



Jahresbericht 2022



Jahresbericht 2022

Inhalt

- 3 Herzlich Willkommen**
- 4 Personelle Veränderungen**
- 6 CEZA stärkt regionale Netzwerke**
- 9 Erfolgsmodell Archäometrie Kolleg**
- 12 Das Labor für leichte stabile Isotope erweitert seine Kapazität**
- 14 Kooperationen**
- 16 Publikationen**
- 17 Vorträge**
- 18 Projekte weltweit**
- 21 HistoGenes**
- 24 Herkunft, Entwicklung und Technologie der bronzezeitlichen Klingen des „Sögel-Wohlde-Kreises“**
- 28 ICOS – Eine europäische Infrastruktur zur Messung von Treibhausgasen**
- 32 Klimaschwankungen und Sonnenaktivität zur Zeit des 8.2 ka BP Ereignisses**
- 36 Schwarzerde und Menschen in Bayern**
- 38 Gold aus Troia, Poliochni und Ur hatte denselben Ursprung**
- 42 Die Untersuchung der Koson Statere**
- 45 Bestimmung der Quellen von antikem Eisen aus der südlichen Levante**
- 48 Ausblick 2023**

Herzlich Willkommen

zum Jahresbericht 2022 des Curt-Engelhorn-Zentrums Archäometrie. Auch in diesem Jahr möchten wir Sie wieder einladen, einen gemeinsamen Blick auf unsere Aktivitäten und Forschungsprojekte des vergangenen Jahres zu werfen. Neben vielfältigen Projekten war das Jahr 2022 geprägt durch in die Zukunft gerichtete Vorbereitungsarbeiten in diversen Bereichen. So hat uns seit Mitte des Jahres die Laborerweiterung des Klaus-Tschira-Labors für physikalische Altersbestimmung mit der Anschaffung eines zweiten AMS-MICADAS zeitlich stark gebunden. Diese Investition ist ein entscheidender Schritt, um unsere führende Stellung als unabhängiger Anbieter von ^{14}C -Analysen zu unterstreichen und die Anzahl an Proben auch in Zukunft bei gleichbleibender Qualität in angemessenen Zeiträumen zu bearbeiten. 2022 brachte uns mit über 5.000 Proben so viele ^{14}C -Probeneinsendungen wie nie zuvor, wobei die Bestimmung biogener Anteile mithilfe der Radiokarbonmethode einen immer größeren Part einnimmt.

Auch die Vorbereitung des von der Klaus Tschira Stiftung geförderten Dendrochronologie-Folgeprojekts hatte umfangreiche und intensive Vorbereitungsarbeiten erfordert. Aber das Ziel, den unfassbaren Schatz der Hohenheimer Jahrringsammlung, der seit 2021 in Mannheim beheimatet ist, aufzubereiten und die Daten zu digitalisieren, war den Aufwand wert. Denn nur so können wir der nationalen und internationalen Forschung den „Schatz“ zugänglich machen. Die Projektbewilligung durch die Klaus Tschira Stiftung hat uns sehr gefreut und zeigt das Vertrauen in die Fähigkeiten des CEZA.

Mit der Aufhebung der Corona-Beschränkungen, die auch uns mehr als zwei Jahre fest im Griff hatten und unsere Arbeit stark beeinflussten, aber nicht gehemmt haben, durften wir 2022 wieder freier und unabhängiger sowohl auf Forschungsreisen gehen, Tagungen besuchen als auch mit unseren Kunden und Kundinnen persönliche Begegnungen realisieren. Besonders hilfreich war die wiedergewonnene Bewegungsfreiheit für unsere mobile Lasertechnik (pLA). Dadurch konnten die Projekte "Mykenisches Gold" und "Koson Statere" fortgeführt und abgeschlossen werden, bei denen Proben in Museen von Objekten genommen wurden, die nicht transportiert werden durften.

Im Mai 2022 präsentierten die Teilnehmer und Teilnehmerinnen des internationalen Forschungsprojektes „Celtic Gold – Goldschmiedearbeiten im westlichen Teil der Latènekultur“, im Rahmen einer Abschlusskonferenz die Ergebnisse. Auch hier kam unsere innovative pLA zum Einsatz und es erfüllt uns mit Stolz, Teil dieses Projektes gewesen zu sein.

An dieser Stelle möchten wir uns bei allen unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aufs herzlichste bedanken, denn ohne ihren unermüdlichen Einsatz wäre vieles nicht möglich, was wir als herausragendes international agierendes Institut innerhalb eines Jahres zu bewältigen haben.

Wir wünschen allen Leserinnen und Lesern viel Vergnügen bei der Lektüre unseres Jahresberichts 2022.

Ihre Geschäftsleitung

Personelle Veränderungen

Das Jahr 2022 brachte für die CEZA einige personelle Änderungen mit sich. So übernahm **Prof. Dr. Ernst Pernicka**, Geschäftsführer und Senior Direktor, Mitte des Jahres wieder die wissenschaftliche Leitung des CEZA. Dieser Schritt war die logische Nachfolgeregelung, nachdem sich Prof. Dr. Roland Schwab entschlossen hatte, das Institut zu verlassen.

Seit April 2022 unterstützt der erfahrene PR-Berater **Matthias Fries** die Geschäftsführung bei der Entwicklung und Umsetzung geeigneter Kommunikations- und Marketingmaßnahmen, um so die Wahrnehmung des CEZA als herausragendes Forschungsinstitut in der Öffentlichkeit zu stärken und neue Kundenkreise zu erschließen.

Der Bereich Bioarchäologie sowie das ¹⁴C-Labor konnten 2022 personell verstärkt werden. Zum 1. April 2022 begann **Hanifeh Beigzad** als Laborantin, zum 1. Juli 2022 folgte mit **Eugenia Podolskaja** eine weitere technische Mitarbeiterin. Darüber hinaus wurde auf Grund der zunehmenden Auslastung in der Bioarchäologie eine zusätzliche Stelle ausgeschrieben. Diese wurde zum 1. Mai 2022 von **Laura Sophia Schwarz** besetzt, die neben ihrer Arbeit im Isotopenlabor auch anthropologische Skelettuntersuchungen durchführt.

Mit dem Beginn des DFG-Projekts zur Untersuchung der bronzezeitlichen Sögel-Klingen kamen mit **Dr. Andreas Wittke** zum 1.2. und **Bart Cornelis, M.A.**, zum 1.3.2022 zwei neue Mitarbeiter zu uns. Andreas Wittke arbeitet als Isotopengeochemiker und beschäftigt sich vorrangig mit den im Projekt geplanten Isotopenanalysen. Bart Cornelis arbeitet als

Doktorand und komplettiert das Projektteam. Er wird sich im interdisziplinären Spannungsfeld von Archäologie und Archäometrie mit den Objekten befassen und die metallographischen und technologischen Aspekte untersuchen.

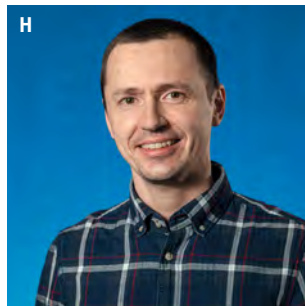
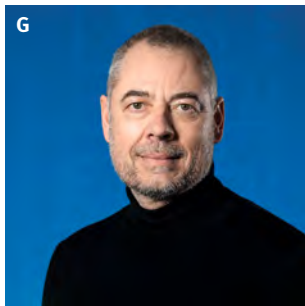
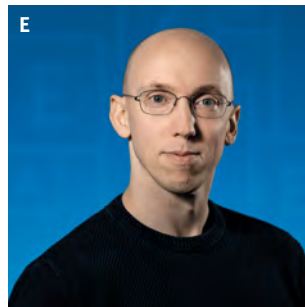
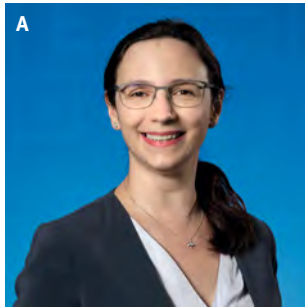
Mit **Brittany Kucera, Johannes Wintel und Dr. Ivan Stepanov** hat die CEZA in der zweiten Jahreshälfte 2022 eine weitere Kollegin und zwei Kollegen hinzugewinnen können.

Johannes Wintel ist seit Oktober 2022 als technischer Mitarbeiter mit den Kolleginnen und Kollegen in den Laborbereichen der Radiokohlenstoffdatierung, C/N-Isotopenanalyse und O-Isotopenanalyse tätig. Er unterstützt die technische Betreuung der Massenspektrometer für leichte stabile Isotope sowie des MICADAS Beschleunigers.

Dr. Ivan Stepanov begann seine Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am CEZA am 1. August 2022 und hat vielfältige Aufgaben der Metallurgie übernommen, die zuvor von Prof. Dr. Roland Schwab verantwortet wurden.

Brittany Kucera, MSc., ist seit Oktober 2022 im Bereich der Bioarchäologie mit wissenschaftlicher Zuarbeit bei der Auswertung von Isotopenanalysen tätig. Darüber hinaus leistet sie als Muttersprachlerin wertvolle Unterstützung bei englischsprachigen Lektoratsarbeiten.

Alle neuen Kolleginnen und Kollegen konnten sich mit ihrer Expertise schnell in den Kreis der Mitarbeitenden integrieren und sind in ihren jeweiligen Bereichen zu wichtigen Stützen geworden.



A: Laura Sophia Schwarz
B: Johannes Wintel
C: Brittany Kucera
D: Dr. Andreas Wittke
E: Bart Cornelis
F: Eugenia Podolskaja
G: Matthias Fries
H: Dr. Ivan Stepanov

Fotos: T. Schwerdt

Ein Wiedersehen gab es 2022 mit dem Humboldt-Stipendiaten **Prof. Khaled Al-Bashaireh** von der Yarmouk University, Irbid (Jordanien), der bereits vom 21.6. bis 15.9.2021 in den Datierungslaboren des CEZA arbeitete. Er beschäftigt sich intensiv mit der ^{14}C -Datierung von Mörtel.

Neben den neuen Kolleginnen und Kollegen hat die langjährig am CEZA tätige Nicole Lockhoff das Institut verlassen. Wir bedanken uns auf diesem Weg noch einmal für ihr herausragendes Engagement und wünschen Frau Lockhoff persönlich und beruflich alles Gute auf ihrem weiteren Weg.

CEZA stärkt regionale Netzwerke

Mit Blick auf den Netzwerkgedanken konnte CEZA im Jahr 2022 von der Aufhebung der Corona-Beschränkungen stark profitieren und sowohl die Netzwerkarbeit durch persönliche Kontakte stärken als auch mit vielen Institutionen und Vereinen wieder in den persönlichen Austausch kommen.

Im Frühjahr 2022 schloss CEZA sich dem Netzwerk „food.net:z“ an, einer Organisation, die als Anlaufstelle für Akteure, größtenteils aus der Lebensmittelbranche dient. Der Verein bildet die gesamte Wertschöpfungskette ab, vom Feld bis in den Supermarkt. Doch die Mitglieder setzen sich nicht nur aus reinen Lebensmittelproduzenten zusammen, sondern sind bunt gemischt. So finden sich internationale Konzerne, Erzeuger, Groß- und Einzelhandelsunternehmen, Zulieferer, Logistiker und eben auch CEZA als wissenschaftliches Institut. Unsere Angebote können gerade im Bereich des „Food fraud“ wertvolle Dienste leisten. Entstanden war der Kontakt durch „Kaffee Schwarz“, einem CEZA-Partner, mit dem wir bei der Herkunftsanalyse von Kaffee schon in der Vergangenheit erfolgreich zusammenarbeiten durften.

Auch der Eintritt in den Verein „Zukunft Metropolregion Rhein-Neckar“ (ZMRN), war für uns ein wichtiger Meilenstein. Denn mit dem Ziel, die Region Rhein-Neckar als eine der attraktivsten und wettbewerbsfähigsten Standorte Europas bekannt und anerkannt zu machen, identifizieren wir uns ebenfalls. Als außeruniversitäres Forschungsinstitut sind wir nicht nur bei der ¹⁴C-Datierung mit unseren Laboren und AMS-Anlagen in Europa führend.

Wir sind auch stolz, unseren Firmensitz in der Metropolregion zu haben und mit unseren Angeboten weltweit zu agieren. Im Oktober durften wir als Gastgeber die Neumitglieder des ZMRN in unseren Räumlichkeiten begrüßen und an unsere mannigfachen Themenfelder heranführen.

