

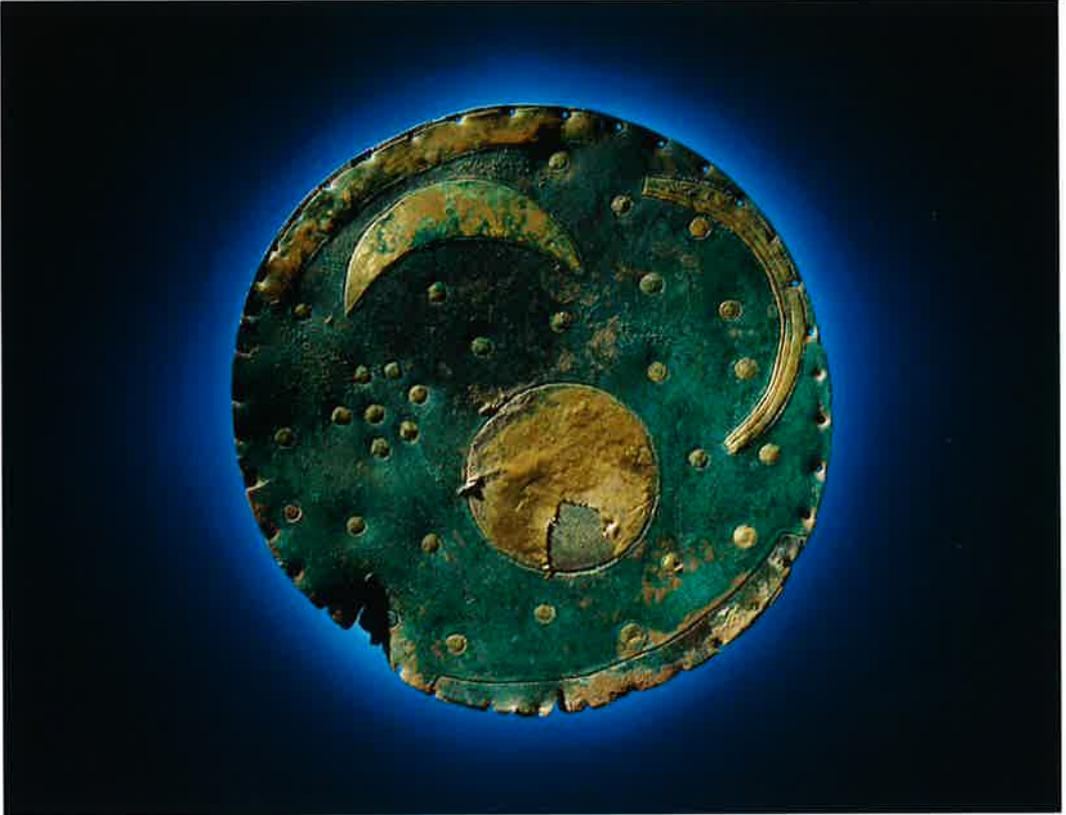
Die Erweiterung der archäologischen Sinne: Das Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie an den Reiss-Engelhorn-Museen in Mannheim

ERNST PERNICKA

Im Jahr 2004 wurde das Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie gegründet, ein national und international agierendes Forschungsinstitut und zugleich Dienstleistungsanbieter im Bereich Archäometrie. Zu den Forschungsaktivitäten des CEZA gehören naturwissenschaftliche Untersuchungen in den Bereichen Echtheit, Materialidentifizierung, Herkunft, Technologie, Ernährung und Mobilität sowie Altersbestimmung.

