreibstoffe**



- 25 In Bonn zuhause: Aegyptiaca der Stadt Grevenbroich**

- 50 Nachruf: Prof. Dr. Helmut Lecheler**

- 51 Impressum**

Neueste Analysen der altägyptischen Metallartefakte des Ägyptischen Museums – Georg Steindorff – der Universität Leipzig

Röntgenfluoreszenzspektroskopie ist eine schnelle und zerstörungsfreie, vielfach in der ägyptischen Archäologie angewandte Methode zur Analyse der chemischen Zusammensetzung von Metallartefakten (Zakrzewski, Shortland & Rowland 2016, 334–355). Trotz dieser Vorteile wird zurecht stets darauf hingewiesen, dass lediglich die Oberfläche eines Fundstücks oder einer Probe untersucht wird und von daher ein unkritischer Umgang mit der Methode auch zu Problemen führen kann (Killick 2015). Röntgenfluoreszenzspektroskopie sollte daher stets mit weiteren Methoden kombiniert eingesetzt werden.

Das Ägyptische Museum der Universität Leipzig besitzt eine bedeutende Sammlung ägyptischer und nubischer Metallartefakte. Aktuell wurden 86 daraus untersucht. Die Funde stammen aus Kontexten, die mehr als 1600 Jahre, von der Frühdynastischen Zeit bis zur Ramessidenzeit, abdecken (Abb. 1). Die wichtigsten Funde stammen aus der 1.–2. Dynastie aus den Grabungen in Abusir (Bonnet 1928), dem Königsgrab des Chaseschemui aus Abydos (Kuhn 2011) und dem Friedhof des späteren Alten Reichs aus Giza (Steindorff & Hölscher 1991). Die größte Gruppe von Artefakten stammt aus den Friedhöfen des

späten 3. und 2. Jt. v. Chr. aus Aniba in Unternubien (Steindorff 1935–1937).

Das Projekt „Frühe Kupfermetallurgie im Alten Ägypten – Eine Fallstudie anhand der Artefakte des Ägyptischen Museums der Universität Leipzig“ ist eine Kooperation des Tschechischen Instituts für Ägyptologie der Karlsuniversität in Prag (M. Odler), der Chemischen und Technologischen Universität Prag (J. Kmošek) und dem Ägyptischen Museum der Universität Leipzig (D. Raue, K. H. von Stülpnagel). Das Ziel des Projekts ist die Analyse eines Corpus von Funden mit gesicherter Herkunft durch eine Reihe verschiedener Methoden. Bei den Funden handelt es sich um sehr unterschiedliche Objekte: Die Untersuchung behandelte Modellwerkzeuge, Metallgefäße, Spiegel und andere Objekte. Die diachrone Perspektive soll das Wissen um Lagerstätten als auch Techniken verbessern.

Energiedispersive Röntgenfluoreszenzspektroskopie wurde an 92 Proben durchgeführt. Die Kupferlegierungen der Objekte können nun in verschiedene Gruppen eingeteilt werden. Neben der großen Gruppe von Zinnbronzen konnte mehrfach Arsenkupfer mit Eisen- und Bleianteilen beobachtet werden (Abb. 2). Letzteres Material erscheint wieder eingeschmolzen

