

Projektbericht „DigFinds“ – zur Situation der Digitalisierung in der Archäologie mit einem Schwerpunkt auf Funden musealer Sammlungen

JAKOB MAURER

Datenfeld										Begriff aus	
Objektbezeichnung										Barbara Wührer	
Datentyp											
Thesaurus											
Vorgegebenes Vokabular										ID	Begriff aus
Behälter										OB-00001	Universität Wien
	Etui									OB-00002	Sammlungen der
	Futteral									OB-00003	Landessammlung
	Kästchen									OB-00004	Landessammlung
	Köcher									OB-00005	Landessammlung
	Korb									OB-00006	Landessammlung
	Sack									OB-00007	Anton Kern, Kerst
	Schachtel									OB-00008	Landessammlung
		Spanschachtel								OB-00009	digICULT
	Scheide									OB-00010	digICULT
		Mundblech								OB-00011	digICULT
		Ortband								OB-00012	digICULT

Screenshot InventARCH V1.014. [doi:10.48341/tqyf-fx25](https://doi.org/10.48341/tqyf-fx25) (CC-BY)

Zentrum für Museale Sammlungswissenschaften
Universität für Weiterbildung KREMS (Donau-Universität KREMS)

Für die Veröffentlichung angepasster Teil des Projektberichts vom 27.04.2022

Projekt: „Interdisziplinäre Entwicklung neuer Methoden zur Digitalisierung archäologischer Funde musealer Sammlungen“

Durchführungszeitraum: 01.11.2020 bis 31.12.2021

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Zum Projekt „DigFinds“	3
1.1.	Hintergrund des Projekts	3
1.2.	Projektziel	4
1.3.	Im Zuge der Projekteinreichung geplante Arbeitsschritte und Milestones	5
1.4.	Umsetzung der Arbeitsschritte und Milestones des Projekts	6
1.5.	Datenerhebung zu Inventarsystemen und Terminologien archäologischer Sammlungen sowie Modellversuch zu Übereinstimmung von Inventar- und Fundstellendaten	7
1.6.	Ablauf der Stakeholder:innengespräche	8
2.	Zur aktuellen Situation betreffend „Digitalisierung“	9
2.1.	Situation in der archäologischen Forschung	10
2.2.	Situation Denkmalpflege und Grabungsfirmen	12
2.3.	Situation musealer Sammlungen mit archäologischen Funden	16
2.4.	Situation museale Präsentation, Vermittlung, Partizipation	18
3.	Ausgewählte Stichworte und Hinweise	19
3.1.	Digitale Strategien	19
3.2.	Ziele und Zielgruppen	20
3.3.	Projektträger und Zusammenarbeit	20
3.4.	Nutzungsrechte, Open Data, FAIR etc.	21
3.5.	Datenbanken	23
3.6.	Semantisches Web und Linked (Open) Data	24
3.7.	Langzeitarchivierung	25
3.8.	Künstliche Intelligenz	25
3.9.	Ausstattung und Ausbildung	26
4.	Ausgewählte Plattformen zu digitalen Daten/Projekten	26
5.	Ausgewählte Projektvorschläge/-wünsche/-ideen	29
5.1.	Informationsplattform zu archäologischen Fundkomplexen in Depots und Austausch zu aktuellen Forschungsfragen („Partnerbörse“)	30
5.2.	Informationsplattform zu archäologischen Maßnahmen	32
5.3.	Informationsplattform zu archäologischen Fundstellen	33
5.4.	Edition der Fundberichte aus Österreich	34
5.5.	Repositorium für Daten aus archäologischen Maßnahmen	35
5.6.	Online-Publikation von grauer Literatur & Ortsmappen	36
5.7.	Allgemeine Wünsche Lagerhaltungs- & Inventarisierungssysteme	36
5.8.	Stärke Automatisierung bei Einspielung von Daten und Fotos in Inventarprogramme	37
5.9.	Unterstützung bei der Bestimmung/Recherche nach Vergleichsstücken	38
5.10.	Zusammengeführte Online-Sammlungen	38
5.11.	Standardisierte Datenaufnahme auf Grabungen	39
5.12.	Standardisierte Auswertung und Übernahme archäologischer Grabungskomplexe	40
5.13.	Softwarelösungen/Zusammenstellung digitaler Werkzeuge/Ausbildung	41
5.14.	Weiterführung Online-Veröffentlichung von Inventaren	41
6.	Detaillierter untersuchte Projektkonzepte	42
6.1.	(Semi-)Automatisierte Digitalisierung/Visualisierung/Klassifikation von Massenfunden	42
6.1.1.	Projektidee und möglicher Prozessablauf	42
6.1.2.	Zusammenfassende Schlussfolgerungen	43
6.1.3.	Einschätzungen zum Thema 3D-Digitalisierung aus den Stakeholder:innengesprächen und aus der Literatur	45
6.1.4.	Aufnahme- & Scantechniken	47
6.1.4.1.	2D Laser-Aided-Profiler	47
6.1.4.2.	2D Zeichnung (Legacy Data)	48
6.1.4.3.	2(,5)D Reflectance Transformation Imaging	49
6.1.4.4.	3D Laser- und Streifenlichtscanner	49
6.1.4.5.	3D Image-based modelling/Structure from Motion (SfM)	49
6.1.4.6.	3D Scanstraßen	50
6.1.4.7.	3D Smartphone	51