Bereits Rudolf Virchow war ein engagierter Vertreter einer naturwissenschaftlich geprägten Altertumswissenschaft. Er verstand die prähistorische Archäologie als interdisziplinäres Forschungsgebiet und war sogar skeptisch, ob es wegen dieser Breite jemals ein eigenes akademisches Fach werden könnte. In der Tat dauerte es noch mehr als eine Generation, bis sie sich als Teil der Geschichtswissenschaften und damit in erster Linie als Geisteswissenschaft etablieren konnte. Dennoch wurden immer wieder sämtliche methodischen Neuerungen der Naturwissenschaften sehr schnell in der prähistorischen Archäologie eingesetzt. Man denke nur an die damals sogenannte »Spektralanalyse« (heute Atomemissionsspektrometrie) zur flächendeckenden Analyse prähistorischer Metallfunde und die ¹⁴C-Datierungsmethode zur absoluten Altersbestimmung in archäologischen Zeiträumen. Daraus entwickelte sich zuerst in den angelsächsischen Ländern in den 1950er Jahren eine Gemeinschaft von Naturwissenschaftlern, die vorwiegend an archäologischen Projekten arbeiteten und die ihren Forschungsansatz nach dem Titel einer seit 1958 in Oxford erscheinenden Zeitschrift »Archäometrie« nannten. 1974 richtete die Volkswagen-

Stiftung einen Förderschwerpunkt »Archäometrie« ein, der das Interesse an interdisziplinärer Forschung im Grenzgebiet zwischen Natur- und Kulturwissenschaften verstärkte. Es war zwar zu Beginn nicht immer einfach, die unterschiedlichen Wissenschaftstraditionen und -konzepte zusammenzubringen und für die unterschiedlichen Fragestellungen zu sensibilisieren, dennoch werden heute naturwissenschaftliche Methoden in den Kulturwissenschaften einfach als weitere Dimensionen der Untersuchungsmöglichkeiten wahrgenommen. Denn das wichtigste Instrumentarium von Archäologen und Kunsthistorikern sind nach wie vor die menschlichen Sinne, oft verstärkt durch Geräte, wie z. B. eine simple Lupe. Die Effizienz dieser Mittel ist allerdings beschränkt, da die Oberfläche nicht alles über Alter, Herkunft oder Beschaffenheit eines Objektes verrät. Hier bieten sich naturwissenschaftliche Methoden an, um die verborgenen, den stilistischen Analysen nicht zugänglichen Informationen zu erhalten. Auf diese Weise wird der Aussagewert des Quellenbestandes dank hochkomplexer Analysetechniken um ein Vielfaches erweitert. Selbst unscheinbare Objekte können Informationen über Herkunft, die Art der Herstellung und das Alter



Die Himmelscheibe von Nebra: Die früheste astronomisch korrekte Darstellung des Nachthimmels.

liefern. Man kann deshalb die Archäometrie als Erweiterung unserer Sinnesorgane mittels naturwissenschaftlicher Verfahren auf dem Gebiet der Kulturwissenschaften beschreiben.

Ein »kriminaltechnisches Labor«

Zur Etablierung eines eigenständigen Wissenschaftszweiges gehört neben einer »community«, speziellen Fachzeitschriften, regelmäßigen Tagungen auch die Ausbildung von wissenschaftlichem Nachwuchs. Zu diesem Zweck vergab 1997 die VolkswagenStiftung im Rahmen eines Förderschwerpunktes »Archäometallurgie« eine Stiftungsprofessur an die TU Bergakademie Freiberg; das Fach wurde angehenden Wissenschaftlern in einem regulären Studiengang zugänglich. Dort wurde mit dem Aufbau eines für kulturwissenschaftliche Fragestellungen ausgerichteten Isotopenlabors begonnen, das mittlerweile als eine der weltweit

führenden Einrichtungen in der Archäometrie bezeichnet werden kann.