Ein ebenfalls sehr wichtiger neuer Kontakt für uns war der zur IHK Rhein-Neckar, welcher im Rahmen des ersten „food.net:z“-Treffens geknüpft werden konnte. Im Herbst 2022 durften wir die IHK bei uns im Hause begrüßen und ihnen unsere Forschungseinrichtung vorstellen, was auf großes Interesse bei den Kolleginnen und Kollegen der IHK gestoßen ist.



Der ZMRN e.V. zu Gast bei CEZA. Foto: M. Pfeifer, ZMRN



CEZA Präsentation auf einer food.net:z-Veranstaltung. Foto: food.net:z e.V.

Wir freuen uns auf die Zusammenarbeit und erhoffen uns durch das große IHK-Netzwerk eine noch stärkere Durchdringung der eigenen Region.

Nachdem wir mit dem Archäometrie Kolleg 2019 ein erstes Lehr- und Weiterbildungsformat sowohl für Studierende als auch in der Kulturwissenschaft tätige Menschen angeboten haben, konnten wir diese Erfahrungen nutzen, um im Herbst einer größeren Gruppe von Studierenden der Archäometrie der Universität Frankfurt einen eintägigen Workshop mit dem Schwerpunkt Datierungsmethoden anzubieten, der den Teilnehmenden detailliertes Wissen in Theorie und Praxis vermittelte, welches im Studium in dieser Form nicht angeboten wird. Die durchweg positive Resonanz der Studierenden hat uns bestärkt und wir hoffen, dieses Format in Zukunft häufiger anbieten zu können.



Ebenfalls konnten wir bei uns im Mai 2022 die Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) begrüßen. Die Delegation von Lehrbeauftragten und Professoren/Professorinnen der DHBW überzeugte sich während einer rund vierstündigen Veranstaltung über die Möglichkeiten unserer Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen. Nach einem Rundgang durch das Institut wurde über Kooperationsmöglichkeiten diskutiert. Nach diesem ersten Schritt freuen wir uns schon heute auf einen vertiefenden Austausch mit den Lehrenden der DHBW.

Der Besuch des Rotary Clubs Mannheimer Brücke rundet die vielfältigen Netzwerkkontakte, die wir 2022 knüpfen konnten, ab. In erster Linie konnten wir unser Institut präsentieren. Es wurde aber auch über Möglichkeiten diskutiert, uns aktiv in die Aktivitäten des Rotary Clubs einzubringen.



Erfolgsmodell Archäometrie Kolleg

Im Herbst 2019, noch ehe die Covid-Pandemie zu erahnen war, startete das von der Klaus Tschira Stiftung auf drei Jahre geförderte Projekt „Infrastruktur Archäometrie“ in Zusammenarbeit des CEZA mit der Universität Tübingen. Das Kolleg, das in der ursprünglichen Fassung als durchgängige Präsenzveranstaltung geplant war, musste improvisieren und konnte dadurch viele wichtige Erkenntnisse auf dem Gebiet des Wissenstransfers sammeln, die bei regulärer Durchführung nicht hätten gewonnen werden können.

Die Archäometrie ist heute in vielen wissenschaftlichen Teildisziplinen unverzichtbar, sei es für die Bestimmung von Herkunft, Alter oder Echtheit von Grabungsfunden oder zur Aufklärung technischer und kognitiver Entwicklungen der Geschichte der Menschheit. Archäologen nutzen heutzutage Datierungsverfahren wie die Radiokarbonmethode oder die Dendrochronologie, vermehrt aber auch chemische, physikalische und biologische Analyseverfahren und erhalten durch diese archäometrischen Methoden Antworten auf ihre Fragestellungen. Die fundierte Interpretation der archäometrischen Analysen erfordert allerdings ein Verständnis der Grundlagen und Einschränkungen der naturwissenschaftlichen Methoden. Da diese Wissensvermittlung noch kein selbstverständlicher Ausbildungsbestandteil in den Altertumswissenschaften ist, steigt die Nachfrage nach Lehr- und Weiterbildungsangeboten, Praktika und Qualifizierungsseminaren zu archäometrischen Verfahren, sowohl unter Studierenden als auch berufstätigen Archäologen/Archäologinnen oder Kulturwissenschaftlern/Kulturwissenschaftlerinnen.



Begrüßung der Workshopteilnehmenden. Foto: CEZA

Um diese Nachfrage zu bedienen, initiierten CEZA und die Universität Tübingen 2019 das von der Klaus Tschira Stiftung geförderte Projekt „Archäometrie Kolleg“. Hauptziel des Projekts war es, Lehrveranstaltungen für Studierende als außeruniversitäre Aus- und Weiterbildung anzubieten. Während der jährlich stattfindenden Bootcamps wurden Grundlagen der Archäometrie vermittelt. Das Angebot



Wissensvermittlung im Hybridformat brachte mehr Archäometrie-Interessierte zusammen. Foto: CEZA

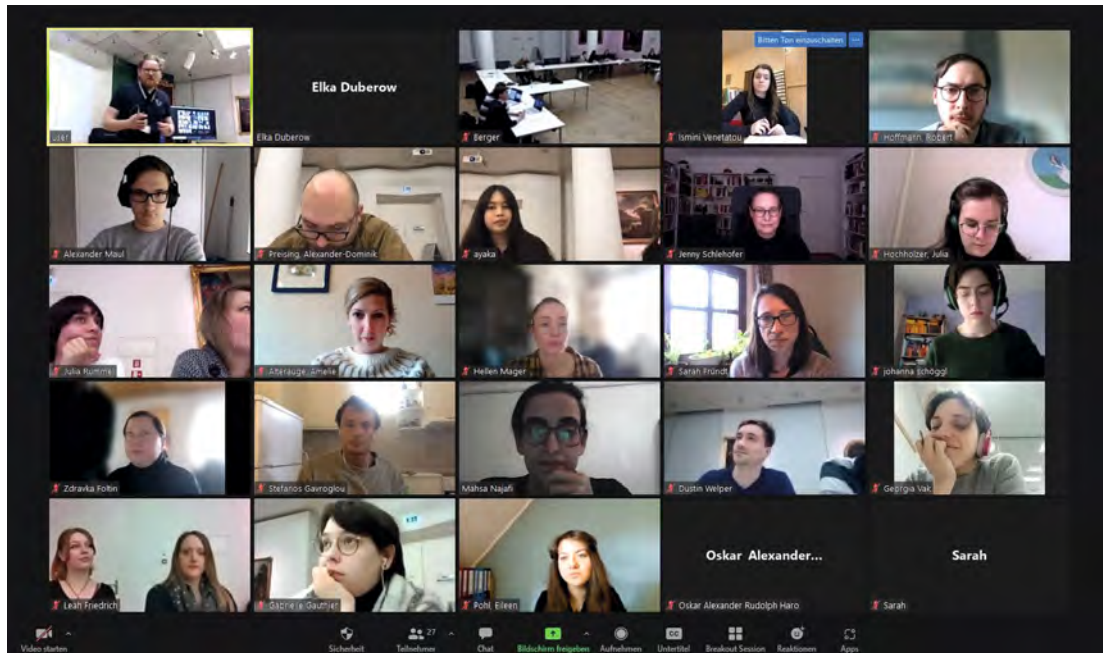
richtete sich an Interessenten aus dem universitären Umfeld, aber auch an Berufstätige, zum Beispiel aus Landesdenkmalämtern. Das Bootcamp wurde so für alle Teilnehmenden zu einer Art Kick-Start in das umfangreiche Wissenschaftsfeld der Archäometrie.

Zur Vertiefung in ausgewählte archäometrische Themen wurden jährlich zwei Workshops mit verschiedenen Schwerpunkten erarbeitet und angeboten. Neben der intensiven Wissensvermittlung gelang es dem Format der Workshops vor allem, die Teilnehmenden „zusammen zu bringen“. Durch die Covid-bedingte Hybridform der Workshops fanden sehr viele internationale Teilnehmende den Weg in die Veranstaltungen, woraus in der Folge weltweite Netzwerke des Wissensaustauschs und der Zusammenarbeit hervorgingen.

Das Projekt endete 2022 und darf als Erfolgsgeschichte beschrieben werden. Die Nachfrage nach den Bootcamps und Workshops überstieg das Angebot bei weitem. Eine Fortführung des Projekts ist aktuell angedacht, Details sind aber noch zu erarbeiten. Denn der weitere Ausbau der gemeinsamen Infrastruktur zwischen CEZA und dem Competence Center Archaeometry der Universität Tübingen bietet großes Potenzial. Die erste Auflage des Archäometrie Kollegs darf somit als eine Sammlung von Informationen und Erfahrungen begriffen werden, die Fortführung unter Einfluss dieser Erkenntnisse wäre eine logische Folge. Die Vermittlung der Archäometrie als unverzichtbarer Eckpfeiler der Kulturforschung lohnt die Fortsetzung des Formats.

Meilensteine der ersten Auflage

Nachdem das Ziel des Archäometrie Kollegs definiert war, konnte mit der Planung der konkreten Umsetzung und Erstellung von Begleitmaterialien begonnen werden. Mit der Unterteilung in „Bootcamp“ als allgemeine Einführung und „Workshop“ als vertiefende Wissensvermittlung eines definierten Themas entstanden Logo, Design Manual und die dazugehörigen Webseiten. Vor allem die Einrichtung der Webseite war ein wichtiger Schritt, um über das Format zu informieren und den Interessierten und Teilnehmenden eine Anlaufstelle zu bieten, über die sie sich regelmäßig erkundigen konnten. Zu den einzelnen Themen, die die Teilnehmenden erwarten, wurden bereits im Vorfeld zeitlose Erklärungsvideos erstellt, die sowohl den Online-Teilnehmenden einen interaktiven Zugang ermöglichten als auch im Nachgang zur weiteren Nutzung für alle verfügbar waren. Probensets, die den Teilnehmenden im



Online-session des Archäometrie Kollegs. Foto: CEZA

Vorfeld zugeschickt wurden und ausführliches Material zu den einzelnen Vorträgen vervollständigten das Angebot.

Insgesamt wurden drei Bootcamps und vier Workshops („Dating in Archaeometry“, „Ancient pottery and its pigments“, „Material analysis in Archaeometallurgy“, „Bioarchaeology – past people and their environment“) zwischen 2019 und 2022 erarbeitet und durchgeführt. Als Folge der Covid-Pandemie fanden alle ursprünglich als Präsenzveranstaltung geplanten Bootcamps und Workshops entweder vollständig digital oder hybrid statt, wodurch eine deutlich größere und internationalere Reichweite erzielt werden konnte. Die durchweg positive

Resonanz auf alle Veranstaltungen ermutigt uns, den Weg in Zukunft weiter zu beschreiten und das Format fortzuführen. Auch der „Nebeneffekt“, dass aus einigen Teilnehmenden inzwischen Kolleginnen und Kollegen geworden sind, stimmt uns optimistisch.

FAKTEN

Laufzeit: 01.04.2019 bis 30.06.2022

Förderer: Klaus Tschira Stiftung

Partner: Universität Tübingen

Das Labor für leichte stabile Isotope erweitert seine Kapazität

Die stets zunehmende Nachfrage nach Element- und Isotopenanalysen war für CEZA entscheidend, die Gerätebestände der Isotopenlabore zu erweitern. Dabei war nicht nur die Verdoppelung der Messkapazitäten maßgeblich, sondern auch die effektivere Nutzung der Geräte, da ein Wechsel zwischen verschiedenen Gerätemodi fortan entfällt.

Die Elementanalyse (also die Zerlegung einer Probe in ihre chemischen Elemente) bewährt sich seit Jahrzehnten in allen möglichen Bereichen der Forschung und der Qualitätskontrolle als vielseitiges und leistungsstarkes Werkzeug. Besonders die nahezu allgegenwärtigen Elemente Wasserstoff (H), Sauerstoff (O), Stickstoff (N), Kohlenstoff (C) und Schwefel (S) lassen sich vergleichsweise schnell und kostengünstig mit kommerziell erhältlichen Geräten messen, in denen die Probe meistens unter Zugabe von Sauerstoff verbrannt oder durch Hochtemperaturpyrolyse fragmentiert wird.

Die Isotopenanalyse geht noch einen Schritt weiter und spaltet anschließend die Elemente in der Probe mit Hilfe eines Massenspektrometers in ihre einzelnen Isotope auf. Auch diese Technik ist seit langem als Standardwerkzeug etabliert und wird insbesondere für die genannten Elemente in vielen Laboren im Dauerbetrieb benutzt.

Das 2018 am CEZA eingerichtete Labor für leichte stabile Isotope hat bereits bei einer Vielzahl von Projekten wichtige Messungen beigetragen. Beim Großteil der Proben handelte es sich um Kollagen (eine Mischung von Strukturproteinen), das aus

Tier- und Menschenknochen aus archäologischen Fundstätten extrahiert wurde. Durch Messung der N- und C-Isotope im Kollagen kann man Rückschlüsse auf die Ernährung der Individuen ziehen.

