

---

Ernst Pernicka

---

## Das Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie in Mannheim

Institut für Geowissenschaften, Universität Heidelberg, und Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie, Mannheim

### Prolog

Als im Jahre 1974 die erste Archäometrietagung in Deutschland im damaligen Reiß-Museum abgehalten wurde, nahm ich als Doktorand teil und wurde Zeuge des Beginns eines neuen Forschungsfeldes im Bereich der angewandten Naturwissenschaften. Es war mein erster Aufenthalt in Mannheim und ich hätte mir nie träumen lassen, dass ich in dieser Stadt und in diesem Museumsverbund, nunmehr Reiss-Engelhorn-Museen, einmal tätig sein könnte. Dass es dazu kam, ist im Wesentlichen Alfred Wieczorek zu verdanken, der mir, wohl einer Anregung von Michael Tellenbach folgend, anbot, in Mannheim mit Unterstützung durch die Curt-Engelhorn-Stiftung ein Archäometrielabor aufzubauen. Dafür bin ich außerordentlich dankbar und wünsche dem Jubilar weiterhin viel Erfolg und eine glückliche Hand bei dem so bemerkenswerten Aus- und Umbau der Reiss-Engelhorn-Museen.

### Archäometrie

Archäometrie ist ein Kunstwort, das aus den griechischen Wortstämmen *archaios* (alt) und *metron* (Maß) zusammengesetzt ist. Es wurde von Christopher Hawkes 1958 in Oxford für den Titel einer Zeitschrift vorgeschlagen, die bis dahin „Bulletin of the Research Laboratory for Archaeology and the History of Art“ geheißen hat. Es beschreibt ein multidisziplinäres Forschungsgebiet im Grenzgebiet zwischen Natur- und Kulturwissenschaften, in dem naturwissenschaftliche Methoden und Verfahren zur Auffindung und Untersuchung von Gegenständen im Bereich der Archäologie, Völkerkunde, Kunst- und Kulturgeschichte angewandt werden.

Obwohl durch die Zeitschrift und regelmäßige Tagungen tatsächlich ein neues Forum für die naturwissenschaftliche Archäologie geschaffen wurde, reicht die Anwendung chemischer Analyseverfahren zur Untersuchung des Materials und der Herstellungstechnik kulturgeschichtlicher Objekte in das ausgehende 18. Jahrhundert zurück.

Zu dieser Zeit waren durch die Entdeckung physikalisch-chemischer Gesetzmäßigkeiten die Grundlagen für die quantitative chemische Analyse gelegt worden. An den Hochschulen setzte eine intensive Erforschung der Zusammensetzung von Naturprodukten und Gegenständen aus anorganischen Werkstoffen ein. Archäologische Objekte nahmen dabei einen besonderen Rang ein. Die Einrichtung öffentlicher Museen, wie des British Museum in London (1759) oder des Louvre in Paris (1791) fallen in diese Zeit. Die Entdeckung Pompejis 1748 weckte das Interesse am Alltagsleben und dem Handwerk in der Antike.

Insofern ist es nicht allzu überraschend, dass die erste quantitative Analyse einer Legierung von Martin Heinrich Klaproth, dem ersten Professor für Chemie an der Berliner Universität, im ausgehenden 18. Jahrhundert an einer römischen Münze ausgeführt und veröffentlicht wurde. In der Folge wurde die Idee entwickelt, dass die chemische Zusammensetzung von Metallen zur Datierung und zur Ermittlung der Herkunft von Rohmaterialien und sogar ganzen Bevölkerungsgruppen herangezogen werden könnte. Als Beispiel sei die Veröffentlichung von Franz Göbel aus dem Jahr 1842 genannt, mit dem programmatischen Titel: „Über den Einfluß der Chemie auf die Ermittlung der Völker der Vorzeit oder Resultate der chemischen Untersuchung metallischer Alterthümer, insbesondere der in den Ostseegouvernements vorkommenden, behufs der Ermittlung der Völker, von welchen sie abstammen“

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts kamen sich Archäologie und Geologie bei der Erforschung des Paläolithikums näher, aber Physik und Chemie fanden erst nach der Einführung physikalischer Analysemethoden breite Anwendung, die Multi-elementanalysen an kleinen Probenmengen ermöglichten. Dementsprechend wurde die damals so genannte „Spektralanalyse“ (heute Atomemissionspektrometrie) sehr schnell auch in der Archä-

