



## Blickpunkt

# MIT HIGHTECH DER VERGANGENHEIT AUF DER SPUR DER WANDEL DER ARCHÄOLOGISCHEN RESTAURIERUNGSWERKSTATT

Angelika Wilhelm

*Die Digitalisierung und der Einsatz modernster technischer Geräte haben auch vor der Restaurierungswerkstatt der hessenARCHÄOLOGIE nicht Halt gemacht. Diverse Neuanschaffungen, wie ein digitales Mikroskop, durch das z. B. ein Textilrest tiefenscharf betrachtet werden kann, haben in den vergangenen Jahren die Arbeit der Restauratorinnen und Restauratoren revolutioniert. Dadurch ist es heute wesentlich besser möglich, die Objekte zu konservieren, restaurieren und zu erforschen – angefangen beim kleinsten Detail bis hin zum großen Gesamtzusammenhang.*

Die archäologischen Objekte, die in der Restaurierungswerkstatt der hessenARCHÄOLOGIE des Landesamtes für Denkmalpflege Hessen bearbeitet werden, bestehen aus den unterschiedlichsten Materialien bzw. Materialkombinationen. Eisen und Buntmetall gehören zu den häufigsten vorkommenden Materialien, aber auch Edelmetalle, Keramik, Glas, Bernstein, Elfenbein und Koralle fanden bei der Herstellung von Objekten Verwendung. In den 1980er-Jahren verstand man unter Restaurierung im Wesentlichen, die archäologischen Objekte in ihren ursprünglichen Zustand zurückzusetzen bzw. einen ästhetisch möglichst vollkommenen Zustand

herzustellen. Das bedeutete, dass die Funde zwar mit großer Sorgfalt behandelt und die Restaurierungsarbeiten mit den zur Verfügung stehenden Mitteln durchgeführt wurden, aber leider war besonders bei den häufig bis zur Unkenntlichkeit korrodierten Eisensunden zur Konservierung der Einsatz von großen Mengen Kunstharz üblich, welches das Objekt durchdrang und überdeckte. Die antiken Oberflächen der Objekte wurden mit Schleifgeräten herausgearbeitet und noch erhaltene Spuren antiker Handwerkstechniken, Verzierungen sowie an der Objekt Oberfläche sichtbare Gebrauchs- und Bearbeitungsspuren waren dadurch oft nicht mehr lesbar oder gingen verloren. Der Einsatz von hochwertigen Binokularen (Abb. 1), digitalen Mikroskopen, Mikrostrahlgeräten sowie digitalen Medien eröffnet heute völlig neue Einblicke in die Geschichte eines Objektes und bietet neben Konservierung und Restaurierung hervorragende Möglichkeiten der Dokumentation und der Erforschung.

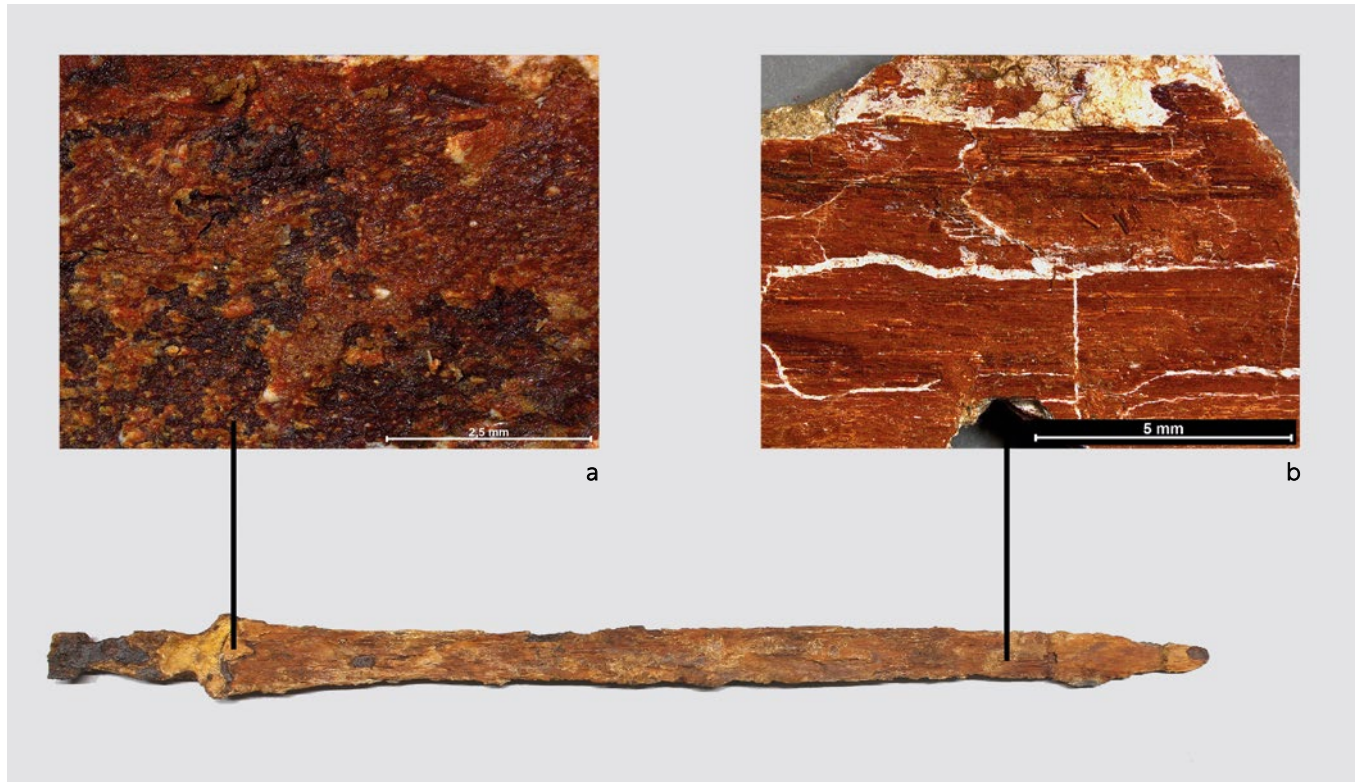
Das Augenmerk liegt mittlerweile außerdem auf dem Erhalt des Objektes in seiner Ganzheit, wobei auch ihm anhaftende organische Reste wie mineralisiertes Textil, Holz und Leder eine große Rolle spielen (Abb. 2a–b). Es wird überdies großer Wert auf die Reversibilität von durchgeführten Maßnahmen gelegt