Im Jahr 2022 wurde aufgrund des großen Bedarfs an Element- und Isotopenanalysen erneut investiert und der Gerätebestand des Labors annähernd verdoppelt, was die Messkapazität bedeutend erhöht hat. Die Verbesserung erschöpft sich nicht alleine darin, dass nun mehr Geräte zur Verfügung stehen, die mit Proben bestückt werden können; die einzelnen Geräte können auch effektiver genutzt werden, da das zeitaufwändige Wechseln zwischen verschiedenen Gerätemodi entfällt. Außerdem können nun auch flüssige Proben direkt ins Gerät eingebracht werden, was neue Anwendungsmöglichkeiten erschließt. Für 2023 ist geplant, auch die Messung von Schwefelisotopen in den Routinebetrieb aufzunehmen, womit dann das Analysewerkzeug für die ganze Palette der leichten stabilen Isotope (H, O, N, C, S) zur Verfügung stünde.

Einen Sonderfall der Element-/Isotopenanalyse stellt die gleichzeitige Messung der Kohlenstoff- und Sauerstoffisotope an mineralischen Proben wie



Probenwechsler des Karbonatmesssystems, der sowohl Säure zuführt als auch das CO₂ dem Massenspektrometer übergibt. Foto: T. Schwerdt

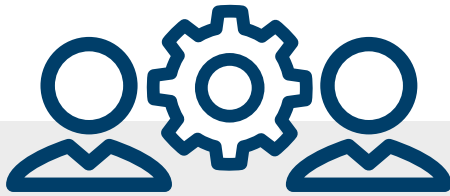
Zähnen, Muschelschalen oder Karbonatgestein dar. Hierfür wird die Probe in einem verschlossenen Behälter in Säure aufgelöst und anschließend das dabei entstandene CO₂ (welches die isotopische Signatur der Probe in sich trägt) mit einem Massenspektrometer gemessen.

Auch für diese Anwendung wurde bereits 2018 ein entsprechendes Gerät angeschafft, das nun am CEZA technisch weiterentwickelt und für die Messung von Zahnproben optimiert wurde. Ein kritischer Schritt im Messlauf (und unser Ansatzpunkt für Verbesserungen) ist das Überführen des entstandenen CO₂ ins Massenspektrometer: In der Standardkonfiguration entnimmt das Gerät nur kleine Gasvolumina aus dem Probenbehälter und gibt diese in kurzen „Pulsen“ ins Massenspektrometer. Das ist eine einfache und schnelle Möglichkeit der Probenübergabe, bei der allerdings der größte Teil des entstandenen CO₂ ungenutzt im Probenbehälter

verbleibt und später verworfen wird. Außerdem muss bei dieser Methode sichergestellt werden, dass die entnommenen Gasvolumina auch wirklich repräsentativ für die Gesamtprobe sind und keine Isotopenfraktionierung bei der Entnahme stattfindet.

Das am CEZA modifizierte Gerät misst nun nicht mehr nur einen kleinen Ausschnitt aus der Probe, sondern das gesamte Volumen: das CO₂ wird auf einer gekühlten „Falle“ gesammelt und dann konzentriert ins Massenspektrometer gegeben. Dadurch erreicht man um ein Vielfaches höhere Signale (sogar das nur gering konzentrierte CO₂ aus der Luft ließe sich mit diesem Verfahren messen) und umschiff alle Probleme der Repräsentativität. Als erste wissenschaftliche Anwendung dieses neu etablierten Verfahrens werden derzeit Zahnproben aus dem Panama-Projekt (ERC Grant, ArtEmpire) gemessen.





KOOPERATIONEN

- **Universität Tübingen – INSTITUTIONELLE KOOPERATION – seit 2004**
- **Deutsches Archäologisches Institut, Berlin – seit 2006**
- **Landesamt für Archäologie und Denkmalpflege Sachsen-Anhalt, Halle – seit 2004**
- **Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie, Leipzig – seit 2010**
- **Landesamt für Archäologie Sachsen, Dresden – seit 2015**
- **Landesamt für Denkmalpflege HessenARCHÄOLOGIE, Wiesbaden – seit 2016**
- **Universität Mainz – seit 2014**
- **Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz, Koblenz – seit 2013**
- **Leibniz-Zentrum für Archäologie, Mainz – seit 2012**
- **Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, München – seit 2015**
- **Universität Hohenheim – seit 2014**
- **Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg, Stuttgart – seit 2016**
- **Deutsches Bergbau-Museum, Bochum – seit 2007**
- **Universität Heidelberg – seit 2009**
- **Institut für Orientalische und Europäische Archäologie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien – seit 2014**
- **Nationales Archäologisches Institut mit Museum bei der Bulgarischen Akademie der Wissenschaften, Sofia – seit 2016**
- **Archäologisches Institut der Akademie der Wissenschaften der Tschechischen Republik, Prag – seit 2016**
- **Friedrich-Schiller-Universität, Jena – seit 2021**





PUBLIKATIONEN

26 insgesamt



293
Seiten



105
Autoren



publiziert in **6** Ländern

Deutschland, Großbritannien, Niederlande, Schweiz, Österreich, USA

81% 
online verfügbar

Die Liste aller Publikationen 2022 finden Sie unter:
www.cezapedia.de/publikationen





VORTRÄGE

49 insgesamt

 **15**
Referenten

 **13**
Mit-Referenten


an **32** Orten


in **11** Ländern
Deutschland, Niederlande, Thailand,
Ungarn, Italien, Portugal, Frankreich,
China, Israel, Österreich, Schweiz

Assen, Bad Krotzingen, Bangkok, Bielefeld, Budapest, Dresden, Edingen-Neckarhausen, Ehingen, Florenz, Frankfurt, Halle, Hannover, Heidelberg, Herxheim, Kiel, Köln, Lissabon, Mailand, Mainz, Mannheim, Metz, Mosbach, Oristano, Peking, Rosenheim, Steinheim, Stuttgart, Tel Aviv, Tübingen, Wien, Zürich, Zwiesel

(Mehrere Vorträge an einem Ort wurden nur einmal gezählt.)



PROJEKTE





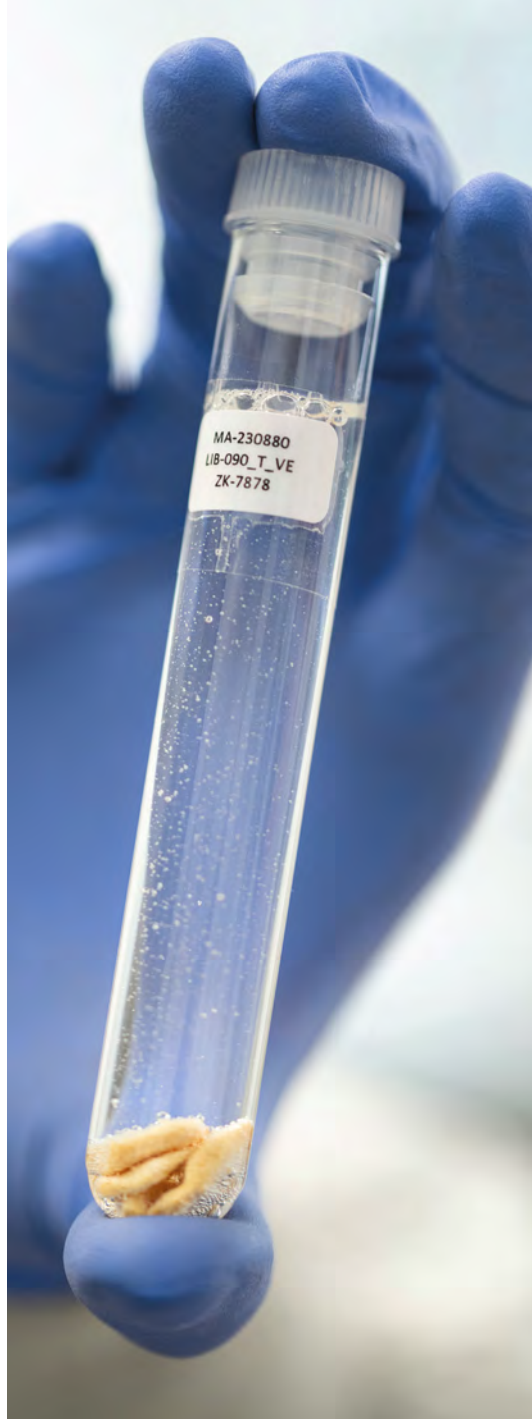
HistoGenes

Mit dem international angelegten und vom European Research Council geförderten Projekt ist CEZA an einem Großprojekt beteiligt, das es in dieser Größenordnung zur Erforschung alter DNA noch nicht gegeben hat: HistoGenes. Unter Federführung der Akademie der Wissenschaften in Wien und dessen Direktor Prof. Dr. Walter Pohl arbeiten seit 2020 Forschende aus unterschiedlichen Fachrichtungen in einem Projekt zusammen: Archäologen, Historiker, Anthropologen, Genetiker, Bioinformatiker. Es werden rund 6.000 Bestattungen aus der Zeit zwischen 400 und 900 n.Chr. mit den modernsten Methoden der jeweiligen Disziplinen analysiert, um einen neuen Blick auf den wichtigen Knotenpunkt in der Bevölkerungsgeschichte Europas zu werfen.

Das Ziel des Projekts ist nicht nur, ein größeres Verständnis von Migrationen und Mobilität im Frühmittelalter zu erhalten, sondern auch einen direkten Blick auf das Leben der Menschen zu werfen, die Ostmitteleuropa durchquerten oder sich dort niederließen. Die Jahrhunderte zwischen der Römerzeit und der Ankunft der Ungarn, von 400 bis 900, waren in der Region eine bewegte Zeit: Die Macht des Weströmischen Reiches zerfällt, es folgen laut Schriftquellen mehr als ein Dutzend größerer Migrationen. Verschiedene Völker und Reiche folgten einander: Hunnen und Goten, Langobarden und Awaren, Franken und Slawen und andere wechselten sich in der Herrschaft ab. In der Geschichtsschreibung wird diese Periode als Völkerwanderungszeit bezeichnet. Wir wissen manches über diese Zeit aus schriftlichen Berichten und aus Grabfunden – die Archäologen haben bereits über 100.000 Gräber erschlossen, oft mit reichen Beigaben. Und dennoch, woher all diese Menschen

kamen und welche Spuren die vielen Zu- und Abwanderungen in der Bevölkerung hinterlassen haben, wissen wir kaum. Wichtige Erkenntnisse über Ernährung, Gesundheit und lokale Bräuche sowie über die Organisation der Familien und Gemeinschaften wollen die Forschenden am Ende des Projekts, das bis 2026 angelegt ist, gewinnen.

Das Projekt erschließt eine neue Dimension in der genetischen Analyse alter DNA und der historischen Deutung der Ergebnisse. Genomweite Analysen geben Einblicke in die Populationsgeschichte, aber auch verwandtschaftliche Beziehungen zwischen auf einem Bestattungsplatz beigesetzten Personen. Darüber hinaus werden alle Proben hinsichtlich genetischer Evidenz für Krankheitserreger untersucht. HistoGenes wird eine solide Grundlage für weitere vergleichende Forschungen schaffen. Dazu kommen eine Reihe weiterer naturwissenschaftlicher Verfahren: Isotopenanalysen helfen, ortsfremde



Personen zu erkennen und geben Einblicke in die Ernährungsweise der Menschen und ihre Veränderungen im Laufe der Zeit. Die physische Anthropologie gibt Auskunft über das Alter und Geschlecht der einzelnen Personen, aber auch Anhaltspunkte für ihre Ernährung, körperliche Arbeit oder Verletzungen.

Am CEZA werden die im Projekt vorgesehenen ^{14}C -Datierungen sowie stabile Isotopenanalysen von Kohlenstoff und Stickstoff durchgeführt. Darüber hinaus ist CEZA eng in die Auswertung und Interpretation der Analyseergebnisse eingebunden.

