



RUNDBRIEF

Grabungstechnik

Mitteilungsblatt des Verbandes für Grabungstechnik und Feldarchäologie e.V.



2	Julia Goldhammer, Martina Karle	Archäologie zwischen Ebbe und Flut - Herausforderungen beim Arbeiten im Wattboden, dem Boden des Jahres 2020
6	Arie Kai-Browne	3D-Daten in der Feldarchäologie - Ein Beitrag zur Prozessierung und Visualisierung von 3D-Daten in der archäologischen Dokumentation
13	Anna Schimmitat, Eberhard Völker	Bombentrichter als Befundgattung - Ein Vorschlag zur Grabungsmethodik und archäologischen Erfassung als Beitrag zur Neuzeitarchäologie
16	Marco Hostettler, Anja Buhlke, Clara Drummer, Lea Emmenegger, Johannes Reich, Corinne Stäheli	Bildbasierte 3D-Dokumentation - Wie wird sie genutzt? Eine Umfrage zum Einsatz von 3D-Technologien in der Archäologie
23	Joachim Stark, Deborah Schulz, Daniel Dossdall	„Latex“profile leicht gemacht - Eine Anleitung
27		Netztipp
28		Tagungstipps, 1. VGFA-Onlinetagung, Vorankündigung Rundbrief Sonderausgabe
29		In eigener Sache/Impressum



Julia Goldhammer, Martina Karle

Archäologie zwischen Ebbe und Flut

Herausforderungen beim Arbeiten im Wattboden, dem Boden des Jahres 2020

Abb. 1: Freilegung eines Sodenbrunnens im Langwarder Groden, Langwarden, Lkr. Wesermarsch (Foto: NlhK)

Es ist 5 Uhr morgens, die Sonne geht gerade auf und das Wasser läuft ab. Zwei Wissenschaftlerinnen und zwei studentische Hilfskräfte machen sich in Neoprenschuhen und kurzen Hosen auf den Weg ins Watt, um einen archäologischen Fundplatz zu untersuchen. Der Weg führt zuerst durch Schlickwatt, die Gruppe sinkt bis über die Knöchel in den weichen Boden ein. Der Weg ist mühsam, besonders mit dem ganzen Gepäck. Die komplette Ausrüstung muss hier zu Fuß transportiert werden: Messgeräte, Spaten, Kellen, Bohrausrüstung, Fotoapparat, Tüten, Maßbänder, Zollstöcke, die Tide stets im Blick. Weiter draußen wird der Wattboden fester, das Laufen wird einfacher. Es weht ein beständiger Wind, das Watt knistert und gluckst. Eine Stunde vor Niedrigwasser kommt die Gruppe am Fundplatz an. Die Meeresströmungen haben wieder neue Funde freigelegt, die im Meeresboden verborgen waren.

Der Wattboden ist ein sehr junger Boden. Er entsteht dort, wo im Gezeitenbereich durch Strömung und Wellen meist feinkörnige Sedimente abgelagert werden und im Wechsel von Ebbe und Flut regelmäßig trockenfallen. Die größte zusammenhängende Wattfläche der Welt befindet sich an der südlichen Nordsee. Dort sind auf den Gebieten der Nieder-

lande, Deutschlands und Dänemarks rund 3.500 km² Watt vorhanden. Nach der letzten Eiszeit gab es hier weite Sandflächen und Moränenrücken. Erst im Zuge des nacheiszeitlichen Meeresspiegelanstiegs in den letzten 11.000 Jahren lagerten sich auf diesen Relikten der Eiszeit durch Meeresströmungen transportierte Sedimente ab. Mit steigendem Meeresspiegel verlagerte sich die Küstenlinie immer weiter nach Süden. Erst nachdem sich die Küste vor etwa 5.000 Jahren in ihrer heutigen Position stabilisierte, kam es zur Ausbildung von Wattflächen. Die große Menge an Sedimenten, die Wellen und Strömung landwärts transportierten, bilden heute holozäne Ablagerungen mit einer Mächtigkeit von bis zu 20 Metern. Bevor die Küste durch Deiche gesichert wurde, existierten weite Bereiche, die nur selten bei Hochwasser überflutet wurden. Diese Salzmarschen boten seit mehreren tausend Jahren günstige Lebensbedingungen für Küstenbewohner. Ihre Spuren sind bis heute in den fossilen Küstenablagerungen erhalten. Diese liegen zum Teil durch Eindeichung ehemaliger Salzmarschen am heutigen Festland. Aber auch im Bereich gegenwärtiger Wattflächen finden sich Reste menschlicher Siedlungsspuren, die einerseits durch Wattsedimente überdeckt und konserviert, durch Umlagerung der Sedimente jedoch auch wieder freigelegt werden und damit der Zerstörung durch Strömung

und Wellen ausgesetzt sind. Hier liegt die besondere Herausforderung bei der archäologischen Aufnahme. Fundplätze tauchen meist sehr kurzzeitig auf und bis zum potentiellen Abtrag vergeht manchmal nur sehr wenig Zeit, so dass sehr schnell gehandelt werden muss.

Da die bodenbildenden Prozesse im Watt maßgeblich vom hohen Grundwasserspiegel geprägt sind, herrschen auch für organische Reste aus archäologischen Funden und Befunden ideale Erhaltungsbedingungen. Unter Sauerstoffabschluss erhalten sich Holz, Leder, Textil und andere organische Materialien besonders gut, die in durchlüfteten Mineralböden in den meisten Fällen unwiederbringlich zersetzt werden.

Da der Wattboden zweimal in 24 Stunden überflutet wird, und das je nach Lage mit bis zu 3 Metern Wasser, ist das archäologische Arbeiten im Watt stark erschwert. Neben dem Zusammenstellen der Ausrüstung muss vor dem Weg ins Watt immer der Gezeitenkalender geprüft und genügend Zeitpuffer eingeplant werden, damit die Arbeitsgruppe rechtzeitig vor der nächsten Flut wieder an Land gelangt. Hier muss auch das Überqueren von Prielen berücksichtigt werden, da diese schneller überfluten als die höher liegenden Wattflächen.

Für den Transport schwerer oder sperriger Ausrüstung bzw. die Überwindung weiter oder schwer zu gehender Wattstrecken bietet sich der Einsatz eines Bootes an, mit dem man bei Hochwasser bzw. ablaufendem Wasser rausfährt, sich nahe der Fundstelle trockenfallen lässt und nach Abschluss der Arbeit bei ausreichender Wassertiefe wieder wegfährt. Dies hat jedoch lange Arbeitstage zur Folge. Bei solchen Unternehmungen ist das Team unter Umständen länger als 12 Stunden unterwegs, was aus Arbeitsschutzgründen im Vor-

feld abgeklärt werden muss. Weitere wichtige Bestandteile des Arbeitsschutzes sind warme, winddichte, wetterfeste Kleidung, kurze oder hochkrepelbare Hosen, Sonnencreme, Kopfbedeckung und Neoprenschuhe. Letztere können in Gebieten mit Sandwatt durch Gummistiefel oder Wathosen ersetzt werden. Wer jedoch mit Gummistiefeln ins Schlickwatt gerät, kommt meist nur ohne diese wieder heraus. Barfuß laufen ist wegen der Schnittgefahr durch scharfkantige Muscheln keine Option, da oft weite Laufstrecken zurückgelegt werden müssen und eine Fußverletzung eines Mitglieds die ganze Gruppe gefährden kann.

Diese Bedingungen machen Grabungskampagnen im Watt sehr aufwändig. Hat man einen Schnitt aufgemacht, muss dieser bis zur erneuten Überflutung im besten Fall komplett dokumentiert sein, da das auflaufende Wasser Schnittkanten abträgt und Sediment mitbringt, das den Schnitt schnell wieder verfüllen kann. Dies kann zum Teil umgangen werden, indem man den Grabungsschnitt vor der Überflutung unter Wasser setzt. Fragile Objekte sollten jedoch nicht bis zum nächsten Niedrigwasser frei stehen, denn durch Auskolkung¹ könnten diese zerstört werden. Die Anlage eines Caissons² ist wegen des großen Tidenhubs oft nicht sinnvoll. Das auflaufende und wieder ablaufende Wasser würde für eine starke Auskolkung entlang des Einbaus sorgen. Je nach Tiefe des Schnitts muss eine Wasserhaltung aufge-

¹ Auskolkungen sind lokale Erosionsmulden im Strömungsschatten von Objekten.

² Ein Caisson ist ein Kasten, der ins Wasser gesetzt und ausgepumpt wird, um darin, geschützt vor Wassereintritt, im Feuchtboden bzw. Meeresboden Grabungsarbeiten ohne Tauchanzug durchführen zu können.

Abb. 2: Freilegung der Bodenplatte eines hölzernen Siels vor Seriem bei Neuharlingersiel, datiert auf 1464 AD. Ostfriesisches Küstenmeer Ost, Küstenmeer Region Weser-Ems, Nordsee (Foto: A. Heinze)





Abb. 3: Geomagnetische Messungen im Schlick vor Langwarden, Lkr. Wesermarsch (Foto: NIHK)

baut werden, zumindest werden Ablaufgräben notwendig oder ein Schöpfeimer bzw. Ösfässchen (Abb 1, 2). Bei größeren Aktionen kann eine Pumpe mit Generator hilfreich sein, dessen Betrieb im Nationalpark Wattenmeer jedoch nicht erlaubt ist.

Finden sich komplexere Befunde mit organischen Strukturen oder größeren Funden aus fragilem Material im Schlickwatt, ist nach Möglichkeit eine Grabungstechnik wie bei anderen Feuchtbodengrabungen anzuwenden: Hier sollte von Grabungsbrücken bzw. Schalbrettern außerhalb des Befunds aus gearbeitet werden, da ein Herumlaufen auf dem weichen Boden den Befund schädigen würde. Diese müssten dann aufwändig per Boot ins Watt gebracht werden. Im Sandwatt wiederum ist das vorsichtige Arbeiten direkt am Befund möglich.

Profile im Wattboden stehen bis zum auflaufenden Wasser einigermaßen stabil (Schlickwatt besser als Sandwatt). Besonders der wassergesättigte Schlick hat jedoch die Eigenschaft, am Spaten oder an der Kelle kleben zu bleiben, was das Ausheben von Schnitten beschwerlich macht. Um ein freigelegtes Objekt fototauglich herzurichten, sollten Schwämme und Wassergefäße im Gepäck sein. Mit den Schwämmen wird feiner Schlick oder Sand vorsichtig vom archäologischen Objekt entfernt, ebenso kleine Wasserpfützen, die sonst für eine Spiegelung sorgen.

Die Dokumentation vor Ort geschieht genauso wie an Land per Foto, Skizze, Planzeichnung bzw. GNSS-Vermessung oder auch fotobasierter 3D-Modellierung (SFM). Letzteres ist sicherlich die tauglichste Methode, da die Zeit am Fundplatz so kurz wie möglich gehalten wird, am digitalen Resultat jedoch noch weitere Messungen und Untersuchungen vorgenommen werden können. Die Nutzung einer Totalstation ist theoretisch auch möglich, wenn sich die Fundstelle nahe genug am Ufer befindet, um dort feste Messpflöcke zu installieren bzw. das Gerät zu positionieren. Die Verzettelung

der Funde sollte wie bei jeder anderen Feuchtbodengrabung mit wasserfesten Fundzetteln erfolgen, die mit wasserunlöslichem Stift bzw. Bleistift beschriftet werden.

Die Anwendung von Geomagnetik funktioniert im Watt erstaunlicherweise gut. Allerdings ist das Schieben oder Ziehen der Sonden deutlich beschwerlicher als auf einem Acker oder einer Wiese (Abb. 3) und für die Berechnung, wie viel Fläche in welcher Zeit bearbeitet werden kann, sollte der Faktor „Einsinktiefe“ mit direktem Einfluss auf die Geschwindigkeit berücksichtigt werden.

Ein wichtiger Teil der Arbeit erfolgt nach der Rückkehr aus dem Watt. Dann muss alles benutzte Gerät, inklusive der Neoprenschuhe, gründlich mit klarem Süßwasser gespült werden. Salzwasser, Sand und Schluff beschädigen sonst die Geräte und sorgen besonders an Kellen und Spaten in-

Abb. 4: Frühneuezeitliche Werrakeramik in situ im Watt vor Horumersiel. Blaue Balje, Küstenmeer Region Weser-Ems, Nordsee (Foto: NIHK)





Abb. 5: Reuse aus der Zeit 1490-1660 calAD, gefunden an der Elbe, Küstenmeer Region Lüneburg, Nordsee (Foto: NIHK)

nerhalb kürzester Zeit für Korrosion. Ein weiterer Grund für das sorgfältige Spülen ist der Schwefelwasserstoffgeruch des Wattbodens, der selbst unempfindliche Nasen nicht kalt lässt.

Die besondere Chemie des Wattbodens hat auch Einfluss auf die Fundobjekte (Abb. 4, 5). Hier muss die Restaurierung in die Entsalzung der Objekte investieren, um die Funde haltbar zu machen. Daneben sind noch andere Disziplinen hinzuzuziehen. Geologen*innen und Bodenkundler*innen können die Bodenprofile interpretieren und sich zur Genese des Fundplatzumfeldes äußern (Abb. 6). Die guten Erhaltungsbedingungen für organische Fundschichten begünstigen archäobotanische Untersuchungen und eine dendrochronologische Datierung enthaltener Hölzern ab einer vorgegebenen Jahrringbreite. Eine Probenentnahmestrategie sollte im Vorfeld mit den auswertenden Laboren abgesprochen werden.

Der Aufwand, Archäologie im Watt fach- und sachgerecht zu dokumentieren, ist immens. Er lohnt sich aber, da die Besiedlungsgeschichte der südlichen Nordsee bisher nur bruchstückhaft nachvollzogen werden kann und im Wattboden Materialgruppen überdauern, die in mineralischen Böden fehlen.

Literatur:

J. Goldhammer/M. Karle Von Torf und Scherben: Geoarchäologische Forschung im niedersächsischen Wattenmeer. Nachrichten des Arbeitskreises Unterwasserarchäologie 19, 2016 (2019) 31-36.

M. Karle /J. Goldhammer The Wadden Sea of north-west Germany: an intertidal environment of high archaeological research potential. In: G. Bailey, J. Harff, D. Sakellariou (Hrsg.): Under the Sea: Archaeology and Palaeolandscapes of the Continental Shelf. Coastal Research Library 20 (Cham 2017) 223-231.

J. Goldhammer Nordsee Fundmeldungen 243-266, Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte, Beiheft 20, Fundchronik Niedersachsen 2015 (2017), 165-178.



Abb. 6: Geologische Bohrungen im Watt vor Horumersiel zur näheren Ansprache der Sedimente. Blaue Balje, Küstenmeer Region Weser-Ems, Nordsee (Foto:NIHK)

J. Goldhammer/M. Karle A fish trap basket from Belum (Ldkr. Cuxhaven). Excerpt from the presentation "Archaeology in the Wadden: Submarine Archaeology without a diving suit". In: M. Christ u.a.: N.E.R.D. - New European Researches and Discoveries in Underwaterarchaeology Conference. Beiträge der internationalen Konferenz der Arbeitsgruppe für maritime und limnische Archäologie 21.-23. November 2014 in Kiel. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie, Band 291 (Bonn 2016) 66-71.

J. Goldhammer, M. Karle Geoarchäologie im Schlick: Das Projekt „Besiedlungs- und Kulturgeschichte des niedersächsischen Wattenmeerraumes“, in T. Tillmann (Hrsg.): Aktuelle Küstenforschung an der Nordsee. Coastline Reports 25, 2015, 1-9.

J. Goldhammer, M. Karle Geoarchäologische Untersuchungen im niedersächsischen Wattenmeer. Siedlungs- und Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 38, 2015, 59-70.

J. Goldhammer, M. Karle, S. Kleingärtner Das Wattenmeer als Forschungsgebiet. Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen 34, 2014, 2-6.

H. Jöns, M. Karle, S. Kleingärtner Das Nordseebecken und der Wattenmeer-raum als Forschungsgebiet. Methodische Überlegungen, Strategien und aktuelle Forschungsprojekte. Offa 69/70, 2012/2013 (2013) 71-80.

Dr. Julia Goldhammer
Landesamt für Denkmalpflege
im Regierungspräsidium Stuttgart
Fachbereich Feuchtbodenarchäologie
Fischersteig 9
78343 Gaienhofen-Hemmenhofen
julia.goldhammer@rps.bwl.de

Dr. Martina Karle
Dipl. Geologin
Niedersächsisches Institut
für historische Küstenforschung
Küsten- und Quartärgeologie
Viktoriastr. 26/28
D-26382 Wilhelmshaven
karle@nihk.de



Abb. 1: Aus dem 3D-Modell erstellte Profilsicht der Urnenbestattung Nr. 9 des phönizischen Gräberfeld in Ayamonte, Spanien (Abb.: Arie Kai-Browne/Dirce Marzoli)

Arie Kai-Browne

3D-Daten in der Feldarchäologie

Ein Beitrag zur Prozessierung und Visualisierung von 3D-Daten in der archäologischen Dokumentation

Die dreidimensionale Erfassung von archäologischen Befunden bietet zahlreiche Vorteile bei der Dokumentation und Erforschung unseres kulturellen Erbes. An dieser Stelle sollen einige Stärken und Schwächen der dafür zur Verfügung stehenden "Werkzeuge" vorgestellt werden, um auf dieser Basis einschätzen zu können, wann welches Verfahren sowohl aus wissenschaftlicher als auch aus wirtschaftlicher Sicht sinnvoll ist. Um die dreidimensionale Erfassung in laufende archäologische Ausgrabungen zu integrieren, müssen die Anforderungen und Arbeitsabläufe der jeweiligen Verfahren klar definiert werden. Dabei ist die weiterführende Datenbearbeitung und Visualisierung für die archäologische Auswertung von besonderer Bedeutung.