**Abb. 1:**  
Restaurierung des  
römischen Pferde-  
kopfes von Waldgirmes

Hochleistungs-Stereomikroskope mit LED-Beleuchtungen ermöglichen eine optimale Freilegung der Oberfläche unter Berücksichtigung antiker Bearbeitungsspuren und kleinster herstellungstechnischer Details.

Foto: B. Steinbring, LfDH





**Abb. 2:**  
Restauriertes keltisches Eisenschwert mit Schwertscheide

Mikroskopaufnahmen liefern wichtige Informationen zur Schwertscheide: Sie bestand wohl aus mit Kaseinkleber verleimten und danach mit Leder (b) überzogenen Hölzern (a).

Foto: A. Wilhelm, LfDH

und große Ansprüche an die dabei verwendeten Mittel gestellt. Dies ist auch im Hinblick auf zukünftige naturwissenschaftliche Untersuchungen von Belang, wobei ein interdisziplinärer Austausch mit anderen Fachrichtungen, wie beispielsweise der Archäometrie, unerlässlich ist. Restauratorinnen und Restauratoren unterstützen die Arbeit der Archäologinnen und Archäologen mittels der während der Konservierung und der Restaurierung gewonnenen Erkenntnisse über Herstellungstechniken und Materialeigenschaften. War das Berufsbild früher in der Aus- und Weiterbildung hauptsächlich handwerklich geprägt, so wurde der Beruf in den letzten Jahrzehnten zunehmend akademisiert. Der Berufsausübung geht heute ein Studium an einer Hochschule oder Universität voraus und oftmals gehören eine handwerkliche Ausbildung oder langjährige Vorpraktika zu den Zugangsvoraussetzungen. Dies zeigt, wie sehr die Ansprüche an die vielfältigen Fachkenntnisse und an ein wissenschaftliches Arbeiten der Restauratorinnen und Restauratoren gestiegen sind. Auch die Werkzeuge und Hilfsmittel haben sich, besonders was den technischen Bereich und die Präzision angeht, grundlegend verändert.

### PRÄVENTIVE KONSERVIERUNG

Das große Fundaufkommen der Gegenwart macht eine zeitnahe Restaurierung aller Objekte unmöglich. Auch dies stellt eine neue Herausforderung für die Arbeit der Funddepots sowie der Restaurierungswerkstätten dar, da die Objekte durch angepasste Lagerungsbedingungen präventiv konserviert werden müssen.

Das Team der Archäologischen Restaurierungswerkstatt in Wiesbaden ist heute so gut aufgestellt wie noch nie: Es arbeiten gegenwärtig sechs Restauratorinnen und ein Restaurator an der Restaurierung und Konservierung von Fundmaterial aus Hessen. Führt die Archäologische Denkmalpflege noch bis vor circa 15 Jahren Ausgrabungen mit dem hauseigenen Team durch, so sind es heute hessenweit über 500 Personen mit erteilter Nachforschungsgenehmigung und etwa 30 Grabungsfirmen, welche – betreut von der Bezirksarchäologie – selbstständig Fundbergungen durchführen. In Anbetracht der daraus resultierenden riesigen Fundmengen ist es trotz eines guten Personalschlüssels unmöglich, alle Funde zeitnah zu restaurieren. Da nach der Bergung der Zerfall der Objekte durch den Umgebungswechsel beschleunigt

wird, müssen alternative Lösungen für deren Erhalt gefunden werden. Methoden der präventiven Konservierung sind ein gutes Mittel für die langfristige Erhaltung und Lagerung von archäologischem Kulturgut durch eine zielgerichtete Anpassung der optimalen Umgebungsbedingungen, ohne direkt in das Objekt einzugreifen. Ziel ist es, ein potenzielles Schadensrisiko schon im Vorfeld zu erkennen und diesem durch verschiedene Maßnahmen entgegen zu arbeiten. Besonders problematisch sind Eisenobjekte, da diese durch die Einwirkung von Sauerstoff korrodieren. Ein wichtiges Beispiel für eine präventive Maßnahme ist das Einschweißen von Eisenobjekten in spezielle Folien zusammen mit Absorbentien. Dies eignet sich je nach Ausführung sowohl zur temporären Lagerung, bis mit den Restaurierungsmaßnahmen begonnen werden kann, als auch zur Langzeitlagerung, um erneuten Korrosionsprozessen vorzubeugen (Abb. 3). Dagegen können in Ausstellungen wiederum die richtigen Umgebungsbedingungen durch eine Klimatisierung der Vitrinen erreicht und aufrechterhalten werden. Durch die Vermeidung von zu hoher Luftfeuchtigkeit wird der Bildung von Schimmelpilzen vorgebeugt und die Nachkorrosion verhindert. Eine wesentliche Erfahrung der letzten Jahre ist, dass der Erkenntnisgewinn um ein Vielfaches gesteigert werden kann, wenn bei den