Das Hauptaugenmerk im Jahr 2022 lag auf dem awarenzeitlichen Gräberfeld von Rákóczfalva im mittleren Theissgebiet. Die genetischen Analysen



Abb. 1 – 4: Von der Probenahme (Abb.1, S. 20) über die Probenaufbereitung (Abb. 2 u. 3, S. 22) zur Messung (Abb. 4, S. 23). Fotos: T. Schwerdt

erlaubten die Rekonstruktion eines „Makrostammbaums“ über neun Generationen, der ca. die Hälfte der 309 Bestattungen umfasst. Dazu kamen mehrere kleinere Stammbäume sowie Individuen ohne verwandtschaftliche Beziehungen zu anderen Personen der Bestattungsgemeinschaft. Die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte sprechen für einen Rückgang der Bedeutung von Hirse als Grundnahrungsmittel der Menschen von der frühen zur mittleren/späten Awarenzeit, während die $\delta^{15}\text{N}$ -Daten für einen Teil der männlichen Individuen Zusammenhänge zwischen der Position als Gründungsindividuum eines Stammbaums, archäologischen Indikatoren für die soziale Stellung sowie einem erhöhten Anteil tierischer Proteine in der Nahrung aufzeigen. Die verwandtschaftlichen Verhältnisse bieten der Auswertung der ^{14}C - und leichten stabilen Isotopendaten in dieser Fülle

bislang einmalige Kontextinformationen. Sie zeigen variantenreiche Zusammenhänge zwischen den Ernährungsgewohnheiten und biologischen Beziehungen sowie anderen Faktoren, allem voran der sozialen Differenzierung. Modellierungen unter Berücksichtigung der Generationenfolge erlaubten eine deutliche Eingrenzung des Fehlerbereichs der ^{14}C -Datierungen.

FAKTEN

Laufzeit: 01.05.2020 bis 30.04.2026

Förderer: European Research Council

Partner: Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien,
Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie,
Leipzig, ELTE-Eötvös Loránd University, Budapest,
Institute for Advanced Study, Princeton

Herkunft, Entwicklung und Technologie der bronzezeitlichen Klingen des „Sögel-Wohlde-Kreises“

Das interdisziplinäre von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderte Forschungsprojekt „Herkunft, Entwicklung und Technologie der bronzezeitlichen Klingen des Sögel-Wohlde-Kreises“ widmet sich der Entwicklung und Etablierung der (Bronze)Metallurgie in der Nordischen Bronzezeit. Im Zusammenhang mit den Metallressourcen soll das Projekt vor allem Antworten zu Handelswegen und Kommunikationsnetzwerken in der frühen/mittleren Bronzezeit geben, indem es die Sögel- und Wohlde-Klingen als Schlüsselfunde des Nordischen Kreises betrachtet und erstmals vollumfänglich archäometallurgisch erfasst.

Eine besondere Fundgattung des Sögel-Wohlde-Kreises sind Bronzeklingen, die als die frühesten Schwertformen (oder Langdolchformen) der Nordischen Bronzezeit gelten. Sie tauchen unvermittelt um etwa 1600 v. Chr. von den Niederlanden, über Norddeutschland bis nach Süddänemark als Attribute von Eliten einer Kultur auf, ohne lokale Vorläufer zu besitzen. Zuvor gab es im Nordischen Kreis keine ausgeprägte Metall- oder Bronzetradition, weshalb ihre Herkunft im Allgemeinen mit Importen aus anderen Regionen Europas (Süddeutschland, Karpatenbecken) in Zusammenhang gesehen wird. Allerdings gibt es in der archäologischen Forschung noch immer kontroverse Ansichten darüber, woher die Klingen genau stammen und welches ihre Vorbilder waren und ob sie nicht doch in Eigenleistung entstanden sind. Dieser Punkt ist ausgesprochen bedeutsam, kann er doch maßgeblich Aufschluss

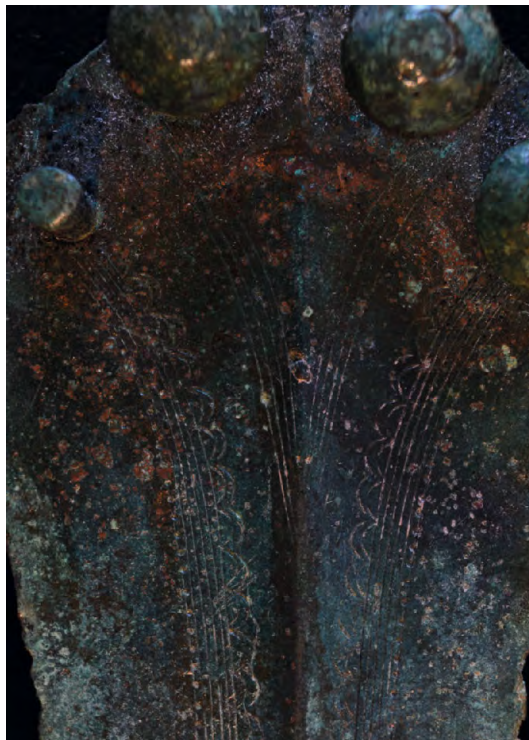
über die Entwicklung und die Etablierung der (Bronze) Metallurgie in der Nordischen Bronzezeit und über bestehende Fernverbindungen geben.

Im Mittelpunkt des Projekts stehen neben den Untersuchungen zur chemischen Zusammensetzung der Klingen auch Isotopenanalysen. Neben den etablierten Bleisotopen sollen von rund 300 Objekten auch die noch wenig gebräuchlichen Zinn- und Kupferisotopenverhältnisse bestimmt werden. Hierdurch sollen Erkenntnisse zu den Rohstofflagerstätten (v. a. des Kupfers) einerseits gewonnen werden, um auf diesem Wege Einblicke in die Herkunft des Materials und mögliche Handelsbeziehungen zu erlangen. Andererseits werden diese Analysen helfen, die Beziehungen der Artefakte untereinander deutlicher herauszuarbeiten. So können anhand der Daten z. B. Objekte aus der



Abb. 1 u. 2: Quadratische Ringniete einer Wohlde Klinge, die einen organischen Griff hielt und typische Sögel-Verzierungen aus Liniengruppen, Punktklinie und Bogengirlanden.

Fotos: B. Cornelis, CEZA



gleichen Werkstatt identifiziert oder bei auffälligen Datenkorrelationen Hinweise auf Rohmaterialmischung und gar Recycling gefunden werden. Durch Vergleiche mit Objekten aus den vermeintlichen Herkunftsregionen in Südosteuropa und Süddeutschland kann zudem der aktuell umstrittenen Frage des Ursprungs der Klingen nachgegangen werden. In dieser Hinsicht ist der Ansatz des Projektes einzigartig: Noch nie wurden so viele Objekte mit einem zukunftsweisenden Multi-Parameteransatz untersucht.

Flankiert wird das Vorhaben durch herstellungstechnische Untersuchungen an den Klingen, die zusätzlich Aufschluss über mögliche Produktionszentren liefern sollen. Durch Vergleiche mit bereits existierenden Analysedaten von nordischen und mitteleuropäischen Metallobjekten werden die Objekte in einen überregionalen Kontext gestellt, um so weiterreichende Aussagen über die Entwicklung

der Metallurgie und Handelsnetzwerke im Nordischen Kreis zu ermöglichen. Das Projekt schließt gleichzeitig eine Forschungslücke, da metallurgische Untersuchungen für das Hauptuntersuchungsgebiet (überwiegend Norddeutschland) bislang fehlen.

Innerhalb der ersten Projektphase von etwa einem Jahr konnte bereits ein großer Teil der insgesamt 300 geplanten Klingen beprobt werden. Mittlerweile

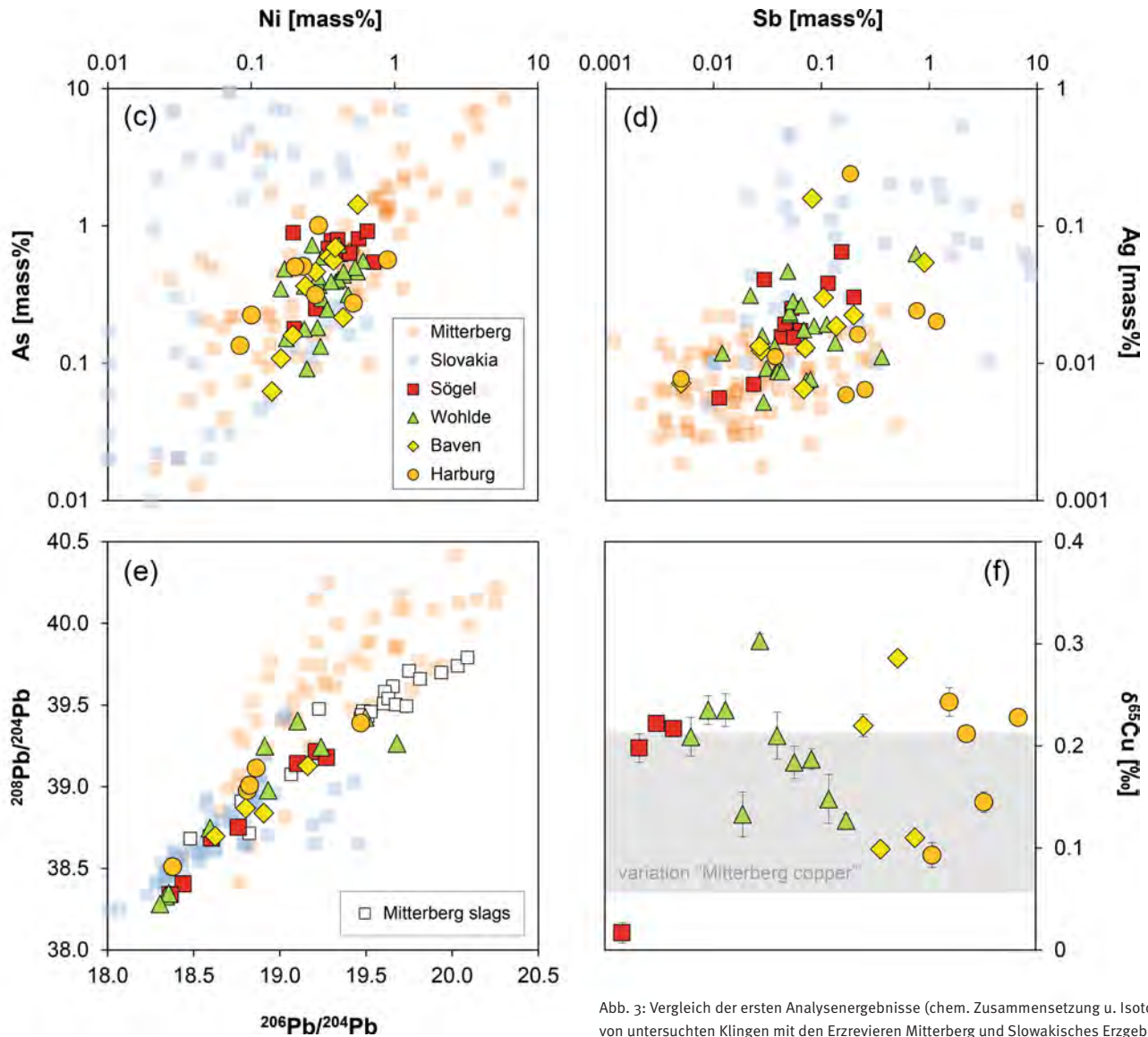


Abb. 3: Vergleich der ersten Analysenergebnisse (chem. Zusammensetzung u. Isotopie) von untersuchten Klingen mit den Erzrevieren Mitterberg und Slowakisches Erzgebirge.



Abb. 4:
Griffplattenklinge Typ Wohlde (oben)
Typ Sögel (unten).
Fotos: B. Cornelis, CEZA

stehen ca. 150 Proben für Analysen zur Verfügung, die von den Projektarbeitern bei mehreren Beprobungskampagnen in West- und Süddeutschland, Norddeutschland, den Niederlanden und Belgien entnommen worden sind. Daneben wurden die Objekte eingehend nach technischen Kriterien untersucht und aussagekräftige Übersichts- und Detailfotos angefertigt. Etwa 120 Proben konnten bereits mittels Röntgenfluoreszenzanalyse chemisch, 60 davon zusätzlich blei-, zinn- und kupferisotopisch analysiert werden.

