



Jahresbericht 2019



Jahresbericht 2019

Inhalt

Intern

- 6 Personelle Veränderungen
- 7 Umbau D6,3
- 11 ¹⁴C-Datierung
- 13 Agamemnons Maske
- 15 Marken- und Kommunikationsstrategie
- 18 Galerie der Innovationen
- 20 Kooperationen
- 22 Publikationen
- 24 Vorträge

Projekte weltweit

- 28 Archäometriekolleg
- 32 Dendroarchiv
- 34 DFG-Projekt Karpatenbecken
- 36 Zinn der Bronzezeit
- 38 Fürstin von Reinheim
- 40 Hacksilber
- 42 THEFBO
- 44 ¹⁴C Troia
- 46 Wasserrohre
- 48 Erftstadt
- 50 X-perimente

Herzlich Willkommen

zum Jahresbericht 2019 des Curt-Engelhorn-Zentrums Archäometrie.

Mit der zweiten Ausgabe des Jahresberichts im neuen Layout wollen wir mit Ihnen das vergangene Jahr 2019 Revue passieren lassen.

Die Umbaumaßnahmen in D6,3 waren bereits weitgehend 2018 abgeschlossen worden, aber durch noch ausstehende Installationen konnten einige Räume erst im Laufe des letzten Jahres bezogen werden. Dadurch konnten die bestehenden Labore erheblich entlastet und unsere gesamte Infrastruktur für kommende, zukünftige Aufgaben angepasst werden. Seit seiner Gründung 2004 hat sich die Mitarbeiterzahl des CEZA verfünffacht und vor allem die Forschungsfelder haben sich erheblich erweitert. Dies ist ein positives Zeichen, denn es zeigt, dass das CEZA wächst und sich im Laufe der letzten Jahre neuen Themenfeldern der Archäometrie zugewandt hat, die eine Erweiterung der analytischen Ausstattung und des Personals notwendig machten. Unser Dank geht hier vor allem an alle Förderer und Partner, die uns mit tatkräftiger Unterstützung seit vielen Jahren begleiten und wohlwollend fördern.

Im Rahmen der institutionellen Kooperation mit der Universität Tübingen startete das „Archäometrie Kolleg“, ein von der Klaus Tschira Stiftung finanziertes Projekt, das langfristig eine Infrastruktur für Archäometrie zwischen den Einrichtungen etablieren soll und Lehrveranstaltungen für Studierende sowie außeruniversitäre Wissensvermittlung anbietet. Wir freuen uns sehr über das Interesse vor allem junger Menschen unterschiedlicher Ausbildungsrichtungen am Fachgebiet der Archäometrie. Der Umzug der „Hohenheimer Jahrringsammlung“ in das Dendro-Archiv am CEZA erbrachte kurz vor Projektabschluss eine verlorengedachte, forschungsgeschichtlich bedeutende Sammlung. Die Sichtung, Inventarisierung und Überführung des Nachlasses von Bruno Huber, einem Pionier der Dendrochronologie, wird für uns 2020 eine der spannenden Forschungsarbeiten sein.

Im Namen der gesamten Geschäftsführung bedanke ich mich bei unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für die vertrauensvolle Zusammenarbeit.

Das Redaktionsteam und ich wünschen Ihnen viel Vergnügen bei der Lektüre, Ihr



Roland Schwab, wissenschaftlicher Direktor

Personelle Veränderungen

Frau Dipl.-Ing. **Sabine Remmele** ist seit dem Januar 2019 am Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie (CEZA) als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Bereich Dendrochronologie tätig. Frau Remmele hatte bereits die Überführung der Hohenheimer Jahrringsammlung vom Standort am Institut für Botanik der Universität Hohenheim in das Dendroarchiv am Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie in Mannheim betreut und wird weiterhin den reibungslosen Transfer der Jahrringsammlung nach Mannheim bis Ende des Jahres gewährleisten.

Seit März 2019 unterstützt Herr **Nils Coenen** die Weiterentwicklung des Helium-Massenspektrometers. Im Rahmen des durch die Golden Lotus Foundation geförderten Projektes widmet sich Herr Coenen der Weiterentwicklung der Programmierung und der dazugehörigen Software.

Frau Dr. **Mila Andonova** arbeitet seit November 2019 als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Rahmen des vom BMBF geförderten Projekts „Die kulturhistorische Bedeutung des Textilhandwerks in den prähistorischen Feuchtbodensiedlungen am Bodensee und Oberschwaben – im Kontext von Anforderungen an textile Objekte und ihre Wahrnehmung (THEFBO)“ am CEZA.

Herr Dr. **Daniel Berger** arbeitet seit Dezember 2019 im Rahmen des von der Klaus Tschira Stiftung finanzierten Projektes zur „Etablierung einer Infrastruktur für Archäometrie“. Herr Dr. Berger wird u. a. für die Betreuung von Studenten während ihrer Praktika am CEZA und während der Veranstaltungen im Rahmen des Projektes zuständig sein.

Einhergehend mit der Berufung von Herrn Prof. Dr. **Roland Schwab** als Geschäftsführer übernahm er im April 2019 auch die wissenschaftliche Leitung des CEZA. Herr Prof. Dr. **Ernst Pernicka** bleibt aber als Geschäftsführer und Senior Director dem CEZA erhalten. Herr Prof. Dr. **Wlfrid Rosendahl** wurde zusätzlich zum Geschäftsführer und wissenschaftlichen Vorstand berufen. Frau Dipl.-Arch. **Elka Duberow** wurde zur Prokuristin bestellt.

Herr Dr. **Gerhard Brüggemann** ist Ende Dezember 2019 in den Ruhestand getreten. Er war seit 2013 im Rahmen des vom European Research Council (ERC) finanzierten Projektes „BronzeAgeTin“ am CEZA tätig und betreute darüber hinaus Forschungsprojekte in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) Hannover. Herr Brüggemann wird aber auch in Zukunft dem Institut verbunden sein und weiterhin im Rahmen von Projekten verschiedene Tätigkeiten übernehmen.

Erweiterung der Labor- und Büroräume im Gebäude D 6, 3

Die Curt Engelhorn Stiftung für die Reiss-Engelhorn-Museen hat in den vergangenen zwei Jahren mit Mitteln aus dem Erbe Raschig (Dr. rer. nat. Friedrich Raschig) das Gebäude D 6, 3 generalsaniert und umgebaut.



Durch die umfangreichen Umbaumaßnahmen wurden die Büro-, Labor- und Depoträume des CEZA um knapp 700 m² erweitert, wobei etwa die Hälfte davon für das in Mannheim zusammengeführte Dendrochronologie-Archiv genutzt wird. Das Archiv umfasst derzeit ca. 37.600 inventarisierte Hölzer aus verschiedenen Sammlungen, die in den Kellergewölben konservatorisch sicher gelagert und für zukünftige eigene und externe wissenschaftliche Forschungsvorhaben zugänglich sind. Knapp 27.600 Hölzer stammen dabei aus der sog. „Hohenheimer Jahrringsammlung“.

Mit dieser Erweiterung, Modernisierung und Neueinrichtung hat sich die Infrastruktur des CEZA erheblich verbessert, wodurch Arbeitsabläufe gestrafft und effizienter gestaltet werden konnten. Es konnte nach Jahren wieder ein eigenes Labor für Röntgenfluoreszenzanalytik eingerichtet werden. Dort konnten alle vier Röntgenfluoreszenzanalysegeräte sowie die Alphaspktrometer zum ersten Mal in einem Labor vereint werden, was nun unnötige Transporte von Standards, Verbrauchsmaterial und Proben unnötig

macht. Durch den Standortwechsel der Alphaspktrometer konnte zudem das Labor für die Thermionen-Massenspektrometrie (TIMS) im 3. OG räumlich entlastet werden.

Besonders das neue Aufbereitungslabor für Bioarchäologie, in dem nun die Erstaufbereitung von Zähnen und Knochen für die Isotopenanalysen stattfinden kann, was bisher im Chemielabor des Hinterhauses (3. OG) durchgeführt wurde, trägt erheblich zur Entlastung dessen bei, indem u. a. feste Arbeitsbereiche für die mechanische Präparation unter kontrollierter Absaugung von Schleifstäuben und für die chemische Aufbereitung von Knochen und Zähnen installiert wurden. Der gegenüber neu entstandene Techniker-raum sorgt zudem für kurze Arbeitswege.

Die Arbeiten in diesem Labor werden zukünftig auch zu effizienteren Arbeitsabläufen in der ^{14}C -Probenaufbereitung führen, da bestimmte Aufbereitungsprozesse für Knochen und Zähne nun zentralisiert und für die unterschiedlichen analytischen Anwendungen optimiert werden können. Dadurch wird das Aufbereitungslabor für ^{14}C -Analysen entlastet werden, weil die zeitaufwendige Extraktion von Kollagen aus Knochen ausgelagert wird.

Neu eingerichtet wurde außerdem das Labor für physische Anthropologie im 1.OG des Vorderhauses, in dem Skelette freigelegt, für die Untersuchung anatomisch ausgelegt, dokumentiert und für weitere Untersuchungen fachgerecht beprobt werden können. Das Labor ist mit einer Schlämmanlage zur Reinigung der Knochen und mit einer Absaugvorrichtung für die mechanische Beprobung ausgestattet.



Abb. 1: Blick in das neu eingerichtete Labor für physische Anthropologie
Foto: E. Duberow, CEZA



Abb. 2: Bearbeitung von Skelettmaterial, Foto: E. Duberow, CEZA



Das Helium-Massenspektrometer wurde vom 3.OG des Vorderhauses in den neuen Labortrakt im 2.OG in ein eigenes Labor umgezogen. Neu ist des Weiteren die Einrichtung eines eigenen Labors für Wärmebehandlungen, in welchem zukünftig pyrometallurgische Experimente, wie Schmelz- oder Verhüttungsversuche und thermische Probenaufbereitung stattfinden können. Es wurde zudem ein speziell gesichertes Labor für den Betrieb der mobilen Lasereinheit eingerichtet, da dieser mit einem offenen Laserstrahl betrieben wird, der für Augen und Haut gefährlich ist. Dieser Raum kann während des Betriebes nur von befugten Personen mit der nötigen Schutzausrüstung betreten werden.

Mit der Neueinrichtung von Laboren hat sich die Situation erheblich entspannt und verbessert, indem unterschiedliche Arbeitsabläufe parallel und räumlich getrennt voneinander ablaufen können. Für das CEZA bedeutet dies zukunftsweisende Verbesserungen, die den Standort Mannheim stärken und uns positiv in die Zukunft blicken lassen. Für das kommende Jahr 2020 steht noch der Bezug der neu geschaffenen Labor- und Büroräume für die Dendrochronologie an, damit wäre die Generalsanierung von D 6, 3 abgeschlossen. ☒



Abb. 1: Beprobung eines Zahns im neuen Aufbereitungslabor für Bioarchäologie
Foto: E. Duberow, CEZA



Abb. 2: Blick in das RFA-Labor, welches nun alle 4 Messgeräte an einem Ort vereint
Foto: E. Duberow, CEZA

Archäologie, Sonne und Klima: Hochaufgelöste ¹⁴C-Analysen an Baumringen um 400 AD

Eine der bedeutendsten naturwissenschaftlichen Datierungsmethoden in der Archäologie – die ¹⁴C-Methode – spielt nicht nur dort eine wichtige Rolle, sondern auch in der Erforschung der Sonnenaktivität und für das Klima der Erde. Hierbei wird die Methode nicht zur Datierung, sondern zur Mengenbestimmung von ¹⁴C in der Atmosphäre genutzt.