Innerhalb des letzten Jahrzehnts haben sich verschiedene Methoden der dreidimensionalen Datenerhebung als effiziente Werkzeuge für die archäologische Forschung etablieren können. 3D-Laserscans, Computertomographie oder die

bildbasierte Modellierung (siehe Infobox) ermöglichen die räumliche Erfassung von archäologischen Kleinobjekten bis hin zur systematischen Aufnahme ganzer Landschaften. Aufgrund der vergleichsweise geringen Kosten und der Flexibilität in der Anwendung hat vor allem die bildbasierte Modellierung in der archäologischen Dokumentation einen bedeutenden Stellenwert eingenommen. Sie wird zunehmend als Ergänzung zu den traditionellen Formen der Dokumentation und in einigen Fällen sogar als Ersatz verwendet.

Im Allgemeinen ist die dreidimensionale Dokumentation von archäologischen Befunden keine bahnbrechende Neuheit. Bei der Tachymetrie werden gleichfalls Punkte mit dreidimensionalem Raumbezug in Relation zu einem Koordinatensystem erfasst. Selbst bei Zeichnungen werden Nivelemente hinzugezogen, um eine zusätzliche räumliche Dimension aufzunehmen. Der große Unterschied zu den oben aufgeführten Methoden ist aber, dass hier lediglich eine Einzelpunktvermessung erfolgt, bei der die Bearbeiter*innen entscheiden müssen, welche Punkte notwendig sind, um den Befund geometrisch zu repräsentieren. Im Gegensatz dazu wird bei einem 3D-Laserscan oder der bildbasierten Modellierung der Befund flächenhaft aufgenommen, d.h. die vollständige Geometrie der sichtbaren Objektoberfläche wird mittels eines unklassifizierten Punktrasters erfasst.

Unabhängig von der gewählten Methode und der Größe des erfassten Objekts ist das unmittelbare Ergebnis: Bei den meisten Verfahren erhält man eine Punktwolke oder ein

Drahtgittermodell (engl. mesh), welche die Geometrie des erfassten Objektes repräsentieren und mit weiteren Informationen, wie beispielsweise Farbwerten, kombiniert werden können. Ähnlich wie bei der klassischen Vermessung ist es auch bei der 3D-Dokumentation notwendig, im Anschluss an die eigentliche Aufnahme im Feld die Daten weiterführend zu bearbeiten, um ein für die archäologische Auswertung verwendbares Derivat zu erzeugen.

Nachfolgend soll nicht die gesamte Bandbreite möglicher Anwendungen von 3D-Daten in der archäologischen Forschung präsentiert werden. Vielmehr soll aufgezeigt werden, welche Rahmenbedingungen notwendig sind, um die 3D-Dokumentation erfolgreich in archäologische Ausgrabungen zu integrieren. Im Fokus steht dabei vor allem die Ableitung von Visualisierungen, die für die weitere archäologische Auswertung verwendet werden können.

Integration von 3D-Daten in der Dokumentation archäologischer Befunde

Bei archäologischen Ausgrabungen kann insbesondere die bildbasierte Modellierung einen deutlichen Mehrwert sowohl in wissenschaftlicher als auch in wirtschaftlicher Hinsicht bieten. Jedoch müssen entsprechende Rahmenbedingungen erfüllt sein, um das Potential voll ausschöpfen zu können. Beispielsweise wäre die Sinnhaftigkeit einer hochauflösenden 3D-Dokumentation eines nach künstlichen

Abb. 2: Typische Aufnahmesituation zur Erfassung eines Befundes mittels der bildbasierten Modellierung (Foto: Dirce Marzoli).



Schichten ausgegrabenen Erdbefundes durchaus fraglich, da hier primär Planum und Profil zu dokumentieren sind. Der Informationsgehalt kann in diesem Fall mit einer Zeichnung bzw. einer einfachen Bildverzerrung ebenso erfasst werden, was geringere Anforderungen an die notwendigen Ressourcen stellt. Anders verhält es sich jedoch bei komplexen räumlichen Strukturen wie z.B. umfangreichen Steinsetzungen, Bestattungen oder nach natürlichen Schichten ausgegrabenen Befunden. In solchen Situationen können klassische Dokumentationsformen nur sehr bedingt eine ähnliche Qualität und zeitliche Effizienz erreichen. Wer einmal eine Mauer oder eine Pflasterstraße tachymetrisch oder zeichnerisch steingerecht aufgenommen hat, kennt den immensen Arbeitsaufwand, der notwendig ist, um die Dokumentation sachgemäß durchzuführen. Dabei hängt deren Qualität und, damit einhergehend, die Tiefe des Informationsgehalts von den jeweiligen Bearbeiter*innen ab.

Ein Aspekt bleibt jedoch bei archäologischen Ausgrabungen unabdingbar: die Arbeiten am Befund selbst. Ein hochauflösendes 3D-Modell ersetzt in keinem Fall die Notwendigkeit, sich vor Ort mit dem Befund auseinanderzusetzen. Die bildbasierte Modellierung deckt letztendlich nur zwei Aspekte eines Befundes ab, die geometrische und die farbliche Beschaffenheit des Objekts. Dabei ist die farbliche Erfassung, wie bei der klassischen Fotografie, u. a. abhängig von der Feuchtigkeit des Bodens sowie den herrschenden Lichtbedingungen. Die Erfassung der geometrischen Eigenschaften des Befundes ist wiederum immer im Verhältnis zur Qualität

Zur Begriffserklärung

Structure-from-Motion

Der Begriff "Structure-from-Motion" stammt aus dem Bereich des maschinellen Sehens (engl. Computer Vision) und bezeichnet lediglich die Berechnung der extrinsischen und intrinsischen Kameraparameter einer Aufnahmeserie. Die intrinsischen Kameraparameter beschreiben die Verzerrung des Objektivs, die genaue Brennweite, das optische Zentrum und Weiteres, während die extrinsischen Kameraparameter die Position und Rotation der Aufnahmen zueinander bestimmt.

Die weiteren Prozessierungsschritte wie die Berechnung eines hochauflösenden 3D-Modells, die Texturierung des 3D-Modells sowie die Generierung eines Orthofotos beziehungsweise DEMs gehört, rein technisch betrachtet, nicht zu "Structure-from-Motion". Im englischsprachigen Raum wird für die gesamte Prozessierungskette der Begriff "Image based Modelling" (IBM) verwendet. Dementsprechend wird in diesem Artikel der Begriff "bildbasierte Modellierung" verwendet.

der Freilegung zu sehen. Diese Einflussfaktoren können bei der späteren Auswertung zu entsprechenden Unsicherheiten führen. Daher müssen die Beschreibung des Befundes und seiner Stratigrafie, die Kennzeichnung besonderer Merkmale und erste Interpretationsansätze unbedingt weiterhin am Befund selbst durchgeführt werden.

Wie lässt sich jedoch ein Dokumentationsverfahren, welches für lange Prozessierungszeiten bekannt ist, für laufende Grabungsarbeiten einsetzen und welchen Mehrwert bietet das für die archäologische Feldarbeit?

Zur Integration in den Grabungsalltag müssen zunächst verschiedene logistische Aspekte berücksichtigt werden und die entsprechende Infrastruktur vorhanden sein. Dabei gehört ein Großteil der notwendigen Geräte bereits zur regulären Ausstattung einer archäologischen Ausgrabung: Digitalkamera und Vermessungsinstrument sind in der Regel vorhanden, Stromversorgung sowie ein Computer mit Drucker sind jedoch ebenfalls notwendig. Vor allem der Computer ist für die Prozessierung vor Ort von besonderer Relevanz, da die Rechenzeit unmittelbar mit der Leistungsfähigkeit des Computers zusammenhängt. Hier gibt es eine Reihe an Optimierungsmöglichkeiten (siehe Tipps S.11), wie sowohl bei der Datenaufnahme als auch bei der Prozessierung Wartezeiten minimiert werden können. Natürlich ist es ebenso möglich, die Berechnungszeit zu nutzen, um parallel eine erläuternde Skizze der dokumentierten Befundsituation mit zugehörigen Befundbeschreibungen anzulegen und diese nach Fertigstellung der Prozessierung mit dem 3D-Modell zu verknüpfen.

Sind die entsprechenden Voraussetzungen vorhanden, um die Daten vor Ort während der laufenden Grabungsarbeiten zu prozessieren, gibt es unterschiedliche Ansätze, die resultierenden 3D-Daten zu nutzen. Dabei hat sich in der Praxis gezeigt, dass die Ableitung von Orthobildplänen eine effektive Möglichkeit darstellt, um unmittelbar am Befund arbeiten zu können. So kann ein einfacher, maßstäblicher Ausdruck des Orthobildplans verwendet werden, um Beobachtungen wie Schichtverläufe, besondere Vorkommnisse oder andere interpretative Aspekte entweder direkt auf dem Plan oder alternativ auf Transparentpapier einzuzeichnen. Hierbei wird

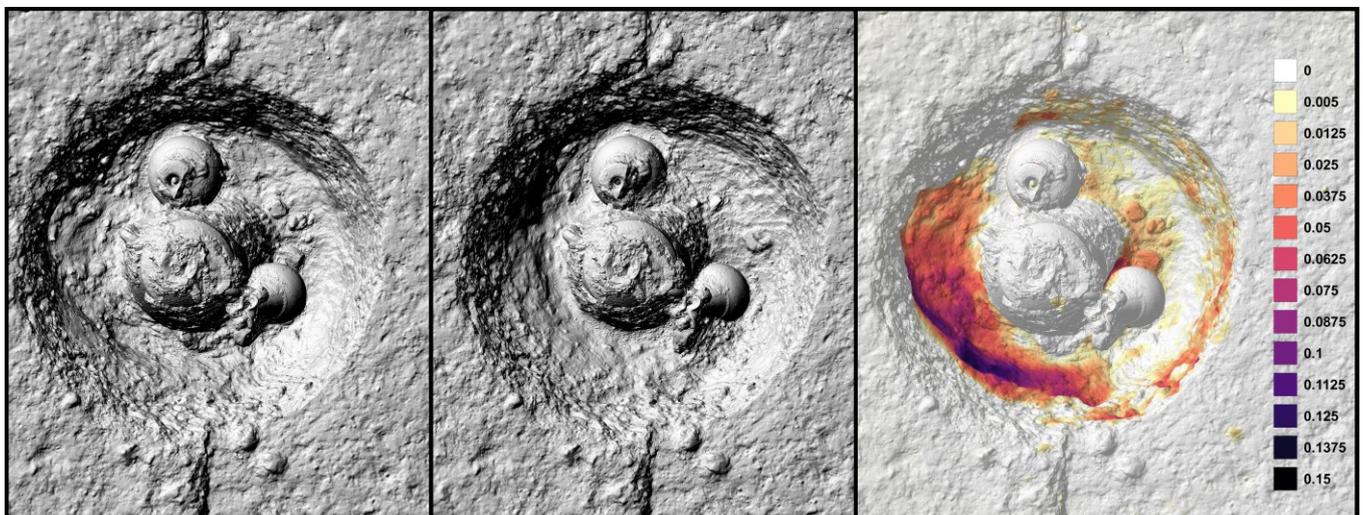
erneut der Unterschied zwischen der Interpretation der Bearbeiter*innen und der eigentlichen messtechnischen Erfassung des Befundes deutlich. Wichtig ist, dass die Bearbeiter*innen unbedingt auch Unklarheiten oder etwaige schwer differenzierbare Strukturen kennzeichnen, da unter Umständen wichtige Bereiche auf den Orthobildern nicht klar erkennbar sind. Bei der späteren Auswertung könnten z. B. im Orthobild nicht differenzierbare Farbunterschiede zwischen Befund und Erdreich zu entsprechenden Unsicherheiten etwa in der Befundabgrenzung führen.

Letztendlich ist es notwendig die händisch im Feld aufgenommenen Informationen zu digitalisieren, um sie z. B. in CAD oder in einem geografischen Informationssystem zusammenzuführen und für die spätere Auswertung bereitzustellen. Alternativ können die Orthobildpläne unmittelbar auf Tablets übertragen und dort mithilfe von Eingabestiften als digitale Zeichnungsgrundlage verwendet werden. Der große Vorteil hierbei ist, dass die Daten in einem GIS-kompatiblen Format vorliegen und zudem attribuiert werden können. Damit entfällt der hohe Aufwand zur Digitalisierung von Feldzeichnungen.

Zur Visualisierung von archäologischen Befunden

Die Herangehensweise bei der Analyse und Visualisierung der erhobenen 3D-Daten hängt unmittelbar von der Befundart und den damit einhergehenden wissenschaftlichen Fragestellungen ab. Eine adäquate Aufbereitung der Daten ist erforderlich, um diese als Teil der Dokumentation für nachfolgende Generationen zu archivieren. Darüber hinaus können weiterführenden Informationen abgeleitet und für Außenstehende nachvollziehbar visualisiert werden. Prinzipiell kann hierbei zwischen der reinen Visualisierung des ergrabenen Befundes, den quantifizierbaren Analysen von 3D-Daten und der Verknüpfung der messtechnischen Erfassung des Befundes mit der archäologischen Interpretation unterschieden werden.

Abb. 3: Visualisierung von zwei Freilegungszuständen (links und Mitte) einer Urnenbestattung. Rechts ist die Differenz des Höhenwertes zwischen den beiden Aufnahmen farblich gekennzeichnet. Die Differenz kann z. B. in QGIS mithilfe des Rasterrechners mit dem Ausdruck "DEM1 - DEM2" berechnet werden (Abb.: Arie Kai-Browne)



Die Analysemöglichkeiten sind entsprechend vielfältig und ebenfalls unmittelbar an die archäologische Fragestellung gebunden. Beispielsweise können bei stratigrafischen Ausgrabungen die jeweiligen Mächtigkeiten der Schichten in farbkodierter Weise dargestellt werden (Abb. 4 und 5). Dabei wird die Differenz der Höhenwerte zwischen zwei 3D-Modellen anhand einer Farbskala definiert, wodurch leicht erkennbar ist, in welchem Bereich wie viel Erdmaterial abgetragen werden musste, um die darauffolgende Schicht zu erreichen. Gleichfalls lässt sich das Volumen der jeweiligen Schicht berechnen, was z. B. bei einem Grabenwerk Rückschlüsse auf den Arbeitsaufwand zu dessen Anlage zulässt.

Die Geometrie des 3D-Modells kann auch weiterführend für die Ableitung von vereinfachten Darstellungsformen genutzt werden. So können Schnitte aus den 3D-Modellen extrahiert und im Vektorformat in CAD/GIS überführt werden. Damit kann auch bei archäologischen Ausgrabungen, deren stratigrafische Einheiten freigelegt und entsprechend dokumentiert werden, grafische Profilzeichnungen in beliebiger Schnittrichtung angelegt werden, in denen die dreidimensional dokumentierten Oberflächen in der Schnittebene als Grenzlinien erscheinen (Abb. 5).

Die reine Visualisierung der Befunde umfasst oftmals die Rückführung der 3D-Daten in zweidimensionale Abbildungen, die in der Regel in Form von Messplänen angelegt werden. Hierbei sind die Maßstäblichkeit sowie der Raumbezug durch Angabe von Bezugskordinaten und -höhen von grundlegender Bedeutung. Damit einhergehend ist die Ver-

Abb. 4 (u.): Das Anlegen von Schnittlinien durch sämtliche Freilegungszustände mithilfe des "Cross Section" Werkzeugs in Cloudcompare. (Abb.: Arie Kai-Browne)

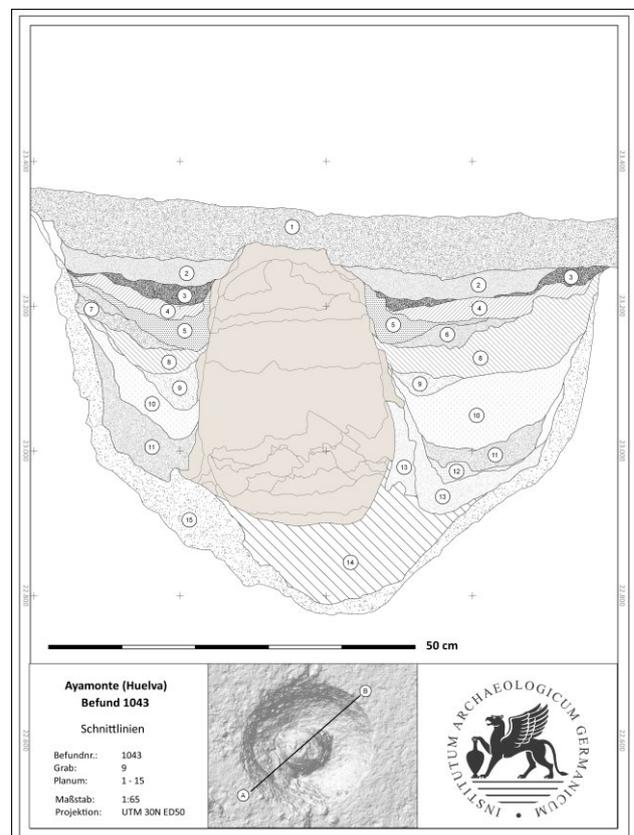
Abb. 5 (re.): Die dadurch abgeleiteten Vektorlinien dienen als Datengrundlage für die Planerstellung in QGIS. (Abb.: Arie Kai-Browne)



wendung der perspektivischen Projektion in der Regel unerwünscht, da hierbei Objekte, die räumlich näher am Betrachtungspunkt liegen, größer dargestellt werden. Perspektivische Abbildungen haben ihren eigenen Stellenwert. Dieser liegt jedoch eher in der öffentlichkeitswirksamen Vermittlung von komplexen Inhalten als in der wissenschaftlichen Auswertung.

