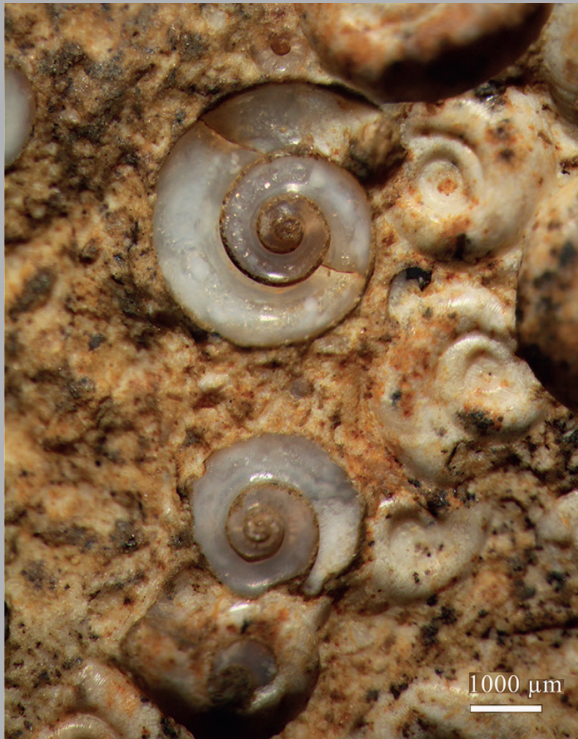




NATURWISSENSCHAFTEN & ARCHÄOLOGIE 2019–2022

Julia Budka | Barbara Horejs (Hrsg.)





universität
wien

ÖAW

ÖSTERREICHISCHE
AKADEMIE DER
WISSENSCHAFTEN



Österreichisches
Archäologisches
Institut

Cover photos © ÖAW-ÖAI | M. Brandl (Plattenhornstein aus dem Becken von Rein, Österreich, Neogen, Tellerrandschnecken);
F. Ostmann (Mikromorphologische Probennahme)

Coverdesign: Angela Schwab

Redaktion: Ulrike Schuh

Alle Rechte vorbehalten

Copyright © 2024 Österreichisches Archäologisches Institut der Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien

Satz und Layout: Angela Schwab

Druck: wiiprint media GmbH, Kottlingbrunn

DOI: 10.1553/nawi-arch.2019-2022



INHALTSVERZEICHNIS

Einführung

Julia Budka, Barbara Horejs – 5

Archäologie und Naturwissenschaften in Österreich

Barbara Horejs – 9

Das Spannungsfeld Naturwissenschaften und Archäologie in der österreichischen Ägyptologie

Julia Budka – 23

Naturwissenschaften und Archäologie am VIAS

Irmgard Hein, Günther Karl Kunst, Mathias Mehofer, Immo Trinks – 31

Der Forschungsverbund Human Evolution and Archaeological Sciences (HEAS)

Gerhard W. Weber – 41

Geoarchäologie in Österreich

Kerstin Kowarik, Roderick B. Salisbury – 51

Archäologische Mikromorphologie in Österreich

Susanna Cereda, Mareike Stahlschmidt, Lyndelle Webster – 63

Anthropologie und Archäologie

Katharina Rebay-Salisbury, Karin Wiltshcke-Schrotta – 79

Archäometrische Keramikforschung am VIAS

Irmgard Hein, Michaela Schauer – 89

Archäometrische Keramikforschung am ÖAI – zwischen Tradition und Innovation

Pamela Fragnoli, Elisa Boccalon – 95

Archäometrie lithischer Rohstoffe – 101

Michael Brandl

Zwischen Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft – Naturwissenschaften und Archäologie

Michael Brandl, Julia Budka, Susanna Cereda, Barbara Horejs, Kerstin Kowarik, Roderick B. Salisbury, Lyndelle Webster – 111

EINFÜHRUNG

Der vorliegende Band fasst die Ergebnisse der ÖAW-Themenplattform „Naturwissenschaften und Archäologie“ zusammen. Diese Themenplattform wurde ursprünglich 2018 von der Akademie für die Jahre 2019–2020 als klassen- und mitgliederübergreifende Maßnahme mit stark interdisziplinärem Charakter eingerichtet. Aufgrund der Covid-19-Pandemie wurde die Themenplattform bis 2022 verlängert.

Julia Budka fungierte als Sprecherin, Barbara Horejs als stellvertretende Sprecherin. Die beiden Direktor:innen der damals noch separat bestehenden, weiteren archäologischen Institute, Sabine Ladstätter und Andreas Pülz, gehörten zum Kernteam der Sprecher:innen. Die Themenplattform fiel zeitlich genau in die Phase der Zusammenlegung der Archäologie-Institute an der ÖAW zum neuen Österreichischen Archäologischen Institut (ÖAI) als Gesamtinstitution, nun auch mit einem neuen Schwerpunkt für Archaeological Sciences.

Der Hintergrund für die Einrichtung der Themenplattform ergab sich daraus, dass die Naturwissenschaften seit rund 180 Jahren eine wichtige Rolle in der Erforschung der menschlichen Vergangenheit spielen, auch wenn sie in den verschiedenen archäologischen Bereichen unterschiedlich adaptiert und rezipiert werden. Die aktuellen Herausforderungen der interdisziplinären Archäologie standen im Mittelpunkt der Themenplattform, die einen Rahmen für die Diskussion zukünftiger Konzepte und wissenschaftlicher Perspektiven auf Naturwissenschaften und Archäologie im 21. Jahrhundert bot. Der in Wien traditionell stark verankerte interdisziplinäre Forschungsansatz der Archäologie stellt die ideale Voraussetzung für die Diskussion möglicher wissenschaftlicher Erkenntnisse und für zukünftige Szenarien in Österreich dar, wie der hier vorliegende Band widerspiegeln möchte. Die große Zahl und Vielfalt archäometrischer Methoden, die Entwicklung neuer Forschungsfelder innerhalb transdisziplinärer Bereiche und aktuell postulierter potenzieller Paradigmenveränderungen



Abb. 1. Gruppenbild der Exkursionsteilnehmer:innen des „Short Course on Archaeological Sediment and Soil Micromorphology“ am 23. April 2022 in Maria Ellend, wo die Entnahme mikromorphologischer Proben geübt wurde (Foto: D. Salisbury)

erfordern eine kritisch-konstruktive Diskussion. Durch konzertierte Maßnahmen wurden einerseits die Vernetzung und interdisziplinäre Diskussion gefördert und andererseits konkrete Ideen für neue gemeinsame Projekte generiert.

Am 5. Mai 2019 fand ein Kick-off-Workshop der Themenplattform statt. Unter dem Titel „(K)Eine Frage der Perspektive? Perspektivenwechsel: Naturwissenschaften und Archäologie“ sorgten Impulsvorträge von Naturwissenschaftler:innen und Archäolog:innen mit ausgeprägter interdisziplinärer Forschung (Gottfried Brem, Ernst Pernicka, Thomas Prohaska, Maria Teschler-Nicola, Verena Winiwarter und Timothy Taylor) für eine lebhaft Diskussions und regen Austausch mit einem vielfältigen Publikum.

Neben regelmäßigen Netzwerktreffen im Nachgang an den Kick-off-Workshop möchten wir folgende Maßnahmen der Themenplattform hervorheben:

- Internationaler Online-Workshop am 9. Dezember 2020 „Making the most of soils in archaeology“ (siehe dazu auch Kowarik und Salisbury in diesem Band)
- Archäothanatologische Ausbildung für Archäolog:innen und Anthropolog:innen am NHM Wien in Form von Kurz-Videos (siehe auch Rebay-Salisbury und Wilschke-Schrotta in diesem Band)
- „Short Course on Archaeological Sediment and Soil Micromorphology“ vom 21. bis 23. April 2022 mit einer Exkursion nach Maria Ellend (siehe auch Cereda et al. in diesem Band)¹

Das vielfältige Potenzial des Spannungsfeldes von Naturwissenschaften und Archäologie soll der vorliegende Band mit Blick auf Entwicklungen in Österreich skizzieren. Wir hoffen, dass die Lektüre einer breiten Leserschaft Freude bereitet und weiteres Interesse weckt.

Wien, im Dezember 2023
Julia Budka und Barbara Horejs

¹ Siehe den diesbezüglichen Kurzbericht in: Soil Morphology & Micromorphology, Newsletter July 2022, vol. 3, 13–14. Unser Dank geht hier an Martin Gerzabek – für seinen Gastvortrag beim Kurs und seine Vermittlung zum Newsletter.

ARCHÄOLOGIE UND NATURWISSENSCHAFTEN IN ÖSTERREICH

Barbara Horejs

ARCHÄOLOGIE UND NATURWISSENSCHAFTEN IN ÖSTERREICH

Barbara Horejs

Die archäologische Erforschung vergangener Kulturen basiert auf deren materiellen Hinterlassenschaften, die nicht nur alle vom Menschen geschaffenen Produkte umfassen, sondern auch alle weiteren Überreste und direkt wie indirekt anthropogen beeinflussten Ablagerungen im Boden. Je tiefer der Blick in die Vergangenheit zurückreicht, desto weniger ist davon erhalten und umso bedeutender ist die Auswertung aller verfügbaren Quellen. Insofern ist es nicht verwunderlich, dass die Anfänge der naturwissenschaftlichen Archäologie und ihre Weiterentwicklung zunächst bei der Erforschung der Urgeschichte begonnen haben.

DER WIENER AUFTAKT IM 19. JAHRHUNDERT

Die naturwissenschaftlichen Methoden spielten bereits bei der Etablierung der prähistorischen archäologischen Disziplinen im frühen 19. Jahrhundert eine wesentliche Rolle in Österreich und insbesondere in Wien, wo die ersten Institutionen zur Erforschung prähistorischer Kulturen entstehen. So wurden mikro- und makroarchäologische Funde und Reste mit Methoden der Botanik, Zoologie, Fossilienkunde, Geologie und Anthropologie ebenso untersucht wie die Rekonstruktion von Ablagerungsprozessen und Landschaftsentwicklungen. Vor diesem Hintergrund war es nur folgerichtig, dass die Prähistorische Kommission 1878 in der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der ÖAW gegründet wurde, später eine Kommission beider Klassen war und zuletzt – den universitären Entwicklungen folgend – in der philosophisch-historischen Klasse der ÖAW angesiedelt war (Mader 2018; Feichtinger und Mazohl 2022; Matis und Suppan 2022).



Abb. 1. Ausgrabungen von Josef Bayer in Krems-Wachtberg 1930 (Foto: NHM)

In die Pionierzeit der interdisziplinären Archäologie mit ihrem holistischen Anspruch in der Erforschung der Menschheitsgeschichte gehören auch die Gründungen der Anthropologischen Gesellschaft 1870 sowie des k.k. Naturhistorischen Hofmuseums (heute Naturhistorisches Museum NHM) 1876, die beide eng mit den Akteuren der damals Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften verbunden waren. Mit der Einrichtung des ersten europäischen Lehrstuhls für Prähistorische Archäologie an der Universität Wien (heute Institut für Urgeschichte und Historische Archäologie) am Ende des 19. Jahrhunderts wurden die systematischen und methodischen Grundlagen auch universitär etabliert. Der ambitionierte gesamtheitliche Anspruch des ersten Lehrstuhlinhaber Moriz Hoernes in Kombination mit einem breiten interdisziplinären Methodenspektrum ist in seiner *Urgeschichte des Menschen* (1892) eindrucksvoll dargelegt. Neben Ableitungen aus den Grundlagen der Natur- und Lebenswissenschaften war die prähistorische Archäologie von Beginn an auch personell und methodisch mit der Ethnologie verbunden (heute Kultur- und Sozialanthropologie), aus deren Erkenntnissen zentrale Modelle zur Interpretation urgeschichtlicher Gesellschaften entwickelt wurden (Gingrich 2018).

Die seit den Anfängen im 19. Jahrhundert und seitdem traditionell enge und gute Zusammenarbeit dieser drei Institutionen (ÖAW, NHM, Universität Wien) und ein disziplinenübergreifendes Verständnis zu den methodischen Grundlagen haben die besondere Dynamik in der Entwicklung der naturwissenschaftlichen Archäologie in Österreich wohl maßgeblich mitgeprägt und wirken auch bis in die jüngsten Entwicklungen im 21. Jahrhundert nach.

ÖSTERREICHISCHE ENTWICKLUNGEN IM 20. JAHRHUNDERT

Die Verwüstungen Europas durch die Auswirkungen der Weltkriege, die Provinzialisierung der einstigen Weltstadt Wien und insbesondere die Rolle der akademischen und universitären Urgeschichtsforschung Österreichs während des Nationalsozialismus (Urban 2010; Gingrich und Rohrbacher 2020; Alram-Stern und Dousougli-Zachos 2015; Mader 2023) zeigten nachhaltige Folgen. Ab den 1950er-Jahren betrieben die nachfolgenden Generationen zunächst eine neue inhaltliche Fokussierung auf materielle Kulturen und Regionalgruppen innerhalb Österreichs gepaart mit der Entwicklung neuer chronologischer Schwerpunkte (Frühgeschichte, Mittelalter) und der Etablierung neuer Subfelder, wie der Montanarchäologie unter Richard Pittioni. Die naturwissenschaftlichen Analysen blieben fester Bestandteil im methodischen Portfolio und wurden an die neuen Schwerpunktthemen der Bestimmung von Fundensembles und für die Auswertung neu entdeckter großer Gräberfelder angepasst und in anderen Bereichen, wie der Metallurgie, erweitert. Zu den bereits zuvor entwickelten und oben angeführten interdisziplinären Arbeiten kommen neue methodische Ansätze aus den Materialwissenschaften hinzu, um einzelne Kategorien von Artefakten wie Gefäßkeramik oder metallische Objekte in ihrer Zusammensetzung, Produktionsweise und Herkunft analytisch zu definieren.

Für die naturwissenschaftliche Archäologie in Österreich waren die 1990er-Jahre in vielerlei Hinsicht prägend. Neue Kooperationen, institutionelle Gründungen gepaart mit entsprechenden Finanzierungsmöglichkeiten und persönliches Engagement der handelnden



Abb. 2. Rettungsgrabungen im Traisental unter der Leitung von J.-W. Neugebauer (nach Neugebauer 1987: Abb. 2)

Personen führten zu einer wissenschaftlichen Dynamik in diesem Feld, die seitdem ein breites Spektrum an Technologien und Methoden mit neuen Fragestellungen etablieren konnte. Die zerstörungsfreie Untersuchung von Bodendenkmälen mittels geophysikalischer Prospektionsmethoden und Luftbildarchäologie (Michael Doneus) wird als neuer Schwerpunkt in der Zusammenarbeit der Universität Wien und der Zentralanstalt für Meteorologie und Geophysik (heute GeoSphere Austria) für die Archäologie entwickelt (s. Beitrag Trink in diesem Band), woraus 2010 das temporäre Ludwig Boltzmann Institut für Archäologische Prospektion und Virtuelle Archäologie (LBI ArchPro) unter der Leitung von Wolfgang Neubauer entstanden ist. Beide Methoden und ihre Protagonisten wurden von Herwig Friesinger maßgeblich gefördert und in den universitären Ausbildungskanon der Ur- und Frühgeschichte der Universität Wien integriert. Die stetige Methoden- und Geräteentwicklung in der archäologischen Prospektion bildete auch einen wesentlichen Bestandteil in der 1992 gegründeten und von Falko Daim geleiteten „Interdisziplinären Einrichtung für Archäologie“ (IDEA) an der Universität Wien, die später in das heute auch international bekannte Vienna Institute for Archaeological Science (VIAS) transformiert wurde. Das VIAS wurde eine wichtige Anlaufstelle für alle österreichischen archäologischen Institutionen in den Bereichen der Archäometallurgie, Archäometrie, Aspekten der Bioarchäologie, archäologischer Geoprospektion und digitaler Dokumentationsmethoden (s. Beiträge Hein et al. in diesem Band).

Die Intensivierung und Integration naturwissenschaftlicher Methoden an der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, dem Bundesdenkmalamt, den Universitäten und Museen wurde durch das VIAS unterstützt und mitgestaltet. Rückblickend zeigt die spezielle Dynamik der 1990er- und 2000er-Jahre auch eine Internationalisierung der österreichischen Archäologie, die durch eine neue Generation von Forscher:innen in geänderten politischen Rahmenbedingungen (Fall des Eisernen Vorhangs, EU-Beitritt Österreichs, Erasmusprogramm für Studierende, geänderte Förderprogramme etc.) geprägt wurde. Die institutionell übergreifende Entwicklung naturwissenschaftlicher Archäologie hatte an der Internationalisierung wohl ebenfalls einen gewichtigen Anteil.



Abb. 3. Geophysikalische Messungen auf dem Çukuriçi Höyük in Ephesos durch S. Seren, ZAMG (Foto: ÖAW-ÖAI/N. Gail)



Abb. 4. Tagebau und Schutthalden des bronzezeitlichen Goldbergwerks von Ada Tepe (Bulgarien) während der Ausgrabungen unter der Leitung von H. Popov (NAIM, BAS) (nach Haag et al. 2017, 56, Abb. 1.)

Archäologie der griechisch-römischen Antike und in Ägypten

Die archäologischen Disziplinen der jüngeren schriftführenden Kulturen in Südwestasien („Orient“) und in Ägypten sowie der griechisch-römischen Antike haben aufgrund ihrer Fülle an schriftlichen, kunsthistorischen und monumentalen Quellen auch international eine andere methodische Entwicklung genommen, die bis in das 20. Jahrhundert andauerte bzw. nachwirkt. Auch diese Disziplinen wurden durch eine enge Zusammenarbeit mit anderen Forschungsfeldern geprägt, die sich aus der Logik der gefundenen Objekte und Monumente ergaben. Dazu zählen die Philologien, Numismatik, Kunst- und Baugeschichte, Theologien sowie die allgemeinen Altertumswissenschaften. In Österreich wurden etablierte Analysemethoden aus der prähistorischen Archäologie und Urgeschichte im späteren 20. Jahrhundert auch in der Ägyptologie und Klassischen Archäologie inkludiert. Die Ausgrabungen in Tell el-Daba unter Manfred Bietak (Bietak 2023) sowie in Ephesos unter Friedrich Krinzinger (Friesinger und Krinzinger 1999) haben bereits seit den 1980er- bzw. 1990er-Jahren ein breites Untersuchungsspektrum angewandt (Abb. 3), das Geophysik und Bohrprogramme zur Landschafts- und Küstenrekonstruktion ebenso umfasste wie archäometrische Materialstudien an Keramik und Malereien sowie Archäozoologie, Archäobotanik und physische Anthropologie. Die Archäologie der römischen Provinzen und insbesondere die *Austria Romana* haben ebenfalls bereits früh mit naturwissenschaftlicher Archäologie und vor allem mit einem Schwerpunkt in archäologischer Prospektion der römischen Lager und Zentren in Österreich begonnen, die bis heute fortgeführt werden (z. B. Gugl et al. 2015).

Das internationale Renommee der beiden österreichischen Leuchttürme für die Ägyptologie und Klassische Archäologie ist sicherlich auch mit diesen Entwicklungen und der Weitsicht ihrer Ausgräber verbunden. Heute sind die verschiedenen archäologischen Disziplinen nicht nur in Österreich stärker und besser miteinander vernetzt, sondern bereichern einander in ihren methodischen Anwendungen. Schließlich sind grundlegende Fragen an die Menschheitsgeschichte an keine spezifischen Perioden wie Urgeschichte, Antike und Mittelalter oder moderne räumliche Grenzen mehr gebunden, sondern werden von uns Archäolog:innen (wieder) in einem holistischen Ansatz und in einem globalen Kontext verstanden, was uns vor neue Herausforderungen stellt.

NEUE WISSENSCHAFTLICHE DYNAMIKEN IM 21. JAHRHUNDERT

Die vielfältigen naturwissenschaftlichen Anwendungen sind in der österreichischen wie internationalen Archäologie heute auf Basis ihrer methodischen Grundlagen in die zwei Kategorien der anorganischen und organischen Analytik gegliedert, die auch als Geoarchäologie und Bioarchäologie bezeichnet werden und eine Vielzahl an Subfeldern umfassen, wie die einzelnen Beiträge in diesem Band darlegen. Beide Bereiche sind in der österreichischen Archäologie einerseits gut etabliert und werden andererseits durch eine neue Generation von Expert:innen wieder dynamisch weiterentwickelt.

Die geoarchäologischen Schwerpunkte in der österreichischen Archäologie bauen auf die traditionelle Expertise in der Landschafts- und Siedlungsarchäologie inklusive der breiten Anwendung von zerstörungsfreien Prospektionen auf. Geowissenschaftliche Analysen umfassen Geomorphologie, Sedimentologie, Bodenkunde, Geochemie und Geophysik mit

einem stärker werdenden Fokus auf Umwelt- und Klimafragestellungen im Verhältnis zu Veränderungen vergangener Gesellschaften, die sich in aktuellen Forschungen beobachten lassen (s. Beitrag Kowarik und Salisbury in diesem Band). Archäometrie und Materialanalytik sind in Österreich ebenfalls starke Forschungsfelder aus dem Bereich der Geoarchäologie, wie die Beiträge von Hein et al., Hein und Schauer, Fragnoli und Boccalon sowie Brandl in diesem Band darlegen. Besonders hervorzuheben sind die Schwerpunkte in der Archäometallurgie, in der die österreichischen Projekte zu Kupferlegierungen, Kupferbergbau und Lagerstättenidentifizierung auf Basis bleiisotopischer Verhältnisse im Kupfer sowie zur Metallographie nicht nur großes Renommee genießen (z. B. SFB Projekt HiMAT an der Universität Innsbruck), sondern auch laufend neue Grundlagen Erkenntnisse produzieren (z. B. Pernicka et al. 2016; Gavranovic et al. 2022; Mehofer 2022). In den letzten Jahren wurden neue Ansätze in der Analyse von Goldobjekten mit dem Ziel einer feineren Charakterisierung und Herkunftsbestimmung entwickelt, was auch vom Innovationsfond der ÖAW finanziert wurde (Horejs 2023). In diesen österreichischen Forschungen ist vor kurzem eine Bestimmung frühbronzezeitlicher Goldobjekte aus Poliochni und Troia und ihre weiträumige Verbindung bis Mesopotamien gelungen. Aktuell laufende Forschungen zu mykenischen Goldobjekten lassen ebenso neue grundlegende Erkenntnisse erwarten und es bleibt abzuwarten, ob wir am Ende einen Bezug zum bronzezeitlichen Goldbergwerk des Ada Tepe in Bulgarien herstellen können, dessen Entdeckung und Aufarbeitung in Kooperation mit den bulgarischen Kolleg:innen auch unsere österreichische Schwerpunktforschung zur Goldanalyse veranlasst haben (Abb. 4) (Numrich et al. 2023; Haag et al. 2017).

Die kürzliche Entdeckung und die seitdem laufenden Untersuchungen spätbronzezeitlicher Goldgefäße und -schmuckelemente aus dem niederösterreichischen Ebreichsdorf durch Novetus und das NHM belegen nicht nur eine weiträumige Vernetzung innerhalb der europäischen Eliten vor rund 3000 Jahren, sondern stärken auch die österreichische Expertise in der Analytik alter Goldobjekte und ihre internationale Wahrnehmung (Sip 2022).

Einen wichtigen etablierten geoarchäologischen Schwerpunkt bilden die archäometrischen, petrographischen und geochemischen Forschungen zu Gefäßkeramik in Fragen zu Produktion, Technologien, Praktiken und Handel, die in zahlreichen österreichischen Projekten von Ägypten über Ephesos und die provinzialrömische Archäologie bis zu den bronzezeitlichen Mittelmeerkulturen, dem prähistorischen Anatolien und den Pionierphasen der ersten Keramikherstellung im Neolithikum untersucht werden. Von Bedeutung, vor allem für die antiken und post-antiken Kulturen, sind die von Walter Prochaska entwickelte Charakterisierung von Marmor im mediterranen Raum, die in einem groß angelegten Projekt von Sabine Ladstätter am ÖAI untersucht wurden (Prochaska und Attanasio 2021; Anevlavi et al. 2022) ebenso wie andere materialanalytische Forschungen zu Mörtel, Ziegel u. ä. (s. Fragnoli und Boccalon in diesem Band).

Die jüngste Entwicklung einer neuen Methode zur gesicherten Herkunftsbestimmung lithischer Rohstoffe durch Michael Brandl (Abb. 5) hat nicht nur eine neue Schwerpunktforschung in Österreich initiiert, sondern zeigt auch eine breite internationale Resonanz. Brandls *Multi Layered Chert Sourcing Approach* (MLCSA) kann Steinartefakte mit der Kombination von mikroskopischen und geochemischen Analysen in ihrem Rohmaterial charakterisieren und einer Lagerstätte und deren Varietäten zuweisen (Brandl et al. 2018). Die Etablierung eines Lithik-Labors an der ÖAW seit 2015 (vormals an OREA, jetzt ÖAI) wurde

in enger Zusammenarbeit mit der von Gerhard Trnka aufgebauten Lithothek der Universität Wien umgesetzt, die eine wichtige Ergänzung zu der Rohstoffsammlung an der ÖAW darstellt. Seitdem werden weltweit zahlreiche Projekte zur Erforschung von Steinressourcen vergangener Gesellschaften durchgeführt, die vom frühen Bergbau in der Steiermark, zur Ausbeutung von Halbedelsteinen der ersten Handelskulturen am Golf von Oman oder dem Lapislazuli-Schmuck in mykenischen Gräbern bis zur Rohstoffforschung früher Jäger- und Sammlergruppen in Südafrika reichen (s. Brandl in diesem Band).

Eine weitere wichtige neue Entwicklung in der Geoarchäologie liegt in den Möglichkeiten der Anwendung von Mikromorphologie, die neue mikroarchäologische Erkenntnisse erlaubt. Die kürzliche Gründung eines neuen Mikromorphologie-Labors an der Universität Innsbruck und die Implementierung eines ersten mehrjährigen Projekts am ÖAI an der ÖAW werden diese neue Methode auch in der österreichischen Archäologie etablieren (s. Beitrag Webster und Cereda in diesem Band).

Die Bioarchäologie ist seit rund 20 Jahren durch die enorm raschen Entwicklungen in den Bereichen der molekularen und genetischen Analysemethoden geprägt, die auch als „Bioarchäologische Revolution“ bezeichnet werden (Kristiansen 2022). Die Möglichkeit der stabilen Isotopenanalyse und der Bestimmung von Genomen (aDNA und Second Generation Sequencing) haben zunächst die Populationsgenetik zur Bestimmung humaner Verwandtschaften grundlegend verändert. Durch diesen Paradigmenwechsel sind vor allem in der Erforschung der Verbindungen früher Menschen, ihrer Verwandten und ihrer biologischen Charakterisierungen gelungen. Lipide, Isotope und Proteine geben erstmals Einblicke in Ernährung und Mobilität von Individuen, die durch die neuesten methodischen Entwicklungen, wie der Analyse von Peptiden im Zahnschmelz, auch in der Erforschung im

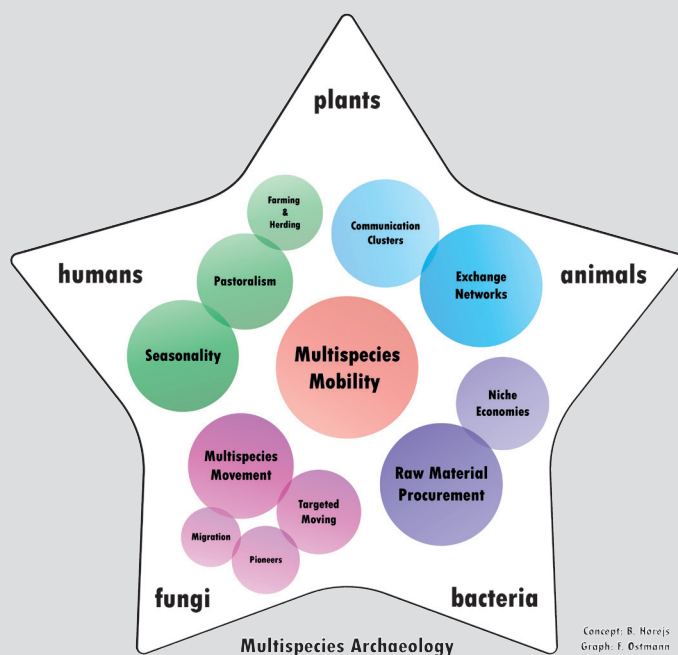


Abb. 5. Modell einer „Multispecies Archaeology“ mit Fokus auf Mobilität und deren Akteure in vergangenen Gesellschaften (Grafik: ÖAI-ÖAW / B. Horejs, F. Ostmann)

Concept: B. Horejs
Graph: F. Ostmann
ÖAI-ÖAW 2024

Holozän entwickelt wurden (s. Rebay-Salisbury und Wiltshke-Schrotta in diesem Band). Hinzu kommen die Untersuchungen von Pathogenen zur Rekonstruktion von Krankheiten, wie dem sehr frühen Auftreten von Typhus und Pest in Europa (Neumann et al. 2023).

Diese bioarchäologischen Methoden haben einen Paradigmenwechsel initiiert, der die globalen Menschheitsentwicklungen biologisch charakterisieren kann, was zu einer grundlegenden ethischen und soziokulturellen Debatte in der interdisziplinären naturwissenschaftlichen Archäologie und Anthropologie geführt hat (z. B. Alpaslan-Roodenberg et al. 2021). Ein wesentliches Ergebnis dieser prägenden Entwicklungen ist eine neue transdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Archäologie, Anthropologie und Genetik mit dem Ziel, die kulturellen, sozialen und biologischen Marker vergangener Gesellschaften gleichwertig auszuwerten und gemeinsam zu modellieren.

Vergleichbare molekularbiologische Analysen haben auch zu neuen Erkenntnissen in der Archäozoologie und -botanik geführt. Komplexe Domestikations- und Kultivierungsprozesse zu Haustieren und Kulturpflanzen, die Mobilität von Herdentieren oder die Weiterentwicklung von Nutzpflanzen und ihre Adaption an ökologische Nischen sind einige der aktuellen Fragen, die auch in österreichischen Projekten untersucht werden (z. B. Galik et al. 2023; Horejs et al. 2022).

NEUE ANSÄTZE UND AKTUELLE DEBATTEN IN DER NATURWISSENSCHAFTLICHEN ARCHÄOLOGIE

Aus den neuen Entwicklungen in der naturwissenschaftlichen und interdisziplinären Archäologie sollen an dieser Stelle zwei Beispiele exemplarisch herausgegriffen werden, in der derzeit neue Methoden bzw. neue Perspektiven in der Verschränkung verschiedener Methoden versucht werden, deren Ausgang noch nicht absehbar, aber vielversprechend ist. Die Kombination von Robotik für Experimentreihen zur vielfach wiederholten Verwendung von nachgebauten Werkzeugen mit mikroskopischen Untersuchungen von Gebrauchsspuren tatsächlicher Artefakte und deren Modellierung in 3D-Ebenen zur Darstellung ihrer Nutzungen ermöglicht die biographische Rekonstruktion eines Artefakts von seiner Herstellung bis zur finalen Deponierung. Diese von Laura Dietrich für prähistorische Geräte aus Felsstein entwickelte Methode ergänzt sie um bioarchäologische Spurenanalysen potentieller Phytolithen und Reste von Stärke zur Identifikation weiterer Funktionsmerkmale, was bereits beachtliche neue Erkenntnisse in ÖAI-Projekten geliefert hat (Dietrich et al. 2022).

Die Kombination von mikroarchäologischen Analysen aus der Bio- und Geoarchäologie mit großen soziokulturellen und ökologischen Fragen wie Klimaveränderungen, Nachhaltigkeit und gesellschaftlicher Resilienz werden derzeit in Pilotstudien mit dem neuen Ansatz der *Multispecies Archaeology* von der Autorin getestet. Die zentrale Hypothese zielt auf neue Erkenntnisse aus einem Perspektivenwechsel vom traditionellen archäologischen Fokus auf dem Menschen als einziger/wesentlicher Akteur (anthropozentrisch) hin zu einer alle Spezies umfassenden Betrachtung im Prozess grundlegender Veränderungen in der globalen Geschichte. Die frühen Migrationen prähistorischer Kulturen und die Etablierung erster sesshafter Gruppen umfassen beispielsweise auch Haus- und Wildtiere, Kulturpflanzen und Ackerbau, Mikroorganismen, Pilzkulturen und die Entstehung und Verbreitung neuer

Krankheitserreger (Zoonosen). Mittels mikrobiologischer Reste in Sedimenten lassen sich bei glücklichen Erhaltungsumständen auch diese Aspekte nachweisen und als neue primäre Daten verwenden, was die ersten Pilotstudien zur *Multispecies Archaeology* bestätigen (Horejs 2024).

INSTITUTIONELLE ENTWICKLUNGEN IN DER NATURWISSENSCHAFTLICHEN ARCHÄOLOGIE ÖSTERREICHS

Die jüngsten Entwicklungen in der naturwissenschaftlichen Archäologie in Österreich haben eine weitere Stärkung der hier grob skizzierten Schwerpunkte in zwei institutionellen Bereichen ermöglicht. Im Rahmen der Fusionierung der drei ÖAW-Institute (IKAnt, ÖAI alt und OREA) zum neuen Österreichischen Archäologischen Institut 2021 wurde die naturwissenschaftliche Archäologie mit der Einrichtung neuer Labors am Standort in der Postsparkasse als *Archaeological Sciences* ausgebaut. Expert:innen aus der Bio- und Geoarchäologie wenden einerseits wichtige etablierte Methoden aus der Archäozoologie, -botanik, Anthropologie und Materialanalytik an und arbeiten andererseits auch an der Methodenentwicklung und neuen Fragestellungen (s. Brandl; Fragnoli und Boccalon; Cereda, Stahlschmidt und Webster in diesem Band). Mit der Gründung des neuen Forschungsverbunds *Human Evolution and Archaeological Sciences* (HEAS) an der Universität Wien in Kooperation mit der ÖAW (ÖAI) und dem NHM ist 2021 eine starke neue Schwerpunktsetzung in der naturwissenschaftlichen Archäologie gelungen, die alle vorhandenen Expert:innen aus den drei Institutionen zusammenführt (s. Beitrag Weber in diesem Band). Die Erfolge dieser visionären Vorhaben werden sich an den wissenschaftlichen Ergebnissen messen lassen müssen, eine besondere Dynamik lässt sich aber zweifelsohne bereits jetzt konstatieren, die mit der fruchtbaren Zusammenarbeit zwischen ÖAW, NHM und Universität Wien auch an die archäologischen Pionierzeiten vor rund 150 Jahren denken lässt.

Literatur

- Alpaslan-Roodenberg, S., Anthony, D., Babiker, H., Bánffy, E., Booth, T., Capone, P., Deshpande-Mukherjee, A., Eisenmann, S., Fehren-Schmitz, L., Frachetti, M., Fujita, R., Frieman, C. J., Fu, Q., Gibbon, V., Haak, W., Hajdinjak, M., Hofmann, K. P., Holguin, B., Inomata, T., Kanzawa-Kiriyama, H., Keegan, W., Kelso, J., Krause, J., Kumaresan, G., Kusimba, C., Kusimba, S., Lalueza-Fox, C., Llamas, B., MacEachern, S., Mallick, S., Matsumura, H., Morales-Arce, A. Y., Matuzeviciute, G. M., Mushrif-Tripathy, V., Nakatsuka, N., Nores, R., Ogola, C., Okumura, M., Patterson, N., Pinhasi, R., Prasad, S. P. R., Prendergast, M. E., Punzo, J. L., Reich, D., Sawafuji, R., Sawchuk, E., Schiffels, S., Sedig, J., Shnaider, S., Sirak, K., Skoglund, P., Slon, V., Snow, M., Soressi, M., Spriggs, M., Stockhammer, P. W., Szécsényi-Nagy, A., Thangaraj, K., Tiesler, V., Tobler, R., Wang, C.-C., Warinner, C., Yasawardene, S. und Zahir, M. 2021. Ethics of DNA research on human remains: five globally applicable guidelines. *Nature* 599, 41–46. doi: 10.1038/s41586-021-04008-x
- Aram-Stern, E. und Dousougli-Zachos, A. 2015. *Die deutschen Ausgrabungen 1941 auf der Visviki-Magula/Velestino: Die neolithischen Befunde und Funde. Mit Beiträgen von Maximilian Bergner, † Franz Bertsch, Caroline Dürauer, Alfred Galik, Helmut Kroll, Areti Pentedeka, Ernst Pernicka, Gunter Schöbel, Kostas Zachos.* Beiträge zur ur- und frühgeschichtlichen Archäologie des Mittelmeer-Kulturräume 36, Bonn.

- Anevlavi, V., Ladstätter, S. und Prochaska, W. 2023. Meter reliefs from Ephesos and the Obizzi Collection (KHM Wien): Archaeometric considerations on the production and trade of small-format marble objects in the Greek world, *Journal of Archaeological Science: Reports* 47, 103742.
- Bietak, M. 2023. Österreichs archäologische Forschung in Ägypten nach 1945, in: Zavadil, M. (Hg.), *Archäologie und Republik: Reflexionen zur Archäologie in Österreich in der Ersten und Zweiten Republik*. Oriental and European Archaeology 28, Wien, 357–461.
- Brandl, M., Martinez, M. M., Hauzenberger, C., Filzmoser, P., Nymoen, P. und Mehler, N. 2018. A multi-technique analytical approach to sourcing Scandinavian flint: Provenance of ballast flint from the shipwreck “Leirvigen 1”, Norway. *PLOS ONE* 13(8), e0200647. doi: 10.1371/journal.pone.200647
- Crate, S. A. und Nuttall, M. 2016. *Anthropology and climate change: from encounters to actions*. 2nd Edition, London.
- Dietrich, L., Brandl, M. und Horejs, B. 2022. Neolithic grinding practices at Svinjarička Čuka, Serbia, *Studia Praehistorica* 16, 93–116. doi: 10.53250/stprae16.93-116
- Feichtinger J. und Mazohl, B. 2022. *Die Österreichische Akademie der Wissenschaften 1847–2022: Eine neue Akademiegeschichte*. Wien.
- Friesinger, H. und Krinzing F. 1999. *100 Jahre Österreichische Forschungen in Ephesos. Akten des Symposions Wien 1995*. Wien.
- Galik, A., Emra, S., Schwall, C. und Horejs, B. 2023. The archaeozoological remains from Late Chalcolithic Çukuriçi Höyük, on the western Anatolian coast, in: Pöllath, N., Battermann, N., Emra, S., Goebel, V., Paxinos, P., Schwarzenberger, M., Trixl, S. und Zimmermann, M. (Hgg.), *Animals and Humans through Time and Space: Investigating Diverse Relationships. Essays in Honour of Joris Peters*. Documenta Archaeobiologiae 16, Rahden/Westf., 139–148.
- Gavranovic, M., Mehofer, M., Kapuran, A., Koledin, J., Mitrovic, J., Papazovska, A., Pravidur, A., Djordjevic, A. und Jacanovic, D. 2022. Emergence of monopoly: Copper exchange networks during the Late Bronze Age in the western and central Balkans. *PLOS ONE* 17(3), e0263823. doi: 10.1371/journal.pone.0263823
- Gingrich, A. 2018. Anthropology in Austria, in: Callan, H. (Hg.), *The International Encyclopedia of Anthropology*. Hoboken, 1–15. doi: 10.1002/9781118924396.wbiea1524
- Gingrich, A. und Rohrbacher, P. 2020. *Völkerkunde in Vienna during the Nazi Period*. Wien.
- Gronenborn, D., Horejs, B., Börner, M. und Ober, M. 2021. *Expansion of farming in western Eurasia, 9600–4000 cal BC*. (update vers. 2021.2), RGZM/ÖAI. doi: 10.5281/zenodo.5903164
- Gronenborn, D., Horejs, B., Börner, M. und Ober, M. 2023. *Expansion of farming in western Eurasia, 9600–4000 cal BC*. (vers. 2023.1.), LEIZA/ÖAI. doi: 10.5281/zenodo.10047818
- Gugl, C., Radbauer, S. und Kronberger, M. 2015. *Die Canabae von Carnuntum II. Archäologische und GIS-analytische Auswertung der Oberflächensurveys 2009–2010*. Der Römische Limes in Österreich 48, Wien.
- Haag, S., Popov, Ch., Horejs, B., Alexandrov, St. und Plattner, G. 2017. *Das erste Gold – Ada Tepe: Das älteste Goldbergwerk Europas*. Ausstellungskatalog KHM, Wien.
- Heinrich, A. 1995. Vom Museum der Anthropologischen Gesellschaft in Wien zur Prähistorischen Sammlung im k.k. Naturhistorischen Hofmuseum (1870–1876–1889–1895). *Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien* 125/126, 11–42.
- Hoernes, M. 1892. *Urgeschichte des Menschen*. Wien – Pest – Leipzig.
- Horejs, B. 2023. Bronzezeitliches Gold: Neue Methoden zu alten Fragen / Ο χρυσός της Εποχής του Χαλκού: Νέες μέθοδοι για παλιά ερωτήματα, in: Eder, B., Baier, C. und Gauß, W. (Hgg.), *Ein anderes Griechenland: 125 Jahre Forschungen des Österreichischen Archäologischen Instituts in Athen / Μια Αλλη Ελλάδα: 125 Χρόνια έρευνας του Αυστριακού Αρχαιολογικού Ινστιτούτου Αθηνών*. Athen, 430–433.