Anhand der erhobenen Daten lässt sich zunächst erkennen, dass die Klingen aus Bronze mit 5 bis 12 % Zinn bestehen, aber recht einheitliche Spurelementmuster aufweisen. Neben variablen Anteilen an Zinn enthalten die meisten Klingen nur Arsen und Nickel in nennenswerten Konzentrationen, während Antimon und Silber allenfalls in Spuren vorhanden sind. Dieses Spurelementmuster vom sog. AsNi-Typ gestattet erste Aussagen zur möglichen Kupferherkunft. Eine vergleichbare chemische Zusammensetzung weisen die Kupfererze auf Chalkopyritbasis vom Mitterberger Erzrevier auf, was auch der Datenvergleich

zeigt. Dort zeichnet sich eine Korrelation zwischen Arsen und Nickel ab, die typisch für das Mitterberger Kupfererz ist. Allerdings gibt es erhebliche Überschneidungen mit Erzen aus dem Slowakischen Erzgebirge, einem der wichtigsten Kupferlieferanten der Frühbronzezeit neben dem Mitterberg. Diese Überschneidung wird auch beim Blick auf die Bleiisotopenverhältnisse ersichtlich. Die Klingen verteilen sie hier auf beide Lagerstättenregionen und es ist daher wahrscheinlich, dass das Kupfer aus beiden Regionen bezogen wurde. Nicht auszuschließen sind auch etwaige Mischungen beider Kupfersorten bzw. von Bronze. Aussagen dazu lassen sich aber nur in der Zusammenschau mit den Zinn- und Kupferisotopendaten erlangen, deren Auswertung aktuell noch andauert.

FAKTEN

Laufzeit: 01.02.2022 bis 31.01.2025

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Partner: Niedersächsisches Landesmuseum Hannover,
Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie
Sachsen-Anhalt, Archäologische Staatssammlung
München

ICOS – Eine europäische Infrastruktur zur Messung von Treibhausgasen

Der globale Klimawandel ist eine der größten ökologischen Herausforderungen, denen sich die Menschheit in diesem Jahrhundert gegenüber sieht. Um das Erdsystem in akzeptierbaren Grenzen der Erwärmung zu steuern, ist ein solides wissenschaftliches Verständnis der Gründe für den Klimawandel und der dadurch hervorgerufenen Veränderungen und Rückkopplungen unverzichtbar.

Das „Integrated Carbon Observation System“ (ICOS) stellt eine dezentrale Forschungsinfrastruktur bereit, welche europaweit kontinuierliche Langzeitmessungen der Konzentrationen von Kohlenstoffdioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) in der Atmosphäre garantiert. Weil bereits sehr kleine Konzentrationsunterschiede zwischen atmosphärischen Messstationen wichtige Informationen über die räumliche Verteilung der Emissionen von Treibhausgasen enthalten, ist höchste Genauigkeit der Messdaten eine wesentliche Voraussetzung für die Messungen in ICOS. Um dieses Ziel zu verwirklichen und die langfristige Konsistenz der Daten sicherzustellen, sind im Konzept von ICOS je ein zentrales Labor für Spurengas- und für Radiokohlenstoffmessungen vorgesehen. Ein zentrales Labor befindet sich in Heidelberg: das Institut für Umweltphysik. In Kooperation mit dem Institut wird am CEZA der ¹⁴C-Gehalt in den Luftproben der ICOS Atmosphärenstationen mit höchster Präzision an wenigen Litern Luft gemessen.

Der Anstieg von Treibhausgasen (THG) in der Atmosphäre gilt als wesentliche Ursache des Klimawandels.

Verursacht wird dieser Anstieg durch direkte anthropogene Emissionen aus der Verbrennung von fossilen Brennstoffen und aus Änderungen der Landnutzung. Darüber hinaus bestehen möglicherweise starke Rückkopplungen zwischen dem Klima und den natürlichen Quellen und Senken von Treibhausgasen, die bisher aber nur teilweise verstanden sind und daher nur unzureichend in globalen Klima-Modellen abgebildet werden können.

Langfristige, präzise und international vergleichbare Messungen sind ein entscheidendes Hilfsmittel zur Verbesserung des Wissens über die komplexen Wechselwirkungen zwischen dem Klima einerseits und Biosphäre, Hydrosphäre sowie Atmosphäre andererseits. Sie sind die beste Investition dafür, Überraschungen zu vermeiden und Unsicherheiten über das Morgen zu verringern.

ICOS ist eine europäische Forschungsinfrastruktur, deren kontinuierliche, qualitativ hochwertige und standardisierte Messungen in einem adäquaten Beobachtungsnetzwerk folgende Möglichkeiten eröffnen:

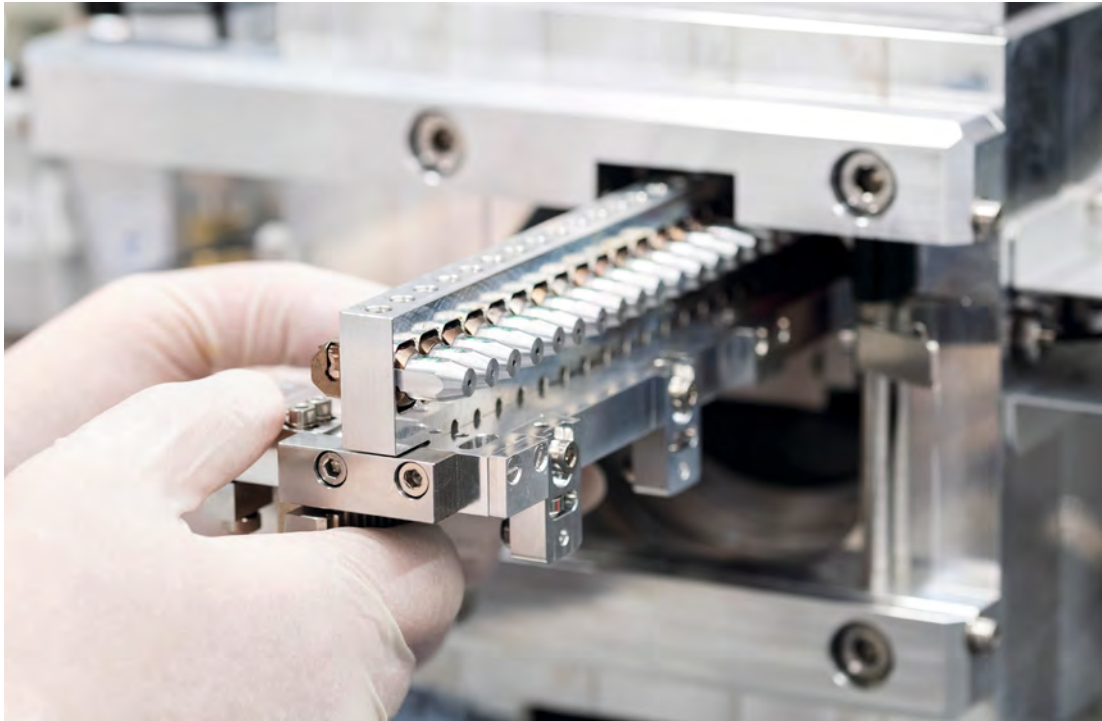


Abb. 1: Der ^{14}C -Beschleuniger wird mit einem Probenmagazin versehen. Foto: T. Schwerdt

- systematische Änderungen von THG-Flüssen trotz hoher interner Variabilität zu erkennen
- Unsicherheiten in entsprechenden Modellvorhersagen zu reduzieren
- frühzeitig vor negativen Entwicklungen zu warnen und
- rechtzeitig Anpassungsmaßnahmen einzuleiten und deren Erfolg zu bewerten.

Oberstes Ziel von ICOS-D, dem deutschen Beitrag zu dieser europäischen Infrastruktur, ist die langfristige Konsolidierung der weltweit führenden Beobachtungsnetze zu atmosphärischen THG-Konzentrationen

und den Austauschflüssen mit terrestrischen und marinen Ökosystemen. In der Kombination von Messungen in der Atmosphäre, im Ozean und über Land ist Europa weltweit führend und in der Lage, Einflüsse von Landnutzung, Klimavariabilität und Änderungen im marinen System auf die THG-Bilanz zu bestimmen. Daher wurde ICOS im Jahr 2006 als wichtige Forschungsinfrastruktur erkannt und auf die ‚Roadmap‘ des Europäischen Strategieforums für Forschungsinfrastrukturen (ESFRI) gesetzt. Im Jahr 2015 hat ICOS den offiziellen Status eines „European Research Infrastructure Consortium“ (ERIC) erhalten. Seit 2016 wird ICOS auf der Liste der ESFRI Landmarks



Abb. 2: Letzte Prüfung des Probenmagazins im ^{14}C -Messlabor. Foto: T. Schwerdt

geführt. Diese besteht aus Projekten, die als „Pfeiler der wissenschaftlichen Exzellenz und Wettbewerbsfähigkeit im europäischen Forschungsraum“ definiert sind.

ICOS hat große Bedeutung für die Grundlagenforschung in den Erdwissenschaften, weil nur durch die auf Langfristigkeit angelegten Untersuchungen langsame Prozesse und Trends im Erdsystem aufgeschlüsselt und vor dem Hintergrund natürlicher Variabilität identifiziert werden können. Die Infrastruktur ist offen für Ergänzungen oder befristete Spezialuntersuchungen ausgelegt, so dass jederzeit

tiefgehende Fragestellungen aufgegriffen werden können.

ICOS besteht aus drei Beobachtungs-Netzwerken (Atmosphäre, Ökosystem und Ozean) und mehreren zentralen Einrichtungen, die von den entsprechenden Trägerländern grundfinanziert und den Partnerländern kofinanziert werden sollen. Aufgrund der besonderen Expertise ist Deutschland der ideale Standort für die zentralen Labore zur hochpräzisen Analyse von Spurengasen, zur Bereitstellung von Kalibrationsstandards für die Messnetze und zur Analyse des radioaktiven Kohlenstoffisotops ^{14}C in



Abb. 3: Ein Überblick der Standorte des ICOS ¹⁴CO₂ Netzwerk in Europa. Bild: S. Hammer, Universität Heidelberg

Luftproben. Weitere zentrale europäische Einrichtungen sind thematische Zentren zu den drei Beobachtungsnetzwerken, ein zentrales Datenportal in Lund (Schweden) sowie eine europäische Geschäftsstelle in Helsinki (Finnland). Während des langfristigen operationellen Betriebs von ICOS übernimmt das Thünen Institut für Agrarklimaschutz die geschäftsführende Koordinierung des nationalen Netzwerkes Deutschlands. Zu den Aufgaben der Koordinierungsstelle gehören die Bereiche Integration der Daten, Berichterstattung und Wissenstransfer in Forschung, Politik und Öffentlichkeit.

Im CEZA werden seit mehreren Jahren die ¹⁴C-Analysen für ICOS mit Nutzung der Beschleunigermassenspektrometrie (AMS) umgesetzt. Inzwischen analysiert CEZA mit seinen beiden AMS-Anlagen vom Typ MICADAS rund 500 Proben im Kalenderjahr.

Quelle: <https://www.icos-infrastruktur.de/>

FAKTEN

Laufzeit: 2016 bis 2034

Förderer: BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung)

Partner: Universität Heidelberg, Institut für Umweltphysik

Klimaschwankungen und Sonnenaktivität zur Zeit des 8.2 ka BP Ereignisses

Das CEZA untersucht gemeinsam mit Partnern der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, des Geo-Forschungszentrums Potsdam und der Universität Hohenheim die Klimaschwankungen und die Sonnenaktivität zur Zeit des 8.2 ka BP Ereignisses. Zur Klimarekonstruktion werden Radiokohlenstoff- und Stabilisotopenanalysen an Holz aus Baumringen durchgeführt.

Während des Holozäns kam es mehrfach zu abrupten Klimaschwankungen. Sie sind von besonderem Interesse für die Untersuchung der Rolle interner (z. B. Nordatlantikzirkulation) und externer (z. B. Sonneneinstrahlung, Vulkanismus) Einflüsse. Diese Ereignisse werden in verschiedenen Archiven untersucht, z. B. in Seesedimenten, polaren Eisbohrkernen, Baumringen, Pollenprofilen und Meeressedimenten. Um Ursachen und Auswirkungen zu ermitteln, sind genaue Zeitskalen für diese Archive von entscheidender Bedeutung, wobei die Dendrochronologie und Radiokohlenstoff (^{14}C) das gemeinsame Rückgrat der Chronologie darstellt (außer bei Eiskernen).

Einer dieser markanten Klimarückfälle (im Folgenden als 8.2 ka BP Ereignis bezeichnet) ereignete sich ~8200 Jahre vor heute (bzw. definitionsgemäß vor dem Jahr 1950 u. Z.). Weite Teile der nördlichen Hemisphäre litten unter dieser Abkühlung. In Zentralgrönland sanken die Temperaturen um 4 – 8 °C und im nordöstlichen Teil des Nordatlantiks um ~2 °C. Die plötzlich auftretende katastrophale Entwässerung der Laurentideseen Agassiz und Ojibway in Verbindung mit dem Zusammenbruch des Eissattels in der Hudson Bay werden als Auslöser angesehen, die beide zu einer Auffrischung des Nordatlantiks



Abb. 1: Holzprobe sowie ein daraus entnommener schmaler Riegel, aus dem die einzelnen Jahrringe herausgetrennt werden. Foto: CEZA



Abb. 2: Dr. Hannes Knapp, Dendrochronologe am CEZA, bei der Auswahl geeigneter Proben aus der Hohenheimer Jahrringsammlung. Foto: T.Schwerdt

geführt haben, wobei die einzelnen Ursachen sowie die möglichen Auswirkungen auf die terrestrischen Ökosysteme möglicherweise komplexer sind als bisher angenommen. Einige andere Auslöser könnten eine wichtige Rolle gespielt haben, darunter die abnehmende Sonnenaktivität und die interne Variabilität des Klimasystems.