Zur Erstellung der Messpläne können aus der 3D-Dokumentation orthorektifizierte Messbilder extrahiert werden. Dabei ist die Qualität der Digitalbilder, die zur Berechnung des 3D-Modells verwendet wurden, maßgeblich für die Qualität des resultierenden Messbildes. Das Orthofoto allein ist jedoch nicht ausreichend. Es müssen zudem aus der 3D-Dokumentation Nivellements abgeleitet werden, um diese mit den Messbildern und weiteren Informationen wie z. B. tachymetrisch aufgenommenen Befundgrenzen kombinieren zu können. Auf Grundlage der flächenhaften 3D-Erfassung des Befundes können alternativ auch Höhenlinien berechnet und für die Visualisierung verwendet werden (Abb. 6).

Neben der Darstellung dieser maßstabsgetreuen, fotorealistischen Ansichten der 3D-Modelle ist es möglich sämtliche Farbinformation auszublenden, wodurch die geometrische Oberflächenbeschaffenheit hervorgehoben wird. Hierzu können verschiedene Formen der virtuellen Ausleuchtung verwendet werden. Dabei können die Parameter der Lichteigenschaften, wie die Härte des Lichtes oder Position sowie Anzahl der Lichtquellen, je nach Bedarf angepasst werden (Abb. 7). Die grauschattierten Abbildungen können wiederum als eine hervorragende Grundlage für die Darstellung von Kartierungen dienen, bei denen Bereiche von besonderem Interesse als farbcodierte Fläche über das Messbild gelegt werden (Abb. 3).



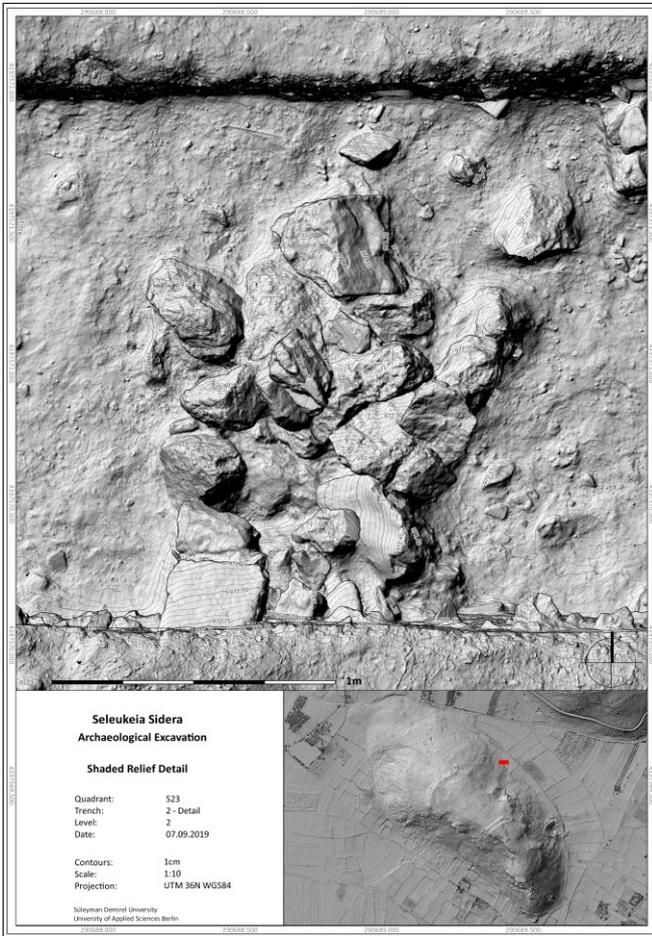


Abb. 6: Typische Befundsituation, bei der die bildbasierte Modellierung den Arbeitsaufwand zur sachgerechten Dokumentation besonders minimiert. Visualisierung mit berechneten Höhenlinien (Abb.: Arie Kai-Browne)

Die weiterführende archäologische Auswertung am 3D-Modell selbst ist ein Bereich, der noch in den Anfängen steckt. Es gibt unterschiedliche Ansätze, die erhobenen Daten in 3D-Programmen oder Game-Engines wie Blender und Unity zu überführen und mit weiteren Daten, von Fernerkundungsdaten der umliegenden Landschaft bis hin zu Einzelfundein-

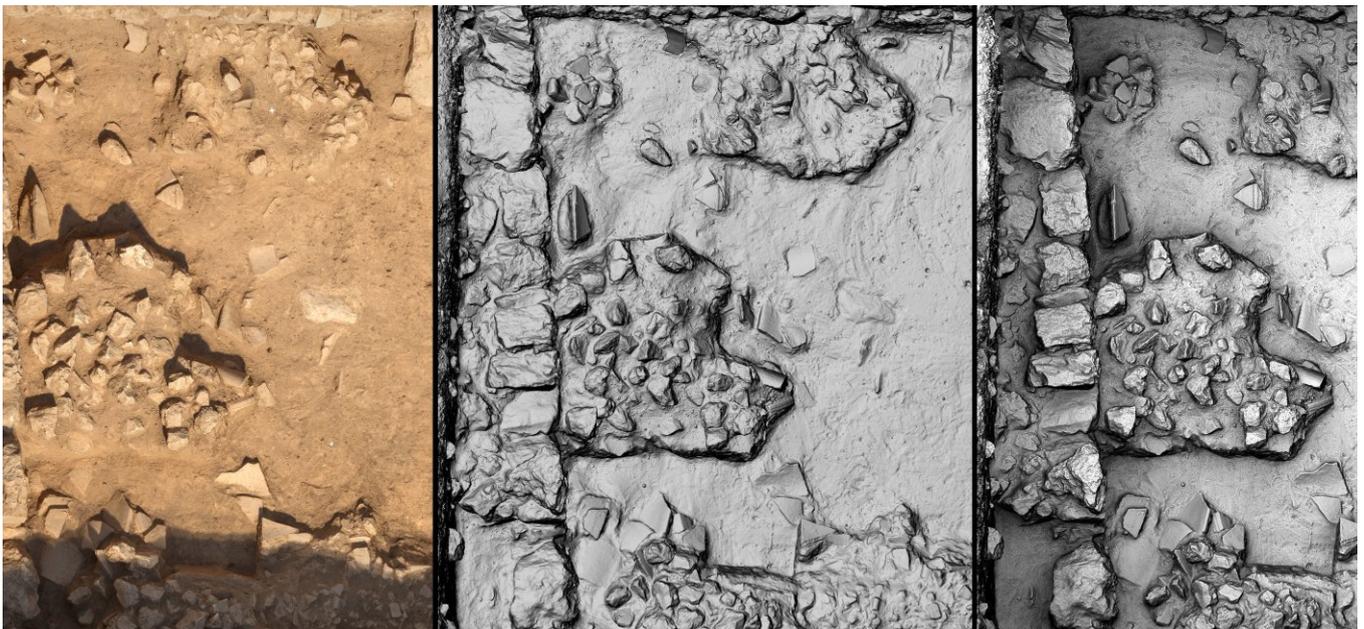
messungen, zu kombinieren. Jedoch fehlen bei diesem methodischen Ansatz noch etablierte Arbeitsabläufe und entsprechende Werkzeuge, um das volle Potential nutzen zu können.

Fazit

Die Methoden der dreidimensionalen Datenerhebung dürfen nicht als Universallösung zur Dokumentation archäologischer Befunde betrachtet werden. Allerdings bieten sie in bestimmten Situationen, wie bei komplexen räumlichen Befunden, immense Vorteile gegenüber den klassischen Formen der archäologischen Dokumentation. Der Informationsgehalt, der in vergleichsweise kurzer Zeit erfasst werden kann, geht meist über die Anforderungen hinaus, die für die unmittelbare archäologische Auswertung eigentlich erforderlich sind. Die Verwendung dieser Methoden ist im Kontext einer Dokumentation, welche u. a. als Wissensarchiv für zukünftige Generationen gesehen werden sollte, von beträchtlicher Bedeutung. So können die 3D-Daten bei neuen Forschungsfragen als solide Datengrundlage herangezogen werden, da die messtechnische Erfassung des Befundes und die Interpretation der Ausgräber*innen voneinander getrennt vorliegen.

Wie bei jeder anderen Form der Dokumentation auch, ist bei der 3D-Datenerhebung, vor allem bei der bildbasierten Modellierung, die Qualifikation der Bearbeiter*innen maßgeblich für die Qualität der Dokumentation. Die besondere Herausforderung besteht derzeit in der Qualitätskontrolle der durchgeführten 3D-Dokumentationen. Fehler im 3D-Modell, die beispielsweise aus einer ungünstigen Aufnahme-strategie resultieren, bleiben häufig unerkannt, da diese unter der Bildtextur versteckt sind. Nur weil ein hochrealistisches Abbild suggeriert wird, sollte man nicht annehmen, dass es auch korrekt ist. In diesem Fall gilt: Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser.

Abb. 7: Von links nach rechts: Das reguläre Orthobild, eine grauschattierte Darstellung sowie die Kombination der grauschattierten Darstellung mit "Radiance Scaling" zur Hervorhebung von feinen Strukturen in der kostenfreien Software Meshlab (Abb.: Arie Kai-Browne)



Tipps für eine schnelle

3D Datenerhebung und -prozessierung

Um die erhobenen Daten vor Ort nutzen zu können und um den Grabungsablauf nicht zu sehr zu behindern, ist eine zügige Aufnahme und Prozessierung notwendig. Dabei können einfache Maßnahmen sowohl bei der Aufnahme als auch bei der Prozessierung der Daten helfen.

Bei der eigentlichen Datenerhebung können die gewählten Kameraeinstellungen teils erheblichen Einfluss auf die Dauer des Aufnahmeprozesses haben. Bei stabilen Lichtverhältnissen sollten die Kameraeinstellungen vollständig manuell vorgenommen und wenn möglich beibehalten werden. Die Blende muss entsprechend der Aufnahmesituation angepasst werden, um ausreichend Tiefenschärfe zu gewährleisten. Auch die Belichtungszeit sollte manuell bestimmt werden, da die Belichtungsmessung einer Digitalkamera passiv stattfindet. So beeinflusst der Bildinhalt die vorgeschlagene Belichtungszeit, was wiederum zu Flecken, also Varianzen in der Helligkeit in dem resultierenden Orthomosaik führen kann. Im Vorfeld der Aufnahme des Befundes sollte dementsprechend eine Belichtungsmessung der hellsten und dunkelsten Bereiche des Befundes erfolgen, um einen Richtwert für die Belichtungszeit zu erhalten. Die Belichtungszeiten selbst sollten entsprechend kurz sein, da Verwacklungsunschärfe bei der Aufnahme von hunderten, teilweise sogar tausenden von Bildern aufgrund eintretender Ermüdungserscheinungen wahrscheinlich sind. Nach Erfahrung des Autors kann dabei sogar eine leichte Anhebung der ISO von Vorteil sein, um Belichtungszeit zu verkürzen bzw. die Blende für mehr Tiefenschärfe zu verkleinern. Ein mäßiges Bildrauschen hat weniger negativen Einfluss auf die Berechnung des 3D-Modells als Verwacklungsunschärfe oder mangelnde Tiefenschärfe.

Bei der Wahl des Kamerasystems kann zwischen spiegellosen Digitalkameras (MILC) sowie den klassischen digitalen Spiegelreflexkameras (DSLR) unterschieden werden. Der große Unterschied zwischen diesen Systemen ist nicht die Qualität der daraus resultierenden Bilder, sondern die Verwendung eines optischen bzw. der elektronischen Suchers. Nach Meinung des Autors sind die heutigen elektronischen Sucher von klarem Vorteil: Die Auswirkungen der Belichtungszeit und der Blende können unmittelbar im Sucher bewertet werden. Weitere Funktionen wie die Scharfstellhilfe oder die Zoomfunktion, um den genauen Fokuspunkt zu bestimmen, erlauben eine effiziente Beurteilung der Bildschärfe. Die Speicherkarte sollte möglichst hohe Lese- und Schreibraten aufweisen, da sonst der Zwischenspeicher der Kamera schnell gefüllt ist und man für jedes weitere Bild abwarten muss, bis dieser wieder geleert wurde. Wenn die Fotoserien zugleich im Rohdaten sowie im JPEG-Format aufgenommen werden, erlaubt das den unmittelbaren Beginn der Prozessierung, ohne dass die Rohdaten erst konvertiert werden müssen.

Ebenfalls maßgeblich für die Prozessierungsdauer ist die Computerhardware. Hierbei ist keinesfalls ein teurer Laptop aus der Kategorie der Workstations erforderlich. In der Regel reichen sogenannte „Gaming-Laptops“ vollkommen aus, da z. B. hochrealistische Spiele ähnliche Anforderungen bezüg-

lich der Rechenleistung haben wie die bildbasierte Modellierung. Inzwischen werden einige Prozessierungsschritte über die Grafikkarte berechnet, so dass eine leistungsfähige Grafikkarte ebenfalls relevant ist. Die Menge an benötigten Arbeitsspeicher hat in den letzten Jahren abgenommen, da Programme zunehmend sogenannte „Out-of-Core“ Algorithmen verwenden, die speicherintensive Schritte auf die Festplatte ausgelagern. Für die Auslagerung sind SSDs aufgrund der massiven Geschwindigkeitsunterschiede bei Lese- und Schreibzugriffen den traditionellen HDDs vorzuziehen. HDDs wiederum eignen sich aufgrund der großen Speicherkapazität hervorragend als Datenarchiv.

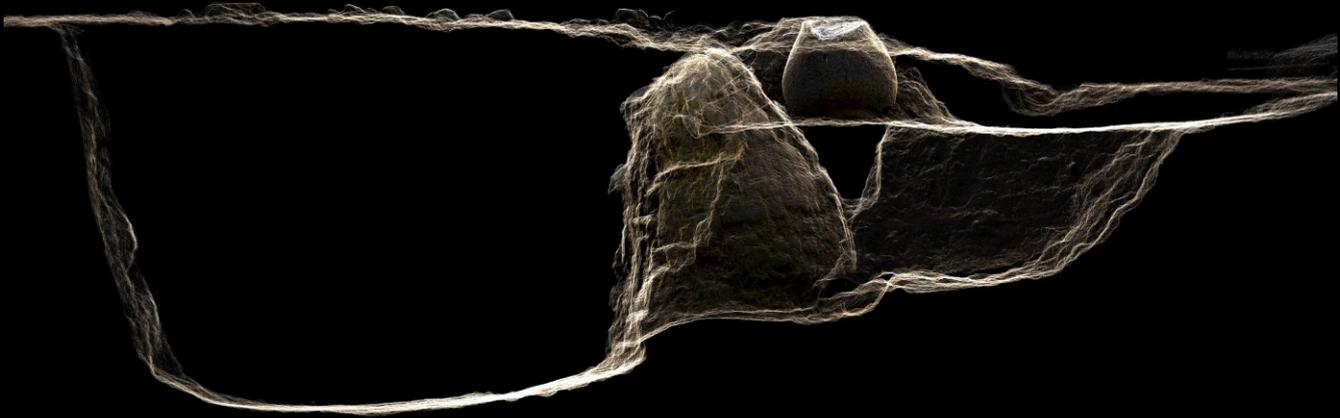
Auch die verwendete Software und die Prozessierungseinstellungen haben erhebliche Auswirkungen auf die Prozessierungszeit. In allen Softwarelösungen besteht die Option, die Bilder zunächst mit reduzierter Bildauflösung zu prozessieren, was die Berechnung erheblich beschleunigt. Die Reduktion der Auflösung kann bei allen Programmen eingestellt werden, wobei die Reduktionseinstellungen oft fälschlicherweise unter dem Begriff Qualität zu finden sind. So bedeutet beispielsweise bei Agisoft Metashape die Qualitätseinstellung „High“ bei der Berechnung des hochauflösenden 3D-Modells lediglich die Verwendung der halben Auflösung der Originalbilder. Eine Reduktion der Auflösung in externen Programmen ist nicht empfehlenswert, da es hierdurch zu Fehlern bei der Berechnung der intrinsischen Kameraparameter kommen kann.

Die Qualität der niedrig aufgelösten 3D-Modelle reicht erfahrungsgemäß aus, um vorläufige Orthobildpläne für die Arbeiten am Befund zu erstellen. Somit ist es bei kleineren Aufnahmeserien, die aus einigen hunderten Bildern bestehen, möglich, bereits innerhalb von 1-2 Stunden nach der Datenerhebung Orthobilder des Befundes zu exportieren. Während der späteren Aufarbeitung sollten die Daten dann noch einmal mit einer höheren Auflösung prozessiert werden.

Tipps für die Auswertung von 3D-Daten

Die wohl geläufigste Variante zur Auswertung von 3D-Daten ist die Überführung von Derivaten wie Orthobildern und DEMs in geografische Informationssysteme. Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass die meisten geografischen Informationssysteme lediglich mit 2½D-Daten arbeiten, da die rasterbasierte Datenverarbeitung die eigentliche Stärke des Systems ist. Bei 2½D-Darstellungen wird jeder Rasterzelle (X,Y) lediglich ein einzelner Z-Wert zugeordnet. Aufgrund dessen können z. B. Unterschneidungen im 3D-Modell nicht repräsentiert werden. Nichtsdestotrotz haben geografische Informationssysteme ihre Vorzüge: Die standardisierten Werkzeuge und etablierten Arbeitsabläufe lassen sich vergleichsweise einfach auf archäologische Fragestellungen übertragen.