- Horejs, B., Bulatović, A., Bulatović, J., Burke, C., Brandl, M., Dietrich, L., Filipović, D., Milić, B., Mladenović, O., Schinnerl, N., Schroedter, T. M., Webster, L. 2022. New multi-disciplinary data from the Neolithic in Serbia: The 2019 and 2021 excavations at Svinjarička Čuka. *Archaeologia Austriaca* 106, 255–317.
- Horejs, B. 2024. Multispecies mobility in the Neolithisation of southeast Europe: Old questions, new methods, in: Schneeweiß, J., Nawroth, M., Piezonka, H., Schwarzberg, H. (Hgg.), *Man sieht nur, was man weiß. Man weiß nur, was man sieht. Globalhistorische Perspektiven auf interkulturelle Phänomene der Mobilität*. Festschrift für Hermann Parzinger zum 65. Geburtstag. *Prähistorische Archäologie in Südosteuropa* 33, Rahden/Westf., 375–392.
- Key, F. M., Posth, C., Esquivel-Gomez, L. R., Hübner, R., Spyrou, M. A., Neumann, G. U., Furtwängler, A., Sabin, S., Burri, M., Wissgott, A., Lankapalli, A. K., Vågane, Å. J., Meyer, M., Nagel, S., Tukhbatova, R., Khokhlov, A., Chizhevsky, A., Hansen, S., Belinsky, A. B., Kalmykov, A., Kantorovich, A. R., Maslov, V. E., Stockhammer, P. W., Vai, S., Zavattaro, M., Riga, A., Caramelli, D., Skeates, R., Beckett, J., Gradoli, M. G., Steuri, N., Hafner, A., Ramstein, M., Siebke, I., Lösch, S., Erdal, Y. S., Alikhan, N. F., Zhou, Z., Achtman, M., Bos, K., Reinhold, S., Haak, W., Kühnert, D., Herbig, A. und Krause, J. 2020. Emergence of human-adapted *Salmonella enterica* is linked to the Neolithization process. *Nature Ecology & Evolution* 4(3), 324–333. doi: 10.1038/s41559-020-1106-9
- Kristiansen, K. 2022. *Archaeology and the Genetic Revolution in European Prehistory*. Cambridge.
- Mader, B. 2018. *Die Prähistorische Kommission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften 1878–1918*. Mitteilungen der Prähistorischen Kommission 86, Wien.
- Mader, B. 2023. Der Verlust der Internationalität – von der Monarchie zur Ersten Republik: Die österreichische Urgeschichtsforschung am Beispiel der Prähistorischen Kommission, in: Zavadil, M. (Hg.), *Archäologie und Republik: Reflexionen zur Archäologie in Österreich in der Ersten und Zweiten Republik*. *Oriental and European Archaeology* 28, Wien, 277–296.
- Matis, H. und Suppan, A. 2022. *Sapere Aude: Die Österreichische Akademie der Wissenschaften seit 1918. Berichte, Fakten, Analysen – ein Kompendium*. Wien.
- Mehofer, M. 2022. *Çukuriçi Höyük 3: Ein frühbronzezeitliches Metallhandwerkerzentrum in Westanatolien*. *Oriental and European Archaeology* 22, Wien.
- Morozova, I., Kasianov, A., Bruskin, S., Neukamm, J., Molak, M., Batieva, E., Pudło, A., Rühli, F. J. und Schuenemann, V. L. 2020. New ancient Eastern European *Yersinia pestis* genomes illuminate the dispersal of plague in Europe. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 375, 20190569.
- Neugebauer, J. W. 1987. St. Pölten: Wegkreuz der Urzeit. Sieben Jahre archäologische Rettungsgrabungen im unteren Traisental (Niederösterreich) 1981–1987. *Antike Welt* 18(2), 3–18.
- Neumann, G. U., Kanz, F., Furtwängler, A., Fiebig, K., Verdianu, D., Stockhammer, P. W. und Rebay-Salisbury, K. 2023. *Yersinia pestis* im frühbronzezeitlichen Gräberfeld von Drasenhofen: Die derzeit ältesten Pesttoten Österreichs in ihrem kulturhistorischen Kontext. *Archaeologia Austriaca* 107, 137–158.
- Numrich, M., Schwall, C., Lockhoff, N., Nikolentzos, K., Konstantinidi-Syvridi, E., Cultraro, M., Horejs, B. und Pernicka, E. 2023. Portable Laser Ablation sheds light on Early Bronze Age gold treasures in the Old World: New insights from Troy, Poliochni, and related finds. *Journal of Archaeological Science* 149, 105694. doi: 10.1016/j.jas.2022.105694
- Pernicka, E., Lutz, J. und Stöllner, T. 2016. Bronze Age Copper Produced at Mitterberg, Austria, and its Distribution. *Archaeologia Austriaca* 100, 19–56.
- Prochaska, W. und Attanasio, D. 2021. The challenge of a successful discrimination of ancient marbles (part I): A databank for the marbles from Paros, Prokonnesos, Heraklea/Miletos and Thasos. *Journal of Archaeological Science: Reports* 35, 1, 102676. doi: 10.1016/j.jasrep.2020.102676

- Sip, M. J. 2022. Der Goldschatz und die Siedlung Ebreichsdorf: Zeugnisse spätbronzezeitlicher Fernkontakte in Mitteleuropa, in: Pieler, F. und Breibert, W. (Hgg.), *Beiträge zum Tag der Niederösterreichischen Landesarchäologie 2022*. Asparn/Zaya, 47–52.
- Urban, O. H. 2010. Die Urgeschichte an der Universität Wien vor, während und nach der NS-Zeit, in: Ash, M. G., Nieß, W. und Pils, R. (Hgg.), *Geisteswissenschaften im Nationalsozialismus*. Göttingen, 371–395.

**DAS SPANNUNGSFELD
NATURWISSENSCHAFTEN
UND ARCHÄOLOGIE IN
DER ÖSTERREICHISCHEN
ÄGYPTOLOGIE**

Julia Budka

DAS SPANNUNGSFELD NATURWISSENSCHAFTEN UND ARCHÄOLOGIE IN DER ÖSTERREICHISCHEN ÄGYPTOLOGIE

Julia Budka

Im Allgemeinen wird als „Geburtsdatum“ der Ägyptologie als Wissenschaft sehr oft 1822 und der berühmte Brief von Jean-François Champollion zur Entzifferung der Hieroglyphen genannt – dass diese Ansicht in vieler Hinsicht Probleme aufwirft, wurde zuletzt aus verschiedenen Perspektiven thematisiert und soll hier nicht weiter vertieft werden. Essenziell für die kommenden Ausführungen ist jedoch die Verankerung der Ägyptologie im Zeitalter des europäischen Humanismus bzw. Neuhumanismus, wobei Thesen einflussreicher Denker wie etwa Johann Gottfried Herder stark prägend waren. Denn nur so ist die bis heute stark philologische und historische Ausrichtung des Fachs zu verstehen – die u. a. dazu führt, dass ägyptische Archäologie bzw. Ägyptologie in deutschsprachigen Standardwerken zur Archäologie fehlt. In einem dieser Standardwerke heißt es dazu: „Selbstverständlich gibt es eine Archäologie Ägyptens im Sinne einer regionalen Spezialisierung, aber dies ändert nichts an der Tatsache, daß die Ägyptologie als Universitätsfach ihrem Selbstverständnis zufolge eine philologische Wissenschaft ist.“ (Eggert 2006: 7).

Vor diesem Hintergrund, soll nun die Frage des Spannungsfeldes Ägyptologie und Naturwissenschaften in der österreichischen Ägyptologie betrachtet werden. Dass dies eine spezifische Entwicklung ist, die sich von der in anderen deutschsprachigen Ländern unterscheidet und stark personengebunden ist, wird dabei im Mittelpunkt stehen.

DIE ENTWICKLUNG DER ÖSTERREICHISCHEN ÄGYPTOLOGIE

Frühe Sprachforschung und Verbund mit Afrikanistik

In Österreich wurde 1873 Simon Leo Reinisch als erster ordentlicher Professor für ägyptische Sprache und Altertumskunde an der Universität Wien berufen. Reinisch war Sprachforscher, Ägyptologe und Afrikanist und versinnbildlicht die anfangs sehr enge Verzahnung der Wiener Ägyptologie mit der Afrikanistik (die bis weit ins 20. Jahrhundert andauerte). Der Nachfolger von Reinisch wurde mit Jakob Krall ein Experte für die „alte Geschichte des Orients“ (so sein Habilitationsfach und die 1900 erhaltene ordentliche Professur), der zudem ein starkes Interesse an demotischen, koptischen und griechischen Papyri hatte. Auf Krall folgte mit Hermann Junker ein geweihter katholischer Priester, der über die koptische Sprache zur Ägyptologie fand. Unter Junker gelang 1923 die Gründung des Instituts für Ägyptologie – das Wiener Institut, bis heute das einzige ägyptologische Institut in Österreich, feierte damit 2023 sein 100-jähriges Bestehen.

Grabungsbeginn in Ägypten mit teils ideologischer Prägung

Die Person Junker (die zuletzt gerade in Hinblick auf ihre Verstrickung in antisemitische und nationalsozialistische Aktivitäten kritisch beleuchtet wurde, siehe Gütl 2017) verdeutlicht

zugleich einen bis heute gültigen Pluspunkt der Wiener Ägyptologie: die enge Verzahnung von Lehre und Forschung an der Universität mit Grabungen, Forschungen und Publikationen an der Akademie. Daraus resultierte auch, so zumindest meine Interpretation, eine stärkere Affinität der österreichischen Ägyptologie zu den Naturwissenschaften als es an reinen Universitätsstandorten der Fall war.

Es ist zu betonen, dass Junkers frühe Grabungen eher als Zufallskonstellationen ohne Forschungsplan zu sehen sind, so etwa die ersten österreichischen Grabungen in Turah nahe Kairo 1909/10 (siehe Hölzl 2018; Hölzl und Müller 2023). Junker hatte zunächst eine Grabungskonzession in Nubien, die er jedoch 1911 mit Georg Steindorff gegen dessen Konzession in Giza tauschte, wo er 1912 die Arbeiten aufnahm. Junker war seit 1923 Obmann der Ägyptischen Kommission der Akademie und ist v. a. für seine Grabungen und Publikationen zu Giza bekannt geworden (siehe z. B. Haag et al. 2013). Bemerkenswert sind aber auch Arbeiten am prähistorischen Fundplatz Merimde Benisalame – diese fanden 1929–1939 unter der Ägide Junkers für die Akademie statt, obwohl Junker selbst 1929 einen Ruf ans Deutsche Institut nach Kairo angenommen hatte (für diese Berufung hatte seine Konzession in Merimde eine wichtige Rolle gespielt, siehe Budka und Jurman 2020). Mitausgräber in Merimde war Junkers langjähriger Weggefährte an der Universität Wien, der Prähistoriker Oswald Menghin – auch in dieser Zusammenarbeit mit der Ur- und Frühgeschichte begründete Junker eine lange Tradition der Wiener Ägyptologie. Diese Kooperation führte dazu, dass bei der Grabung in Merimde von Beginn an großer Wert auf bioarchäologische Zeugnisse wie etwa Tierknochen gelegt wurde (für die problematischen und ideologisch geprägten Ausdeutungen der Arbeiten als „Ursprungsforschung“ und Junkers Bezüge der frühen Merimde Kultur zu „Arier“ und „Germanen“ aufgrund von Schweinefleischkonsum, Hundehaltung und bäuerlicher Lebensform siehe ausführlich Voss 2014: 49–50).

Neustart in den 1960er-Jahren

Junkers wenige Aktivitäten in Nubien sollten in den 1960er-Jahren im Zuge der UNESCO Rettungskampagne der nubischen Altertümer eine erweiterte Neuauflage erfahren und stärkere archäologische Orientierung gewinnen. So startete der Prähistoriker Karl Kromer mit einem interdisziplinären Team, das auch Anthropologen umfasste, Grabungen im Bezirk Sayala. Stellvertretender Grabungsleiter und späterer Leiter war der junge Manfred Bietak. Dessen frühe Forschungen in Nubien, die in seine Dissertation „Studien zur Chronologie der nubischen C-Gruppe“ (Universität Wien, 1964) einfließen, waren der Startpunkt für eine beispiellose Karriere, die auch für die Wiener Ägyptologie neue Perspektiven eröffneten, welche insbesondere das Spannungsfeld Naturwissenschaften und ägyptische Archäologie betreffen.

Bereits 1966 hat Bietak die österreichische Vorzeigegrabung im Nildelta in Tell el-Daba begründet, eine der wohl wichtigsten Stadtgrabungen der Ägyptologie (siehe ausführlich Bietak 2023). 1973 wurde Bietak der Gründungsdirektor der Zweigstelle Kairo des Österreichischen Archäologischen Instituts. Damit hatte Österreich erstmals eine ständige Anwesenheit als grabungsausführende Nation vor Ort in Ägypten. Mit Friedhofsgrabungen in Luxor von 1969 bis 1979 konnte die Expertise zeitlich und geographisch erweitert werden (Abb. 1).



Abb. 1. Die Ausgrabungen am Grab des Anch-Hor in Luxor zeugen davon, dass in den 1970er-Jahren durch Manfred Bietak eine zeitliche und geographische Expansion der archäologischen Tätigkeiten in Ägypten erfolgte (Foto: M. Bietak)

Ein Perspektivenwechsel: Die 1980er- bis 2000er-Jahre

Auch wenn neben der neuen Zweigstelle Kairo die Ägyptische Kommission der Akademie bereits seit Junkers Zeiten wichtige Feldforschungsarbeiten in Ägypten durchführte, in denen auch naturwissenschaftliche Ansätze zum Einsatz kamen, so war für die universitäre Ägyptologie erst die Berufung von Manfred Bietak ein echter Perspektivenwechsel. Mit Bietak wurde 1989 ein führender Pionier der modernen Feldarchäologie, Keramikbearbeitung und Siedlungsarchäologie als Lehrstuhlinhaber gewonnen, der dem Wiener Institut in genau diesen drei Bereichen bis in die 2000er-Jahre zu einem hervorragenden internationalen Ruf verhalf.

Jede:r Studierende der Ägyptologie kennt heute beispielsweise das sog. Vienna System – ein Klassifizierungssystem für Tongruppen der ägyptischen Keramik, das in den 1980er-Jahren bei einem Treffen in Wien von einer internationalen Arbeitsgruppe um Bietak erarbeitet wurde. Bis heute hat die österreichische Ägyptologie ihre Vorreiterrolle in der Keramikbearbeitung behalten (vgl. v. a. Arbeiten von Irmgard Hein, Karin Kopetzky und Bettina Bader; siehe auch Hein und Schauer in diesem Band).

Ein weiterer Meilenstein im Spannungsfeld Naturwissenschaften und Ägyptologie war der zwölfjährige Spezialforschungsbereich SCIEM 2000 („Synchronization of Civilizations in the Eastern Mediterranean in the 2nd Millennium BC“), der von seiner Einrichtung 1999 bis 2010 teils bahnbrechende Ergebnisse erbrachte. Unter der Leitung von Bietak arbeitete ein Team an der Universität Wien und der ÖAW, unterstützt von zahlreichen internationalen Expert:innen, an einem neuen überregionalen Chronologierahmen für den Ostmittelmeerraum. Naturwissenschaften, v. a. Dendrochronologie und Radiokarbondatierung, spielten hier eine herausragende Rolle. Zu betonen ist auch, dass Bietak bei diesen Forschungen die teils starke Diskrepanz zwischen naturwissenschaftlichen und historischen Datierungen wiederholt thematisierte und Lösungsansätze bot (siehe z. B. Bietak 2003). Darüber hinaus öffnete SCIEM 2000 die Perspektive der Wiener Ägyptologie für mehrere Nachbardisziplinen, v. a. die Archäologie der Levante und des Mittelmeerraumes.



Abb. 2. Seit 2016 findet auch in der österreichischen Ägyptologie Mikromorphologie zum besseren Verständnis von Raumnutzung und vielen anderen Fragestellungen Anwendung. Hier sieht man die Ritzung einer Probe vor ihrer Entnahme in einer antiken Straße auf der Nilinsel Sai (Foto: C. Geiger, ©AcrossBorders Projekt)



Abb. 3. Instrumentale Neutronenaktivierungsanalyse besitzt großes Potential für Provenienzstudien von Niltonen; hier werden Proben aus Sai im Labor der TU Wien/Atominstitut von G. D’Ercole aufbereitet (Foto: J. Sterba, ©AcrossBorders Projekt)

Konsolidierung: 2010er-Jahre bis heute

Die ohnehin schon starke Keramikexpertise des Standorts Wien wurde im Rahmen von SCIEM 2000 weiter gestärkt und durch archäometrische Anwendungen ausgebaut. Man darf ohne Bedenken sagen, dass viele der aktuellen ägyptologischen Projekte entweder von den Ergebnissen oder Kooperationen des SCIEM 2000 profitieren oder sogar in dessen engerem oder auch größerem Umfeld erst möglich wurden (auch wenn die Datierungsdebatte noch immer nicht abschließend gelöst ist, vgl. z. B. Höflmayer und Manning 2022).

Letztendlich geht auch die Wiener Tradition ägyptologischer Großprojekte mit interdisziplinärer Ausrichtung auf SCIEM 2000 zurück – zu nennen sind etwa in den 2010er-Jahren die START-Preise für Julia Budka, Bettina Bader und Felix Höflmayer oder die ERC Starting Grants für Julia Budka und Roman Gundacker. Manfred Bietak selbst war 2015 als erster Ägyptologe weltweit mit einem ERC Advanced Grant erfolgreich – auch dieses Projekt hatte eine explizit interdisziplinäre Ausrichtung.

Die genannten START- und ERC-Preise ermöglichen bis heute umfangreiche interdisziplinäre Forschung in Ägypten, der Levante und dem Sudan auf höchstem Niveau. Erwähnt werden sollen hier Strontiumisotopenanalyse für Migrationsfragen – das AcrossBorders Projekt untersuchte damit Mobilität im mittleren Niltal im Neuen Reich (Retzmann et al. 2019) und das Hyksos Enigma Projekt gelangte zu neuen Erkenntnissen über die Herkunft der Hyksos (Stantis et al. 2020).

Auf der Nilinsel Sai wurde erstmals bei einer deutschsprachigen Grabung im Raum Ägypten/Sudan die Methode der Mikromorphologie angewandt (Abb. 2), insbesondere für Fragen der Raumfunktionen und Aktivitätszonen im Siedlungsbereich (Budka 2020; siehe auch Cereda et al. in diesem Band).

Seit den 2010er-Jahren sind dank einer Kooperation mit dem Atominstitut der TU Wien zahlreiche Keramikproben aus Ägypten und dem Sudan mittels instrumentaler Neutronenaktivierungsanalyse (iNAA) untersucht worden (Abb. 3; so für das AcrossBorders Projekt sowie das Turah Projekt, siehe D’Ercole und Sterba 2018; Hölzl und Müller 2023). Gerade für die große Zahl an Niltonen und die Schwierigkeit ihrer chemischen Differenzierung bietet diese Analyse auch in methodischer Hinsicht großes Entwicklungspotenzial.

Die ÖAW-Themenplattform Naturwissenschaften und Archäologie, v. a. aber die engen Kooperationen zwischen VIAS und ÖAI unter aktiver Einbindung von Ägyptolog:innen, und damit die Fortführung der schon unter Junker begonnenen engen Zusammenarbeit der universitären Ägyptologie mit der Akademie, sind aus meiner Perspektive vielversprechende Indizien, dass die österreichische Ägyptologie auch in naher Zukunft eine führende Rolle bei der Anwendung und Weiterentwicklung von naturwissenschaftlichen Methoden in der ägyptischen und nubischen Archäologie spielen wird. Man könnte sogar so weit gehen, dass die österreichische Ägyptologie mittlerweile ihrem Selbstverständnis zufolge eine interdisziplinäre Wissenschaft ist.

Literatur

- Bietak, M. 2003. Science versus archaeology: problems and consequences of high Aegean chronology, in: Bietak, M. (Hg.), *The Synchronisation of Civilisations in the Eastern Mediterranean in the Second Millennium B.C. II: Proceedings of the SCIEM 2000 – EuroConference, Haindorf, 2nd of May – 7th of May 2001*. Contributions to the Chronology of the Eastern Mediterranean 4. Wien, 23–33.

- Bietak, M. 2023. Österreichs archäologische Forschung in Ägypten nach 1945, in: Zavadil, M. (Hg.), *Archäologie und Republik: Reflexionen zur Archäologie in Österreich in der Ersten und Zweiten Republik*. Oriental and European Archaeology 28, Wien, 357–461.
- Budka, J. 2020. *AcrossBorders 2: Living in New Kingdom Sai*. Archaeology of Egypt, Sudan and the Levant 1, Wien.
- Budka, J. und Jurman, C. 2020. Archäologische Aktivitäten der Ägyptischen Kommission der Akademie der Wissenschaften von 1933 bis 1949, in: Modl, D. und Peitler, K. (Hgg.), *Archäologie in Österreich 1938–1945: Beiträge zum internationalen Symposium vom 27. bis 29. April 2015 am Universalmuseum Joanneum in Graz*. Schild von Steier Beiheft 8/2020, Graz, 368–380.
- D’Ercole, G. und Sterba, J. H. 2018. From macro wares to micro fabrics and INAA compositional groups: the pottery corpus of the New Kingdom town on Sai Island (Northern Sudan), in: Budka, J. und Auenmüller, J. (Hgg.), *From Microcosm to Macrocosm: Individual Households and Cities in Ancient Egypt and Nubia*. Leiden, 171–183.
- Eggert, M. K. H. 2006. *Archäologie: Grundzüge einer Historischen Kulturwissenschaft*. Tübingen – Basel.
- Haag, S., Hölzl, R. und Jánosi, P. (Hgg.) 2013. *Im Schatten der Pyramiden: Die österreichischen Grabungen in Giza (1912–1929)*. Eine Ausstellung des Kunsthistorischen Museums Wien, 22. Jänner bis 20. Mai 2013. Wien.
- Höflmayer, F. und Manning, S. W. 2022. A synchronized Early Middle Bronze Age chronology for Egypt, the Levant, and Mesopotamia. *Journal of Near Eastern Studies* 81(1), 1–24.
- Gütl, C. (Hg.) 2017. *Hermann Junker: Eine Spurensuche im Schatten der österreichischen Ägyptologie und Afrikanistik*. Göttingen.
- Hölzl, R. 2018. How it all began ...: the formation of the Austrian Archaeological Mission in Egypt in the early 20th century, in: Czerny, E. (Hg.), *Egypt and Austria XI: In Search of the Orient. Proceedings of the Symposium held at Kunsthistorisches Museum, Wien (September 20th to 24th, 2016)*. Kraków, 123–139.
- Hölzl, R. und Müller, V. 2023. Centre or periphery? A new project in Vienna re-evaluating the late Predynastic and Early Dynastic Period cemetery of Turah, in: el-Aguizy, O. und Kasparian, B. (Hgg.), *ICE XII: Proceedings of the Twelfth International Congress of Egyptologists, 3rd–8th November 2019, Cairo*. Cairo, 165–172.
- Retzmann, A., Budka, J., Sattmann, H., Irrgeher, J. und Prohaska, T. 2019. The New Kingdom population on Sai Island: application of Sr isotopes to investigate cultural entanglement in ancient Nubia. *Ägypten und Levante* 29, 355–380.
- Stantis, C., Kharobi, A., Maaranen, N., Nowell, G. M., Bietak, M., Prell, S. und Schutkowski, H. (†) 2020. Who were the Hyksos? Challenging traditional narratives using strontium isotope ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) analysis of human remains from ancient Egypt. *PLOS ONE* 15(7), e0235414. doi: 10.1371/journal.pone.0235414
- Voss, S. 2014. Die Abteilung Kairo des DAI während der ausgehenden Weimarer Republik und im „Dritten Reich“. *Mitteilungen des Deutschen Archäologen-Verbandes* 45/2, 42–59.

NATURWISSENSCHAFTEN UND ARCHÄOLOGIE AM VIAS

Irmgard Hein, Karl Kunst, Mathias Mehofer, Immo Trinks

NATURWISSENSCHAFTEN UND ARCHÄOLOGIE AM VIAS

Irmgard Hein, Günther Karl Kunst, Mathias Mehofer, Immo Trinks

Im Jahr 1992 initiierte die Universität Wien eine zukunftsweisende Entwicklung im Bereich der archäologischen Wissenschaften, indem sie erstmalig in Österreich eine Interdisziplinäre Einrichtung für Archäologie (IDEA) ins Leben rief, welche unter Dekan Herwig Friesinger an der Fakultät für Geisteswissenschaften mit Fritz Krinzinger als Leiter eingerichtet wurde. Unter der Ägide des Rektorates wurde IDEA im Jahr 2000 in das Vienna Institute for Archaeological Science (VIAS) als interdisziplinäres Forschungsinstitut zur Entwicklung archäologischer Methodik umgewandelt. Die Intention war, damit eine solide Einrichtung für interdisziplinäre archäologische Forschung zu schaffen. Ziel war und ist die Weiterentwicklung und Anwendung modernster Messtechniken und Analysemethoden in der Archäologie, welche es erlauben, neue und detaillierte Informationen aus Funden zu gewinnen, wie auch die Erkundung ganzer Landschaften zu ermöglichen. Seit 2013 ist VIAS als *core facility* für archäologische Wissenschaften an der historisch kulturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Wien organisiert. Der Schwerpunkt von VIAS liegt auf archäometrischen Untersuchungen im Bereich der Archäometallurgie, der Untersuchung von archäologisch relevanten Tier- und Pflanzenresten (Bioarchäologie) sowie auf geophysikalisch-archäologischer Prospektion und digitalen Dokumentationsmethoden.

Naturwissenschaftliche Forschung nimmt eine wesentliche Rolle bei VIAS ein, welches mehrere Forschungszweige vereint: Archäozoologie, Archäobotanik, bioarchäologische Isotopenanalysen, Archäometallurgie, Edelmetalltechnologie und Feinschmiedetechnik, Keramikforschung (s. Hein und Schauer in diesem Band), geoarchäologische Prospektion zu Land und unter Wasser sowie digitale archäologische Dokumentationsmethoden werden aktiv am VIAS erforscht und weiterentwickelt. Einen wichtigen Platz hat bisher auch die experimentelle Archäologie vor allem mit Rekonstruktionsbauten durch Wolfgang Lobisser eingenommen.

Insgesamt bildet die breit gefächerte Kombination von naturwissenschaftlichen, technischen Forschungsdisziplinen und die kulturhistorisch-archäologische Expertise der Wissenschaftler:innen von VIAS die Basis für die Bearbeitung und Beantwortung verschiedenster relevanter archäologischer Fragestellungen. Im Rahmen von eigenen und in Kooperation mit anderen Forschungsgruppen und Wissenschaftler:innen durchgeführten Projekten stehen unterschiedliche aktuelle Fragestellungen und Entwicklungen in der Archäologie im Mittelpunkt. VIAS hat sich als bewährter nationaler wie internationaler wissenschaftlicher Kooperationspartner für Museen, die Österreichische Akademie der Wissenschaften und zahlreiche weitere archäologische Forschungseinrichtungen sowie für kulturhistorisch Forschende erwiesen.

GEOPHYSIKALISCHE ARCHÄOLOGISCHE PROSPEKTION – DIE WIENER SCHULE (Immo Trinks)

In der zweiten Hälfte der 1990er-Jahre hat sich an der Universität Wien und der Zentralanstalt für Meteorologie und Geophysik (ZAMG, seit Jänner 2023 unter dem Namen *GeoSphere Austria* firmierend) unter der Leitung von Wolfgang Neubauer und in Zusammenarbeit

mit Sirri Seren, Alois Hinterleitner, Klaus Löcker und Erol Bayirli eine Arbeitsgruppe für geophysikalische archäologische Prospektion gebildet. Insbesondere die Entwicklung von spezieller Software für die Bearbeitung und Visualisierung von Magnetik, Bodenradar und Geoelektrik-Messdaten erlaubte es, archäologische Prospektionsergebnisse in bisher unbekannter Qualität und von nicht erreichtem Ausmaß zu erzeugen. Die auf die Visualisierung archäologischer Anomalien optimierte Daten- und Bildbearbeitung, welche automatisch georeferenzierte Magnetogramme bzw. Bodenradartiefenscheiben als Graustufenbilder erzeugt, ist bis heute ein wertvolles Alleinstellungsmerkmal der Wiener Experten:innen, welches auf dem freien Markt seinesgleichen sucht. Als eine der ersten in der geophysikalischen archäologischen Prospektion spezialisierten Arbeitsgruppen haben ArcheoProspections® an der ZAMG und das Vienna Institute for Archaeological Science (VIAS) auf Initiative von Wolfgang Neubauer die GIS-basierte Analyse und Interpretation der Prospektionsdaten standardmäßig eingeführt.

Das ausgesprochen interdisziplinäre Forschungsfeld der archäologischen Prospektion erfordert Expertise in den Bereichen Ur- und Frühgeschichte, Historische und Klassische Archäologie, Landschaftsarchäologie und -geschichte, archäologische Grabungs- und Feldpraxis, Bodenkunde, Quartärgeologie, geophysikalische Messtechnik, Fernerkundung, Vermessungswesen, Geographie, digitale Datenbearbeitung und Visualisierung, wie auch wissenschaftliches Publikations- und populäres Vermittlungsvermögen. Ein eingespieltes, erfahrenes Team bestehend aus Archäologe:in, Geophysiker:in, Software-Entwickler:in und Techniker:in hat sich als ideal für die Bewältigung der vielen diversen Aufgaben erwiesen. International wurde versucht, dieses Erfolgsrezept zu kopieren, unter anderem in Schweden.

Eine einmalige Chance zur Weiterentwicklung der Methodik bot sich 2009, als die Ludwig Boltzmann Gesellschaft neue Forschungsinstitute für eine maximal 7+7-jährige Laufzeit und Finanzierung ausgeschrieben hat. Der Antrag auf die Errichtung eines Ludwig Boltzmann Instituts für Archäologische Prospektion und Virtuelle Archäologie (LBI ArchPro) war erfolgreich, und so konnte ab April 2010 an der Entwicklung und dem exemplarischen Einsatz großflächiger, hochauflösender, archäologischer Prospektion geforscht und gearbeitet werden. Neben der geophysikalischen Prospektion (Magnetik, Bodenradar, Elektromagnetische Induktion) wurde auch auf die Methoden der Fernerkundung (luftgestütztes Laserscanning, Hyperspektralscanning und Luftbildarchäologie) und die Interpretation der Daten gesetzt. Zusammen mit einer Gruppe wichtiger Partner aus Österreich, Deutschland, Großbritannien, Norwegen und Schweden wurde eine große Anzahl von nationalen und internationalen Fallstudien durchgeführt. GeoSphere Austria (ehemals ZAMG) und VIAS waren als Gründungspartner von Anfang an maßgeblich am Erfolg des LBI ArchPro beteiligt, und werden diese naturwissenschaftliche Sparte der geophysikalischen Prospektion auch in Zukunft weitertragen.

Die geophysikalische archäologische Prospektionsmethodik wurde in den letzten zehn Jahren maßgeblich weiterentwickelt, indem hochwertige Messgeräte zusammen mit automatischen Positionierungslösungen auf motorisierten Messsystemen integriert wurden. Ziel war es, hocheffiziente Prospektionssysteme zu realisieren, welche mit deutlich erhöhter Datendichte die bestmögliche Abbildung von im Untergrund verborgenen, oft bisher unbekannten, archäologischen Strukturen erlauben. Die hierzu benötigten Softwarelösungen für die zeitnahe entsprechende Bearbeitung der in sehr großer Menge gemessenen Daten, wie auch beispielsweise die effiziente Navigation und Datenerfassung im Feld, wurde parallel,

Hand in Hand zwischen Prospektur:innen im Feld und den Programmierer:innen in Wien entwickelt. Dieser ausgesprochen erfolgreiche Ansatz erlaubte nicht nur die hochauflösende geophysikalische archäologische Prospektion riesiger Flächen, mit insgesamt über 40 km² Magnetik- und über 25 km² ultra-hochauflösender Bodenradardaten, sondern auch die Entdeckung, Kartierung und Dokumentation zahlreicher bedeutender Bodendenkmäler.

Eine logische Extrapolation der im Lauf der vergangenen Jahre erzielten Effizienzsteigerungen und Fortschritte im Bereich der geophysikalischen Prospektion an Land ist die Anwendung des gleichen Konzeptes auf hochauflösende Prospektion unter Wasser. Zu diesem Zweck wurden neueste Sonarmesstechnik und ein Vermessungsboot angeschafft und aufgebaut. Mittels moderner Seitensichtsonar-, Fächerecholot- und Mehrkanalsedimentsonartechnik sollen wichtige archäologische Fundplätze in österreichischen Seen und andernorts erkundet, untersucht und dokumentiert werden.

Seit Oktober 2020 wird die geophysikalische archäologische Prospektion zu Land und Unterwasser am VIAS weiterentwickelt, in enger Zusammenarbeit mit den Kolleg:innen der GeoSphere Austria (vormals ZAMG) und des Norwegischen Instituts für Denkmalforschung (NIKU). Neben der Erforschung besserer Möglichkeiten zur Visualisierung der in hochauflösenden Bodenradardaten enthaltenen vielfältigen Informationen für verlässlichere Dateninterpretationen werden mehrere Forschungsfragen zur weiteren Effizienzsteigerung der Messungen, wie auch der wirklichkeitsgetreueren Darstellung der analysierten Areale untersucht. Die hochauflösende unterwasserarchäologische Prospektion von Flachwasserbereichen österreichischer Seen in Bezug auf Pfahlbauten ist dabei ein weiterer Forschungsschwerpunkt.

ARCHÄOZOOLOGIE (Günther Karl Kunst)

Die Untersuchung von Tierresten kann entscheidend zur Interpretation von archäologischen Befunden beitragen. Von besonderem Interesse sind dabei mehrphasige Fundstellen, die diachrone Funktionsänderungen erfahren, darunter auch Gebäude mit einer komplexen Baugeschichte. Ein sorgfältiges Aufsammeln der Tierreste, eine enge Kommunikation mit den an der Analyse von Keramik und Kleinfunden beteiligten Wissenschaftler:innen sowie eine professionelle Ausarbeitung und Dokumentation der Stratigraphie in einer zugänglichen Datenbank sind notwendige Voraussetzungen für diese Art der Forschung. Schwerpunkte sind die Hochkulturen des Vorderen Orients (Türkei, Ägypten), die jüngere Urgeschichte und die römische Provinzialarchäologie sowie die mittelalterliche und frühneuzeitliche Archäologie Ostösterreichs (Niederösterreich, Oberösterreich, Burgenland). Der Bereich Archäozoologie der VIAS ist derzeit an folgenden Projekten beteiligt (Partner): Nerik (Uşak Universität, FU Berlin), Orth an der Donau (Kunst und Böhm 2021), Hornstein (Bundesdenkmalamt Wien, Gemeinde Hornstein), Burgstall Neudegg (VIAS intern), Carnuntum (Archäologischer Park Carnuntum), Traun-Neubau (OÖ LandesKultur GmbH). Insbesondere im Forschungsprojekt zur zivilen Stadt Carnuntum, an dem auch ein aktuelles Dissertationsprojekt (N.I. Kirchengast) beteiligt ist, wird eine *bottom-up* (pattern-recognition; Musterkennung) Strategie verfolgt: Welche Befundtypen und damit auch welche Typen von Tierknochenassemblagen kommen wo, wann und warum vor (Kunst und Kirchengast 2022)? Dieser Ansatz soll einen Schritt weg von der Naivität des besonders im deutschen Sprachraum immer noch

verbreiteten, weitgehend ahistorischen „Knochenzählens und -vergleichens“ ohne Berücksichtigung des jeweiligen archäologischen Kontextes bedeuten. Im Sinne einer archäozoologischen Quellenkritik wurde darum auf der ICAZ-Konferenz in Ankara 2018 gemeinsam mit Alfred Galik (ÖAI-ÖAW) eine Session zum Thema „The Taphonomy of Buildings“ organisiert, deren Beiträge bereits veröffentlicht wurden.

Ein weiterer Schwerpunkt der Archäozoologie von VIAS sind Untersuchungen zum Thema Schlachtkörperzerlegung und die damit verbundenen Arbeitsspuren. Seit kurzem wird am Institut für Paläontologie der Universität Wien (Kooperationspartner:innen: Doris Nagel, Johannes Kliestmann) die konfokale Mikroskopie zur Beurteilung von flächigen Hackspuren auf der Oberfläche von römischen Rinderknochen getestet. Die ersten Ergebnisse sind vielversprechend. Weiters wird das Projekt zu den reichhaltigen Tierknochenproben der spätlatènezeitlichen Siedlung von Traun (OÖ) hoffentlich den lang ersehnten vorrömischen Bezugspunkt liefern, anhand dessen die späteren Entwicklungen im römischen Fleischerhandwerk aufgezeigt werden können. Von besonderem Interesse ist hier, inwieweit römische Zerlegungsmuster, die wahrscheinlich mit der Vorbereitung zur Fleischkonservierung zusammenhängen, bereits in der vorrömischen Eisenzeit auftreten. Im Rahmen des WAC 9 – World Archaeological Congress in Prag (8.–3. Juli 2022) konnte gemeinsam mit Krish Seetah und Jan Turek eine Session zu diesem Thema mit dem Titel „The Archaeology of Meat“ organisiert werden.

Die Archäozoologie von VIAS ist auch Partner in den folgenden Projekten, die der aDNA-Forschung gewidmet sind: Ausbreitung der Hausratte (vgl. Yu et al. 2022) und von Haus- und Wildkatze in Europa, frühe Geschichte des Truthahns in Europa, Unterscheidung von Pferden und Maultieren (vgl. Sharif et al. 2022) sowie der Ausbreitung des Damhirschs in historischen Perioden.

ARCHÄOMETALLURGIE (Mathias Mehofer)

Die Archäometallurgie am VIAS forscht intensiv im Bereich der archäometrischen Analyse von archäologischen Objekten. Ziel ist dabei einerseits die Beschreibung einer vollständigen Technologiekette (Rohstoffverarbeitung – Fertigprodukt – Nachbearbeitung – Wiederverwendung) und andererseits die Dokumentation der durch den umgebenden Boden verursachten chemischen Veränderungen und Einflüsse auf archäologische Artefakte. Die Beschreibung, Klassifizierung und Typologie dieser Objekte bildet die Grundlage für die Bearbeitung und Verarbeitung von Funden sowie für die Rekonstruktion prähistorischer Wert- und Sozialsysteme.

Die metallurgische Untersuchung und technologische Beschreibung metallischer Artefakte und der bei ihrer Herstellung anfallenden Abfall- und Nebenprodukte (wie z. B. Schlacke) ermöglicht die Beschreibung der Materialverarbeitung sowie eine Bestimmung der Qualität des verwendeten Rohstoffs (Legierungszusammensetzung). Mittels detaillierter archäometallurgischer Analysen lassen sich Einblicke in den technischen Aufbau eines Objekts und seine spezifischen Materialqualitäten gewinnen, woraus sich einzelne Werkstattkreise, Produktionszentren und Technologietransfer ableiten lassen. Auf der Grundlage dieser technotypologischen Untersuchungen zur verwendeten Technik ergeben sich weitere Erkenntnisse zu Handwerks- und Schmiedetechniken einer bestimmten Zeit. In Kombination mit historischen

Quellen gewähren die Ergebnisse dieser Analysen auch einen Einblick in soziale Systeme. Der Forschungsschwerpunkt im Bereich der Metallurgie ist die zerstörungsfreie Analyse von Edelmetall- und Buntmetallobjekten mittels Rasterelektronenmikroskop und energiedispersiver Röntgenmikroanalyse oder mittels transportabler Röntgenfluoreszenzanalyse (pRFA). Im Vordergrund steht die Erforschung der Herstellungstechniken von Artefakten und die Analyse ihrer chemischen Zusammensetzung (Haupt-, Neben- und Spurenelemente) sowie der Herkunft des Metalls (Bleiisotopenanalysen). Diese Dokumentation der technologischen Merkmale ermöglicht die Rekonstruktion und Beschreibung des Herstellungsprozesses einzelner Objekte sowie die Bildung von Gruppen nach technologischen Kriterien (Abb. 1). Diese können mit den Ergebnissen der archäologischen Analysen verglichen und korreliert werden und erlauben so die Rekonstruktion der technologischen Entwicklung in bestimmten Zeiträumen.