Die abrupte Klimaschwankung des 8.2 ka BP Ereignisses ist weit verbreitet und in vielen marinen und terrestrischen Klima-Proxy-Aufzeichnungen rund um

den Nordatlantik sowie in Kontinentaleuropa erkennbar. Trotzdem zeigen gut datierte, hochauflösende Pollenaufzeichnungen eine räumliche Struktur in Nordeuropa, die durch besonders ausgeprägte kalte Temperaturen während des Winters und des Frühjahrs mit unterschiedlichen Auswirkungen auf die Vegetation entlang des Gradienten von der südlichen Arktis bis zur gemäßigten borealen Zone verursacht wurde. Die Ursachen und die ozeanische Ausdehnung des 8.2 ka BP Ereignisses werden immer noch intensiv erforscht und diskutiert, z.B. in Bezug auf

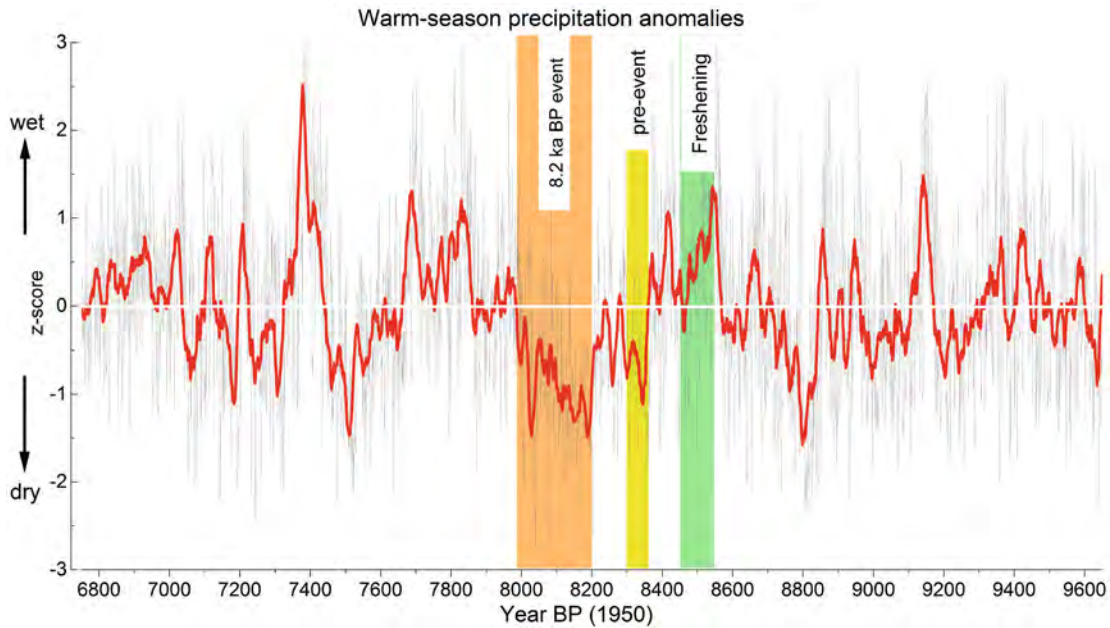


Abb.3: Rekonstruktion der warmzeitlichen Niederschlagsanomalien in Mitteleuropa (Süddeutschland). Die graue Linie zeigt die jährliche Variabilität und die rote Linie das 20-jährige gleitende Mittel (letztes Jahr zentriert). Graphik: A. Land, Universität Hohenheim

die Auslöser der schnellen globalen Klimaschwankung, die räumlich-zeitliche Dynamik in verschiedenen Regionen mit hoher zeitlicher Auflösung und die Rolle der Sonne vor und während des Ereignisses.

Unser Wissen bezieht sich jedoch auf die zeitliche Dynamik mit jährlicher/saisonaler Genauigkeit und ist aufgrund der unzureichenden zeitlichen Auflösung und Datierungsunsicherheit in den meisten marinen und terrestrischen Aufzeichnungen begrenzt. Dies führt dazu, dass sehr wenig über den genauen Beginn, die Dauer, das Ende und die

zeitliche Persistenz des Ereignisses von 8.2 ka BP bekannt ist. Darüber hinaus wurde die Variabilität des Hydroklimas für Mitteleuropa nur selten untersucht, und wenn, dann ist die zeitliche Auflösung nicht zufriedenstellend. Daher können keine Schlüsse gezogen werden, z. B. über die jahreszeitliche Niederschlagsvariabilität, kurz- und langfristige Verschiebungen und die Dynamik zwischen Warm- und Nebensaison vor und während des Ereignisses. Die Veränderungen in der thermohalinen Zirkulation, die durch den Süßwasserzufluss infolge des endgültigen Zusammenbruchs des Laurentideisschildes verursacht wurden, und

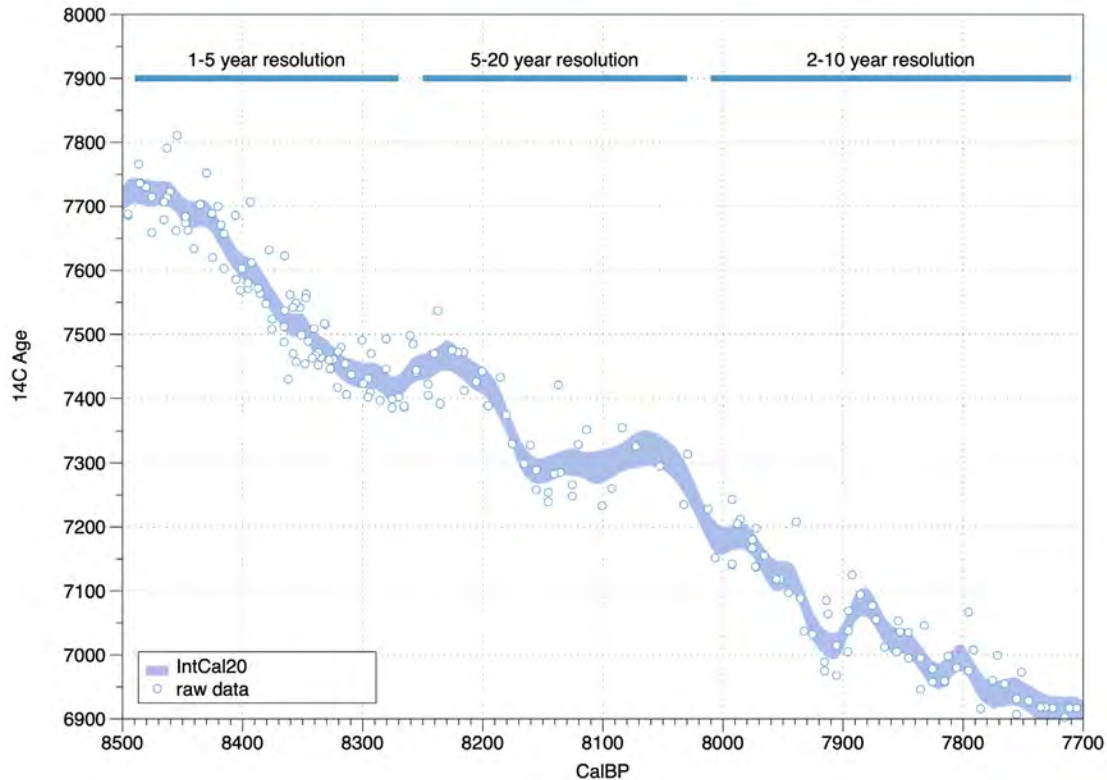


Abb. 4: Die Kalibrierungskurve IntCal20 (Reimer et al., 2020) basiert weitgehend auf ^{14}C aus Baumringen um das 8.2 ka BP Ereignis. Die Daten sind jedoch nicht jährlich aufgelöst und bestehen aus 5 bis 10-Jahres- oder sogar 20-Jahres-Mittelwerten. Höher aufgelöste Kalibrierungsdaten würden auch die Kalibrierung archäologischer Daten im Hinblick auf die Genauigkeit verbessern. Graphik: R. Friedrich, CEZA

das Abkühlungsereignis überlagerten wahrscheinlich einen längerfristigen Abkühlungstrend. Die Untersuchung der Dynamik des 8.2 ka BP Ereignisses mit jährlicher Auflösung und Datierungsgenauigkeit ist von entscheidender Bedeutung für das Verständnis der Wechselwirkung zwischen Stratosphäre und Troposphäre und der heutigen Auffrischung des Nordatlantiks. Es wird somit zu unserem Verständnis des künftigen Klimawandels beitragen.

FAKTEN

Laufzeit: 01.12.2021 bis 30.11.2024

Förderer: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Partner: Johannes Gutenberg-Universität Mainz,
Geo-Forschungszentrum Potsdam,
Universität Hohenheim

Schwarzerde und Menschen in Bayern

Aufgrund der Nähe zu den Alpen ist Bayern seit Urzeiten ein Gebiet, das von allen Völkern zu allen Zeiten gerne durchwandert und besiedelt wurde. Flüsse wie die Donau, die sich auf langen Wegen durch Europa arbeiten, sind hierbei von Vorteil, nicht nur als Wasserweg, sondern auch um fruchtbares Land zu erhalten. Ein solcher Siedlungsraum findet sich in der Nähe der heutigen Stadt Straubing.



Hier verstecken sich auf großer Fläche, vor allem seit der letzten Eiszeit, Spuren der Menschen. Da hier seit Jahren ein Neubaugebiet erschlossen wird, haben die Archäologen des Gäubodenmuseums in Zusammenarbeit mit den Geowissenschaftlern der Technischen Universität München immer wieder Gelegenheit neue Bereiche im sogenannten „Lerchenhaid“ zu ergraben und Entdeckungen zu machen. Bei der momentan laufenden Grabung (siehe Abb. 1) finden sich Spuren aus der Zeit der Linienband- und Schnurkeramik. So auch Gräber, die um 4500 v. Chr. ausgehoben wurden, meist als Brandbestattungen, aber mit Beigaben wie Keramik.

Auch für die geowissenschaftlichen Untersuchungen sind diese Grabungen von großem Interesse. So galt es bislang als gesichert, dass es in ganz Bayern keine Schwarzerde gibt. Doch die Bodenbearbeitung dieser ersten dort siedelnden Bauern sorgten für eine ordentliche Umstrukturierung des Bodens inklusive Umwandlung durch eingebrachtes organisches Material.

Abb. 1: Schwarzerde in der Grabungsfläche als Zeichen historischer Landwirtschaft und daraus resultierender Bodenveränderung. Grabung Lerchenhaid bei Straubing. Foto: S. Lindauer, CEZA

Für die zeitliche Einordnung sowohl der geowissenschaftlich interessanten Proben, als auch der archäologischen Kontexte konnte das Datierungslabor des CEZA (Lumineszenz und ^{14}C) wertvolle Beiträge leisten und sowohl linearbandkeramische Scherben, als auch Holzkohlen und Sedimentproben datieren. Bei der Lumineszenzmethode macht man sich hierbei die letzte Belichtung beim Ablagern der Sedimente zu Nutze (Optisch Stimulierte Lumineszenz (OSL)), bei Keramiken dagegen versucht man den Zeitpunkt der Herstellung oder letzten Erhitzung mittels Thermolumineszenz (TL) zu erfassen. Sowohl Belichtung als auch Erhitzung vermögen das Lumineszenzsignal, das sich durch die Radioaktivität der Probe und ihrer Umgebung über die Zeit aufbaut, zurückzusetzen. Im Labor misst man dann das Lumineszenzsignal in einem sogenannten TL-Reader (Risø TL-DA-20) und versucht es durch künstliche Bestrahlung mit radioaktiven Quellen zu rekonstruieren. Ebenso misst man für jede Probe ihre Radioaktivität mittels Gammaskopie, um zu erfahren, wie lange der Aufbau des Signals seit der letzten Belichtung bzw. Erhitzung gedauert hat. Beide Methoden konnten in der Grabung Lerchenhaid für die Datierung einer Keramik genutzt werden, die mit 6600 ± 700 Jahren die Stichbandkeramik, die sich stilistisch bereits angedeutet hatte, umfasst. Die Sedimente zeigen eine Nutzung der Fläche über mehrere tausend Jahre zwischen 6000 und 1500 vor heute an.