Schwankungen der Sonnenaktivität haben Einfluss auf das gekoppelte System des Erd-Sonne-Magnetfeldes, das die Erde vor kosmischer Strahlung je nach Zustand der Magnetfelder mehr oder weniger abschirmt. Dadurch wird auch die Produktionsrate von ¹⁴C in der Atmosphäre beeinflusst.

Diese atmosphärisch bedingten Schwankungen der Anteile der Kohlenstoffisotope am Gesamtkohlenstoffgehalt werden dauerhaft in Holz von Bäumen archiviert. Der Prozess der Photosynthese wandelt Kohlenstoff aus der Atmosphäre (CO₂) zu Zellulose des Holzes um. Die jährliche Ausprägung von Baumringen erlaubt eine dendrochronologische Altersbestimmung jedes einzelnen Ringes und damit die zeitlich hochaufgelöste Bestimmung des ¹²C/¹⁴C-Verhältnisses einzelner Baumringe.

Dadurch lässt sich die isotopische Zusammensetzung der Atmosphäre in der Vergangenheit rekonstruieren. Das Team des Dendrochronologie- und des ¹⁴C-Labors führte in den vergangenen Jahren 164 Analysen an Ringen zweier Bäume durch, die um 400 AD gewachsen waren. Eine Eiche (*Quercus* sp.) aus mittleren geographischen Breiten (heutiges Ostdeutschland) und eine Kiefer (*Pinus sylvestris*) aus hohen Breiten (heutiges Finnland). Die Zeitspanne zwischen 290 bis 486 AD wurde damit erstmals jahrgenau und zusammenhängend auf ¹⁴C analysiert. Diese Zeitspanne ist von historisch-archäologischer Bedeutung, da sie den Beginn der europäischen Völkerwanderungszeit umfasst.

Die gemessenen ¹⁴C-Alter zeigen eine mittlere Abweichung von ca. 20 Jahren zur aktuellen Kalibrationskurve IntCal13. Eine Anpassung der IntCal Kalibrationsdaten mit denen von uns neu ermittelten Werten hat besonders Auswirkungen auf archäologische Datierungen, die von der genauen Kenntnis der Kalibrationskurve abhängen. Auch andere Forscher-teams haben ähnliche Abweichungen in anderen Zeitbereichen gefunden. Die hochaufgelösten Daten zeigen periodische Schwankungen im ¹²C/¹⁴C-Verhältnis (damit ebenfalls in den ¹⁴C-Altern) mit einer Periodenlänge von 9 bis 11 Jahren. Dabei handelt es sich um die Variation der ¹⁴C-Produktion durch Schwankungen der Sonnenaktivität den sog. Schwabe-Zyklus – auch bekannt als „11-Jahres-Zyklus“. Der Nachweis dieser hochfrequenten ¹⁴C-Änderungen in Baumringen öffnet dieses Archiv für Fragestellungen der Sonnenphysik. ¹⁴C als Proxy für die sich verändernde Sonnenaktivität erlaubt damit deren zusammenhängende Rekonstruktion über den gesamten dendrochronologisch erfassbaren Bereich.

Die ermittelten Daten aus den beiden Baumarten stammen aus überlappenden Zeitbereichen der Eiche von 382 bis 486 AD und der Kiefer von 290 bis 460 AD. Ein Vergleich der beiden Jahrringkurven zeigt eine hohe Übereinstimmung der ¹⁴C-Verteilung in hohen und mittleren Breiten. Damit sind die Kalibrationsdaten IntCal repräsentativ für einen weiten geographischen Bereich. Archäologie, Klimaforschung und Sonnenphysik werden durch diese Form von Analysen viel besser gesicherte Aussagen treffen können. ☒

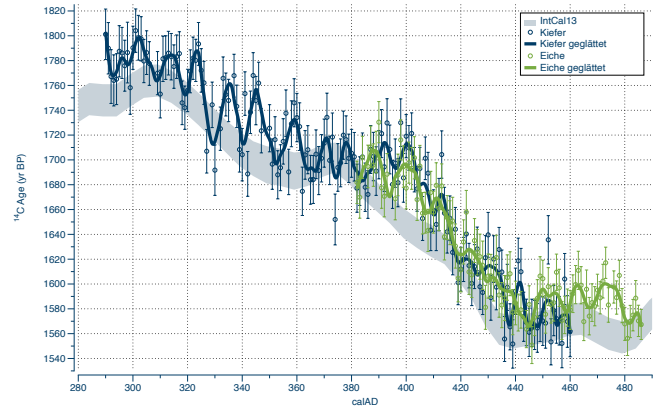


Abb. 1: Hochaufgelöste Messung der ¹⁴C-Alter (y-Achse) gegen die Zeit aufgetragen. Deutlich zu sehen sind die hochfrequenten periodischen Schwankungen der ¹⁴C-Daten hervorgerufen durch den 11-Jahres-Zyklus.

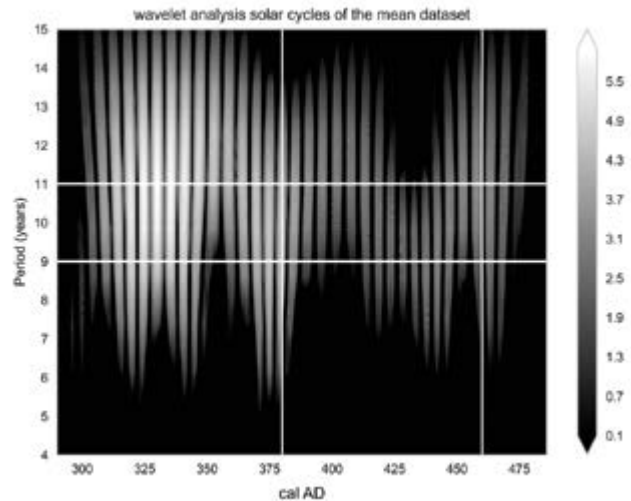


Abb. 2: Wavelet Analyse der ¹⁴C-Daten zeigt variable Periodenlängen des solaren 11-Jahres-Zyklus zwischen 9 und 11 Jahren

Innovative mobile Methodik für Goldanalysen (pLA-ICP-MS)

Das im Rahmen des Projektes „*A new approach for golden treasures – innovative analyses in archaeometry*“ der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW) am CEZA installierte mobile Laserablationsgerät konnte weiterentwickelt und für verschiedene Projekte genutzt werden.

Zusammen mit unseren Kooperationspartnern der ÖAW wurde im Mai 2019 eine Forschungsreise nach Griechenland unternommen, wo im Archäologischen Nationalmuseum in Athen sowie im Archäologischen Museum von Nemea bronzezeitliche Goldobjekte aus der Ägäis untersucht werden konnten. Die Fundorte der Objekte sind in Abb. 1 eingetragen. Im Anschluss an die Beprobung mit dem mobilen Laser konnten sowohl die Haupt-, Neben- und Spurenelementgehalte dieser Objekte mittels der Massenspektrometrie (ICP-MS) im Labor in Mannheim bestimmt werden. Für den Methodenvergleich zwischen stationärer LA-ICP-MS und mobilem Laserablationsgerät konnte ebenfalls bronzezeitliches Probenmaterial aus der Ägäis verwendet werden, das bereits von Axel Hartmann mit der weniger empfindlichen Optischen Emission Spektrometrie (OES) analysiert worden war.



Abb. 3: Fundorte der bronzezeitlichen Goldfunde, die im Rahmen des Projektes bereits analysiert wurden bzw. analysiert werden sollen

Karte: Ch. Schwall

Die gesammelten Ergebnisse sollen zusammen mit den griechischen Kooperationspartnern im Jahr 2020 publiziert werden. Sie versprechen Einblicke in die Arbeitsweise der bronzezeitlichen Goldwerkstätten wie auch in die Herkunft des in der Bronzezeit in der Ägäis verarbeiteten Goldes. Weitere Analysen, die sich primär den mykenischen Goldfunden widmen werden, sollen in einem bereits beantragten Folgeprojekt untersucht werden.

Die mobile Laserablationsanlage konnte 2019 aber auch im Rahmen weiterer Projekte, beispielsweise bei der Analyse späteisenzeitlicher Goldobjekte aus Europa Anwendung finden, weil die Objekte entweder zu groß für die Probenkammer des stationären Lasersystems waren, oder wie im Fall der hoch versicherten Funde von Reinheim vor Ort im Museum für Vor- und Frühgeschichte in Saarbrücken durchgeführt werden mussten.


Mitarbeiter von CEZA wurden auch zum ersten internationalen Workshop über die mobile Laserablation am Rijksmuseum in Amsterdam im Juli 2019 eingeladen. Durch die enge Verbindung mit internationalen Forschergruppen, die mit vergleichbaren mobilen Systemen arbeiten, entwickeln sich unterschiedliche Projektideen und Anwendungsgebiete. Das CEZA arbeitet beispielsweise an der Entwicklung der minimalinvasiven Analyse von Silberobjekten hinsichtlich der Bestimmung ihrer Bleiisotopenverhältnisse und hat in Kooperation mit der Universität Wien ein Projekt zur Untersuchung von Goldmünzen aus der römischen Kaiserzeit beantragt. 



Abb. 1: Goldblechmaske des Agamemnon

Mehr Informationen unter: <https://www.orea.oeaw.ac.at/en/research/prehistoric-phenomena/a-new-approach-for-golden-treasures/>

Wertige Verpackung und eine Hommage an die Neugierde

Tue Gutes und rede darüber. Ganz im Sinne dieses Leitsatzes wurde im Jahr 2019 bei CEZA nicht nur analysiert, geforscht und entwickelt, nein, auch die im Vorjahr neu aufgesetzte Marken- und Kommunikationsstrategie wurde aktiv fortgeführt. Immer nach dem Motto „Die Spitzenleistung des Instituts unterstützen und das Gute ins entsprechende Licht rücken.“

Ein wichtiger Schritt hierbei war die Konzeption von Informationsblättern, welche ein Thema auf das Wesentliche reduziert kommunizieren. Quasi ein Datenblatt, eine konzentrierte Synopsis. Das gefundene Raster in der neuen Markenoptik wurde dabei – auch mit Blick auf das im September ausgerichtete Archäometrie Bootcamp – zunächst für die von CEZA angebotenen Forschungs- und Analysemethoden genutzt. Ein DIN-A4-Blatt etwa zur Dendrochronologie, das die wesentlichen Auszüge etwa der Lumineszenzdatierung auf einer Vorder- und einer Rückseite verständlich gemacht. Zunächst für die Studentinnen und Studenten des Bootcamps, später für Kunden, Besucher, Hochschulen und alle anderen Interessenten. Der Anfang bei den Methoden ist gemacht, weitere werden folgen.



Abb. 1: Datenblätter zur Dendrochronologie

Den Grundgedanken „wertigen Inhalt wertig verpacken“ fortführend, wurde flankierend eine Dokumentenmappe konzipiert und gestaltet, etwa um die speziell für einen Anlass zusammengestellten Informationsblätter gebührend zu transportieren, aber auch für alle anderen Unterlagen und Dokumente oder schlicht auch den CEZA Notizblock samt CEZA Kugelschreiber. Selbst Materialien aus anderer Quelle oder nicht gestaltete Blätter wirken durch die bewusst hochwertige und mit einem Ausschnitt in Form des CEZA-Logos versehene Mappe gleich ganz anders. Alles aus einem Guss, alles seriös und wertig. Ein Institut, eine Institution, eine Reputation. Im Handeln wie im Auftritt.