Das Ableiten von Höhenlinien und die Erstellung von einfachen grauschattierten Ansichten gehören beispielsweise in **QGIS** zu den standardmäßigen Analysefunktionen. Um einzelne Nivellments aus dem DEM abzuleiten, muss lediglich ein neuer Punktlayer angelegt und die entsprechenden Positionen der Nivellments als neue Punkte hinzugefügt werden.



50cm

Mit der **Erweiterung „Point sampling tool“** werden die korrespondierenden Höhenwerte aus dem DEM in die Attributabelle des Punktlayers übertragen und können mit der Beschriftungsfunktion angezeigt werden. Die **QGIS Erweiterung „Profile tool“** ermöglicht das Ableiten von Schnittlinien durch mehrere übereinander liegende DEMs, die wiederum als Vektorlinien exportiert werden können. Erweiterte Methoden der Schattierung von DEMs, um bestimmte Strukturen hervorzuheben, können beispielsweise mit der Erweiterung **„Relief Visualization Toolbox“** (siehe Rundbrief 15, 2019) oder der **„Lidar Visualization Toolbox“** erfolgen.

Für Visualisierungen, bei denen eine 2½D-Darstellung nicht ausreicht, müssen Programme verwendet werden, die entsprechend für die Arbeit mit 3D-Modellen ausgelegt sind. Hierbei sei angemerkt, dass die meisten 3D-Programme Probleme mit Koordinaten z. B. aus der UTM Projektion haben, was zu Darstellungsfehlern führt. Hier bietet beispielsweise die kostenfreie Software **„Cloud Compare“** eine temporäre Transformation der Koordinaten auf ein lokales Koordinatensystem. Beim Export wird jedoch das 3D-Modell und dessen Derivate wieder in das globale Koordinatensystem zurückgeführt. CloudCompare ist zwar hauptsächlich für die Verarbeitung von Punktwolken konzipiert, jedoch lassen sich aus jedem 3D-Modell die Eckpunkte des Drahtgitters als Punktwolke extrahieren. CloudCompare bietet umfangreiche Werkzeuge zur **Bereinigung** von Punktwolken wie z.B. **Segmentierungswerkzeuge** und **Rauschfilter**. Auch die **Kolorierung** der Punktwolke anhand von geometrischen Attributen wie Krümmung, Dichte oder die Höhe der Punkte können bei der weiteren Visualisierung hilfreich sein.

Cloudcompare bietet ebenfalls die Funktion, aus den 3D-Modellen Schnittlinien abzuleiten (**Cross Section Tool**). Der große Vorteil im Vergleich zum GIS-basierten Ansatz ist, dass hierzu das vollständige 3D-Modell herangezogen wird. Entsprechend sind Schnittlinien komplexer räumlicher Strukturen möglich (Abb. 4 und 5). Zudem ermöglicht CloudCompare das Zeichnen von Vektorlinien direkt auf dem 3D-Modell mit der **„Trace Polyline“** Funktion, die ebenso wie die Schnittlinien, im DXF Format exportiert werden können. Auch Einzelpunkte können gewählt und in einer Punktliste exportiert werden (**Point Picking Tool**). CloudCompare bietet vielfältige Importformate: Neben dem einfachen Import von

Abb. 8: "X-Ray"-Schattierung der Profilsicht des in römischer Zeit gestörten Grab Nr. 7 aus dem phönizischen Gräberfeld in Ayamonte, Spanien (Abb.: Arie Kai-Browne/Dirce Marzoli)

Messpunkten oder Polylinien können auch Gelände- oder Oberflächenmodelle aus anderen Datenquellen importiert werden. Hierbei ist lediglich auf eine einheitliche Transformation des Koordinatensystems zu achten.

Während CloudCompare den Fokus auf Punktwolken legt, bestehen in der ebenfalls kostenfreien Software **Meshlab** zahlreiche Funktionen für die Verarbeitung und Visualisierung von 3D-Daten, die als Drahtgittermodelle vorliegen. Aus geschlossenen Drahtgittermodellen können ohne großen Aufwand sämtliche geometrische Eigenschaften, wie z.B. das **Volumen** oder die **Flächengröße**, abgeleitet werden (**Compute Geometric Measures**). Besonders hilfreich für die Hervorhebung von feinen Strukturen ist die Schattierungsmethode **„Radiance Scaling“**. Beim Radiance Scaling werden auf lokaler Ebene konkave und konvexe Bereiche des 3D-Modells farblich hervorgehoben, so dass feine Strukturen der Oberfläche deutlicher erkennbar werden (Abb. 7). Ebenfalls nützlich ist die Schattierungsmethode **„x-ray“**, bei der die Objekt Oberfläche großteils durchsichtig dargestellt wird (Abb. 8). Lediglich schräg zur Betrachtungsebene liegende Flächen werden angezeigt, wodurch bei der Kombination mehrerer 3D-Modelle der räumliche Zusammenhang verständlicher visualisiert werden kann.

Letztendlich können gängige 3D-Programme wie **Cinema 4D** oder **Blender** verwendet werden, die eine schier unglaubliche Vielfalt an Visualisierungsformen erlauben. Leider geht die Verwendung dieser Programme mit einer vergleichsweise langen Einarbeitungszeit einher, da die Funktionalitäten entsprechend umfangreich sind.

Weiterführende Literatur

Kai-Browne 2018 Zur Dokumentation der archäologischen Untersuchung der phönizischen Nekropole in Ayamonte. In: D. Marzoli und E. García (Hrsg.) "Die phönizische Nekropole von Ayamonte (Huelva, Andalusien, Spanien). Bericht zur Ausgrabung im Jahre 2013, ihren Vor- und Begleituntersuchungen." Wiesbaden: Harrassowitz (Madrider Beiträge 37) 2018.

Arie Kai-Browne
 arie.kai-browne@htw-berlin.de
 Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin



Abb. 1: Bombentrichter im Berliner Stadtzentrum (Foto E. Völker)

Anna Schimmitat, Eberhard Völker

Bombentrichter als Befundgattung

Ein Vorschlag zur Grabungsmethodik und archäologischen Erfassung als Beitrag zur Neuzeitarchäologie

Bei archäologischen Ausgrabungen innerstädtischer Areale, insbesondere in Städten, die während des zweiten Weltkriegs durch Zerstörungen stark betroffen waren, kommt es zwangsläufig zu einer Häufung von militärischen sowie zivilen Hinterlassenschaften aus dieser Zeit. Unzählige Objekte, bzw. deren Reste, sind nach Kriegsende als Kriegsschutt in die Keller zerstörter Gebäude, in Gräben, Gruben und Bombentrichter verfüllt oder als Schichten einplaniert worden. Von der Archäologie werden diese in der Regel weniger beachtet. Der Umgang mit Befunden und den daraus hervorgehenden zahlreichen Funden der jüngeren Vergangenheit wird in der Neuzeitarchäologie verstärkt diskutiert, insbesondere hinsichtlich deren Bewertung und Relevanz.¹ An dieser Stelle soll kein kontroverser Beitrag zu dieser Diskussion gegeben werden, es wird jedoch anhand eines ausgewählten Beispiels aufgezeigt, welche Optionen grabungs- und auswertungstechnisch, im weiteren Sinne also auch wissenschaftlich, zur Erfassung einer nicht alltäglichen Befundkategorie sinnvoll sein können.

Seit Februar 2019 finden am ehemaligen Molkenmarkt in Berlin, einem der ältesten historischen Quartiere in der

Stadtmitte, umfangreiche Ausgrabungen statt. Zur Grabungsvorbereitung zählte zwingend die Ermittlung der Kampfmittelbelastung, da sich die Innenstadt im Fokus der Kriegshandlungen des zweiten Weltkrieges befand. So wurde anhand der Auswertung historischer Luftbilder durch den Kampfmittelräumdienst ein Bombentrichter lokalisiert, der sich im Bereich einer Grabungsfläche befand. Nach Kriegsende wurde dieser verfüllt und anschließend überbaut.

Erfahrungsgemäß kann ein nicht unerheblicher Anteil solcher Verfüllungen aus Waffen- und Munitionsresten bestehen. Aus diesem Grund war es unbedingt notwendig, den Bereich noch vor der eigentlichen Ausgrabung zu sichern, d.h. auszunehmen. Anhand des auf der Grundlage historischer Luftbilder erstellten Plans des Kampfmittelräumdienstes konnte das Areal vor Ort gekennzeichnet werden. Anschließend wurde der Bereich mit maschineller Unterstützung ausgenommen und der Aushub auf einer separaten Fläche gelagert.² Die Bergungsarbeiten wurden durch einen Feuerwerker (Kampfmittelbergung) unter Einhaltung der Berliner Kampfmittelverordnung³ begleitet und zusätzlich durch einen Archäologen betreut.

¹ Siehe hierzu: N. Mehler, Die Archäologie des 19. und 20. Jahrhunderts zwischen Akzeptanz und Relevanz. Mitteilungen der DGAMN 28, 2014, 23-28.

² Länge ca. 14 m, Breite ca. 10 m. OK 35, 50 m ü. NHN, UK 32,30 m ü. NHN. Daten erfasst über digitale Vermessung.

³ https://dfabgmbh.de/wp-content/uploads/11-Berliner_KampfmittelV-Hinzmannl.pdf (Zugriff am 27.10.2020).

Bereits bei der ersten Durchsicht des Aushubs konnte das umfangreiche Fundmaterial spezifiziert werden. Offensichtlich handelte es sich um einen Komplex mit zahlreichen Hinterlassenschaften der Alltagskultur der 20er bis 40er Jahre des 20. Jh., also der Vorkriegsjahrzehnte sowie der Kriegsjahre, im Besonderen fanden sich zahlreiche Einrichtungs- und Ausstattungsgegenstände der städtischen Verwaltung Berlins. Dazu zählen z. B. Kantinegeschirr der Stadt Berlin und anderes typisches Kantinegeschirr („Modell des Amtes-Schönheit der Arbeit“), Ausgabemarken der nationalsozialistischen Volkswohlfahrt, Schilder der Berliner Feuersozietät, Ohrhörer und Telefone des Herstellers Benaudi, Uhren der Marke Urgos, Rauchverzehrer von Aerozon, Reste von Schreibtischlampen, Aktenordner, Locher, Schreibmaschinen sowie Hygieneartikel.

Das Fundspektrum hob sich somit deutlich von Kriegsschutt im Allgemeinen ab. Bezugnehmend auf die Verwaltungsgebäude im unmittelbaren Umfeld⁴ lag es nahe, die Fundobjekte eben diesen Einrichtungen zuzuordnen. Hinsichtlich dieser Annahme wurde entschieden, den Aushub eingehender zu untersuchen. Auf Grund der Belastung des Bodens (z.B. mit Glaswolle) musste auf das Sieben des Materials (als effektivste Methode) verzichtet werden, zudem sollte aus Zeitgründen eine zügige Kontrolle und Sichtung erfolgen. Demnach wurde der munitionsbereinigte Aushub mit Hilfe eines Hydraulikbaggers mit relativ kleinem Anbau (Schaufel mit Volumen 0,5 Kubikmeter = 500 Liter) vollständig umgeschichtet und durch drei bis vier Personen händisch auf Fundmaterial untersucht.⁵ Die geborgenen Funde wurden noch vor Ort nach Kategorien unterschieden und

⁴ „Altes Stadthaus“, 1911 eingeweiht als Verwaltungsgebäude des Magistrats von Berlin. „Neues Stadthaus“, 1938 eingeweiht als Verwaltungsgebäude für die Berliner Feuersozietät.

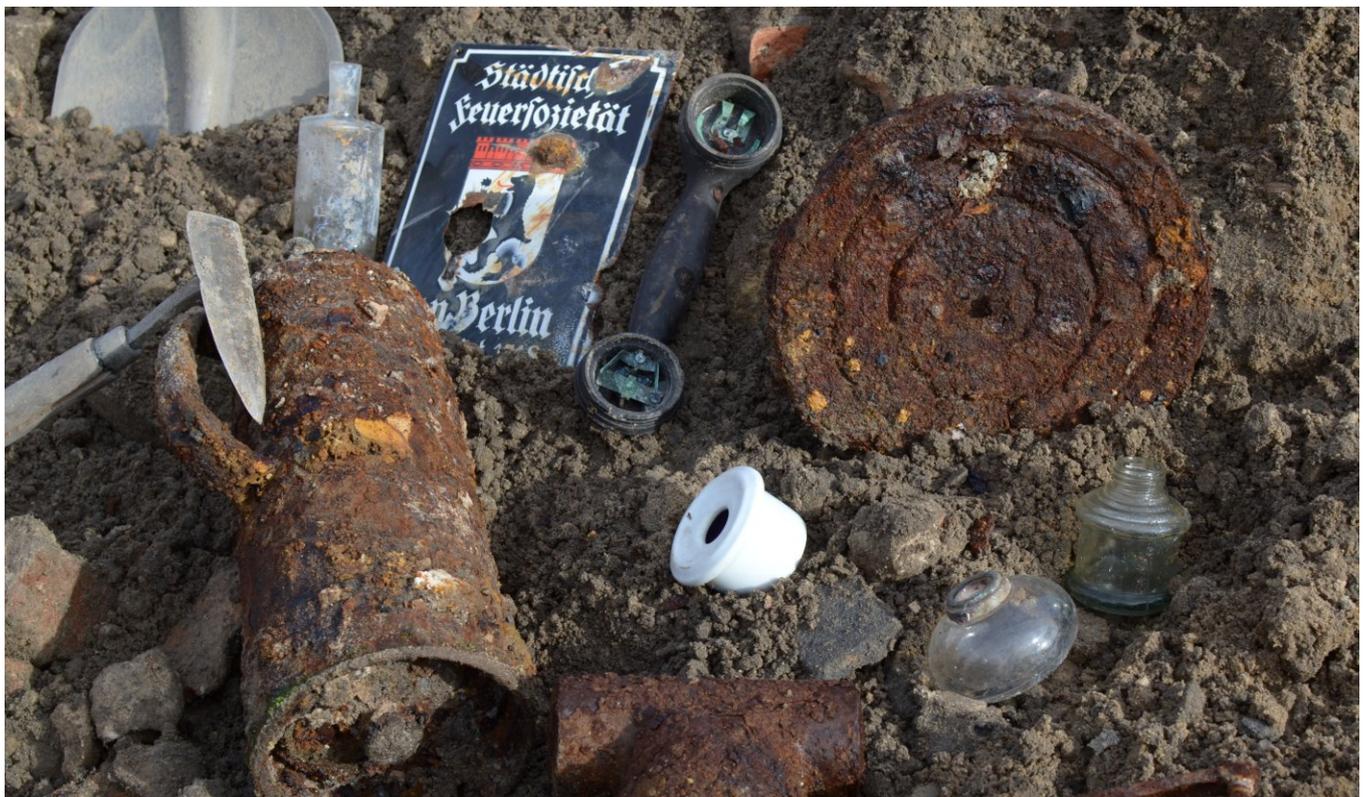
sortiert. Auf diese Art und Weise konnten insgesamt 290 Kubikmeter Verfüllung begutachtet werden.

Bei der Fundbergung wurde Bauschutt (z. B. einfache Ziegel, Putzreste, Betonreste, Fensterglas, Gips, Industrielholz) nicht berücksichtigt. Signifikante und eindeutig identifizierbare Objekte, Unikate und kulturhistorisch einordnbare Artefakte wurden geborgen und archiviert. Diese Vorgehensweise erlaubte es, eine umfassende Übersicht über die einzelnen Fundkategorien zu erlangen.

Um eine statistische Aussage darüber treffen zu können, welches Fundgut in welcher Menge vorhanden war, wurden exemplarisch zehn Haufwerke á 500 Liter, also insgesamt 5.000 Liter, händisch „durchgekehrt“, alle Fundstücke separiert und in einer Tabelle erfasst. Objektkategorien mit äußerst hohem Mengenanteil wie z. B. geschmolzenes Glas, unspezifische Keramik- oder Porzellanscherben sowie Metallfragmente wurden nicht gezählt, sondern nach Materialgruppen getrennt gewogen. Da die einzelnen Haufwerke bzw. deren Reste direkt nach der Fundbergung entsorgt wurden, war die Bewertung (Sammlung, Sortierung, Zählung und Bestimmung) der Fundstücke unmittelbar vor Ort notwendig und somit Bestandteil der Grabungsmethodik. Die statistische Erfassung der Funde aus den zehn Haufwerken mit insg. 5.000 Litern Masse lässt nun eine Mengenermittlung für das „Gesamtvolumen“ der Trichterfunde zu. Grundlegend dafür war auch die homogene Durchmischung des Aushubes.

⁵ Die Fundsuche wurde unter Verwendung archäologischer Werkzeuge („Kratze“ und „Kelle“) durchgeführt. Das Tragen von Schutzhandschuhen hat sich als unverzichtbar erwiesen, da der Aushub von Materialien (Glas, Glaswolle, Eisenschrott) durchsetzt war.