Ausgrabungen Blockbergungen vorgenommen werden. Hierbei birgt man Funde nicht einzeln, sondern luftdicht verpackt samt dem umgebenden Erdreich. Wichtig ist dabei, dass keine Materialien wie Pappe oder Holz an das Erdreich gelangen, da sie das Schimmelwachstum fördern können. Bei Blockbergungen bleiben die Fundzusammenhänge zunächst erhalten und die Funde können später in der Restaurierungswerkstatt unter Laborbedingungen freigelegt und dokumentiert werden. Zudem verändern sich bei dieser Vorgehensweise die Umgebungsparameter der Objekte nur sehr langsam. Das verschafft den Restauratorinnen und Restauratoren mehr Zeit, um mit den eigentlichen Restaurierungsmaßnahmen zu beginnen, als es bei einzeln entnommenen Funden der Fall wäre.

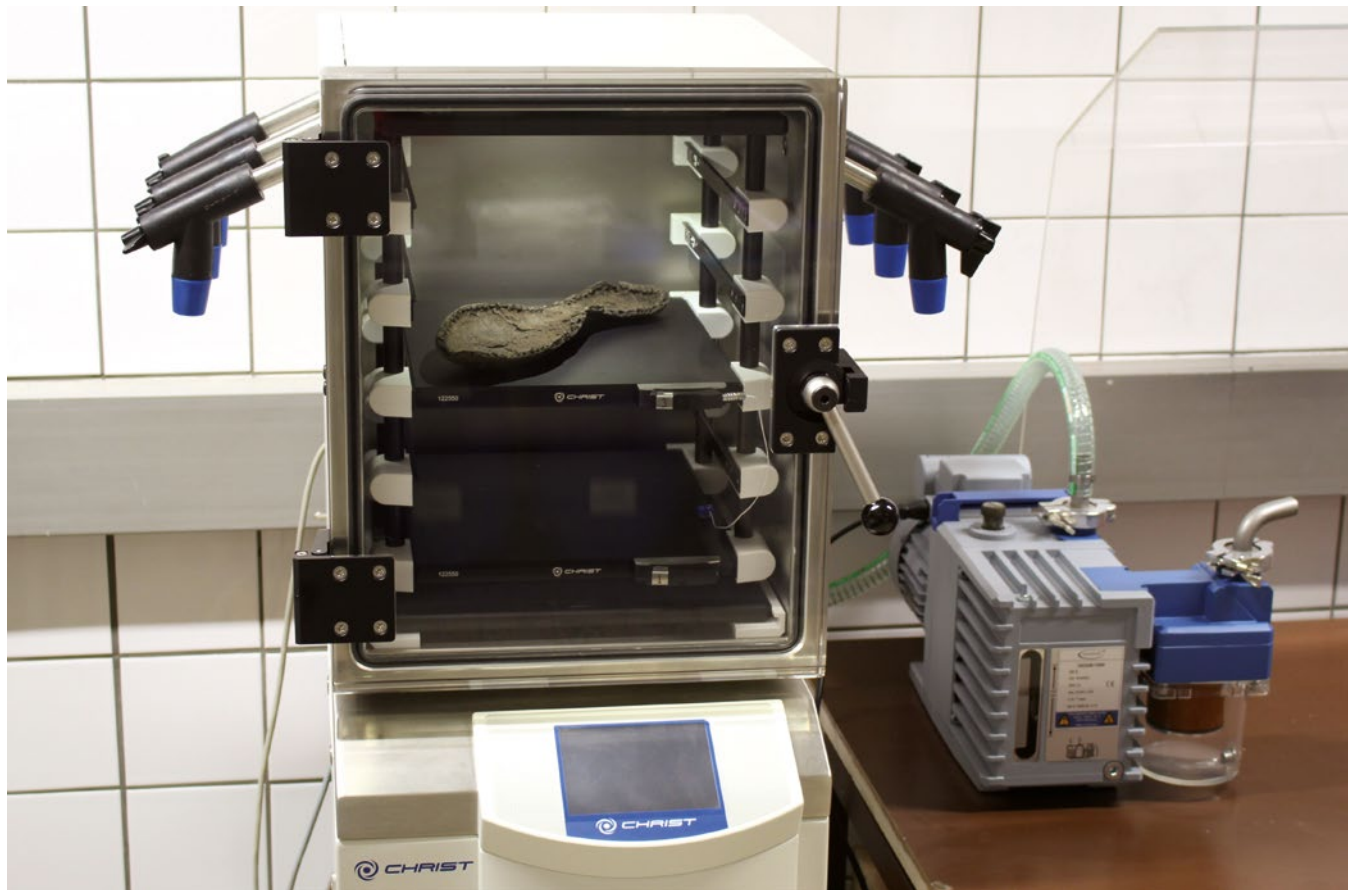
#### DER EINSATZ DER GEFRIERTROCKNUNG ALS VERFAHREN IN DER ARCHÄOLOGISCHEN RESTAURIERUNG