Abb. 2: CEZA Dokumentenmappe



Abb. 3: Einblicke in den CEZA Imagefilm

Den wohl sichtbarsten Ausdruck fand diese Haltung im neuen Imagefilm, welcher in wenigen Wochen unter Mitwirken des gesamten Instituts zur Premiere im Rahmen der JAVA Gold Ausstellung produziert wurde. Die fast cineastisch wirkende Hommage an die Neugierde und den Forschungs- und Tatendrang der CEZA Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter macht den Kern des Unternehmens, dessen Zielsetzung erleb- und fühlbar, und der Film spiegelt das neue Selbstverständnis: Eine Institution im Bereich Archäometrie, die viel Gutes tut – und auch darüber redet. [🔗](#)



Der ganze Imagefilm

Galerie der Innovationen

Die Curt-Engelhorn-Zentrum-Archäometrie gGmbH (CEZA) ist Teil des mehrjährigen Innovations-Projekts des Stadtmarketings Mannheim. So präsentierte sich das CEZA unter dem Motto „Erfindergeist – made in Mannheim“ bereits 2018 zum ersten Mal im Rahmen der Freilichtausstellung „Galerie der Innovationen“ mit Schiffscontainern auf dem Alten Messplatz.

Abb. 1: Freilichtausstellung auf dem Alten Messplatz





In einer gemeinsamen Präsentation mit den Reiss-Engelhorn-Museen (rem) wurde vermittelt, wie innovative Spitzenforschung des CEZA in Ausstellungsprojekten der rem Eingang findet und damit für ein breiteres Publikum sichtbar wird. In Präsentationen wie z. B. der Mumien-Ausstellung mit integrierten CEZA-Laborblicken oder in der Javagold-Ausstellung mit einem eigenen Raum zur Darstellung der wissenschaftlichen Forschung des CEZA.

Auf fünf Fotos und mit einem Titelmotiv sowie sechs Texten konnten sich die Besucher im Schiffscontainer einen Einblick in die Untersuchungsmethoden und ausgewählte Forschungsprojekte verschaffen. Die Interpretation und fotografische Umsetzung der Motive übernahm der Mannheimer Fotograf Ralf Mager. Besonderes Highlight war das Titelmotiv, mit dem die Außenseiten des Containers bespannt waren. Die Collage zeigte einen zentralen Forschungsschwerpunkt des CEZA, die Altersbestimmung von archäologischen Funden, hier mit Verweis auf die Mumien-Ausstellung in Szene gesetzt. Auf den Innenseiten der Eingangstüren konnte sich der Besucher zunächst allgemein über das CEZA informieren. Die fünf Motive im Innenraum stellen weitere Forschungsschwerpunkte bzw. Fragestellungen vor, mit denen sich das CEZA maßgeblich beschäftigt. Der Schwerpunkt lag hier vor allem auf Präsentation innovativer Methodenentwicklung und Anwendung der Analysetechniken, um die Rätsel der Vergangenheit zu lösen. Die Freiluftausstellung „Galerie der Innovationen“ war vom 24.10. bis 05.12.2018 auf dem Alten Messplatz in Mannheim zu sehen. Die Außenbespannungen (Planen) wurden nach Ende der Ausstellung zu Dokumententaschen im CEZA-Look verarbeitet und so einer weiteren Nutzung zugeführt.

Im Oktober 2019 folgte dann die nächste Präsentation unter Führung des Stadtmarketings Mannheim im Rahmen des ersten Innovationsfestivals „innomake!“. Neben einer Online-Präsentation des CEZA mit Bezug auf die Ausstellung Javagold und den ca. 2.000 untersuchten Goldobjekten machten an zentralen Orten in der Innenstadt Mannheims Litfaßsäulen mit Präsentationen der verschiedenen beteiligten Innovationen auf sich aufmerksam. Im Jahr 2020 wird die Zusammenarbeit mit dem Stadtmarketing Mannheim fortgesetzt. Im Rahmen eines Imagefilms sollen Innovationen der Stadt Mannheim vorgestellt werden, darunter auch das CEZA. [☒](#)

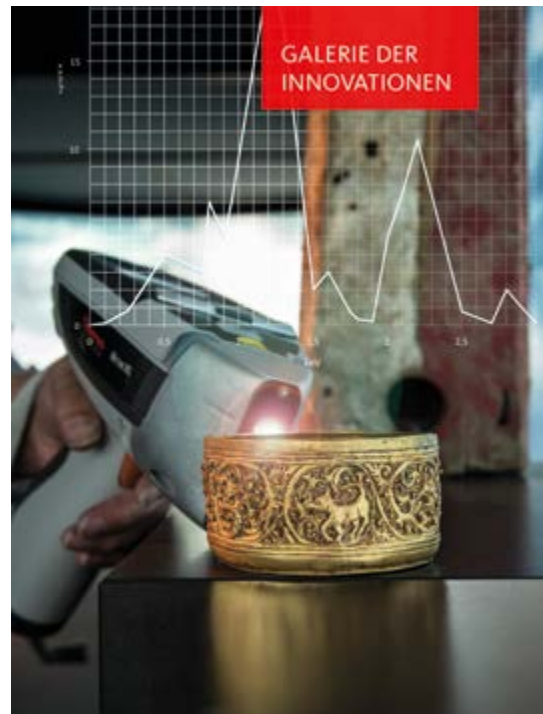
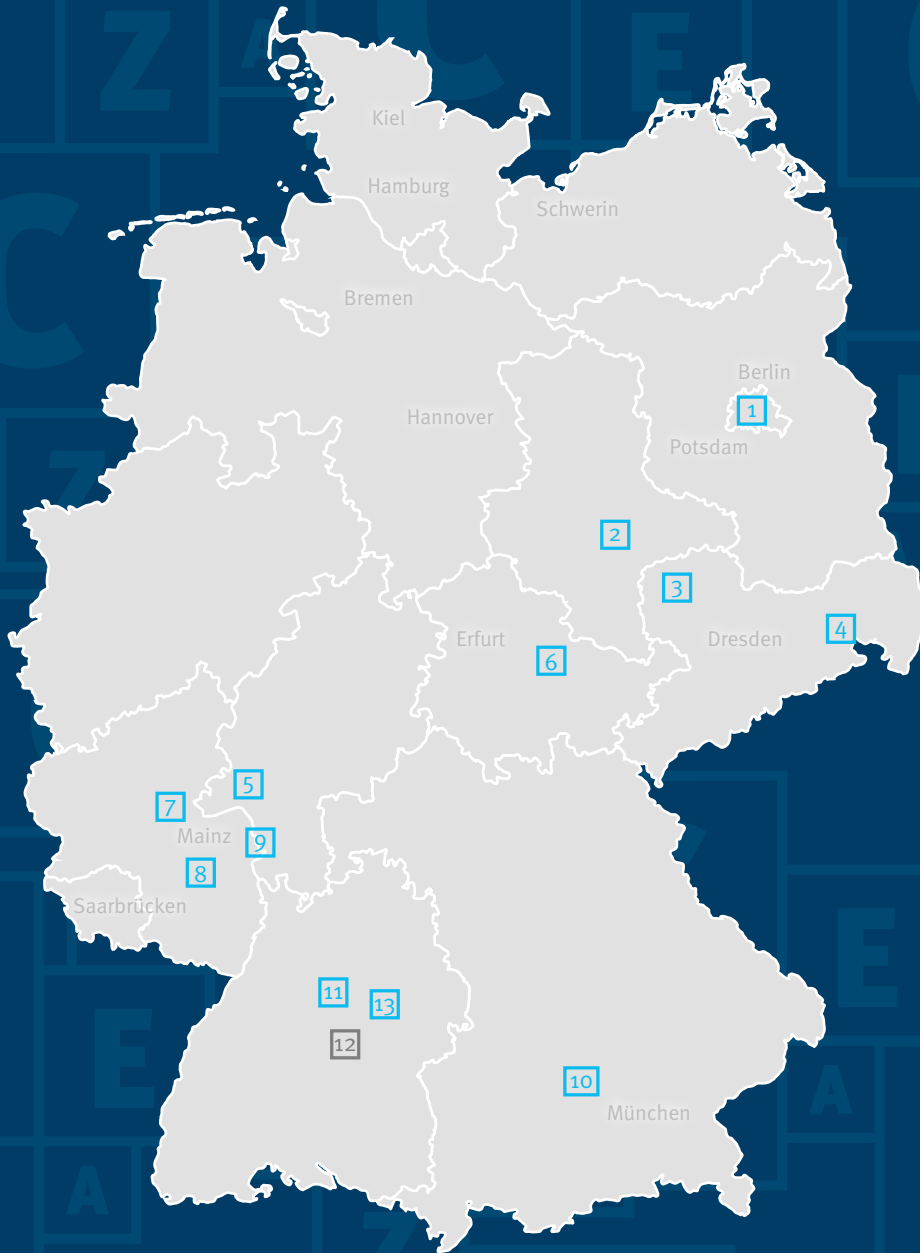


Abb. 2: Collage: R. Mager



Kooperationen

bestehende Kooperationen/Rahmenverträge

institutionelle Kooperationen

- 1 Deutsches Archäologisches Institut
- 2 Landesamt für Archäologie und Denkmalpflege Sachsen-Anhalt
- 3 Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie Leipzig
- 4 Landesamt für Archäologie Sachsen
- 5 Landesamt für Denkmalpflege Hessen HessenARCHÄOLOGIE
- 6 Max-Planck-Institut für Menschheitsgeschichte Jena
- 7 Universität Mainz
- 8 Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz
- 9 Römisch-Germanisches Zentralmuseum, Mainz
- 10 Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege
- 11 Universität Hohenheim
- 12 Universität Tübingen
- 13 Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg

Bestehende Kooperationen
außerhalb Deutschlands:

Institut für Orientalische und Europäische Archäologie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien (Österreich)

Nationales Archäologische Institut mit Museum bei der Bulgarischen Akademie der Wissenschaften, Sofia (Bulgarien)

Archäologisches Institut der Akademie der Wissenschaften der Tschechischen Republik, Prag (Tschechische Republik)

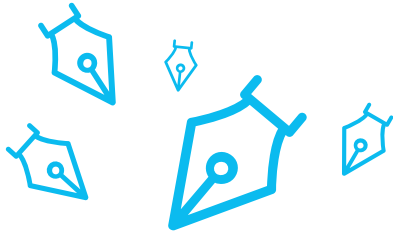
Publikationen

1.961
Seitenzahlen

veröffentlicht
in Zeitschriften,
Büchern und
Sammelbänden

73
Veröffentlichungen
insgesamt

37 % 
der Publikationen sind auch
online als Download verfügbar



297

**mitwirkende
Autoren**

Publikationen veröffentlicht in



Die **Liste**
aller Publikationen

2019

finden Sie unter
www.ceza.de/publikationen2019



Vorträge




39
Vorträge



75
Mit-Referenten

in
11 verschiedenen Ländern
(meiste Vorträge waren
in Deutschland: 26)



am weitesten entfernter Vortragsort
von Mannheim aus:
Athens, USA: 7.338 km

Deutschland	Schweden
Österreich	USA
Schweiz	UK
Iran	Ungarn
Israel	Niederlande
Frankreich	

41 Übernachtungen



ca. **5** verpasste Taxen
ca. **1** Koffer der nicht am Zielort ankam
ca. **2** vergessene Pflege- und Kosmetikprodukte