Anlässlich eines Wechsels des Lehrstuhlinhabers an die Universität Tübingen entstand eine neuartige Konstruktion, die neudeutsch »public-private-partnership« genannt wird. Da die Archäometrie nicht nur zu allen Bereichen der historischen Forschung im weitesten Sinne beitragen kann sondern auch zu Fragen der Restaurierung und Echtheit von Museums- und Sammlungsobjekten, wurde 2004 die Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie gGmbH (CEZA) als 100-prozentiges Tochterunternehmen der Curt-Engelhorn-Stiftung gegründet. So gesehen kann man diese Einrichtung auch als »kriminaltechnisches Labor« der Kunst- und Kulturgeschichte beschreiben. Und in der Tat ergeben sich nicht selten Kooperationen mit Gerichten und Landeskriminalämtern, wie z.B. bei dem berühmten Hortfund von Nebra,



Dr. Bernd Kromer, der erste Leiter des Klaus-Tschira-Archäometrie-Zentrums, mit dem MICADAS (Mini Carbon Dating System) im CEZA Mannheim.

der eine Bronzescheibe enthält, auf der die früheste astronomisch korrekte Darstellung des Nachthimmels in Form von Goldeinlagen zu sehen ist. Der Hortfund war von Raubgräbern aufgefunden und unsachgemäß geborgen worden. Da nach dem Landesgesetz von Sachsen-Anhalt Bodenfunde von außergewöhnlichem wissenschaftlichem Wert Eigentum des Landes sind, handelte es sich um eine Straftat. Im Zuge der polizeilichen Aufklärung entstand durchaus eine für beide Seiten interessante Zusammenarbeit. Im Bereich Forschung und Lehre gibt es Kooperationen mit den Universitäten Heidelberg, Tübingen und Hohenheim.

Forschungsfelder

Mittlerweile verfügt dieses Mannheimer Forschungszentrum neben verschiedenen Mikroskopen, darunter ein Rasterelektronenmikroskop mit einer besonders großen Probenkammer für die Untersuchung archäologischer Objekte, über ein Reinstlabor zur Probenvorbereitung und über verschiedene moderne Analysemethoden, die auf der Spektrometrie verschiedener Strahlungsarten beruhen: Atomemissions-, Röntgenfluoreszenz-, Alpha- und Gammaspекtrometrie und – schwerpunktmäßig – die Massenspektrometrie mit einer Laserablationseinrichtung für eine nahezu zerstörungsfreie Analyse.

Seit 2010 entstand mit Unterstützung der Klaus-Tschira-Stiftung im CEZA ein weiteres Forschungsfeld, nämlich die Datierung archäologischer



Goldinventar aus dem Fundkomplex 36 im chalkolithischen Gräberfeld von Varna.

und kulturhistorischer Funde mit physikalischen Methoden. Das Klaus-Tschira-Archäometrie-Zentrum ist mit einem Beschleuniger für die ^{14}C -Datierung von sehr kleinen Proben als zentralem Analysegerät ausgestattet. Zusätzlich wurde ein Labor für Lumineszenzdatierung von Keramik und Sedimenten eingerichtet und ein Labor für Dendrochronologie, dem das älteste und umfangreichste Baumringarchiv Europas zur Verfügung steht. Derzeit sind rund 20 Mitarbeiter verschiedener Fachspezialisierung über Projekte und Festanstellungen am CEZA tätig.

Die Rechtsform einer gemeinnützigen GmbH als Tochter der Curt-Engelhorn-Stiftung stellt sicher, dass neben Drittmitteln für Forschungsprojekte auch Einnahmen aus Auftragsuntersuchungen der archäometrischen Forschung zufließen können. Denn das CEZA ist auch ein Dienstleister, dessen zunehmende Bedeutung daran abgelesen werden kann, dass ein großer Teil der auf dem Antikenmarkt angebotenen archäologischen Objekte – besonders aus Westafrika und Ostasien – Fälschungen sind. Der Hochtechnologie, die