Doch nicht nur im Bereich der präventiven Konservierung, sondern auch in der Restaurierung archäologischer Kulturgüter hat sich einiges getan. Archäologische Grabungen fördern oftmals auch Funde organischen Ursprungs zutage. Die Konservierung von Feuchtbodenfunden gewinnt zunehmend an Bedeutung, stellt die Restaurierung aber aufgrund ihrer Komplexität vor immer neue

#### Abb. 3: Einschweißen gefährdeter Objekte

Das archäologische Eisenobjekt wird in eine gasdichte Folie eingeschweißt. Zusätzlich werden darin Sauerstoff und Schadgase absorbiert.  
Foto: Ch. Henke, LfDH



**Abb. 4:****Gefriertrocknung**

Nach der Tränkung mit einem flüssigen Polymer werden Lederfunde kontrolliert und schonend gefriergetrocknet.

Foto: J. Schmidt, LfDH

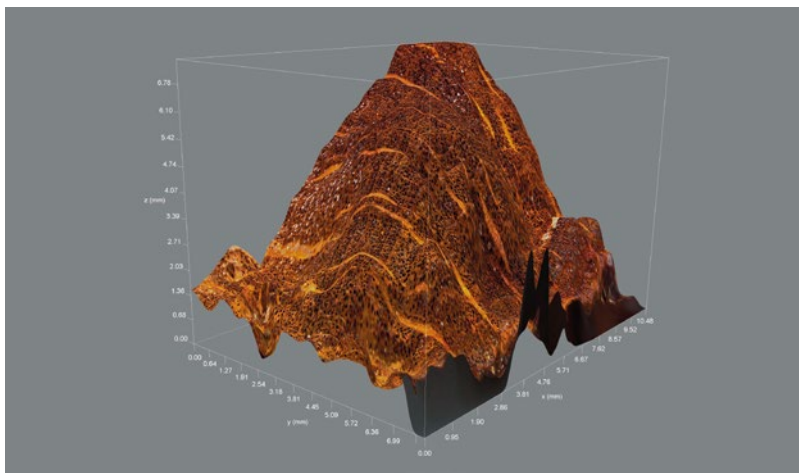
Herausforderungen. Vor allem die Konservierung von Leder aus Feuchtbodenerhaltung bedarf besonderer Sorgfalt, um nicht nur das Objekt selbst, sondern auch dessen Materialeigenschaften bestmöglich zu erhalten. Das uns als äußerst stabil und zäh, dennoch flexibel und in seiner Oberfläche geschmeidig bekannte Material ist durch die Bodenerlagerung oftmals stark in seiner Struktur geschädigt. Ließe man ein Lederobjekt nach der Bergung und Reinigung lediglich an der Luft trocknen, so erhielte man durch den Verdunstungssog des Wassers ein deformiertes Objekt, dessen harte, brüchige und von Rissen durchzogene Oberfläche bei der Betrachtung nur schwerlich den Eindruck von Leder erzeugt. Um die Materialeigenschaften des Leders zu bewahren und gegebenenfalls sogar Rückformungen vornehmen zu können, ist es notwendig, mit einer Kombination aus gründlicher Reinigung, zielgerichteter Konservierung und schonender Trocknung zu arbeiten. Früher musste hierzu häufig eine langsame, kontrollierte Trocknung in improvisierten Klimakammern über Monate

hinweg vorgenommen werden. Doch selbst unter kontrollierten Bedingungen birgt eine langsame Trocknung immer ein Restrisiko von Trocknungsschäden. Weiterhin besteht die Gefahr, dass sich erneut Schimmelpilze bilden und die Objekte wiederholt gereinigt werden müssen. In modernen Restaurierungswerkstätten kommt daher das Verfahren der Gefriertrocknung zum Einsatz. Hierbei wird das im Objekt gebundene Wasser unter Vakuum aus dem gefrorenen Zustand durch Sublimation direkt in die Gasphase überführt. Der flüssige Aggregatzustand und damit die schädigende Sogwirkung des Wassers wird dabei vermieden. Auf diese Weise behält das konservierte Lederobjekt seine ursprüngliche Form. Zudem wird durch den Einsatz modernster Technik der Trocknungsprozess technisch überwacht und sehr stark beschleunigt. Seit 2021 verfügt die Restaurierungswerkstatt der hessenARCHÄOLOGIE über einen eigenen Laborgefriertrockner, mit dem nun der gesamte Konservierungsprozess innerhalb des Hauses bewältigt werden kann (Abb. 4).