230

Stunden Reisezeit

90.554,7

Kilometer zurückgelegt

35

Starts und Landungen

Hauptvortragsmonate



September: **11**

Mai: **10**



an

27 verschiedenen Standorten
weltweit

Mainz, Deutschland
Bad Buchau, Deutschland
Marburg, Deutschland
Trippstadt-Johanniskreuz, Deutschland
Heidelberg, Deutschland
Würzburg, Deutschland
Tübingen, Deutschland
Hagen, Deutschland
Erkrath, Deutschland
Leipzig und Halle/Saale, Deutschland
Mannheim, Deutschland
Wiesbaden, Deutschland
Frankfurt, Deutschland
Göttingen, Deutschland
Köln, Deutschland
Glauburg, Deutschland

Wien, Österreich
Innsbruck, Österreich
Bern, Schweiz
Teheran, Iran
Bojnord, Iran
Jerusalem, Israel
Paris, Frankreich
Lund, Schweden
Athens, USA
Portsmouth, UK
Miskolc, Ungarn
Amsterdam, Niederlande
Leiden, Niederlande

Projekte weltweit



PROJEKTE WELTWEIT



Ausbau der Infrastruktur im Bereich Naturwissenschaftliche Archäologie/Archäometrie in Kooperation mit der Universität Tübingen

Im Mai 2019 startete das „Archäometrie Kolleg“, ein von der Klaus Tschira Stiftung finanziertes Projekt zur Etablierung einer Infrastruktur für Archäometrie als Zusammenschluss des CEZA und der Universität Tübingen. Ziel ist es, langfristig Lehrveranstaltungen und Praktika für Studierende unterschiedlicher Studienrichtungen sowie außeruniversitäre Weiterbildungen zu ausgewählten archäometrischen Themen anzubieten, um Grundlagen und spezifische Anwendungen naturwissenschaftlicher Methoden zu vermitteln.



Diese sind nicht Bestandteil der Ausbildung von Kultur- und Altertumswissenschaftlern, während die spezifische Anwendung naturwissenschaftlicher Methoden für kulturwissenschaftliche Fragestellung nicht Inhalt von naturwissenschaftlichen Fächern ist. Für den zügigen Aufbau eines Lehrmoduls incl. eigenem Außenauftrittes, der die beiden beteiligten Institutionen miteinander repräsentieren soll, wurde eine Agentur engagiert. Diese gestaltet neben der eigenen Website (<https://www.archaeometrie-kolleg.de>), auch die Seminar- und Werbeunterlagen. Die Website informiert über die aktuellen Termine und deren Inhalte. Sie ist dabei so aufgebaut, dass abgeschlossene

Veranstaltungen weiterhin ersichtlich bleiben, um die Kontinuität und inhaltliche Breite der Reihe zu dokumentieren. Für das „Archäometrie Kolleg“ sind zwei unterschiedliche Formate entwickelt worden, um Personengruppen mit unterschiedlichen Vorkenntnissen zu erreichen, da dadurch sowohl der Einstieg in verschiedene Themen, als auch die Vertiefung von Kenntnissen möglich werden. Einmal pro Jahr wird ein allgemeines „Bootcamp“ angeboten, welches einen Einblick in verschiedene Themenbereiche verschafft und allgemeine Grundlagen vermittelt. Im Frühjahr und Herbst bieten Workshops in Mannheim und Tübingen tiefergehende Kenntnisse



Abb. 1: Archäometrie Bootcamp in Mannheim, Foto: E. Duberow, CEZA

in einem ausgewählten Themenbereich. Die erste erfolgreiche Veranstaltung, das sog. „Archäometrie Bootcamp“ fand vom 23. bis 27. September in Mannheim statt und richtet sich in seiner Konzeption vor allem an Studienanfänger, um einen allgemeinen Einblick in unterschiedliche Themen der Archäometrie zu gewähren. Neben einem historischen Rückblick über die Entwicklung der Archäometrie ist das Bootcamp in drei Themenblöcke gegliedert. Der erste bietet einen Überblick über die gängigsten Datierungsverfahren wie Dendrochronologie, Radiokohlenstoffdatierung und Lumineszenz. Der Themenblock Bioarchäologie vermittelt Methoden

der Physischen Anthropologie sowie die Anwendung der Isotopenanalyse für die Rekonstruktion der Ernährung und Mobilität von Mensch und Tier. Anorganische Materialien wie Keramik, Glas und Metall sowie die Relikte und deren Herstellung und Verarbeitung gehören zur größten archäologischen Fundgruppe, weshalb im dritten Themenblock die unterschiedlichen Methoden der Materialcharakterisierung zur Prozessrekonstruktion und Herkunftsbestimmung erläutert werden.


ARCHÄOMETRIEKOLLEG

Jeder Bereich beinhaltet dabei auch einen praktischen Teil, um die Anwendung und Umsetzung anschaulich zu machen. Die interessierten Teilnehmer waren Studierende und Absolventen unterschiedlicher geistes- und naturwissenschaftlicher Disziplinen aus Deutschland, Österreich, der Schweiz und Brasilien. Ab dem Frühjahr 2020 wird der erste Archäometrie-Workshop zum Thema Datierung in

Mannheim und der zweite zum Thema Keramik im Herbst in Tübingen angeboten werden. Neben der Veranstaltungsreihe „Archäometrie Kolleg“ ist in dem Projekt auch die Betreuung von zusätzlichen Praktika und Qualifikationsarbeiten vorgesehen, indem wissenschaftliche Projektmitarbeiter für die Planung, Organisation und Durchführung der Veranstaltungen, aber auch für die Betreuung von Praktika



und den praktischen Anteilen von Qualifikationsarbeiten zur Verfügung stehen. In Tübingen wurden interessierte Studenten während des Semesters in den Laboren des CCA-BW kontinuierlich in verschiedene Untersuchungsmethoden an archäologischen Keramikfunden eingeführt. In Mannheim absolvierte eine Studentin der naturwissenschaftlichen Archäologie aus Tübingen ein sechswöchiges Praktikum

in den Laboren des CEZA, wo sie verschiedene Untersuchungsmethoden an archäologischen Metallobjekten kennenlernte und im Rahmen einer Fallstudie systematisch anwenden konnte. Das Römisch-Germanische Zentralmuseum in Mainz hatte dafür mehrere Schwertfragmente aus dem spätbronzezeitlichen Hortfund von Slavonski Brod in Kroatien zur Verfügung gestellt. 

Fakten

Laufzeit 01.04.2019
bis 31.03.2022

Förderer Klaus Tschira Stiftung

Fördervolumen 892.000 €

Partner Universität Tübingen

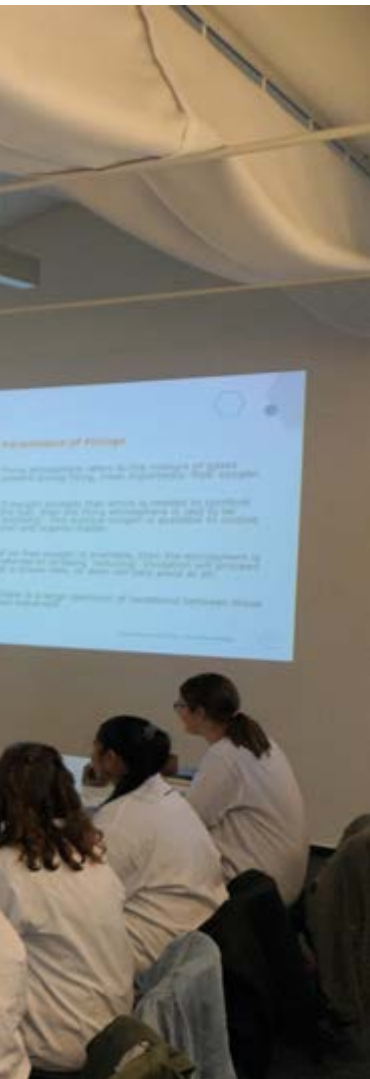


Abb. 1: Archäometrie Bootcamp in Mannheim
Foto: E. Duberow, CEZA

Von Umzügen und Überraschungen

Kurz vor Abschluss des Transfers der Hölzer der Hohenheimer Jahrringsammlung taucht eine verschollen geglaubte Sammlung – zumindest teilweise – wieder auf. Jeder Umzug birgt seine Überraschungen.



Wie schon in den Vorjahren wurden auch 2019 im Zuge des Transfers der unter dem Namen „Hohenheimer Jahrringsammlung“ geführten Holzproben nach Mannheim die hierfür erforderlichen Maßnahmen mit Hochdruck fortgeführt. Kurz vor dem sich abzeichnenden Ende des Umzugs tauchten in einem der zu leerenden Archivräume auf dem Hohenheimer Campus zahlreiche Stücke auf, welche dort anscheinend nicht analysiert worden waren.

Durch Angaben auf den Beschriftungen der Proben und Recherchen in den Hohenheimer Archivalien ergab sich, dass es sich um Teile der Sammlung des bis 1969 am Forstbotanischen Institut der Universität München beheimateten dendrochronologischen Labors handeln muss. Als langjähriger Leiter dieser Einrichtung betrieb Bruno Huber (1899–1969) von 1947 bis 1969 die Weiterentwicklung der dendrochronologischen Datierungsmethode in Mitteleuropa. Nachdem er zuvor als Ordinarius der Forstlichen Hochschule Tharandt die grundsätzliche Anwendbarkeit der Methodik an mitteleuropäischen Baumarten geklärt hatte, intensivierte er ab den frühen 1950er Jahren seine Arbeiten mit archäologischem Fundmaterial aus Deutschland und der Schweiz.



Abb. 1: Bruno Huber

Foto: Universität Hohenheim

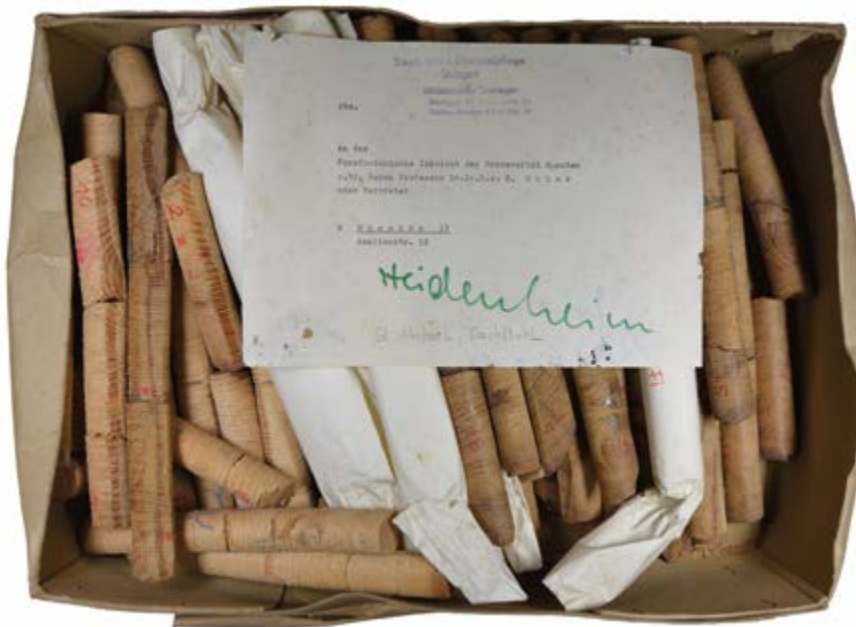


Abb. 2: Proben vom Fundort Heidenheim, Foto: S. Remmele, CEZA

Mit diesen Proben betrieb er den Aufbau von Standardchronologien für verschiedene Holzarten und Regionen. Seit den frühen 1960er Jahren stellte die Münchner Arbeitsgruppe um Huber die wenigen bis dahin erarbeiteten Referenzreihen, u. a. eine 1000jährigen Eichenchronologie für Hessen in verschiedenen Publikationen und auf internationalen Tagungen vor. Obwohl B. Huber 1964 offiziell in den Ruhestand trat, blieb er dem Forstbotanischen Institut München bis zu seinem Tod 1969 erhalten. Danach verlor der Standort München durch die Verlagerung der dendrochronologischen Arbeitsstrecke nach Hohenheim diesen Forschungszeitraum, in welchem Pionierleistungen der Jahrringforschung durch Huber und seine Mitarbeiter erbracht worden waren. Ob die in München gesammelten Holzproben

mit an den neuen Standort verlagert worden waren oder verloren gegangen sind, war der Fachwelt nicht bekannt. Nun konnte das Rätsel zumindest ansatzweise gelüftet werden. Offensichtlich hat Bernd Becker (1940–1994), ein ehemaliger Mitarbeiter Hubers und späterer Leiter des dendrochronologischen Labors in Hohenheim nach der Auflösung des Münchener Labors zumindest Teile von Hubers Nachlass wie Hölzer, Schriftverkehr und Messprotokolle, nach Hohenheim verbringen und somit für die Wissenschaft bewahren können. Diese Hinterlassenschaften aus der Frühzeit der Dendrochronologie in Deutschland werden nun ebenso konsequent wie die Hohenheimer Hölzer aufgearbeitet und für zukünftige wissenschaftliche Forschungen verfügbar gemacht. ☒