Abb. 2: Konvolut aus dem Bombentrichter (Foto: A. Schimmitat)



Tabelle/Statistik (Beispiel)

Befund	Material	Kategorie	Objekt	Kurzansprache	Gewicht [in g]	Anzahl
0000	Keramik	Baukeramik	Fliesen	Fragmente Bodenfliesen	0	
0000	Keramik	Baukeramik	Ofenkacheln	Fragmente Gesimskacheln	0	
0000	Keramik	Gebrauchskeramik	Geschirr	Fragmente Kantinengeschirr	0	
0000	Keramik	Sanitärkeramik	Sanitärporzellan	Fragmente Waschbecken	0	
0000	Metall	Büroausstattung	Aktenordner	Exzentermechanik		0
0000	Metall	Büroausstattung	Schreibmaschine	komplett und/oder Fragmente		0
0000	Metall	Büroausstattung	Uhr	Ziffernblatt		0
0000	Porzellan	Büroausstattung	Locher	komplett und/oder Fragmente		0
0000	Metall	Elektroausstattung	Beleuchtungsreste	Glühlampe, komplett und/oder Fragmente		0
0000	Keramik	Gebrauchskeramik	Geschirr	Gefäßkeramik, Fragmente unspezifisch	0	
0000	Glas	unspezifisch	Geschmolzenes Glas	unspezifische geschmolzene Glasfragmente	0	
0000	Metall	unspezifisch	Metallschrott	unspezifische Metallfragmente	0	

Abb. 3: Beispiel Tabelle / Statistik (A. Schimmitat, E. Völker)

Die einzelnen Objekte wurden verschiedenen Kategorien zugeordnet: z. B. Baukeramik, Gebrauchskeramik, Sanitärkeramik, Büro- und Elektro-Ausstattung. Diese lassen sich dann weiter unterteilen, beispielsweise in Fliesen, Ofenkacheln, Geschirr, Sanitärporzellan, Aktenordner, Beleuchtungsreste etc. Weiterhin kann in Form einer Kurzansprache die Bezeichnung konkretisiert werden, wie etwa Bodenfliesen, Kantinengeschirr, Waschbecken, Exzentermechanik, Schreibmaschinen, Uhren, Locher, Glühlampen etc.

Erstmals wurde der Aushub eines Bombentrichters des zweiten Weltkrieges als geschlossener Fundkomplex behandelt und aufmerksam begutachtet. Dabei war es sinnvoll und notwendig, archäologisches Fachpersonal mit ausreichender Erfahrung im Bereich der Neuzeitarchäologie, insbesondere mit Fundgut aus der ersten Hälfte des 20. Jh. einzusetzen. Empirisch wurde eine Möglichkeit zur schnellen Erfassung des Fundgutes sowie der Mengenberechnung erprobt.

Die weitere kulturwissenschaftliche und historische Auswertung der Ergebnisse, besonders im Hinblick auf die Alltagskultur, wird zeigen, ob diese Vorgehensweise nachhaltige Resultate liefert.

Es wird darauf hingewiesen, dass hier nur eine nachvollziehbare, den Umständen der Grabung am Molkenmarkt angepasste Möglichkeit vorgestellt wurde, wie sowohl grabungsmethodisch als auch bewertungstechnisch mit der „neuen“ Befundkategorie "Bombentrichter" auf archäologischen Stadtkerngrabungen umgegangen werden kann.



Abb. 4: Kantinengeschirr, Stadtverwaltung Berlin (Foto: A. Schimmitat)

Anna Schimmitat
Archäologin / Dokumentarin
Landesdenkmalamt Berlin

Eberhard Völker
Archäologe / Grabungsleiter
Landesdenkmalamt Berlin

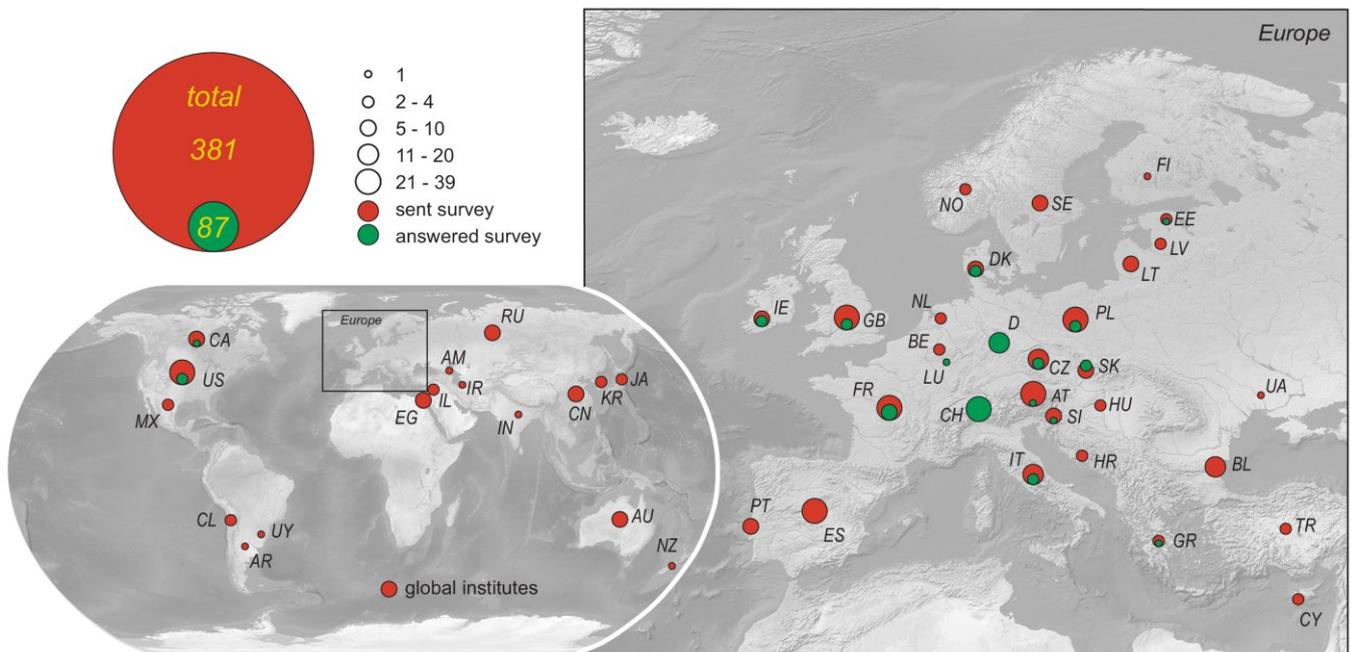


Abb. 1: Streuung und Rücklauf der Umfrage

Marco Hostettler, Anja Buhlke,
Clara Drummer, Lea Emmenegger,
Johannes Reich, Corinne Stäheli

Bildbasierte 3D-Dokumentation

Wie wird sie genutzt?

Eine Umfrage zum Einsatz von 3D-Technologien in der Archäologie

Zwischen Januar und März 2020 wurde durch die «EAA Community for 3D-Technologies in Archaeology» eine international ausgerichtete Umfrage zur Nutzung von bildbasierten 3D-Technologien durchgeführt. Das Ziel war, einen breiten Einblick in die Anwendung von bildbasierten 3D-Technologien in der Praxis zu erhalten. Die Auswertung der Befragung erlaubt es, den Stellenwert der Methoden und die wichtigsten Anwendungsziele der Anwender*innen herauszuarbeiten. Zudem gibt sie Einblick in die verwendete Software und Dateiformate sowie in die Umsetzung der Archivierung. Damit lassen sich die wesentlichen Herausforderungen für die weitere Entwicklung und fortschreitende Implementation von 3D-Technologien in die Praxis erkennen.

Ziele der Umfrage

Die Nutzung von 3D-Technologien in der Archäologie hat sich im letzten Jahrzehnt in praktisch allen Arbeitsbereichen etabliert. Nicht nur der Einsatz im Feld und im Labor zur Dokumentation von Befunden und Funden hat sich bewährt, auch die Forschung lotet immer stärker die Möglichkeiten von 3D-Modellen für den Erkenntnisgewinn aus¹. Ebenso

¹ Herzog – Lieberwirth 2016; Spiegel u. a. 2017; Vollmer-König 2017; Howland 2018; Blaich u. a. 2019; McCarthy u. a. 2019; Reich 2020.

zeigen sich in der Vermittlung von Inhalten viele Einsatzgebiete und ein großes Potenzial².

Insbesondere die bildbasierten 3D-Technologien sind heute weit verbreitet, weil diese neben einer generell gestiegenen Akzeptanz für die Methode auch leicht zugänglich und einfach in bestehende Infrastruktur einzugliedern sind. So sind nicht nur die Preise für Computer-Hardware und Digitalkameras stark gesunken³, auch die Rekonstruktions- und Analysesoftware ist benutzerfreundlicher und leistungsstärker geworden.

Obwohl die entsprechenden Verfahren weit verbreitet Anwendung finden, haben sich unabhängig voneinander vielerorts unterschiedliche Strategien zur praktischen Umsetzung entwickelt. Um einen Überblick über diese Anwendungsstrategien zu gewinnen, wurde die hier vorgestellte Online-Umfrage durchgeführt. Im Fokus standen dabei Fragen zur Nutzung und Archivierung sowie zum beruflichen Umfeld der Teilnehmenden.

Zielgruppe der Umfrage waren Personen aus archäologischen Arbeitsfeldern wie der institutionellen Forschung, der Denkmalschutzbehörden oder freiberufliche Archäolog*innen und Grabungstechniker*innen. Die Umfrage wurde mit 381 E-Mails in 47 Länder verschickt sowie über die sozialen Medien und Mailinglisten (darunter die des Rundbriefs Grabungstechnik) weiter gestreut. Insgesamt wurden 87 Fragebögen zu mindestens 80 % ausgefüllt retourniert.

Auch wenn es sich um keine repräsentative Umfrage handelt, kann dennoch ein Überblick über den Stellenwert der 3D-Technologien in den jeweiligen Projekten, über die wichtigsten Ziele für deren Einsatz, über genutzte Software und Dateiformate sowie die Art und Weise der Archivierung gegeben werden. Damit sollen Anhaltspunkte für die

² Hagenauer 2020; Unger u. a. 2020.

³ U.S. Bureau of Labor Statistics 2015.

wesentlichen, mit der Anwendung von 3D-Technologien einhergehenden Herausforderungen für die archäologische Praxis erfasst werden. Im Folgenden werden ausgewählte Fragen der Umfrage vorgelegt und besprochen.

Resultate

Demografische Daten

Die Teilnehmenden der Umfrage leben hauptsächlich in europäischen Ländern mit einem Schwerpunkt in Deutschland und der Schweiz (Abb. 1). Über 70 % von ihnen sind männlich. Mit rund 45 % sind die meisten Teilnehmenden zwischen 30 und 39 Jahren alt, gefolgt von den 40 bis 49-Jährigen. Rund 16 % sind zwischen 50 und 59 Jahre alt, und nur wenige überschritten ein Alter von 60 Jahren. Die Befragten stammen vor allem aus drei Arbeitsumfeldern: Forschungseinrichtungen (Universitäten, Akademien, etc.), Denkmalschutzbehörden (bspw. archäologische Ämter) und Freiberufliche.

Stellenwert und Nutzungsziele

3D-Technologien nehmen in den Projekten der Teilnehmenden insgesamt eine wichtige Stellung ein. Sowohl in Denkmalschutzbehörden als auch in Forschungseinrichtungen wird ihr Einsatz am häufigsten als ‚Mittel zum Zweck‘ bewertet. Für die Freiberuflichen ist hingegen eine Anwendung in ausgewählten Situationen am wichtigsten. Beachtenswert ist die häufige Nennung einer laufenden Testphase, und zwar in allen Arbeitsfeldern (Abb. 2).

Die wichtige Stellung der 3D-Technologien zeigt sich auch darin, dass meistens eine Person aus dem Team als „Spezialist*in“ für den Einsatz von 3D-Technologien zuständig ist. Nur bei Freiberuflichen ist es häufiger der Fall, dass sich ein Teammitglied als Zusatzaufgabe damit beschäftigt (Abb. 3).

Als Ziel des Einsatzes von 3D-Technologien wurde am häufigsten die Dokumentation von Ausgrabungen genannt; dahinter folgen die gezielte Erstellung von 3D-Modellen für die Forschung, die Erstellung von 3D-Modellen als Produkte und zuletzt die Öffentlichkeitsarbeit (Abb. 4).

Verwendete Software und Datenformate

Bei der Frage nach der verwendeten Software wurden sieben Anwendungen sowie die Option zur Angabe von Eigenentwicklungen oder weiteren Alternativen vorgeschlagen (Abb. 5). Insgesamt wurden inklusive der zusammengefassten Eigenentwicklungen 33 verschiedene Software-Anwendungen (Tab. 1) genannt, wobei Mehrfachantworten möglich waren. Das Programm Metashape der Firma Agisoft LLC wird mit Abstand am häufigsten verwendet. Seltener finden die Programme ReCap Pro von Autodesk und RealityCapture von Capturing Reality Anwendung. Danach folgt mit 10 % Meshroom von AliceVision, als einziges frei verfügbares Programm in der Top-vier-Liste. Es dominieren kostenpflichtige Komplettlösungen mit der Möglichkeit zur Georeferenzierung.

Um die Häufigkeit der benutzten Datenformate abzufragen, wurde in Primär- und Sekundärdaten unterschieden. Unter Primärdaten verstehen wir sämtliche Daten, die vorliegen,

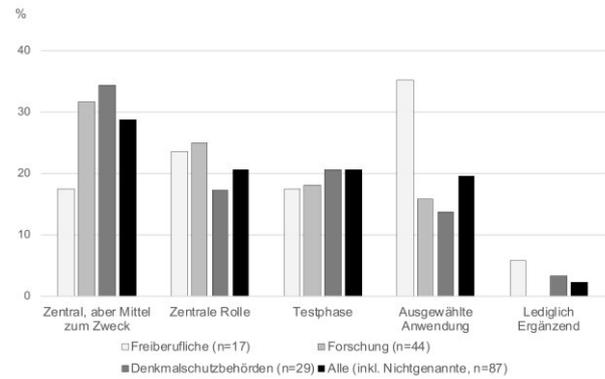


Abb. 2: Die Stellung der 3D-Technik in der Praxis, getrennt nach Arbeitsfeldern. Unter „Anderes“ wurde meist angegeben, dass sich die Stellung je nach Projekt unterscheidet

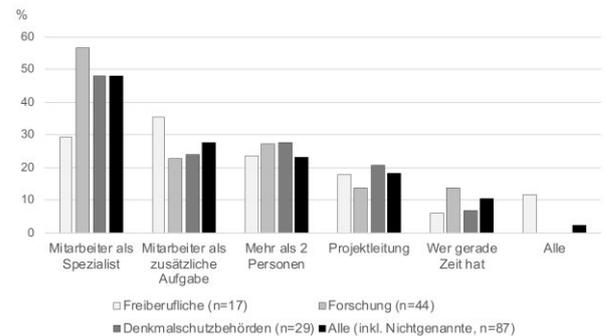


Abb. 3: Wer in einem Team arbeitet mit 3D-Technologien? Die Antworten sind nach Arbeitsfeldern unterschieden

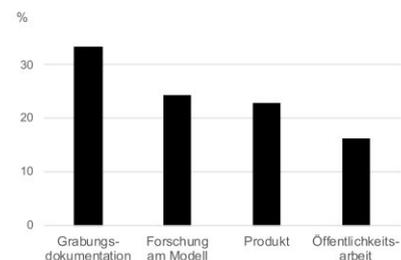


Abb. 4: Ziele der Nutzung von 3D-Technologien (100 % = 197)

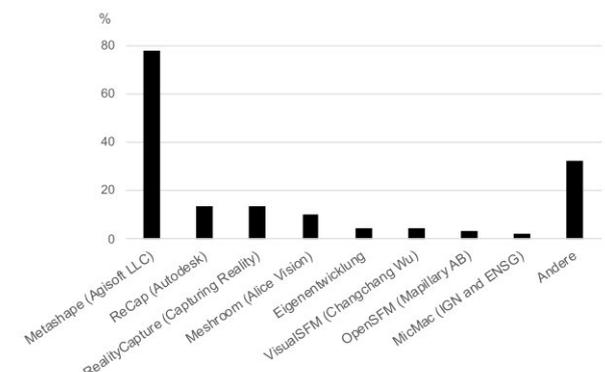


Abb. 5: Anteile der Befragten, die eine bestimmte Software verwenden. Mehrfachantworten waren möglich, so dass die Summe der Prozentwerte über 100 liegt (100 % = 87)

Weiter genannte Software:	Anzahl
• FARO SCENE (Faro Technologies)	3
• MeshLab ⁴	3
• Artec Studio (Artec 3D)	2
• Cinema 4D (Maxon)	2
• CloudCompare (Daniel Girardeau-Montaut)	2
• OptoCat (Breuckmann)	2
• 3DF Zephyr (3DFlow)	1
• 3DReshaper (Technodigit)	1
• ArcGIS (ESRI)	1
• aspect 3D (Arctron 3D, Martin Scheuch)	1
• Blender (The Blender Foundation)	1
• CorelDRAW (Corel Corporation)	1
• DEA (Digital Epigraphy and Archeology, University of Florida)	1
• GeomagicWrap (Artec 3D)	1
• MODO (Foundry)	1
• Pix4D (Pix4D SA)	1
• Pointools (Bentley)	1
• Rangevision Scan Center (RangeVision)	1
• RiSCAN Pro (RIEGL - Laser Measurement Systems)	1
• Robot Structural Analysis (Autodesk)	1
• Scanstudio (NextEngine)	1
• SketchUp (Trimble Navigation Ltd)	1
• Unity3D (Unity Technologies)	1
• V-Ray (Chaos Group)	1
• ZBrush (Pixologic)	1

⁴ Cignoni u. a. 2008

bevor sie in die Verarbeitungsprogramme eingespeist werden. Als Sekundärdaten verstehen wir die ausgegebenen verarbeiteten Daten, also 3D-Modelle, digitale Höhenmodelle, aber auch zweidimensionale Abbildungen, worunter bspw. Orthofotos, Abwicklungen, Profile o. ä. fallen. Die Grenze ist nicht absolut gezogen und weist eine gewisse Unschärfe auf.