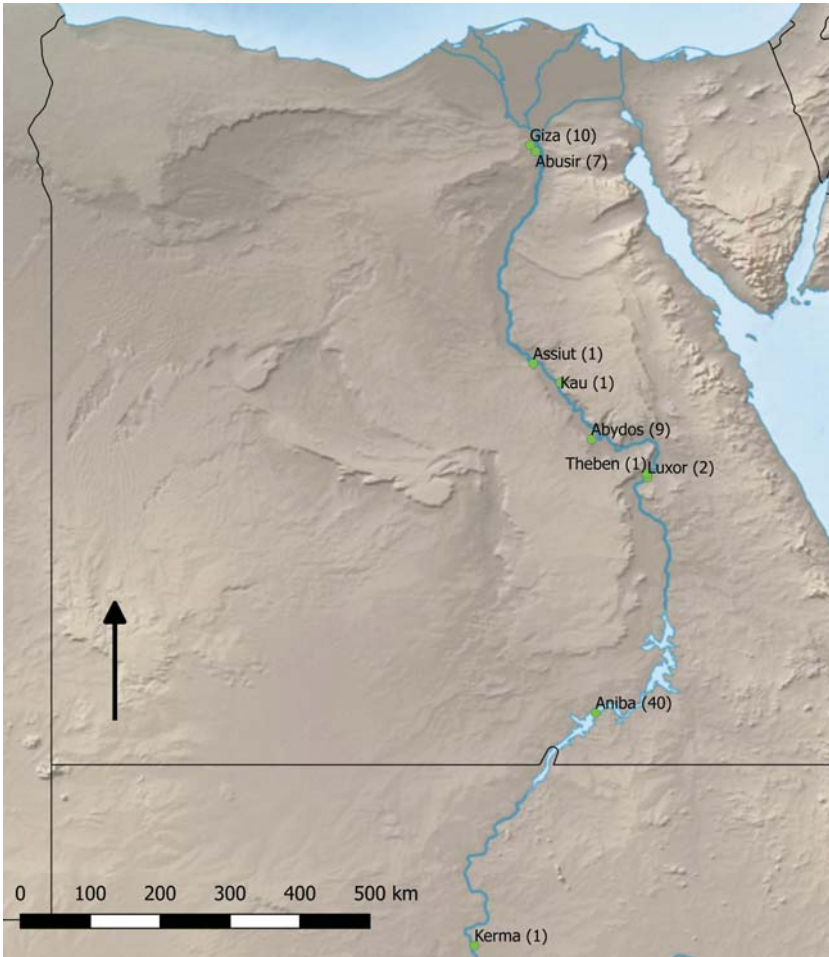


Abb. 1: Karte mit den Fundorten des analysierten Korpus des ÄMUL (Anzahl der Artefakte in Klammern) (Karte von Martin Odler im Software QGIS gefertigt, Unterlage: Natural Earth).

auch in jüngeren Bronzeobjekten. Im Neuen Reich treten schließlich Blei-Bronzen auf. Von besonderem Interesse war der Nachweis von Kupfer mit hohem Nickel- und Arsenanteil in einem Objekt des frühen 3. Jt. v. Chr. Arsen kann in der Serie als ein bewusster Zuschlag von bis zu 4% (höhere Werte werden im nubischen Material erreicht) seit der Frühdynastischen Zeit, mit einer besonderen Häufung im Mittleren Reich, identifiziert werden. Im An-

schluss setzt sich erst die Zinnbronze durch.

An 31 Objekten wurde zum Verständnis des Produktionsvorgangs optische Mikroskopie eingesetzt. Hierbei wurden rekristallisierte oder deformierte Körner von nichtmetallischen Einschlüssen sichtbar. Sie lassen Vorgänge wie etwa Metallguss, Hämmern und thermomechanische Techniken (z.B. Glühen) feststellen.

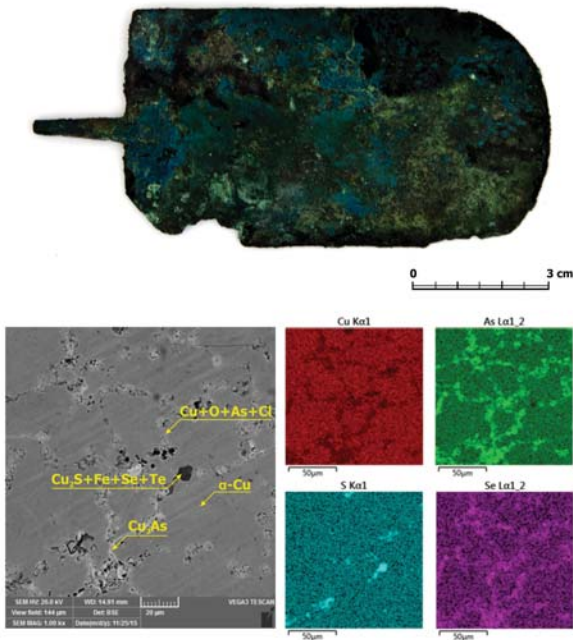


Abb. 2: Rasiermesser aus Giza (ÄMUL 2131), aus Arsenkupfer hergestellt, Elektronenrückstreuung. Abbildung der Mikrostruktur und Elementverteilungskarten der Probe. Foto: J. Kmošek; SEM: T. Jamborová.

Vickers Mikrohärteprüfungstest wurde zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften bei 22 Objekten angewandt. Die Mikrohärte des getesteten Arsenkupfers reicht von 80 bis 160 Vickers Härteeinheiten. Die Ergebnisse belegen zweifelsfrei, dass diese Mikrohärte weit mehr von der Verarbeitung als von dem Arsenanteil des Kupfers abhängt. Die Härte von geschmiedeten Artefakten und geringerem Arsengehalt liegt deutlich höher als diejenige rekristallisierter Strukturen mit hohem Arsenanteil.