Fakten

Laufzeit 01.01.2015 bis
31.12.2019

Förderer Klaus Tschira Stiftung

Fördervolumen 711.000 €

Partner Universität Hohenheim,
Institut für Botanik

Mobilität und Bevölkerungswandel im Karpatenbecken vom 5. bis 7. Jahrhundert n. Chr.

Das Karpatenbecken ist eine Schlüsselregion zur Erforschung der europäischen Völkerwanderungszeit. Schriftquellen überliefern eine komplexe Abfolge von Gruppen des 5. bis 7. Jahrhunderts n. Chr., darunter Hunnen, Awaren, Goten, Gepiden und Langobarden sowie Vertreter der früheren römisch-pannonischen und möglicherweise auch byzantinischen und slawischen Bevölkerung.



Auch die archäologischen Quellen, vor allem die oftmals sehr reich ausgestatteten Gräberfelder, offenbaren räumliche Gruppierungen und Veränderungen im Laufe der Zeit. Diese können allerdings nicht pauschal mit historisch überlieferten Bevölkerungseinheiten verbunden werden, denn ethnisch-kulturelle Gruppen waren durchaus dynamisch und flexibel. Außerdem mögen sich die spärlichen Schriftquellen eher auf die Führungsschicht und Militärverbände, als auf im Alltagsleben miteinander verbundene Gemeinschaften von Frauen, Männern und Kindern beziehen sowie Veränderungen der materiellen Kultur durch andere Gründe als das Wandern von Personenverbänden bedingt sein. Um die Rolle von Mobilität im Alltagsleben und Veränderungen der Lebensweise der Menschen im Laufe der Völkerwanderungszeit zu untersuchen, fördern die Deutsche Forschungsgemeinschaft und die Ungarische

Wissenschaftsförderung OKTA ein interdisziplinäres deutsch-ungarisches Projekt, das archäologische Fund- und Befundauswertungen mit umfangreichen stabilen Isotopenanalysen verbindet. Strontium- ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) und Sauerstoff-Isotopenanalysen ($\delta^{18}\text{O}$) an Zahnschmelz zeigen eine ortsfremde Herkunft von Personen an, während Kohlenstoff ($\delta^{13}\text{C}$) und Stickstoff-Isotopendaten ($\delta^{15}\text{N}$) Ernährungsgewohnheiten reflektieren. An Knochen und Zähnen von über 400 menschlichen Individuen von sechs Gräberfeldern sowie an tierischen Vergleichsproben wurden knapp 1.500 einzelne Analysen durchgeführt.

Während die Vergleichsdaten die Einheitlichkeit des Arbeitsgebietes in Raum und Zeit widerspiegeln, zeigen die Analyseergebnisse der menschlichen Proben eine erstaunliche Variabilität. Es zeichnen sich Veränderungen der Ernährungsweise im Laufe der

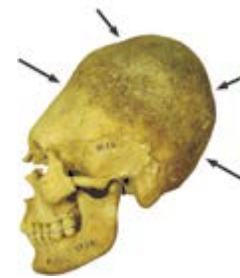
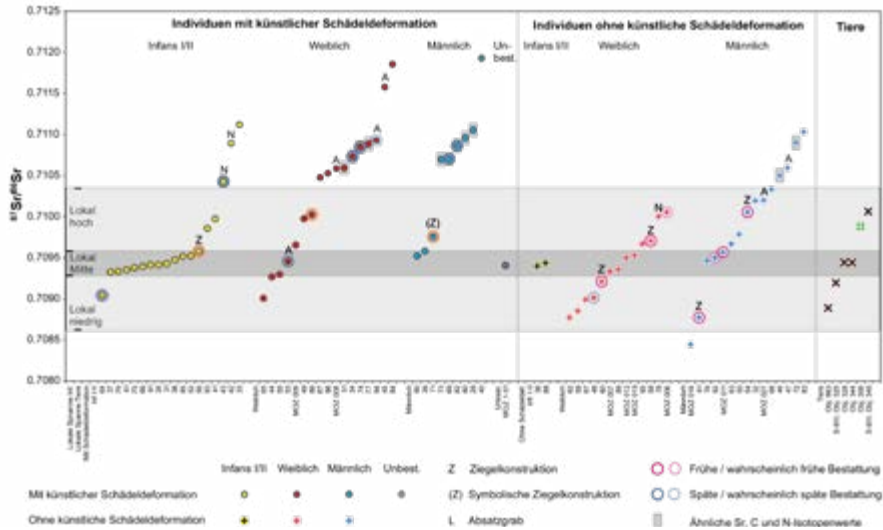


Abb.1: Mözs Grab 34: Durch Bandagierungen während der Kindheit künstlich deformierter Schädel einer Frau

Foto: B. Mende, Ungarische Akademie der Wissenschaften

Abb.2: Strontium-Isotopenverhältnisse von Zahnschmelz der Bestattungen des Gräberfeldes von Mözs. Zahlreiche ortsfremde Individuen mit künstlich deformierten Schädeln, einer ähnlichen Ernährungsweise und archäologischen Indizien für eine innerhalb des Gräberfeldes späte Datierung zeugen von einer Nutzung des Gräberfeldes durch Menschengruppen mit unterschiedlichem regionalem und kulturellem Hintergrund.

Grafik: C. Knipper, CEZA



Zeit ab, die vor allem durch wechselnde Anteile an Hirse und tierischen Nahrungsmitteln bestimmt waren. Auch Wohnortwechsel waren für die Menschen über den Untersuchungszeitraum hinweg von sehr unterschiedlicher Relevanz. So identifizieren die Isotopendaten der Bestattungen des 5. und 6. Jahrhunderts erhebliche Anteile ortsfremder Individuen, wohingegen diese während des 7. Jahrhunderts eher Ausnahmen waren.

Besondere Aufmerksamkeit im Jahr 2019 lag auf der Auswertung der archäologischen Hinterlassenschaften und der Ergebnisse der Isotopenanalysen des ins 5. Jahrhundert datierenden Gräberfeldes von Mözs im südlichen Ungarn. Über die Hälfte der dort bestatteten Individuen hatte durch Bandagierungen während der Kindheit künstlich deformierte Schädel (Abb. 1). Dabei häuft sich der Brauch unter ortsfremden Personen mit einer ähnlichen Ernährungsweise

(Abb. 2). Diese Menschen gehörten jedoch nicht zur Gründergeneration, sondern schlossen sich erst später der Gemeinschaft an und beeinflussten diese nachhaltig. Das Gräberfeld zeugt exemplarisch vom Verschmelzen unterschiedlicher kultureller Traditionen und von der Komplexität der historischen Abläufe während der Völkerwanderungszeit.

Fakten

Laufzeit 01.06.2016 bis 31.05.2020

Förderer Deutsche Forschungsgemeinschaft

Fördervolumen 319.050 €

Partner Eötvös Loránd Universität Budapest

Das Zinn der Bronzezeit

Innerhalb des interdisziplinären „BronzeAgeTin“ Projektes (ERC) wurde von 2013 bis 2018 am CEZA intensiv zur Herkunft des Zinns der Bronzezeit geforscht. Ergebnisse daraus geben nun Aufschluss über weitreichende Handelsnetzwerke mit dem begehrten Rohstoff.



Die Herkunft des Zinns der Bronzezeit ist nach wie vor eines der großen ungelösten Rätsel der archäologischen Forschung. Obwohl das Metall bereits im späten 4. und dem 3. Jahrtausend in Anatolien, der Ägäis und dem Nahen Osten in Form von Bronze auftritt, liegen die Bezugsquellen dafür noch immer im Dunkeln. Das liegt vor allem daran, dass im Gebiet der ersten Zinnbronzen keine ergiebigen Zinnvorkommen existieren. Außerdem gab es bis vor

kurzem keine analytischen Mittel, der Herkunft des Zinns gezielt nachzuspüren. Untersuchungen im Rahmen des vom European Research Council (ERC) finanzierten Projektes „BronzeAgeTin“ lieferten nun erste analytische Hinweise darauf, dass das Zinn der Spätbronzezeit (ca. 1300 bis 1200 v. Chr.) im östlichen Mittelmeerraum – zumindest teilweise – nicht wie vorher vermutet aus Zentralasien stammt. Dazu wurden insgesamt 38 Zinnbarren von unter-



Abb. 1: Drei spätbronzezeitliche Zinnbarren (ca. 1300–1200 v. Chr.) aus einem mutmaßlichen Schiffswrack vor der Küste Israels (bei Haifa)
Foto: Ehud Galili (in Berger u. a. 2019)

schiedlichen Fundstellen in Israel, Griechenland, der Türkei und Großbritannien auf ihre Zinn- und Bleisotopenverhältnisse sowie Spurenelementmuster hin untersucht. Außerdem wurden knapp 500 Zinnerze in die Studien einbezogen, von denen nach Abschluss des Projektes Zinnisotopendaten vorliegen. Die wichtigste Aussage lieferte die Bleisotopenzusammensetzung, mit deren Hilfe die Herkunft des Zinns der meisten Barren auf Europa eingegrenzt werden konnte. Vorher standen vor allem asiatische Lagerstätten, etwa jene in Afghanistan, im Fokus der Forschung; die Isotopendaten passen jedoch nicht zu den dortigen Zinnerzen. Generell ist die Verwendung der Bleisotopie angesichts der sehr geringen Bleigehalte im Zinnmetall nicht unkritisch, kann aber unter gewissen Voraussetzungen wie in diesem Fall sehr hilfreich sein. Durch die Zinnisotopenverhältnisse sowie die Spurenelemente konnte die Herkunft des Zinns sogar noch weiter

eingegrenzt werden. Sowohl Zinnisotope als auch die chemischen Daten deuten auf die Zinnlagerstätten in Cornwall und Devon im Südwesten Großbritanniens als wahrscheinlichste Bezugsquelle hin. Letzte Sicherheit darüber steht jedoch aufgrund der noch immer dürftigen Vergleichsdatenbasis aus und lässt sich nur durch weitere Forschungen erzielen. Schon jetzt ist mit den neuen Ergebnissen aber abzusehen, dass die Menschen der Bronzezeit auf ihrer Suche nach dem begehrten Zinn selbst Distanzen von mehreren tausend Kilometern nicht scheuten. Die Organisation des Zinnhandels muss gewaltig und mit großem Aufwand verbunden gewesen sein, egal ob zu Land oder zu Wasser. Noch mehr Licht ins Dunkel der Zinnherkunft zu bringen, bleibt Aufgabe zukünftiger Forschung, die wir im CEZA weiterverfolgen werden. ☒