6.1.4.8.	3D MikroCT	51
6.1.5.	Verarbeitung und Analyse von 3D-Daten	51
6.1.5.1.	Aufbereitung von Punktwolken und Meshes	51
6.1.5.2.	Orientierung und Visualisierung von Fundscans	52
6.1.5.3.	Refitting von Fundstücken	54
6.1.5.4.	Automatische Klassifikation/Typologie von Keramik und Steingeräten	55
6.1.5.5.	Automatische Klassifikation von Knochen	57
6.1.5.6.	Use-wear-analysis	57
6.1.6.	Archivierung von 3D-Daten und (Nach-)Nutzung	57
6.1.6.1.	Standardisierung und Langzeitarchivierung	57
6.1.6.2.	Publikation/Präsentation von 3D-Modellen	58
6.1.6.3.	3D-Druck und Repros	59
6.2.	Archäologischer Thesaurus und Aufnahmestandard für Funde	59
6.2.1.	Metadatenstandards und Normdaten/Thesauri	59
6.2.2.	Zusammenfassung der aktuellen Situation	60
6.2.3.	Zustandserhebung zu Datenfeldern und Terminologen in digitalen Inventaren archäologischer Sammlungen in Österreich und Zusammenstellung eines einheitlichen Vorschlags	63
6.2.3.1.	Ausgangslage	63
6.2.3.2.	Umsetzung und Ergebnis	64
6.2.3.3.	Weiterentwicklung und Perspektive	65
6.2.4.	Versuch zum Abgleich von Inventardaten mit Fundstellendaten des Bundesdenkmalamts	67
7.	Bedürfnisse, Rückblick, Ausblick	68
8.	Danksagung	69

1. ZUM PROJEKT „DIGFINDS“¹

1.1. HINTERGRUND DES PROJEKTS

In den Landessammlungen Niederösterreich ist es im Sammlungsgebiet Archäologie mit den beiden Sammlungsbereichen *Urgeschichte und Historische Archäologie (Depotstandort Schloss Asparn/Zaya)* und *Römische Archäologie (Depotstandort Kulturfabrik Hainburg)* in den letzten zehn Jahren zu einem massiven Zuwachs der archäologischen Bestände gekommen. Dies erklärt sich zum einen aus der Sonderrolle Niederösterreichs in der archäologischen Fundlandschaft Österreichs, denn die Gesamtzahl durchgeführter archäologischer Maßnahmen ist in Niederösterreich in manchen Jahren höher als in allen anderen Bundesländern Österreichs zusammen. Zum anderen sehen sich insbesondere die Landesmuseen in der Verantwortung archäologisches Fundmaterial als kulturelles Erbe zu bewahren.

Die Vielfalt, die Fundqualität und die Aussagekraft dieses archäologischen Sammlungsbestands sind beeindruckend. Jedoch bringt die schiere Menge bedeutende Herausforderungen mit sich, sowohl was die Art der Aufbewahrung als auch die museale Nutzbarmachung betrifft. Dass die Landessammlungen Niederösterreich in Kooperation mit Partnern für dieses Thema verstärkt Lösungen suchen, ist einerseits ihrer spezifischen Rolle als Bewahrer und Eigentümer besonders umfangreicher, in Teilen unbekannter Fundbestände geschuldet. Es ist dringend nötig, Methoden zu entwickeln, mit denen sie besser nutzbar und zugänglich gemacht werden können.

