

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 aus<sup>1</sup>. Ebenso

<sup>1</sup> 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 Potenzial<sup>2</sup>.

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 gesunken<sup>3</sup>, 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

<sup>2</sup> Hagenauer 2020; Unger u. a. 2020.

<sup>3</sup> 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,

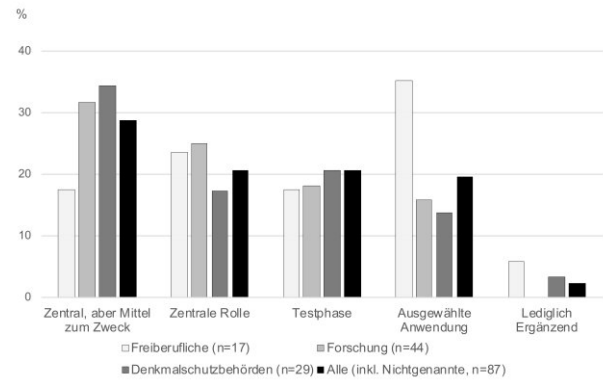


Abb. 2: Die Stellung der 3D-Technik in der Praxis, getrennt nach Arbeitsfeldern. Unter „Anderes“ wurde meist angegeben, dass sich die Stellung je nach Projekt unterscheidet

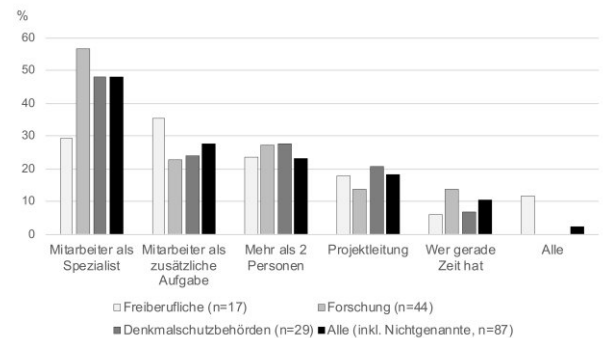


Abb. 3: Wer in einem Team arbeitet mit 3D-Technologien? Die Antworten sind nach Arbeitsfeldern unterschieden

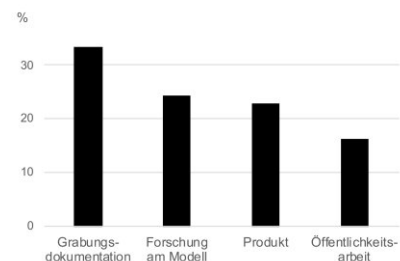


Abb. 4: Ziele der Nutzung von 3D-Technologien (100 % = 197)

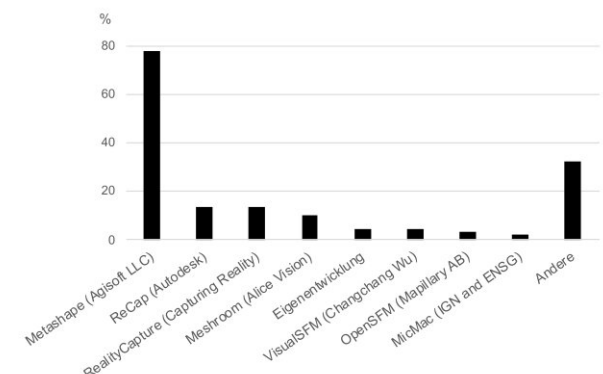


Abb. 5: Anteile der Befragten, die eine bestimmte Software verwenden. Mehrfachantworten waren möglich, so dass die Summe der Prozentwerte über 100 liegt (100 % = 87)

Weiter genannte Software:	Anzahl
• FARO SCENE (Faro Technologies)	3
• MeshLab <sup>4</sup>	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

<sup>4</sup> 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).

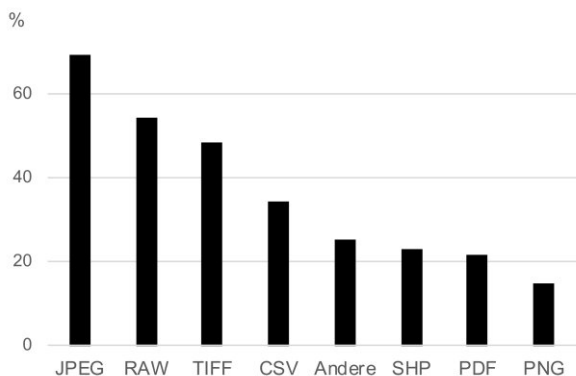


Abb. 6: Primärdaten: Anteile der Befragten, die ein bestimmtes Format verwenden. Mehrfachantworten waren möglich (100 % = 87)