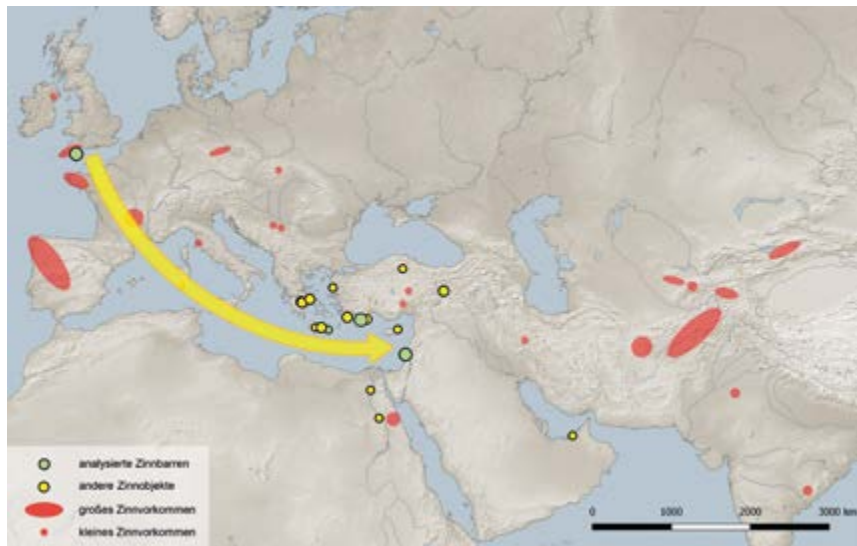


Abb. 2: Verbreitung von Zinnvorkommen und Fundorte der analysierten Zinnbarren sowie anderer Zinnobjekte im östlichen Mittelmeerraum. Der Pfeil steht nur symbolisch für die Handelsrouten des spätbronzezeitlichen Zinns.

Fakten

Förderer European Research Council

Fördervolumen 1.242.000 €

Partner Universität Heidelberg (host institution)



Mobiles Labor im Einsatz

Das Forschungsprojekt „CELTIC GOLD – Goldschmiedearbeiten im westlichen Teil der Latènekultur“ ist ein gemeinsames Projekt des CEZA und der Universität Toulouse (CNRS, UMR TRACES). Im Rahmen des Projektes werden seit September 2017 latènezeitliche Goldfunde aus Deutschland, Frankreich, Österreich, der Schweiz und Belgien untersucht.

Diese Länder sind die Kernzone der Latènekultur, die gemeinhin mit den historischen Kelten in Verbindung gebracht wird, und es ist ein erklärtes Ziel des Projektes, möglichst alle Goldfunde des westlichen Latènegebietes zu dokumentieren und zu analysieren. Die Funde gehören teilweise zum Sammlungsbestand größerer Zentralmuseen oder sind über kleinere Stadt- oder Kreismuseen verteilt. Sofern möglich, werden die Objekte direkt in den Laboren in Mannheim und Orléans analysiert.

Dass es auch anders geht, zeigt folgendes Beispiel: Das 1954 entdeckte und weitestgehend unzerstörte Grab von Reinheim im Saarland zählt aufgrund seiner reichhaltigen Beigaben zu den wichtigsten Elitengräbern der frühen Latènezeit. Allein der Goldschmuck, bestehend aus einem Halsring, zwei Armrings, zwei Fingerringen und zwei Fibeln ist nicht nur im Hinblick auf die Menge außergewöhnlich. Auch die Kunstfertigkeit, mit der die Stücke hergestellt und verziert wurden, ist von besonderer Güte. Die Versicherungskosten sind deshalb in einer Höhe

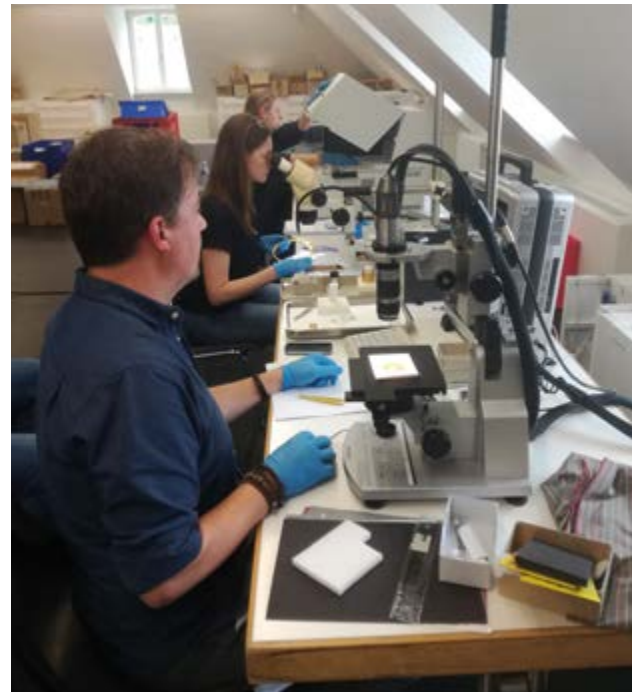


Abb. 1: Team bei der Arbeit
Foto: Th. Martin, Museum für Vor- und Frühgeschichte Saarbrücken

angesetzt, die eine Ausleihe nach Mannheim in diesem Falle nicht möglich machten. Das Projekt-Team transportierte deshalb im April 2019 die Fotoausrüstung, ein digitales Mikroskop, ein mobiles Röntgenfluoreszenzgerät und die mobile Laserablationseinheit in das Museum für Vor- und Frühgeschichte nach Saarbrücken, wo zwei separate Räume im Dachgeschoss zur Verfügung gestellt worden waren, die ausreichend Platz boten, um Mitarbeiter und Equipment zu beherbergen. Das Museum und die Restaurierungsabteilung des Landesdenkmalamtes Saarland unterstützte die Untersuchungen

personell und durch zusätzliche Mikroskope sowie andere Geräte, sodass innerhalb einer Woche die goldenen Beigaben der sog. „Fürstin“ von Reinheim und alle anderen eisenzeitlichen Goldobjekte des Saarlandes intensiv untersucht und analysiert werden konnten. Bei den Untersuchungen wurde zudem einer der beiden Armringe als Kopie enttarnt, die bis dahin jahrelang ausgestellt worden war, während das Original im Tresor des Landesdenkmalamtes verborgen lag. Dieses wurde umgehend mit einer Polizeieskorte in das Museum transferiert. ☒



Abb. 2: Mikroskopische Untersuchung des Halsrings von Reinheim
Foto: Th. Martin, Museum für Vor- und Frühgeschichte Saarbrücken

Fakten

Laufzeit 01.09.2017 bis 28.02.2021

Förderer Deutsche Forschungsgemeinschaft

Fördervolumen 447.950 €

Partner Laboratoire d'archéologie TRACES – UMR 5608 CNRS, PD Dr. Barbara Armbruster (Projektleiterin franz. Seite), RGZM, Römisch-Germanische Kommission

Hacksilber

Das Phänomen der Fragmentierung von Münzen und Schmuck aus Silber – sog. Hacksilber – ist Zeugnis einer im östlichen und nördlichen Europa vom 9. bis 11. Jahrhundert üblichen Gewichtsgeldwirtschaft. Die Region hebt sich damit vor allem im 10./11. Jahrhundert deutlich vom benachbarten ostfränkischen Reichsgebiet sowie von den englischen Königreichen mit bereits weitgehend geregelter Münzwirtschaft ab.

Aus diesem Gebiet sind zahlreiche Hacksilberschätze bekannt (Abb. 1). Die Herkunft des darin enthaltenen, oft sehr qualitätvollen Schmucks ist jedoch ebenso unbekannt wie jene des Münzsilbers. In diesem Projekt sollen archäologisch-typologische sowie naturwissenschaftliche Untersuchungen an ausgewählten Funden die Herkunft der Schatzbestandteile sowie des verwendeten Silbers klären. Dazu werden Funde aus verschiedenen deutschen und polnischen Museen herangezogen (Abb. 2). Arbeitsgebiet ist das deutsch-polnische Oder-Neiße-Gebiet, eine der zentralen Kommunikationsachsen Ostmitteleuropas. Insgesamt werden 20 Schatzfunde aus Ostdeutschland und Westpolen im Hinblick auf ihre chemische Zusammensetzung und die Isotopenverhältnisse des Bleis untersucht. Die in dieser Kombination erstmals angewandten Methoden erlauben wichtige kultur- und wirtschaftsgeschichtliche Schlüsse.



Abb. 1: Hacksilberschatz von Cortniz
© Landesamt für Archäologie Sachsen,
Foto: U. Wohmann

Fakten



Laufzeit 01.01.2017 bis
31.12.2019

Förderer Volkswagen Stiftung

Fördervolumen 148.000 €

Partner Kulturhistorisches
Museum Görlitz

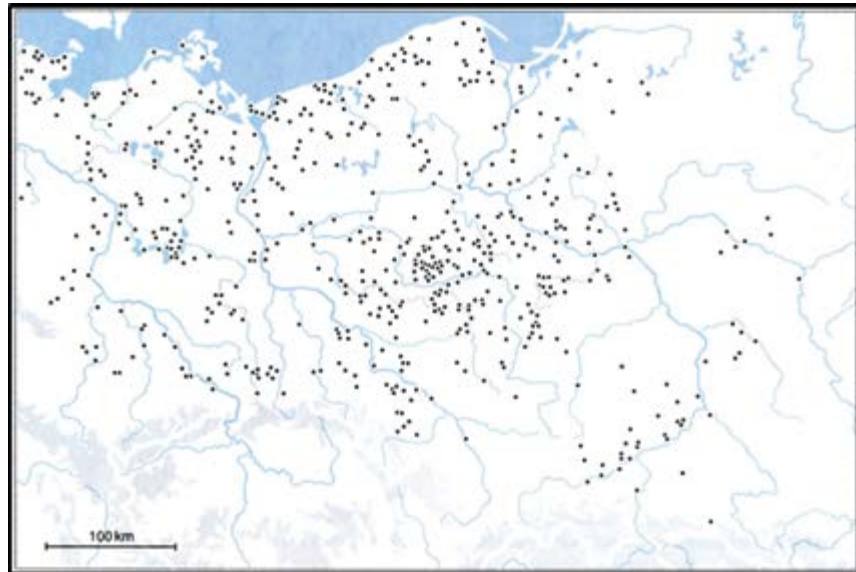



Abb. 2: Verbreitung von Silberschätzen im westslawischen Raum (Hanna Kócka-Krenz, Slawische Hortfunde. In: A. Wiczorek/H.-M. Hinz (Hrsg.), Europas Mitte um 1000. Beiträge zur Geschichte, Kunst und Archäologie. Bd. 1 (Stuttgart 2000) 203–206. Abb. 148: Verbreitung der slawischen Hortfunde).