In einem unterschiedlichen Ausmaß sind jedoch auch zahlreiche andere österreichische Museen, Institutionen und Bundesländer damit konfrontiert, dass sie archäologisches Erbe besitzen, das sie aufgrund der Menge nur notdürftig zwischengelagern, jedoch nicht adäquat nutzen und präsentieren können. Die Landessammlungen Niederösterreich sehen daher andererseits auch die Chance, durch die gemeinsam mit Partnern durchgeführte Umsetzung innovativer praxisnaher Modellprojekte anderen Kulturinstitutionen im gesamten Bundesgebiet, die mit ähnlichen Herausforderungen konfrontiert sind, Lösungsvorschläge anbieten zu können bzw. eine Lücke im Umgang mit archäologischen Funden füllen zu können.

¹ Vgl. dazu auch J. Maurer, Das Projekt „DigFinds“. Neue Methoden zur Digitalisierung archäologischer Funde musealer Sammlungen. In: A. Laussegger/S. Sam, Tätigkeitsbericht 2021 der Landessammlungen Niederösterreich und des Zentrums für Museale Sammlungswissenschaften. St. Pölten 2022, 26–29. <https://doi.org/10.48341/pjet-k931>

Es zeichnet sich sehr klar ab, dass Teile der aktuellen archäologischen Herausforderungen im Zusammenhang mit großen Fundmengen langfristig mit digitalen Methoden in den Griff zu bekommen sein werden. Dies betrifft sowohl a) die prinzipielle Verfügbarkeit von umfangreichen digitalen, die Objekte abbildenden Rohdaten im virtuellen Raum als auch b) die musterbasierte Verknüpfung, Evaluation und Durchsuchbarkeit/Visualisierung dieser Daten. Bei archäologischen Funden steht diese Entwicklung in vielerlei Hinsicht noch am Beginn, wohl vor allem aufgrund ihrer dreidimensionalen Form, die komplexe Sensoren und Algorithmen erfordert. Zu zweidimensionalen Objekten – etwa digitalisierten Schriften aus Archiven und Bibliotheken – existieren aus Österreich im Vergleich dazu beispielsweise schon wesentlich umfangreichere Datenbestände, die von der interessierten Öffentlichkeit mit großer Begeisterung genutzt werden. Mittelfristig wird hier auch die Archäologie mit ihren dreidimensionalen Objekten nachziehen. Da in den meisten Gemeinden archäologische Zeugnisse die ältesten Spuren menschlicher Besiedlung darstellen besitzen sie hohe Bedeutung nicht nur für die internationale Wissenschaft, sondern auch für das lokale Geschichtsbewusstsein und historisch interessierte Personen. In digitaler Form werden große Teile des archäologischen kulturellen Erbes langfristig allen Interessent:innen vielleicht auch *ad hoc* ohne Besuch in einem weit entfernten Museum bzw. ohne Vereinbarung eines zeitaufwändigen Depottermins zugänglich sein. Die Digitalisierung bietet archäologischen Sammlungen aber auch bei ihrer Verwaltung und bei ihrer Funktion als Datengeber für die Wissenschaft zahlreiche Vorteile und Möglichkeiten, die in ihrer Tragweite derzeit wohl erst teilweise absehbar sind.

1.2. PROJEKTZIEL

Ein sehr großer Flaschenhals bei der Aufbereitung archäologischer Sammlungen liegt derzeit im Bereich von zeitaufwändiger (und daher teurer) archäologischer Basisarbeit wie der Visualisierung/Dokumentation, Restaurierung (v. a. refitting) und Typenansprache von Funden. Bei Baumaßnahmen, aus denen der Großteil der archäologischen Fundmaterialien in Museen stammt, wird die Grabung nur bis zur Verpackung der Funde finanziert, Forschungsförderungs- und Forschungsinstitutionen sehen sich für die zeitaufwändige Grundlagenarbeit in diesem Bereich nur in ausgewählten Fällen zuständig; die Träger der Funddepots besitzen nicht genügend Ressourcen. Dies ist ein Hauptgrund für das österreichweite Problem von Museen, dass sie zwar große Mengen an aussagekräftigen Funden besitzen, aber nur in ausgewählten Fällen eine Möglichkeit für die Aufbereitung und Präsentation dieser Aussagen.