Rasterelektronenmikroskopie mit energiedispersiver Röntgenspektroskopie wurde zur quantitativen Bestandteilsbestimmung bei 31 Objekten angewandt. Röntgenbeugungsanalyse wurde ergänzend für die qualitative und semi-quantitative Phasenanalyse von Korrosionsprodukten und dem eigentlichen Metallkern in 16 Fällen angewandt. Unterschiedliche Arten von Einschlüssen sind bei der Verwendung von SEM/EDS

und XRD Analysen bei Querschnitten bestimmbar geworden: Die erste Hauptgruppe besteht aus Oxid-Einschlüssen von Kupfer und Eisen, die zweite Hauptgruppe aus Sulfiden mit Anteilen von Kupfer, Eisen, Blei, Arsen, Selen und Tellur. Nichtmetallische Einschlüsse mit Kupfer-Silicon-Anteilen und Metallpartikeln aus Blei mit Anteilen von Eisen, Schwefel, Selen, Tellur und Silber fanden sich gleichermaßen.

Ergebnisse und Ausblick

Arsenkupfer ist in Ägypten bereits seit der Naqada-Zeit bekannt (McKerrell, 1993). Auch in der Leipziger Testreihe erscheint es unter den frühesten Funden der 1. Dynastie in Abusir. Arsen wurde als Legierungselement bis in das Mittlere Reich hinein benutzt, bis es schließlich durch Zinn ersetzt wurde. Die Härte der Objekte wurde allerdings vor allem durch mechanische Bearbeitungen verbessert. Eine Vielfalt von Techniken (Gießen, Legieren,

Schmieden, Kaltschmieden u.a.) können bereits im ältesten Material des frühen 3. Jt. v. Chr. beobachtet werden. Der größte Teil der Funde bestand zumeist aus Korrosionsprodukten wie etwa Kupfersulfid-Erz, mit Selen und Tellur unter den nicht-metallischen Anteilen.

Als nächste Methode wird an allen Proben die Neutronenaktivierungsanalyse für die Feststellung von Spurenelementen eingesetzt werden. Die geographische Herkunft der Lagerstätten wird mittels einer Bleiisotopenanalyse an ausgewählten Objekten durchgeführt werden.

Das Poster „Diachronic changes of ancient Egyptian and Nubian metallurgy – Case study of material from the Egyptian Museum of Leipzig University“ wurde beim 41. Internationalen Symposium für Archaeometrie in Kalamata (Griechenland) mit lobender Erwähnung im „Best Student Poster Award“ von der Society for Archaeological Sciences (USA) ausgezeichnet (Kmošek & Odler et al. 2016).

Das Projekt wird von den folgenden Drittmittelgebern unterstützt: Grant Agency of Charles University in Prague (Project No. 38715; Intern Grant Agency of the University of Chemistry and Technology in Prague (Project No. 10681501). Wir danken den folgenden Kollegen für ihre unermüdliche Unterstützung: D. Raue, K. H. von Stülpnagel (Ägyptisches Museum der Universität Leipzig), A. König, G. Klöß (Institut für Mineralogie, Kristallographie und Materialwissenschaft der Universität Leipzig), Marek Fikrle (Nuclear Physics Institute, Academy of Sciences of Czech Republic).

Jiří Kmošek und Martin Odler

Literatur

- Bonnet, H. 1928: Ein frühgeschichtliches Gräberfeld bei Abusir. Leipzig.
- Killick, D. 2015: The awkward adolescence of archaeological science. In: *Journal of Archaeological Science* 56, 242–247.
- Kmošek, J./Odler, M./Jamborová, T./Šálková, K./Kmoníčková, M./Msallamová, Š. 2016: Diachronic changes of ancient Egyptian and Nubian metallurgy. Case study of material from the Egyptian Museum of Leipzig University. Poster präsentiert an den 41st International Symposium on Archaeometry, Kalamata (Griechenland), https://www.academia.edu/25587015/Diachronic_changes_of_ancient_Egyptian_and_Nubian_metallurgy_-_Case_study_of_material_from_the_Egyptian_Museum_of_Leipzig_University.
- Kuhn, R. 2011: Überlegungen zu Modellwerkzeugen im Grabinventar frühzeitlicher Bestattungen anhand einiger Beispiele aus dem Ägyptischen Museum der Universität Leipzig – Georg Steindorff. In: *Mitteilungen des Deutschen archäologischen Instituts Abteilung Kairo* 67: 111–124.
- McKerrell, H. 1993: Results of radio-isotope non-dispersive X-ray fluorescence analysis of predynastic Egyptian copper. In: J. Crowfoot Payne: *Catalogue of the predynastic collection in the Ashmolean Museum*: 256. Oxford: Steindorff, G. 1935–1937: *Aniba I–II*. Glückstadt/Hamburg.
- Steindorff, G./Hölscher, U. 1991: *Die Mastabas westlich der Cheopspyramide*: Herausgegeben und bearbeitet von Alfred Grimm. Frankfurt am Main
- Zakrzewski, S./Shortland, A./Rowland, J. (eds.) 2016: *Science in the Study of Ancient Egypt*. New York/London.