---

 Das Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie in Mannheim
 

---

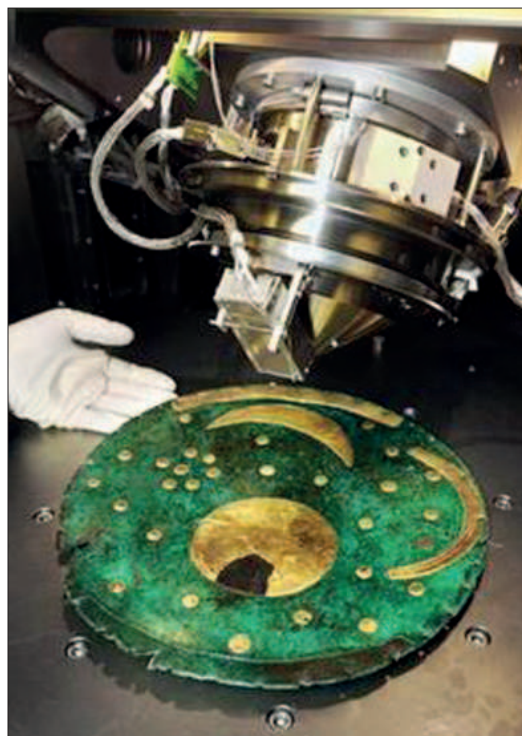
ologie bei der flächendeckenden Analyse prähistorischer Metallfunde eingesetzt. Mit der Einführung der  $^{14}\text{C}$ -Datierungsmethode wurde die absolute Altersbestimmung in archäologischen Zeiträumen möglich. Daraus entwickelte sich zuerst in den angelsächsischen Ländern in den 1950er Jahren eine Gemeinschaft von Naturwissenschaftlern, die vorwiegend an archäologischen Projekten arbeiteten. 1955 wurde das bereits erwähnte Research Laboratory for Archaeology and the History of Art an der Universität Oxford gegründet. 1974 trafen sich erstmals in Deutschland Archäologen und Naturwissenschaftler in Mannheim im damaligen Reiß-Museum zur ersten Archäometrietagung in Deutschland. Im gleichen Jahr richtete die Volkswagenstiftung einen Förderschwerpunkt «Archäometrie» ein; mit ihrer Unterstützung entstanden Zentren in Berlin, Bochum und Heidelberg und es wurden viele Einzelprojekte auf diesem Gebiet gefördert. Es kamen entsprechende Arbeitskreise in der Gesellschaft Deutscher Chemiker und der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft hinzu. Schließlich wurde 1999 die „Gesellschaft für Naturwissenschaftliche Archäologie – ARCHÄOMETRIE“ gegründet. Diese drei Vereinigungen haben unterschiedliche Ansätze, aber ein gemeinsames Ziel, nämlich

die Förderung der Archäometrie als eigenständigen Zweig am Baum der Wissenschaften. 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 Volkswagen-Stiftung im Rahmen eines Förderschwerpunktes «Archäometallurgie» eine Stiftungsprofessur an die TU Bergakademie Freiberg; das Fach wurde angehenden Wissenschaftlern in einem regulären Studiengang zugänglich. Ein Isotopenlabor entstand, das mittlerweile als weltweit führend in der Archäometrie bezeichnet werden kann.

#### Das Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie in Mannheim

Nach wenigen Jahren stellte sich heraus, dass die TU Bergakademie Freiberg nicht das ideale Umfeld für das schnell wachsende Institut für Archäometallurgie war. Michael Tellenbach vom Landesamt für Denkmalpflege Sachsen hatte sich umhabilitiert und beteiligte sich an der Ausbildung der Studierenden im Studiengang Archäometrie/Industriearchäologie. Offenbar schätzte er das Potential der neuen Einrichtung hoch ein, denn nach seinem Wechsel an die Reiss-Engelhorn-Museen blieb er in enger Verbindung mit dem Lehrstuhl und machte auch Alfried Wiczorek darauf aufmerksam. Eine von dessen vielfältigen Begabungen ist es, neue Entwicklungen früh wahrzunehmen und tatkräftig in sein Konzept zu integrieren, sei es die Sammlung der Kunstfotografie, als sie (noch) nicht als museumswürdig angesehen wurde, oder eben die Archäometrie, die 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. So gesehen kann man das Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie auch als „kriminaltechnisches Labor“ der Kunst- und Kulturgeschichte beschreiben. Und in der Tat ergeben sich nicht selten Kooperationen mit Gerichten und Landeskriminalämtern, wie zum Beispiel bei dem berühmten Hortfund von Nebra, der eine Bronzescheibe enthält, auf der die früheste astronomisch korrekte Darstellung des Nachthimmels in Form von Goldeinlagen zu sehen ist (Abb. 1).

Abb. 1  
Die Himmelsscheibe von Nebra unter einem speziellen Großkammer-Rasterelektronen-mikroskop  
Die üblichen Probenkammern solcher Mikroskope sind zu klein, um die Scheibe mit 32 cm Durchmesser aufnehmen zu können.  
Foto: ?