Da jede der Methoden ein anderes Ereignis datiert, konnte so über die Altersbestimmung mehrerer Materialien ein genaueres Bild über den Ablauf der



Abb. 2: Keramiken als Grabbeigaben aus der Grabung Lerchenhaid bei Straubing. Foto: S. Lindauer, CEZA

Nutzung der geöffneten Fläche gewonnen werden. Die enge Zusammenarbeit mit der TU München und dem Gäubodenmuseum Straubing erlaubt die Aussicht auf weitere spannende Ergebnisse, da die Grabung 2023 noch fortgeführt wird.

Gold aus Troia, Poliochni und Ur hatte denselben Ursprung

Mit der innovativen portablen Laserablationstechnik (pLA) wurden Untersuchungen von berühmten Schmuckstücken möglich, als deren Ergebnis Handelsbeziehungen in der frühen Bronzezeit bis ins Indus nachgewiesen werden konnten.

Im Rahmen des von Gerda Henkel Stiftung geförderten Forschungsprojekts „Mykenisches Gold – Untersuchungen zu Herkunft, Verbreitung und Echtheit“, das von Prof. Ernst Pernicka, Wissenschaftlicher Direktor des CEZA, und Prof. Barbara Horejs, Direktorin der Österreichischen Archäologischen Instituts an der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Wien, initiiert wurde, konnten Ende 2022 die Ergebnisse präsentiert werden.

Das Gold in Objekten aus Troia, Poliochni – einer Siedlung auf der ungefähr 60 Kilometer vor Troia liegenden Insel Lemnos – und dem mesopotamischen Ur hat denselben geologischen Ursprung und wurde über große Distanzen ausgetauscht. Zu dieser Erkenntnis kommt das internationale Forscherteam, an dem NaturwissenschaftlerInnen und ArchäologInnen vom CEZA, dem Österreichischen Archäologischen Institut in Wien (ÖAI) und des Nationalen Archäologischen Museums in Athen beteiligt waren. Mit Hilfe der mobilen

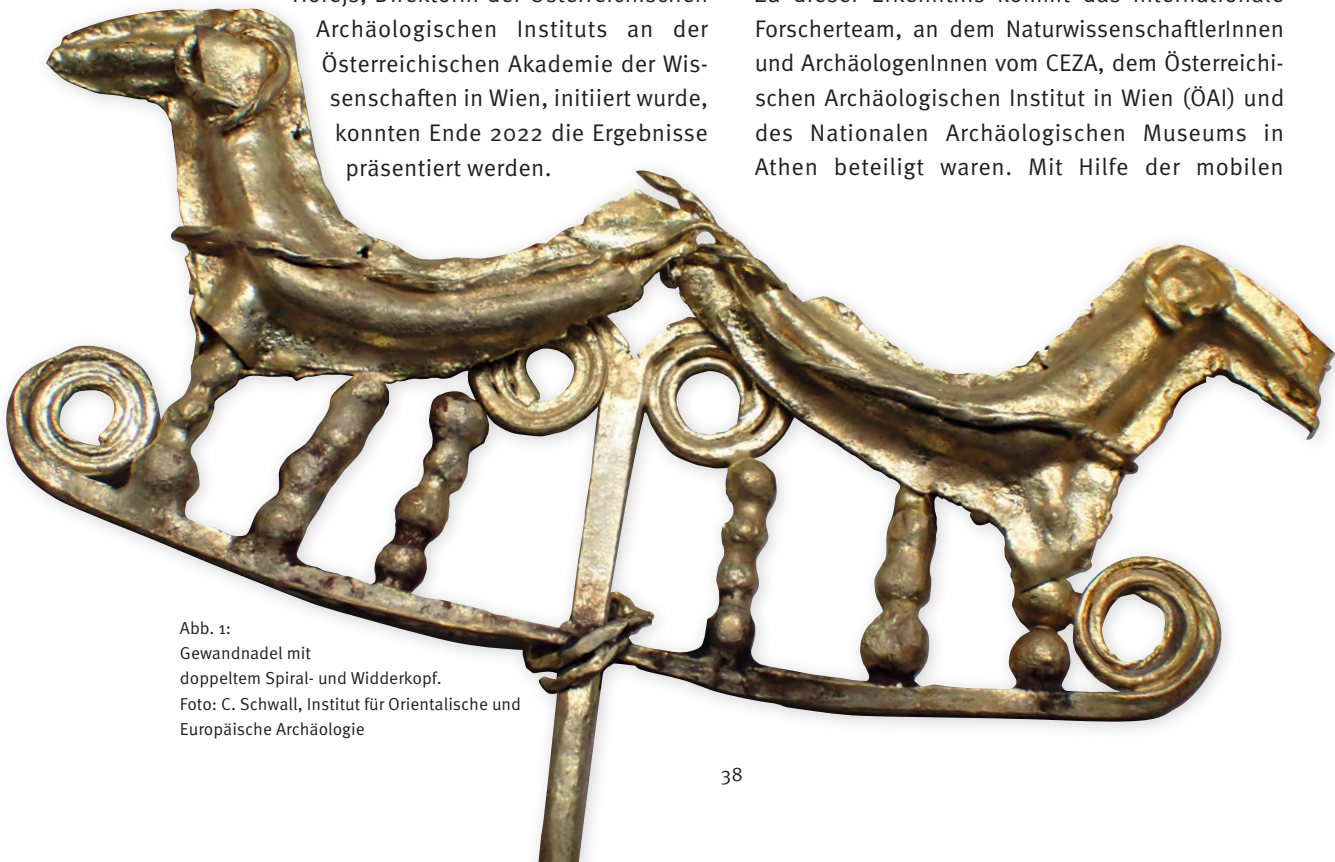


Abb. 1:
Gewandnadel mit
doppeltem Spiral- und Widderkopf.
Foto: C. Schwall, Institut für Orientalische und
Europäische Archäologie

Lasermethode konnten erstmals Proben von berühmten frühbronzezeitlichen Schmuckstücken aus Troia und Poliochni analysiert werden.

Seit Heinrich Schliemann 1873 in Troia unter anderem den „Schatz des Priamos“ gefunden hat, ist das Rätsel um die Herkunft des Goldes ungelöst. Nun konnte nachgewiesen werden, dass es aus sogenannten sekundären Lagerstätten wie Flüssen stammte und seine chemische Zusammensetzung einerseits identisch ist mit der von Goldobjekten aus der Siedlung Poliochni auf Lemnos und aus den Königsgräbern im mesopotamischen Ur, andererseits aber auch mit der von Objekten aus Georgien, was ein Beleg für Handelsbeziehungen zwischen diesen weit entfernten Regionen ist. Denn andere, geographisch näher liegende Goldvorkommen weisen andere Zusammensetzungen auf.

Die Untersuchung war durch einen tragbaren Laser (pLA) möglich geworden, der dem Team die minimalinvasive Entnahme von Probenmaterial aus Schmuckstücken im Archäologischen Nationalmuseum in Athen ermöglichte. Die Halsketten, Anhänger, Ohr- und Halsringe des Museums sind so kostbar, dass sie weder in ein Labor transportiert, noch auf eine Weise untersucht werden dürfen, die sichtbare Schäden an den Objekten hinterlässt.

Die bisher verfügbaren Methoden scheiterten an mindestens einem dieser Hindernisse. Mit dem tragbaren Laser wird dagegen eine minimale Probenmenge vor Ort im Museum abgetragen und gesammelt, sodass mit bloßem Auge keine Beschädigung zu erkennen ist. Anschließend konnten die Proben am CEZA in Mannheim mittels Massenspektrometrie auf ihre Zusammensetzung hin untersucht werden.

Historischer Goldschmuck enthält neben Gold immer auch andere Elemente wie Silber, Kupfer, Zinn, Palladium und Platin. Je nach Legierung können Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ein eindeutiges chemisches Profil von den Fundstücken erstellen und daraus Rückschlüsse ziehen. So sind die hohen Konzentrationen von Zinn, Palladium und Platin im Troia-Schmuck ein klarer Hinweis darauf, dass das dafür verarbeitete Gold in Form von Goldstaub aus einem Fluss gewaschen wurde. Die Forschenden konnten auch nachweisen, dass Werkstätten Schmuck in Serie produzierten und nicht nur als Einzelstücke. Anders sei beispielsweise der identische Anteil von Platin und



Abb. 2: Troia, Halsband mit fassförmigen Perlen und abgeflachten Drahtschleifen.
Foto: C. Schwall, Institut für Orientalische und Europäische Archäologie



Abb. 3:

- A: Poliochni, Kette mit Lockenringen
- B: Troia, Halsband mit fassförmigen Perlen und abgeflachten Drahtschleifen
- C: Troia, Haarring, so genannter Lockenring
- D: Troia, Ohrring mit Granulationsperlen
- E: Poliochni, Kette mit Tutuli (kegelförmige Anhänger)
- F: Poliochni, offener Halsreif

Fotos: C. Schwall, Institut für Orientalische und Europäische Archäologie

Palladium in den Goldplättchen von Halsketten gleicher Machart, die aber an unterschiedlichen Orten gefunden wurden, nicht zu erklären.

Insgesamt wurden 61 Artefakte untersucht, die alle aus der frühen Bronzezeit zwischen 2.500 und 2.000 v. Chr. stammen. In diesen Zeitraum gehört auch der berühmte „Schatz des Priamos“, den Schliemann fälschlicherweise dem mythischen König von Troia aus der Ilias zugeordnet hatte.

Auch über die Herkunft des Goldes aus den Königsgräbern von Ur war in der Fachwelt schon seit Jahrzehnten diskutiert worden. In Mesopotamien gibt es keine natürlichen Goldvorkommen – weshalb Westanatolien, wo auch Troia lag, als mögliche Herkunftsregion vermutet worden ist, wobei aber noch ganz andere Regionen in Betracht kommen, in denen reger Austausch mit Ur nachgewiesen ist. In der frühen Bronzezeit wurden in einem großen geographischen Raum von der Ägäis bis ins Indusdal im heutigen Pakistan auffallend ähnliche Gegenstände genutzt, wie archäologische Vergleichsstudien belegen: amtliche Siegel und standardisierte

Gewichte, Ohrringe mit denselben Spiralmustern, Schmucksteine wie Lapislazuli oder der orange-weiß schimmernde Karneol. Die neuen archäometrischen Daten eröffnen einen soliden und globalen Rahmen für Modelle von Gesellschaften, ihren Netzwerken und die Bedeutung von Ressourcen vor rund 4500 Jahren.

Die Betrachtung des Anteils von Spurenelementen im Gold aus Troia, Poliochni und Ur zeigt, dass das bronzezeitliche Gold aus Georgien die größte Übereinstimmung mit den genannten Fundorten aufweist. Für die genaue Lokalisierung der Herkunft des Troia-Goldes fehlen allerdings noch mehr Daten aus dem Kaukasus und Untersuchungen weiterer Objekte aus anderen Regionen.

FAKTEN

Laufzeit: 01.10.2020 bis 31.12.2022

Förderer: Gerda Henkel Stiftung

**Partner: Österreichisches Archäologisches Institut
der Österreichischen Akademie der Wissenschaften**

Die Untersuchung der Koson Statere

In Kooperation mit dem Institut für Alte Geschichte und Altertumskunde, Papyrologie und Epigraphik der Universität Wien führte das CEZA Analysen an einigen Koson-Statere aus Siebenbürgen durch.

Es handelt sich um Goldmünzen mit der Legende ΚΟΣΩΝ (KOSON), deren historischer Kontext seit fünf Jahrhunderten diskutiert wird, aber bis heute enigmatisch bleibt: Weder Prägeherr noch Prägeort sind bekannt, aber es wird vermutet, dass es sich um Prägungen der Daker handelt, die die Gebiete um die Karpaten im heutigen Rumänien besiedelten

und zu Beginn des 2. Jahrhunderts n. Chr. durch den römischen Kaiser Trajan unterworfen wurden. Die Münzen zeigen auf der Vorderseite einen Magistrat in Begleitung zweier Liktores, die Rutenbündel mit Beilen tragen. Ferner ist bei etwa zwei Dritteln der bekannten Exemplare links der Gruppe ein Monogramm zu sehen, das in zwei Formen (einfach und komplex) vorkommt. Im Rahmen dieser Studie sollte geprüft werden, ob sich die beiden Münztypen mit Monogramm auch in ihrer Zusammensetzung unterscheiden.