## DIGITALE FOTOGRAFIE UND MIKROSKOPIE

Bei der Dokumentation der Restaurierung eines archäologischen Objektes ist es wichtig, Eingangszustände, wichtige Beobachtungen im Verlauf der Restaurierung und Endzustände fotografisch festzuhalten. Die Umstellung von der analogen zur digitalen Fotografie war bereits vor vielen Jahren ein bedeutender Schritt zur Steigerung der Effizienz der Restaurierungsarbeiten. Analoge Fotografie ist äußerst zeitaufwendig, da man im Gegensatz zur Digitalfotografie keine schnellen Testaufnahmen machen kann. Erschwerend kommt hinzu, dass die Qualität der Aufnahme erst nach der Entwicklung des Filmes zu beurteilen ist. Wurden parallel mehrere verschiedene Restaurierungsarbeiten vorgenommen, verzögerten diese Umstände häufig den Arbeitsablauf. Beim Einsatz digitaler Kameras lässt sich die Qualität einer Aufnahme sofort kontrollieren. Unter Zuhilfenahme von Bildbearbeitungsprogrammen können bei Bedarf wesentliche Informationen direkt im Foto markiert, eingetragen oder beschriftet werden. Durch das Erstellen von Ebenen und Transparenzen ergibt sich zudem die Möglichkeit, unterschiedliche Zustände der Freilegung oder Schichtabfolgen digital zu dokumentieren. Im Rahmen der Freilegung fundfrischer und noch erdfeuchter archäologischer Objekte sind unter dem Binokular häufig noch organische Rückstände von Leder, Textil oder Holz zu beobachten. Diese meist sehr kleinen und fragilen Reste zu erhalten, ist manchmal schwierig, da sie sich durch notwendige Festigungsmittel zusetzen und so eine Bestimmung nicht mehr möglich ist. Bei einer Austrocknung zerfallen solche Befunde in kürzester Zeit, weshalb eine unmittelbare Dokumentation von größter Wichtigkeit ist (Abb. 5). So können wertvolle Hinweise auf antike Herstellungstechniken und Bearbeitungsspuren auch im Nachhinein ausgewertet werden.

Mit der Digitalmikroskopie steht in der Restaurierung jetzt ein weiteres Bestimmungs- und Dokumentationswerkzeug zur Verfügung. Hiermit können in Echtzeit Spuren und winzige Details sichtbar gemacht werden, die dem weiteren Verständnis über das zu untersuchende Objekt und der Interpretation des Gesamtbefundes auf moderne, wissenschaftliche Weise zuträglich sind. Detailstrukturen können hochauflösend unmittelbar am Bildschirm angesehen, gedeutet und dokumentiert wer-



den. Die genannten organischen und anorganischen Spuren sowie herstellungstechnische Merkmale und Gebrauchsspuren an archäologischen Funden können so in kürzester Zeit in die jeweilige Dokumentation einfließen. Innerhalb weniger Minuten errechnet das zum Mikroskop gehörende digitale Programm aus einer Vielzahl von Einzelbildern mit unterschiedlichen Schärfebereichen ein gleichmäßig tiefscharfes Gesamtbild – die sogenannte Multifokusaufnahme – und gibt damit den Blick auf sämtliche Feinheiten der Probe gleichzeitig frei. Durch die tiefscharfe Darstellung ist es möglich, auch Details einer stark unebenen Oberfläche zu lesen (Abb. 6). So können noch während der Objektfreilegung bereits erste Einschätzungen zur Materialbeschaffenheit gegeben werden. Zum Beispiel haften Eisenobjekten vielfach Holz-, Leder- oder Textilreste an, die sich durch die Korro-

### Abb. 5: Aufnahmen unter dem Digitalmikroskop

Auch kleinste, den Objekten anhaftende organische Reste lassen sich mithilfe des professionellen digitalen Mikroskops dokumentieren.

Foto: Ch. Henke, LfDH

### Abb. 6: Digitalmikroskopie zur zerstörungsfreien Holzanalyse

Durch die vergrößerte, tiefscharfe Ansicht eines unebenen Holzrestes von einem frühmittelalterlichen Sax (Kurzschwert) lässt sich Esche als Holzart bestimmen.

Foto: Ch. Henke, LfDH

sionsprodukte erhalten haben. Auch für später erfolgende Auswertungen der Fundstücke bieten die archivierten und nachträglich zu bearbeitenden Aufnahmen große Vorteile. Die breiten Anwendungsmöglichkeiten des neuen Digitalmikroskops liefern hierzu einen wertvollen Beitrag – und nicht selten völlig neue Erkenntnisse. Ein weiterer Vorteil der Digitalmikroskopie ist die Möglichkeit der unmittelbar am Bildschirm durchzuführenden Präzisionsmessung in 2D und 3D. Entsprechende grafische Daten wie Messlinien, Messstrecken oder Messpunkte können direkt im Bild festgehalten werden. Grafische Ansichten von dargestellten Höhenmodellen in kontrastreichen Fehlfarben erleichtern die Bildinterpretation zusätzlich. Diese Art der Pseudo-3D-Fotografie ergänzt die echte 3D-Fotografie und die erweiterte 3D-Dokumentation, die ebenfalls vor wenigen Jahren Einzug in die Dokumentationstechniken der archäologischen Restaurierung gehalten haben.