Eine begrenzte, vorgegebene Auswahl an Formaten konnte durch weitere Angaben ergänzt werden und auch Mehrfachantworten waren erlaubt. Hier zeigte sich ein ähnliches Bild wie schon bei der Software. So werden einige wenige Formate sehr häufig verwendet (JPEG, TIFF und nicht weiter unterteilte RAW-Formate), wobei aber die Gesamtzahl an unterschiedlichen Formaten sehr hoch ist (n = 21, Abb. 6).

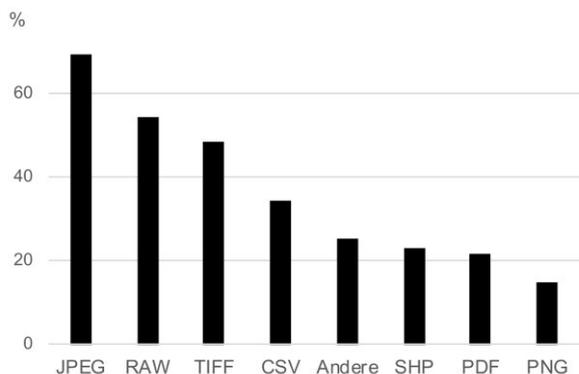


Abb. 6: Primärdaten: Anteile der Befragten, die ein bestimmtes Format verwenden. Mehrfachantworten waren möglich (100 % = 87)

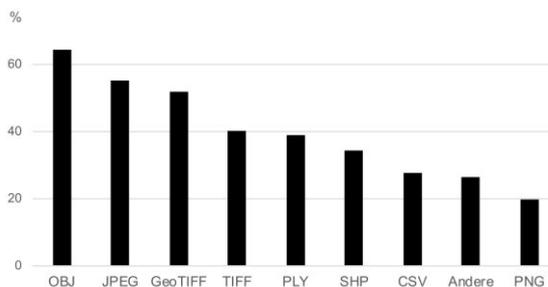


Abb. 7: Sekundärdaten: Anteile der Befragten, die ein bestimmtes Format verwenden. Mehrfachantworten waren möglich (100 % = 87)

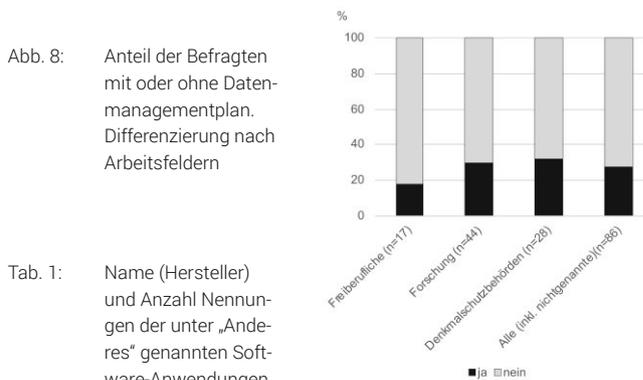


Abb. 8: Anteil der Befragten mit oder ohne Datenmanagementplan. Differenzierung nach Arbeitsfeldern

Ähnlich ist es auch bei den Dateiformaten der Ausgabedaten (Abb. 7). OBJ, JPEG und GeoTIFF sind hier die drei vorrangig genutzten, während insgesamt 20 verschiedene Formate genannt wurden. Es stellten sich hierbei kaum Unterschiede zwischen Forschungseinrichtungen, Denkmalschutzbehörden und Freiberuflichen heraus.

Modalitäten der Archivierung

Von den Teilnehmenden gab rund die Hälfte an, dass sie über institutionelle Vorgaben für die Archivierung verfügen. Davon lässt sich ableiten, dass in den meisten Fällen bewährte Ansätze existieren dürften, diese aber vermutlich nur selten festgeschrieben sind. Ebenfalls verfügt nur rund ein Viertel der Befragten über einen Datenmanagementplan oder eine vergleichbare (festgehaltene) Strategie (Abb. 8). Differenziert nach Arbeitsfeldern scheinen Denkmalschutzbehörden und Forschungseinrichtungen tendenziell stärker formalisiert zu sein als Freiberufliche.

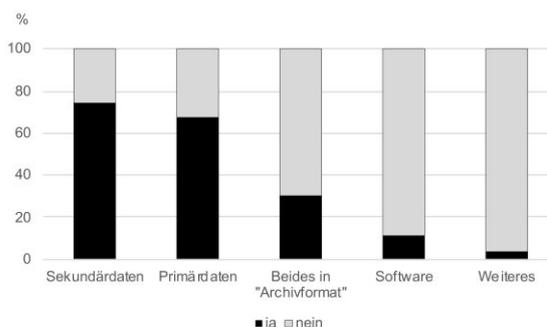


Abb. 9: Anteil der Befragten, die bestimmte Datenarten archivieren. Mehrfachantworten waren möglich (100%=87)

Unabhängig von den selten fixierten Richtlinien werden von den Befragten Ausgabedaten häufiger archiviert als Primärdaten (Abb. 9), wobei nur in etwas mehr als 20 % der Fälle die Daten (sowohl Primär- als auch Sekundärdaten) in ein spezifisches Archivformat umgewandelt werden. Nur selten wird zugehörige Software archiviert.

Die Dateiformate für die Archivierung der Primärdaten zeigen eine Bevorzugung der RAW-Formate (55 %), gefolgt von JPEG und TIFF (rund 50 %; Mehrfachantworten). Für die Archivierung der Ausgabedaten werden am häufigsten OBJ (55 %), GeoTIFF (rund 50 %) und JPEG (rund 40 %; Mehrfachantworten) verwendet.

In den Antworten wurde wiederholt das Fehlen der Langzeiterfahrung bei der Archivierung von digitalen Daten geäußert. Dennoch wurde von rund drei Vierteln der Befragten Vertrauen in die gegebenen Möglichkeiten ausgedrückt.

Projektdauer und Zeitrahmen der Archivierung

Für ein erfolgreiches Datenmanagement (auch unabhängig von Vorgaben oder Richtlinien) sind sowohl die Projektdauer, als auch die geplante Dauer der Archivierung wichtige Parameter. Die angegebene Projektdauer liegt am häufigsten bei 5 Jahren (18 %), gefolgt von Projekten, die weniger als 6 Monate dauern (17 %). An dritter Stelle folgen Projekte mit einer Dauer von 3 Jahren (14 %).

Freiberufliche arbeiten zu einem hohen Anteil an kurzfristigen Projekten (< als 1 Jahr, 43 %) sowie mit einer Häufung an 5-Jahres-Projekten (27 %). In Forschungseinrichtungen sind viele Projekte auf drei oder fünf Jahre angelegt (20 % und 24 %), wobei auch Projekte mit einer Dauer von zehn Jahren einen wichtigen Anteil ausmachen (16 %). Bei Beschäftigten in Denkmalbehörden liegt die größte Häufigkeit bei Projekten mit einer Dauer von weniger als einem Jahr (38 %). Vergleichsweise häufig wird hier zusätzlich in einem Rahmen von mehr als 50 Jahren gearbeitet (25 % gegenüber rund 11–13 % bei Forschungseinrichtungen und Freiberuflichen).

Die abgefragten Zeithorizonte für die Archivierung zeigen zwei Schwerpunkte: bei 10 Jahren (28 %) und bei mehr als 50 Jahren (33 %). Aufgetrennt nach Arbeitsfeldern zeigt sich, dass vor allem Freiberufliche und Forschungseinrichtungen in Zehnjahreshorizonten (oder sogar für kürzere Zeitspannen) archivieren (42 % und 38 %). Die Denkmalschutzbehörden archivieren überwiegend mit einem Zeithorizont von mehr als 50 Jahren (82 %).

Richtlinien?

Die Frage, ob breit angelegte Richtlinien unterstützt würden, wurde zu 74 % mit ja beantwortet. Die Ausführungen dazu waren divers, zielten aber alle in eine ähnliche Richtung: Grundlegende Richtlinien zu 3D-Technologien in der Archäologie würden als Leitlinien begrüßt, gerade auch für weniger erfahrene Kolleg*innen. Ein zweiter wichtiger genannter Punkt ist die anhand von Richtlinien angestrebte Vergleichbarkeit und Interoperabilität der Resultate. Vorbehalte bestehen gegenüber einer allgemeinen Gültigkeit, da viele Projekte eigene spezifische Bedürfnisse hätten. Richtlinien

müssten daher genügend offen formuliert sein, ohne an Griffigkeit zu verlieren.

Diskussion

Demografische Daten

Bei den demografischen Erhebungen zeigt sich durch den geringen Rücklauf von Personen über 60 Jahren auch der in der archäologischen Arbeitswelt aktuell beobachtbare Generationenwechsel.

Dass sich mehr männliche Kollegen mit dem Thema zu beschäftigen scheinen, könnte – obwohl die hier besprochene Umfrage nicht repräsentativ ist – eine eigene Studie wert sein.

Stellenwert und Nutzungsziele

Der hohe Stellenwert der 3D-Technologie zeigt sich darin, dass ein großer Teil der Befragten diese als zentral, aber als ‚Mittel zum Zweck‘ bewerten oder ihr gar insgesamt eine zentrale Rolle zusprechen. Darunter kann beispielsweise die Dokumentation im Feld und im Labor verstanden werden (eher Mittel zum Zweck) aber auch die Anwendung zur Erforschung spezifischer Fragestellungen (eher zentrale Rolle). Bemerkenswert ist der mit rund 20 % vergleichsweise hohe Anteil an Teilnehmenden, die 3D-Technologien in einer Testphase anwenden. Es kann vermutet werden, dass zumindest in einem Teil dieser Fälle die getesteten Technologien in der nahen Zukunft in die reguläre Praxis eingebunden werden. Es lässt sich mithin die Tendenz zur weiteren Konsolidierung von 3D-Technologien in der archäologischen Praxis annehmen.

Die Antworten auf die Frage „Wer in einem Team arbeitet mit 3D-Technologien?“ zeigen deutlich, dass für die Arbeit mit 3D-Technologien Spezialist*innen eingesetzt werden. Noch vor 5 Jahren gaben die Teilnehmenden einer Umfrage in Deutschland zum Einsatz von Dokumentationsmethoden an, nur vereinzelt 3D-Technologien zu verwenden⁵. Nun gesellen sich zur eigentlichen Grabungsdokumentation wichtige Felder wie Forschung am oder mittels 3D-Modell und beinahe gleich auf die Nutzung des Modells als solches. Durch die Vermittlung und Etablierung der Möglichkeit mit drei Dimensionen zu arbeiten, kann sich besonders im forschenden Bereich der Archäologie die Vielfalt der Fragestellungen steigern.

Software und Datenformate

Die Erhebung der benutzten Software und der verwendeten primären und sekundären Dateiformate zeigte vor allem eines: Es ist eine sehr hohe Diversität vorhanden. Allerdings beschränkt sich der Hauptteil der Nutzung jeweils auf einige wenige Programme und Dateiformate.

Nach eigener Erfahrung sind die Benutzerfreundlichkeit, die nötige Flexibilität und die Möglichkeit zur Georeferenzierung bedeutend für die Auswahl des Programms. Metashape als meist genanntes Programm, erfüllt diese Kriterien. Ebenso spielen die Kosten bei der Wahl eines Produktes eine Rolle. So liegen die Preise von Autodesk Recap bei 423 € jährlich

⁵ Gütter 2015.

im Abonnement⁶ und die Permanentversion von CapturingReality's Reality Capture kostet regulär 15.000 €⁷. Agisoft Metashape dagegen kostet in der professionellen Vollversion rund 3.500 \$ bzw. 3.000 € und in der „educational license“ gerade mal rund 550 \$⁸ bzw. 470 €. Für die Archäologie und Denkmalpflege als umsatzschwache Felder sind die kostenpflichtigen Programme bezüglich Stabilität und Verlässlichkeit deutlich überlegen⁹.

Für die zweidimensionale Darstellung zeigt sich, dass JPEG und TIFF die gängigsten Formate sind. Diese haben einander ergänzende Eigenschaften, was sie für jeweils unterschiedliche Ziele nutzbar macht. Mit der bevorzugten Archivierung der RAW-Formate behalten die Befragten die größtmögliche Flexibilität für eventuelle Neuberechnungen und nehmen damit ein größeres Speichervolumen in Kauf. Bei den 3D-Formaten überwiegen OBJ und PLY, die beide die Darstellung von Punktwolken und Polygon-basierten Meshes ermöglichen. Neben der Möglichkeit der Berechnung von Texturen über das Mesh und der Verknüpfung mit weiteren Informationen, werden OBJ und PLY zudem von den gängigsten Software-Anwendungen sowohl für Import wie Export akzeptiert¹⁰. Obwohl es sich bei GeoTIFF um ein 2D-Raster handelt, kann es dennoch in Form eines digitalen Höhenmodells für dreidimensionale Fragestellungen Anwendung finden. Gerade die Arbeit mit extrahierten Oberflächen- oder Geländemodellen in einem GIS ist weit verbreitet.

Archivierung

Die Umfrage zeigt, dass für die Archivierung nur selten institutionelle Vorgaben bestehen und dass auch nur selten Datenmanagementpläne (DMP) verfasst oder übernommen werden. Dies steht im Gegensatz dazu, dass von den meisten Wissenschaftsförderinstitutionen DMPs explizit verlangt werden¹¹.

Wir vermuten, dass hier v. a. mündlich überlieferte und nur wenig formalisierte „Best-Practice“ Vorgaben eine Rolle spielen könnten. Diese dürften in den meisten Stellen vorhanden sein und auch ausgeübt werden. Vermutlich findet eine individuelle Umsetzung mit eigens erarbeiteten Strategien zur Prozessierung und Archivierung statt. Künftige, übergreifende Richtlinien, die auf breiter Basis erwünscht sind, müssten dieser Diversität Rechnung tragen. Darin dürfte auch eine der wichtigen Herausforderungen bei der Ausarbeitung solcher Richtlinien liegen, die genügend

Flexibilität mit gleichzeitiger Abdeckung vieler Anwendungsszenarien bieten sollte.

Eine zweite Herausforderung zeigt sich in den jeweils unterschiedlichen Bedürfnissen der Arbeitsfelder. So arbeiten Freiberufliche, Forschungseinrichtungen und Denkmalschutzbehörden oft mit einer unterschiedlichen Projektdauer. Gerade kurzfristige Projekte haben andere Anforderungen bezüglich ihrer Daten als längerfristig ausgelegte. Diese Schwierigkeit wurde durch die Befragten häufig auch als Grund für die Ablehnung von Richtlinien genannt. Eine genauere Untersuchung dieser Unterschiede wäre die Basis, auf der künftige Richtlinien, mit einer adäquaten Ausrichtung an den verschiedenen Anforderungen, erstellt werden können.

Als dritte Herausforderung muss schließlich die Interoperabilität der erfassten, produzierten und verarbeiteten Daten angesehen werden. Das erfasste hohe Vertrauen in die vorhandenen Archivierlösungen muss vermutlich kritisch hinterfragt werden. Wie die Umfrage zeigt, werden von den Primärdaten in erster Linie proprietäre RAW-Formate archiviert. Durch ihre herstellereigenspezifische Eigenständigkeit und Diversität ist eine langfristige Interoperabilität anzuzweifeln. Hier wird es von größter Wichtigkeit sein, einfache, in den Berufsalltag implementierbare Lösungen zu finden. Die langfristige Archivierung von 3D-Daten (inkl. Derivate) ist unseres Erachtens eine der wichtigsten Herausforderungen in der Digitalisierung der archäologischen Berufe.

Aktuelle Entwicklungen

Derzeit werden auf diversen Ebenen verstärkt Bemühungen in Richtung Archivierung, aber auch in Richtung Ausarbeitung von Richtlinien gemacht. So wird momentan die Digitalstrategie der Europäischen Union mittels Studien und Projekten umgesetzt. In diesem Rahmen wurden in den letzten zwei Jahren mehrere Projekte lanciert, die sich explizit mit 3D-Daten und Kulturerbe auseinandersetzen¹². Zudem liegt seit 2019 eine Absichtserklärung von 27 europäischen Staaten vor, bei der Digitalisierung des Kulturerbes enger zusammenarbeiten zu wollen¹³. So wurden im August 2020 durch eine Arbeitsgruppe zehn grundlegende Prinzipien und Tipps zur Digitalisierung von Kulturgut publiziert¹⁴.

Die europäische Museumsplattform Europeana¹⁵, welche den Zugang zu Millionen von digitalen Inhalten aus europäischen Museen, Galerien, Bibliotheken, Archiven und Forschungseinrichtungen anbietet, bemüht sich seit einigen Jahren verstärkt um Interoperabilität und um die Möglichkeiten zur Bereitstellung von 3D-Daten¹⁶. In diesem Kontext wurden bereits wichtige Erfahrungen in Richtung Zusam-

⁶ Siehe Website Autodesk (Letzter Zugriff: 30.10.2020): (<https://www.autodesk.ch/de/products/recap/subscribe?plc=RECAP&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>).

⁷ Siehe Website Capturing Reality (Letzter Zugriff: 30.10.2020): (<https://www.capturingreality.com/Products>).

⁸ Siehe Website Agisoft Metashape (Letzter Zugriff: 30.10.2020): (<https://www.agisoft.com/buy/online-store/>).

⁹ Falkingham 2020.

¹⁰ Jones – Church 2020.

¹¹ So z. B. der Schweizerische Nationalfonds (http://www.snf.ch/de/derSnf/forschungspolitische_positionen/open_research_data/Seiten/data-management-plan-dmp-leitlinien-fuer-forschende.aspx), die Deutsche Forschungsgemeinschaft (https://www.dfg.de/foerderung/antrag_gutachter_gremien/antragstellende/nachnutzung_forschungsdaten/) oder auch der European Research Council (https://erc.europa.eu/sites/default/files/document/file/ERC_info_document-Open_Research_Data_and_Data_Management_Plans.pdf).