Ernst Pernicka

Der Hortfund war von Raubgräbern aufgefunden und unsachgemäß ausgegraben worden. Da nach dem Landesgesetz von Sachsen-Anhalt Bodenfunde von außergewöhnlichem wissenschaftlichen Wert Eigentum des Landes sind, handelte es sich um eine Straftat, die polizeilich verfolgt wurde. Im Zuge dessen und bei der anschließenden Gerichtsverhandlung gab es durchaus eine Zusammenarbeit zwischen der Archäometrie und dem Landeskriminalamt von Sachsen-Anhalt. Denn Archäologen arbeiten wie Kriminalisten: Sie versuchen die ungeschriebene Geschichte anhand von Spuren und Sachzeugen zu rekonstruieren, um Fragen nach dem Was, Wo, Wie, Woher, Wann und Warum plausibel zu beantworten. Das Instrumentarium dafür sind zunächst die menschlichen Sinne, oft verstärkt durch Geräte, wie zum Beispiel eine simple Lupe. Die Effizienz dieser Mittel ist allerdings beschränkt, die Oberfläche verrät nicht alles über Alter oder Herkunft eines Objekts. Hier bieten sich naturwissenschaftliche Methoden an, um die verborgenen, den stilistischen Analysen nicht zugänglichen Informationen zu erhalten. Die Archäometrie steigert den Aussagewert des Quellenbestandes dank hochkomplexer Analysetechniken um ein Vielfaches. Wichtige Informationen in oft unscheinbaren Objekten können ans Licht gebracht, Herkunft und Zusammensetzung der Rohstoffe, die Art der Herstellung und das Alter von Artefakten erkannt werden. Archäometrie kann man deshalb auch als die Erweiterung unserer Sinnesorgane mittels naturwissenschaftlicher Verfahren auf dem Gebiet der Kulturwissenschaften auffassen.

Die Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie gGmbH (CEZA) wurde im Oktober 2004 als hundertprozentiges Tochterunternehmen der Curt-Engelhorn-Stiftung gegründet und das Labor ist nach der Renovierung und dem Einbau von entsprechenden Einrichtungen in Mannheim D 6, 3 seit März 2006 in Betrieb (Abb. 2). Mittlerweile verfügt dieses Mannheimer Forschungszentrum neben verschiedenen Mikroskopen, darunter ein Rasterlektronenmikroskop mit besonders großer Probenkammer, über ein Reinstlabor zur Probenvorbereitung und über verschiedene moderne Analysemethoden, die auf der Spektrometrie verschiedener Strahlungsarten beruhen:

Atomemissions-, Röntgenfluoreszenz-, Alpha- und Gammaspektrometrie und – schwerpunktmäßig – die Massenspektrometrie mit einer Laserablationseinrichtung für eine nahezu zerstörungsfreie Probenahme. Zerstörungsfreie Analyse ist das Stichwort, das bei Museumsverantwortlichen besonders hoch im Kurs steht. Es ist daher nicht verwunderlich, dass die seit einigen Jahren erhältlichen mobilen Röntgenfluoreszenzgeräte besonders großes Interesse hervorgerufen haben (Abb. 3) und mittlerweile weit verbreitet sind. Damit lassen sich zwar nicht alle Fragen beantworten, aber die Methodik ist flexibel einsetzbar und schnell. Sie wird demnächst auch bei der Übersichtsana-

Abb. 2  
Krantransport eines Massenspektrometers über das Gebäude, in dem das Labor für Materialanalyse des Curt-Engelhorn-Zentrums Archäometrie untergebracht ist. In einem weiteren Gebäude wurde das Klaus-Tschira-Archäometrie-Zentrum mit den Methoden zur physikalischen Altersbestimmung eingerichtet.  
Foto: ?



Abb. 3  
Die mobile und zerstörungsfreie Elementanalytik mit einem kleinen Röntgenfluoreszenzspektrometer ist trotz beschränkter Informationsgehalte mittlerweile unverzichtbar für den Einsatz in Museums-sammlungen, wie hier im Museum von Mary in Turkmenistan.  
Foto: ?



lyse im Depot der Reiss-Engelhorn-Museen eingesetzt werden, um Objekte zu identifizieren, die mit heute identifizierten Schadstoffen konserviert wurden und deshalb besondere Vorsichtsmaßnahmen bei der Restaurierung erfordern.

Das CEZA war zunächst als An-Institut mit der Universität Tübingen assoziiert, wo das Baden-Württembergische Ministerium für Wissenschaft und Kunst eine Professur Archäometrie eingerichtet hatte. Seit 2013 ist das CEZA mit der Universität Heidelberg durch eine Stiftungsprofessur für Archäometrie der Klaus-Tschira-Stiftung in Form einer public-private partnership verbunden. Auf diese Weise ist auch die Ausbildung auf diesem speziellen Gebiet gesichert. Zusätzlich ist mit dem CEZA erstmals in Deutschland eine Museumsinstitution mit einer Universität verbunden. Damit ist eine einmalige Institution in der Museums- und Forschungslandschaft Deutschlands entstanden, als deren Architekt Alfried Wiczorek angesehen werden kann.