Abb. 1. Herstellungstechnische Untersuchungen des Goldschatzes von Vălciștrău (Foto: VIAS)

Literatur

Geophysikalische archäologische Prospektion

- Filzwieser, R., Olesen, L. H., Neubauer, W., Trinks, I., Mauritsen, E. S., Schneidhofer, P., Nau, E. und Gabler, M. 2017. Large-scale geophysical archaeological prospection pilot study at Viking Age and medieval sites in west Jutland, Denmark. *Archaeological Prospection* 24(4), 2017, 373–393.
- Gabler, M., Trinks, I., Nau, E., Hinterleitner, A., Paasche, K., Gustavsen, L., Kristiansen, M., Tønning, C., Schneidhofer, P., Kucera, M. und Neubauer, W. 2019. Archaeological Prospection with Motorised Multi-channel Ground-Penetrating Radar Arrays on Snow-Covered Areas in Norway. *Remote Sensing* 11, 2485.
- Gaffney, V., Neubauer, W., Garwood, P., Gaffney, C., Löcker, K., Bates, R., De Smedt, P., Baldwin, E., Chapman, H., Hinterleitner, A., Wallner, M., Nau, E., Filzwieser, R., Kainz, J., Trausmuth, T., Schneidhofer, P., Zotti, G., Lugmayer, A., Trinks, I. und Corkum, A. 2018. Durrington walls and the Stonehenge Hidden Landscape Project 2010–2016. *Archaeological Prospection* 25(3), 255–269.
- Neubauer, W., Wallner, M., Gugl, C., Löcker, K., Vonkilch, A., Trausmuth, T., Nau, E., Jansa, V., Wilding, J., Hinterleitner, A., Trinks, I., Doneus, M., Verhoeven, G., Doneus, N., Schiel, H., Totschnig, R., Sandici, V., Schneidhofer, P., Tencer, T., Gabler, M., Flöry, S., Kainz, J., Kucera, M., Lugmayr, A., Aldrian, L., Kröhl, M.-L., Poscetti, V., Markussen, C., Zitz, T., Seren, S., Manojlovic, R., Saey, T., Van Meirvenne, M. und Humer, F. 2018. Zerstörungsfreie archäologische Prospektion des römischen Carnuntum: erste Ergebnisse des Forschungsprojekts „ArchPro Carnuntum“. *Carnuntum Jahrbuch* 2017, 55–75.

- Tonning, C., Schneidhofer, P., Nau, E., Gansum, T., Lia, V., Gustavsen, L., Filzwieser, R., Wallner, M., Kristiansen, M., Neubauer, W., Paasche, K. und Trinks, I. 2020. Halls at Borre: the discovery of three large buildings at a Late Iron and Viking Age royal burial site in Norway. *Antiquity* 94(373), 145–163.
- Trinks, I., Nondestructive Subsurface Mapping, in: Carver, M., Gaydarska, B. und Montón-Subías, S. (Hgg.), *Field Archaeology from Around the World*. Springer Briefs in Archaeology, New York 2015, 33–41.
- Trinks, I., Gabler, M., Wallner, M., Nau, E., Hinterleitner, A., Filzwieser, R., Larsson, L. und Neubauer, W. 2022. Traces of a Swedish army camp from 1644 revealed at Uppåkra by extensive magnetometer survey. *Archaeological Prospection* 29(1), 125–138.
- Trinks, I. und Hinterleitner, A. 2020. Beyond amplitudes: Multi-trace coherence analysis for ground-penetrating radar data imaging. *Remote Sensing* 12(10), 1583.
- Trinks, I., Hinterleitner, A., Neubauer, W., Nau, E., Löcker, K., Wallner, M., Gabler, M., Filzwieser, R., Wilding, J., Schiel, H., Jansa, V., Schneidhofer, P., Trausmuth, T., Sandici, V., Ruß, D., Flöry, S., Kainz, J., Kucera, M., Vonkilch, A., Tencer, T., Gustavsen, L., Kristiansen, M., Bye-Johansen, L.-M., Tonning, C., Zitz, T., Paasche, K., Gansum, T. und Seren, S. 2018. Large-area high-resolution ground-penetrating radar measurements for archaeological prospection. *Archaeological Prospection* 25(3), 171–195.
- Trinks, I., Johansson, B., Gustafsson, J., Emilsson, J., Friborg, J., Gustafsson, C. und Nissen, J. 2010. Efficient, large-scale archaeological prospection using a true 3D GPR array system. *Archaeological Prospection* 17(3), 175–186.
- Trinks, I. und Klein, M. 2019. Die minoische Siedlung von Akrotiri auf Santorini: Dokumentation mit Hilfe von Laserscanning und Bodenradar, in: *Auferstehung der Antike: Archäologische Stätten digital rekonstruiert*. Darmstadt, 12–15.
- Trinks, I., Neubauer, W. und Doneus M., Prospecting Archaeological Landscapes, in: Ioannides, M., Fritsch, D., Leissner, J., Davies, R., Remondino, F. und Caffo R. (Hgg.), *Progress in Cultural Heritage Preservation. 4th International Conference, EuroMed 2012: Limassol, Cyprus, October 29 – November 3, 2012: Proceedings*. Berlin und Heidelberg 2012.
- Trinks, I., Neubauer, W. und Hinterleitner, A. 2014. First High-resolution GPR and Magnetic Archaeological Prospection at the Viking Age Settlement of Birka in Sweden. *Archaeological Prospection* 21(3), 185–199.

Archäozoologie

- Baker, K. H., Miller, H., Doherty, S., Gray, H. W. I., Daujat, J., Çakırlar, C., Spassov, N., Trantalidou, K., Madgwick, R., Lamb, A. L., Ameen, C., Levent, A., Baker, P., Beglane, F., Benkert, H., Bendrey, R., Binois-Roman, A., Carden, R. F., Curci, A., De Cupere, B., Detry, C., Gál, E., Genies, C., Kunst, G. K., Liddiard, R., Nicholson, R., Perdikaris, S., Peters, J., Pigièrre, F., Pluskowski, A. G., Sadler, P., Sicard, S., Strid, L., Sudds, J., Symmons, R., Tardio, K., Valenzuela, A., van Veen, M., Vuković, S., Weinstock, J., Wilkens, B., Wilson, R. J. A., Evans, J. A., Rus Hoelzel, A. und Sykes, N. 2024. The 10,000-year bio-cultural history of fallow deer and its implications for conservation policy. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 121, 8.
- Czichon, R. M., Klinger, J., Hnila, P., Mielke, D. P., Behrendt, S., Böhm, H., Breuer, M., Forster, C., Griggs, C., Klein, M., Koch, M., Kunst, G. K., Lehmann, M., Lorentzen, B., Manning, S. W., Marklein, K., Purschwitz, C., Rössner, C., Tappert, C. und Valsecchi Gillmeister, M. A. 2019. Archäologische Forschungen am Oymaağaç Höyük/Nerik 2016–2018. *Mitteilungen der Deutschen Orient-Gesellschaft zu Berlin* 151, 37–200.
- Gál, E. und Kunst, G. K. 2018. Pathological Observations on Mammalian Remains from the Roman Sanctuary at Carnuntum-Mühlacker (Austria), in: Bartosiewicz, L. und Gál, E. (Hgg.), *Care or Neglect? Evidence of Animal Disease in Archaeology. Proceedings of the 6th meeting of the Animal Palaeopathology*

- Working Group of the International Council for Archaeozoology (ICAZ), Budapest, Hungary, 2016.* Oxford, 45–60.
- Galik, A. und Kunst, G. K. 2020. Animal Remains and Built Space: A Contribution to the Taphonomy of Buildings. *Jahreshefte des Archäologischen Institutes in Wien* 88, 93–95.
- Kunst, G. K., Böhm, H. und Czichon, R. M. 2020. Faunal Refits in Settlement Archaeology: A Case Study from a Hittite Temple. *Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Instituts in Wien* 88, 131–142.
- Kunst, G. K., Böhm, H. und Czichon, R. M. 2021. Bad Contexts, Nice Bones – and Vice Versa? in: Daujat, J., Hadjikoumis, A., Berthon, R., Chahoud, J., Kassianidou, V. und Vigne, J.-D. (Hgg.), *Archaeozoology of Southwest Asia and adjacent areas XIII: Proceedings of the Thirteenth International Symposium, University of Cyprus, Nicosia, Cyprus, June 7–10, 2017*. Archaeobiology 3, 93–111.
- Kunst, G. K., Jettmar, P. und Salzer, R. 2018. A Broken Skate and Scattered Skittles? Worked Bones from the Castle of Grafendorf, in: Drauschke, J., Kislinger, E., Kührtreiber, K., Kührtreiber, T., Scharrer-Liska, G. und Vida, T. (Hgg.), *Lebenswelten zwischen Archäologie und Geschichte*. Festschrift für Falko Daim zu seinem 65. Geburtstag. Vol. 2. Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums 150, Mainz, 941–952.
- Kunst, G. K. und Kirchengast, N. I. 2022. Street, backyard, baths – urban bonescapes from the Roman civilian city of Carnuntum (Lower Austria), in: Poláček, L., Heinrich-Tamáska, O., Nowotny, E. und Eichert, S. (Hgg.), *Über Speisen, Getränke und Macht zwischen Spätantike und Karolingerzeit. Akten der 29. und 30. internationalen Symposien „Grundprobleme der frühgeschichtlichen Entwicklung im mittleren Donauraum“ in Mistelbach, 8.–11. November 2017 und in Brünn, 14.–16. November 2018*. *Grenzach-Wyhlen*. Forschungen zu Spätantike und Mittelalter 5, 149–163.
- Kunst, G. K. und Pacher, M. 2019. Brown bear remains in prehistoric and early historic societies: case studies from Austria. In: Nagel, D. und Kavcik-Graumann, N. (Hgg.), *Festschrift zum 80. Geburtstag von emer. Univ.-Prof. Dr. Mag. Gernot Rabeder*. Berichte der Geologischen Bundesanstalt 132, 89–121.
- Kunst, G. K. und Kührtreiber, T. 2020. Frühe Nachweise des Truthuhns (*Meleagris gallopavo*) aus Österreich, in: Morgenstern, P. (Hg.), *Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorischen Anthropologie*: Vol. 12, Langenweißbach, 161–170.
- Sharif, M. B., Mohaseb, A. F., Zimmermann, M. I., Trixl, S., Saliari, K., Kunst, G. K., Cucchi, T., Czeika, S., Mashkour, M., Orlando, M., Schaefer, K., Peters, J. und Mohandesan, E. 2022. Ancient DNA refines taxonomic classification of Roman equids north of the Alps, elaborated with osteomorphology and geometric morphometrics. *Journal of Archaeological Science* 143, 105624. doi: 10.1016/j.jas.2022.105624
- Yu, H., Jamieson, A., Hulme-Beaman, A., Conroy, C. J., Knight, B., Speller, C., Al-Jarah, H., Eager, H., Trinks, A., Adikari, G., Baron, H., Böhlendorf-Arslan, B., Bohingamuwa, W., Crowther, A., Cucchi, T., Esser, K., Fleisher, J., Gidney, L., Gladilina, E., Gol'din, P., Goodman, S. M., Hamilton-Dyer, S., Helm, R., Hillman, J. C., Kallala, N., Kivikero, H., Kovács, Z. E., Kunst, G. K., Kysely, R., Linderholm, A., Maraoui-Telmini, B., Marković, N., Morales-Muñiz, A., Nabais, M., O'Connor, T., Oueslati, T., Quintana Morales, E. M., Pasda, K., Perera, J., Perera, N., Radbauer, S., Ramon, J., Rannamäe, E., Sanmartí Grego, J., Treasure, E., Valenzuela-Lamas, S., van der Jagt, I., Van Neer, W., Vigne, J.-D., Walker, T., Wynne-Jones, S., Zeiler, J., Dobney, K., Boivin, N., Searle, J. B., Krause-Kyora, B., Krause, J., Larson, G. und Orton, D. 2022. Palaeogenomic analysis of black rat (*Rattus rattus*) reveals multiple European introductions associated with human economic history. *Nature Communications* 13, 2399. doi: 10.1038/s41467-022-30009-z

Metallurgie

- Eichert, S. und Mehofer, M. 2013. Recycelte Römer oder slawische Metallurgen? Interdisziplinäre Studien zur frühmittelalterlichen Buntmetallindustrie im Ostalpenraum. *Archäologie Österreichs* 24/2, 46–54.

- Gavranović, M. und Mehofer, M., 2016. Local forms and regional distributions. Metallurgical analysis of the Late Bronze Age objects from Bosnia. *Archaeologia Austriaca* 100, 87–106. doi: 10.1553/archaeologia100s87
- Grömer, K., Löcker, K. und Mehofer, M. (Hgg.) 2001. Experimentelle Archäologie: Einen Versuch ist es wert, *Archäologie Österreichs* Sonderband 12, Wien.
- Horejs, B. und Mehofer, M. (Hgg.) 2014. *Western Anatolia before Troy: Proto-Urbanisation in the 4th Millennium BC? Proceedings of the International Symposium held at the Kunsthistorisches Museum Wien, Vienna, Austria, 21–24 November, 2012*. Oriental and European Archaeology 1, Wien.
- Jung, R. und Mehofer, M. 2013. Mycenaean Greece and Bronze Age Italy: cooperation, trade or war? *Archäologisches Korrespondenzblatt* 43, 175–193.
- Jung, R., Mehofer, M. und Pernicka, E. 2011. Metal Exchange in Italy from the Middle to the Final Bronze Age (14th–11th cent. B.C.E), in: Betancourt, P. B. und Ferrence, S. C. (Hgg.), *Metallurgy: Understanding How, Learning Why*. Festschrift J. D. Muhly. Prehistory Monographs 29, Philadelphia, 231–248.
- Mehofer, M. 2014. Rasterelektronenmikroskopische Analysen an Objekten des Wiener Neustädter Schatzfundes, in: Hofer, N. (Hg.), *Der Schatzfund von Wiener Neustadt*. Horn, 40–72.
- Mehofer, M. 2014. A note on the copper working remains from Stratum 2 at Hala Sultan Tekke, Cyprus, in: Fischer, P. M. und Bürge, T., The New Swedish Cyprus Expedition 2013. Excavations at Hala Sultan Tekke. Preliminary results. With contributions by R. Árnadóttir, M. Mehofer, F. Köstelbauer, A. Satraki, L. Mazzotta, A. Trecarichi, D. Blattner, B. Stolle und A. M. Johansson, *Opuscula* 7, 75.
- Mehofer, M. 2014. Metallurgy during the Chalcolithic and the Beginning of the Early Bronze Age in Western Anatolia, in: Horejs, B. und Mehofer, M. (Hgg.), *Western Anatolia before Troy: Proto-Urbanisation in the 4th millennium BC? Proceedings of the International Symposium held at the Kunsthistorisches Museum Wien, Vienna, Austria, 21–24 November 2012*. Oriental and European Archaeology 1. Wien, 463–490.
- Mehofer, M. 2015. Guss- und Schmiedetechnik der Bronzezeit: ein Überblick, in: Stöllner, T. und Oegg, K. (Hgg.), *Bergauf Bergab: 10.000 Jahre Bergbau in den Ostalpen. Wissenschaftlicher Beiband zur Ausstellung im Deutschen Bergbau-Museum Bochum vom 31.10.2015–24.04.2016 / Im Vorarlberg Museum Bregenz vom 11.06.2016–26.10.2016*. Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 207, Rahden/Westf., 233–238.
- Mehofer, M. 2016. Çukuriçi Höyük: Ein Metallurgiezentrum des frühen 3. Jts. v. Chr. in der Westtürkei, in: Bartelheim, M., Horejs, B. und Krauß, R. (Hgg.), *Von Baden bis Troia: Ressourcennutzung, Metallurgie und Wissenstransfer*. Oriental and European Archaeology 3, Rahden/Westf., 359–374.
- Mehofer, M. 2022. *Çukuriçi Höyük 3: Ein frühbronzezeitliches Metallhandwerkerzentrum in Westanatolien*. Oriental and European Archaeology 22, Wien.
- Mehofer, M. und Jung, R. 2017. Weapons and Metals: Interregional Contacts between Italy and the Eastern Mediterranean during the Late Bronze Age, in: Fischer, P. M. und Bürge, T. (Hgg.), *“Sea peoples” Up-to-Date: New research on transformations in the Eastern Mediterranean in the 13th–11th centuries BCE*. Denkschriften der Gesamtakademie 81. Contributions to the Chronology of the Eastern Mediterranean 35, Wien, 389–400.
- Penkova, P. und Mehofer, M. 2017. Der Schatzfund von Vălčitrân: Herstellungstechnik und Toreutik, in: Haag, S., Popov, Ch., Horejs, B., Alexandrov, S. und Plattner, G. (Hgg.), *Das erste Gold – Ada Tepe: Das älteste Goldbergwerk Europas*. KHM Wien Sonderausstellung 2017. Wien, 81–86.
- Pernicka, E., Nessel, B., Mehofer, M. und Safta, E. 2016. Lead isotope analyses of metal objects from the Apa hoard and other Early and Middle Bronze Age items from Romania, *Archaeologiae Austriaca* 100, 57–86.
- Pohl, W. und Mehofer, M. (Hgg.) 2010. *Archaeology of Identity – Archäologie der Identität*. Forschungen zur Geschichte des Mittelalters 17, Wien.

DER FORSCHUNGSVERBUND HUMAN EVOLUTION AND ARCHAEOLOGICAL SCIENCES (HEAS)

Gerhard W. Weber

DER FORSCHUNGSVERBUND HUMAN EVOLUTION AND ARCHAEOLOGICAL SCIENCES (HEAS)

Gerhard W. Weber

Basierend auf einer Initiative des Departments für Evolutionäre Anthropologie (DEA) und des Vienna Institute for Archaeological Science (VIAS), beide Universität Wien, wurde im Herbst 2021 durch das Rektorat der Universität Wien ein neuer Forschungsverbund ins Leben gerufen. HEAS, kurz für Human Evolution and Archaeological Sciences (<https://www.heas.at/>), hat sich zum Ziel gesetzt, anthropologische und archäologische Forschungsaktivitäten rund um die menschliche Evolution zu bündeln und Wien zu einer internationalen Drehscheibe in diesem Feld zu machen. Neben den fakultätsübergreifenden sieben Forschungseinheiten an der Universität Wien konnte die Österreichische Akademie der Wissenschaften und das Naturhistorische Museum Wien in das Netzwerk miteinbezogen werden. Mit gegenwärtig 43 Arbeitsgruppenleitern (Principal Investigators – PIs) ist tatsächlich eine Struktur entstanden, die in Europa wenig Vergleichbares findet.

Dass die Evolution des Menschen der letzten zwei Millionen Jahre nur zu verstehen ist, wenn biologische *und* kulturelle Entwicklungen einbezogen werden, ist mittlerweile allgemein anerkannt. Diese Erkenntnis drückt sich aber deshalb noch lange nicht in bestehenden Forschungsstrukturen aus. So ist die biologische Evolution, natürlich nicht zu Unrecht, in Wien an der Fakultät für Lebenswissenschaften angesiedelt, während sich die Archäologien der unterschiedlichen Fachrichtungen an der Historisch-Kulturwissenschaftlichen Fakultät finden. Datierungen, Isotopen-Untersuchungen oder Analysen der Begleitfauna finden zum Teil wieder an anderen Fakultäten oder Zentren statt. Darüber hinaus gibt es in Wien noch zwei weitere sehr potente Institutionen, die Österreichische Akademie der Wissenschaften und das Naturhistorische Museum, die ebenfalls in diesen Sparten forschen, Materialien sammeln und kuratieren. Durch den Forschungsverbund HEAS ist nun ein thematisch kohärentes Netzwerk von beachtlicher Größe entstanden, das Exzellenz und außergewöhnliche Expertise aus verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen vereint und dessen Leitbild folgendermaßen lautet:

Our mission is to study human biological and cultural evolution together in an interdisciplinary network comprising evolutionary anthropology, archaeology, genetics, palaeontology, life history, behavioural biology, isotope physics, geophysics, remote sensing, geology, environmental systems science, geochemistry, and material sciences.

DIE STRUKTUR DES FORSCHUNGSVERBUNDES HEAS

Die in HEAS zusammenarbeitenden Forschungseinheiten sind in Abb. 1 dargestellt. Zentral für das Thema der menschlichen und frühen kulturellen Evolution sind natürlich die evolutionäre Anthropologie sowie die naturwissenschaftliche Archäologie und Ur- und Frühgeschichte. Da aber Forschung in diesen Gebieten heute nicht mehr denkbar ist ohne den Einsatz modernster und hochspezialisierter naturwissenschaftlicher Methoden und den umfangreichen Zugang zu Vergleichsmaterialien, ist es zwingend erforderlich, zum Beispiel

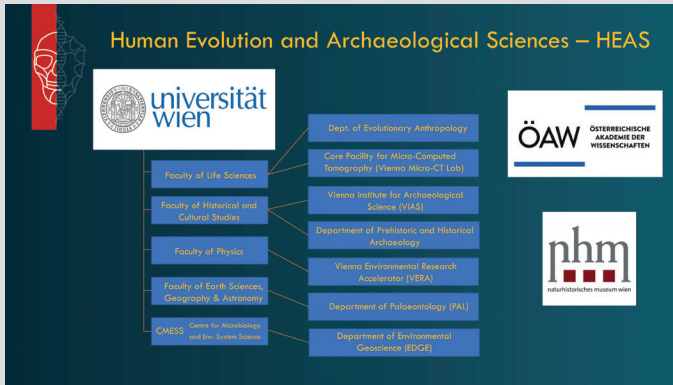


Abb. 1. Die Struktur von HEAS

Mikro-Computer-Tomographie, Massenspektrometrie, Geoanalytik, Archäometrie, Geoarchäologie wie auch die allgemeine Paläontologie eng einzubeziehen. HEAS als „horizontale Struktur“ an der Universität Wien erreicht dadurch eine interdisziplinäre Zusammenarbeit über die Fachgrenzen von bisherigen vertikalen Organisationsstrukturen hinaus, indem fünf Fakultäten/Zentren unter einem Dach hinsichtlich eines gemeinsamen Themenbereichs kooperieren. Interessant ist, dass die Infrastruktur und die wissenschaftliche Expertise in Form von Forschenden an der Universität Wien dafür bereits fast vollständig vorhanden waren, man also ohne große Investitionen eine nutzbringende und entwicklungsfähige Struktur schaffen konnte. Darüber hinaus ist die Zusammenarbeit mit den beiden externen Partnern in Wien eine von allen Seiten willkommene Bereicherung. Sowohl an der Akademie der Wissenschaften als auch am Naturhistorischen Museum beschäftigen sich zahlreiche Wissenschaftler:innen und Abteilungen ebenfalls mit menschlicher Evolution und naturwissenschaftlicher Archäologie, bzw. mit eng damit zusammenhängenden Gebieten wie etwa Primatologie, Geologie oder Archäometrie. HEAS schafft nun ein tragfähiges Gerüst für eine, vielleicht längst überfällige, Zusammenarbeit und den wünschenswerten Austausch in der unmittelbaren Nachbarschaft.

Die formalen Inhalte des Forschungsverbundes können wie folgt zusammengefasst werden:

- Bündelung der Forschungsaktivitäten in den Bereichen „Menschliche Evolution“ und „Archäologische Wissenschaften“ an der Universität Wien und mit den externen Partnern sowie Integration der gesammelten vorhandenen Expertise.
- Wien als international anerkannten Forschungsstandort in den beiden genannten Bereichen zu etablieren.
- Schaffung einer Ausgangsbasis für Pilotstudien, Forschungsprojekte und für gemeinsame Anträge für Drittmittel.
- Entwicklung und Stärkung nationaler und internationaler Forschungspartnerschaften und Kooperationen, auch unter Zurverfügungstellung von Infrastruktur.
- Förderung von Wissenstransferaktivitäten durch Entwicklung neuer und Stärkung bestehender Verbindungen zwischen den Partnerinstitutionen (z. B. Workshops, Trainings, Symposien), Förderung von Nachwuchswissenschaftler:innen und Förderung des Wissensaustauschs mit der Gesellschaft durch öffentlichkeitswirksame Veranstaltungen.

Der Forschungsverbund HEAS wurde zunächst für vier Jahre genehmigt (bis Herbst 2025) und verfügt über ein eigenes Budget zur Umsetzung seiner Ziele. Die Leistungen des Verbundes werden jährlich evaluiert, die Leitung bestehend aus einem Direktor (für die ersten zwei Jahre Gerhard Weber, seit Oktober 2023 Tom Higham) und drei Vize-Direktoren (für die ersten zwei Jahre Tom Higham, Ron Pinhasi, Immo Trinks) werden vom Rektorat bestimmt. HEAS ist damit relativ flexibel, weil es als horizontale Struktur ausschließlich und direkt vom Rektorat kontrolliert wird. Die Kooperationsvereinbarungen mit den externen Partnern sind für jeweils zwei Jahre abgeschlossen und können im gegenseitigen Einvernehmen verlängert werden. Die Leitung des Verbundes, welche für die operativen täglichen Entscheidungen, die Administration und die Repräsentation nach außen verantwortlich ist, wird unterstützt von einem Management Board, das Mitglieder aus jeder beteiligten Einheit enthält. Dort werden längerfristige und strategische Entscheidungen diskutiert. HEAS wird über eine eigene Kostenstelle an der Universität Wien abgewickelt und kann auch eigenständig Projekte ausführen bzw. Personal anstellen. HEAS verfügt als fakultäts- und organisationsübergreifende Struktur allerdings über keine eigenen Ressourcen wie Gebäude, Labore oder Geräte. Eine Abstimmung mit den jeweils betroffenen Organisationseinheiten ist daher stets notwendig. Alle beteiligten Einheiten haben bei der Vertragserrichtung bereits bekannt gegeben, welchen Grundstock an Mitteln und Ressourcen sie dem Verbund zur Verfügung stellen.

DIE AKTIVITÄTEN VON HEAS

Das wichtigste Instrument eines Netzwerkes ist die Stimulation der Interaktionen zwischen den beteiligten Einheiten. Isolierte Forschungsgruppen, auch wenn sie unter einem offiziellen gemeinsamen, aber virtuellen, Dach zusammengefasst werden, sind genau das Gegenteil von dem, was ein funktionierender Forschungsverbund braucht. Damit HEAS nicht ein potemkinsches Dorf mit bunten Bildern auf einer Webseite bleibt, ein leerer Sack ohne Inhalte, wurde vom Start weg Wert darauf gelegt, Forschungspartner einander näher zu bringen, sowohl intern, als auch mit externen Wissenschaftler:innen. Es braucht natürlich Zeit, Möglichkeiten zu erkennen, Inhalte auszutauschen, Vertrauen zu entwickeln, eine gemeinsame Linie zu verfolgen. Das stärkste Bindemittel für ein menschliches Netzwerk ist das gegenseitige Kennenlernen. Das schließt die Forschung ebenso ein wie die Personen. Bereits in den ersten 18 Monaten seit der Gründung von HEAS haben sich zahlreiche positive Entwicklungen gezeigt, diesem Ziel näher zu kommen.

Fast ebenso wichtig wie die Möglichkeit zur Interaktion ist die Identifikation mit einer Einheit, die Sinn macht und auch erfolgreich ist. HEAS hatte von Anfang an ein großartiges Momentum, vielleicht weil es zur rechten Zeit ein Vakuum gefüllt hat, das von mehreren schon lange wahrgenommen wurde. Die Sinnhaftigkeit der zentralen Thematik „Wir erforschen die biologische *und* kulturelle Evolution des Menschen in einem gemeinsamen Rahmen“ ist so einfach wie einleuchtend, und war dennoch nicht selbstverständlich. Die Mission von HEAS musste nicht künstlich erzeugt werden, niemand musste überredet werden, sie lag einfach auf der Hand. Das ist noch kein Garant dafür, dass eine Sache funktioniert. Doch das tut sie, auch weil die meisten Menschen gerne stolz sind auf das, was sie gemeinsam geschaffen haben. HEAS hat bereits in seiner Anfangsperiode in den

beiden üblichen Bewertungskategorien des Wissenschaftsbetriebs – Publikationen und Drittmittel – Einiges zu bieten. In den ersten 18 Monaten kamen 49 Publikationen mit HEAS-Affiliation (nur diese zählen) zustande, darunter fünf Artikel in *Science*, drei in *Nature*, zwei in *PNAS*, eine in *Nature Human Behaviour* und eine in *Cell Genomics*. Unter den Fördergebern, die HEAS PIs fördern, sind der Europäische Forschungsrat (European Research Council, ERC), der Österreichische Wissenschaftsfonds (FWF), die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), die Volkswagenstiftung, die Harvard University, die John Templeton Foundation und die National Geographic Society.

Die Forschungsrichtungen, die dabei in HEAS durch die 43 PIs vertreten sind, sind zahlreich und vielfältig, was die Möglichkeiten für interdisziplinäre Forschung in diesem Netzwerk unterstreicht. Zu den Themenbereichen der Arbeitsgruppenleiter:innen zählen: menschliche Evolution, funktionelle Morphologie, Dentalanthropologie, Radiokarbondatierung, Paläogenetik, Paläoproteomik, Bioarchäologie, Isotopenphysik, Life History und Paläopathologie, archäologische Prospektion, Geoarchäologie, Landschaftsarchäologie, Frühgeschichte, Akzelerator-Massenspektrometrie, Neolithisierung, Vertebraten-Paläontologie, Kulturgutstudien, historische Ökonomie, wissenschaftliche Bürgerbeteiligung, Archäometrie, Gesteinsherkunft, Mensch-Tier-Beziehungen, Archäometallurgie, Herstellung von Steinwerkzeugen, Rückstandsanalysen, Mensch-Umwelt-Interaktionen, Feldforschungen und Ausgrabungen, Evolutionäre Demographie, Statistische Genetik, Handwerksorganisation, Archäozoologie, Bioarchäologie, Nahrungsmittelarchäologie, materielle Kultur, Textilforschung, Sozialarchäologie, Mobilität, Paläoklima, Paläogeographie, Stratigraphie, Archäobotanik, Keramikforschung, Genderarchäologie, Tierdomestikation, Paläodiversität, Verhaltensökologie, Paläopathogene (siehe <https://www.heas.at/category/about/team-leaders/>). Dass nicht zwangsläufig alle Bereiche in konkreten Projekten miteinander kombiniert werden können, ist selbstverständlich. Aber die Auseinandersetzung mit den – für die eigene Arbeitsgruppe „fachfremden“ – Themen kann neue Ideen für Forschungsansätze induzieren, und die Methodik der einen Disziplin ist oft überraschend effizient und einfach in einer anderen anwendbar.

Um diesen Austausch innerhalb des Netzwerkes zu stimulieren, wurde die HEAS Pecha Kucha Series ins Leben gerufen. Alle PIs und ihre Postdocs und PhDs halten in regelmäßigen Abständen Vorträge in diesem aus Japan stammenden Kurzformat. Dabei sind die Präsentationen von 20 Folien für jeweils 20 Sekunden fest vorgegeben. Das bedeutet, ein Inhalt muss so verständlich komprimiert werden, dass in 6 Minuten und 40 Sekunden das Wesentliche gesagt ist. Text und Bilder müssen also sehr prägnant sein. Anschließend werden von den Teilnehmenden der Vortrags-Sessions Fragen gestellt und diskutiert. Durch die konkreten Inhalte ergeben sich oft schon unmittelbar Ansätze zur Zusammenarbeit im Netzwerk, die vorher nicht offensichtlich waren. Diese Kurzpräsentationen eignen sich zudem hervorragend, um sie anschließend auf YouTube online zu stellen, was wiederum den Außenauftritt von HEAS unterstützt, weil somit für Netzwerk-Externe eine Bibliothek von interessanten Themen aufgebaut wird. Das Format wurde in Covid-19 Zeiten etabliert. Die Organisation der Vorträge als Videokonferenz hat sich aber so gut bewährt, dass sie auch weiterhin beibehalten wird. So können Interessierte auch von unterwegs problemlos teilnehmen und die entstehenden Diskussionen sind auch über das elektronische Medium lebhaft und instruktiv.

Eine weitere Aktionsschiene sind die HEAS Workshops. Das sind ein- bis zweitägige Präsenz-Veranstaltungen, bei denen konkret und persönlich Inhalte vermittelt werden. Das Hauptaugenmerk liegt hier im Anwendungsbereich, also Techniken und deren Hintergründe vorzustellen und diese gleich anhand konkreter Objekte oder Daten auszuprobieren. Für Workshops sind auch netzwerk-externe Personen zugelassen, sofern es die maximal sinnvolle Teilnehmerzahl zulässt.

Um HEAS in der internationalen wissenschaftlichen Gemeinschaft bekannt zu machen und Wien als ein aktives Zentrum im Bereich der menschlichen Evolutionsforschung und archäologischen Wissenschaften zu verankern, wurden die HEAS Keynote Lectures geschaffen. Zweimal im Jahr werden besonders renommierte Kolleg:innen aus dem Ausland eingeladen, um längere Grundsatzzvorträge zu halten und den entsprechenden wissenschaftlichen Diskurs anzuregen. Als unsere ersten Gäste durften wir im Frühjahr 2022 Professorin Katerina Harvati von der Universität Tübingen und Professorin Mirjana Roksandic von der Universität Winnipeg begrüßen, um mehr über die paläolithische Forschung in Südosteuropa zu erfahren, wo in letzter Zeit aufsehenerregende menschliche Funde auftauchten. Katerina Harvati ist außerdem die Präsidentin der Europäischen Gesellschaft zur Erforschung der Menschlichen Evolution (ESHE), einem der wichtigsten weltweiten Dachverbände dieser Art. In der zweiten HEAS Keynote Lecture im Herbst 2022 präsentierte nicht minder publikumswirksam Professor Ernst Pernicka von der Universität Heidelberg seine neuesten Erkenntnisse zur berühmten Himmelscheibe von Nebra. In der dritten HEAS Keynote Lecture im Mai 2023 hatten wir Professor Chris Stringer vom British Museum in London zu Gast, der als europäische Koryphäe der neueren menschlichen Evolution gilt, also der Entstehung von modernen Menschen und Neanderthalern im Mittleren und Späten Pleistozän. Bei diesem Event haben wir uns entschieden, auch jüngeren Forscher:innen eine Plattform für einen großen Auftritt zur Verfügung zu stellen. Alessandro Urciuoli, ein junger Postdoc der Universität Barcelona, gab uns als Auftakt vor dem Referat von Chris Stringer Einblicke in den gegenwärtigen Stand der Forschung an Innenohrstrukturen, die großen Wert bei der taxonomischen Einordnung von homininen Fossilien besitzen. Die Keynote Lectures werden als Hybridveranstaltung organisiert, also als Präsenzvorträge in großen Hörsälen der Universität abgehalten, aber gleichzeitig auch per Videokonferenz mit sehr hohen Teilnehmerzahlen übertragen. Die aufgezeichneten Keynote Lectures wandern dann natürlich wieder in unseren YouTube Kanal, sofern die Vortragenden zustimmen.

Vor allem in Hinblick auf die Internationalisierung wurde eine weitere Schiene von Veranstaltungen geschaffen, die HEAS Seminar Series. Diese gibt es für gleich drei Themenrichtungen, nämlich „Menschliche Evolution und Paläolithik“, „Paläogenetik“ und „Naturwissenschaftliche Archäologie“. In jedem der drei Bereiche werden pro akademischem Jahr neun Redner:innen aus dem In- und vor allem Ausland eingeladen, Vorträge zu halten. Wie bei den Keynote Lectures werden die Veranstaltungen im Hybrid-Modus organisiert, so dass räumlich entfernte oder nicht mobile Kolleg:innen ebenso teilnehmen können. Wann immer möglich, bereichern auch diese Aufzeichnungen unseren YouTube-Kanal. Die Vorträge finden meist kurz nach Mittag statt, so dass die Vortragenden dann noch ausgiebig Zeit haben, Kontakte mit den lokalen Forscher:innen zu knüpfen oder auszubauen, die Labore kennenzulernen, und über sich anbahnende Forschungs Kooperationen

zu sprechen. Die Serie wurde im Herbst 2022 gestartet und erfreut sich großer Beliebtheit, sowohl auf Seiten der Eingeladenen wie auch der Zuhörerschaft. Die Liste der Vortragenden liest sich bereits im ersten Jahr wie ein „Who is Who“ der Evolutionsforschung und archäologischen Wissenschaften.

Neben diesen etablierten Aktionsschienen bleibt HEAS flexibel offen für weitere Veranstaltungen zwischendurch. Wenn zum Beispiel ein:e renommierte:r Kolleg:in nach Wien kommt, organisieren wir spontan einen Vortrag oder eine Podiumsdiskussion außerhalb der oben genannten Reihen. Auch mit fünf Herausgeber:innen der *Nature*-Gruppe wurde zum Beispiel eine ganztägige Veranstaltung von HEAS, inklusive Diskussionen über mögliche neue Publikationen, durchgeführt. Wichtig bleiben der wissenschaftliche Austausch, die stimulierenden Anregungen, und die Bekanntmachung unseres Forschungsverbundes.

Als sehr konkretes Instrument, um interdisziplinäre Forschung innerhalb des Forschungsverbundes anzuregen, wurden die HEAS Seed Grants etabliert. Jeweils im Februar, Juni und Oktober jeden Jahres können alle Forscher:innen im Verbund Anträge stellen, um Mittel zur Durchführung von Pilotprojekten zu erhalten. Die besten Anträge in jeder Runde werden mit jeweils 3.000 € gefördert. Entschieden wird durch eine Bewertung des Management Boards. Ausschlaggebend sind, neben der wissenschaftlichen Qualität selbstverständlich, der interdisziplinäre Charakter des Projektes, bei dem verschiedene Einheiten des Verbundes miteinander kollaborieren sollen, und der langfristige Impact. Viele der eingereichten Anträge haben das Ziel, den Pilotversuch für einen größeren Drittmittelantrag zu verwenden, in ein größeres internationales Projekt zu münden oder Ressourcen zu schaffen, die von vielen externen Quellen genutzt und zitiert werden können. Beispielsweise seien einige geförderte Anträge genannt: „Analyzing Altamira: The first aDNA analyses of the renowned cave paintings from northern Spain“; „Assessing the differential DNA preservation in Palaeolithic sediments and osseous tools from museum collections“; „New micro-archaeological approach for understanding stages of sedentism in the Balkan Neolithization process“; „dbHAP: A database for understanding and visualizing genomic diversity with human ancestral populations“; „Exploring the Narrenturm Pathological Collection“; „Health and diet intertwined: co-analysing genetic markers with dietary stable isotopes of subadults from Roman and Early Medieval Croatia“; „Cemeteries in the Southeastern Upper Danube River Basin during the Roman Climate Optimum and Late Antique Little Ice Age“.

DIE ZUKUNFT VON HEAS

Das „alte“ Rektorat der Universität Wien hat die Gründung dieses Forschungsverbundes 2021 ausgesprochen tatkräftig unterstützt und die möglichen Vorteile für Querverbindungen innerhalb der Universität, aber auch zwischen der Universität, der Akademie und dem Naturhistorischen Museum erkannt und gefördert. Auch die jeweiligen Leitungen der Akademie und des Museums haben sich dieser Perspektive angeschlossen und die Erweiterung des Verbundes ermöglicht. Das „neue“ Rektorat konnte nun Ende 2022 einen ersten Zwischenbericht entgegennehmen. Unser Eindruck ist, dass die bisherige Bilanz beeindruckend war und HEAS damit auf einem guten Weg in die Zukunft ist. Die Bereitschaft, den

Forschungsverbund weiter zu unterstützen, auch über die ersten vier Jahre hinaus, scheint gegeben. Viel wird davon abhängen, wie sich die Vernetzung der beteiligten Institutionen entwickelt, welche neuen Forschungsprojekte entstehen, welche Drittmittelanträge erfolgreich eingeworben werden können, und wie die internationalen Verbindungen sich auf die Positionierung Wiens als Drehscheibe für die Erforschung der menschlichen wie auch der frühen kulturellen Evolution auswirken. Ganz wichtig in diesem Zusammenhang wird sein, ob junge Forscher:innen das bunte Spektrum des von HEAS vertretenen Angebots erkennen und sich in Wien niederlassen, um zukünftig hier gemeinsam mit Anderen innovative Forschungsprojekte anzugehen und die Wissenschaft in einem motivierenden, sich befruchtenden Umfeld voranzutreiben.

GEOARCHÄOLOGIE IN ÖSTERREICH

Kerstin Kowarik, Roderick B. Salisbury

GEOARCHÄOLOGIE IN ÖSTERREICH

Kerstin Kowarik, Roderick B. Salisbury

„Every problem in archaeology starts as a problem in geoarchaeology.“ (Renfrew 1976)

WAS IST GEOARCHÄOLOGIE?

Die Beziehung zwischen Archäologie und Geowissenschaften zählt zu den ältesten in der Entwicklungsgeschichte der archäologischen Forschung. Auch ist sie auf das Engste mit der Genese beider Fachrichtungen verknüpft (Pollard 2016).