Teile dieser nötigen Grundlagenarbeit bei der Bearbeitung von Funden bestehen aus schematisierten, repetitiven Arbeitsschritten und der Erkennung von Mustern – also aus Prozessen, bei denen Computer besondere Stärken und eine hohe Geschwindigkeit aufweisen. Dementsprechend besteht die Hoffnung, dass die massive Ressourcenknappheit bei der Grundlagenarbeit zu archäologischen Funden aus musealen Sammlungen langfristig mit der Unterstützung digitaler Methoden verringert und die archäologische Basisarbeit beschleunigt werden kann. Gleichzeitig bietet die Digitalisierung auch große Chancen, die in musealen Sammlungen entstehenden Daten mit anderen Datenbeständen zur verknüpfen und für unterschiedlichste Zwecke zu nutzen, was daher bei allen Digitalisierungsprojekten von Beginn an berücksichtigt werden sollte.

Das Ziel des gegenständlichen Projekts war die Erstellung einer interdisziplinären Studie, in der – ausgehend von der Situation und den Bedürfnissen von Institutionen/Museen mit großen archäologischen Sammlungen – die folgenden Themen mitberücksichtigt werden sollten:

- a) Welche Projekte und Methoden zur Digitalisierung archäologischer Sammlungen gibt es bereits, welche Erfahrungen wurden damit gesammelt?
- b) Welche Potenziale der Digitalisierung von archäologischen Sammlungen zeichnen sich für die Zukunft ab? Welche Entwicklungen werden von verschiedenen Stakeholdern gewünscht/erhofft? Was sollte dafür bereits jetzt bei der Aufnahme von digitalen Daten berücksichtigt werden? Was könnte bereits in den nächsten Jahren umgesetzt werden?
- c) Welche anderen Datenbestände und Projekte gibt es, die mit archäologischen Daten der Sammlungen verknüpft werden könnten, und was muss dafür beachtet werden?
- d) Welche Voraussetzungen und Investitionen sind für ein innovatives Modellprojekt zur Digitalisierung/Visualisierung archäologischer Funde aus österreichischen Museen/Institutionen nötig? Welche Erfordernisse sollte es erfüllen? Wie könnten die entstehenden Daten – jetzt und in Zukunft – genutzt werden?

Bis zu einem gewissen Grad musste das Projekt ergebnisoffen angelegt werden, als ein Hauptschwerpunkt war aber vorab geplant, die technische Machbarkeit auszuloten, ob und mit welchem Finanzaufwand es möglich ist, ein innovatives (semi-)automatisiertes System für 3D-Dokumentation/Visualisierung zu schaffen, mit dem archäologische Funde, vor allem Keramikfunde, die die häufigste Fundgruppe darstellen, in Serie innerhalb kurzer Zeit präsentationsfertig visualisiert werden können. Ein derartiges System würde sowohl fortgeschrittene

Sensortechnik für eine lückenlose und sehr genaue 3D-Dokumentation von Fundoberflächen benötigen, als auch innovative, neu zu entwickelnde Algorithmen aus dem Bereich der Mustererkennung für eine möglichst automatisierte Ausrichtung der Scans und eine benutzerfreundliche, konfigurierbare Bedienungsoberfläche. Derzeit beträgt der Zeitaufwand für die archäologische Dokumentation eines musealen Einzelfundes oft 30 Minuten oder auch mehr, sowohl bei händischen Zeichnungen als auch bei 3D-Scans, für die eine aufwendige digitale Nachbearbeitung nötig ist. Könnte dieser Zeitaufwand für die Nachbereitung durch den Einsatz innovativer Computeralgorithmen verringert werden, würde dies zu einer großen Effizienzsteigerung nicht nur bei 3D-Digitalisierungsprojekten von Funden führen. Derzeit fehlen derartige Algorithmen für die archäologische Praxis, so dass es nötig ist, für die Herstellung aussagekräftiger Abbildungen die 3D-Scans am Computerbildschirm händisch auszurichten. Im Rahmen des Projekts sollte unter anderem recherchiert werden, ob und mit welchem Aufwand ein System mit derartigen Algorithmen beim aktuellen Stand der Technik implementiert werden könnte.