Seit 2010 gibt es im CEZA ein weiteres Forschungsfeld, nämlich die Datierung archäologischer und kulturhistorischer Funde mit physikalischen Methoden. Ebenfalls mit Unterstützung der Klaus-Tschira-Stiftung entstand so das Klaus-Tschira-Zentrum für Archäometrie mit einem Beschleuniger

für die  $^{14}\text{C}$ -Datierung von sehr kleinen Proben als zentralem Analysegerät (Abb. 4). Zusätzlich wurde ein Labor für Lumineszenzdatierung von Keramik und Sedimenten eingerichtet und demnächst wird ein Labor für Dendrochronologie zusammen mit dem ältesten und umfangreichsten Baumringarchiv Europas hinzukommen.

Das CEZA unterstützt mit seiner Forschung und seinen internationalen Kontakten die Reiss-Engelhorn-Museen in seinem Bestreben, wichtiger Partner in internationalen Kooperationen zu sein. Die Rechtsform einer GmbH als Tochter der Curt-Engelhorn-Stiftung stellt sicher, dass neben Drittmitteln für Forschungsprojekte auch Einnahmen aus Untersuchungen 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 zum Beispiel eine Methode auf der Grundlage der Radioaktivität von  $^{210}\text{Pb}$  (ein in der Natur vorkommendes radioaktives Zerfalls-

---

 Ernst Pernicka
 

---

produkt 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.

Die Forschungsaktivität des CEZA konzentriert sich auf die Entstehung und Ausbreitung der Metallurgie und metallurgischer Techniken (zum Beispiel gezielte Legierungsherstellung) in der Alten Welt. Der Forschungsansatz geht von

denselben Prämissen aus wie das von dem ehemaligen Direktor des Württembergischen Landesmuseums Stuttgart Siegfried Junghans geleitete Projekt (Studien zu den Anfängen der Metallurgie, SAM): Anhand ihrer Spurenelementzusammensetzung können prähistorische Metallartefakte in räumlich und zeitlich eingrenzbare Gruppen eingeteilt werden, die auf die Verwendung gemeinsamer Rohstoffe und/oder einheitliche Herstellungsmethoden schließen lassen. Aus der Verbreitung solcher Materialgruppen in Raum und Zeit können Informationen über die Metallversorgung und den Handel mit Metallen im weitesten Sinn gewonnen werden. Das Archiv dieser einzigartigen Studie befindet sich als Leihgabe des Landesamtes für Denkmalpflege Baden-Württemberg in Mannheim.

Im CEZA wird der Stuttgarter Ansatz vertieft, indem neue analytische Methoden der Massenspektrometrie angewandt werden und die ganze Metallurgiekette (vereinfacht: Lagerstätte - Verhüttung - Fertigobjekt) betrachtet wird. Im Gegensatz zum Stuttgarter Projekt ist also neben der



Abb. 4  
Das MICADAS (Mini Carbon Dating System) Beschleunigermassenspektrometer des Klaus-Tschira-Archäometrie-Zentrums, bedient von dessen Leiter, Dr. Bernd Kromer.  
Foto: ?

Materialtypologie auch die Prozessrekonstruktion und besonders die Identifizierung einzelner Lagerstätten(regionen) bei der Herkunftsuntersuchung von Metallartefakten das Ziel. Die Kombination von Spurenelement- und Isotopenanalysen hat bei der Herkunftsbestimmung von Kupfer und Kupferlegierungen sowie bei Blei und Silber bereits beachtliche Erfolge erzielt. Neuerdings wurde die Isotopenanalyse von Zinn hinzugefügt, mit der nun, gefördert vom European Research Council, die Herkunft des Zinns in der Bronzezeit untersucht wird. Seit mehr als hundert 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 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 eine Möglichkeit zur Herkunftsbestimmung von archäologischen Eisenobjekten, die lange als schwierig angesehen wurde.

Im CEZA werden aber nicht nur Metallobjekte und archäologische Funde, die mit Metallurgie in

Verbindung stehen, untersucht, sondern auch Glas, Keramik, Halbedelsteine, Steinartefakte etc. Aber 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.

Nach verhältnismäßig bescheidenen Anfängen ist nun ein Forschungs- und Dienstleistungszentrum entstanden, das mittlerweile weltweit bekannt ist und zweifellos auch die Reiss-Engelhorn-Museen schmückt. Es ist zu hoffen, dass nach der stürmischen Entwicklung in den Anfangsjahren nun die Konsolidierung und langfristige Entwicklung ganz im Sinne von Alfried Wiczorek abgesichert werden kann.