Das Forschungsfeld der Geoarchäologie ist hingegen relativ jung. Der Begriff wurde von Colin Renfrew 1976 geprägt (Renfrew 1976). Bereits im 20. Jahrhundert kam es im anglo-amerikanischen Raum zu einer ersten Institutionalisierung dieses Forschungsfelds. Hingegen verwendeten deutschsprachige Autor:innen den Begriff in den 1980er- und 1990er-Jahren nur selten (Brückner et al. 2022). Vielmehr wurde hier je nach Fragestellung, chronologischem Schwerpunkt und angewandter Methoden Siedlungsarchäologie, Landschaftsarchäologie, Umweltarchäologie oder Quartärforschung betrieben. Die Institutionalisierung erfolgte im deutschsprachigen Raum erst in den 2000er-Jahren (z. B. 2004 Gründung des Arbeitskreises Geoarchäologie, seit 2009 an verschiedenen deutschen Lehrstühlen verankert) (Goldberg und Conard 2022: V–VII).

Geoarchäologie integriert eine große Bandbreite an Perspektiven, Methoden und Gegenständen (Brückner et al. 2022: 4; Goldberg et al. 2022: 3). Es existieren zahlreiche Konzepte und Definitionen, was unter Geoarchäologie im Detail zu verstehen ist. Generell ist festzuhalten: 1) Geoarchäologie arbeitet an der Schnittstelle von Natur- und Kulturwissenschaften und ist 2) durch die Integration zweier Wissenschaftsdomänen (Kultur- und Naturwissenschaften) grundsätzlich ein interdisziplinäres Forschungsfeld (Brückner et al. 2022).

BÖDEN UND SEDIMENTE – ZENTRALE, ABER VERNACHLÄSSIGTE KULTURARCHIVE

Die Geoarchäologie analysiert natürliche und anthropogene Sedimente zur Klärung ihrer Forschungsfragen. Sedimente speichern nicht nur eine enorme Menge an Informationen über kulturelle und nicht-kulturelle Prozesse, sondern sie bilden auch die überwiegende Masse des archäologischen Quellenbestands. Doch werden Sedimente und Böden im Allgemeinen als „Hintergrundrauschen“ in der Untersuchung der menschlichen Existenz behandelt (Salisbury et al. 2022).

METHODEN UND FRAGESTELLUNGEN

Geoarchäologie nutzt Methoden der Geowissenschaften (u. a. Geomorphologie, Sedimentologie, Bodenkunde, Geochemie, Geophysik, Geodäsie) in einem archäologischen Kontext (French 2015; Brückner et al. 2022; Goldberg et al. 2022).

Die Methoden der Geoarchäologie haben in den letzten Jahren eine enorme Entwicklung, Verfeinerung und Neuausrichtung erfahren (z. B. Goldberg et al. 2022: 4–5; Salisbury et al. 2022). Durch die immer stärker werdende interdisziplinäre Integration verwischt sich die Grenzziehung zwischen geowissenschaftlichen Methoden und archäologischen Fragestellungen zusehends, denn Methoden und Fragestellungen beider Wissenschaftsdomänen werden angepasst und weiterentwickelt, um integrierte Fragestellungen mit höchster Präzision zu verfolgen. Die technologischen Entwicklungen der letzten Jahre haben dazu geführt, dass die etablierten Bodenanalyseverfahren um bahnbrechende neue Methoden ergänzt werden können. Hierzu zählen die Analyse von Lipid-Biomarkern, Proteinen und alter DNA ebenso wie die verstärkte systematische Anwendung mikromorphologischer Ansätze (Salisbury et al. 2022).

Diese Entwicklungen ermöglichen es einerseits, mit neuen Perspektiven auf etablierte Forschungssujets der Geoarchäologie zu blicken, wie Mensch-Umwelt-Beziehung, Bodenbildung und Erosionsprozesse, Bildung anthropogener Ablagerungen oder Landschaftsgenese. Andererseits können im Rahmen bio-geoarchäologischer Forschungen nun vollkommen neue Fragen in größeren Kontexten gestellt werden. Allerdings erfordert dies auch eine „erneute Hervorhebung von Böden und Sedimenten als archäologische Materialien“ (Salisbury et al. 2022: 319).

GEOARCHÄOLOGIE IN ÖSTERREICH: THEMEN UND METHODISCHE ZUGÄNGE

Wie auch im weiteren deutschsprachigen Umfeld hat der Umfang geoarchäologischer Forschung an österreichischen Wissenschaftsinstitutionen über die letzte Dekade deutlich zugenommen. Häufig sind diese Arbeiten Teil größerer interdisziplinärer Projekte, die zumeist an Institutionen angebunden sind, die sich durch starke Forschungstraditionen in methodisch oder thematisch nahestehenden Bereichen auszeichnen. Eine Grenzziehung zwischen enger Zusammenarbeit zweier oder mehrerer eigenständiger Disziplinen und dezidierter geoarchäologischer Forschung ist hierbei keineswegs einfach vorzunehmen; die Übergänge sind fließend. Im Folgenden werden ausgewählte Beispiele von Forschungsarbeiten österreichischer Institutionen im In- und Ausland vorgestellt.

Landschaftsgenese, Mikroregionen, Verkehrswege und Netzwerke

Geoarchäologische Forschung kann in allen Maßstabsbereichen von der Landschaftsebene zum Einzelbefund durchgeführt werden. Eine der häufigsten Untersuchungsebenen ist die Landschaftsebene. Dabei stellt die Tallandschaft eine gängige Untersuchungseinheit dar. Im Allgemeinen zielen diese Forschungszugänge auf die Rekonstruktion prähistorischer bzw. antiker Landschaften, Siedlungssysteme und Verkehrsnetzwerke ab.

So konnten beispielsweise Wissenschaftler:innen des Instituts für Urgeschichte und Historische Archäologie (IUHA) und des Vienna Institute for Archaeological Science (Universität Wien) im Rahmen von Fallstudien in der Toskana, Sizilien, Kroatien und Norwegen durch die Rekonstruktion vergangener Landschaftselemente, die Analyse antiker Siedlungslandschaften und die Rekonstruktion von Küstentopographien neue Erkenntnisse zu Lage

und Funktion prähistorischer bzw. antiker Fundstellen gewinnen und hierauf aufbauend Einblicke in terrestrische wie maritime Mobilität und Netzwerke erlangen (Draganits et al. 2015; Draganits et al. 2019; Salisbury und Draganits 2020; Sevara et al. 2020). Dabei kam in variierenden Konstellationen ein Multi-Proxy-Ansatz zum Tragen, der Methoden der Fernerkundung (Airborne Laser Scanning, Airborne Laser Bathymetry) mit geophysikalischen Bodenerkundungsverfahren sowie sedimentologischen und geochemischen Analysen verband. Auch wurden Surveys und geophysikalische Prospektion sehr erfolgreich für die Lokalisierung bislang unbekannter neolithischer und bronzezeitlicher Siedlungsstellen im nördlichen Ungarn eingesetzt (Fábián et al. 2016). Im Besonderen ist hier die zentrale Rolle von Phosphatanalysen und Bohrprospektionen herauszustreichen.

Forschungen des Österreichischen Archäologischen Instituts (ÖAI) im Mittelmeerraum und auf dem Balkan weisen eine lange Tradition in interdisziplinärer Erforschung von Siedlungskammern auf. Untersuchungen in den Tallandschaften von Kaikos und Kaystros (Türkei) konnten z. B. durch einen kombinierten Ansatz von geoarchäologischen Surveys, Geophysik und Paläogeographie wesentliche neue Daten zur Ausdehnung und Struktur von Siedlungsstellen, Besiedlungsphasen sowie Umweltbedingungen erbringen (Stock et al. 2015; Horejs 2017; Cveček 2022). Ein kombinierter mikroregionaler Zugang aus archäologischen Surveys, Geophysik und Bohrprospektion, Radiokarbondatierungen an Sedimentbohrkernen, GIS-Analysen und Materialuntersuchungen verdichtete für die Pusta Reka-Region (Serbien) den Kenntnisstand zur prähistorischen Besiedlung dieser Region erheblich und erbrachte Einblicke in Landschaftsentwicklung und -nutzung (Brandl und Hauzenberger 2018; Horejs et al. 2018). Schließlich bildet die Erforschung der ephesischen Hafenlandschaft sowie der komplexen Siedlungskammer von Ephesos einen wesentlichen Schwerpunkt der Ephesos-Forschung. Hierbei spielt die Analyse von Bio- und Geoarchiven eine zentrale Rolle. Ein Forschungsprogramm, das ausgedehnte Surveytätigkeit (Begehung, Bauaufnahme, geophysikalische Prospektion) mit einem umfangreichen Tiefbohrprogramm und archivalischen Studien verbindet, fokussiert auf die Entwicklung der Siedlungsstruktur in Stadt und Umland sowie die Rekonstruktion der Veränderungen dieser hochdynamischen Landschaft (z. B. Verlagerung der Küstenlinie, Versumpfungen), aber auch auf die Erkundung neuer Fundstellen und die Entwicklung des komplexen Hafensystems (Ladstätter 2017; Stock et al. 2019; Stock et al. 2020).

Mikroregionale Fallstudien im Inland umfassen zum Beispiel die Arbeiten des Ludwig Boltzman Instituts für Archäologische Prospektion und Virtuelle Archäologie (LBI ArchPro) im Kreuttal (Niederösterreich). Für die Rekonstruktion der archäologischen Landschaft wurden Bohrprofile angefertigt sowie stratigraphische Untersuchungen, bodenchemische Analysen und geophysikalische Vermessungen durchgeführt. Dabei stand auch ein „Langzeitthema“ österreichischer geoarchäologischer Forschung im Zentrum des Interesses: die neolithischen Kreisgrabenanlagen im östlichen Österreich. Bereits in den 1980er-Jahren wurden hier Verfüllungsprozesse in einer engen Verzahnung von Archäologie und Geowissenschaften untersucht (Verginis und Trnka 1987). Aktuelle Untersuchungen umfassen tragbare Röntgenfluoreszenzspektroskopie für die in situ-Charakterisierung der Sedimente und stratigraphischen Einheiten einer Kreisgrabenanlage bei Hornsburg (Niederösterreich) (Kucera et al. im Druck). Eine geoarchäologisch ausgerichtete Doktorarbeit am IUHA befasst sich aktuell mit der Mikroregion Hornsburg (Doris Jetzinger).

Ein Landschaftsbereich, der für die Forschung in Österreich von besonderer Relevanz ist, der alpine Raum, ist aktuell noch wenig durch geoarchäologische Arbeiten beforscht. Jedoch könnte gerade die diffizile hochalpine Situation von geoarchäologischer Arbeit profitieren, gleichzeitig sind die Erfahrungswerte hier noch gering. Ein Projekt im Umfeld des Hallstätter Hochtals fokussiert aktuell auf prähistorische Hochweidennutzung, alpine Bodengenese und die Auswirkungen klimatischer Veränderungen im hochalpinen Raum (Kowarik et al. 2022). Hierzu werden in der Mikroregion des Grafenbergsees geophysikalische, geochemische, mikromorphologische und paläoökologische Untersuchungen durchgeführt.

Bergbau und Rohmaterialgewinnung

Geowissenschaftliche und geoarchäologische Ansätze sind eng mit archäologischen Forschungen zu Bergbau und Rohmaterialgewinnung verknüpft. Dabei stehen als Themen Rohmaterialherkunft, Abbautechnologie, die landschaftsverändernde Dynamik von Bergbau wie auch der Umgang mit Naturgefahren im Fokus des Forschungsinteresses.

Umfangreiche Forschungen zu Rohmaterialherkunft und Lagerstättenkunde werden von Wissenschaftler:innen des ÖAI z. B. im Hinblick auf Silex, Marmor und Tonrohstoffe betrieben. Hier kommen in Fallstudien vom Mittelmeerraum bis in das Wiener Becken geoarchäologische Surveys sowie eng integrierte archäologisch-geowissenschaftliche Zugänge zum Tragen (siehe hierzu z. B. Brandl et al. 2018; Brandl et al. 2020; Schwall et al. 2020; Fragnoli et al. 2021; Anevlati et al. 2022; sowie die Beiträge in diesem Band).

Auch die Forschungen im Hallstätter Bergbaurevier (Oberösterreich) durch das Naturhistorische Museum Wien blicken auf eine lange und enge Beziehung zwischen Archäologie und Geowissenschaften zurück. Die Forschungsarbeiten konzentrieren sich dabei einerseits auf die Erfassung der Ausdehnung des bekannten Grubengebäudes sowie die Entdeckung bislang unbekannter Abbaubereiche in einem kombinierten Zugang aus geophysikalischen Methoden und Bohrkerenauswertungen (Ottowitz et al. 2021). Andererseits ist die Erforschung des Massenbewegungsgeschehens, das mehrfach zur Verschüttung der prähistorischen Abbaureviere führte, Gegenstand der Forschung. In einem integrierten Ansatz von geophysikalischen Messverfahren (geoelektrische Messungen im Hochtal, bathymetrische Vermessungen des Hallstätter Sees) und lithostratigraphisch-sedimentologischen Untersuchungen an Tiefbohrkernen aus den Murenkörpern im Hochtal sowie an Sedimenten des Hallstätter Sees konnte ein umfassendes Register an geologischen Extremereignissen aufgebaut werden (z. B. Strasser et al. 2020; Lauterbach et al. 2022). Unter Einbeziehung weiterer interdisziplinärer Arbeiten konnte ein vollkommen neues Bild der Mensch-Umwelt-Beziehung im Hinblick auf den Umgang mit Naturgefahren und die Auswirkungen extremer Naturereignisse entwickelt werden (z. B. Festi et al. 2021; Kowarik et al. 2022).

Forschungen der Universität Innsbruck im Kupferrevier von Prigglitz-Gasteil (Niederösterreich) beschäftigten sich – aufbauend auf lithostratigraphischen Auswertungen von Tiefbohrungen in Kombination mit geophysikalischen Untersuchungen – mit der Rekonstruktion der prähistorischen Landschaftstopographie und der Lage der Bergbauhalden (Trebsche et al. 2022). Bodengeochemische Analysen sowie weitere geoarchäologische Untersuchungen aus dem Siedlungsbereich befinden sich in Vorbereitung zur Publikation.

Quartärarchäologie / Quartärforschung

Bio- und Geoarchive stellen für die quartärarchäologische Forschung nahezu von Beginn an Quellen von grundlegender Bedeutung dar. Entsprechend sind sedimentbezogene Forschungsansätze tief in der wissenschaftlichen Praxis dieses Forschungsbereichs verankert. Wissenschaftler:innen der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, der Universität Innsbruck, der Universität Wien und des Naturhistorischen Museums Wien verfolgen im Bereich der Quartärforschungen Ansätze, die geo- und bioarchäologische Methoden eng integrieren und u. a. auf das Verständnis von Schichtgenese sowie die Rekonstruktion vergangener Umweltbedingungen abzielen (Schilt et al. 2017; Händel et al. 2021; Noiret et al. 2021; Reiss et al. 2022; Spinapolice et al. 2022).

On site

On site-Arbeiten haben sich zuletzt mit taphonomischen Fragestellungen, Aktivitätszonen und Nutzungsbereichen sowie rituellen Praktiken befasst. Zunehmend kommen besonders in diesem Feld mikroarchäologische Ansätze zur Anwendung (siehe Cereda, Stahlschmidt und Webster in diesem Band).

Multielement-Bodenchemie und stratigraphische Rekonstruktionen konnten in mehreren neolithischen und kupferzeitlichen Siedlungen in Ostungarn erfolgreich für die Identifikation von Aktivitäts-/Nutzungszonen eingesetzt werden. Auch Veränderungen in der räumlichen Organisation im Laufe der Zeit konnten nachgezeichnet werden (Salisbury 2016). Gegenstand der laufenden Forschungen ist einerseits die Fortsetzung dieser Arbeiten und andererseits die Erweiterung des Untersuchungszeitraums auf die frühe Bronzezeit sowie die Einbeziehung von Sedimentary ancient DNA (SedaDNA)-Analysen.

In einem Forschungsprojekt des ÖAI wurden mikrostratigraphische und bodenchemische Untersuchungen an zwei im Rahmen von Rettungsgrabungen geborgenen bronzzeitlichen Urnen durchgeführt. Hierbei konnten wesentliche Einblicke in rituelle Praktiken im Zusammenhang mit Kremation und Urnenbestattung gewonnen werden (Waltenberger et al. 2023). Auch testet eine gemeinsame Pilotstudie an einem neolithischen Fundort in Serbien („Pilotstudie Starčevo hut“) des ÖAI mit dem HEAS-Netzwerk (Human Evolution and Archaeological Sciences, siehe Weber in diesem Band) und dem Department für Evolutionäre Anthropologie der Universität Wien das Potential mikroarchäologischer Analysen von Siedlungsresten für die Definition unterschiedlicher Lebens-/Wirtschaftsweisen. Hierbei kommen neben archäologischen Methoden, SedaDNA-Analysen und ¹⁴C-Modellierung zum Einsatz.

Das mikroarchäologische Labor der Universität Innsbruck führt aktuell vermehrt mikromorphologische Untersuchungen an Trocken- wie an Feuchtbodensedimenten durch (Cereda und Draganits 2022; Trebsche et al. 2023).

Neben den bereits genannten Initiativen ist im Besonderen das Projekt „MicroStratDNA Reconstructing Paleolithic Population Dynamics Using Microstratified Paleogenomics“ hervorzuheben. Im Rahmen dieses ERC Starting Grant-Projekts befasst sich eine Forschungsgruppe am Department für Evolutionäre Anthropologie der Universität Wien mit genetischen Daten aus Sedimenten in einem mikrostratigraphischen Kontext. Hierbei stehen

sowohl Fragen der Archivgenese als auch die Extraktion genomischer Zeitserien aus archäologischen Sedimenten und Speläothemen im Vordergrund.

AUSBLICK

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass an österreichischen Institutionen geoarchäologische Forschungsarbeit in nennenswertem Umfang betrieben wird. Diese baut auf starker Expertise im Bereich Landschafts- und Siedlungsarchäologie wie auch im Feld der Quartärforschung, Montanarchäologie und Materialanalytik sowie naturwissenschaftliche Archäologie auf. Dabei wird ein Teil dieser Arbeiten durch internationale Kooperationen getragen, ein Teil durch die enge Verzahnung archäologischer und geowissenschaftlicher Expertisen und ein weiterer Teil durch Forscher:innen, die Erfahrung in geoarchäologischem Arbeiten in ihr Expertisenbündel integrieren. Hauptsächlich geoarchäologisch arbeitende Expert:innen sind in der österreichischen Forschungslandschaft bislang jedoch selten. Gleiches gilt für dezidiert der Geoarchäologie gewidmete Stellen. Zu diesen zählen eine Geoarchäologie-Stelle am Labor für Mikroarchäologie der Universität Innsbruck, die Errichtung einer Forschungsgruppe, die mikrostratigraphische Arbeiten mit SedaDNA-Analysen verbindet (Department für Evolutionäre Anthropologie und HEAS-Netzwerk, Universität Wien) sowie die Schaffung einer Geoarchäologie-Stelle am Vienna Institute for Archaeological Science (Universität Wien). Darüber hinaus plant das Kompetenzzentrum für Archaeological Sciences am Österreichischen Archäologischen Institut der ÖAW die Vertiefung des Forschungsfeldes Geoarchäologie (<https://www.oeaw.ac.at/oeai/forschung/archaeological-sciences/geochemistry-lab>).

Eine Evaluierung des internationalen Forschungsstands im Bereich der Geoarchäologie zeigt, dass dieses Feld aktuell eine hochdynamische Entwicklung durchläuft (Salisbury et al. 2022). In diesem schnell expandierenden, zutiefst interdisziplinären Bereich eröffnen neue Methoden sowie neue Anwendungsformen etablierter Methoden ein enormes Potential an Erkenntnisgewinn. Auch in der österreichischen Forschungslandschaft sind diese Entwicklungen spürbar. Zur vollen Ausschöpfung dieses Potentials ist jedoch ein verstärkter personeller wie infrastruktureller Ausbau notwendig sowie eine weitere Förderung integrierter bio-geoarchäologischer Forschung basierend auf mikroarchäologischen Zugängen. Dabei sind die Ausgangsbedingungen günstig, da österreichische Forschungsinstitutionen in eng verwandten Bereichen bereits bedeutende Forschungsschwerpunkte aufgebaut haben und diese den Nährboden für zukünftige Entwicklungen bieten könnten.

Literatur

- Anevlavi, V., Prochaska, W., Cenati, C., Ivanov, I., Ladstätter, S., Popov, H., Georgiev, P., Kabakchieva, G. 2022. Geochemical and petrographic investigation of the provenance of white marble decorative elements from the Roman Villa Armira in south-eastern Bulgaria. *Journal of Archaeological and Anthropological Sciences* 14(229), 1–19.
- Brandl, M., Schmitsberger, O., Trnka, G. 2018. News from the eastern fringe. The Baunzen site near Vienna (Austria), in: Werra, D. H. und Woźny, M. (Hgg.), *Between History and Archaeology: Papers in Honor of Jacek Lech*. Oxford, 59–68.

- Brandl, M. und Hauzenberger, C. 2018. Geochemical sourcing of lithic raw materials from secondary deposits in south Serbia: Implications for early Neolithic resource management strategies. *Archaeologia Austriaca* 102, 55–70.
- Brückner, H., Miller, E. und Stolz, C. 2022. Was ist Geoarchäologie? Eine Einführung, in: Stolz, C. und Miller, C. E. (Hgg.), *Geoarchäologie*. Berlin, 3–12.
- Cereda, S. und Draganits, E. 2022. Lived monuments: A microarchaeological study of monumental architecture in the tell-site of Arslantepe (Malatya, Turkey). *Journal of Archaeological Science: Reports* 41, 103318.
- Cveček, S. 2022. Çukuriçi Höyük 4: Household Economics in the Early Bronze Age Aegean. *Oriental and European Archaeology* 25. Wien.
- Draganits, E., Doneus, M., Gansum, T., Gustavsen, L., Nau, E., Tonning, C., Trinks, I. und Neubauer, W. 2015. The late Nordic Iron Age and Viking Age royal burial site of Borre in Norway: ALS- and GPR-based landscape reconstruction and harbour location at an uplifting coastal area. *Quaternary International* 367, 96–110.
- Draganits, E., Gier, S., Doneus, N. und Doneus, M. 2019. Geoarchaeological evaluation of the Roman topography and accessibility by sea of ancient Osor (Cres Island, Croatia). *Austrian Journal of Earth Sciences* 112, 1–19.
- Fábián, S., Salisbury, R. B., Serlegi, G., Larsson, N., Guba, S. und Bácsmegi, G. 2016. Early settlement and trade in the Ipoly region: introducing the Ipoly-Szécsény archaeological project. *Hungarian Archaeology E-journal*, Spring 2016.
- Festi, D., Grabner, M., Knierzinger, W., Reschreiter, H., Wächter, E., Kofler, W., Winner, G. und Kowarik, K. 2021. 6000 years of environmental sustainability in the large scale Alpine mining district. *Journal of Archaeological Science: Reports* 37(4), 102670.
- Fragnoli, P., Ugarković, M., Sterba, J. H. und Sauer, R. 2021. Looking for Ephesian workshops: an integrated petrographic, geochemical, and chrono-typological approach to Late Hellenistic Ephesos lamps. *Archaeological and Anthropological Sciences* 14(19), 1–23.
- French, C. 2015. A handbook of geoarchaeological approaches for investigating landscapes and settlement sites. *Studying Scientific Archaeology I*. Oxford & Philadelphia.
- Goldberg, P. und Conard, N. J. 2022. Geleitwort, in: Stolz, C. und Miller, C. E. (Hgg.), *Geoarchäologie*. Berlin, V–VII.
- Goldberg, P., Macphail, R. I., Carey, C. und Zhuang, Y., *Practical and Theoretical Geoarchaeology*, 2nd edition. Hoboken, NJ, Oxford.
- Händel, M., Thomas, R., Sprafke, T., Schulte, P., Brandl, M., Simon, U. und Einwögerer, T. 2021. Using archaeological data and sediment parameters to review the formation of the Gravettian layers at Krems-Wachtberg. *Journal of Quaternary Science* 36(8), 1397–1413. doi: 10.1002/jqs.3293
- Horejs, B. 2017. Çukuriçi Höyük 1. Anatolia and the Aegean from the 7th to the 3rd Millenium BC. With Contributions by Christopher Britsch, Stefan Grasböck, Bogdana Milić, Lisa Peloschek, Maria Röcklinger and Christoph Schwall. *Oriental and European Archaeology* 5. Wien.
- Horejs, B., Bulatović, A., Meyer, C., Milić, B., Schneider, S., Schlöffel, M. und Stevanović, V. 2018. Pre-historic landscapes of the Pusta Reka region (Leskovac): new investigations along the southern Morava River. *Journal of the Serbian Archaeological Society* 34, 23–51.
- Kowarik, K., Brandner, D., Hofmann, K., Strasser, M. und Reschreiter, H. 2022. Researching Change – Understanding Change – Facing Change: 3500 years of human-environment relations in the Hallstatt/Dachstein region. *Internet Archaeology* 60. doi: 10.11141/ia.60.7
- Kucera, M. M., Salisbury, R. B., Coolen, J., Doneus, M., Kainz, J., Kowatschek, I., Trinks, I., Neubauer, W. im Druck. Multi-method archaeological prospection and integrated interpretation investigating the Kreuttal area in Austria. *Archaeologia Austriaca*.

- Ladstätter, S. 2017. Hafen und Stadt von Ephesos in hellenistischer Zeit. *Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Institutes in Wien* 85/2016, 233–272.
- Lauterbach, S., Strasser, M., Kowarik, K., Reschreiter, H., Mandl, G., Spötl, C., Plessen, B. und Brauer, A. 2022. Large-scale mass movements recorded in the sediments of Lake Hallstatt (Austria): evidence for recurrent natural hazards at a UNESCO World Heritage site. *Journal of Quaternary Science* 38(2), 258–275. doi: 10.1002/jqs.3472
- Noiret, P., Libois, T., Chirica, V., Branscombe, T., Murphree, W. C., Bosch, M. D., Haesaerts, P. und Nigst, P. R. 2021. 40 years of excavations at Mitoc-Malu Galben (Romania): changing fieldwork methodologies and implications for the comparability of archaeological assemblages. *Anthropologie* 125 (4/22), 102919.
- Ottowitz, D., Jochum, B., Myeong-Jong, Y., Pfeiler, S., Römer, A., Kowarik, K., Brandner, D. Nevosad, A. und Reschreiter, H. 2021. Geoelectric investigations with special measurement geometry to delimit prehistoric mining areas in Hallstatt, in: *NSG2021: 27th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics*, 1–5.
- Pollard, A. M. 2016. Geoarchaeology: an introduction. *Geological Society, London, Special Publications* 165(1), 7–14.
- Reiss, L., Stüwe, C., Einwögerer, T., Händel, M., Maier, A., Meng, S., Pasda, K., Simon, U., Zolitschka, B. und Mayr, C. 2022. Evaluation of geochemical proxies and radiocarbon data from a loess record of the Upper Palaeolithic site Kammern-Grubgraben, Lower Austria. *E&G Quaternary Science Journal* 71, 23–43.
- Renfrew, C. 1976. Archaeology and the earth sciences, in: Davidson, D. A. und Shackley, M. L. (Hgg.). *Geoarchaeology: Earth Science and the Past*. Boulder, 1–5.
- Salisbury, R. B. 2016. *Soils in Archaeology: Settlement and Social Organization in the Neolithic of the Great Hungarian Plain*. Budapest.
- Salisbury, R. B. und Draganits, E. 2020. Geoarchaeology at the Pesa and Virginio Confluence, in: Schörner, G. (Hg.), *The Vienna Orme and Pesa Valley Project: Proceedings of the International Workshop Held at Vienna, June 22–23, 2018*. Vienna, 137–158.
- Salisbury, R. B., Bull, I. D., Cereda, S., Draganits, E., Dulias, K., Kowarik, K., Meyer, M., Zavala, E. I. und Rebay-Salisbury, K. 2022. Making the most of soils in archaeology: a review. *Archaeologia Austriaca* 106, 319–334. doi: 10.1553/archaeologia106319
- Schilt, F., Verpoorte, A. und Antl, W. 2017. Micromorphology of an Upper Paleolithic cultural layer at Grub-Kranawetberg, Austria. *Journal of Archaeological Science: Reports* 14, 152–162.
- Schwall, C., Brandl, M., Gluhak, T. M., Milić, B., Betina, L., Sørensen, L., Wolf, D. und Horejs, B. 2020. From near and far: stone procurement and exchange at Çukuriçi Höyük in western Anatolia. *Journal of Lithic Studies* 7(3), 1–25.
- Sevara, C., Salisbury, R. B., Doneus, M., Draganits, E., Totschnig, R., Frazzetta, C. und Tusa, S. 2020. A landscape in transitions: Gulletta, a multiperiod settlement along the Mazaro River in western Sicily. *Journal of Field Archaeology* 45, 334–354.
- Strasser, M., Berberich, T., Fabbri, S., Hilbe, M., Huang, J-J. S., Lauterbach, S., Ortler, M., Reschreiter, H., Brauer, A., Anselmetti, F. und Kowarik, K. (2020). Geomorphology and event-stratigraphy of recent mass-movement processes in Lake Hallstatt (UNESCO World Heritage Cultural Landscape, Austria). *Geological Society, London, Special Publications* 500, 405–426.
- Stock, F., Halder, S., Opitz, S., Pint, A., Seren, S., Ladstätter, S. und Brückner, H. 2019. Late Holocene coastline and landscape changes to the west of Ephesus, Turkey. *Quaternary International* 501, 349–363.
- Stock, F., Laermanns, H., Pint, A., Knipping, M., Wulf, S., Hassl, A. R., Heiss, A. G., Ladstätter, S., Opitz, S., Schwaiger, H. und Brückner, H. 2020. Human-environment interaction in the hinterland of Ephesos: as deduced from an in-depth study of Lake Belevi, west Anatolia. *Quaternary Science Reviews* 244, 106418.

- Trebsche, P., Schlögel, I. und Flores-Orozco, A. 2022. Combining geophysical prospection and core drilling: reconstruction of a Late Bronze Age copper mine at Prigglitz-Gasteil in the Eastern Alps (Austria). *Archaeological Prospection* 29, 557–577.
- Trebsche, P., Außerlechner, M. V., Cereda, S., Seidl da Fonseca, H. und Staudt, M. 2023. A fluctuating environment: micromorphological and archaeobotanical investigations of the Early Iron Age lakeshore settlement at Traunkirchen (Upper Austria). *Environmental Archaeology*. doi: 10.1080/14614103.2023.2176611
- Verginis, S. und Trnka, G. 1987. Sedimentologische Untersuchungen an einer neolithischen Kreisgrabenanlage in Kamegg, Niederösterreich, in: *1^ο Πανελλήνιου Γεωγραφικού Συνεδρίου, Αθήνα 20–21–22 Φεβρουαρίου 1987. Τόμος Β. V. Γεωμορφολογία*. Athen, 326–342.
- Waltenberger, L., Bosch, M. D., Fritzl, M., Gahleitner, A., Kurzmann, C., Piniel, M., Salisbury, R. B., Strnad, L., Skerjanz, H., Verdianu, D., Snoeck, C., Kanz, F., Rebay-Salisbury, K. 2023. More than urns: a multi-method pipeline for analyzing cremation burials. *PLOS ONE* 18(8), e0289140. doi: 10.1371/journal.pone.0289140

ARCHÄOLOGISCHE MIKROMORPHOLOGIE IN ÖSTERREICH

Susanna Cereda, Mareike Stahlschmidt, Lyndelle Webster

ARCHÄOLOGISCHE MIKROMORPHOLOGIE IN ÖSTERREICH

Susanna Cereda, Mareike Stahlschmidt, Lyndelle Webster

WAS IST ARCHÄOLOGISCHE MIKROMORPHOLOGIE?

Die Rekonstruktion der Genese archäologischer Fundplätze anhand einer Analyse von Stratigraphie und Artefakten fand traditionell fast ausschließlich auf der Makro-Ebene statt. Allerdings ist eine Fülle an Informationen in archäologischen Befunden auf der Mikro-Ebene vorhanden und viele Prozesse und menschliche Aktivitäten lassen sich ausschließlich anhand von Mikro-Spuren im Boden oder Sedimentablagerungen belegen. Analog zur Analyse auf der Makro-Ebene stellen die Zusammensetzung winziger Bodenkomponenten und ihre lagerungsbedingten Beziehungen zueinander (Mikrostratigraphie) wesentliche Informationssplitter dar, die uns in der Zusammenschau erlauben, die Genese von Ablagerungen zu verstehen. Innerhalb der geoarchäologischen Methoden gestattet nur die Bodenmikromorphologie beide Aspekte – Bodenzusammensetzung und Mikrostratigraphie – gemeinsam auszuwerten.

Unter Archäologischer Bodenmikromorphologie versteht man „the study of undisturbed, oriented samples with the aid of microscopic and/or ultramicroscopic techniques, to determine the composition of the constituents and their spatial relationship, with the aim of deducing their genetic and chronological relationships“ (Nicosia und Stoops 2017). Primär wird bei der Analyse von Bodendünnschliffen Polarisationsmikroskopie verwendet, unter linear (plane polarized light = PPL) oder gekreuzt polarisiertem Licht (cross polarized light = XPL) um die in situ-Verteilung und Ausrichtung anthropogener und natürlicher Bestandteile zu beobachten (Abb. 1), Mineralien zu identifizieren und Hinweise auf deren Herkunft (geogen, biogen oder neu gebildet) zu gewinnen. Zu den in Dünnschliffen häufig anzutreffenden Bodenbestandteilen gehören verkohlte und unverkohlte Pflanzenreste, Phytolithen, Knochen und Muscheln, Exkrementen, Keramikfragmente, Lehmverstrich, Lehmziegel oder bearbeitete Steine. In bestimmten Fällen können Schlacke oder Metallverarbeitungsabfälle vorhanden sein. Mit Hilfe des mikroarchäologischen Ansatzes können Rückschlüsse auf ein breites Spektrum menschlicher Aktivitäten und Verhaltensweisen sowie auf Prozesse nach der Ablagerung und vergangene Landschaften gezogen werden.

Da die Fähigkeit der petrographischen Mikroskopie, bestimmte kristalline Mineralien zu identifizieren, begrenzt ist und sie für die Identifizierung der meisten amorphen Materialien, anorganischen und organischen Verbindungen ungeeignet ist, können weitere Informationen über die Zusammensetzung durch Kombination mit anderen Analysen, insbesondere mikroskopischen (z. B. Autofluoreszenz oder schräges Auflicht), ultramikroskopischen (Rasterelektronenmikroskopie, SEM/SEM-EDX) und Spektroskopie (z. B. Fourier-Transformations-Infrarotspektrometer, Röntgenfluoreszenz, Diffraktion und Computertomographie) gewonnen werden. Organische Rückstands- und aDNA-Analysen können die Identifizierung biologischer Komponenten erweitern. Da außerdem Mikropartikel (z. B. Phytolithen, Stärke, Pollen und Mikrofossilien) im Dünnschliff zufällig orientiert sind, ist es oft schwierig, diese eindeutig zu identifizieren, was oft zusätzliche integrative Analysen an Lockerproben notwendig macht.

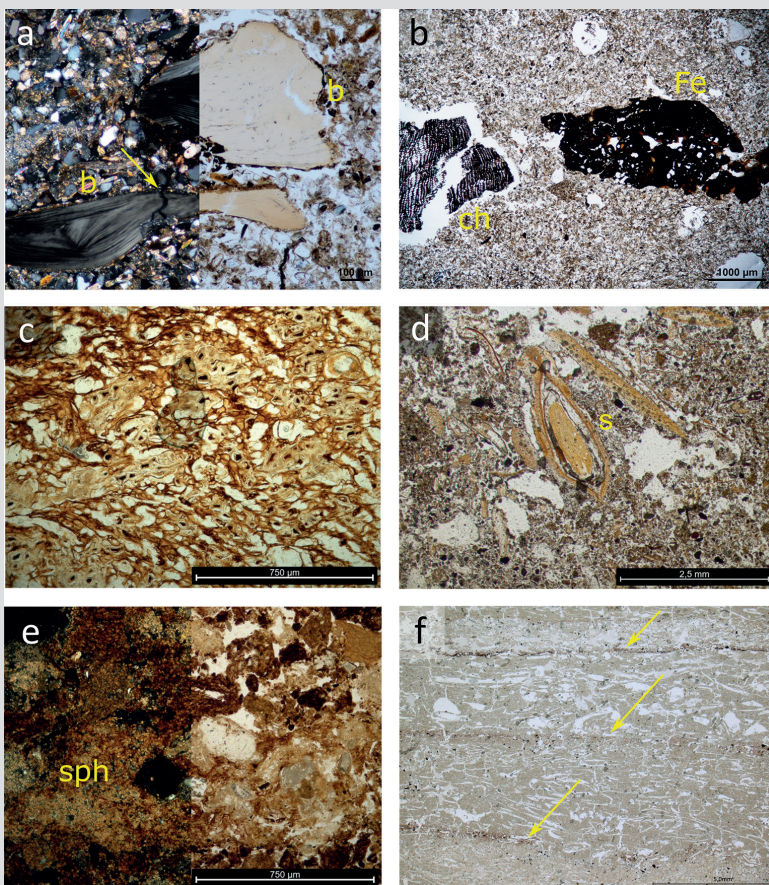
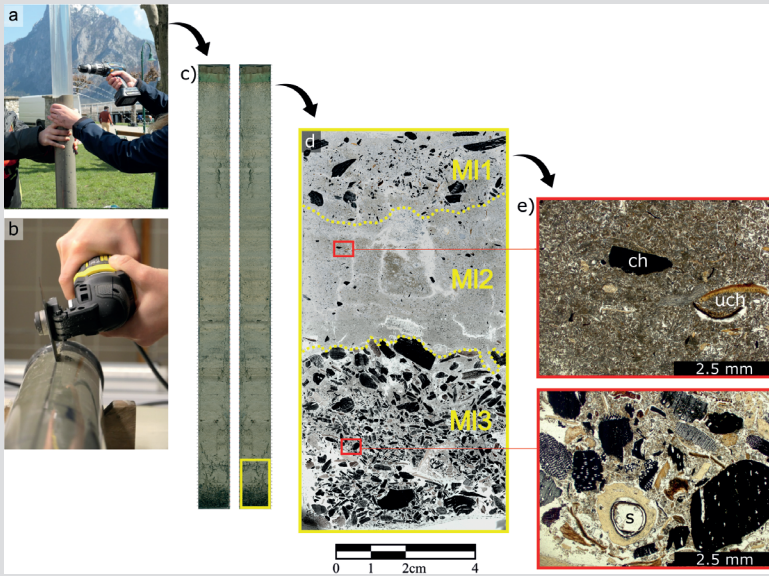


Abb. 1. Visuelle Synthese der Schritte einer mikromorphologischen Analyse. Das Beispiel stammt aus Traunkirchen in Oberösterreich: a) Ein Kern aus Seesediment wird unter Wasser von archäologischen Taucher:innen des Kuratoriums Pfahlbauten entnommen; b) Der Kern wird in zwei Hälften geschnitten; c) Der geöffnete Bohrkern zeigt eine fein laminierte Abfolge von Seesedimenten, eine dunkle, organisch reiche „Kulturschicht“ wurde am Boden des Bohrkerns (gelbes Rechteck) nachgewiesen und mikromorphologisch untersucht; d) Der resultierende Dünnschliff zeigt deutlich die Existenz von drei Mikroschichten (M11, M12 und M13). Insbesondere die beiden unteren Schichten weisen eine auffallend unterschiedliche Zusammensetzung und Beschaffenheit auf (rote Rechtecke); e) Unter dem Polarisationsmikroskop werden diese Unterschiede noch deutlicher und die Besonderheiten jeder Lagerstätte können detailliert beschrieben werden. Die obere Schicht besteht in der Tat hauptsächlich aus Seemergel (der bräunlich-grauen Feinablagerung), in die seltene verkohlte [ch] und unverkohlte [uch] Pflanzenpartikel eingebettet sind. Die untere Schicht besteht hingegen fast ausschließlich aus verkohlten und unverkohlten Pflanzenresten. Unter diesen kann man auch einige zerschnittene Beerensamen [s] beobachten. Diese Abfolge spiegelt veränderte Seebedingungen und einen Anstieg des Wasserspiegels wider, der zu einer teilweisen Erosion, aber letztendlich zur Versiegelung der darunter liegenden anthropogenen Ablagerungen führte. Mikrofotografien sind beide in PPL. (Fotos a–b: P. Trebsche; Fotos c–e: S. Cereda)

Abb. 2. Mikromorphologische Befunde im Zusammenhang mit unterschiedlichen Entstehungsprozessen, Ablagerungsumgebungen und kulturellen/anthropogenen Aktivitäten: a) Zwei Knochenfragmente [b] aus Kulturschichten des Lössfundplatzes Grub-Kranawetberg (Österreich, siehe Schilt et al. 2017), horizontal gelagert und mit in situ Bruchspuren (gelber Pfeil), die möglicherweise durch Trampeln entstanden sind. Knochen erkennt man an ihrer Farbe, dem Vorhandensein von Osteozyten (den feinen dunklen Punkten) in ihrer Struktur und – im linken Teil des Bildes – an ihrer teilweise isotropen Beschaffenheit unter gekreuzten Polarisatoren. Der linke Teil des Bildes ist in XPL, der rechte Teil in PPL; b) Gleicher Kontext wie a). Die dargestellte Schicht besteht aus feinem Lösssediment, Schluff und feinem Sand, während anthropogene Komponenten, hier ein Holzkohlefragment [ch] und ein Eisensteinfragment [Fe], eine andere Größenordnung und damit einen anderen Ablagerungsprozess zu erkennen geben. Bild in PPL; c) Detail eines Rindenfragments, das in einer Unterwasserkulturschicht am Fundort Traunkirchen (Oberösterreich) gefunden wurde. Diese organischen Partikel überlebten bis heute dank der anaeroben Ablagerungsumgebung, in der sie eingeschlossen waren, und die Oxidation und damit verbundene Humifizierung der organischen Substanz verhinderte. Bild in PPL; d) Auch in den Kulturablagerungen des Fundortes Sai (Sudan) wird eine hervorragende Erhaltung organischer Substanz beobachtet, obwohl dies in diesem Fall auf trockene, warme Klimabedingungen zurückzuführen ist, die die mikrobielle Aktivität hemmten. Das Bild (in PPL) zeigt einen perfekten Längsschnitt durch einen unverkohlten, noch beschichteten Samen, in dem die ursprüngliche Zellstruktur noch sichtbar ist; e) Detail einer Schicht aus angesammeltem Ovicaprid-Dung. Diese Dungablagerung wurde nicht verbrannt, sondern ihre Dunkelfärbung resultiert aus der Verwesung des organischen Materials. Die amorphe braune Masse kann dank der reichlich vorhandenen Sphärolithe [sph], die unter gekreuzt polarisiertem Licht auf der linken Seite des Bildes sichtbar sind, als Dung erkannt werden. Diese Schicht stammt von dem Fundplatz Arslantepe (Türkei), wo in der frühen Bronzezeit regelmäßig mobile Hirtengruppen mit ihren Tieren siedelten; f) Überblick über drei Erneuerungsepisoden von Fußböden in einem Haus der chalkolitischen Siedlung Monjukli Depe (Turkmenistan). Die drei gelben Pfeile markieren die Grenze zwischen den Nachputzphasen. Jede Oberfläche ist mit einer dünnen Schicht roten Ockers bedeckt und die Menge, Größe und Art der Härte, die jedem Bodenputz hinzugefügt wird, variiert leicht. Bild in PPL. (Fotos a–b mit freundlicher Genehmigung von F. Schilt; Fotos c–f: S. Cereda)

Die Bodenmikromorphologie hat einen starken Bezug zu Österreich, da sie ursprünglich in den 1930er-Jahren vom österreichischen Bodenforscher Walter L. Kubišna entwickelt wurde (Kubišna 1938). Die Methode entwickelte sich in den Jahrzehnten nach dem Zweiten Weltkrieg mit der Entstehung stärker formalisierter Konzepte und Beschreibungssysteme weiter (Brewer 1964; Bullock et al. 1985; Fitzpatrick 1984; Fitzpatrick 1993; Stoops 2003; Stoops 2021). Ursprünglich zur Untersuchung natürlicher Bodenbildungsprozesse eingesetzt, wurde die Mikromorphologie erstmals in den 1950er-Jahren auf archäologische Lagerstätten angewendet (Cornwall 1958; Dalrymple 1958). In den nächsten Jahrzehnten erfolgte die Nutzung in diesem Bereich sporadisch, bis sich in den 1980er- und 1990er-Jahren eine systematische Anwendung durchsetzte, insbesondere durch die Arbeit von Geoarchäolog:innen wie Paul Goldberg und Richard Macphail sowie George Stoops, Marie-Agnès Courty, Charles French und anderen. Als sich die archäologische Gemeinschaft der reichhaltigen Informationen, die durch mikroarchäologische Methoden gewonnen werden können, bewusst wurde, kam es im späten 20. und frühen 21. Jahrhundert zu einem massiven Wachstum, sodass Archäolog:innen heute zu den Hauptnutzer:innen der Bodenmikromorphologie zählen. In diesen Jahren gab es erhebliche Fortschritte, beispielsweise bei der Kombination anderer Techniken mit der Dünnschliffanalyse und der Nutzung experimenteller Archäologie (z. B. Banerjee et al. 2013). Die aktiven Nutzer:innen haben nun Zugang zu hervorragenden Lehrbüchern, Referenzdatenbanken, Kursen, Arbeitsgruppen und Konferenzen – viele davon mit besonderem Schwerpunkt auf Archäologie. Ungeachtet dieser Fortschritte ist noch viel Arbeit erforderlich, insbesondere bei der Ausweitung des Anwendungsbereichs: Es ist immer noch so, dass nur eine kleine Minderheit der Ausgrabungsteams die Bodenmikromorphologie nutzt. Derzeit findet die intensivste Nutzung in der paläolithischen Forschung statt, wo die Menge der Funde und der Umfang der Ausgrabungen begrenzter sind. Dennoch hinterlässt menschliche Aktivität in jedem Zeitalter eine ähnliche Intensität an Mikrospuren und das Potenzial der Mikromorphologie wird weitgehend durch die Prioritäten der Archäolog:innen begrenzt.