Fälscher inzwischen einsetzen, wird man künftig nur durch die Anwendung archäometrischer Methoden einen Schritt voraus sein können. So wurde z. B. eine Methode auf der Grundlage der Radioaktivität von ^{210}Pb (ein in der Natur vorkommendes radioaktives Zerfallsprodukt des Urans) entwickelt, die es erlaubt, zwischen »jungem« (jünger als etwa 100 Jahre) und »altem« Metall zu unterscheiden. Diese Methode wird vom CEZA weltweit einzigartig für die Echtheitsprüfung von archäologischen Metallobjekten angeboten. Noch in Entwicklung ist eine völlig neue massenspektrometrische Methode zur Datierung oder mindestens zur Echtheitsuntersuchung von Gold. Diese beruht ebenfalls auf dem Zerfall der in der Natur weit verbreiteten radioaktiven Elemente Uran und Thorium, die dabei das Edelgas Helium produzieren. Gold hat die seltene Eigenschaft, dieses sehr flüchtige Gas in festem Zustand speichern und bei Erhitzung abgeben zu können. Bei der Herstellung von Objekten wird das Gold in der Regel geschmolzen und gibt alles Helium ab, das in der Folge durch den radioaktiven Zerfall wieder akkumuliert wird.



Der Halsreif von Vix auf dem Plakat einer Konferenz zu den Goldfunden der westlichen Hallstattkultur.

Metallurgie im Fokus

Die Forschungsaktivität des CEZA konzentriert sich auf die Entstehung und Ausbreitung der Metallurgie und metallurgischer Techniken (z. B. gezielte Legierungsherstellung) in der Alten Welt, wobei das Forschungsfeld durch die unterschiedlichen Kooperationspartner zunehmend auch auf Süd- und Mittelamerika, Afrika und Ostasien ausgeweitet wird. Dabei werden neue analytische Methoden der Massenspektrometrie angewandt und die ganze Metallurgiekette (vereinfacht: Lagerstätte – Verhüttung – Fertigobjekt) betrachtet. Es entsteht dadurch eine Materialtypologie, die ähnlich der archäologischen Formtypologie hinsichtlich ihrer Ausbreitung in Raum und Zeit untersucht wird mit dem Ziel, Metallfunde einzelnen Lagerstätten(regionen) bzw. Produktionsorten zuordnen zu können. Zusätzlich werden auch die Herstellungsprozesse von Rohmetallen und Fertigprodukten behandelt. Die Kombination von Spurenelement- und

Isotopenanalysen hat bei der Herkunftsbestimmung von Kupfer und Kupferlegierungen sowie bei Blei und Silber bereits beachtliche Erfolge erzielt. Neuerdings wurden Isotopenanalysen von Kupfer, Zinn und Silber hinzugefügt, mit denen nun, gefördert vom European Research Council, die Herkunft des Zinns in der Bronzezeit untersucht wird. Seit mehr als 100 Jahren beschäftigt sich die Forschung nämlich mit der paradoxen Situation, dass der neue metallische Werkstoff Bronze (die Legierung von Kupfer und Zinn), nach dem eine ganze Epoche benannt wird, erstmals in einer großen Region von der Ägäis bis zum Persischen Golf auftaucht, wo es keine geologischen Zinnvorkommen gibt.

Ein großes Desiderat ist auch die Untersuchung der Verarbeitungstechnik und der Herkunft von archäologischen Goldobjekten. Mittels der nahezu zerstörungsfreien Analysetechnik gelang es z. B. wahrscheinlich zu machen, dass etwa das Gold auf der Himmelscheibe von Nebra aus Cornwall stammt. Die Analyse der chalkolithischen Goldfunde von Varna deutet auf Legierung und Serienproduktion bereits am Beginn der Goldverarbeitung hin. Anders als bisher vermutet, dürfte das Gold doch aus regionalen Goldvorkommen stammen, die erst im Zuge dieser Untersuchungen aufgefunden wurden (Leusch et al. 2015). Die Ergebnisse eines ähnlichen Projektes zu Goldfunden der westlichen Hallstattkultur in Kooperation mit der Universität Mirail in Toulouse wurden kürzlich auf einer Tagung vorgestellt, deren Publikation in Vorbereitung ist.