1.3. IM ZUGE DER PROJEKTEINREICHUNG GEPLANTE ARBEITSSCHRITTE UND MILESTONES

Der Ablauf der Projektausarbeitung wurde vorab zeitlich grob zu drei Abschnitten bzw. Milestones zugeordnet. Zuerst sollten Grundinformation, Wünsche und Projektideen gesammelt, danach technische Möglichkeiten untersucht und zum Schluss ein oder mehrere Projektkonzepte ausgearbeitet werden. Die Projektphasen können sich aber natürlich auch überlappen. Desgleichen wurde vorab explizit definiert, dass sich die geplanten Schwerpunkte des Projekts aufgrund von Zwischenergebnissen auch verschieben können, etwa falls sich ein Punkt als technisch nicht realisierbar erweisen sollte oder die Stakeholder:innen-Konsultationen andere Themen in den Vordergrund rücken sollten.

Vorab geplante Arbeitsschritte und Zusammenarbeit:

Milestone 1: Grundlagenrecherche und Projektwünsche

- a. Kontaktaufnahme mit ausgewählten Stakeholder:innen und informelle Unterhaltung, welche Entwicklungen sie bei der Digitalisierung von archäologischen Funden erwarten/sich wünschen /worauf sie hinweisen möchten (Partner/Museen/Institutionen mit arch. Sammlungen; arch. Forschungsinstitutionen; Grabungsfirmen; Restaurator:innen; Grafiker:innen; Fundbearbeiter:innen; Kulturvermittler:innen; archäologisch interessierte Personen aus der allgemeinen Öffentlichkeit)
- b. Recherche zu bereits existierenden Projekten/Methoden und zukünftigen Potenzialen der Digitalisierung archäologischer Daten und Funde (Literatur/Internet/Konferenzen/in der Kolleg:innenschaft/eigene Überlegungen)
- c. Recherche zu anderen Projekten/Initiativen/Datenbeständen/Standards/Repositorien, die bei einer umfangreicheren Digitalisierung von Funden mitberücksichtigt werden sollten (z.B. für eine zukünftige Verknüpfung oder Nutzbarkeit von Datenbeständen)

Milestone 2: Klärung technischer Möglichkeiten

- a. Kontaktaufnahme mit ausgewählten, bei der Grundlagenrecherche (1b, 1c) identifizierten Institutionen/Personen für Informationsaustausch
- b. Recherche zu technischen Details bestehender Lösungen für eine vereinfachte/beschleunigte Visualisierung/Bearbeitung archäologischer Funde, möglicherweise Test von ausgewählter Software/Hardware
- c. Recherche zu kurzfristigen und langfristigen Entwicklungsmöglichkeiten und Erfordernissen neuer Software/Algorithmen (speziell im Bereich der Mustererkennung) für eine beschleunigte, semi-automatisierte Aufnahme archäologischer Funde
- d. Recherche zu bestehenden Lösungen oder Entwicklungsmöglichkeiten eines raschen/möglichst automatisierten/hochauflösenden Hardwaresystems zur Anfertigung von lückenlosen dreidimensionalen Oberflächenscans archäologischer Funde (entsprechend den Anforderungen von Punkt 2c)
- e. Recherche, wie ein Digitalisierungssystem von den zusammenarbeitenden Partnern hausintern möglichst nutzerfreundlich und mit anderen Projekten verknüpfbar gestaltet werden könnte

Milestone 3: Schriftlicher Bericht mit Bewertung und Projektkonzept(en)

- a. Beschreibung der für Milestone 1 und 2 durchgeführten Tätigkeiten
- b. Einschätzung zukünftiger Trends und Entwicklungen bei der Nutzung digitaler archäologischer Daten und digitalisierter Funde; und Einschätzung, wie Erfordernisse dieser Trends und Entwicklungen bereits jetzt berücksichtigt werden könnten.
- c. Konzeptvorschlag für Folgeprojekt(e)

1.4. UMSETZUNG DER ARBEITSSCHRITTE UND MILESTONES DES PROJEKTS

Im Rahmen des Arbeitsprozesses der Erstellung des Projekts ergab sich eine besonders hohe Bedeutung der für die Erreichung des „**Milestone 1**“ (Grundlagenrecherche und Projektwünsche) vorgesehenen Rechercheinhalte, die daher auch zeitlich den größten Anteil am Projekt einnahmen. Mit ihnen konnten bereits vorab viele Fragen zu technischen Möglichkeiten und zur Sinnhaftigkeit und Finanzierbarkeit ihres Einsatzes durch museale archäologische Sammlungen und die Landessammlungen Niederösterreich bzw. die zusammenarbeitenden Partnerinstitutionen geklärt werden.