Der mikromorphologische Ansatz kann dabei helfen, Antworten auf zentrale Fragen bei der Erforschung vergangener menschlicher Gesellschaften zu liefern. Solche Fragen betreffen häufig Veränderungen in der Lebensweise (verschiedene Formen der Mobilität oder Sesshaftigkeit, siehe Abb. 2e), die Nutzung und Funktion gebauter Umgebungen (seien es Wohnhäuser und Straßen oder Tempel, Paläste und Festungen), Entwicklung und Intensität der Landwirtschaft, die Interaktion mit der lokalen Umwelt (Abb. 2c) und die Verwendung natürlicher Ressourcen. Um nur einige konkrete Anwendungsbeispiele zu nennen: In paläolithischen Höhlenumgebungen (Abb. 2a–b) konnte eine mikromorphologische Untersuchung der Verbrennungsmerkmale dazu beitragen, den frühen Einsatz von Feuer sowie die Intensität und den Zeitpunkt der Besiedlung durch Neandertaler zu klären (Leierer et al. 2019; Mallol et al. 2013). In prähistorischen und historischen Siedlungen lieferten mikromorphologische Analysen von Begehungshorizonten (Abb. 2d), Feuerstellen, Lagervorrichtungen und verschiedenen Installationen Details über Ernährung, häusliche und handwerkliche Aktivitäten und Raumnutzung (Matthews et al. 2014; Macphail et al. 2017; Cereda und Draganits 2022). Analysen von Wand- und Bodenfragmenten gaben Aufschluss über Bautechniken (Abb. 2f), Materialbeschaffung und Instandhaltung (z. B. Matthews et al. 2013). Mikrostratigraphische Untersuchungen von Müllhaufen – manchmal in Verbindung mit Phytolith- oder Rückstandsanalysen – erbrachten Details über Abfallentsorgungsstrategien,

Ernährung sowie häusliche und handwerkliche Aktivitäten (Shillito et al. 2011b; Shillito et al. 2013). Die Untersuchung begrabener Böden in und um Siedlungen wurde verwendet, um Veränderungen in vergangenen Landschaften zu rekonstruieren – beispielsweise Waldrodungen für die Landwirtschaft (z. B. French et al. 2019). Auch natürlich entstandene Ablagerungen (z. B. durch Wind oder Regen) zwischen Siedlungsschichten können dabei helfen, temporäre Zusammenhänge der Besiedlungsgeschichte wie saisonale oder permanente Nutzung zu erkennen. Schließlich eignet sich die Bodenmikromorphologie hervorragend für die Untersuchung von post-sedimentären Ablagerungsprozessen, da Störungen und Verwitterung aufgrund biologischer, mechanischer und chemischer Prozesse häufig leicht beobachtet werden können.

FORSCHUNGSGESCHICHTE IN ÖSTERREICH: VERGANGENHEIT UND GEGENWART

Paläoböden und Paläolithikum

Die Mikromorphologie in Österreich war lange Zeit eng mit der Entwicklung der Pedologie verbunden (siehe oben). Neben Beiträgen zur Klassifizierung und zum Verständnis von landwirtschaftlicher Nutzung, Struktur, Nährstoffen und Biologie moderner Böden (Rampazzo et al. 1993; Rampazzo et al. 1999; Rampazzo und Mentler 2001) wurde auch ein großer Teil der österreichischen Bodenmikromorphologieforschung der Rekonstruktion und Auflösung komplexer Löss-Paläosol-Sequenzen gewidmet. Das Ziel dieser Studien bestand in erster Linie darin, zeitliche Übergänge und Korrelationen zwischen Lössregionen festzustellen, um deren Entstehungsprozesse zu verstehen und wichtige paläoklimatische Informationen zu gewinnen (Sedov et al. 2013; Sprafke 2013; Terhorst et al. 2015; Panin et al. 2018). Tatsächlich hatten die globalen Klimaschwankungen des Quartärs tiefgreifende, regional differenzierte Auswirkungen auf die Landschaftsentwicklung. Warmphasen mit Bodenbildung wechselten sich mit morphodynamisch aktiven Kaltphasen ab. Löss-Paläosol-Sequenzen entstehen durch das Zusammenspiel von Bodenbildung, Sedimentation und Hangprozessen (Sprafke 2016). Österreichische Forscher:innen haben in den letzten Jahren die Mikromorphologie auch zur Untersuchung alter Sedimentabfolgen in anderen Ländern eingesetzt (z. B. Gerzabek et al. 2023).

Diese Sequenzen sind nicht nur reichhaltige Umweltarchive, sondern auch archäologische Archive, die auch in der Quartärforschung an der ÖAW einen traditionellen Forschungsschwerpunkt darstellen und bis heute intensiv untersucht werden. Lössprofile wie das von Willendorf II und Krems-Hundssteig sind bekannt für ihre reichhaltigen paläolithischen archäologischen Funde (Strobl und Obermaier 1909; Brandtner 1959). Daher befasst sich ein Großteil der (im Allgemeinen wenigen) veröffentlichten mikromorphologischen und mikrostratigraphischen Studien zu österreichischen archäologischen Kontexten mit den Lössvorkommen Niederösterreichs (Nigst et al. 2008; Händel et al. 2009; Sprafke et al. 2014; Schilt et al. 2017). Ziel dieser Untersuchungen war es, die Stratigraphie der Fundstätten erneut zu analysieren, zu erforschen, wie Menschen die von ihnen bewohnte Landschaft veränderten, und den Ablagerungskontext und die Erhaltung der paläolithischen archäologischen Befunde zu verstehen.

Vom Löss zu den Alpen ... und zurück

Die Entdeckung der Gletschermumie aus dem Eis (auch „Ötzi“ genannt) im September 1991 in den Ötztaler Alpen war Auslöser für die Entstehung eines Forschungsschwerpunkts zur Hochgebirgsarchäologie (Schäfer et al. 2016). Dieses Interesse an den alpinen und voralpinen Regionen konzentrierte sich auf das Verständnis, wann und wie Menschen begannen, die Bergwelt zu besiedeln, sowie auf die Auswirkungen, die sie auf dieses empfindliche Ökosystem hatten, insbesondere mit der zunehmenden Verwendung und dem Abbau natürlicher Ressourcen. Eine Reihe mikromorphologischer Studien untersuchte diese Wechselwirkungen und mögliche gegenseitige Beeinflussungen zwischen menschlichem Verhalten und dem geomorphologischen und ökologischen Kontext.

Insbesondere Untersuchungen im Montafon (Bartholomäberg, Vorarlberg) haben gezeigt, dass die dortigen montan-subalpinen Böden das Ergebnis einer langfristigen Landnutzung sind, bei der Feuer eine wichtige Rolle spielte (Würfel et al. 2010; Röpke und Krause 2013). In der frühmesolithischen Fundstelle Ullafelsen (Tirol) wurden Siedlungsschichten identifiziert und eingehend erforscht. Dabei zeigte sich, dass Menschen diese Oberflächen manipuliert hatten, um durch kontrollierte, sauerstoffreduzierte Verbrennungsprozesse organischen Teer aus Birkenrinde herzustellen (Geitner und Schäfer 2010; Schäfer et al. 2016). Ebenfalls mit dem Gebiet der Gebirgsarchäologie verbunden ist eine weitere Studie, die sich auf die Rekonstruktion der Entstehungsprozesse der im intensiv genutzten Salzbergwerk Hallstatt (Oberösterreich) gefundenen Ablagerungen konzentrierte, und zwar mithilfe eines multimethodischen Ansatzes, der die Mikromorphologie einbezog (Petra Schneidhofer, unveröffentlichte MSc Arbeit).

Abschließend sind die Arbeiten von Edeltraud Aspöck und Rowena Y. Banerjea an der ÖAW zu erwähnen, die ein weiteres Erkenntnispotential aufzeigen. Die Autor:innen konnten mithilfe eines mikrostratigraphischen Protokolls ein Grab eines großen Gräberfeldes aus der frühen Bronzezeit (Wieselburg/Gáta-Kultur) in Weiden am See (Burgenland) ausgraben, das bereits in der Antike wiedergeöffnet wurde (Aspöck und Banerjea 2016). Ziel war es, die Datenerfassung für die Rekonstruktion des Entstehungsprozesses zu maximieren und letztendlich bei der Interpretation des Prozesses der Graböffnung zu helfen.

Ein Wendepunkt

Trotz des großen Potenzials der Mikromorphologie für archäologische Untersuchungen zeigt dieser kurze Überblick, dass die Anzahl mikromorphologischer Studien, die an österreichischen Standorten durchgeführt werden, gering ist, insbesondere im Vergleich zu der Menge an Forschung, die anderswo in Europa und auf weiteren Kontinenten durchgeführt wurde.

Dennoch ist in den letzten Jahren eine „Trendwende“ in der österreichischen Forschungslandschaft zu beobachten. Die Organisation von Workshops, die Schaffung interdisziplinärer Forschungsplattformen und die Abhaltung von Kursen in Mikromorphologie sowie aus diesen Veranstaltungen resultierende Publikationen, die den Einsatz der Mikromorphologie in allgemeineren methodischen Diskussionen hervorheben (Cereda und Fragnoli 2021; Salisbury et al. 2022), verdeutlichen diesen Wandel.

Ein weiterer Wendepunkt lässt sich in der Etablierung dreier Institutszentren ausmachen, die erstmals auf die regelmäßige Integration geoarchäologischer (allgemein) und

mikromorphologischer (speziell) Untersuchungen in die archäologische Forschung abzielen. Im nächsten Abschnitt werden diese Institute und ihre Projekte kurz vorgestellt, um den aktuellen Stand der mikromorphologischen Forschung in Österreich darzustellen.

INSTITUT FÜR ARCHÄOLOGIE, UNIVERSITÄT INNSBRUCK

Seit 2020 verfügt das Institut für Archäologie der Universität Innsbruck über ein „Mikroarchäologisches Labor“, das sowohl die mikromorphologische Probenentnahme als auch die Analyse für eine Vielzahl der Projekte koordiniert, die teilweise in Zusammenarbeit mit anderen nationalen oder internationalen Partnern durchgeführt werden. Diese spiegeln die unterschiedlichen Schwerpunkte und Forschungsinteressen des Instituts wider.

Zwei Hauptprojekte befassen sich mit der Gewinnung und Ausbeutung von Bodenschätzen: Das eine ist die Untersuchung des bronze- und eisenzeitlichen Kupferbergwerks und der dazugehörigen Verhüttungs-/Verarbeitungs- und Siedlungsgebiete im Bereich des Hügels der Burg Kropfsberg (Tirol). Das andere ist die Untersuchung des bis in die Neuzeit bekannten Tagebaus Priggitz (Niederösterreich), der ebenfalls wegen seiner Kupferminerale in der Bronzezeit ausgebeutet und bislang nur durch Kernbohrungen und Profilprobenentnahmen analysiert wurde. In beiden Fällen ist das Ziel der Analyse die mikrostratigraphische Identifizierung von Aktivitätsbereichen sowie möglichen Schritten in der *chaîne opératoire* der Metallproduktion. Darüber hinaus belegen Deponierungen von Münzen, Holzkohlen und Knochen von Jungtieren im Bergwerk Kropfsberg die Nutzung dieses Gebietes zu rituellen Zwecken während der Spätantike. Die für mikromorphologische Analysen gesammelten Proben werden es nicht nur ermöglichen, die Art, das zeitliche Ausmaß und die mögliche Zyklizität dieser Brandereignisse zu definieren, sondern auch die komplexe Nutzungsgeschichte des Bergwerks Kropfsberg im Laufe der Zeit zu charakterisieren.

Untersuchungen von Gewässern bilden einen weiteren Schwerpunkt. Proben aus einem Paläokanal am Standort Ebreichsdorf¹ (Niederösterreich) werden Aufschluss über den Sedimentationsprozess des ehemaligen Flusses geben und darüber, wie diese Prozesse mit der Ablagerung von über 200 Bronzeobjekten zusammenhängen, die in der Mitte des Kanals gefunden wurden. Seeufersiedlungen sind in den letzten Jahren ein neuer Forschungsschwerpunkt geworden, insbesondere mit der Untersuchung der früheisenzeitlichen Fundstelle Traunkirchen und der spätneolithischen Fundstelle Mooswinkel.² In beiden Fällen bestand das Ziel darin, zu verstehen, ob sich die Kulturschichten unter subaerischen oder aeroben Bedingungen gebildet hatten und ob spezifische Indikatoren für Begehungshorizonte (Trockenphasen) beobachtet werden können. Mehrere andere Projekte konzentrieren sich auf die Analyse des bebauten Raums, einschließlich spezifischer Gebäudetypen (Grubenhäuser, rätische Häuser) und Begehungshorizonte sowie informeller und/oder konstruierter Fußböden. Diese Projekte betreffen die eisenzeitliche Siedlung Haselbach (Niederösterreich), die römische Siedlung

¹ In Kooperation mit Novetus GmbH, Wien.

² In Kooperation mit Kuratorium Pfahlbauten, Wien.

Maria Ellend³ (Niederösterreich), die rätische Siedlung Hohe Birga (Tirol) und die römische Stadt Aguntum (Osttirol). Schließlich befassen sich zwei Projekte mit den Entstehungsprozessen und der Erhaltung von Ablagerungen und archäologischen Überresten im prähistorischen Abri von Prutz am „Felsdach Steinegg“ und in der Tischoferhöhle (Tirol), der einzigen paläolithischen Fundstätte in der Region.

Über diese Inlandsprojekte hinaus wurden weitere Kooperationen im Ausland durchgeführt. Dazu gehören die Untersuchung der Bildung und Nutzung von Freiflächen/Straßenflächen in der ägyptischen Stadt Sai in Nubien⁴ (Sudan); die Untersuchung der späthalkolithischen Monumentalarchitektur (Bau, Nutzung, Instandhaltung) und der frühbronzezeitlichen Tierhaltung (Stallflächen) auf dem Tell von Arslantepe⁵ (Türkei); die Analyse der Instandhaltung, Nutzung und des Baumaterials von Böden in Häusern und Außenräumen der neolithischen/chalkolithischen Stätte von Monjukli Depe⁶ (Turkmenistan); sowie die Untersuchung runder Lehmstrukturen in der bronzezeitlichen Oase Qurayyah⁷ (Saudi Arabien) und deren Bewertung als mögliche Produktionsorte für Tonaufbereitung zur Keramikproduktion.

ÖSTERREICHISCHES ARCHÄOLOGISCHES INSTITUT (ÖAI)

Das Interesse an der Anwendung der Bodenmikromorphologie innerhalb archäologischer Projekte des Österreichischen Archäologischen Instituts (ÖAI) ist in den letzten Jahren stark gewachsen. Vor Kurzem wurde innerhalb des Instituts internes Know-how im Bereich Mikromorphologie sowie Zugang zu petrographischen Mikroskopen und Analysegeräten aufgebaut, um eine umfassendere Integration der Methode zu ermöglichen. In verschiedenen Forschungsprojekten auf dem Balkan und in der Levante werden derzeit bodenmikromorphologische Studien durchgeführt.

An der neolithischen Stätte Svinjarička Čuka in Serbien trägt die Bodenmikromorphologie zum Verständnis des ältesten Siedlungslebens bei.⁸ Eine interdisziplinäre Pilotstudie einer Lehmhütte aus dem Jahr 2022 brachte vielversprechende Ergebnisse.⁹ Der Ansatz wird nun auf andere Gebäude, Schichten und Befunde des Standorts angewendet. Um den Neolithisierungsprozess im zentralen Balkan vergleichend untersuchen zu können, arbeitet das ÖAI mit einem nordmazedonischen Team in Amzabegovo zusammen, um Bodenoberflächen und Abfallhaufen aus den frühesten Siedlungshorizonten anhand der Bodenmikromorphologie

³ In Kooperation mit Novetus GmbH, Wien; dieses Projekt wurde im Rahmen des Workshop gestartet, der von der ÖAW Themenplattform Naturwissenschaften und Archäologie im April 2022 durchgeführt wurde.

⁴ In Kooperation mit der Ludwig-Maximilians-Universität München. Für publizierte Ergebnisse zur Mikromorphologie von Sai im Rahmen des ERC Projekts AcrossBorders siehe Budka 2020: 157–178.

⁵ In Kooperation mit der Universität La Sapienza Rom.

⁶ In Kooperation mit der Freien Universität Berlin.

⁷ In Kooperation mit der Universität Wien.

⁸ In Kooperation mit B. Horejs (ÖAI), A. Bulatović und dem Archaeological Institute Belgrade.

⁹ Webster L., Horejs B., Cereda S. “Occupation surfaces and use of space at Neolithic Svinjarička Čuka: a pilot study using soil micromorphology”, Vortrag beim 28th European Association of Archaeologists Annual Meeting, Budapest (01.09.2022); Webster et al. in Vorb.

zu untersuchen.¹⁰ Das Neolithikum ist nicht die einzige Epoche, die auf dem Balkan ins Visier genommen wird: Vor kurzem hat eine Studie an der Hügelfestung Kopilo in Bosnien aus der Spätbronze- bis Früheisenzeit begonnen.¹¹

In der südlichen Levante wird die Bodenmikromorphologie verwendet, um Böden und Abfallhaufen in Schichten der Spätbronze- und Eisenzeit an den antiken Stadthügeln von Lachish, Gezer und Keisan zu untersuchen.¹² Die Analyse ausgedehnter Müllhaufen trägt dazu bei, die Nutzung dieser Räume nicht nur für Abfälle, sondern auch für vielfältige häusliche und handwerkliche Tätigkeiten zu klären. Eine geplante diachrone Studie in Pella in Jordanien wird die Bodenmikromorphologie nutzen, um Veränderungen in der Raumnutzung und Baumaterialien/-techniken über eine mehrere Jahrtausende lange Abfolge von Verwaltungs- und Kultgebäuden (Neolithikum–Eisenzeit) zu verstehen.¹³

DEPARTMENT FÜR EVOLUTIONÄRE ANTHROPOLOGIE, UNIVERSITÄT WIEN

Im Jahr 2022 wurde an der Universität Wien eine neue Tenure-Track-Stelle für Mikroarchäologie eingerichtet und die ERC Projektleiterin Mareike Stahlschmidt dafür gewonnen (Projekt MicroStratDNA). Diese neue Gruppe ist innerhalb des Department für Evolutionäre Anthropologie und des Forschungsnetzwerks Human Evolution and Archaeological Sciences (HEAS) der Universität Wien angesiedelt und konzentriert sich in Forschung und Lehre auf die Gewinnung von Informationen zur Evolutionsgeschichte anhand von archäologischen Boden- und Sedimentablagerungen. Zu diesem Zweck führt die Gruppe mikrokontextuelle Analysen archäologischer Sedimente durch. Ihre Forschung konzentriert sich auf drei Themen: (1) Rekonstruktion der Ablagerungskontexte pleistozäner archäologischer Stätten; (2) Erforschung der Entwicklung der Feuernutzung und ihrer Sedimentnachweise; und (3) Nutzung von Speläothem- und Sediment-DNA als Archive für die archäogenetische Forschung und Kontextualisierung der genomischen Informationen.

Der aktuelle regionale und archäologische Schwerpunkt liegt auf Höhlen- und Felsabristandorten der Spät- und Mittelsteinzeit in Südafrika sowie des Alt- bis Jungpaläolithikums in Georgien und Deutschland. Obwohl sich die meisten der untersuchten Standorte in geschützten Höhlen- oder Abrikontexten befinden, sind sie dennoch einer Vielzahl von Formationsprozessen ausgesetzt und die Integrität der eingebetteten archäologischen Materialien ist ein Schwerpunkt der mikromorphologischen Untersuchung. Eine weitere Untersuchungsrichtung dreht sich um das Verständnis unterschiedlicher Knochenerhaltungsmuster und wie diese mit Veränderungen der Paläoumwelt und post-sedimentären Ablagerungsprozessen zusammenhängen. An allen Fundorten sind Menschen einer der Hauptverursacher der Sedimentablagerungen und ihrer Transformation – durch die Ablagerung mikroskopischer

¹⁰ In Kooperation mit D. Stojanovski und G. Delchev University.

¹¹ In Kooperation mit M. Gavranović (ÖAI).

¹² In Lachish in Kooperation mit F. Höflmayer und K. Streit (ÖAI); in Gezer mit S. Ortiz, S. Wolff und Lipscomb University; und in Keisan mit D. Schloen, G. Lehmann und der University of Chicago.

¹³ In Kooperation mit S. Bourke und der University of Sydney.

Steinmaterialien, Tierreste und anderer organischer Überreste. Die damaligen Menschen haben auch auf die Sedimente unter der Oberfläche eingewirkt und Aktivitäten durchgeführt, die eine Instandhaltung des Siedlungsplatzes zum Ziel hatte – durch die Bereinigung von Feuerstellen, das Verlagern von Asche und das Anzünden von Feuerstellen. Diese Forschung zur Feuernutzung wird durch eine Reihe experimenteller, mikroarchäologischer Studien zur Erhitzung von Stein-, Knochen- und Sedimentmaterial ergänzt, um Rückschlüsse auf vergangene Feuernutzungspraktiken zu ziehen.

Schließlich konzentriert sich die Gruppe auf die Entstehungsgeschichte zweier kürzlich entdeckter paläogenetischer Archive – archäologische Sedimente und Speläothemmateriale – und wie die aus diesen Materialien gewonnene Umwelt-DNA genutzt werden kann, um Sedimente mit ihren Verursachern in Verbindung zu bringen. Diese Forschung wird durch den ERC Starting Grant MicroStratDNA von M. Stahlschmidt finanziert. Die Ziele dieses Forschungsprojekts sind: (I) die Herkunft der DNA in archäologischen Sedimenten und Speläothemen zu rekonstruieren; (II) abzuleiten, wie sich die verschiedenen Ablagerungsprozesse – geogen, biogen, aber auch anthropogen – auf die DNA-Erhaltung auswirken; und (III) genomische Zeitreihen aus archäologischen Sedimenten und Speläothemen zu extrahieren.

ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNGEN

Die Einrichtung von drei unabhängigen, aber miteinander verbundenen Labors zur mikromorphologischen Sedimentanalyse ist eine vielversprechende Neuentwicklung für die archäologische Forschung in Österreich. Diese neuen Einrichtungen werden nicht nur die noch schwache Darstellung der mikroarchäologischen Forschung in Österreich, sondern auch die Lehre verändern. Weltweit gibt es immer noch wenige Schulungsprogramme für archäologische Bodenmikromorphologie, während eine hohe Nachfrage nach einer solchen Analyse für alle Arten von archäologischen Fundstellen besteht. Durch die Einführung von Mikroarchäologie-Lehrangeboten an den Universitäten Innsbruck und Wien wird eine neue Generation österreichischer Forscher:innen entstehen, die mikroarchäologische Forschung betreiben oder diese in ihre Ausgrabungsprojekte integrieren können.

Österreich verfügt über reiche archäologische Fundstellen, die hauptsächlich aus Sedimenten bestehen, und von denen durch Ausgrabungen materielle Kultur gewonnen wird. Durch die Entfernung der Materialien, werden sie auch aus ihrem sedimentären Kontext gelöst. Dieser Kontext wird sorgfältig durch Fotos und Notizen vor Ort aufgezeichnet, aber auch in Dünnschliffen und imprägnierten Blöcken als Nebenprodukt der Dünnschliffherstellung konserviert. Kürzlich wurde gezeigt, dass imprägnierte Sedimentblöcke nicht nur kontextuelle sondern auch molekulare Archive darstellen. Neben Mineralien und organischen Überresten sind auch molekulare Rückstände wie Lipide und aDNA in den Sedimentblöcken eingebettet und konserviert und können – bei entsprechend guten Erhaltungsbedingungen – mit an dieses neue Medium angepassten Protokollen extrahiert werden (Massilani et al. 2022; Rodríguez de Vera et al. 2020). In Kombination können diese beiden Informationsquellen neue Einblicke in vergangene Umwelten, Verhaltensweisen und Evolutionsgeschichten liefern. Die Analyse organischer Moleküle stellt eine wichtige ergänzende Quelle zur archäologischen Bodenmikromorphologie dar, die nur eine rudimentäre Charakterisierung

und Interpretation organischer Materialien ermöglicht. Mithilfe der Biomarker-Analyse können nicht nur Fäkalien in archäologischen Sedimenten identifiziert werden, um Ernährung und Raumnutzung zu untersuchen (Shillito et al. 2011a), sondern auch Wachse, um paläohydrologische Bedingungen zu rekonstruieren (Patalano et al. 2020), oder aus Brennbefunden extrahierte Fettsäuren, um Ernährung und Raumnutzung zu rekonstruieren (Leierer et al. 2019). Alte Sediment-DNA kann Hinweise auf das Vorhandensein von Organismen an archäologischen Stätten und deren Phylogenie geben, auch wenn deren fossile Reste nicht erhalten sind (Slon et al. 2017; Gelabert et al. 2021). Sowohl für die Analyse von aDNA als auch für Biomarker ermöglicht die Erkenntnis, dass Probenmaterial direkt aus den imprägnierten Blöcken gewonnen und somit auch mikrostratigraphisch eingeordnet werden kann, neue Forschungsfragen zu entwickeln. Insbesondere für mikrostratifizierte Fundplätze, an denen Ablagerungsereignisse in einzelnen Sedimentlinsen erhalten sind, erlaubt diese Kontextualisierung eine noch nie dagewesene räumliche und zeitliche Auflösung für Biomarker und aDNA. Gleichzeitig bietet dieser Ansatz die Möglichkeit, die Integrität von Molekülen zu bewerten, die von mikroskopischen Sedimentbestandteilen stammen oder an diese gebunden sind.

Durch die Anwendung dieser neuen methodischen Ansätze wird die archäologische Bodemikromorphologieforschung in Österreich nachhaltig bereichert. Die Verwendung imprägnierter Blöcke als kontextbezogene molekulare Archive erfordert auch eine Anpassung der Probenahme-, Imprägnierungs- und Archivierungsstrategien. Feldanalysen und Probenentnahmestrategien müssen adaptiert werden, um den Umfang der Archivblöcke für ergänzende Analysen einzubeziehen. Im Labor muss bei der Aufzeichnung und Verwendung von Imprägnierungschemikalien sorgfältig vorgegangen werden, um schädliche Auswirkungen auf die DNA- und Lipidkonservierung zu begrenzen. Bei der Vorbereitung der Dünnschliffe muss der Prozess neu ausgerichtet werden, um nicht nur optimale Dünnschliffe, sondern auch dickwandige Schliffe der gesamten Blockproben erzeugen zu können. Für die Lagerung sind Archivierungssysteme zur Erfassung der zugehörigen Dünn- und Dickschliffe sowie langfristige Lagermöglichkeiten erforderlich.

Literatur

- Aspöck, E. und Banerjea, R. Y. 2016. Formation processes of a reopened early Bronze Age inhumation grave in Austria: the soil thin section analyses. *Journal of Archaeological Science: Reports* 10, 791–809. doi: 10.1016/j.jasrep.2016.07.003
- Banerjea, R. Y., Bell, M., Matthews, W. und Brown, A. 2013. Applications of micromorphology to understanding activity areas and site formation processes in experimental hut floors. *Archaeological and Anthropological Sciences* 7, 89–112.
- Brewer, R. 1964. *Fabric and Mineral Analysis of Soils*. New York.
- Budka, J., 2020. *Across Borders 2. Living in New Kingdom Sai*. With contributions by Johannes Auenmüller, Annette M. Hansen, Frits Heinrich, Veronica Hinterhuber, Ptolemaios Paxinos, Nadja Pöllath, Helmut Sattmann, Sara Schnedl and Martina Ullmann. *Archaeology of Egypt, Sudan and the Levant* 1. Wien.
- Bullock, P., Fedoroff, N., Jongerius, A., Stoops, G. und Tursina, T. 1985. *Handbook for Soil Thin Section Description*. Albrighton.
- Brandtner, F. 1959. *Die geologisch-stratigraphische Position der Kulturschichten von Willendorf in der Wachau, NÖ*. Mitteilungen der Prähistorischen Kommission 8/9. Wien, 173–198.

- Cereda, S. und Draganits, E. 2022. Lived monuments: a microarchaeological study of monumental architecture in the tell-site of Arslantepe (Malatya, Turkey). *Journal of Archaeological Science: Reports* 41, 103318.
- Cereda, S. und Fragnoli, P. 2021. Petrography and Micromorphology Face-to-Face: the Potential of Multivocality in the Study of Earth-Based Archaeological Materials. *Interdisciplinaria Archaeologica, Natural Sciences in Archaeology* XII(1), 9–18. doi: 10.24916/iansa.2021.1.1
- Cornwall, I. W. 1958. *Soils for the Archaeologist*. London.
- Dalrymple, J. B. 1958. The application of soil micromorphology to fossil soil and other deposits from archaeological sites. *Journal of Soil Science* 9, 199–227.
- Fitzpatrick, E. A. 1984. *Micromorphology of Soils*. London.
- Fitzpatrick, E. A. 1993. *Soil Microscopy and Micromorphology*. New York.
- French, C., Ostericher, I., Murch, L., Rajovaca, T. und Perić, S. 2019. Geoarchaeological evaluation of the soil profiles and collapsed Neolithic structures in Trenches XIX, XXII and XXIII at Drenovac, Serbia, in: Slaviša, P. (Hg.), *The Neolithic in the Middle Morava Valley. Volume 3. Interdisciplinary contributions to research and preservation of archaeological heritage*. Belgrade, 9–27.
- Gelabert, P., Sawyer, S., Bergström, A., Margaryan, A., Collin, T. C., Meshveliani, T., Belfer-Cohen, A., Lordkipanidze, D., Jakeli, N., Matskevich, Z., Bar-Oz, G., Fernandes, D. M., Cheronet, O., Özdoğan, K. T., Oberreiter, V., Feeney, R. N. M., Stahlschmidt, M. C., Skoglund, P. und, Pinhasi, R. 2021. Genome-scale sequencing and analysis of human, wolf, and bison DNA from 25,000-year-old sediment. *Current Biology* 31(16), 3564–3574.e9. doi: 10.1016/j.cub.2021.06.023
- Geitner, C. und Schäfer, D. 2010. Interdisziplinäre Zusammenarbeit an der Schnittstelle von Archäologie und Bodenkunde im Gebirge: Grundsätzliche Überlegungen und Beispiele des Mesolithfundplatzes Ullafelsen (Tirol), in: Mandl, F. und Stadler, H. (Hgg.), *Archäologie in den Alpen: Alltag und Kult*. Haus im Ennstal, 25–42.
- Gerzabek, M. H., Stoops, G., Ottner, F., Shan-Li, W., Liang-Sin, H. und Zehetner, F. 2023. The evolution of soil microstructure and micromineralogy along a soil age gradient on the Galápagos Islands (Ecuador). *Geoderma Regional* 32, e00609.
- Händel, M., Simon, U., Einwögerer, T. und Neugebauer-Maresch, C. 2009. Loess deposits and the conservation of the archaeological record: the Krems-Wachtberg example. *Quaternary International* 198(1), 46–50. doi: 10.1016/j.quaint.2008.07.005
- Kubišna, W. L. 1956. Zur Mikromorphologie, Systematik und Entwicklung der rezenten und fossilen Lößböden. *E&G Quaternary Science Journal* 7(1), 102–120. doi: 10.3285/eg.07.1.10
- Kubišna, W. L. 1938. *Micropedology*. Ames.
- Leierer, L., Jambrina-Enríquez, M., Herrera-Herrera, A. V., Connolly, R., Hernández, C. M., Galván, B., Mallol, C. 2019. Insights into the timing, intensity and natural setting of Neanderthal occupation from the geoarchaeological study of combustion structures: a micromorphological and biomarker investigation of El Salt, unit Xb, Alcoy, Spain. *PLOS ONE* 14, e0214955.
- Macphail, R. I., Bill, J., Crowther, J., Haită, C., Linderholm, J., Popovici, D., Rødsrud, C. L. 2017. European ancient settlements: a guide to their composition and morphology based on soil micromorphology and associated geoarchaeological techniques. *Quaternary International* 460, 30–47.
- Macphail, R. I. und Goldberg, P. 2018. *Applied Soils and Micromorphology in Archaeology*. Cambridge.
- Mallol, C., Hernández, C. M., Cabanes, D., Sistiaga, A., Machado, J., Rodríguez, Á., Pérez, L. und Galván, B. 2013. The black layer of Middle Palaeolithic combustion structures: Interpretation and archaeostratigraphic implications. *Journal of Archaeological Science* 40, 2515–2537.
- Massilani, D., Morley, M. W., Mentzer, S. M., Aldeias, V., Vernot, B., Miller, C., Stahlschmidt, M., Kozlikin, M. B., Shunkov, M. V., Derevianko, A. P., Conard, N. J., Wurz, S., Henshilwood, C. S., Vasquez, J., Essel,

- E., Nagel, S., Richter, J., Nickel, B., Roberts, R. G., Pääbo, S., Slon, V., Goldberg, P. und Meyer, M. 2022. Microstratigraphic preservation of ancient faunal and hominin DNA in Pleistocene cave sediments. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 119, e2113666118. doi: 10.1073/pnas.2113666118
- Matthews, W., Almond, M. J., Anderson, E., Wiles, J., Williams, H. und Rowe, J. 2013. Biographies of architectural materials and buildings: integrating high-resolution micro-analysis and geochemistry, in: Hodder, I. (Hg.), *Substantive Technologies at Çatalhöyük: Reports from the 2000–2008 Seasons*. London, 115–136.
- Matthews, W., Shillito, L.-M., Elliott, S., Bull, I. D. und Williams, J. M. 2014. Neolithic lifeways: microstratigraphic traces within houses, animal pens, and settlements. *Proceedings of the British Academy* 198, 251–279.
- Nicosia, C. und Stoops, G. 2017. *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*. Oxford.
- Nigst, P. R., Viola, T. B., Haesaerts, P., Blockley, S., Damblon, F., Frank, C., Fuchs, M., Götzinger, M., Hambach, U., Mallol, C., Moreau, L., Niven, L., Richards, M., Richter, D., Zöllner, L., Trnka, G. und Hublin, J.-J. 2008. New research on the Aurignacian of Central Europe: A first note on the 2006 fieldwork at Willendorf II. *Quartär* 55, 9–15.
- Panin, P. G., Timireva, S. N., Morozova, T. D., Kononov, Y. M. und Velichko, A. A. 2018. Morphology and micromorphology of the loess-paleosol sequences in the south of the East European plain (MIS 1–MIS 17). *Catena* 168, 79–101. doi: 10.1016/j.catena.2018.01.032
- Patalano, R., Roberts, P., Boivin, N., Petraglia, M. D. und Mercader, J. 2021. Plant wax biomarkers in human evolutionary studies. *Evolutionary Anthropology* 30(6), 385–398. doi: 10.1002/evan.21921
- Rampazzo, N., Blum, W. E. H., Strauss, P., Čurlik, J. 1993. Structure assessment of two agricultural soils of Lower Austria. *International Agrophysics* 1(7), 47–59.
- Rampazzo, N., Rajkai, K., Blum, W. E. H., Varallyay, G., Ubleis, T. 1999. Effects of long-term agricultural land use on soil properties along the Austrian-Hungarian border. Part I: Soil mineralogical, physical and micromorphological parameters. *International Agrophysics* 13(1), 15–39.
- Rampazzo, N. und Mentler, A. 2001. Influence of different agricultural landuse on soil properties along the Austrian-Hungarian border. *Die Bodenkultur* 52(2), 89–115.
- Rodríguez de Vera, C., Herrera-Herrera, A. V., Jambriña-Enríquez, M., Sossa-Ríos, S., González-Urquijo, J., Lazuen, T., Vanlandeghem, M., Alix, C., Monnier, G., Pajović, G., Tostevin, G. und Mallol, C. 2020. Micro-contextual identification of archaeological lipid biomarkers using resin-impregnated sediment slabs. *Scientific Reports* 10, 20574. doi: 10.1038/s41598-020-77257-x
- Röpke, A. und Krause, R. 2013. High montane–subalpine soils in the Montafon Valley (Austria, northern Alps) and their link to land-use, fire and settlement history. *Quaternary International* 308–309, 178–189. doi: 10.1016/j.quaint.2013.01.022
- Salisbury, R. B., Bull, I. D., Cereda, S., Draganits, E., Dulias, K., Kowarik, K., Meyer, M., Zavala, E. I. und Rebay-Salisbury, K. 2022. Making the most of soils in archaeology: a review. *Archaeologia Austriaca* 106, 319–334. doi: 10.1553/archaeologia106s319
- Schäfer, D., Bertola, S., Pawlik, A., Geitner, C., Waroszewski, J. und Bussemer, S. 2016. The landscape-archaeological Ullafelsen Project (Tyrol, Austria). *Preistoria Alpina* 48, 29–38.
- Shillito, L.-M., Matthews, W. und Almond, M. J. 2013. Ecology, diet and discard practices: new interdisciplinary approaches to the study of middens through integrating micromorphological, phytolith and geochemical analyses, in: Hodder, I. (Hg.), *Humans and Landscapes of Çatalhöyük: Reports from the 2000–2008 Seasons*. London, 77–80.
- Shillito, L.-M., Bull, I. D., Matthews, W., Almond, M. J., Williams, J. M. und Evershed, R. P. 2011a. Biomolecular and micromorphological analysis of suspected faecal deposits at Neolithic Çatalhöyük, Turkey. *Journal of Archaeological Science* 38, 1869–1877. doi: 10.1016/j.jas.2011.03.031