¹² EU ERA Chair in Digital Cultural Heritage: Mnemosyne: (<https://cordis.europa.eu/project/id/810857>); Study on quality in 3D digitisation of tangible cultural heritage: (<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/study-quality-3d-digitisation-tangible-cultural-heritage>).

¹³ (<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/eu-member-states-sign-cooperate-digitising-cultural-heritage>).

¹⁴ Basic Principles and Tips: (<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/basic-principles-and-tips-3d-digitisation-cultural-heritage>).

¹⁵ (<https://www.europeana.eu/de>).

¹⁶ Fernie 2019.

menführung heterogener 3D-Daten gesammelt. Probleme wie geringe Standardisierung, hohe Komplexität, große Datenmengen, geringe Interoperabilität und ein Mangel an Metadaten konnten dabei festgestellt und deren Behebung als Aufgabe formuliert werden.

Vielversprechend erscheint auch die Arbeit der IIF 3D Group, die unter anderem auch mit Europeana zusammenarbeitet. Das International Image Interoperability Framework IIF entwickelte ab 2011 eine äußerst erfolgreiche Interoperabilitäts-Umgebung für Digitale (2D-)Bilder. Nun wird die Entwicklung einer vergleichbaren Lösung für 3D-Daten angestrebt¹⁷.

Auch auf nationaler Ebene kommen sowohl aus Deutschland als auch der Schweiz neue Impulse. So arbeitet die DFG an einer übergreifenden Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFI). Das Konsortium NFDI4Objects setzt sich in diesem Rahmen dafür ein, innerhalb der NFI einen Bereich zu implementieren, der explizit auf die Bedürfnisse objektbasierter Forschung ausgerichtet sein soll¹⁸.

In der Schweiz werden derzeit Bemühungen unternommen, ein Archiv für digitale Kulturgüter zu erstellen. Dabei werden explizit auch 3D-Modelle und andere Digitalisate mit einbezogen. Eine erste Studie evaluierte dazu umfassend die möglichen Risiken, denen digitale Kulturgüter ausgesetzt sind. Diese beziehen sich dabei auch auf die Resilienz der vorhandenen elektronischen Infrastruktur, auf die wir bislang kaum eingegangen sind¹⁹. Im weiteren Verlauf dieses Projektes dürften wertvolle Erfahrungen und Erkenntnisse, die auch für die breitere Anwendung von Bedeutung sind, gesammelt werden²⁰. Zudem bemüht sich auch die Vereinigung des archäologisch-technischen Grabungspersonals der Schweiz (VATG) mit einer Arbeitsgruppe (D!G) an einem verstärkten Austausch mit dem Ziel einer Bündelung des Know-hows und Erfahrungen. Zudem wird auch eine gewisse Standardisierung der Methoden angestrebt²¹.

Fazit

Mit der hier vorgestellten Umfrage wird ein Überblick über den derzeitigen Stellenwert der bildbasierten 3D-Technologien in der archäologischen Berufspraxis ermöglicht. So konnten die wichtigsten Ziele (Grabungsdokumentation, Forschung mittels 3D-Daten), die am meisten verwendeten Software-Anwendungen (Metashape von Agisoft LLC) und die verbreitetsten Dateiformate von Primärdaten (JPEG, TIFF und RAW-Formate) und Ausgabedaten (OBJ, PLY und GeoTIFF) erfasst werden.

Die hier besprochenen bildbasierten Technologien sind zusammen mit weiteren Methoden (z.B. Laser- und Strukturlicht-Scanverfahren) bereits Bestandteil des diversen archäologischen Werkzeugkastens. Da sich ihre Anwendung

vielerorts noch in einer Testphase befindet, kann in naher Zukunft eine weitere Zunahme der Nutzung erwartet werden. Dabei zeigen sich in allen archäologischen Arbeitsfeldern große Herausforderungen in Bezug auf die Archivierung der Daten. Hier fehlen institutionelle Vorgaben und es liegen zudem nur selten formalisierte Datenmanagementpläne vor. Zusätzlich deuten sich in den Umfrageergebnissen unterschiedliche Bedürfnisse der verschiedenen archäologischen Arbeitsfelder (Freiberufliche, Forschungseinrichtungen und Denkmalschutzbehörden) an. Potenzielle künftige Richtlinien müssten diesen unterschiedlichen Anforderungen gerecht werden.

Ein weiteres ungelöstes Problem stellt die Interoperabilität und Langzeitspeicherung dar. Hier starten derzeit tatsächlich auch verschiedene Projekte und Initiativen, die auf verschiedenen Ebenen vorangebracht werden.

Diese aktuelle Dynamik macht Hoffnung auf künftige Verbesserungen, zeigt aber auch deutlich, dass jetzt der richtige Zeitpunkt ist, um sich einzubringen und an diesem Prozess zu beteiligen.

Eine Möglichkeit ist die Mitarbeit und Teilnahme in unserer im Februar 2020 neu gegründeten EAA-Community «3D-Technologies in Archaeology». Die breite Diskussion von 3D-Technologien und ihren Herausforderungen ist unser erklärtes Ziel.

e-mail
archaeology_3d@outlook.com

facebook
@EAA3DArchaeology

Twitter
@archaeology_3d

Literatur

Albisettli 2020 L. Albisettli, Ein Bergungsort für digitale Kulturgüter, NIKE Bulletin 2020, 2, 2020, 18–21.

Blaich u. a. 2019 M. C. Blaich – C. Ludwig – C. Salzmann, Monitoring von Geländedenkmälern mittels Un-manned Aerial Vehicles (UAVs) und Structure from Motion (SfM): Erste Erfahrungen auf den Pfalzen Werla und Königsdahlum, Nachrichten aus Niedersachsens Urgeschichte 88, 2019, 271–293.

Bridle 2018 J. Bridle, New Dark Age. Technology and the End of the Future (London/Brooklyn 2018).

Cignoni u. a. 2008 P. Cignoni – M. Callieri – M. Corsini – M. Dellepiane – F. Ganovelli – G. Ranzuglia, MeshLab: an Open-Source Mesh Processing Tool, in: Sixth Eurographics Italian Chapter Conference (2008) 129–136.

Falkingham 2020 P. L. Falkingham, Free and Commercial Photogrammetry software review: 2020, <<https://peterfalkingham.com/2020/07/10/free-and-commercial-photogrammetry-software-review-2020/>>.

¹⁷ Haynes 2020.

¹⁸ Weitere Informationen: (<https://www.nfdi4objects.net/>).

¹⁹ Allgemein wird dieses Thema nur selten angesprochen. Ausnahmen sind beispielsweise Huggett u. a. 2018, die den Einfluss von großmaßstäblichen Ereignissen auf archäologische Daten besprechen. Oder allgemeiner für das digitale Zeitalter: Bridle 2018.

²⁰ Albisettli 2020.

²¹ (<http://vatg.ch/wp-content/uploads/dig-grobkonzept-1.pdf>).

- Fernie 2019** K. Fernie, 3D content in Europeana task force. Task force report.
- Gütter 2015** S. Gütter, Wie machen wir das eigentlich? - Ergebnisse unserer Umfrage zu den heute gebräuchlichen grabungstechnischen Dokumentationsmethoden, Rundbrief Grabungstechnik, 07, 2015, 1–20.
- Hagenauer 2020** S. Hagenauer (Hrsg.), Communicating the Past in the Digital Age. Proceedings of the International Conference on Digital methods in Teaching and Learning in Archaeology (12.-13 October 2018) (London 2020), <<https://doi.org/10.5334/bch>>.
- Haynes 2020** R. Haynes, Europeana & IIF 3D: Next Steps & Added Dimensions?, EuropeanaTech, 14, 2020, <<https://pro.europeana.eu/page/issue-14-3d#europeana-iiif-3d-next-steps-added-dimensions>>.
- Herzog – Lieberwirth 2016** I. Herzog – U. Lieberwirth (Hrsg.), 3D-Anwendungen in der Archäologie. Computeranwendungen und Quantitative Methoden in der Archäologie, Workshop der AG CAA und des Exzellenzclusters TOPOI 2013 34, Berlin Studies of the Ancient World (Berlin 2016).
- Howland 2018** M. D. Howland, 3D Recording in the Field. Style Without Substance?, in: T.E. Levy – I.W.N. Jones (Hrsg.), Cyber-Archaeology and Grand Narratives. Digital Technology and Deep-Time Perspectives on Culture Change in the Middle East, One World Archaeology (Berlin Heidelberg New York 2018) 19–33, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-65693-9_2>.
- Huggett u. a. 2018** J. Huggett – P. Reilly – G. Lock, Wither Digital Archaeological Knowledge? The Challenge of Unstable Futures, Journal of Computer Applications in Archaeology 1, 1, 2018, 42–54, DOI: <https://doi.org/10.5334/j-caa.7>.
- McCarthy u. a. 2019** J. K. McCarthy – J. Benjamin – T. Winton – W. van Duivenvoorde, 3D Recording and Interpretation for Maritime Archaeology 31, Coastal Research Library (Berlin Heidelberg New York 2019).
- Jones – Church 2020** C. A. Jones – E. Church, Photogrammetry is for everyone: Structure-from-motion software user experiences in archaeology, Journal of Archaeological Science: Reports 30, 2020, 102261, DOI: 10.1016/j.jasrep.2020.102261.
- Reich 2020** J. Reich, Zum Potenzial von Structure from Motion in der Unterwasserarchäologie, in: Stadt Zürich Hochbaudepartement – Amt für Städtebau (Hrsg.), Tauchen & Entwickeln, Fachbericht Nr. 3 (Zürich 2020) 36–39.
- Spiegel u. a. 2017** D. Spiegel – B. Franz – G. Vinken, Inmitten von Punktwolken. Daniela Spiegel im Gespräch mit Normann Hallermann und Alexander Kultk über Einsatzmöglichkeiten von 3D-Technologie für die denkmalpflegerische Praxis, in: Das Digitale und die Denkmalpflege. Bestandserfassung, Denkmalvermittlung, Datenarchivierung, Rekonstruktion verlorener Objekte. Chancen und Grenzen im Einsatz digitaler Technologien. Veränderungen in der Praxis von Denkmalpflege und Kultursicherung (Holzminde 2017) 90–97.
- Unger u. a. 2020** J. Unger – C. Hemker – C. Lobinger – M. Jan, VirtualArch: Making Archaeological Heritage Visible, Internet Archaeology 54, 2020, DOI: <https://doi.org/10.11141/ia.54.2>.
- U.S. Bureau of Labor Statistics 2015** U.S. Bureau of Labor Statistics, Long-term price trends for computers, TVs, and related items, <<https://www.bls.gov/opub/ted/2015/long-term-price-trends-for-computers-tvs-and-related-items.htm>>.
- Vollmer-König 2017** M. Vollmer-König, Digitale Verfahren in der Bodendenkmalpflege, in: B. Franz – G. Vinken (Hrsg.), Das Digitale und die Denkmalpflege. Bestandserfassung, Denkmalvermittlung, Datenarchivierung, Rekonstruktion verlorener Objekte. Chancen und Grenzen im Einsatz digitaler Technologien. Veränderungen in der Praxis von Denkmalpflege und Kultursicherung (Holzminde 2017) 56–59.

Marco Hostettler
marco.hostettler@iaw.unibe.ch

Johannes Reich
johannes.reich@iaw.unibe.ch

Corinne Stäheli

Universität Bern
Institut für Archäologische Wissenschaften
Abteilung Prähistorische Archäologie

Anja Buhlke
Freelancer

Lea Emmenegger
Freelancer

Clara Drummer
Orthodrome GmbH und
Chartered Institute for Archaeology

*Alle Autor*innen sind Mitglieder der
'EAA-Community for 3D-Technologies in Archaeology'*

Joachim Stark, Deborah Schulz,
Daniel Dosdall

„Latex“profile leicht gemacht

Eine Anleitung

In den 1930er Jahren wurden erste Versuche publiziert, Bodenprofile nicht nur zeichnerisch oder fotografisch zu dokumentieren, sondern materialecht mit Hilfe von Lacken zu konservieren. Erstmals geschah dies im Bereich der Paläontologie, um kleinste Wirbeltiere im Verband zerstörungsfrei zu bergen¹. Diese Art der Abbildung ist auch bei archäologischen Befunden und Grabungsprofilen für die Betrachtenden sowohl optisch als auch haptisch faszinierend – die Struktur und Zusammensetzung des Befundes bleibt erhalten. Es werden verschiedene lösungsmittelhaltige Materialien wie Kunstharz- und PU-Lacke oder Epoxidharz dazu eingesetzt. Anleitungen sind beispielsweise im Handbuch Grabungstechnik² und im 14. Rundbrief Grabungstechnik³ zu finden. Ausgasende Lösungsmittel oder die Notwendigkeit, mit Aceton verdünnte Lacke auszubrennen, lassen diese Methoden der Erstellung von Lackprofilen jedoch aufwendig erscheinen, was eine breitere und spontane Anwendung auf archäologischen Ausgrabungen häufig verhindert. Hier soll eine einfache Methode vorgestellt werden, die ohne giftige Lösungsmittel auskommt.

¹ Voigt 1974, 5.

² Seifert 2011.

³ dort ausführliche Vorstellung des Artikels von Bauer u.a. 2019.

Folgende Materialien werden benötigt:

- Latex-Bindemittel farblos, mit Wasser mischbar (pro Quadratmeter Profilfläche ca. 1,5 Liter)
- als Unterlage: Glasfasergewebe in Körperbindung, alternativ: Fliegengitter, Jutegewebe, breite Mullbinden oder ähnliche Gaze
- Hand-Sprühflasche/Drucksprüngerät
- Malerpinsel breit
- Tapetenbürste
- scharfkantige gerade Holzlatte oder Richt-/Abziehlatte (aus dem Maurerbedarf)
- für Rollprofile: Papprolle
- für kleine, flächig abgenommene Profile: Unterlegplatte
- Malerfolie in Profilgröße (als Zwischenlage bei Rollprofilen)
- Plane (als Regenschutz)
- reichlich Sedimentproben aller Schichten (zur Ausbesserung des fertigen Profils)



Abb. 1: (Foto: Joachim Stark, BLDAM)

Die Entwicklung moderner Latex-Bindemittel in Form von Kunstharz-Dispersionen, die mit Wasser verdünnbar und nach der Trocknung transparent, wasserbeständig und flexibel sind, ermöglicht heute eine einfache Profilabnahme. Benötigt werden nur wenige Materialien, die in jedem Baumarkt kostengünstig angeboten werden. Wie beim Einsatz von Lacken bleibt lediglich eine trockene Witterung erforderlich, um ein ausreichendes Trocknen der Profile vor der Abnahme zu gewährleisten. Die folgende Beschreibung bezieht sich auf unsere Erfahrungen mit „Latex“abzügen von Grabenbefunden aus humosen, sandigen und schluffigen Substraten. Neben Profilen können mit der beschriebenen Methode auch Abzüge von Plana unterschiedlicher Befunde angefertigt werden.

Die Grundvoraussetzung für ein gelungenes „Latex“profil ist eine sorgfältige Glättung der Fläche mit einer scharfkantigen, geraden Holzlatte oder Schiene (Abb. 1). Dabei kann die Profilebene auch leicht schräg stehen. Löcher und flache Dellen sind zu vermeiden. Hervorstehende Wurzeln, größere Steine und andere Objekte im Profil müssen entnommen und nachträglich wieder hinzugefügt werden. Als erster Schritt erfolgt der Auftrag des im Verhältnis 1 : 4 (Latex-Bindemittel : Wasser) mit Wasser verdünnten Latex-Bindemittels.



Abb. 2: (Foto: Joachim Stark, BLDAM)



Abb. 3: (Foto: Joachim Stark, BLDAM)



Abb. 4: (Foto: Deborah Schulz, BLDAM)



Abb. 5: (Foto: Deborah Schulz, BLDAM)



Abb. 6: (Foto: Deborah Schulz, BLDAM)

tels. Die Lösung wird zweimal dünn mit einer Sprühflasche aufgesprüht und soll jeweils in das Substrat einziehen. Da die Flüssigkeit klebrig ist, muss die Düse nach Gebrauch ausgespült werden. Nachfolgend wird unverdünntes Latex-Bindemittel mit einem breiten Malerpinsel aufgetragen (Abb. 2). Nach dem Trocknen wird dieser Auftrag wiederholt. Direkt danach wird die Gaze faltenfrei aufgelegt und mit einer Malerbürste fest angestrichen (Abb. 3). Es folgt eine weitere Zwischentrocknung. Anschließend muss das mit Gaze bedeckte Profil mit dem Malerpinsel drei- bis viermal mit unverdünntem Latex-Bindemittel bestrichen werden. Zwischen diesen Aufträgen und besonders abschließend muss die so präparierte Fläche gut trocknen. Es empfiehlt sich, sie über Nacht abzudecken und so vor Regen zu schützen. Der Trocknungsprozess ist abgeschlossen, wenn sich das Profil mit der Gaze fest anfühlt und nicht klebt. Je nach Witterung kann dies wenige Stunden oder 1 bis 2 Tage dauern. Der Abzug bleibt auch trocken flexibel.

Die Art der Abnahme richtet sich nach Größe der Profile. Kleine Profile lassen sich auf eine vorgestellte Platte kippen. Dabei hilft eine Säge o. ä., den Abzug entlang seiner Rückseite besser vom dahinter gelegenen Boden zu lösen (Abb. 4-5). Ein großes Profil kann in mehrere aneinander anschließende Einzelprofile geteilt werden, die Übergänge können später angepasst und ausgebessert werden. So lassen sich auch größere Vorlagen problemlos transportieren und ohne auffällige Schnittkanten kombinieren (Abb. 6).