Isotopenanalysen

Ein weiteres Alleinstellungsmerkmal des CEZA ist die höchstempfindliche Isotopenanalyse des Osmiums, eines Edelmetalls, das in der Erdkruste in extrem geringen Konzentrationen vorkommt. Ähnlich wie Blei weist es Variationen in seiner Isotopenzusammensetzung auf, die im CEZA zur Charakterisierung und Unterscheidung von Eisenlagerstätten angewandt wird. Da Osmium bei der Verhüttung vom Eisen aufgenommen wird, eröffnet sich zur Herkunftsbestimmung von archäologischen Eisenobjekten, was bis vor wenigen Jahren als schwierig bis unmöglich angesehen wurde.

Im CEZA werden aber nicht nur Metallobjekte und archäologische Funde, die mit Metallurgie in Verbindung stehen, untersucht, sondern auch Glas, Keramik, Edelsteine, Steinartefakte und sogar Textilien, z. B. aus Pompeji. Isotopenanalysen sind auch ein bedeutendes Element moderner archäozoologischer und anthropologischer Untersuchungen. Das Hauptinteresse liegt in der Erschließung von Informationen über die Lebensweise und Versorgung vergangener menschlicher Gemeinschaften und ihrer Haustiere. Isotopenanalysen des Strontiums in Zahnschmelz sind die Schlüsselmethode zur Erfassung räumlicher Differenzierung, da $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse abhängig vom geologischen Untergrund variieren. Sauerstoff-Isotopenverhältnisse ($\delta^{18}\text{O}$) stehen im Zusammenhang mit dem Klimaregime und sind durch die Temperatur, Höhenlage, Breitenlage und die Entfernung vom Meer bestimmt. Die isotopische Zusammensetzung von Kohlenstoff ($\delta^{13}\text{C}$) und Stickstoff ($\delta^{15}\text{N}$) im Knochenkollagen reflektiert dagegen die Art der Nahrung bzw. die Habitate, aus denen sie stammte. Man kann deshalb mit Recht von der Entwicklung einer »Isotopenarchäologie« sprechen, die noch viele interessante archäologische und kulturhistorische Ergebnisse liefern wird.

Literatur

- D. Berger, E. Pernicka, B. Nessel, G. Brüggemann, C. Frank, N. Lockhoff, Neue Wege zur Herkunftsbestimmung des bronzezeitlichen Zinns. *Blickpunkt Archäologie* 4, 2014, 76–82.
- M. Brauns, R. Schwab, G. Gassmann, G. Wieland, E. Pernicka, Provenance of Iron Age iron in southern Germany: a new approach. *Journal of Archaeological Science* 40, 2013, 841–849.
- J. Garner, Das Zinn der Bronzezeit in Mittelasien II. Die montanarchäologischen Forschungen an den Zinnlagerstätten. *Archäologie in Iran und Turan* 12, Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 194 (Bochum 2013).
- C. Knipper, Die Strontiumisotopenanalyse: eine naturwissenschaftliche Methode zur Erfassung von Mobilität in der Ur- und Frühgeschichte. *Jahrb. RGZM* 51, 2004, 589–685.
- B. Kromer, S. Lindauer, H.-A. Synal, L. Wacker, MAMS – A new AMS facility at the Curt-Engelhorn-Centre for Archaeometry, Mannheim, Germany. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms* 294, 2013, 11–13.
- V. Leusch, B. Armbruster, E. Pernicka, V. Slavčev, On the Invention of Gold Metallurgy: The Gold Objects from the Varna I Cemetery (Bulgaria) – Technological Consequence and Inventive Creativity. *Cambridge Archaeological Journal* 25: 1, 2015, 353–376.

Autor

Prof. Dr. Ernst Pernicka
 Institut für Geowissenschaften,
 Universität Heidelberg, und
 Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie,
 Mannheim