- Shillito, L.-M., Matthews, W., Almond, M. J. und Bull, I. D. 2011b. The microstratigraphy of middens: capturing daily routine in rubbish at Neolithic Çatalhöyük, Turkey. *Antiquity* 85, 1024–1038.
- Schilt, F., Verpoorte, A. und Antl, W. 2017. Micromorphology of an Upper Paleolithic cultural layer at Grub-Kranawetberg, Austria. *Journal of Archaeological Science: Reports* 14, 152–162.
- Sedov, S., Sycheva, S., Pi, T. und Díaz, J. 2013. Last Interglacial paleosols with Argic horizons in Upper Austria and Central Russia: pedogenetic and paleoenvironmental inferences from comparison with the Holocene analogues. *E&G Quaternary Science Journal* 62(1), 44–58. doi: org/10.3285/eg.62.1.05
- Slon, V., Hopfe, C., Weiss, C. L., Mafessoni, F., De la Rasilla, M., Lalueza-Fox, C., Rosas, A., Soressi, M., Knul, M. V. und Miller, R. 2017. Neandertal and Denisovan DNA from Pleistocene sediments. *Science* 356, 605–608.
- Sprafke, T. 2013. Löss-Paläoboden Sequenz Paudorf oder: der Boden (MIS 5) mit der Bildungslücke (MIS 5d), in: *Hugo Obermaier-Gesellschaft für Erforschung des Eiszeitalters und der Steinzeit e.V. 55. Jahrestagung in Wien 02. – 06. April 2013*. Erlangen, 67–74.
- Sprafke, T. 2016. *Löss in Niederösterreich: Archiv quartärer Klima- und Landschaftsveränderungen*. Würzburg.
- Sprafke, T., Thiel, C. und Terhorst, B. 2014. From micromorphology to palaeoenvironment: the MIS 10 to MIS 5 record in Paudorf (Lower Austria). *Catena* 117, 60–72. doi: 10.1016/j.catena.2013.06.024
- Stoops, G. 2003. *Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections*. Madison.
- Stoops, G. 2021. *Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections*. 2nd Edition, Madison.
- Stoops, G., Marcelino, V. und Mees, F. 2010. *Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths*. Amsterdam.
- Strobl, J. und Obermaier, H. 1909. Die Aurignacien-Station von Krems (N.-Ö.). *Jahrbuch für Altertums-kunde* III, 129–148.
- Terhorst, B., Sedov, S., Sprafke, T., Peticzka, R., Meyer-Heintze, S., Kühn, P. und Solleiro Reballedo, E. 2015. Austrian MIS 3/2 loess–palaeosol records: key sites along a west–east transect. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 418, 43–56. doi: 10.1016/j.palaeo.2014.10.020
- Verrecchia, E. P. und Trombino, L. 2021. *A Visual Atlas for Soil Micromorphologists*. Cham.
- Webster L., Cereda S., Horejs B. in Vorb. *Soil Micromorphology at the Early Neolithic Settlement of Svinjarička Čuka, Serbia: A Pilot Study*.
- Würfel, F., Röpke, A., Krause, R. und Lutz, J. 2010. Prähistorische Siedlungsdynamik und Landschaft in einer inneralpinen Siedlungskammer: archäologische, geoarchäologische, archäometallurgische und archäobotanische Untersuchungen im Montafon in Vorarlberg (Österreich). *Archäologisches Korrespondenzblatt* 40(4), 503–523. doi: 10.11588/ak.2010.4.90176

ANTHROPOLOGIE UND ARCHÄOLOGIE

Katharina Rebay-Salisbury, Karin Wiltshcke-Schrotta

ANTHROPOLOGIE UND ARCHÄOLOGIE

Katharina Rebay-Salisbury, Karin Wiltchke-Schrotta

Die Erforschung menschlicher Überreste blickt auf eine lange Tradition zurück, wobei dem Zeitgeist und den neuen Technologien entsprechend immer wieder andere Fragestellungen im Vordergrund standen. Längst haben sich Anthropologie und Archäologie vom dunklen Kapitel der Rassenlehre entfernt und sind bemüht, anhand der im menschlichen Gewebe, meist Knochen und Zähne, gespeicherten chemischen Signaturen Biographien zu rekonstruieren und Lebensbedingungen zu untersuchen. Neben der Betrachtung der Morphologie sind heute eine Reihe biochemischer und physikalischer Analysemethoden in Anwendung, die Antworten auf Fragestellungen verschiedenster Art bieten (Buikstra et al. 2022). Gerade hier schreitet die Methodenentwicklung immer schneller voran, während die breite Anwendung nicht selten an finanzielle und logistische Grenzen stößt. Trotzdem bleibt zum einen die Erfassung von Alter, Geschlecht und von Zeichen krankhafter Veränderungen die Grundvoraussetzung für weitere Studien, zum anderen ist die Beobachtung des archäologischen Kontextes, also der Umstände und Zusammenhänge, in denen menschliche Überreste vorkommen, ein wesentlicher Untersuchungsgegenstand.

MORPHOLOGISCHE VERÄNDERUNGEN IM LEBENSZYKLUS

Der menschliche Körper verändert sich ein Leben lang. Sind es in jungen Jahren vorwiegend die mit dem Wachstum und der hormonellen Reifung einhergehenden Veränderungen, hinterlassen im Laufe des Lebens zahlreiche Ereignisse sowie die Ernährungs- und Lebensgewohnheiten Spuren, die nun neben den makroskopischen, morphologischen Methoden auch mit neuen Untersuchungstechniken Osteobiographien erstellen lassen (z. B. Mays et al. 2018). Ausgehend von Untersuchungen einzelner Individuen und deren Lebensereignissen können so für ganze Gemeinschaften und Populationen Muster erkannt werden. Ein Beispiel ist die Rekonstruktion geschlechterspezifischer Arbeitsteilung anhand von Robustizitätszeichen und Muskelmarken. In der Jungsteinzeit, in der die neue Form der Ernährung durch Ackerbau viel Zeit erforderte, wurde besonders bei Frauen eine symmetrische Belastung durch das Mahlen des Getreides mit beiden Armen auf einer Sattelmühle festgestellt (Sládek et al. 2016); ein anderes Beispiel aus der Eisenzeit zeigt, dass der Vortrieb im Stollen beim Salzabbau mit Belastungen für Männer, der Abtransport des Salzes mit Frauen (und Kindern) in Verbindung zu bringen ist (Pany et al. 2003; Macintosh et al. 2014). Das Reiten als gewohnheitsmäßige Form der Fortbewegung (Bühler und Kirchengast 2022; Trautmann et al. 2023) dürfte im Skelett ebenso Spuren hinterlassen wie Schwangerschaft und Geburt bei Frauen (Rebay-Salisbury et al. 2018; Pany-Kucera et al. 2022). Ein neues Forschungsfeld sind die sozialen Reaktionen auf Behinderungen oder temporäre Einschränkungen wie Krankheiten, die Pflege und Versorgung durch Angehörige erfordern (Tilley und Schrenk 2017).

GESCHLECHTERSPEZIFISCHE PEPTIDE IM ZAHNSCHMELZ

In all diesen Forschungsgebieten kommt dem biologischen Geschlecht der untersuchten Individuen eine Schlüsselrolle zu. Traditionelle Methoden der Geschlechtsbestimmung stoßen

insbesondere bei schlecht erhaltenen Skelettresten der Individuen und bei Kindern auf Grenzen, da sich der Geschlechtsdimorphismus in der Skelettmorphologie erst nach der Pubertät entwickelt. Zahnschmelz jedoch enthält geschlechtsspezifische Peptide (AMELIX und AMELY), die mit dem schmelzbildenden Protein Amelogenin verknüpft sind, während der Ontogenese entstehen und im Zahnschmelz verbleiben.

Die Identifizierung dieser geschlechtsspezifischen Peptide im menschlichen Zahnschmelz erfolgt durch Nano-Flüssigkeitschromatographie-Tandem-Massenspektrometrie (nanoLC-MS/MS) verhältnismäßig kostengünstig und mit nur minimalen Eingriffen in die Zahnoberfläche (Stewart et al. 2016; Rebay-Salisbury et al. 2020). Durch die breite Anwendung dieser Methode können etwa geschlechtsspezifische Bestattungspraktiken bei Kindern untersucht (Rebay-Salisbury et al. 2022) und Fragen zu geschlechtsspezifischer Mortalität, Morbidität und Wachstum sowie zur geschlechtsspezifischen Behandlung und Ernährung bei Kindern und Erwachsenen beantwortet werden.

ALTE DNA ENTHÜLLT VERWANDTSCHAFT UND ABSTAMMUNG

Die Untersuchung von in den Knochen und Zähnen gespeicherter alter DNA ermöglicht es, mit neuer Technologie alte Fragestellungen zu beantworten. Auf der Ebene des Individuums können bei der Analyse des Geschlechts auch nicht-binäre Chromosomenvariationen erkannt werden (z. B. Moilanen et al. 2022), während derzeit noch erforscht wird, wie Methylierungsmuster alter DNA zur Bestimmung des Sterbealters herangezogen werden können (Giuliani et al. 2016). Durch die Anwendung des immer noch aufwendigen, kostspieligen und nicht zerstörungsfreien Verfahrens können mitunter auch Pathogene (Krankheitserreger) wie *Yersinia pestis*, *Salmonella enterica* und *Hepatitis B* isoliert werden. Im frühbronzezeitlichen Gräberfeld von Drasenhofen konnten kürzlich bei zwei erwachsenen Männern sogar unterschiedliche Stämme von *Yersinia pestis* nachgewiesen werden, die als Erreger der Pest mit großer Wahrscheinlichkeit zu Sepsis und Tod geführt haben (Neumann et al. 2023). Richtig interessant ist die Untersuchung alter DNA ganzer Gräberfelder, da sowohl Aussagen zu Verwandtschaftsstrukturen als auch zu Zusammensetzung, Abstammung und Herkunft von Gruppen getroffen werden können. Wurden bis vor kurzem noch stichprobenartig einzelne Individuen eines Bestattungsortes beprobt, wird heute versucht, möglichst alle Individuen abzudecken, da sich der Erkenntnisgewinn mit jedem Individuum potenziert. Noch sind solche Studien aus finanziellen Gründen und durch den limitierten Zugang zu analytischen Ressourcen begrenzt. Einzelne Studien zeigen jedoch bereits das Potential, das aus der Synergie von Archäologie, Anthropologie und Genetik entsteht: Im bayerischen Lechtal wurden über 100 Individuen der Glockenbecher- und Frühbronzezeit einer detaillierten Isotopen- und DNA-Analyse unterzogen, wobei sich einige Familien über mehrere Generationen verfolgen ließen. Die Verwandtschaftsbeziehungen innerhalb des Gräberfeldes ließen sich über die männliche Linie nachweisen, während immer wieder fremde Frauen in die Gemeinschaft integriert wurden (Knipper et al. 2017; Mittnik et al. 2019). Aufgrund der rekonstruierten Genealogie ist es wiederum möglich, eine genaue Abfolge der Bestattungen festzustellen und mittels zusätzlicher ^{14}C -Daten diese genauer zu kalibrieren und zu modellieren (Massy et al. 2022).

ISOTOPEN VERRATEN HERKUNFT UND MIGRATION

Die Tatsache, dass chemische Elemente in der Natur mit verschiedener Isotopenanzahl vorkommen, dieselben Elemente also in verschiedenen Atomarten vorliegen, wird zur Rekonstruktion von Ernährung und Mobilität genutzt. Im Lauf des Lebens jedes Organismus werden durch die Ernährung in den Knochen und Zähnen Elemente eingelagert, die in ihrer Beschaffenheit unter anderem von der Auswahl der Nahrung, der Nähe zum Meer, dem Klima und dem geologischen Untergrund abhängen. Strontium im Zahnschmelz und in verbrannten Menschenknochen wird untersucht, um lokale von nicht lokalen Individuen zu unterscheiden. Die Strontiumsignaturen, die in Knochen und Zähnen eingelagert werden, beruhen auf der örtlichen Geologie des Gebiets, auf dem konsumierte Lebensmittel angebaut wurden. Auch für die Vergangenheit gilt: Man ist, was man isst. Da die Einlagerung der Strontiumisotopen im Zahnschmelz bei verschiedenen Zähnen in unterschiedlichen Lebensabschnitten erfolgt, kann die Untersuchung der drei Molaren (Backenzähne) besonders interessante Ergebnisse bringen. So kann Mobilität und Migration im Kindes-, Jugend- und Erwachsenenalter unterschieden werden. In Kombination mit der Geschlechtsbestimmung der beprobten Individuen lassen sich Sozialsysteme fassen, die Kinderbetreuung außerhalb der Familie oder Matri- und Patrilokalität nach der Hochzeit umfassen (Knipper et al. 2018; Ensor 2021). Isotopenanalysen des Kohlenstoffs und des Stickstoffs werden herangezogen, um die Ernährung zu rekonstruieren. So kann etwa geklärt werden, welche Pflanzen überwiegend genutzt wurden und welchen Anteil Fleisch- oder Fischernährung darstellte, der etwa unter den Männern der hallstattzeitlichen Elite am Magdalenenberg bei Villingen erhöht war (Oelze et al. 2012). Die Anreicherung des δ^{15} -Stickstoffisotops bei gestillten Babys und Kleinkindern, die sich quasi ausschließlich von ihrer Mutter ernähren, wird genutzt, um den Zeitpunkt des Abstillens zu erforschen, da sich danach das Stickstoffisotopenverhältnis an den für eine Population typischen Durchschnittswert wieder angleicht (Fulminante 2015).

METHODENVIELFALT UND AUSBLICK

Analysen an menschlichen Überresten sind vielfältig und auch das damit verbundene Wissen differenziert sich zusehends. Viele aktuelle Forschungsthemen können in diesem Rahmen nicht ausreichend kommentiert werden, etwa evolutionäre Prozesse und Forschung an frühen Menschenformen. Zuletzt sollen noch einige weitere spannende Forschungsfelder erwähnt werden: Histologische Forschungen an Knochen zu diagenetischen Veränderungen können etwa auf Leichenbehandlung, Mumifizierung und Konservierung hinweisen (Mandl et al. 2022). Hier ist wieder die enge Verschränkung von Archäologie und Anthropologie wesentlich, um die Dokumentation des Befundkontextes in die archäothanatologischen Beobachtungen einfließen zu lassen. Die mikroskopische Analyse von Zahndünnschliffen liefert über Zahnzementanalysen eine weitere Einschätzung des Sterbealters eines Individuums (Naji et al. 2016); ob Neugeborene die Geburt überlebt haben, kann das Vorhandensein einer Neonatallinie anzeigen (Sebald et al. 2018). Der Werkzeugkasten der Bioarchäolog:innen erweitert sich mit rasender Geschwindigkeit. Archäologie und Anthropologie sind Forschungsgebiete geworden, in denen viele unterschiedliche Daten zusammenkommen und entsprechend

ihres Kontextes interpretiert werden müssen. Da sich Menschen neben ihrem genetischen Potential auch in ihrer Beziehung zu Tieren, Pflanzen, materieller Kultur und Landschaften entwickeln, ist es wichtig, kulturelle und kontextuelle Informationen gemeinsam mit den bioarchäologischen Daten zu diskutieren. Voraussetzung für die produktive Zusammenarbeit von Archäolog:innen, Anthropolog:innen und Wissenschaftler:innen anderer Disziplinen ist das Finden einer gemeinsamen Sprache und ein wohlwollendes Verständnis für die unterschiedlichen Verfahren des geistes- und naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinns. So können aktuelle Forschungsthemen – zum Beispiel biologisches/soziales Geschlecht, Verwandtschaft, Heiratsmuster, genetisches Erbe, Ernährung, Mobilität, Migration und die Erfahrung des Fremdseins – gemeinsam erforscht werden.

Überblick zu den aktuellen bioarchäologischen Methoden (nach Buikstra et al. 2022: 88, Tab. 3)

Kategorie	Beschreibung
Bioarchäologie	Bioarchäologische Studien sind Methoden, die bei der Untersuchung von menschlichen Überresten angewendet werden.
Biodistanz	Die Biodistanz untersucht die Verwandtschaft zwischen und innerhalb einer Population, meist mittels metrischer und nichtmetrischer Merkmale am Skelett, geometrischer Morphometrie oder alter DNA.
Biomechanik	Biomechanik befasst sich mit bewegungsbedingten Veränderungen des Skeletts. Dazu gehören Studien zur Skelettmorphologie/geometrischen Morphometrie/Robustizität, Untersuchungen zur internen trabekulären und kortikalen Struktur und Untersuchungen zu aktivitätsbedingten Veränderungen.
CT/Radiologie	Diese Kategorie umfasst Untersuchungen, bei denen CT, microCT und/oder andere radiographische Methoden eingesetzt werden. Sie werden in der Regel im Rahmen von biomechanischen oder paläopathologischen Analysen eingesetzt.
DNA	DNA-Untersuchungen umfassen Studien zu Verwandtschaftsanalysen, zur Populationsgenetik, zur Migration und zu Krankheitserregern.
Proteine	Ähnlich wie bei DNA-Analysen werden in der Paläoproteomik Moleküle untersucht, die Schlüsse auf Geschlecht, Artenzugehörigkeit, Abstammung, Ernährung oder Krankheiten zulassen.
Isotopen	Isotopenuntersuchungen nutzen stabile und/oder radiogene Isotope zur Rekonstruktion von Ernährung und Mobilität.
Mikroskopie/ Histologie	Mikroskopische Auswertungen der Morphologie von Skelett und Zähnen unterstützen paläopathologische und diagenetische Studien. Zahnzementanalysen dienen vor allem der Sterbealtersbestimmung.
Bestattungsanalysen	Bestattungsanalysen umfassen archäologische Daten wie Bestattungspraktiken (Behandlung des Leichnams, Positionierung des Körpers), taphonomische Prozesse (Verwesung, Grabstörung) sowie die Ausstattung und Beigaben der Toten.
Knochen- und Zahn- morphologie	Die Erfassung des physischen Erscheinungsbildes des Skelettes und der Zähne erfolgt durch Morphometrie, geometrische Morphometrie und Analyse der Robustizität.
Osteologie	Die Osteologie untersucht Knochen und Zähne zur Erstellung biologischer Steckbriefe von Individuen, die in der Regel Alters-, Geschlechts-, Belastungs- und Krankheitsanzeichen umfassen. Paläopathologische und/oder paläodemographische Studien stützen sich auf erhobene osteologischen Daten.

Kategorie	Beschreibung
Paläodemographie	Studien der Dynamik menschlicher Populationen anhand von Skeletten werden häufig in Verbindung mit Methoden der Osteologie und Paläopathologie durchgeführt.
Paläopathologie	Untersuchungen, die die Gesundheit des Skeletts und der Zähne und/oder das Auftreten von Krankheiten in der Vergangenheit miteinschließen.
Raumanalyse	Studien, die geographische Verbreitungsmuster mithilfe von geographischen Informationssystemen (GIS) auswerten.
Statistik	Datenaggregation, Modellentwicklung oder Modelltests sind wichtige unterstützende Verfahren anthropologischer Studien.

SCHLUSSWORT ZUR ETHIK

Ethische Aspekte werden im wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Diskurs immer wichtiger. Dies betrifft die Untersuchung menschlicher Überreste genauso wie viele vom Menschen hergestellte Artefakte. So müssen bereits in vielen Fällen die rechtmäßige Herkunft und Besitzverhältnisse des zu untersuchenden Materials nachgewiesen werden, die aus keinem Unrechtskontext stammen dürfen. Die Erlaubnis zur Nutzung, der Verwahrungsort und die genaue Identifikationsnummer sind in jeder Publikation anzuführen. Geraubte, illegal gesammelte, aus Orten von Verbrechen stammende menschliche Überreste und Objekte sind immer noch in wissenschaftlichen Sammlungen vorhanden und werden in Österreich insbesondere im NS-Kontext, international auch im kolonialen Kontext aufgearbeitet. Forschungen zur Provenienz und Restitution sind Teil der wissenschaftlichen Arbeit an Museen und Universitäten (Berner 2022; Theune 2022; Stantis et al. 2023). Einen weiteren ethischen Aspekt stellen die zahlreichen invasiven Analysemethoden dar, die nicht nur wunderbare Erkenntnisse bringen, sondern Teil des Sammlungsgutes für immer zerstören. Auch wenn zunehmend auf minimalinvasive Beprobung gesetzt wird, benötigt jede neue technische Entwicklung wieder neue Proben. Meist werden die Wiederverwendung und das Recycling von bereits gewonnenen Proben in verschiedenen Stadien des analytischen Prozesses zu wenig angedacht. Ein weiterer Lösungsansatz ist die Bereitstellung der gewonnen Daten in zugänglichen Datenbanken, die derzeit durch die Open Data-Strategien zahlreicher Forschungseinrichtungen gefordert wird. Die Abwägung, ob Proben aus dem oft raren und unwiederbringlichen Material für neue Erkenntnisse genommen werden können, ist eine der schwierigsten Entscheidungen der Kurator:innen, deren eigentliche Aufgabe die Bewahrung der Sammlungen darstellt. Wer welche Forschung an welchen menschlichen Überresten zu welchem Zweck durchführen darf oder soll, bleibt Gegenstand eines kontinuierlichen gesellschaftlichen Dialogs (Stantis et al. 2023), der nicht nur Wissenschaftler:innen und Kurator:innen, sondern sämtliche beteiligte Stakeholder und Interessengruppen umfasst – denn es ist ein Privileg, an menschlichen Überresten zu forschen.

Literatur

Berner, M. 2022. Ethische Fragen an die anthropologischen Sammlungen des Naturhistorischen Museums (NHM) Wien. *Österreichische Zeitschrift für Kunst und Denkmalpflege* 76, 62–70.

- Bühler, B. und Kirchengast, S. 2022. Horse-riding as a habitual activity among the early medieval Avar population of the cemetery of Csokorgasse (Vienna): Sex and chronological differences. *International Journal of Osteoarchaeology* 32(4), 821–831.
- Buikstra, J. E., DeWitte, S. N., Agarwal, S. C., Baker, B. J., Bartelink, E. J., Berger, E., Blevins, K. E., Bolhofner, K., Boutin, A. T., Brickley, M. B., Buzon, M. R., de la Cova, C., Goldstein, L., Gowland, R., Grauer, A. L., Gregoricka, L. A., Halcrow, S. E., Hall, S. A., Hillson, S., Kakaliouras, A. M., Klaus, H. D., Knudson, K. J., Knüsel, C. J., Larsen, C. S., Martin, D. L., Milner, G. R., Novak, M., Nystrom, K. C., Pacheco-Forés, S. I., Prowse, T. L., Robbins Schug, G., Roberts, C. A., Rothwell, J. E., Santos, A. L., Stojanowski, C., Stone, A. C., Stull, K. E., Temple, D. H., Torres, C. M., Toyne, J. M., Tung, T. A., Ullinger, J., Wiltshcke-Schrotta, K. und Zakrzewski, S. R. 2022. Twenty-first century bioarchaeology: Taking stock and moving forward. *American Journal of Biological Anthropology* 178(S74), 54–114.
- Ensor, B. E. 2021. *The Not Very Patrilocal European Neolithic. Strontium, aDNA, and Archaeological Kinship Analyses*. Oxford.
- Fulminante, F. 2015. Infant feeding practices in Europe and the Mediterranean from prehistory to the Middle Ages: a comparison between the historical sources and bioarchaeology. *Childhood in the Past* 8(1), 24–47.
- Giuliani, C., Cilli, E., Bacalini, M. G., Pirazzini, C., Sazzini, M., Gruppioni, G., Franceschi, C., Garagnani, P. und Luiselli, D. 2016. Inferring chronological age from DNA methylation patterns of human teeth. *American Journal of Physical Anthropology* 159(4), 585–595.
- Knipper, C., Mittnik, A., Massy, K., Kociumaka, C., Kucukkalipci, I., Maus, M., Wittenborn, F., Metz, S. E., Staskiewicz, A., Krause, J. und Stockhammer, P. W. 2017. Female exogamy and gene pool diversification at the transition from the Final Neolithic to the Early Bronze Age in central Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 201706355.
- Knipper, C., Pichler, S. L., Brönnimann, D., Rissanen, H., Rosner, M., Spichtig, N., Stopp, B., Rentzel, P., Röder, B., Schibler, J., Lassau, G. und Alt, K. W. 2018. A knot in a network: Residential mobility at the Late Iron Age proto-urban centre of Basel-Gasfabrik (Switzerland) revealed by isotope analyses. *Journal of Archaeological Science: Reports* 17, 735–753.
- Macintosh, A. A., Pinhasi, R. und Stock, J. T. 2014. Divergence in male and female manipulative behaviors with the intensification of metallurgy in Central Europe. *PLOS ONE* 9(11), e112116.
- Mandl, K., Carlson, K. S. D., Brönnimann, D., McCall, A., Grassberger, M., Teschler-Nicola, M., Weiss-Krejci, E. und Metscher, B. 2022. Substantiating microCT for diagnosing bioerosion in archaeological bone using a new Virtual Histological Index (VHI). *Archaeological and Anthropological Sciences* 14(6) 104.
- Massy, K., Friedrich, R., Mittnik, A. und Stockhammer, P. W. 2022. Pedigree-based Bayesian modelling of radiocarbon dates. *PLOS ONE* 17(6), e0270374.
- Mays, S., Roberts, D., Marshall, P., Pike, A. W. G., van Heekeren, V., Bronk Ramsey, C., Dunbar, E., Reimer, P., Linscott, B., Radini, A., Lowe, A., Dowle, A., Speller, C., Vallender, J. und Bedford, J. 2018. Lives before and after Stonehenge: an osteobiographical study of four prehistoric burials recently excavated from the Stonehenge World Heritage Site. *Journal of Archaeological Science: Reports* 20, 692–710.
- Mittnik, A., Massy, K., Knipper, C., Wittenborn, F., Pfrengle, S., Carlich-Witjes, N., Deeg, H., Furtwängler, A., Harbeck, M., von Heyking, K., Kociumaka, C., Kucukkalipci, I., Lindauer, S., Metz, S., Staskiewicz, A., Thiel, A., Wahl, J., Haak, W., Pernicka, E., Schiffels, S., Stockhammer, P. W. und Krause, J. 2019. Kinship-based social inequality in Bronze Age Europe. *Science* 366(6466), 731–734.
- Moilanen, U., Kirkinen, T., Saari, N.-J., Rohrlach, A. B., Krause, J., Onkamo, P. und Salmela, E. 2022. A woman with a sword? Weapon grave at Suontaka Vesitorninmäki, Finland. *European Journal of Archaeology* 25(1), 42–60.
- Naji, S., Colard, T., Blondiaux, J., Bertrand, B., d’Incau, E. und Bocquet-Appel, J.-P. 2016. Cementochronology, to cut or not to cut? *International Journal of Paleopathology* 15, 113–119.

- Neumann, G., Furtwängler, A., Bortel, P., Fiebig, K., Stockhammer, P. W., Kanz, F. und Rebay-Salisbury, K. 2023. *Yersinia pestis* im frühbronzezeitlichen Gräberfeld von Drasenhofen: Die derzeit ältesten Pest-toten Österreichs in ihrem kulturhistorischen Kontext. *Archaeologia Austriaca* 107, 137–158.
- Oelze, V. M., Koch, J. K., Kupke, K., Nehlich, O., Zauner, S., Wahl, J., Weise, S. M., Rieckhoff, S. und Richards, M. P. 2012. Multi-isotopic analysis reveals individual mobility and diet at the Early Iron Age monumental tumulus of Magdalenenberg, Germany. *American Journal of Physical Anthropology* 148(3), 406–421.
- Pany-Kucera, D., Spannagl-Steiner, M., Desideri, J. und Rebay-Salisbury, K. 2022. Indicators of motherhood? Sacral preauricular extensions and notches in identified skeletal collections. *International Journal of Osteoarchaeology* 32(1), 64–74.
- Pany, D., Teschler-Nicola, M. und Wilfing, H. 2003. Miners or mine owners: Do the Hallstatt skeletons reflect occupation and social structure? *American Journal of Physical Anthropology* Supplement 36, 164.
- Rebay-Salisbury, K., Bortel, P., Janker, L., Bas, M., Pany-Kucera, D., Salisbury, R. B., Gerner, C. und Kanz, F. 2022. Gendered burial practices of early Bronze Age children align with peptide-based sex identification: A case study from Franzhausen I, Austria. *Journal of Archaeological Science* 139, 105549.
- Rebay-Salisbury, K., Janker, L., Pany-Kucera, D., Schuster, D., Spannagl-Steiner, M., Waltenberger, L., Salisbury, R. B. und Kanz, F. 2020. Child murder in the Early Bronze Age: proteomic sex identification of a cold case from Schleimbach, Austria. *Archaeological and Anthropological Sciences* 12(11), 265.
- Rebay-Salisbury, K., Pany-Kucera, D., Spannagl-Steiner, M., Kanz, F., Galeta, P., Teschler-Nicola, M. und Salisbury, R. B. 2018. Motherhood at early Bronze Age Unterhautzenthall, Lower Austria. *Archaeologia Austriaca* 102, 71–134.
- Sebald, S., Stenzel, L., Grünwald, M. und Grupe, G. 2018. Skeletal remains of neonates from the Roman cemetery of Günzburg (Bavaria, FRG): how long did the newborns survive? Microscopic assessment of the presence of the neonatal line in dental enamel. *Anthropologie* 56, 1–10.
- Sládek, V., Hora, M., Farkašová, K. und Rocek, T. R. 2016. Impact of grinding technology on bilateral asymmetry in muscle activity of the upper limb. *Journal of Archaeological Science* 72, 142–156.
- Stantis, C., de la Cova, C., Lippert, D. und Sholts, S. B. 2023. Biological anthropology must reassess museum collections for a more ethical future. *Nature Ecology & Evolution* 7, 786–789.
- Stewart, N. A., Molina, G. F., Mardegan Issa, J. P., Yates, N. A., Sosovicka, M., Vieira, A. R., Line, S. R. P., Montgomery, J. und Gerlach, R. F. 2016. The identification of peptides by nanoLC-MS/MS from human surface tooth enamel following a simple acid etch extraction. *Royal Society of Chemistry Advances* 6(66), 61673–61679.
- Theune, C. 2022. Archäologie und Ethik. *Österreichische Zeitschrift für Kunst und Denkmalpflege* 76, 8–14.
- Tilley, L. und Schrenk, A. A. (Hgg.) 2017. *New Developments in the Bioarchaeology of Care: Further Case Studies and Expanded Theory*. Basel.
- Trautmann, M., Frînculeasa, A., Preda-Bălănică, B., Petruneac, M., Focșăneanu, M., Alexandrov, S., Atanassova, N., Włodarczak, P., Podsiadło, M., Dani, J., Bereczki, Z., Hajdu, T., Băjenaru, R., Ioniță, A., Măgureanu, A., Măgureanu, D., Popescu, A.-D., Sârbu, D., Vasile, G., Anthony, D. und Heyd, V. 2023. First bioanthropological evidence for Yamnaya horsemanship. *Science Advances* 9(9), eade2451.

ARCHÄOMETRISCHE KERAMIKFORSCHUNG AM VIAS

Irmgard Hein, Michaela Schauer

ARCHÄOMETRISCHE KERAMIKFORSCHUNG AM VIAS

Irmgard Hein, Michaela Schauer

Die Analyse von Keramik nimmt in der archäologischen Forschung weltweit einen wichtigen Platz ein. Keramik ist das älteste von Menschenhand synthetisch hergestellte Material, das durch seine Formbarkeit (Plastizität) sehr große Gestaltungsmöglichkeiten bietet und aufgrund dessen vielfältige Funktionen erfüllen kann. Da die grundlegenden Werkstoffe natürliche geologische Materialien sind, die bis zum Zeitalter der kommerzialisierten Industrialisierung in der Regel frei verfügbar waren, war die Herstellung von Keramik in sämtlichen Kulturkreisen – jenseits von Brennmaterial und Arbeitszeit – mit nur geringen bis keinen ‚Kosten‘ verbunden. Ausnahmen bei der Verfügbarkeit des Rohmaterials bilden dabei soziale Tabus, Einschränkungen im Zugang zu bestimmten Ressourcen oder auch spezielle geologische Tonlagerstätten (z. B. Kaolinite, die für Porzellanherstellung genutzt werden), die gezielt abgebaut werden müssen, wobei die Verarbeitung dieser besonderen Werkstoffe in der Regel auch spezialisierte Kenntnisse erfordert.

Aufgrund der mannigfaltigen Verfügbarkeit des Rohmaterials zur Herstellung – sei es nun Rohton oder Magerung wie Sande, Organik o. Ä. – zählen keramische Relikte weltweit zu den häufigsten Fundgütern an archäologischen Fundplätzen. Diesem Material kommt deshalb bei der Erforschung alter Fundplätze und Kulturen nicht nur besondere Bedeutung für die Analyse von Besiedlungsdichte und Gliederung von sozialen Schichten zu, sondern auch hinsichtlich der Entwicklungsstadien von Technologien, Handelsbeziehungen oder rituellen Gewohnheiten.

In der archäologischen Keramikforschung wird der Herstellungsprozess von Keramik – beginnend mit der Gewinnung des Rohmaterials, über die Aufbereitung des Rohstoffes, den formgebenden Prozess, die dekorative Gestaltung sowie den Brennvorgang – heute mit dem Begriff *chaîne opératoire* bezeichnet, der den gesamten Ablauf der Herstellung bis zum Endprodukt einschließt. Solche Endprodukte aus Keramik können neben der meist überwältigenden Quantität von Gefäßkeramik auch andere Objekte sein, wie Figuren, Figurinen, Amulette, Perlen, bis hin zu Masken oder Gebrauchsgegenständen wie Möbel, Bodenbeläge oder Wandfliesen.

Naturwissenschaftliche Analysen von Keramik nehmen in der Forschung an Bedeutung zu, da mehrere Ebenen an Objektinformationen erschlossen werden können. Neben den kulturhistorisch bzw. archäologisch ermittelbaren Informationen sind es tiefgreifendere, häufig nicht mit dem bloßen Auge sichtbare Erkenntnisse: Einerseits ist dabei die archäometrische Analyse von Artefakten und ihrer Rohmaterialien für Fragen zu Herkunft oder Herstellungsweise von immanter Bedeutung. Der Vergleich von geochemisch oder petrographisch gewonnenen Daten lokaler Proben – wie z. B. von Tonen, Hüttenlehm oder ungebrannten Ziegeln – mit von Artefakten gewonnenen Informationen lassen es beispielsweise zu, Bewegungsprofile von Objekten, Wanderbewegungen, Kontakte zwischen Fundplätzen bzw. Kulturkreisen oder auch Handelsbeziehungen etc. zu erkennen. Andererseits geben Untersuchungen von mechanisch erzeugten Spuren oder von Ablagerungen von Gefäßinhalten Aufschluss über Herstellungsweise, Gebrauch, Wiederverwendung, Lagerung oder auch Zerstörungsprozesse von Objekten.

FALLBEISPIELE DER KERAMIKFORSCHUNG BEI VIAS

Neben konventionellen archäologischen Studien zu verschiedenen Waren und Formen sowie deren Kontexten gilt deshalb das Forschungsinteresse bei VIAS vor allem der Entwicklung und Einsetzbarkeit von verschiedenen Analysetechniken für Keramikstudien. In den letzten Jahren wurde beispielsweise das Vorkommen zypriotischer und anderer Importkeramik im Nildelta/Ägypten (Hein 2018; Hein 2019; Hein 2020) am Fundplatz von Tell el-Daba (2. Jahrtausend v. Chr.) näher untersucht.

Um die Herkunft bestimmter Keramikwaren aufzuspüren, wurde auch im Rahmen eines Projektes erfolgreich die Anwendung multipler analytischer geologischer und chemischer Verfahren zur Keramikanalyse demonstriert (Tschegg et al. 2008). Hinsichtlich der Laboranalytik wurden in Kooperation mit geologischen Forschungseinrichtungen an der Universität Wien (Lithosphärenforschung) verschiedene Methoden, wie z. B. petrographische Dünnschliffanalysen, Röntgenfluoreszenz (XRF), Röntgendiffraktometrie (XRD) oder Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICPMS) eingesetzt. Ihre Kombination erbrachte hervorragende Ergebnisse (Tschegg et al. 2009a; Tschegg et al. 2009b), so war es möglich, den Nachweis einer ägyptischen Produktion zur zyprischen *Bichrome Wheel-made Ware* zu erbringen.

Die Erforschung von Analysetechniken für Keramik motivierte zudem zur Organisation der EMAC Konferenz (11th European Meeting of Ancient Ceramics) in Wien im Jahr 2011 (Hein et al. 2013).

Ein wichtiger Schwerpunkt der Forschungen des VIAS an antiker Keramik wird zukünftig auf zerstörungsfreien, geochemischen Untersuchungen liegen. Grund hierfür ist, dass die meisten Labormethoden destruktiv für die untersuchte Probe sind und die Auswahl der Verfahren oft von vorhandenen Laborausstattungen an den Institutionen abhängt, weniger von den tatsächlichen analytischen Vorteilen. Auch können solche Methoden je nach Umständen des jeweiligen Projekts nicht immer angewendet werden, weshalb zunehmend mobile Analyseinstrumente eingesetzt werden. Mit der kürzlich erfolgten Anschaffung eines portablen Röntgenfluoreszenz-Gerätes (p-RFA) kann VIAS nun Objekte aus Museen (nicht nur Keramik) oder Artefakte in Ländern, aus denen ein Probenexport nicht möglich ist, analysieren. Der effiziente Einsatz eines solchen Gerätes ist allerdings von einer Reihe verschiedener Faktoren abhängig und benötigt zudem ein hohes Maß an Fachkenntnis. VIAS wird zukünftig im Rahmen des bereits bewilligten ESPRIT-Projektes von Michaela Schauer aktiv an der Weiterentwicklung der p-RFA arbeiten, um die Belastbarkeit der Methodik zu verbessern. Die methodische Entwicklung steht bei diesem Projekt im Vordergrund und wird maßgeblich zur Stärkung und Weiterentwicklung der p-RFA in der Archäometrie beitragen.

Aufgrund der oft regional bedingten Probleme beim Zugang zum Fundmaterial oder aufgrund der Schwierigkeiten, zerstörungsfreie Proben für Laboruntersuchungen zu entnehmen, unterstützt VIAS auch Methoden der digitalen Bildanalyse. Die Verarbeitung digitaler Bilder und die Erkennung von Keramikmaterialien wurde in Zusammenarbeit mit den mexikanischen Kollegen Pedro Lopez und Jorge Lira (Instituto Nacional de Antropología e Historia und Universidad Nacional Autónoma de México) entwickelt. Ziel war es, Standardmuster von Werkstoffgruppen von Keramik (oder anderen Materialien) aus

verschiedenen Regionen zu erstellen, so dass die Herkunft der Objekte und Veränderungen des Rohmaterials, die durch den Brennvorgang und postdepositionelle Bedingungen verursacht wurden, durch standardisierte, nicht subjektive Verfahren nachvollzogen werden können. Diese Methode verwendet digitalisierte Bilder von petrographischen Dünnschliffen, die in mehreren Schritten mit verschiedenen Programmen zur Erkennung von antiker Keramik analysiert werden. Ziel der Studie war es, durch Anwendung von Segmentierung und Granulometrie statistische Momente aus den quantifizierten Partikeln zu erzeugen. Eine Reihe von Testproben aus Zypern und Mexiko, die bereits mit petrographischen Methoden analytisch untersucht waren, hat vielversprechende Ergebnisse gezeigt (Lopez et al. 2015). Eine weitere Studie nutzte verschiedene Filter, um Texturen von Samples verschiedener Herkunft (zypriotischer und ägyptischer Keramik) zu analysieren (Hein et al. 2018). Die digitalisierte Analyse von Keramik-Bilddaten ist ein Forschungsbereich, der durch Anwendung von fortschreitenden spezialisierten IT-Programmen auch für die analytische Forschung von Keramik verstärkt einsetzbar werden wird.