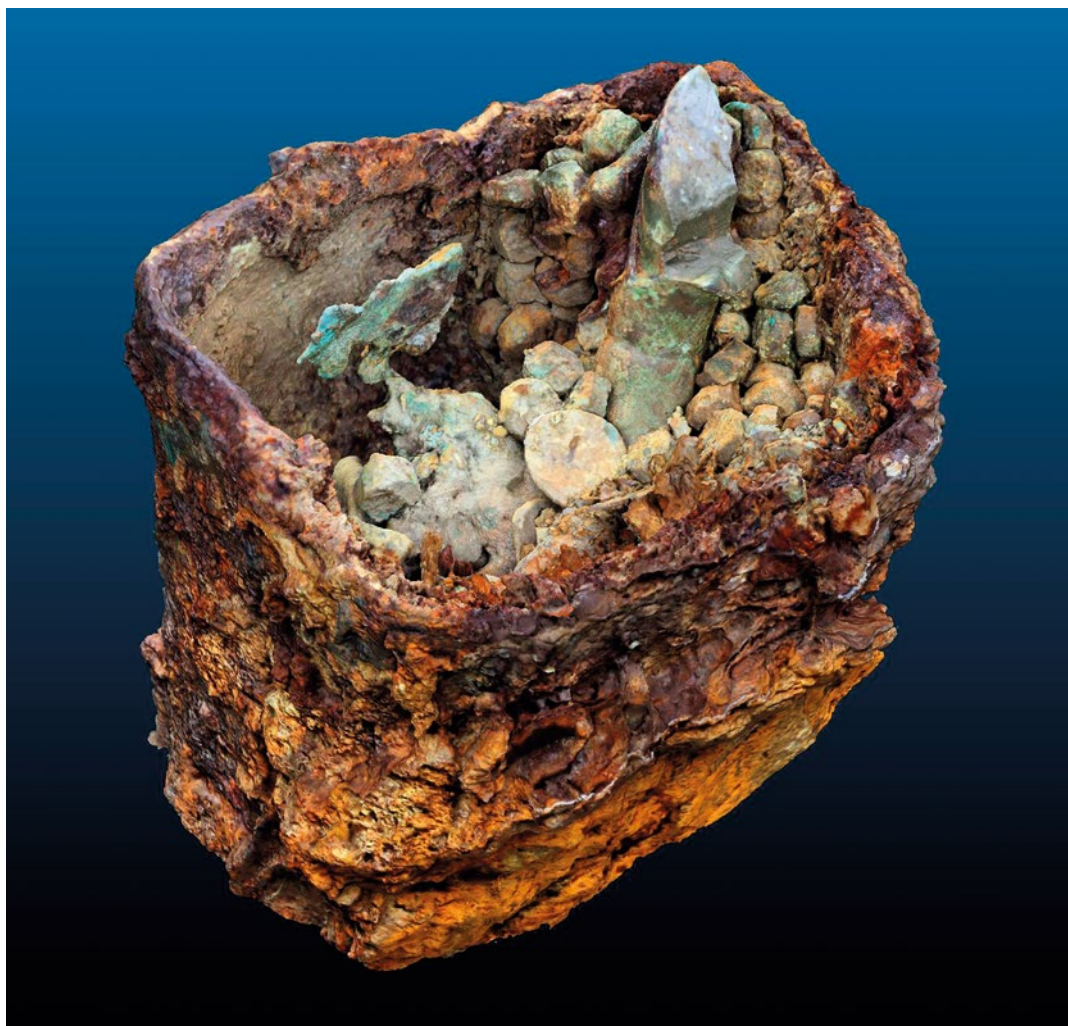
### 3D-DOKUMENTATION IN DER RESTAURIERUNG

Eine komplexe Befundsituation archäologischer Objekte kann in klassischer Weise in Form von Zeichnungen oder Fotografien dokumentiert werden. Diese sind naturgemäß zweidimensional und für eine flächige Darstellung ist diese Art der Abbildung gut geeignet. Um den Bezug der Objekte zueinander nicht nur horizontal, sondern auch in ihrem vertikalen Kontext darzustellen, eignet sich die Erzeugung eines 3D-Modells. Eine Möglichkeit, ein solches 3D-Modell zu erstellen, ist die Structure from Motion-Methode (SfM) (Abb. 7–8). Bei diesem Verfahren werden mit einer Digitalkamera sehr viele Aufnahmen eines Objektes oder eines Planums aus unterschiedlichen Winkeln und Ebenen gemacht. Aus diesen Fotos wird anschließend mittels einer speziellen Software ein digitales 3D-Modell errechnet. Möglich ist dies durch die Überlappung von Informatio-

**Abb. 7:**  
3D-Dokumentation  
mittels Structure from  
Motion

Das 3D-Modell zeigt tiefenscharf den römischen Befund: Es handelt sich um die Deponierung von Buntmetallobjekten in einer stark korrodierten Eisenglocke.

Foto: Ch. Seitz, LfDH



nen, die in den Bildern aus unterschiedlichen Winkeln wiedergegeben werden. Am Objekt angebrachte sogenannte Passpunkte skalieren und referenzieren das fertige Modell und sorgen im Detail auch für eine bessere Kalibrierung der Kamera.