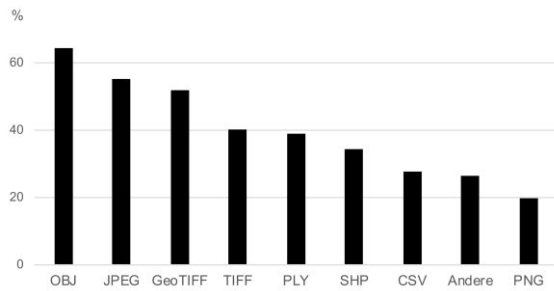


Abb. 7: Sekundärdaten: Anteile der Befragten, die ein bestimmtes Format verwenden. Mehrfachantworten waren möglich (100 % = 87)

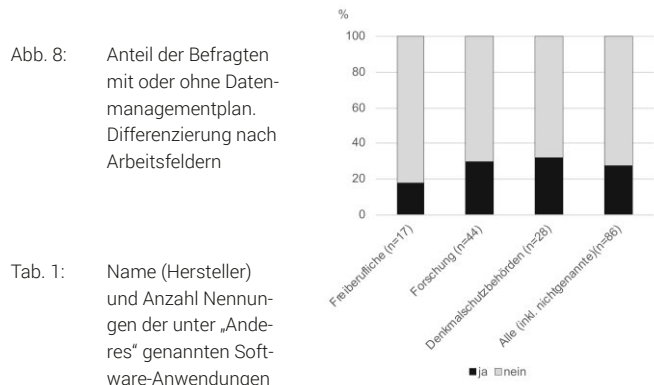


Abb. 8: Anteil der Befragten mit oder ohne Datenmanagementplan. Differenzierung nach Arbeitsfeldern

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.

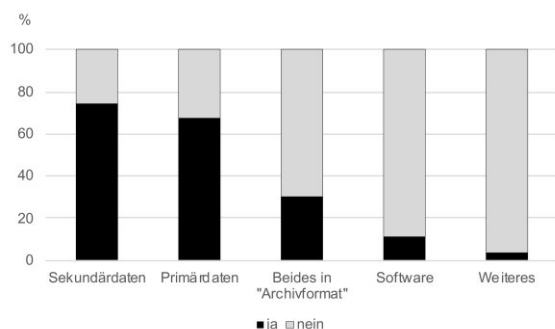


Abb. 9: Anteil der Befragten, die bestimmte Datenarten archivieren. Mehrfachantworten waren möglich (100%=87)

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 verwenden<sup>5</sup>. 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

<sup>5</sup> Gütter 2015.

im Abonnement<sup>6</sup> und die Permanentversion von CapturingReality's Reality Capture kostet regulär 15.000 €<sup>7</sup>. Agisoft Metashape dagegen kostet in der professionellen Vollversion rund 3.500 \$ bzw. 3.000 € und in der „educational license“ gerade mal rund 550 \$<sup>8</sup> bzw. 470 €. Für die Archäologie und Denkmalpflege als umsatzschwache Felder sind die kostenpflichtigen Programme bezüglich Stabilität und Verlässlichkeit deutlich überlegen<sup>9</sup>.

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 akzeptiert<sup>10</sup>. 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 werden<sup>11</sup>.

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

<sup>6</sup> 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>).

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

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

<sup>9</sup> Falkingham 2020.

<sup>10</sup> Jones – Church 2020.

<sup>11</sup> 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](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/](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](https://erc.europa.eu/sites/default/files/document/file/ERC_info_document-Open_Research_Data_and_Data_Management_Plans.pdf)).

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 auseinandersetzen<sup>12</sup>. Zudem liegt seit 2019 eine Absichtserklärung von 27 europäischen Staaten vor, bei der Digitalisierung des Kulturerbes enger zusammenarbeiten zu wollen<sup>13</sup>. So wurden im August 2020 durch eine Arbeitsgruppe zehn grundlegende Prinzipien und Tipps zur Digitalisierung von Kulturgut publiziert<sup>14</sup>.

Die europäische Museumsplattform Europeana<sup>15</sup>, 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-Daten<sup>16</sup>. In diesem Kontext wurden bereits wichtige Erfahrungen in Richtung Zusam-

<sup>12</sup> 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>).

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

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

<sup>15</sup> (<https://www.europeana.eu/de>).

<sup>16</sup> 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 angestrebt<sup>17</sup>.

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 soll<sup>18</sup>.

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 sind<sup>19</sup>. Im weiteren Verlauf dieses Projektes dürften wertvolle Erfahrungen und Erkenntnisse, die auch für die breitere Anwendung von Bedeutung sind, gesammelt werden<sup>20</sup>. 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 angestrebt<sup>21</sup>.

## 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/>>.

<sup>17</sup> Haynes 2020.

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

<sup>19</sup> 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.

<sup>20</sup> Albisettli 2020.

<sup>21</sup> (<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-iif-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](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'*