Der Fokus für Forschungen im Rahmen von VIAS wird in der nahen Zukunft primär auf dem Einsatz von portablen Röntgenfluoreszenzgeräten liegen und der Forcierung der Möglichkeiten, rasch zuverlässige chemische Daten im Feld zu erhalten. Dies ist eine Bereicherung, die in zukünftigen Forschungsprojekten ausgebaut werden soll.

Literatur

- Hein, I. 2018. Second thoughts on Cypriot Pottery and First Appearances, in: Forstner-Müller, I. und Moeller, N. (Hgg.), *The Hyksos Ruler Khyan and the Early Second Intermediate Period in Egypt: Problems and Priorities of Current Research. Proceedings of the Workshop of the Austrian Archaeological Institute and the Oriental Institute of the University of Chicago, Vienna, July 4–5, 2014*. Ergänzungshefte zu den Jahresheften des Österreichischen Archäologischen Institutes 17. Wien, 125–142.
- Hein, I. 2019. Kapitel VII.F: Bichrome bemalte Waren; Kapitel VII.G: White Painted Waren und Imitationen, in: Helmbold-Doyé, J. und Seiler, A. (Hgg.), *Die Keramik aus dem Friedhof S/SA von Aniba (Unternubien): Funde aus Aniba*. Zeitschrift für Ägyptische Sprache, Beiheft 8. Berlin, 376–388.
- Hein, I. 2020. Painted pots from Pharaoh's Palace, in: Warfe, A. R., Gill, J. C. R., Hamilton, C. R., Pettman, A. J. und Stewart, D. A. (Hgg.), *Dust, Demons and Pots. Studies in Honour of Colin A. Hope*. Orientalia Lovaniensia Analecta 289, Leuven, 257–268.
- Hein, I., Rojas-Domínguez, A., Ornelas, M., D'Ercole, G. und Peloschek, L. 2018. Automated classification of archaeological ceramic materials by means of texture measures. *Journal of Archaeological Science: Reports* 21, 921–928.
- Hein, I., Biro, K., Buxeda i Garrigós, J., Day, P., Ionescu, C., Kilikoglou, V., Maggetti, M. und Waksman, Y. (Hgg.) 2013. *Ancient Ceramics: Analysis and Components*. Journal of Applied Clay Science 82, Special Issue.
- Lopez, P., Lira, J. und Hein, I. 2015. Discrimination of ceramic types using digital image processing by means of morphological filters. *Archaeometry* 57(1), 146–162.
- Schauer, M. 2023. *La Hoguette: Kultur, Subkultur, Phänomen? Neue archäologische Studien sowie portable, energiedispersive Röntgenfluoreszenzanalysen (P-ED-RFA) an Keramik zu einer altbekannten Frage. Teil I: Archäologische Analysen und P-ED-RFA-Fallstudien; Teil II: Handbuch zur Analyse antiker Keramik durch portable, energiedispersive Röntgenfluoreszenzanalyse (P-ED-RFA)* (unpubl. Promotionsschrift 02/2023; LMU München).

- Tschegg, C., Hein, I. und Ntaflos, T. 2008. State of the art multi-analytical geoscientific approach to identify Cypriot Bichrome Wheel-made Ware reproduction in the Eastern Nile delta (Egypt). *Journal of Archaeological Science* 35, 1134–1147.
- Tschegg, C., Ntaflos, T. und Hein, I. 2009a. Integrated geological, petrologic and geochemical approach to establish source material and technology of Late Cypriot Bronze Age Plain White ware ceramics. *Journal of Archaeological Science* 36, 1103–1114.
- Tschegg, C., Ntaflos, T. und Hein, I. 2009b. Thermally triggered two-stage reaction of carbonates and clay during ceramic firing: a case study on Bronze Age Cypriot ceramics. *Applied Clay Science* 43, 69–78.

ARCHÄOMETRISCHE KERAMIKFORSCHUNG AM ÖAI – ZWISCHEN TRADITION UND INNOVATION

Pamela Fragnoli, Elisa Boccalon

ARCHÄOMETRISCHE KERAMIKFORSCHUNG AM ÖAI – ZWISCHEN TRADITION UND INNOVATION

Pamela Fragnoli, Elisa Boccalon

Seit mehreren Jahrzehnten hat das Österreichische Archäologische Institut (ÖAI) Kompetenz in der naturwissenschaftlichen Analyse von archäologischer Keramik aufgebaut. Die ersten Anwendungen dieser Art fanden seit den 1990er-Jahren in der antiken Stadt Ephesos in der Westtürkei statt. Keramikgefäße aus unterschiedlichen Epochen, in verschiedenen Formen und Stilen wurden durch petrographische, mineralogische und geochemische Methoden analysiert, um zu eruieren, wo und wie sie hergestellt wurden bzw. um Erkenntnisse über die Handelsbeziehungen und Fertigungstechnologien in Ephesos zu gewinnen. Beide Aspekte sind von großer Bedeutung, da sie erlauben, die wirtschaftliche, politische und kulturelle Organisation antiker Gesellschaften sowie die Beziehungen zwischen Mensch und Umwelt zu rekonstruieren. In diesem interdisziplinären Ephesos-Pionierprojekt bildeten die Archäologin Sabine Ladstätter und der Geologe Roman Sauer ein äußerst erfolgreiches Duo. Unter anderem ist es ihnen gelungen, die Tonlagerstätten in der Region Ephesos zu lokalisieren, die für die Herstellung antiker Keramik genutzt wurden (Sauer 1995a; Sauer 1995b).

Seitdem hat sich das Spektrum von Funden, Fragestellungen und Methoden am ÖAI auch dank der Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Kompetenzzentren deutlich erweitert. Die untersuchten Objekte lassen sich von der Entstehung der Keramikproduktion im Neolithikum bis zur Spätantike datieren und stammen aus einem geographischen Gebiet, das sich vom westlichen Mittelmeer bis nach Südwestasien erstreckt. Dadurch wurde eine umfangreiche archäometrische Referenzsammlung aufgebaut, die es künftig ermöglichen wird, Fragen zur Herkunft zu klären und umfassende vergleichende Studien durchzuführen. Dies kann dazu beitragen, neue Narrative und Forschungsfragen über die Vergangenheit zu schaffen, die mit Technologie, Produktionsabläufen, Lagerstätten und Nutzung von Ressourcen verbunden sind.

Derzeit führt das ÖAI selbst Dünnschliff-, FTIR- und pXRF-Analysen durch. Dank erfolgreicher Anträge wird sich dieses Spektrum jedoch deutlich erweitern. Die Zusammenarbeit mit externen Partnern ermöglicht den Zugang zu einer breiteren Palette hochmoderner Analysemethoden, die für die Forschung von entscheidender Bedeutung sind. Diese Partnerschaften umfassen: 1) die Universitäten Barcelona, Koç (Istanbul), Nizza, York und Bristol für Rückstandsanalysen mittels Gaschromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung; 2) das Vienna Institute for Archaeological Science der Universität Wien und die Universität für angewandte Kunst Wien für die Rasterelektronenmikroskopie; 3) die Akademie der bildenden Künste Wien für die Raman-Spektroskopie; 4) das Röntgenzentrum der TU Wien für die Röntgendiffraktometrie; 5) das Atominstitut der TU Wien für die Neutronenaktivierungsanalyse; 6) das Naturhistorische Museum Wien für die Mikro-Tomographie; 6) die International Atomic Energy Agency Laboratories Seibersdorf für die 3D-Mikro-Röntgenfluoreszenzanalyse; 7) die Fakultät für technische Chemie der TU Wien für die Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma und Laserablation sowie die laserinduzierte Plasmaspektroskopie.

Heute werden am ÖAI nicht nur Keramikgefäße analysiert, sondern auch eine Vielzahl anderer Objekte, die aus Ton bestehen und unterschiedliche Funktionen in Zusammenhang mit alltäglichen, wirtschaftlichen oder handwerklichen Aktivitäten hatten. Zu diesen Tonobjekten gehören beispielsweise Webgewichte, Spinnwirtel, Spulen, Gussformen und -tiegel, Ziegel, Terrakotta, Feuerböcke, Öfen, Tontafeln und Siegel. Durch die Analyse dieser Objekte lassen sich zwischenhandwerkliche Interaktionen, die Mobilität von Handwerker:innen, differenzierte Zugänge zu Ressourcen und wirtschaftliche Transaktionen bestimmen. In letzter Zeit wurde ein besonderer Schwerpunkt auf die oft unterschätzte Baukeramik gelegt. Ziegel, Kacheln und Dachziegel wurden in verschiedenen Epochen und Regionen in großem Umfang für den Bau öffentlicher und privater Gebäude verwendet. Neben den oben genannten petrographischen, mineralogischen und geochemischen Methoden zur Bestimmung der Herstellungsorte und -weise sind hier auch mechanische und physikalische Untersuchungen von grundlegender Bedeutung. Durch die Bewertung von Eigenschaften wie Zugfestigkeit, Zähigkeit, Temperaturwechselbeständigkeit und Wärmeleitfähigkeit kann festgestellt werden, ob die untersuchte Baukeramik für eine bestimmte Verwendung oder Platzierung innerhalb eines gesamten Gebäudes geeignet war.

Eine weitere Methode zum Erkenntnisgewinn hinsichtlich der Verwendung antiker Keramikgegenstände, insbesondere Keramikgefäße, ist die molekulare Charakterisierung organischer Rückstände. Solche Rückstände können über Jahrtausende im porösen Gefäßkörper erhalten bleiben und bestehen entweder aus Resten von Speisen und Getränken, die in den Gefäßen zubereitet, gelagert, transportiert oder konsumiert wurden, oder aus natürlichen Harzen, die zur Behandlung (z. B. Polieren), Abdichtung oder Reparatur der Gefäßoberflächen verwendet wurden. Um die organischen Rückstände zu identifizieren, wird normalerweise die Gaschromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung (GC-MS) verwendet. Die Gaschromatographie besteht aus einer Säule, in der die extrahierte und in flüssige Form gebrachte Probe verdampft und in gasförmige Bestandteile zerlegt wird. Die verschiedenen Bestandteile werden dann in der Säule durch chemische Wechselwirkungen voneinander getrennt und in bestimmten Intervallen in das Massenspektrometer geleitet. Das Massenspektrometer trennt und analysiert dann jedes einzelne Molekül, indem es sie ionisiert und nach ihrer Masse und Ladung sortiert. Durch den Vergleich der sich daraus ergebenden Spektrogramme mit Referenzspektren können die verschiedenen Moleküle in der Probe identifiziert und ihre Menge quantifiziert werden. Obwohl die Methode ein unbestreitbares Potenzial aufweist, gibt es verschiedene Nachteile, die zu berücksichtigen sind. Während der Probenentnahme und -aufbereitung sind die Proben leicht zu kontaminieren. Darüber hinaus sind die Analysezeiten lang und die Analysekosten hoch. Schließlich ist zum aktuellen Zeitpunkt die Wahrscheinlichkeit, organische Rückstände zu finden, gering, und die Interpretation der analytischen Ergebnisse bzw. der Spektrogramme ist nicht immer eindeutig. Aufgrund dieser Schwierigkeiten hat sich die Methode im Szenario der österreichischen Archäologie wenig entwickelt. Eine bedeutende Ausnahme bildet jedoch die Forschung von Maria Ivanova-Bieg im Rahmen eines ERC Consolidator Projekts an der Universität Wien. Daher soll von den jüngsten Fortschritten dieser Methode hinsichtlich reduzierter Analysezeit und Kosten profitiert und ein nationales Kompetenzzentrum für Rückstandsanalysen am ÖAI etabliert werden.

Alle oben genannten Eigenschaften, die durch naturwissenschaftliche Analysen bestimmt werden, hängen voneinander ab und sollten daher idealerweise vergleichend interpretiert

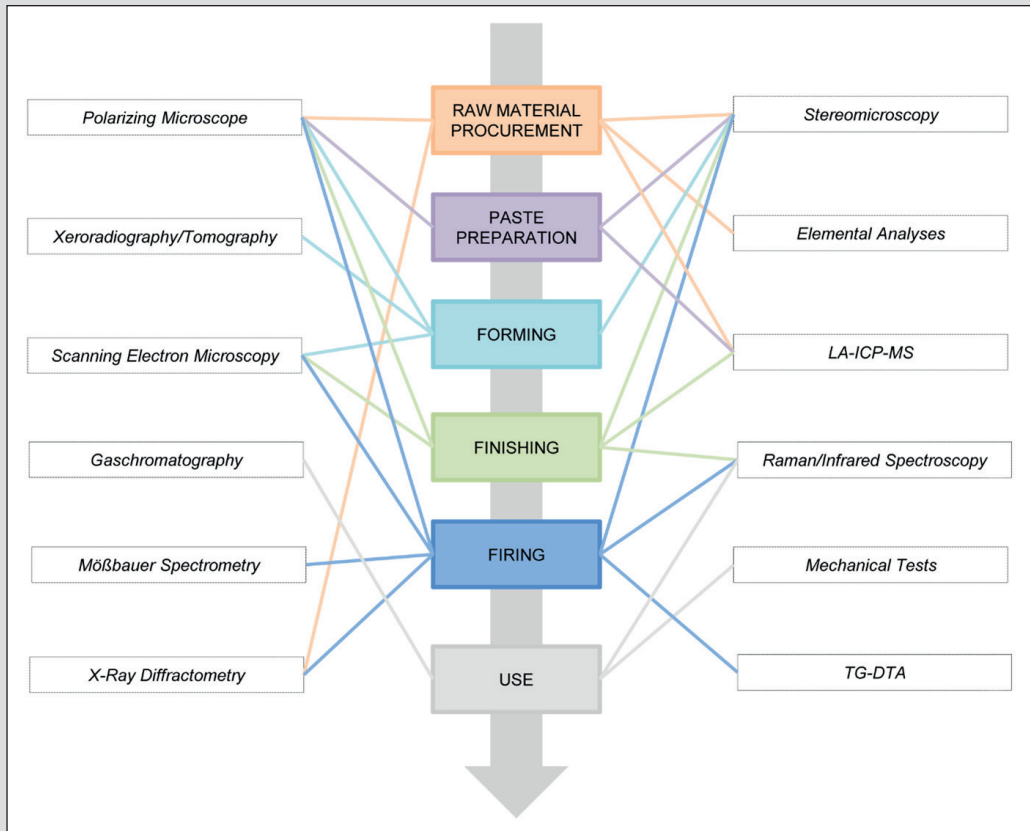


Abb. 1. Das Potential von naturwissenschaftlichen Analysen zur Rekonstruktion des Lebenszyklus von Keramik

werden. Wie ein Gefäß hergestellt wurde, ist auch für den Ort und die Epoche typisch, in der es hergestellt wurde, und umgekehrt. Die Herstellungstechniken variieren erheblich je nach Herstellungsort. Wiederum beeinflussen die Natur der Rohstoffe und die technologischen Verfahren die physikalischen Eigenschaften des Endobjekts, was wiederum eine bestimmte Nutzung und einen bestimmten Inhalt begünstigt.

Aufgrund ihrer Materialeigenschaften – insbesondere der Plastizität vor dem Brennen und der Widerstandsfähigkeit nach dem Brennen – und der breiten Verfügbarkeit ihrer Rohstoffe wurde Keramik im Altertum vielseitig verwendet und wird heutzutage am häufigsten sowohl archäologisch als auch archäometrisch untersucht. Daher ist Keramik für holistische Ansätze besonders geeignet, die darauf abzielen, den Lebenszyklus eines Objekts von der Beschaffung und Umwandlung der Rohstoffe bis hin zur Herstellung, Nutzung und Entsorgung der Endobjekte zu rekonstruieren. Der holistische und interdisziplinäre Einblick, den antike Keramik dadurch bietet, ist auch der Schlüssel, um globale Phänomene in der modernen Welt zu verstehen und entsprechend zu handeln. Eine erfolgreiche Interdisziplinarität erfordert die Präsenz von Vermittler:innen, die aufgrund ihrer Ausbildung in der Lage sind, sich zwischen den Geistes-, Sozial- und Naturwissenschaften zu bewegen und diese Bereiche kreativ miteinander zu

verknüpfen. Um einen Übergang von der Multidisziplinarität zur Inter- und Transdisziplinarität zu ermöglichen, bedarf es nicht nur spezieller Lehrgänge an der Universität, sondern Interdisziplinarität sollte auch bereits in der Schule gefördert werden.

Literatur

- Sauer, R. 1995a. *Produktionszentren späthellenistischer und römischer Keramik an der Westküste Kleinasiens: Teil 1*. Unpublizierter Bericht, Wien.
- Sauer, R. 1995b. *Produktionszentren späthellenistischer und römischer Keramik an der Westküste Kleinasiens: Teil 2*. Unpublizierter Bericht, Wien.

ARCHÄOMETRIE LITHISCHER ROHSTOFFE

Michael Brandl

ARCHÄOMETRIE LITHISCHER ROHSTOFFE

Michael Brandl

Steinrohstoffe waren für den längsten Abschnitt der Menschheitsgeschichte sowohl überlebensnotwendige Ressource als auch Kulturträger. Steingeräte mit scharfen Kanten aus Feuerstein und ähnlichen silikatischen Materialien stellen die frühesten bekannten Zeugnisse menschlicher Sachkultur dar (mit einem Alter von bis ca. 2,6 Millionen Jahre). Die Beziehung des Menschen zu Stein ist seit Anbeginn der Menschheitsentwicklung eine sehr dynamische: Der Bogen kann von der Definition gesamter Kulturepochen, der Steinzeiten, über die Verwendung als Feuerschläger bis hin zu Zündsteinen für Flintschlossgewehre in jüngster Vergangenheit gespannt werden. Als dekorative und repräsentative Gegenstände kam ausgewählten Gesteinen und Mineralien ebenfalls früh eine besondere Bedeutung bei.

Der Stein als Artefakt – unabhängig davon, ob es sich um ein utilitaristisches oder ein repräsentatives Objekt handelt – ist immer ein Informationsträger. Ist uns heute der Zugang zur Gesamtheit der ursprünglichen Informationsgehalte prähistorischer Artefakte aufgrund der zeitlichen Entfernung meist nicht mehr oder nur teilweise zugänglich, bieten gerade Steinobjekte die Möglichkeit, menschliches Verhalten in der Vergangenheit nachzuvollziehen. Für Archäolog:innen sind Steinartefakte daher letztendlich ein Schlüssel sowohl soziale als auch ökonomische Strukturen und Prozesse aufzudecken, und können zurecht als sozialökonomische Informationsträger gesehen werden.

Für spezielle Anforderungen, sei es nun eine bestimmte Tätigkeit, für die ein Steingerät zum Einsatz kommen soll, oder die visuelle Umsetzung einer Idee in Form eines Schmucksteins, der aus einem bestimmten Material bestehen oder diesem zumindest in der Farbe oder anderen Eigenschaften entsprechen soll, war es seit jeher notwendig, geeignete Rohstoffe zu beschaffen. Während manche Ressourcen unmittelbar verfügbar waren, was oft entscheidenden Einfluss auf die Wahl eines Lager- oder Siedlungsplatzes hatte, mussten andere über oft weite Distanzen transportiert werden. Der geeignetste Weg, menschliches Verhalten aus Steinartefakten bzw. Steininventaren aus gut dokumentierten archäologischen Kontexten im Sinne der obigen Definition als sozialökonomische Informationsträger analytisch zu extrapolieren, ist die Betrachtung des gesamten Kontinuums der zugrunde liegenden Ressourcenmanagementstrategien.

Das Kontinuum lithischen Ressourcenmanagements besteht aus drei wesentlichen Komponenten, die in ihrer Gesamtheit am besten als dynamischer Prozess beschrieben werden können (Abb. 1). Dies sind die Beschaffung, die Verarbeitung mit anschließendem Gebrauch (inklusive Verbrauch) und die mögliche Weitergabe der Rohstoffe bzw. fertiger oder halbfertiger Produkte. Dabei können die Beschaffung und die Schritte, die an der archäologischen Fundstelle als Verarbeitung und Gebrauch sichtbar werden, als Konsumation zusammengefasst werden. Die Beschaffung kann entweder direkt erfolgen, wenn Rohmaterialien von den Bewohner:innen einer Siedlung selbst an der Rohstoffquelle abgebaut oder eingesammelt werden (Abb. 1a), oder indirekt über soziale Netzwerke in Form von Tausch oder Geschenken (Abb. 1b). Die Weitergabe von Objekten ist hingegen immer an Netzwerke gebunden (Abb. 1c). Die möglichst detaillierte Rekonstruktion dieses Systems ermöglicht Aussagen zu

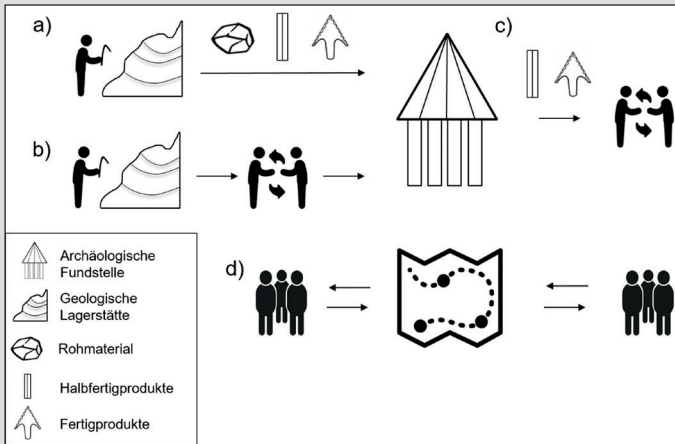


Abb. 1. Schematische Darstellung von prähistorischem Ressourcenmanagement. a) Direkte Beschaffung des Rohstoffs oder an der Lagerstätte gefertigter Produkte; b) Indirekte Beschaffung über Netzwerke; c) Weitergabe von in der Siedlung gefertigten Produkten; d) Rekonstruktion sozialökonomischen Verhaltens (Grafik: M. Brandl)

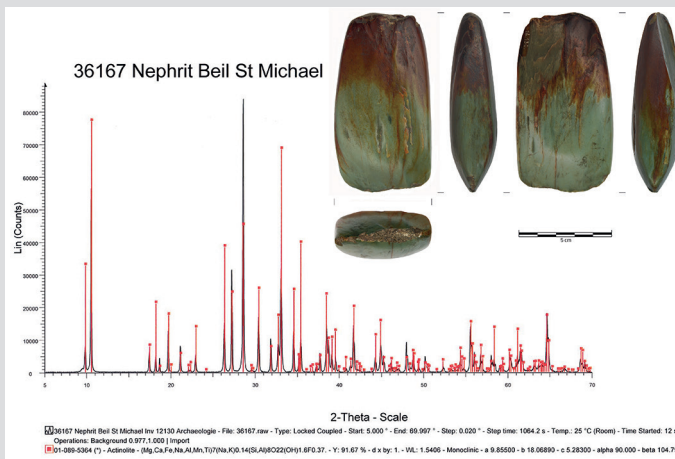


Abb. 2. Beilklinge vom Fundort St. Michael in der Steiermark im Universalmuseum Joanneum (UMJ), Graz. Die XRD-Untersuchung hat ergeben, dass das Beil aus einem Amphibol der Mischkristallreihe Tremolit – Aktinolith besteht. Dies ist die chemische Zusammensetzung von Nephrit (Brandl et al. 2017)

Zirkulationsnetzwerken, zum Grad der Einbindung einer Gesellschaft in sozialökonomische Netzwerke, zu interkulturellen Kontaktsphären und Beziehungen, Migrationsrouten bis hin zu spezifischen Traditionen, die zuweilen in Resilienzverhalten münden können – oder konträr in Offenheit für Innovationen (Abb. 1d).

Die Kernfragen zur Rekonstruktion sozialökonomischer Verhaltensmuster, die durch die Entschlüsselung der Einzelkomponenten lithischen Ressourcenmanagements unter Einsatz archäometrischer Methoden sichtbar gemacht werden können, sind folgende:

- Um welches Material handelt es sich?
- Woher stammt es?

Den Methoden zur Beantwortung dieser beiden grundlegenden Fragen sind die nachfolgenden Ausführungen gewidmet.

MATERIALBESTIMMUNG

Zur Bestimmung des Materials eines Steinobjekts müssen ein paar Grundlagen zur Begrifflichkeit vorausgeschickt werden. Grundsätzlich wird zwischen Mineralen und Gesteinen unterschieden. Minerale sind anorganisch gebildete homogene Festkörper mit einer klar definierten chemischen Zusammensetzung und einem geordneten atomaren Aufbau, die durch ihre spezifischen Parameter und relative Kennzahlen charakterisiert und damit international vergleichbar sind. Bei Gesteinen handelt es sich um Kornverbände aus Mineralien, die entweder aus einer einzigen (monomineralisch) oder mehreren Mineralgattungen (polymineralsch) zusammengesetzt sind. Für die Herstellung prähistorischer Steingeräte wurden überwiegend Gesteine verwendet, die den jeweiligen Anforderungen am besten entsprachen.

Für die genaue Bestimmung eines Steinrohstoffs können unterschiedliche Methoden zum Einsatz kommen. Diese reichen von der mikroskopischen Analyse, die zerstörungsfrei an der Gesteinsoberfläche oder mittels Dünnschliffanalyse durchgeführt werden kann, bis hin zu ausgefeilten petrologisch/mineralogischen und geochemischen Verfahren, welche zumeist die Zusammensetzung eines Gesteins aufschlüsseln und darüber eine genaue Ansprache des Materials erlauben.

Ein Beispiel ist die Röntgendiffraktometrie (XRD), die auf dem Prinzip der Röntgenbeugung an kristallinen Materialien beruht, die so charakteristisch ist, dass einzelne Minerale in einem Gestein identifiziert werden können. Wie in Abb. 2 zu sehen ist, gelang eine solche Materialbestimmung für ein seltenes Rohmaterial, das zur Herstellung einer Beilklinge verwendet wurde, in diesem Fall Nephrit, der als Rohmaterial in der Mur in der Steiermark vorkommt. Bislang sind weniger als zehn prähistorische Steinbeile aus diesem Material, das eine Form von Jade darstellt, bekannt.

HERKUNFTSBESTIMMUNG

Während für die Bestimmung der Rohmaterialien prähistorischer Steingeräte gut etablierte Standardmethoden eingesetzt werden können, ist dies für die viel komplexere Problematik der Provenienzanalytik deutlich anders gelagert. Dabei ist die Identifizierung der Quellen von Gesteinen, die für die Herstellung von Steinartefakten verwendet wurden, der Ausgangspunkt für alle weiteren Untersuchungen zu prähistorischen Ressourcenmanagementstrategien.

Grundsätzlich ist die Einschätzung der Herkunft eines Steinrohmaterials immer nur in dem Ausmaß möglich, wie gut und systematisch die zugrunde liegende Datenbank mit geologischen Vergleichsproben bestückt ist. Für die meisten Gesteine, die sehr häufig und an vielen verschiedenen geologischen Aufschlüssen vorkommen, sind bislang nicht ausreichend Daten vorhanden, um beispielsweise den gesamten zentral- und mitteleuropäischen Raum verlässlich abdecken zu können. Für bestimmte Gesteine hingegen existieren umfangreiche Datensammlungen. Exemplarisch soll im Folgenden das Beispiel lithischer Rohstoffe für die Herstellung geschlagener Steinwerkzeuge, die gemeinhin als „Silex“ bezeichnet werden und sowohl Horn- als auch Feuerstein, Radiolarit, Jaspis, Chalzedon und Achat umfassen, vorgestellt werden.

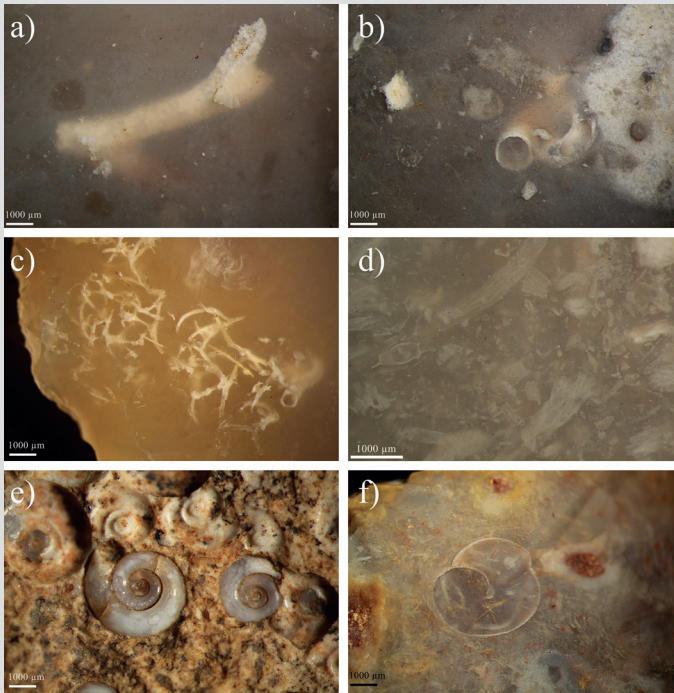


Abb. 3. Mikrofotos unterschiedlicher Silexvarietäten. a) Krakauer Jura-Feuerstein, Bryozoa; b) Krakauer Jura-Feuerstein, Kalkröhrenwurm; c) *Silex blond* aus Meusnes (Frankreich), Kreidezeit, Skelett eines Hornkieselschwamms; d) Skandinavischer Flint, Klinholm (Dänemark), Kreidezeit, Bryozoenkolonien; e) Plattenhornstein aus dem Becken von Rein (Österreich), Neogen, Tellerrandschnecken; f) Hornstein aus Lebane (Serbien), Neogen, Molluskenschale (Fotos: M. Brandl)



Abb. 4. Die LA-ICP-MS-Einheit am NAWI Graz Geozentrum der Karl-Franzens Universität und TU Graz (Foto: M. Brandl)

Trotz der offensichtlichen Bedeutung von Untersuchungen zur Herkunft dieser Rohstoffe in der Archäologie waren die Versuche, charakteristische „Fingerabdrücke“ zu erstellen in den meisten Fällen von mäßigem Erfolg. Dies liegt vor allem daran, dass solche Materialien visuell, mikroskopisch und in ihrer chemischen Zusammensetzung oft sehr ähnlich sind. Deshalb wurde vom Autor eine innovative multiskalare Analysetechnik entwickelt und in verschiedenen internationalen Fallstudien erfolgreich angewandt: Der Multi Layered Chert Sourcing Approach (MLA) kombiniert visuelle Vorsortierung, Stereomikroskopie und geochemische Spurenelementanalysen. Aufgrund der heterogenen Beschaffenheit geologischer

Formationen gilt für den MLA der Grundsatz: standardisieren, wo möglich, und individualisieren, wo nötig. Dadurch bleibt die Methode flexibel und erlaubt den Forschenden, die individuellen analytischen Komponenten so zu gewichten, dass eine optimale Charakterisierung der Rohstoffe und folglich eine Differenzierung der Lagerstätten gewährleistet ist. Darauf aufbauend können mit derselben Vorgehensweise analysierte archäologische Stücke den definierten Lagerstätten zugeordnet werden. Nachfolgend sind die einzelnen Ebenen des MLA detailliert beschrieben.

Ebene 1: Makroskopische Analyse

Die visuelle Gruppentrennung ist ein erster analytischer Schritt zur Herkunftsbestimmung. Aufgrund der hohen makroskopischen Ähnlichkeit vieler Silexvarietäten reicht es jedoch nicht aus, auf dieser Untersuchungsebene zu bleiben. Parameter, die im Rahmen der visuellen Analyse sicher bestimmt werden können, sind die Härte des Materials (Härte nach Mohs), die Farbe nach Munsell, die Gesteinstextur, der Grad der inneren Zerklüftung und die Körnigkeit. Die letzten beiden Faktoren können für die Bewertung der Qualität eines Rohmaterials und dessen Schlageigenschaften herangezogen werden.

Ebene 2: Mikroskopische Analyse

Es gibt verschiedene mikroskopische Methoden, die für die Untersuchung silikatischer Rohstoffe angewendet werden können. Üblicherweise werden Dünnschliffe und polierte Gesteinsoberflächen untersucht, doch bei der Arbeit mit archäologischen Materialien ist eine Hauptanforderung die möglichst zerstörungsfreie Analyse. Daher wird die Mikroskopie im Rahmen des MLA-Konzepts ausschließlich an unpolierten Proben durchgeführt. Ziel der Mikroskopie ist es, fossile und nicht-fossile Einschlüsse zu bestimmen. Mikrofossile Einschlüsse (Bioklasten) können dazu genutzt werden, das Alter und den Ursprung von silikatischen Gesteinen anhand von charakteristischen Individuen oder ganzen Faunengemeinschaften zu bestimmen (Abb. 3). Eine Methode, die dazu beiträgt, die optischen Effekte bei der Auflichtmikroskopie zu verstärken, ist die sogenannte Wasserimmersion. Ein Flüssigkeitstropfen auf der Gesteinsoberfläche verbessert die optische Auflösung und kompensiert die Auswirkungen des Brechungsindex an den Grenzen zwischen Luft und Wasser oder Luft und Material. Infolgedessen sind Einschlüsse besser sichtbar und können mit höherer Sicherheit bestimmt werden.

Ebene 3: Geochemie

Geochemische Analysen im Rahmen des MLA werden mittels Laser Ablation-Inductively Coupled-Mass Spectrometry (LA-ICP-MS) durchgeführt (Abb. 4). Generell werden geologische und archäologische Proben unterschiedlich behandelt. Von geologischen Proben werden kleine Chips (ca. 1×1 mm groß) in Kunstharz eingebettet und poliert, um die Analyse chemisch veränderter Gesteinsoberflächen („Patinierungseffekte“) zu vermeiden. Für geochemische Untersuchungen von archäologischen Materialien ist oft eine zerstörungsfreie Analyse erforderlich. In solchen Fällen wird die unpolierte Gesteinsoberfläche mit dem

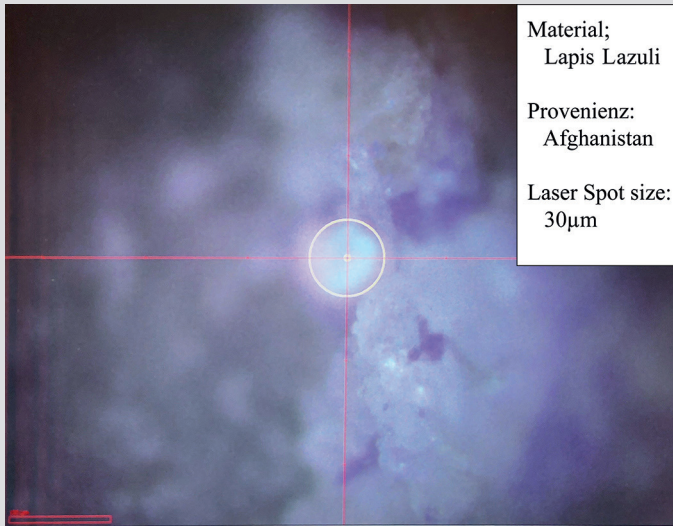


Abb. 5. Lapis Lazuli-Probe aus Afghanistan während der Laser-Analyse. Zentral ist der Laserstrahl, der auf die Probe trifft, zu sehen. Die blauen Kristalle sind Lazurit, der färbende Anteil des Gesteins (Foto: M. Brandl)

Laserstrahl beschossen, wobei die obersten Bereiche nicht mit in die Auswertung aufgenommen werden, um die erwähnten Patinierungseffekte, die typischerweise nur wenige Mikrometer (μm) in das Gestein eindringen, zu vermeiden. Von jeder Probe werden mehrere Punkte (Spots) analysiert, um die Auswirkungen der in silikatischen Sedimentgesteinen natürlich vorkommenden Heterogenität zu kontrollieren und zu minimieren. Die Spots werden nach strengen Standards ausgewählt, wobei Bereiche mit offensichtlichen Verunreinigungen, z. B. durch Bioklasten oder Fremdmineraleinschlüsse, vermieden werden. Sobald die Spots definiert sind, verdampft („ablatiert“) ein gepulster Laserstrahl, typischerweise mit einem Durchmesser zwischen 75 und 100 μm , Material von der Oberfläche. Das abgetragene Material wird über einen Heliumgasstrom in das Massenspektrometer transportiert, wo es auf Spurenelementgehalte quantitativ analysiert wird. Die Nachweisgrenze von LA-ICP-MS liegt für die meisten Elemente bei 0,1 mg/kg.

LA-ICP-MS ist eine quasi zerstörungsfreie Analysemethode, die den gleichzeitigen Nachweis von Haupt- (1–100%), Neben- (0,1–1%), Spuren- (1–1000 mg/kg) und Ultraspurenelementen (<1 mg/kg) ermöglicht. In unseren Fallstudien werden durchschnittlich 50 Elemente erfasst. Nachteile der Methode können die geringe Größe der Analysespots und eine mögliche Verfälschung der Ergebnisse im Fall von Einschlüssen (z. B. Bioklasten, Fremdmineralien) sein, jedoch garantiert ein strenges Analyseprotokoll die notwendige Datenhygiene. Dies umfasst die sorgfältige Auswahl der geologischen Proben und der jeweiligen Analysespots auf der Gesteinsoberfläche sowie die Kalibrierung des Geräts und die Verwendung geeigneter Standards, um Ergebnisse unterhalb einer relativen Standardabweichung von 10% reproduzieren zu können.

Ebene 4: Statistische Auswertung

Um möglichst konsistente Cluster aus den geochemischen Daten zu generieren, denen archäologische Proben zugewiesen werden können, um dadurch ihre Herkunft zu bestimmen,

können multivariate statistische Methoden angewendet werden. Im Rahmen des MLA hat sich Compositional Data Analysis (CODA) zur statistischen Auswertung am besten bewährt. Zunächst müssen die Rohdaten (die absoluten Messwerte) so transformiert werden, dass eine statistische Klassifizierung durchgeführt werden kann. Die lineare Diskriminanzanalyse ist am besten dazu geeignet, eine optimale Gruppentrennung von sogenannten Trainingsdaten zu erreichen, die aus den bekannten geologischen Lagerstätten stammen. Bei diesem Analyseschritt werden aus den Trainingsdaten vordefinierte Gruppen gebildet. Die daraus resultierenden Diskriminanzregeln werden zur Klassifizierung und Zuordnung der Testdaten (d. h. der untersuchten archäologischen Proben) zu diesen vordefinierten Gruppen verwendet, um darüber eine verlässliche Herkunftsbestimmung der Artefakte zu erzielen.

FAZIT UND AUSBLICK

Was sind nun konkret die Vorteile der MLA-Methode für Herkunftsbestimmungen lithischer Rohmaterialien, die in der Prähistorie für die Steingeräteproduktion verwendet wurden? Der MLA basiert auf einer flexiblen Kombination von Analysetechniken, die je nach Einzelfall gewichtet werden können. Das kann bedeuten, dass die Geochemie nicht immer die Ultima Ratio sein muss, sondern dass andere Komponenten aufschlussreicher sein können (z. B. Bioklasten in Feuerstein).

Je nach den geologischen Gegebenheiten kann in manchen Fällen nur eine Lagerstättenregion als Herkunftsgebiet für Steinrohstoffe identifiziert werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Gesteine unter ähnlichen genetischen Bedingungen und in ähnlichen Umgebungen (Fazies in der Geologie) entstanden sind, was in seltenen Fällen zu nicht unterscheidbaren Mikrofossilgemeinschaften und identischen Spurenelementkonzentrationen in Silexrohmaterialien führen kann. Vor allem aber sind die aus archäologischen Proben gewonnenen Daten nur so wertvoll wie die Datenbank, mit der sie abgeglichen werden können. Derzeit enthält unsere Datenbank Informationen von Proben aus über 60 geologischen Lagerstätten in West-, Mittel- und Osteuropa, dem Balkanraum und Anatolien mit ca. 6000 individuellen geochemischen Datensätzen.

Diese geologische Datenbank wurde gezielt für eine Reihe internationaler archäologischer Fallstudien angelegt. Genannt seien hier die Studien zu Radiolariten aus der Paläolith-Fundstelle in Krems-Wachtberg, für die Lagerstätten aus Österreich, der Slowakei und Polen analysiert wurden, Untersuchungen zu dem bekannten polnischen „Schokoladefeuerstein“, der im Neolithikum über 500 km weit verbreitet wurde, Untersuchungen zu lithischen Rohmaterialien aus Südserbien zur Rekonstruktion frühneolithischer sozialökonomischer Netzwerke, und nicht zuletzt die bislang umfangreichste geochemische Studie zu skandinavischem Flint, für die alleine über 2000 geologische Datensätze erfasst wurden. Die Ergebnisse ermöglichten die Rekonstruktion der südsandinavischen Feuerstein-Lagerstättenlandschaft in einer bislang unerreichten Qualität und wurden in PLOS ONE publiziert (Brandl et al. 2018).