Eine Ergänzung zu SFM bietet der handgeführte Streifenlichtscan, der seit etwa zwei Jahren die Methodik in der Restaurierungswerkstatt der hessenARCHÄOLOGIE bereichert. Beim Streifenlichtscan steht die Wiedergabe der Oberflächenform im Fokus (Abb. 9). Bei den Geräten des Hauses wird ein Handscanner mit Streifenlichtprojektor berührungsfrei um das Objekt herumgeführt. Durch die Projektion unterschiedlicher Lichtmuster aus helleren und dunkleren Streifen kann so die gescannte Oberfläche unmittelbar digital erfasst werden. Der mit einem Rechner verbundene Scanner erstellt in Echtzeit ein 3D-Modell, dessen sukzessiver digitaler Aufbau auf dem Bildschirm verfolgt werden kann. War es nicht möglich, einzelne Bereiche sofort zu erfassen, erscheinen sie zunächst als weiße Flecken auf dem Bildschirm und können anschließend aus unterschiedlichen Winkeln wieder und wieder abgescannt werden, bis das Objekt nahezu vollständig auf dem Bildschirm erscheint. Mithilfe eines Datenverarbeitungsprogramms

werden abschließend kleinste Lücken in der sogenannten Punktwolke zu einem vollständig zusammenhängenden 3D-Modell geschlossen. Beide Methoden eignen sich zur Dokumentation beliebig vieler Zwischenschritte während der Freilegung und der Restaurierung eines Fundes oder Fundkomplexes und ermöglichen so eine weitgehend vollständige Wiedergabe der Zusammenhänge. Mit unterschiedlich hohem Nachbearbeitungsaufwand können zudem aus beiden 3D-Modellen 3D-Drucke erstellt werden.

### 3D-DRUCK

Das Erstellen von Kopien für wissenschaftliche Zwecke war von jeher ein wichtiger Bestandteil der Arbeit in der Restaurierungswerkstatt. Der Einsatz von 3D-Druckern im Bereich Restaurierung bietet neue Möglichkeiten, archäologisches Kulturgut erfahrbar und erfassbar zu machen. Besonders empfindliche Objekte können mit einem Handscanner berührungsfrei und somit ohne Risiko gescannt und anschließend ausgedruckt werden. Zusätzlich erlaubt der Drucker die Herstellung von Kopien in verschiedenen Maßstäben, um beispielsweise feinste Details besser sichtbar zu machen. Im Bereich Vermittlung können Ausstellungsstücke mithilfe dieser Technik

**Abb. 8:**  
Dreidimensionale Aufnahme einer spätantiken Holzkiste  
Fundsituationen lassen sich vor Zerstörung des Befundes mittels dreidimensionaler Technik optimal dokumentieren.  
Foto: D. Wiebe, LfDH







**Abb. 9:**  
3D-Scan an einem  
frühmittelalterlichen  
Eimer

Schon während der Freilegung werden mittels handgeführtem Streifenlicht-scanner Oberfläche und Farbgebung des Eimers berührungsfrei erfasst.

Foto: P. Klein, LfDH

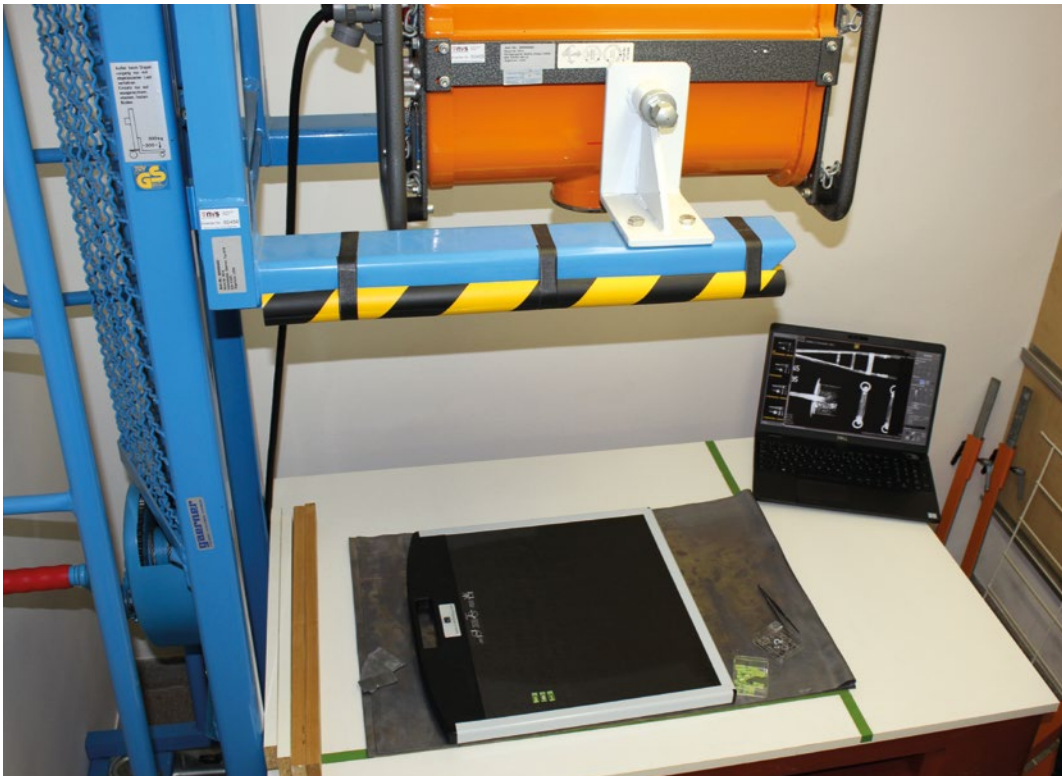
als Tastmodell auch für sehbehinderte Menschen erlebbar werden. Ein weiteres Einsatzgebiet des 3D-Druckes ist die Herstellung von perfekt sitzenden Stabilisierungsergänzungen, passgenauen Objektträgern für Ausstellungen oder für die Lagerung von Fundgut sowie die Darstellung unterschiedlicher Stadien der Freilegung oder Rekonstruktion eines Objektes. Die Qualität und Zeichnungsgenauigkeit der auf diese Weise erstellten Modelle hat sich in den vergangenen Jahren stetig verbessert und auch die erforderlichen Geräte sind erschwinglicher und einfacher in ihrer Bedienung als noch vor zehn Jahren.