Folgende Aspekte stehen im Mittelpunkt der Untersuchung:

Wurden an bestimmten Prägeorten von Münzen bzw. für die Herstellung bestimmter Münztypen spezifische Silbersorten verwendet und lässt sich die Ausbeutung regionaler Silbervorkommen erschließen? Aus der Zusammensetzung der Münzensembles zeigt sich, dass vor allem im letzten Viertel des 10. Jahrhunderts ein massenhafter Export ottonischer und salischer Münzen einsetzte, der um 1000 seinen Höhepunkt erreichte. Zuvor dominierten arabische Prägungen das Spektrum, die ihrerseits von mittelasiatischen Dirhems vor allem aus Buchara und Samarkand ersetzt wurden.

Woher stammt der in den Hacksilberschätzen enthaltene Schmuck? Bisherige Ergebnisse deuten an, dass ein großer Teil des Silberschmucks in den Hacksilberschätzen aus asiatischem Silber besteht und ein ebenso bedeutender aus Silber aus dem Oberharz. Hinzu kommt offenbar eine größere Anzahl an Schmuckstücken und Barren, die aus gemischten Silberchargen beider Abbauggebiete bestehen. Darüber hinaus zeigen die Analysen die Hochwertigkeit des für die Schmuckproduktion und Münzprägung verwendeten Materials, das in den meisten Fällen um 90 % Silber aufweist. 

Interdisziplinäre Textilforschung im Verbundprojekt THEFBO

Seit Oktober 2018 wird das Verbundprojekt mit dem Akronym THEFBO „Die kulturhistorische Bedeutung des Textilhandwerks der prähistorischen Feuchtbodensiedlungen am Bodensee und Oberschwaben – im Kontext von Anforderungen an textile Objekte und ihre Wahrnehmung“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.



Es wird vom Landesamt für Denkmalpflege (LAD) in Baden-Württemberg von der Textilarchäologie koordiniert und vereint fünf Partnerorganisationen: das Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie (CEZA), das Archäologische Landesmuseum Baden-Württemberg (ALM), die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) und die Julius-Maximilians-Universität Würzburg (JMU).

Ziel des Projektes ist eine umfassende kulturhistorische Aufarbeitung von textilen Hinterlassenschaften der jungsteinzeitlichen bis hin zu metallführenden Siedlungsgemeinschaften in Südwestdeutschland. Hier haben sich aufgrund der besonderen Umgebungsbedingungen unter Wasser und unter Sauerstoffabschluss über Jahrtausende hunderte dieser fragilen Quellen erhalten. Ein Teil der vom LAD geborgenen Funde wurde bis Anfang dieses Jahrhunderts im Landesmuseum Württemberg konserviert und werden im Zentralmagazin des Archäologischen Landesmuseums, in Rastatt,

aufbewahrt. Im CEZA sind vor allem die Materialbestimmung und Konservierungsforschung Gegenstand der Forschungen. Die Materialanalysen geben Hinweise darauf, dass die frühesten europäischen textilen Produkte, vorrangig Fragmente von Schnüren, Seilen, Körben, vernähten Rindenbehältnissen oder Sieben, aus Gehölzbasten gefertigt wurden. Gemeinsam mit dem Labor für Dendrochronologie am Landesamt für Denkmalpflege wurden 2019 Grundlagenforschungen zur Bestimmung von Gehölzbasten verfasst und eine wissenschaftliche Referenzsammlung erstellt. Seit Oktober 2019 wird die Bestimmung von Gramineen (Süßgräser) von Frau Dr. Mila Andonova im CEZA verfolgt. Das Schwerpunktthema der konservierungswissenschaftlichen Forschungen umfasste grundlegende Fragen zum Zustand des Fundmaterials. Mit Hilfe einer Erhebung und der Recherche in Restaurierungsdokumentationen, aber auch der mikroskopischen Untersuchung von Stichproben wurde der Zustand der Funde festgehalten. Insbesondere durch die



Abb. 1: In die Struktur dieser kegelförmigen Geflechte sind lange, u-förmige Baststreifen fließartig eingearbeitet. Sie werden oftmals als Hüte gedeutet, was aufgrund des geringen Umfangs jedoch fraglich ist. Fundort: Hornstaad, Kreis Konstanz; Fundstelle: Siedlung, Hornstaad-Hörnle 1A; Datierung: 3917 bis 3909 v. Chr.

© Y. Mühleis, Archäologisches Landesmuseum Konstanz

enthaltenen Konservierungsmittel und die Fragilität der Funde wird ihre Auswertbarkeit eingeschränkt. Die vielschichtigen Forschungsaktivitäten werden im Zuge einer Wanderausstellung "Verknüpft und Zugenäht! Gräser, Bast, Rinde – Alleskönner der Steinzeit" im Federseemuseum Bad Buchau präsentiert, die voraussichtlich im Mai 2020 eröffnet wird. [↗](#)



THEFBO

Die kulturhistorische Bedeutung des Textilhandwerks der prähistorischen Menschheitskulturen anzuforschen und zu erschließen ist ein zentrales Anliegen der THEFBO. Die Arbeit von Archäologinnen und Archäologen wird durch die THEFBO gefördert.

GEFÖRDERT VOM



**Bundesministerium
für Bildung
und Forschung**

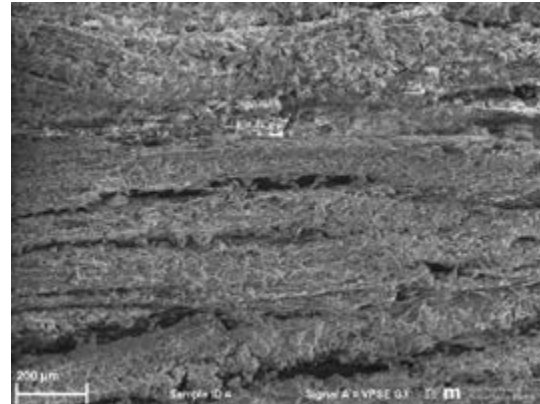


Abb. 2: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme von Lindenbast. Konservierungsmittel und Sedimentreste überdecken teilweise relevante Bestimmungsmerkmale.

© Foto: I. Stelzner, CEZA

Fakten



Laufzeit 01.09.2018 bis 31.08.2021

Förderer BMBF

Fördervolumen 153.160 €

Partner Landesamt für Denkmalpflege
Baden-Württemberg,
Archäologisches Landesmuseum
Baden-Württemberg,
Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg,
Julius-Maximilians-Universität
Würzburg



Troia in absoluten Zahlen

Der Aufbau einer hochpräzisen Absolutchronologie für Troia als Referenzort für die Bronze- und frühe Eisenzeit zwischen Balkan und östlichem Mittelmeerraum steht im Mittelpunkt des von der Gerda Henkel Stiftung geförderten interdisziplinären, Methoden der Archäologie und Kernphysik verbindenden Forschungsprojekts.

Als Resultat eines starken Zuwachses an archäologischem Quellenmaterial erfuhr die Chronologie der anatolischen und ägäischen Bronze- und Früheisenzeit in den letzten Jahren starke Modifikationen. Die Parallelisierung der einzelnen Fundorte erfolgt dabei teils auf Grundlage typologischer Erwägungen, teils anhand neu verfügbarer ¹⁴C-Daten. Aufgrund seines äußerst umfangreichen Fundmaterials und der singulären Stratigraphie, die ausgehend von der FBZI (Beginn ca. 3000 v. Chr.) alle Kulturstufen bis zur Spätantike nahezu ohne Unterbrechung umfasst, übernimmt Troia dabei die Rolle eines nicht zuletzt auch zwischen dem anatolischen und ägäischen Kulturraum vermittelnden Referenzorts.

Zentrales Anliegen des Projekts stellte die Erarbeitung einer hochpräzisen, erstmals ausschließlich auf kurzlebigen ¹⁴C-Daten basierten Absolutchronologie für die bronze- und früheisenzeitlichen Siedlungshorizonte I–VIII Troias dar. Die Notwendigkeit hierfür ergab sich speziell vor dem Hintergrund, dass die bisherige, 283 Einträge umfassende Radiokohlenstoff-Datenbank des Tübinger Troia-Pro-

jekts nahezu ausschließlich ¹⁴C-Datierungen enthielt, die an potentiell langlebigen, d. h. von unter Umständen auch mehrfach wiederverwendeten Bauhölzern stammenden Holzkohlen vorgenommen wurden. Diese waren zwischen 1987 und 2009 mit der früher höchsten erreichbaren Genauigkeit gemessen worden, bei einer Standardabweichung von $\sigma = \pm 40$ Jahre. Für eine verbesserte, weit weniger von biologischen und insbesondere taphonomischen Faktoren abhängige Auflösung, sollte die neu zu erstellende ¹⁴C-Chronologie auf eine umfangreiche Serie von ¹⁴C-AMS-Daten ($\sigma < \pm 25$ Jahre) an stratifizierten, vorwiegend von kurzlebigen Tieren stammenden Knochen und (bedingt) Mollusken aufgebaut werden. Jede der 206 am CEZA datierten Proben wurde hierzu zunächst im Kontext ihrer jeweiligen keramischen Begleitfunde analysiert und dann den für eine Zuteilung zu übergeordneten Siedlungsperioden und -phasen relevanten Schichtablagerungen und Architekturbefunden zugewiesen.



Abb. 1



Abb. 2



Abb. 3

Abb. 1: MICADAS-Beschleuniger, Foto: C. Breckle, rem, CEZA

Abb. 2: Graftisierungsanlage im ¹⁴C-Aufbereitungslabor, Foto: C. Breckle, rem, CEZA

Abb. 3: Aufbereitung von Knochenproben zur ¹⁴C-Datierung, Foto: C. Breckle, rem, CEZA

Darüber ergab sich eine stratigraphische Reihung des Probenmaterials, über die sich die Präzision der Datenserie signifikant verbessern ließ. Funde aus (potentiell zahlreichen) verlagerten, vermischten und/oder gestörten Befundkontexten wurden auf diese Weise erkennbar gemacht; zu alte oder zu junge ¹⁴C-Daten konnten systematisch als Ausreißer, bzw. „outlier“, gekennzeichnet und ausgeschlossen werden, so dass sich über die Gesamtheit der Zuordnungen ein nach allen Richtungen – Stratigraphie, assoziiertes Fundmaterial, ¹⁴C-Daten – empirisch begründetes Altersmodell für die Bronze- und frühe Eisenzeit von Troia ergab. ☒

Fakten



Laufzeit 01.01.2018 bis 31.03.2020

Förderer Gerda Henkel Stiftung

Fördervolumen 142.710 €

Partner Universität zu Köln,
Institut für Ur- und
Frühgeschichte
(Prof. Dr. Tobias L. Kienlin)



Lumineszenzdatierung der Wasserrohre von Petra: Von Nabataern und Erdbeben, Pools und Schluchten

Das CEZA ist an einem Forschungsprojekt der Universität Heidelberg beteiligt, das sich mit der Datierung tönerner Wasserrohre im vorderen Orient sowie Nordafrika beschäftigt. Einer der ersten Datierungsabschnitte betraf dabei die vom Nomadenstamm der Nabataer gegründete Stadt Petra in Jordanien. Hier wurden Proben von den tönernen Wasserrohren sowohl im Siq, dem Durchgang zur Stadt sowie im Garten- und Poolkomplex genommen und mittels Thermolumineszenz datiert.

Diese Datierungsmethode erlaubt den Zeitpunkt der letzten Erhitzung der Rohre zu datieren, der im optimalen Fall mit dem Zeitpunkt der Herstellung der Rohre zusammenfällt und zeitnah am Einbau liegen sollte. Wichtig für die Datierung ist die Kenntnis der umgebenden Radioaktivität sowie des Wassergehaltes, da die Intensität des Lumineszenzsignals von der radioaktiven Strahlung abhängt, wobei Wasser wiederum einen Teil dieser Strahlung absorbiert.