Der Einsatz des MLA bleibt jedoch nicht alleine auf Silexrohmaterialien beschränkt. In den letzten Jahren wurde intensiv daran gearbeitet, diese Methode auch für andere Steinrohstoffe zu adaptieren, wobei vor allem die Einhaltung des stringenten analytischen Protokolls

von zentraler Bedeutung ist. Derzeit sind Forschungen zu Gesteinen, die aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften und ihrer relativen Seltenheit in der Prähistorie als Werkzeug- oder Schmuckstein von Bedeutung waren und als kulturelle und sozialökonomische Marker gelten dürfen, im Gange. Dies betrifft unter anderem Jadeit, Nephrit, Lapis Lazuli (Abb. 5) und Karneol.

Außerdem werden zunehmend zerstörungsfreie Methoden zum analytischen Repertoire hinzugefügt, was aufgrund der rasanten technologischen Entwicklung vor kurzem aufgrund geringer Nachweisgrenzen (beispielsweise für portable Röntgenfluoreszenzanalytik, kurz pXRF für Spurenelementanalysen) und der Größe geeigneter Geräte äußerst problematisch war. So bieten beispielsweise spektroskopische Methoden wie Fourier Transform Infrarot Spektroskopie (FTIR) völlig neue Möglichkeiten, die in Zukunft ausgetestet werden sollen.

Literatur

- Brandl, M., Hauzenberger, C., Filzmoser, P., Martinez, M. M. und Alram-Stern, E. 2022. Geochemical sourcing of chipped stone tools from Platia Magoula Zarkou, in: Alram-Stern, E., Gallis, K. und Toufexis, G. (Hgg.), *Platia Magoula Zarkou – The Neolithic Period: Environment, Stratigraphy and Architecture, Chronology, Tools, Figurines and Ornaments*. Oriental and European Archaeology 23, Wien, 291–309.
- Brandl, M. und Hauzenberger, C. 2018. Geochemical Sourcing of Lithic Raw Materials from Secondary Deposits in South Serbia: Implications for Early Neolithic Resource Management Strategies. *Archaeologia Austriaca* 102, 55–70.
- Brandl, M., Martinez, M. M., Hauzenberger, C., Filzmoser, P., Nymoen, P. und Mehler, N. 2018. A multi-technique analytical approach to sourcing Scandinavian flint: Provenance of ballast flint from the shipwreck “Leirvigen 1”, Norway. *PLOS ONE* 13(8), e0200647. doi: 10.1371/journal.pone.0200647
- Brandl, M., Modl, D., Hauzenberger, C., Postl, W. und Moser, B. 2017. Neues zur steirischen Nephritfrage: Archäologische und geowissenschaftliche Untersuchungen, in: Chytráček, M., Chvojka, O., Gruber, H., Husty, L., Michálek, J., Sandner, R., Schmotz, K. und Traxler, S. (Hgg.), *Archäologische Arbeitsgemeinschaft Ostbayern/West- und Südböhmen/Oberösterreich / Archeologická pracovní skupina východní Bavorsko/západní a jižní Čechy/Horní Rakousko. 26. Meeting 22. bis 25. Juni 2016 in Plzeň. Rahden/Westf.*, 283–293.
- Brandl, M., Hauzenberger, C., Martinez, M. M., Filzmoser, P. und Werra, D. H. 2016. The Application of the Multi-Layered Chert Sourcing Approach (MLA) for the Characterisation and Differentiation of ‘Chocolate Silicites’ from the Holy Cross Mountains, South-Central Poland. *Archaeologia Austriaca* 100, 119–149.
- Brandl, M., Martinez, M. M., Modl, D. und Weiss-Krejci, E. 2015. Chert from the Rein Basin (Styria, Austria): Prehistoric use and distribution, in: Kerig, T. und Shennan, S. (Hgg.), *Connecting Networks. Characterising Contact by Measuring Lithic Exchange in the European Neolithic*. Oxford, 103–115.
- Brandl, M., Hauzenberger, C., Postl, W., Martinez, M. M., Filzmoser, P. und Trnka, G. 2014. Radiolarite studies at Krems-Wachtberg (Lower Austria): Northern Alpine versus Carpathian lithic resources. *Quaternary International* 351, 146–162.

ZWISCHEN VERGANGENHEIT, GEGENWART UND ZUKUNFT – NATURWISSENSCHAFTEN UND ARCHÄOLOGIE

**Michael Brandl, Julia Budka, Susanna Cereda, Barbara Horejs,
Kerstin Kowarik, Roderick B. Salisbury, Lyndelle Webster**

ZWISCHEN VERGANGENHEIT, GEGENWART UND ZUKUNFT – NATURWISSENSCHAFTEN UND ARCHÄOLOGIE

Michael Brandl, Julia Budka, Susanna Cereda, Barbara Horejs,
Kerstin Kowarik, Roderick B. Salisbury, Lyndelle Webster

Die Archäologien bieten global reiches Potenzial als Scharniere zwischen Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Als Wissenschaft von vergangenen Lebensumständen und Prozessen spiegelt das Fach in seinen verschiedenen Ausprägungen viele gegenwärtige Herausforderungen und kann Lösungsansätze für die Zukunft bieten – beispielsweise bei Themen wie Klimawandel, Migration und Ernährungsstrategien.

Die moderne Archäologie ist noch stärker als schon vor 180 Jahren mit Naturwissenschaften und ihren verschiedensten Methoden verknüpft. Besonders in den letzten Jahren hat sich hier vielfältiges Potenzial im Bereich der Methodenentwicklung ergeben, gerade im Bereich der Archäometrie (siehe beispielsweise eine neue Methode zur Anwendung von Ramanspektroskopie für Keramik, Dellefant et al. 2023). Im Folgenden wird konkret auf die Situation in der österreichischen Forschungslandschaft eingegangen.

AUSGEWÄHLTE DEBATTEN AUS DER PLATTFORM-INITIATIVE

Positive Entwicklungen sind in allen in diesem Band besprochenen Teilbereichen festzustellen. Hier sind einige markante Beispiele hervorgehoben, die besonders in den letzten Jahren neue Impulse bekommen haben. Zusätzlich gilt es, die institutionellen Verbünde wie VIAS und HEAS zu betonen.

Mittlerweile wird an österreichischen Institutionen geoarchäologische Forschungsarbeit in nennenswertem Umfang und auf hohem Niveau betrieben. Aktuelle hochinnovative Entwicklungen (mikrostratigraphische Zugänge, integrierte bio-/geoarchäologische Ansätze) werden in Österreich bereits umgesetzt (siehe Kowarik und Salisbury in diesem Band).

Heutzutage werden „Erde“ und „Boden“ zunehmend als materielle Kultur anerkannt und die Berücksichtigung der reichhaltigen mikroskopischen Spuren vergangenen Lebens in archäologischen Sedimenten nimmt weltweit in der Archäologie rasant zu. Das Bewusstsein für den einzigartigen Beitrag der Bodenmikromorphologie – sie liefert Hinweise, die mit herkömmlichen Ausgrabungsmethoden sonst nicht zugänglich wären – hat auch in Österreich zu einem stark wachsenden Impuls geführt, die Methode in Feldarbeitsstrategien zu integrieren. Mikromorphologische Methoden helfen nicht nur bei der Beantwortung von Forschungsfragen aktiver Ausgrabungen, sondern ermöglichen auch eine längere und stabile Archivierung von Sedimenten (durch Imprägnierung), die für zukünftige Studien mit neuen methodischen Fortschritten und Forschungsfragen zur Verfügung stehen können (siehe Cereda et al. in diesem Band). Zudem ermöglichen die kleinen minimalinvasiven und mobilen Proben eine flexiblere und ortsunabhängige Planung von Analysen.

Bei der Analyse lithischer Rohstoffe hat der Einsatz des *Multi Layered Chert Sourcing Approach* (MLA) im Rahmen internationaler Projekte dazu geführt, dass diese Methode zur

Charakterisierung und Herkunftsbestimmung primär von Silexrohmaterialien, aber zunehmend auch anderer kulturhistorisch bedeutender Werkzeug- und Schmucksteine in der Fachwelt etabliert ist und ständig verfeinert und weiter ausgebaut wird (siehe Brandl in diesem Band).

VIELVERSPRECHENDE PLATTFORMBEISPIELE MIT ERWARTETEN SUBSTANZIELLEN FORTSCHRITTEN IN DER ZUKUNFT

Fortschritte sind generell in allen naturwissenschaftlichen Einsatzbereichen der Archäologie zu erwarten, v. a. auch in dem jüngst florierenden Bereich der Künstlichen Intelligenz. Letzteres ist nicht nur für naturwissenschaftliche Analyseverfahren von großer Relevanz, sondern auch für digitale Kulturerbestudien.

Für die Geoarchäologie ist die Notwendigkeit integrierter bio-/geoarchäologischer Ansätze in einem mikrostratigraphischen Rahmenwerk besonders hervorzuheben. Die technologischen Entwicklungen der letzten Jahre haben dazu geführt, dass die etablierten Bodenanalyseverfahren um bahnbrechende neue Methoden ergänzt werden können (Salisbury et al. 2022). Hierzu zählen die Analyse von Lipid-Biomarkern, Proteinen und alter DNA ebenso wie die verstärkte systematische Anwendung mikromorphologischer Ansätze und verfeinerter bodenchemischer Ansätze (Goldberg et al. 2022: 4–5; Salisbury et al. 2022). Darüber hinaus ist darauf hinzuweisen, dass die Trennlinie zwischen Archäologie und Naturwissenschaften zusehends verschwindet. Hochintegrierte Fragestellungen und methodische Zugänge ermöglichen das Stellen vollkommen neuer Fragen und die Entwicklung innovativer Hypothesen im Hinblick auf eine große Bandbreite von Themen, die von der Konzipierung der Mensch-Umwelt-Beziehung zu Mobilität und rituellen Praktiken reicht.

Für die Mikromorphologie ist zu erwarten, dass das Zusammenspiel der Dünnschliffanalyse mit einer Vielzahl anderer mikroarchäologischer Methoden die Leistungsfähigkeit der Bodenmikromorphologie weiter steigern wird und damit auch das Spektrum der Forschungsfragen erweitert. Die stetige Weiterentwicklung digitaler Werkzeuge wird auch dazu beitragen, die Analyse von Dünnschliffen systematischer, quantifizierbarer und besser vergleichbar zu machen (hier gibt es bereits aus der Keramik-Dünnschliffanalyse wichtige Ergebnisse der Digital Image Analysis [DIA], siehe z. B. Thér 2016).

Methodische Entwicklungen sind in naher Zukunft insbesondere bei der Extraktion organischer Moleküle und alter DNA zu erwarten, entweder direkt aus den mikromorphologischen Blöcken oder aus separaten Proben, die mit den Dünnschliffen korrelierbar sein müssen. Dadurch kann die Technik bei der Beantwortung anthropologischer und sozialer Fragen zu früheren sozialen Gruppen (z. B. Verwandtschaft, Familienstrukturen etc.) helfen.

Ein weiterer Bereich, in dem eine stärkere Integration zu erwarten ist, ist die hochauflösende Radiokarbondatierung fein aufgelöster Ablagerungsereignisse und die Mikrostratigraphie. Da die Mikromorphologie des Bodens mit minimalinvasiven Erkundungsmethoden wie Kernbohrungen gekoppelt werden kann, wird sie in der zukünftigen Forschung wohl zunehmend genutzt werden, um hochauflösende Informationen an Standorten bereitzustellen, an denen das Risiko einer Degradation oder Erosion besteht, und für Projekte, bei denen finanzielle und zeitliche Beschränkungen keine umfangreichen Ausgrabungen zulassen.

Im Bereich der lithischen Archäometrie ist das Potential einer intensivierten Zusammenarbeit zwischen Archäolog:innen und Naturwissenschaftler:innen besonders groß und die bereits laufenden und angebahnten Kooperationen geben Grund zur Hoffnung, dass vor allem die Kommunikation zwischen den einzelnen Bereichen ständig verbessert wird. Substanzielle Fortschritte sind vor allem im vermehrten Einsatz zerstörungsfreier analytischer Methoden zu erwarten, da hier eine Zusammenarbeit Hand in Hand und mittlerweile auch oft vor Ort, beispielsweise in Museen und archäologischen Depots, verstärkt zum Tragen kommt. Ein Ziel ist es, Teams bestehend aus Expert:innen beider Disziplinen für archäometrische Fragen zusammenzustellen. Dies wird unter anderem durch die gemeinsame Nachwuchsförderung erreicht, beispielsweise in der Betreuung von Master- und PhD-Student:innen durch Archäolog:innen und Naturwissenschaftler:innen.

PROBLEME UND HERAUSFORDERUNGEN

Grundsätzliche Herausforderungen sind sicherlich die rasend schnelle Methodenentwicklung und die kontinuierliche Erweiterung von Hard- und Software bzw. technischen Geräten. Diese Entwicklung muss von der Archäologie eng verfolgt werden und im Idealfall zeitnahe mittels der neuen Techniken und Geräte genutzt werden. Dies erfordert nicht nur einen konstanten Personalpool und eine kontinuierliche Weiterbildung der Forscher:innen, sondern auch ausreichend finanziellen Spielraum für die Anschaffung neuer Geräte und Software sowie die kontinuierliche Weiterbildung in der technischen Betreuung.

Im schnell expandierenden und interdisziplinären Feld der Geoarchäologie eröffnen neue Methoden sowie neue Anwendungsformen etablierter Methoden ein enormes Potential an Erkenntnisgewinn. Auch in der österreichischen Forschungslandschaft sind diese Entwicklungen spürbar. Zur vollen Ausschöpfung dieses Potentials ist ein verstärkter personeller wie infrastruktureller Ausbau der Forschungslandschaft notwendig sowie eine weitere Förderung integrierter bio-geoarchäologischer Forschung basierend auf mikroarchäologischen Zugängen und ein Ausbau der archäologischen Bodengeochemie. Konzeptionell ist eine Neuausrichtung in der Wahrnehmung von Böden und Sedimenten in systematischer Form notwendig. Diese müssen als bedeutende reichhaltige Kultur- und Naturarchive verstanden und beforscht werden. Hierzu gehört auch eine Evaluierung und Anpassung im Hinblick auf Feldarbeit und Beprobungsstrategien (siehe Kowarik und Salisbury in diesem Band; Salisbury et al. 2022).

Trotz des jüngsten Wachstums ist die Gemeinschaft der archäologischen Bodenmikromorpholog:innen immer noch klein – insbesondere in Österreich. Damit die Technik einheitlicher in archäologische Untersuchungen integriert werden kann, müssen mehr Anwender:innen in Mikromorphologie ausgebildet und eingesetzt werden. Dies bedeutet auch, dass im Rahmen von Studiengängen – vorzugsweise auf interinstitutioneller Ebene – den Studierenden eine breite und interdisziplinäre Perspektive geboten wird und regelmäßige, vollwertige universitäre Lehrveranstaltungen zur Bodenmikromorphologie und verwandten Techniken angeboten werden. Hier würden sich, wie auch in allen sonstigen Spezialgebieten der naturwissenschaftlichen Archäologie, eine enge Zusammenarbeit und Kooperationsvereinbarungen zwischen universitären und außeruniversitären Einrichtungen anbieten.

Ein besonderer Aspekt der Bodenmikromorphologieforschung, der vorangetrieben werden muss, sind experimentelle Studien, die für das Verständnis unterschiedlicher Ablagerungs- und taphonomischer Prozesse dringend benötigt werden. Es bedarf zudem eines besseren Zugangs zu Vergleichsdaten (experimenteller und archäologischer Natur) und des Informationsaustausches in Form von Repositorien und Datenbanken sowie Online-Plattformen für die Zusammenarbeit.

Im Bereich der lithischen Archäometrie besteht das größte Problem derzeit darin, dass die Expert:innen aus dem Bereich der Archäologie und jene aus den Naturwissenschaften (also Geolog:innen, Mineralog:innen und Geochemiker:innen) oft nicht dieselbe wissenschaftliche Sprache sprechen. Wie jedoch oben erwähnt, ist hier in den letzten Jahren durch gemeinsame Bemühungen und das verstärkte Interesse an archäometrischen Fragestellungen eine deutliche Verbesserung zu beobachten. Diese Entwicklungen, aber auch ein noch immer bestehendes Desiderat bezüglich einer gemeinsamen Sprache, treffen aus unserer Sicht auch auf alle in diesem Band behandelten Teilbereiche der naturwissenschaftlichen Archäologie zu.

Besonders brisant sind Herausforderungen rund um den Umgang mit aDNA und genetischen Daten zu archäologischen Funden – hierzu gibt es zwar mittlerweile internationale Stellungnahmen für einen ethischen Umgang mit den Daten (Alpaslan-Roodenberg et al. 2021), diese Prozesse sind jedoch hoch komplex, teilweise landesspezifisch und erfordern eine sehr enge inter- und transdisziplinäre Zusammenarbeit und kontinuierliche Reflexion.

NATURWISSENSCHAFTLICHE ARCHÄOLOGIE ALS SCHARNIER ZWISCHEN VERGANGENHEIT, GEGENWART UND ZUKUNFT

Wie bereits oben erwähnt, bieten Themen wie Klimawandel, Ernährung oder auch das allgemeine Verhältnis von Mensch und Umwelt reiches Potenzial der Verknüpfung von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft.

So beforscht beispielsweise die Geoarchäologie Böden und Sedimente, Bildungs- wie Erosionsprozesse, Landschaftsgenese einschließlich menschlicher Einflüsse auf das Ökosystem. Böden stellen eine der zentralsten Ressourcen menschlicher Gesellschaft dar und die Sicherung von Böden ist eine der fundamentalen Notwendigkeiten für Lebensmittelsicherheit in Gegenwart und Zukunft. Hochqualitative Expertise in diesem Bereich, das Verständnis systemischer Zusammenhänge zwischen menschlichen Gesellschaften und Ökosystem, sowie Bodenschutz sind dringend notwendig, z. B. zum Erreichen des Sustainable Development Goal 15 „Protect, restore and promote sustainable use of terrestrial ecosystems, sustainably manage forests, combat desertification, and halt and reverse land degradation and halt biodiversity loss“ (<https://sdgs.un.org/goals/goal15>). Hier bietet Geoarchäologie sowie auch Mikromorphologie hohes Potential für die Verknüpfung historischer Forschung mit Gegenwarts- und Zukunftsgestaltung. Ähnliches ließe sich auch für weitere Bereiche der Archäologie sagen – weitere Sustainable Development Goals sind gut anzusprechen und werden derzeit am Österreichischen Archäologischen Institut in einer neuen diachronen und interkulturellen Pilotinitiative „Zukunftsarchäologie“ erarbeitet. Dies sind neben den Mensch-Umwelt-Aspekten und Ernährungsstrategien z. B. auch komplexe soziale Konzepte wie Gender und

Diversity. Naturwissenschaftliche Archäologie wie beispielsweise die mikromorphologische Analyse von Böden und Sedimenten ist der Schlüssel zur zuverlässigen Rekonstruktion vergangener Ereignisse, menschlicher Verhaltensweisen und natürlicher Prozesse. Und damit liegt auch sehr viel Potential in der Projektion auf zukünftige Entwicklungen.

Die Archäometrie lithischer Rohmaterialien trägt beispielsweise dazu bei, die Entwicklung sozio-ökonomischer Prozesse und letztendlich menschlichen Verhaltens bis in die Prähistorie zurückzuverfolgen. Die Entschlüsselung der Kernelemente prähistorischer Ressourcenmanagementstrategien hat das Potential, die Wurzeln ökonomischer Verhaltensweisen, die teilweise bis an den Anfang des Neolithikums zurückgehen, sichtbar zu machen. Mit der Ausbreitung der neolithischen Lebensweise von Anatolien über den Balkanraum bis nach Mitteleuropa haben sich diese Prozesse ständig verändert, wurden vielschichtig überlagert und haben sich großteils bis zur Unkenntlichkeit weiterentwickelt. Dennoch sind fundamentale Kernthemen wie zum Beispiel Entscheidungsfindung, Optimierung, Entwicklung von Spezialisierung und Vorratshaltung nach wie vor elementare Bestandteile ökonomischer Systeme. Das Verständnis vergangener Ökonomien und ökonomischen Verhaltens im Lichte von Strategien zum Management kritischer Ressourcen kann heute ein wesentlicher Faktor für zukünftige Entscheidungen darstellen. Lithische Rohmaterialarchäometrie wird ein ausgezeichnetes und vielversprechendes Datenfundament für diese Zukunftsfragen bieten können.

Wir hoffen, die hier aufgezeigten allgemeinen Entwicklungen und die konkreten Fallbeispiele aus der österreichischen Archäologie verdeutlichen den breiten wissenschaftlichen, aber auch gesellschaftspolitischen Wert moderner Archäologie im Spannungsfeld von Naturwissenschaften und Altertumswissenschaften – jetzt, aber auch in Zukunft. Da die österreichische Archäologie nicht nur im Inland forscht, sondern auch zahlreiche Auslandsgrabungen und internationale Projekte durchführt, sei zuletzt auf die Bedeutung von Archäologie in Krisengebieten hingewiesen. Im Sinne von capacity building in den Gastländern (insbesondere durch die Prozesse, welche die Dekolonialisierungs- und Post-Imperialismus-Debatten angestoßen haben), aber auch durch science diplomacy – letzteres wird wohl in Zukunft aufgrund der aktuellen politischen Entwicklungen im Nahen Osten und in vielen anderen politisch instabilen Regionen noch an Bedeutung gewinnen.

Literatur

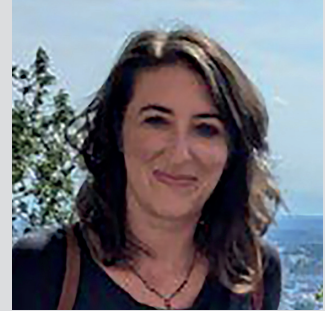
- Alpaslan-Roodenberg, S., Anthony, D., Babiker, H., Bánffy, E., Booth, T., Capone, P., Deshpande-Mukherjee, A., Eisenmann, S., Fehren-Schmitz, L., Frachetti, M., Fujita, R., Frieman, C. J., Fu, Q., Gibbon, V., Haak, W., Hajdinjak, M., Hofmann, K. P., Holguin, B., Inomata, T., Kanzawa-Kiriyama, H., Keegan, W., Kelso, J., Krause, J., Kumaresan, G., Kusimba, C., Kusimba, S., Lalueza-Fox, C., Llamas, B., MacEachern, S., Mallick, S., Matsumura, H., Morales-Arce, A. Y., Matuzeviciute, G. M., Mushrif-Tripathy, V., Nakatsuka, N., Nores, R., Ogola, C., Okumura, M., Patterson, N., Pinhasi, R., Prasad, S. P. R., Prendergast, M. E., Punzo, J. L., Reich, D., Sawafuji, R., Sawchuk, E., Schiffels, S., Sedig, J., Shnaider, S., Sirak, K., Skoglund, P., Slon, V., Snow, M., Soressi, M., Spriggs, M., Stockhammer, P. W., Szécsényi-Nagy, A., Thangaraj, K., Tiesler, V., Tobler, R., Wang, C.-C., Warinner, C., Yasawardene, S. und Zahir, M. 2021. Ethics of DNA research on human remains: five globally applicable guidelines. *Nature* 599, 41–46. doi: 10.1038/s41586-021-04008-x

- Dellefant, F., D’Ercole, G., Kaliwoda, M. und Budka, J. 2023. Differentiation of Late Bronze Age Nubian- and Egyptian-style ceramics from northern Sudan by manufacturing firing temperatures using Raman spectroscopy. *Journal of Archaeological Science: Reports* 52, 104233. doi: 10.1016/j.jas-rep.2023.104233
- Goldberg, P. und Conard, N. J. 2022. Geleitwort, in: Stolz, C. und Miller, C. E. (Hgg.), *Geoarchäologie*. Berlin, V–VII.
- Salisbury, R. B., Bull, I. D., Cereda, S., Draganits, E., Dulias, K., Kowarik, K., Meyer, M., Zavala, E. I. und Rebay-Salisbury, K. 2022. Making the most of soils in archaeology: a review. *Archaeologia Austriaca* 106, 319–334. doi: 10.1553/archaeologia106s319
- Thér, R. 2016. Identification of pottery-forming techniques using quantitative analysis of the orientation of inclusions and voids in thin sections. *Archaeometry* 58, 222–238.

KURZBIOGRAPHIEN DER AUTOR:INNEN

ELISA BOCCALON

Elisa Boccalon ist Expertin für die Synthese von Nanomaterialien und Verbundwerkstoffen, die für die Konservierung und Restaurierung von Objekten des kulturellen Erbes eingesetzt werden können. Sie hat sowohl Archäologie als auch Chemie studiert und verfügt über Fachkenntnisse in der analytischen Charakterisierung von Objekten des kulturellen Erbes durch den Einsatz von Röntgendiffraktometrie und spektroskopischen Verfahren. Zurzeit arbeitet sie an einem Lise-Meitner-Projekt, bei dem römische Ziegel am Österreichischen Archäologischen Institut analysiert werden.



MICHAEL BRANDL

Michael Brandl ist Prähistorischer Archäologe und Geowissenschaftler. Sein Doktorat erhielt er 2013 am Institut für Urgeschichte und Historische Archäologie der Universität Wien mit der Arbeit „Characterisation of Middle European Chert Sources. A Multi Layered Approach to Analysis“. Von 2018 bis 2020 war Michael Brandl Leiter des Rohmateriallabors am OREA-Institut der ÖAW, und ist seit 2021 Leiter des Lithik-Labors am Österreichischen Archäologischen Institut der ÖAW. Zusätzlich ist er Vortragender an der Universität Wien. Seine Forschungsschwerpunkte sind lithische Rohstoffökonomie und damit verbundene Fragen menschlichen Verhaltens in der Vergangenheit. Dazu entwickelt er innovative Protokolle für Provenienzzanalysen von lithischen Rohstoffen und ökonomische Modelle. Sein geographischer und zeitlicher Rahmen ist breit gesteckt, um eine große Vergleichsdatenbasis zu garantieren und interkulturelle Vergleiche zu ermöglichen. Daher ist er in ausgedehnte internationale Forschungsnetzwerke eingebunden und verfolgt aktiv die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses.



JULIA BUDKA

Julia Budka studierte Ägyptologie und Klassische Archäologie an der Universität Wien. Noch vor ihrer Promotion im Fach Ägyptologie erhielt sie an der Humboldt-Universität zu Berlin eine Mitarbeiterstelle. Mit einem START-Preis und ERC Starting Grant wechselte sie 2012 mit ihrem Projekt AcrossBorders an die Österreichische Akademie der Wissenschaften. Seit 2015 ist sie Professorin für Ägyptische Archäologie und Kunstgeschichte an der Ludwig-Maximilians-Universität München und erhielt 2019 ihren zweiten ERC Grant für das interdisziplinäre Grabungsprojekt DiverseNile im Sudan. Julia Budka ist seit 1997 bei internationalen Ausgrabungen in Ägypten sowie im Sudan tätig. Ihre Spezialgebiete sind Keramik und Siedlungsarchäologie sowie Analysen der funerären Praxis.



SUSANNA CEREDA

Susanna Cereda ist Mikromorphologin und arbeitet am Institut für Archäologien der Universität Innsbruck. Nach Ihrer Promotion an der Universität Wien, mit einer Arbeit über die Konstruktion, Instandhaltung und Nutzung zeremonieller Gebäude bei der Fundstelle von Arslantepe (Türkei), hat sie sich weiter auf die mikrostratigraphische Untersuchung von Lehmbauten, Begehungshorizonten, Nutzflächen und anderen anthropogenen Sedimenten spezialisiert. Ihre Arbeit erstreckt sich von versunkenen Seeufersiedlungen in Österreich über türkische Tell-Sites bis hin zu trockenen Schwemmlandebenen in Turkmenistan.



PAMELA FRAGNOLI

Pamela Fragnoli ist Archäometrin mit Abschlüssen in Archäologie und Kulturerbe-Wissenschaften sowie einem Doktorat in Archäologie. Als Keramikspezialistin ist sie an verschiedenen Projekten im Mittelmeerraum und in Südwestasien beteiligt. Ihre Forschung konzentriert sich auf die Untersuchung der handwerklichen Organisation im Zusammenhang mit kulturellen, wirtschaftlichen und politischen Veränderungen. Als Betreuerin von zahlreichen Nachwuchswissenschaftler:innen hat sie ihr Fachwissen auf Pigment-, Ziegel-, Mörtel- und Glasanalysen erweitert. Sie leitet das Keramik-Labor am ÖAI und ist Teil des Kernteams der Forschungsinfrastruktur Heritage Sciences am ÖAI sowie Lehrbeauftragte an der Universität Wien.



IRMGARD HEIN

Irmgard Hein ist stellvertretende Leiterin von VIAS. Nach dem Doktorat in Ägyptologie (1986) ist sie seit 1988 am Institut für Ägyptologie der Universität Wien angestellt, seit 1997 Assistenzprofessorin. Jahrelange Forschungstätigkeit am Grabungsplatz Tell el-Daba (Ägypten) hat das Interesse an analytischer Keramikforschung maßgeblich gestärkt und zur stellvertretenden Leitung von VIAS 2004–2011 geführt. Nach einer Gastprofessur in Uppsala/Schweden ist sie seit 2016 wieder als stellvertretende Leiterin von VIAS im Bereich Keramikforschung tätig. Bereits 2006–2009 leitete sie ein initiatives archäometrisches Forschungsprojekt zum multidisziplinären Einsatz analytischer Methoden (The Plain White Wares of Late Bronze Age Cyprus – A Multidisciplinary Approach in Archaeological Methods, FWF P 18908) in Kooperation mit dem Department für Lithosphärenforschung der Universität Wien. 2011 organisierte sie in Wien in Kooperation mit dem Naturhistorischen Museum die EMAC Konferenz (European Meeting of Ancient Ceramics) und 2019 den Workshop „Archaeological Finds and Analytical Methods“. Ihr Engagement gilt der Weiterentwicklung archäometrischer Methodik zur Erforschung von Keramik und anderer Materialien.



BARBARA HOREJS

Barbara Horejs studierte Ur- und Frühgeschichte und Klassische Archäologie an den Universitäten Wien, Athen und Berlin, wo sie 2005 mit „Summa cum laude“ promovierte. 2013–2020 war sie Direktorin des Instituts für Orientalische und Europäische Archäologie an der ÖAW. Sie ist als Leiterin von Ausgrabungen, Surveys und Materialstudien in der Türkei, in Griechenland, den Vereinigten Arabischen Emiraten, Iran und auf dem Balkan aktiv, wo sie ERC und FWF geförderte Projekte durchführt. Seit 2021 ist sie wissenschaftliche und stellvertretende geschäftsführende Direktorin des Österreichischen Archäologischen Institutes/ÖAW. 2015 bekam sie eine Honorarprofessur der Universität Tübingen und 2022 eine Honorarprofessur der Universität Wien im Fach Ur- und Frühgeschichte verliehen. Seit 2021 ist sie PI in HEAS und seit 2023 Deputy Head von HEAS. Mit ihrer Gruppe Prehistoric Phenomena erforscht sie grundlegende Prozesse der Menschheitsgeschichte mit Fokus auf Neolithisierung, Innovationen und Wissenstransfer.



KERSTIN KOWARIK

Kerstin Kowarik ist Wissenschaftlerin am Österreichischen Archäologischen Institut der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Seit ihrem Studium der prähistorischen Archäologie in Frankfurt am Main, Berlin und Wien gilt ihr Interesse der Mensch-Umwelt-Beziehung sowie Fragen der Resilienz und Vulnerabilität unterschiedlicher Gesellschaftsgruppen und der Herausbildung sozioökologischer Systeme. Sie promovierte an der Universität Wien zu den Umfeldbeziehungen der prähistorischen Salzbergwerke von Hallstatt. Aktuell befasst sie sich mit den Auswirkungen von Naturkatastrophen auf prähistorische Gesellschaften und Strategien im Umgang mit Naturgefahren und anderen Belastungen. Ihre Forschung integriert Kultur- und Sedimentarchive in einem interdisziplinären Rahmen.



GÜNTHER KARL KUNST

Günther Karl Kunst studierte Erdwissenschaften an der Universität Wien. Seit 1994 deckt er bei VIAS (vormals IDEA) das Fach Archäozoologie ab, Schwerpunkt seiner Arbeit bilden seither „jüngere“ Zeitabschnitte, insbesondere die jüngere Urgeschichte, die alten orientalischen Hochkulturen, die Römerzeit sowie Mittelalter und Neuzeit. Seit 1994 ist er als Lektor u. a. am Institut für Paläontologie und am Institut für Urgeschichte und Historische Archäologie der Universität Wien tätig – viele Studierende aus den archäologischen Fächern konnten so einen Einblick in die Relevanz von Tierresten bei der Beurteilung archäologischer Befunde erhalten. Von Beginn seiner Tätigkeit an versteht er archäozoologisches Arbeiten als „Archäologie mit Hilfe von Tierresten“ und steht daher einer „Vernaturwissenschaftlichung“ der Archäologie ohne historische Fragestellungen und Konzepte – ohne geisteswissenschaftliches framing – skeptisch gegenüber.



MATHIAS MEHOFFER

Seit dem Jahr 2000 betreibt Mathias Mehofer intensive Forschungen zur Herstellung und Verwendung von Metallen für nahezu alle Epochen und leitet das archäometallurgische Labor von VIAS. Seine Ausbildung im Bereich Maschinenbau (Ing.) sowie sein abgeschlossenes Doktorat in Ur- und Frühgeschichte (Universität Tübingen) ermöglichen es ihm, diverse kulturhistorische Fragestellungen mit naturwissenschaftlichen Methoden zu untersuchen und die Ergebnisse für die Geisteswissenschaften zu interpretieren. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf dem Einsatz archäometallurgischer Analysemethoden (zerstörungsfrei oder minimalinvasiv) zur Untersuchung der Materialzusammensetzung, Metallprovenienz oder Herstellungstechnik.



KATHARINA REBAY-SALISBURY

Katharina Rebay-Salisbury ist Professorin für Urgeschichte des Menschen an der Universität Wien und leitet die Forschungsgruppe „Prähistorische Identitäten“ an der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Ihre Forschungen zur europäischen Bronze- und Eisenzeit konzentrieren sich auf die Kombination interdisziplinärer Ansätze, um Einblicke in das Leben der Menschen, ihrer Identitäten und sozialen Beziehungen in der Urgeschichte zu gewinnen. Ihre aktuelle Forschung beschäftigt sich mit biologischem und sozialem Geschlecht, Mutterschaft, Verwandtschaft, Mobilität und Migration. Im Rahmen von ERC- und FWF-geförderten Projekten analysiert sie Bestattungskontexte und menschliche Überreste aus Mitteleuropa.



RODERICK B. SALISBURY

Roderick B. Salisbury ist Wissenschaftler am Österreichischen Archäologischen Institut der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und lehrt an der Comenius Universität in Bratislava. Er promovierte an der University at Buffalo, State University of New York. Sein besonderes Interesse gilt den Wechselwirkungen zwischen Mensch und Umwelt und der Frage, wie die räumliche Organisation die sozialen Beziehungen im europäischen Neolithikum, in der Kupfer- und Bronzezeit beeinflusst hat. Seine derzeitige Forschung konzentriert sich auf die Integration verschiedener wissenschaftlicher Methoden mit verhaltenswissenschaftlichen und ökologischen Konzepten, um Verwandtschaft, Mobilität, Siedlungskonzentration und die damit verbundenen Umweltauswirkungen im östlichen Mitteleuropa zu verstehen.



MICHAELA SCHAUER

Michaela Schauer ist seit 2016 im Forschungsfeld der portablen Röntgenfluoreszenzanalyse (p-RFA) aktiv. Ihr Schwerpunkt liegt dabei auf der Analyse silikatischer Materialien sowie der Standardisierung der Methodik und Entwicklung belastbarer, statistischer Verfahren. Besonders wichtig ist ihr die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Fachbereichen wie Geologie, Chemie und Physik, um die p-RFA bestmöglich auf die besonderen Anforderungen archäologischer Artefakte und Fragestellungen anpassen zu können. Ihre im Februar 2023 abgeschlossene Promotionsschrift an der LMU München umfasst unter anderem ein mehr als 400-seitiges Handbuch zur p-RFA. Michaela Schauer leitete bereits mehr als 20 Feld- und Laborstudien und konnte so diese Methodik als Schwerpunkt der archäometrischen Studien der LMU München etablieren. Neben der Vermittlung der p-RFA in Lehrveranstaltungen teilte sie ihr Wissen in einer Vielzahl nationaler und internationaler Vorträgen. Diese Forschungen wird sie nun in ihrem jüngst genehmigten ESPRIT-Projekt an der Universität Wien bei VIAS fortführen und vertiefen.



MAREIKE STAHLSCHMIDT

Mareike C. Stahlschmidt ist Assistenzprofessorin für Mikroarchäologie am Department für Evolutionäre Anthropologie, Universität Wien. Sie hat 2014 ihr Doktorat an der Universität Tübingen in Naturwissenschaftlicher Archäologie/Geoarchäologie erworben und hatte danach zwei Postdoc Positionen, am University College Dublin und am Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie, Leipzig, inne. Sie forscht vor allem zur Genese von steinzeitlichen Fundplätzen, früher Feuernutzung und Umwelt-DNA.



IMMO TRINKS

Immo Trinks ist Assoziierter Professor für Geoarchäologie und seit Oktober 2020 Leiter des Vienna Institute for Archaeological Science (VIAS) der Universität Wien. Er hat einen Diplom-Abschluss in Geophysik der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (1999) und einen PhD in Geophysik (2004) der University of Cambridge. Er ist Privatdozent am Department für Geodäsie und Geoinformation der TU Wien. Als Experte für geophysikalische archäologische Prospektions- und digitale Dokumentationsmethoden zur Erforschung archäologischer Stätten und Objekte leitete er viele Prospektionsprojekte in Europa und entwickelt innovative Methoden zur großflächigen hochauflösenden zerstörungsfreien Untersuchung weiter. 2005 bis 2010 hat Immo Trinks am schwedischen Denkmalamt eine Arbeitsgruppe für geophysikalische archäologische Prospektion aufgebaut und in Schweden und Norwegen professionelle Prospektionsmethoden eingeführt. Er war Mitgründer und stellvertretender Leiter des Ludwig Boltzmann Instituts für Archäologische Prospektion und Virtuelle Archäologie in Wien und ist engagierter Hochschullehrer.



GERHARD W. WEBER

Gerhard W. Weber ist Professor am Department für Evolutionäre Anthropologie der Universität Wien und Leiter dieses Departments sowie des Vienna μ CT Labs. Er ist Mit-Initiator des Forschungsverbundes HEAS (Human Evolution and Archaeological Sciences) und leitet den Verbund in seiner Gründungsphase zwischen 2021 und 2023. Gerhard Weber absolvierte sein Doktoratsstudium an der Universität Wien (Ph.D. 1991) und habilitierte sich für das Fach der biologischen Anthropologie (*venia docendi*) im Jahre 2001. Er ist einer der Pioniere der “Virtuellen Anthropologie”, einer multidisziplinären Erweiterung der Anthropologie in die digitale Welt.



LYNDELLE WEBSTER

Lyndelle Webster ist Mitarbeiterin am Österreichischen Archäologischen Institut der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Sie hat einen Hintergrund in Archäologie, Naturwissenschaften und Ingenieurwesen und arbeitet gerne an der Schnittstelle dieser Disziplinen. Zusätzlich zu ihrem MA und PhD in Archäologie (Macquarie University und Universität Wien) verfügt sie über einen Bachelor of Science in Physik (Australian National University) und einen Bachelor of Engineering (University of Melbourne). Ihr Hauptfachgebiet sind wissenschaftliche Datierungsmethoden – insbesondere radiokohlenstoffbasierte Standortchronologien – und Bodenmikromorphologie bei siedlungsarchäologischen Untersuchungen.



KARIN WILTSCHE-SCHROTTA

Karin Wiltchke-Schrotta ist Anthropologin und wissenschaftliche Mitarbeiterin im Naturhistorischen Museum Wien. Sie leitet die Anthropologische Abteilung und unterrichtet auch an der Universität Wien. Neben der Sammlungs- und Ausstellungsarbeit liegen die wissenschaftlichen Schwerpunkte in der Analyse menschlicher Skelettreste aus prähistorischen und historischen Nekropolen. Diese werden in Bezug auf die Populationszusammensetzungen, die Krankheitsbelastungen und auf spezielle Traditionen der Körpermanipulation wie z.B. Schädeldeformationen, chirurgische Eingriffe oder Dekapitationen, untersucht. Auch internationale, museumsübergreifende EU-Projekte zur Digitalisierung, Standardisierung und Integration von naturkundlichen Sammlungen werden von ihr im NHM koordiniert sowie fachlich und inhaltlich betreut.