#### **DIGITALE NACHRÜSTUNG DER RÖNTGENANLAGE**

Die Restaurierungswerkstatt der hessenARCHÄOLOGIE besitzt seit Jahrzehnten eine analoge Röntgenanlage, die zuletzt viele Jahre ungenutzt blieb. Diese war durch regelmäßige Wartung zwar betriebsbereit, das zuständige Equipment wie Röntgenfilme und Chemikalien waren jedoch überlagert und nicht mehr verwendbar. In den vergangenen Jahren wurden deshalb im Rahmen eines Kooperationsvertrages mit dem Römisch-Germanischen Zentralmuseum in Mainz nur bei

wenigen ausgesuchten Objekten Röntgenaufnahmen angefertigt. Geröntgt wird besonders dann, wenn dies die Planung zur Freilegung einer Blockbergung unterstützt oder zur Klärung von Fragen bezüglich der Herstellungstechnik oder des Aufbaus von Objekten beiträgt.

Die digitale Röntgentechnik hat sich in den letzten Jahren enorm weiterentwickelt, was ein Absinken des Preisniveaus bei gleichzeitig besserer Auflösung der Aufnahmen begünstigte. 2020 stellte sich heraus, dass die Röntgenanlage der hessenARCHÄOLOGIE ohne größere Umbaumaßnahmen digital aufgerüstet werden kann. Die Umrüstung der Anlage und die Ausbildung einer neuen Röntgen- und Strahlenschutzbeauftragten begann 2021 (Abb. 10). Bei der Erstellung digitaler Röntgenaufnahmen wird die Anlage zunächst zwar auf herkömmliche Weise bedient, jedoch ersetzt ein digitales Aufnahmepanel mit zugehörigem Laptop und einer speziellen Software die früher unterzulegenden Röntgenfilme. Die digitalen Aufnahmen liegen zeitnah vor und man erkennt direkt, ob eine Aufnahme gelungen ist. Aber auch mit der digitalen Ausrüstung kann man keine Aufnahmen »am laufenden Band« anfertigen, da die Röntgenröhre über



keine eigene Kühlung verfügt. Bei der Erzeugung von Röntgenstrahlung wird nur etwa ein Prozent der Energie in Strahlung umgewandelt, der Rest als Wärme abgegeben. Je nach Röhrenspannung (hier bis 200 kV) und Belichtungszeiten von mehreren Minuten müssen daher unbedingt nach jeder Aufnahme vorgegebene Mindestpausen eingehalten werden, um das Gerät nicht zu überhitzen. Im Gegensatz zum analogen Röntgen entfallen jedoch die aufwendige Entwicklung der Filme und die damit verbundenen Wartezeiten sowie der Entwicklungsbäderwechsel, wofür diverse Chemikalien benötigt werden. Die Arbeit mit Chemikalien birgt immer auch eine Gefährdung der Gesundheit und eine Belastung der Umwelt. Somit trägt der Verzicht auf diese Chemikalien zur Verbesserung der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes bei. Nach einer gewissen Einarbeitungszeit dürften die Vorteile der digitalen Röntgentechnik klar überwiegen und sich die Anschaffungskosten lohnen.

Auch die Computertomografie (CT) spielt bei der Dokumentation und Auswertung gerade von Blockbergungen eine immer größere Rolle. Eine solche komplexe Anlage kann aufgrund mangelnden Platzes und der begrenzt-

ten finanziellen Möglichkeiten nicht in der Wiesbadener Restaurierungswerkstatt vorgehalten werden. Allerdings gibt es eine gute Vernetzung zu anderen Forschungsinstituten, bei denen solche CT-Aufnahmen bei Bedarf gemacht werden können.

#### **ARBEITS- UND GESUNDHEITSSCHUTZ**

Stetige Verbesserungen in den Bereichen Arbeits- und Gesundheitsschutz sowie entsprechendes Zubehör für Mikroskope tragen entscheidend zur Ergonomie am Arbeitsplatz bei. In Planung ist derzeit ein weiterer Werkstattausbau mit modernen Absaugeinheiten für Stäube, Chemikalien und Lösungsmittel. Dies ist aufgrund einiger Änderungen von gesetzlichen Grenzwerten an Arbeitsplätzen aufgrund neuer wissenschaftlicher Studien und Erkenntnisse von besonderer Bedeutung. Die Fortschritte im Arbeitsschutz leisten durch die Vermeidung von Fehlhaltungen, Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten einen großen Beitrag zum Erhalt der Arbeitskraft.

Mein Dank für ihre Beiträge zu diesem Artikel gilt meinen Kolleginnen Christine Henke, Pia Klein und Juliane Schmidt sowie meinem Kollegen Daniel Usher.

#### **Abb. 10: Röntgenanlage**

Röntgenröhre aus den frühen 1980er-Jahren mit neuem digitalem Zubehör

Foto: Ch. Henke, LfDH