Die Herausforderung hierbei ist, dass der Wassergehalt schwer abzuschätzen ist, da nie der ganze Durchmesser der Rohre mit Wasser gefüllt war und auch nicht bekannt ist, ob und seit wann sie nicht mehr durchströmt werden. Jede zusätzliche Vermu-

tung bezüglich des Wassergehaltes, der Dauer der Nutzung, etc. vergrößert den Fehler der Datierung. Somit ist der erste Schritt zum Erfolg eine gut durchdachte Probennahme am Boden der Rohre, da hier zumindest die Radioaktivität der Umgebung sich nicht geändert hat. Erschwerend kam hier hinzu, dass die Rohre in eine sehr dicke Kalk-/Mörtelschicht eingebettet sind, die sich kaum entfernen lässt und eine weitere Fehlerquelle darstellt. Trotz des großen Altersfehlers in der Datierung konnte nachgewiesen werden, dass die Keramikrohre im Siq, aber auch im Gartenkomplex der Stadt, bereits durch die Nabataer im ersten Jahrtausend vor Christus erbaut wurden. Bei einigen Rohren besteht durch den großen Datierungsfehler auch die Möglichkeit,





dass sie in die erste Hälfte des ersten Jahrtausends nach Christus fallen. Dies könnte auf archäologisch bereits nachgewiesene Reparaturen an dem Leitungssystem nach den Erdbeben in diesem Zeitraum (AD 363, 441, 551) hindeuten.

Bemerkenswert ist auch, dass insbesondere der Garten- und Poolkomplex schon aus der Nabataerzeit stammt. In dieser Zeit ist bereits ein deutlich arides Klima zu verzeichnen, weswegen die Gewinnung und Lagerung von Wasser extrem wichtig war. Der Garten- und Poolkomplex deutet darauf hin, dass die Nabataer sehr gute Ingenieure hatten, die auch das Gefälle der Rohre so exakt angelegt hatten, dass es in den Rohren, selbst bei starken Regenereignissen zu keinem Rückstau kommen konnte. Petra lag zudem an einer wichtigen Handelsroute zwischen Arabien und der Levante, sodass man den Pool- und Gartenkomplex auch als Statussymbol deutet. Es gibt Hinweise darauf, dass Pool und Garten erst nach mehreren verheerenden Erdbeben im ersten Jahrtausend AD nicht mehr genutzt wurden und trocken fielen. 🏠



Abbildungen: Pool- und Gartenkomplex

Fotos: S. Lindauer, CEZA

Die eisenzeitlichen Brandgräber von Erftstadt-Erb, Nordrhein-Westfalen

Die in der Bronze- und Eisenzeit häufig angewandte Praxis der Leichenverbrennung stellt die anthropologische Bestimmung der sog. Leichenbrände vor besondere Herausforderungen. Knochen besteht zu etwa $2/3$ aus anorganischen Anteilen, überwiegend Kalziumphosphat, und $1/3$ organischen Anteilen, überwiegend Kollagen.

Nach der vollständigen Verbrennung bleiben nur noch die stark veränderten anorganischen Anteile übrig. Aufgrund der daraus resultierenden Schrumpfung, Deformierung und hohen Fragmentierung von Leichenbrand ist die Bestimmung erheblich erschwert. Die meisten morphologisch definierten Kriterien können daher nur selten oder ausschnitthaft angewendet werden. In der Regel sind diejenigen Bereiche, an denen das Sterbealter geschätzt werden kann, durch die Leichenverbrennung zerstört. Die derzeit beste Annäherung an das kalendarische Sterbealter erwachsener Individuen wird Mittels der Zuwachsringe im Zahnzement, der Zahnzementannulations oder tooth cementum annulation (TCA)-Methode erreicht. Dabei wird die Zahnwurzel in einem präparierten Längsschnitt histologisch analysiert. Der Zahnzement der Zahnwurzel ist in konzentrischen Schichten aufgebaut, die jedes Jahr um einen Ring anwächst. Im günstigsten Fall kann so das kalendarische Sterbealter erwachsener Individuen mit einem Fehler von $\pm 5-6$ Jahren ermittelt werden. Zumindest

theoretisch kann die TCA-Methode auch an verbrannten Zahnwurzeln angewendet werden. Einschränkend ist jedoch die Tatsache, dass meist nur bei weniger als 50 % der Leichenbrände deformierte und fragmentierte Zahnwurzeln vorliegen. Durch die thermische Einwirkung ist die Bestimmung jedoch stark eingeschränkt, da durch die Sinterung der mineralischen Bestandteile eine Zählung der Wachstumsringe verhindert wird. Insgesamt lagen bei dem Fundmaterial aus dem eisenzeitlichen Bestattungsort von Erftstadt-Erb im Rhein-Erft-Kreis, 55 Befunde vor. Davon konnten 37 Befunde (67 %) näher ausgewertet werden. Die übrigen Befunde sind nur in geringen und gerings-



ten Mengen von wenigen hundert Milligramm bis max. 3g erhalten, so dass eine Bestimmung nicht möglich ist. Das Gewicht der Leichenbrände ist teilweise sehr gering, insgesamt liegen nur 10 Leichenbrände mit einem Gewicht von mehr als 1.000g vor, darunter drei mit mehr als 2.000g. Die Farbe der Fragmente kann als einheitlich weiß bezeichnet werden. Die damit angezeigte Verbrennungstemperatur lässt sich auf ca. 700 bis 900°C abschätzen, bzw. kann sogar noch darüber liegen. Es ist daher davon auszugehen, dass die Leichenverbrennung professionell und systematisch nach einem einheitlichen Muster durchgeführt wurde.

Alle 37 Befunde ließen eine Altersschätzung zumindest grob zu. Von diesen sind 32% der Altersstufen infans (1 bis 14 Jahre) und 68% den Altersstufen adult bis matur (20 bis 60 Jahre) zuzuordnen. Obwohl bei 18 Befunden insgesamt 90 Zahnreste nachweisbar waren, konnten erhaltungsbedingt nur 25 Stücke in die Analyse der Zahnzement-Annulation (TCA) einbezogen werden. Die überwiegende Anzahl dieser Stücke konnte jedoch aufgrund der hohen Verbrennungstemperaturen nicht im Sinne einer konkreten Bestimmung des Sterbealters ausgewertet werden. Bei lediglich fünf Individuen konnte anhand von sieben Zahnresten das Sterbealter präzisiert werden. Bei einem weiteren Individuum konnte das Sterbealter lediglich auf mind. 20 Jahre eingegrenzt werden. Insgesamt sind nach den Ergebnissen der TCA vier Individuen in die Altersstufe frühadult (20 bis 30 Jahre) einzuordnen, bzw. unmittelbar an den Übergang frühadult bis spätadult. Lediglich eine Person verstarb in spätadultem Alter (30 bis 40 Jahre). Von den Bestattungen der Erwachsenen ließen sich nur 36% einem Geschlecht zuweisen. Nur zwei In-

dividuen konnten als weiblich, fünf als männlich bestimmt werden. Die Geschlechtsbestimmung nach metrischen Gesichtspunkten ergab bei zwei weiteren Individuen eine indifferente Aussage. Hinweise auf Doppelbestattungen liegen nicht vor.

Krankhafte Veränderungen waren an den Leichenbränden aufgrund des hohen Fragmentierungsgrades kaum festzustellen. Lediglich in drei Fällen ließen sich an den Wirbelkörpern Veränderungen nachweisen, die auf eine degenerative Erkrankung der Wirbelsäule, einer Spondylosis deformans hindeuten. ☒



Abb. 1



Abb. 2

Abb. 1: Ertstadt-Erb. Langknochenfragmente mit typischen thermischen Veränderungen aus Befund 89

Foto: J. Orschiedt, CEZA

Abb. 2: Ertstadt-Erb. Schädel- und Kieferreste aus Befund 89

Foto: J. Orschiedt, CEZA

X-perimente – Das Unsichtbare sichtbar machen

125 Jahre Röntgenstrahlen und der 175. Geburtstag ihres Entdeckers Wilhelm Conrad Röntgen: Unter dem Motto „Das Unsichtbare sichtbar machen“ haben sich für das Röntgen-Jubiläumsjahr 2020 das Deutsche Röntgen-Museum in Remscheid und die Reiss-Engelhorn-Museen gemeinsam mit dem CEZA die Aufgabe gestellt, mit einem Experimentiermobil Kindern und Jugendlichen die Chance zu geben, sich auf die Spuren des bedeutenden Physikers und Entdeckers zu begeben.

Getreu dem Leitsatz Röntgens „*ich fühle mich nur wohl, wenn ich experimentieren kann*“, sollen die jungen Forscher von morgen selbst experimentieren und aktiv werden. Beantragt wurde das Projekt durch die Curt-Engelhorn-Stiftung für die rem mit CEZA, Prof. Dr. Wilfried Rosendahl und das Deutsche Röntgen-Museum in Remscheid, Dr. Uwe Busch bei der Klaus Tschira Stiftung. Hierzu wird ein mobiles Schülerlabor – das „X-perimente-Mobil“ – konzipiert und mit spannenden und vielfältigen Experimenten zum Thema „unsichtbares sichtbar machen“ ausgestattet, welches deutschlandweit ab 2020 Schulen, Museen und andere Bildungseinrichtungen anfährt. Die Ziele: mit spannendem und spielerischem Praxisbezug neue Zielgruppen für ein interdisziplinäres Thema zu erschließen und über das Jahr 2020 hinaus zukünftige Generationen für vielfältige Themen aus Naturwissenschaften, Technik und Medizin zu begeistern. Das kostenlose Angebot richtet sich mit ausgewählten Experimenteinheiten an Kinder und Jugendliche von Klasse 4 bis 8 und mit erweiterten Einblicken an die Stufen ab Klasse 9, jeweils in Absprache mit den Lehrenden in den Räumen der Bildungseinrichtungen. Das Projekt, welches großzügig von der Klaus Tschira Stiftung gefördert wird, startete 2019 mit der Konzeption der Experimente und der Ausstattung des „X-perimente-Mobils“. Ab Januar 2020 beginnt die Deutschland-Tour des Mobils. ☒

Fakten

Laufzeit	01.04.2019 bis 31.03.2021
Förderer	Klaus Tschira Stiftung
Fördervolumen	699.245 €
Webseite	www.x-perimente.de
Partner	Deutsches Röntgen-Museum Remscheid



Abb. 1: X-perimente Mobil

Impressum

Jahresbericht 2019 des
Curt-Engelhorn-Zentrums für Archäometrie
D6, 3
68159 Mannheim
info@ceza.de

herausgegeben von Dr. Roland Schwab für die
Geschäftsführung des Curt-Engelhorn-Zentrums
für Archäometrie

Redaktion: Elka Duberow und Benjamin Kalberlah

Design: Agentur Projekt Langstrumpf GmbH

Druck: ColorDruck Solutions GmbH

Auflage: 200 Exemplare

© Curt-Engelhorn-Zentrum für Archäometrie gGmbH 2020

Abdruck – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des Herausgebers

Förderer

Klaus Tschira Stiftung
gemeinnützige GmbH



Partner

ERHARD KARES
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN



rem
Reiss-Engelhorn-Museen

MANNHEIM²



Curt-Engelhorn-Zentrum
Archäometrie gGmbH

rem
Reiss-Engelhorn-Museen