Durch den Einsatz unserer portablen Laserablationstechnik (pLA) konnten im Frühsommer 2022 in den Nationalmuseen von Deva, Alba Julia und Cluj-Napoca die dort befindlichen Münzen, die nicht transportiert werden dürfen, minimalinvasiv beprobt und die entnommenen Proben in Mannheim am CEZA mittels Massenspektrometrie (ICP-MS) analysiert werden.

Im Rahmen der Studie wurden insgesamt 81 Koson-Statere beprobt und das gesammelte Material anschließend auf seine chemische Zusammensetzung, einschließlich der Spurenelemente, untersucht. Es stellte sich heraus, dass die Münzen aus Flussgold bestehen. Sie weisen



Abb. 1: Vorder- und Rückseite eines Koson-Staters.
Foto: E. Pernicka, CEZA

zudem durchwegs niedrige Silbergehalte auf, was auf eine Entsilberung deutet, wie es in der römischen Epoche für Goldmünzen üblich war. Die beiden Münztypen mit Monogramm unterscheiden sich bezüglich ihrer chemischen Zusammensetzung nur geringfügig, so dass sie wohl aus Gold derselben Lagerstätte, die sich möglicherweise in Nordwestrumänien befindet, gefertigt wurden.

In derselben Region wurde ferner eine große Zahl von Goldmünzen mit dem Portrait des Lysimachos, eines Feldherren und Diadochen Alexanders des Großen, gefunden. Hierbei handelt es sich aller-

dings um posthume Nachprägungen. Es wurde daher in der Forschung zum Teil vermutet, dass diese möglicherweise aus demselben Gold wie die Koson-Statere bestehen. Dies konnte aber für die Mehrheit der bisher untersuchten posthumen Lysimachos Statere ebenso widerlegt werden wie auch allgemein für weitere Goldmünzen der hellenistischen Welt. Hingegen scheinen die besten Übereinstimmungen der Koson-Statere mit Teilen der Goldprägungen der späten römischen Republik und des frühen Prinzipats zu bestehen.

FAKTEN

Laufzeit: 01.01.2021 bis 30.06.2022

Förderer: Österreichische Akademie der Wissenschaften
(Dr. Anton Oelzelt-Newin'sche Stiftung)

Partner: Universität Wien



Bestimmung der Quellen von antikem Eisen aus der südlichen Levante

Das von der israelischen Wissenschaftsstiftung finanzierte Projekt stützt sich auf eine Reihe neuartiger Analysemethoden (z.B. Osmium-Isotopenanalyse), um die Frage nach den Quellen der Eisenerze zu beantworten, die in der südlichen Levante (Abb. 1) während der Eisenzeit und der Römerzeit abgebaut und verwendet wurden.

Jüngste archäologische Entdeckungen lieferten wichtige Erkenntnisse für die Diskussion über die Anfänge der Eisenherstellung in der südlichen Levante. Die in den eisenzeitlichen Siedlungen entdeckten Werkstätten für die Eisenproduktion waren oft eng mit Verwaltungsgebäuden verbunden, was die Bedeutung der Eisenindustrie für die in der Region entstehenden Herrschaftsgebiete belegt. Die ausgebeuteten Eisenerzvorkommen und die Handelsnetze, über die die Eliten mit Eisen versorgt wurden, beeinflussten zweifellos die Entwicklung des sozialen, politischen und wirtschaftlichen Lebens in der Region. Die Anwendung verlässlicher wissenschaftlicher Methoden zur Bestimmung der Quellen von Eisenerzen, die während der Eisenzeit und der Römerzeit abgebaut wurden, trägt daher wesentlich zum Verständnis der Handelsdynamik der komplexen Gesellschaften in der Region bei.



Abb. 1: Übersichtskarte südliche Levante. Graphik: I. Stepanov et al.

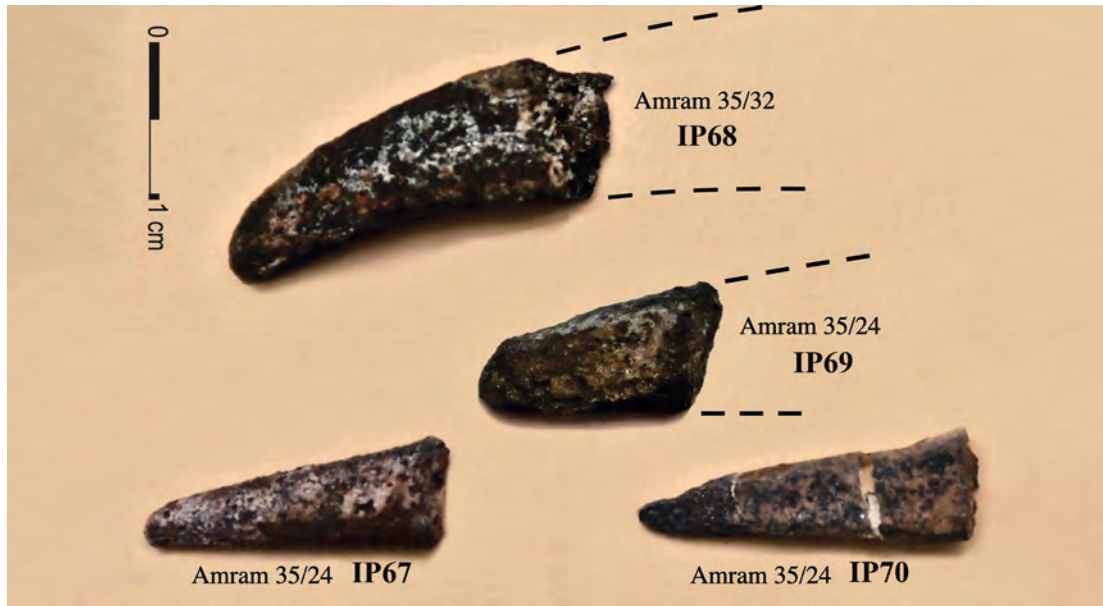


Abb. 2: Untersuchte Hackenspitzen.

Foto: I. Stepanov et al.

In den letzten Jahren hat sich in experimentellen Studien gezeigt, dass das Osmium-Isotopensystem bestens zur Bestimmung der Rohstoffquelle sowohl von antikem als auch modernem Eisen geeignet ist. Um alle Informationen, die z.B. ein antikes Stück Eisen enthält, entschlüsseln können, kombinieren wir die Osmium-Isotopenuntersuchungen mit der Analyse aller verwendbaren siderophilen und chalkophilen Elemente (P, Co, Ni, As, Sn, Sb usw.) sowie den Resultaten hoch orts aufgelöster Analysen (LA QICP-MS) an Schlackeneinschlüssen im Metall.

Der Vorteil eines solchen interdisziplinären Ansatzes zeigt sich bei der Untersuchung von vier Bruchstücken (Abb. 2) von Bergbauwerkzeugen, die zur

Gewinnung von Kupfererz in einem der großen Bergbauzentren Nahal 'Amram verwendet wurden.

Die Bergwerke dieser Region (Abb. 3) wurden während der römischen Zeit von den Nabatäern ausgebeutet, bekannte nomadische Kaufleute, die einen beträchtlichen Reichtum und Einfluss in der gesamten antiken Welt hatten (siehe z.B. Petra/Jordanien).

Unsere Untersuchungen zeigen, dass das für drei von vier Werkzeugen verwendete Eisen aus Erzvorkommen der Negev-Wüste südlich des Toten Meeres hergestellt wurde, bei einer Hackenspitze kann klar von einer anderen Herkunft ausgegangen werden. Letztgenanntes Objekt zeigt deutliche Parallelen zu



Abb. 3: Stollen der Nahal-'Amram-Minen und Spuren von Eisenwerkzeugen an den Wänden.
Foto: I. Stepanov et al.



Eisenobjekten die im Gebiet des Kupfererzvorkommens von Feinan/Jordanien gefunden wurden. Nabatäer, die Kupferminen ausbeuteten, entwickelten offenbar auch ein gutes Verständnis für die lokalen Eisenerzvorkommen in der Region. Die eigentliche Ursache für diese gute Kenntnis war wahrscheinlich der nomadische Lebensstil der Nabatäer und die kulturellen Kontakte mit den lokal sesshaften Gemeinschaften, die zu diesem Zeitpunkt bereits seit über viele hundert Jahre mit der Eisentechnologie vertraut waren.

FAKTEN

Laufzeit: 01.01.2019 bis 31.12.2022

Förderer: Israel Science Foundation,

ISF grant no. 1047/17 to A.E.B

Partner: Dr. Adi Eliyahu Behar, Ariel University

Ausblick 2023

Auch 2023 wird wieder ein ereignisreiches Jahr für CEZA, viele Themen werfen heute schon ihre Schatten voraus. Am 1. Januar 2023 begann das auf drei Jahre angelegte Dendrochronologie-Projekt, wofür Anfang des Jahres die Personalsuche begann. Zum 1.4.2023 konnte die Stelle mit einer passenden Kollegin besetzt werden.

Ende März fand die von CEZA organisierte und ausgerichtete Jahrestagung Archäometrie und Denkmalpflege in den Reiss-Engelhorn-Museen in Mannheim statt. Knapp 100 angemeldete Teilnehmende folgten den Vorträgen und Posterpräsentationen während der viertägigen Tagung, die mit einer Exkursion nach Lorsch am 1. April endete.

Apropos Tagung: Im August wird sich CEZA erstmals bei der größten Archäologie-Tagung, der EAA, in Belfast mit einem eigenen Stand präsentieren. Neben eigenen Vorträgen, Präsentationen und Austausch mit internationalen Kolleginnen und Kollegen, werden die anwesenden CEZA-Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen auch immer mal wieder Rede und Antwort an unserem Stand stehen. Wir freuen uns schon heute auf viele neue Kontakte in Nordirland.

Auch hier in Mannheim steht 2023 ein Großereignis in den Terminkalendern: So wird von Mitte April bis in den Oktober hinein die Bundesgartenschau (BUGA) zu Gast in der Quadratestadt sein. Die Reiss-Engelhorn-Museen zeigen in dieser Zeit in der

U-Halle die Ausstellung „Mannheim – Eiszeit, Klima, Wandel“. Die Besucher und Besucherinnen erwarten Geschichten aus der Eiszeitforschung, Funde aus der Region sowie lebensechte Rekonstruktionen und Skelette von Tieren, die während der letzten Eiszeit in Mannheim heimisch waren. An all diesen Forschungsprojekten war CEZA maßgeblich beteiligt, weshalb auch wir der BUGA mit großem Interesse entgegenfieberten.

Und was wäre CEZA ohne die vielen Projekte, die den Tagesablauf unserer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bestimmen. Sie hatten in diesem Jahresbericht Einblick in einige Themenfelder. Freuen Sie sich schon auf die neuen Projekte, die aktuell in den „Startlöchern“ stehen. So wird mit dem GOLEHM-Projekt ab Mai 2023 ein äußerst interessantes Thema in unserem Haus bearbeitet, geht es doch um nachhaltiges Bauen mit Lehm. Die Frage die uns hierbei beschäftigt, ist die Strahlenbelastung in Häusern aus Lehmbaumstoffen aus verschiedenen Perioden und verschiedenen Bautechniken mit besonderem Blick auf Radon und Thoron und deren Zerfallsprodukte. Wie das Projekt angelaufen ist und welche ersten Zwischenergebnisse zu verzeichnen sind, das erfahren Sie in unserem Jahresbericht 2023.

Impressum

Jahresbericht 2022 des
Curt-Engelhorn-Zentrums Archäometrie
D6, 3
68159 Mannheim
www.ceza.de

Herausgegeben von der Geschäftsleitung
des Curt-Engelhorn-Zentrums Archäometrie

Redaktion: Dr. Daniel Berger, Dr. Michael Brauns, Elka Duberow, Dr. Ronny Friedrich, Matthias Fries, Dr. Corina Knipper, Susanne Lindauer, Prof. Dr. Ernst Pernicka, Mila Sproß, Dr. Ivan Stepanov, Johannes Wintel

Gesamtkoordination: Elka Duberow, Matthias Fries

Layout/Satz: Katharina Kreger-Schwerdt

Gestaltung Titel und Weltkarte: Agentur Projekt Langstrumpf GmbH

Druck: ColorDruck Solutions, eine Marke der Print Media Group GmbH

Auflage: 200 Exemplare

© Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie gGmbH 2023

Abdruck – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des Herausgebers

Förderer

Klaus Tschira Stiftung
gemeinnützige GmbH



Partner



MANNHEIM²



rem
Reiss-Engelhorn-Museen