Abb. 7: (Foto: Christoph Engel, BLDAM)



Abb. 8: (Foto: Christoph Engel, BLDAM)

Wenn die Anpassung mehrteiliger Profile vermieden werden soll, empfiehlt es sich, größere Profilabzüge abzurollen. So können diese zudem einfacher transportiert werden. Vor dem Einrollen muss die Profilfläche gegen ein Zusammenkleben mit einer dünnen, seitlich mit Klebeband fixierten Malerfolie bedeckt werden, um dann quer oder senkrecht auf eine Papprolle aufgerollt zu werden (Abb. 7). Gut geeignet sind dafür entsprechend lange Teppichrollen mit großem Durchmesser. Dabei ist zu beachten, dass der Abzug gleichmäßig aufgerollt und dicht am Profil geführt wird (Abb. 8). Größere Profile werden recht schwer und rutschen während des Rollens schnell nach unten. Die Erfahrung zeigt, dass sie daher die Maße von ca. 1 m Höhe und 3 m Länge nicht überschreiten sollten und von mehreren Personen abgenommen werden müssen (Abb. 9). Nach der Abnahme wird das Profil auf einer Trägerplatte ausgerollt.



Abb. 9: (Foto: Christoph Engel, BLDAM)

Wenn das abgenommene Profil oder Planum auf der Trägerplatte liegt, kann es bei Bedarf weiter getrocknet werden. Überflüssiges Sediment wird vorsichtig mit einer Kelle abgetragen (Abb. 10, 11) und die Oberfläche mit Schleifpapier, oder besser, weil kantenlos, mit Schleifscheiben geglättet (Abb. 12). Der feine Sand, der beim Schleifen abgetragen wird, sollte so abgefegt werden, dass helles Material keine dunklen Bereiche bedeckt und umgekehrt (Abb. 13). Bei zu grobem Vorgehen, vor allem bei empfindlichen Feinsanden und schluffigen Substraten, wird schnell zu viel Sediment abgetragen, sodass die unterliegende Gaze hervortritt. Eventuelle Risse oder Löcher lassen sich mit den vor Ort aus allen Schichten entnommenen Sedimentproben ausbessern. Dafür werden die Fehlstellen erneut mit der Dispersion benetzt und das entsprechende Sediment aufgestreut. Steine, Knochen oder Wurzeln lassen sich mit Acryl aufkleben.



Abb. 10: (Foto: Deborah Schulz, BLDAM)

Das fertige „Latex“profil kann mit Acryl auf einer Sandwichplatte fixiert werden. Abschließend empfiehlt es sich, die Oberfläche mit verdünnter Dispersion (1 Teil Latex-Bindemittel : 7 Teilen Wasser) dauerhaft zu versiegeln. Im Gegensatz zu einem unversiegelten trockenen Profil dunkeln die Farben dadurch etwas nach und wirken wie erdfrisch. Das Profil bleibt flexibel und lässt sich bei Bedarf vorsichtig reinigen.



Abb. 11: (Foto: Deborah Schulz, BLDAM)



Abb. 12: (Foto: Joachim Stark, BLDAM)

Literatur

H. Krainitzki Von der Prospektion zum Exponat – Lackprofile und ihre Herstellung. Archäologische Informationen 14/1, 1991, 76-85.

H. Schirinig Ein Lackfilm entsteht. Faltblatt, hrsg. vom Niedersächsisches Landesmuseum Hannover, Urgeschichts-Abteilung, in Verbindung mit dem Niedersächs. Landesverwaltungsamt, Institut für Denkmalpflege. Uelzen 1979.

E. Voigt Bedeutung und Anwendung der Lackfilmmethode. Geo-Dokumenta. Lackabzüge: Geologie- Bodenkunde – Archäologie. Veröffentlichungen des Helms-Museums 27, 4-5. Hamburg 1974.

G. Seifert Kap. 21.1 Abnehmen von Lackprofilen als Dokumentation, Handbuch der Grabungstechnik, Aktualisierung 2011, Verband der Landesarchäologen.

L. Bauer, D. Flügen, Th. Flügen, R. Skrypzak Zur Konservierung von Kultschächten aus dem Tempelbezirk von Nida; in: hessenARCHÄOLOGIE 2017 (2018), S. 277-280 (vorgestellt im Rundbrief Grabungstechnik 14, 2014) <https://feldarchaeologie.de/wordpress/wp-content/uploads/2019/01/Publ_News_14s.pdf>.

Joachim Stark

joachim.stark@bldam-brandenburg.de

Deborah Schulz

deborah.schulz@bldam-brandenburg.de

Daniel Dossall

**Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege
und Archäologisches Landesmuseum
Wünsdorfer Platz 4-5
15806 Zossen, OT Wünsdorf**



Abb. 13: (Foto: Joachim Stark, BLDAM)



Dokumentarfilm

"Auf den Spuren der Neandertaler - Das Rätsel der Bruniquel-Höhle"

Im Süden Frankreichs, im herbschönen Okzitanien, liegt ein an Tropfsteinhöhlen reiches Karstgebirge. Eine dieser Höhlen beherbergt einen außergewöhnlichen prähistorischen Fundplatz, der eine glückliche Geschichte hat. Der Verschluss der Höhle im Pleistozän konservierte eine Momentaufnahme aus dem Leben der Neandertaler, einen wahren archäologischen Schatz.

Erst 2009 gräbt sich ein abenteuerlustiger Junge einen Weg in die zauberhafte Höhle. Er ruft umgehend Höhlenforscher herbei, die wiederum Archäologen hinzuziehen. Denn die Höhle birgt 350 m tief im Inneren einen Saal, in dem mehrere aus abgebrochenen Stalagmiten gebildete Strukturen auffallen: zwei Anhäufungen liegen innerhalb eines größeren ovalen Tropfsteinwalls, daneben befindet sich ein zweiter, kleinerer Ring. Die Steine weisen etliche durch Feuer verfärbte Stellen auf und sind von einer dicken Sinterschicht bedeckt, auf der in Folge jüngere Stalagmiten aufwuchsen. Diese Überdeckung ermöglichte 2014 die Uran-Thorium-Datierung der Strukturen auf ein Alter von rund 176.500 Jahren und damit eine völlig neue Sicht auf die Welt der Neandertaler.

Über die Erforschung des Fundplatzes berichtet Luc-Henri Fage, der die Untersuchung der Höhle im letzten Abschnitt begleitet hat, in seinem Dokumentarfilm (Originaltitel: Néandertal, le mystère de la grotte de Bruniquel). Der Film stellt noch weitere Fundplätze vor und gibt damit einen Einblick in den modernen Forschungsstand zum Neandertaler. Mit Sachverstand und Sensibilität dokumentiert Fage die methodisch gelungene Untersuchung. François Rouzaud und ihm folgend Jacques Jaubert arbeiten sich zusammen mit ihren Teams behutsam vom Befund ausgehend zu bemerkenswerten Erkenntnissen über den Neandertaler vor. Bei dieser Untersuchung wird die Expertise aus Nachbardisziplinen sehr gezielt hinzugezogen und aktuelle Techniken durchdacht und effektiv eingesetzt. Der Dokumentarfilm versteht es, die Begeisterung der Forschenden zu vermitteln.



Künstlich geschaffene Strukturen aus 400 Stalagmiten in der Höhle von Bruniquel, 2010 (Foto: Luc-Henri Fage/SSAC - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=54235636>)

"Auf den Spuren der Neandertaler - Das Rätsel der Bruniquel-Höhle" (Länge: 54 min) ist noch bis zum 19.01.2021 in der Arte-Mediathek verfügbar.

<https://www.arte.tv/de/videos/078144-000-A/auf-den-spuren-der-neandertaler/>; letzter Aufruf 3.12.20. oder unter <https://www.youtube.com/watch?v=TBhznmq7tU>

Einen direkten Blick auf den Befund im 3D-Modell bietet: <https://www.youtube.com/watch?v=DPnAkYRBBt4>

(kf)



Jahresfilme

der brandenburgischen Landesarchäologie

Seit 2006 begleitet der Dokumentarfilmmacher Thomas Claus aktuelle Projekte des Brandenburgischen Landesamtes für Denkmalpflege/Archäologisches Landesmuseum. So entsteht jährlich ein halbstündiger Film. Prospektionen, Grabungen, Blockbergungen oder besondere Funde – die Kamera gewährt einen nahen Einblick in Höhepunkte und Alltag der brandenburgischen Landesarchäologie. Seit Neuem sind alle Jahresfilme zugänglich und nach Epochen, Fundorten u. a. Kriterien sortiert.

<https://bldam-brandenburg.de/arbeitsbereiche/presse-und-oeffentlichkeitsarbeit/jahresfilme-der-brandenburgischen-landesarchaeologie/>

(sh, sg)



DeepL

Online-Übersetzungsprogramm

DeepL ist ein Online-Übersetzungsprogramm, das auch bei Fachtexten oder Programmanleitungen sehr gute Ergebnisse erzielt (besser als Anbieter wie Google). Das Kölner Unternehmen bietet den Übersetzungsdienst inzwischen für 10 Sprachen an. In der kostenfreien Version ist der Wortumfang beschränkt. Es können entweder Texte in ein Übersetzungsfeld eingefügt oder ganze Dokumente zur Übersetzung hochgeladen werden. Die Übersetzung ganzer Dateien (DOCX, PPTX) hat den Vorteil, dass die Formatierung der Texte beibehalten wird. Datenschutz wird allerdings erst in kostenpflichtigen Versionen geboten.

<https://www.deepl.com/translator>

(sh, sg)

Vorankündigung

zur Auswertung der Umfrage vom Rundbrief
Grabungstechnik 2019 - Arbeitssituation im Berufsfeld
Grabungstechnik



Im Herbst 2019 hat die Redaktion des Rundbriefes Grabungstechnik eine Umfrage unter den in Deutschland als Grabungstechniker*in beschäftigten durchgeführt. Wir strebten mit der Erhebung an, ein objektives Bild der Arbeitssituation im Beruf Grabungstechnik zu erstellen. An der Umfrage gab es rege Beteiligung von Techniker*innen aus allen Regionen des Landes. Danke an alle, die mitgemacht und ihre Situation wiedergegeben haben! Aus den Antworten geht hervor, wie wichtig die Auseinandersetzung mit den Rahmenbedingungen des eigenen Berufes ist.

Während der Aufarbeitung der Antwortdaten zeigte sich, dass ein repräsentativer Querschnitt durch den Arbeitsbereich Grabungstechnik erhoben wurde. Derzeit wird die gewonnene Datenbasis unter verschiedenen Gesichtspunkten ausgewertet. Die umfangreichen Ergebnisse werden aus dem üblichen Rundbriefrahmen ausgekoppelt in einer separaten Sonderausgabe im Frühjahr 2021 erscheinen.

(kf)



1. Online-Tagung des VGFA



Geplant war sie für April 2020, die 2. reguläre VGFA-Tagung in Bremen. Aber leider konnte die Zusammenkunft, wie viele andere, in diesem Pandemie-gebremsten Jahr nicht stattfinden. Inzwischen steht jedoch ein Ausweichtermin für unsere Präsenztagung zum Vormerken fest:

2. VGFA-Präsenztagung vom 27. – 30. April 2022

Dann wollen wir uns endlich wie geplant in Bremen treffen. Aber, weil das so verdammt lange hin ist, schieben wir eine

1. Onlinetagung des VGFA dazwischen:

am **Freitag, den 23. April 2021**

Für die eintägige Online-Veranstaltung werden rund 10 Vorträge mit anschließender Diskussion geplant. (Kontaktadresse für Vortragsinteressent*innen bleibt: bremen2020@feldarchaeologie.de)

Anfang 2021 erscheinen aktuelle Infos und das Programm zur Onlinetagung unter:

<https://feldarchaeologie.de/tagungen-2/1-online-tagung/>

(sg)



Onlineveranstaltungen der AG CAA



Die CAA führt 2021 ein neues Format ein: jeden Monat wird ein Webcast angeboten, in dem eine Expert*innen-Runde ein Thema diskutiert und zur Beteiligung einlädt.

Die Pilotveranstaltung am **5. Februar 16:00 – 17:00 Uhr** befasst sich anlässlich des 10-jährigen Bestehens mit den „Anfängen der CAA Deutschland“. Infos unter:

<https://ag-caa.de/events/event/webcast-anfange-der-caa-de/>

Für April 2021 ist eine Online-Veranstaltung mit Präsentationen, Diskussionen und Networking geplant.

(sg)

In eigener Sache

Infos zum Rundbrief Grabungstechnik



Der Rundbrief Grabungstechnik erscheint mit allen enthaltenen Beiträgen, wenn nicht anders angegeben, unter der Creative-Commons-Lizenz CC BY 4.0. Die genauen Bedingungen dieser Lizenz sind unter <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/de/legalcode> einzusehen (oder brieflich über Creative Commons, Postfach 1866, Mountain View, California, 94042, USA).

Kurz zusammengefasst, darf der Inhalt des Rundbriefs damit unter angemessener Namensnennung (Name des Urhebers/der Urheberin, Rechteangaben, Link zur Lizenz, Angabe, ob Änderungen vorgenommen wurden) frei weiter verbreitet und bearbeitet werden (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/de/legalcode>).

Alle bisher erschienenen Rundbriefe stehen auch auf unserer Homepage zum Download bereit:
<<https://feldarchaeologie.de/vgfa/newsletter/>>

Suchen einfach gemacht

Um gezielt auf Artikel zu bestimmten Themen zugreifen zu können, haben wir auf unserer Homepage eine thematisch sortierte Liste aller Titel der bislang erschienenen Fachartikel erstellt, die direkt mit den Texten verlinkt sind.

Der Rundbrief Grabungstechnik wird künftig als eJournal über die UB Heidelberg auch im Fachinformationsdienst Propylaeum langzeitarchiviert. Alle Artikel werden damit auch über die Datenbank für Literaturrecherche in den Altertumswissenschaften über eigene DOI recherchierbar. Die **Redaktion** freut sich jederzeit über Ihre/Eure Mithilfe. Herzlich willkommen sind Themenwünsche, eigene oder bei

Kolleg*innen aquirierte Artikel, Tagungsberichte, Linktipps etc. Die Artikel, Veranstaltungshinweise, Buchtipps etc. für den „Rundbrief Grabungstechnik“ sollten den nachfolgenden **Redaktionsrichtlinien** entsprechen:

- Abbildungen in den Dateiformaten *.jpg, *.tiff, oder *.bmp mit einer Auflösung von 300 dpi (Screenshots sind möglich) bitte separat zum Textdokument einreichen
- bei Fotos immer den Fotografen und den Rechteinhaber angeben
- Texte bitte möglichst unformatiert im txt-Format. Sollten Formatierungen (Hervorhebungen) gewünscht sein, bitte im .doc (MS-Office) oder .odt Format (Open/Libre Office).
- Bildplatzierungen im Text bitte anmerken (Beispiel: <Abbildung 1 einfügen (Bildunterschrift: Hans Mustermann dokumentiert Profile)>)
- Links immer vollständig angeben (Beispiel: <<https://www.beispiel123.com>>)
- zugesandte Artikel mit Vor- und Zuname sowie ggf. Kontaktdaten unterschreiben
- Redaktionsschluss: für die Sommerausgabe ist der 31. Mai, für die Winterausgabe der 31. Oktober
- alle Daten bitte via Email an: <[grabungstechnik-infos\(at\)gmx.de](mailto:grabungstechnik-infos(at)gmx.de)> senden.

Die **nächste Ausgabe** des Rundbriefs Grabungstechnik erscheint im Sommer 2021. Redaktionsschluss ist der 31. Mai 2021.

Wir versenden jede neue Ausgabe des Rundbriefs direkt an eine **Abonnenenliste**. Über diesen Verteiler informieren wir zudem bei Bedarf über Stellenausschreibungen, relevante Veranstaltungen u. Ä. in kurzen aktuellen "Infos".

Ab- und Anmeldungen zum Email-Verteiler des Rundbriefs Grabungstechnik bitte direkt an:
<[grabungstechnik-infos\(at\)gmx.de](mailto:grabungstechnik-infos(at)gmx.de)> senden.

Kurze aktuelle Mitteilungen (wie Stellenausschreibungen o.Ä.) für die „Infos“, bitte formlos an:
<[grabungstechnik-infos\(at\)gmx.de](mailto:grabungstechnik-infos(at)gmx.de)> senden.

Abbildungen sind bei dieser Form der aktuellen Kurzinfos nicht vorgesehen.

Impressum

Rundbrief Grabungstechnik, Ausgabe 18/Dezember 2020

Herausgegeben vom
**Verband für Grabungstechnik
und Feldarchäologie e.V.**
Geschäftsstelle:
Auf Feiser 1
D-54292 Trier



**Kontakt
Redaktion**

<[grabungstechnik-infos\(at\)gmx.de](mailto:grabungstechnik-infos(at)gmx.de)>
Susanne Gütter (sg), Susen Döbel (sd), Sophie Heisig (sh), Karin Felke (kf),
Hajo Höhler-Brockmann (hhb), Hermann Menne (hm)

Satz und Layout

Hajo Höhler-Brockmann

Trotz sorgfältiger Prüfung können wir keinerlei Haftung für die Inhalte der von uns verlinkten Internetseiten übernehmen. Für die Inhalte sind ausschließlich die Urheber der jeweiligen Seiten verantwortlich. Für den Inhalt unverlangt eingesandter Artikel übernehmen wir keinerlei Haftung.