Ein grundlegender Überblick zu den im Projektantrag definierten Themenbereichen 1b und 1c (Recherche zu bestehenden Methoden und Plattformen für digitale Daten, etc.) wurde im November und Dezember 2020 erarbeitet, mit einem Schwerpunkt auf die Bereiche 3D-Digitalisierung und Online-Plattformen. Darauf aufbauend, teils eng verzahnt, folgten insbesondere im Jänner und Februar 2021 zahlreiche Gespräche mit Projektpartnern und weiteren Stakeholdern (Themenbereich 1a), woraus sich ein differenziertes Bild von Bedürfnissen und Problemen betreffend digitale Daten und mögliche Digitalisierungsprojekte im Bereich archäologische Funde musealer Sammlung ergab.

Die Zwischenergebnisse wurden im März 2021 mit der Leitungsebene der Landessammlungen Niederösterreich besprochen, wobei in diesem Rahmen einige grundlegende Problematiken des Themenfelds „Digitalisierung archäologischer Funde“ noch einmal expliziter wurden: Einerseits gibt es für viele im Rahmen der Stakeholder:innengespräche festgestellte Defizite und Wünsche betreffend flächendeckendere Aufnahmen von Daten zu archäologischen Funden aus musealen Sammlungen keine nachhaltigen Förderschienen und/oder keine Träger, die sowohl die Ressourcen als auch das institutionelle Ziel hätten, bestimmte Projektideen langfristig zu verfolgen. Für andere mögliche Digitalisierungsprojekte scheint hingegen aufgrund der Komplexität archäologischer Daten der Entwicklungsstand der Sensortechnik und der Datenmodelle nicht ausreichend bzw. der Finanzbedarf zu hoch, um sie zum aktuellen Zeitpunkt im Hinblick auf eine gesicherte langfristige Nachnutzung der Daten besonders attraktiv zu machen.

„**Milestone 2**“ (Klärung technischer Möglichkeiten) wurde schneller abgeschlossen als erwartet. Einerseits konnten die darin enthaltenen Arbeitsschritte zu einem Teil bereits im Zuge der Ausarbeitung von „**Milestone 1**“ abgehakt werden, andererseits ließen sich noch offene technische Fragen durch Rücksprachen bei Wissenschaftler:innen und Anbieter:innen rasch in der für die prinzipielle Beurteilung nötigen Tiefe klären, ohne dass der Einsatz der im Projekt dafür einkalkulierten Mittel nötig gewesen wäre. Ein Hauptergebnis von Milestone 2 war, dass das ursprünglich angedachte Projekt zur Entwicklung und Implementierung eines neuartigen Systems für eine (semi-)automatische 3D-Digitalisierung großer Mengen archäologischer Funde derzeit aufgrund des Stands der Sensortechnik nicht wesentlich zu einer Beschleunigung bzw. Effizienzsteigerung beim Umgang mit großen archäologischen Fundmengen beitragen würde, zumindest dann nicht, wenn man die in den Stakeholder:innengesprächen erhobenen Bedürfnisse und Anforderungen in punkto mögliche Nachnutzungen berücksichtigt. Hauptproblem ist, dass die Sensoren bzw. die Kombination von Sensoren für die dreidimensionale Abbildung von Objekten aktuell für viele archäologische Fragestellungen zu starke Kompromisse erfordern zwischen der Texturqualität von 3D-Modellen, der Genauigkeit der Geometrie und den anfallenden Kosten. Die Entwicklung eines Systems für die 3D-Digitalisierung großer Fundmengen erscheint zum aktuellen Zeitpunkt aus Sicht der musealen Praxis somit weniger interessant als erhofft, demgegenüber ist einer qualitativen 3D-Digitalisierung ausgewählter Einzelobjekte oder einer mit konkreten Forschungsfragen verknüpften 3D-Digitalisierung von Funden der Vorzug zu geben.

Stattdessen wurden in den Stakeholder:innengesprächen große Defizite bzw. Bedürfnisse von Öffentlichkeit und Forschung im Bereich der Standardisierung und Vernetzung von Daten erkennbar. Es erschien daher zielführend, im Projekt insbesondere das Thema normierte archäologische Vokabularien und Datenfelder in musealen Inventaren in den Vordergrund zu stellen, da dies für das ganze Bundesgebiet Relevanz besitzt und sowohl kurzfristig als auch langfristig Handlungsbedarf gegeben ist. Diese Themenwahl entspricht einem Trend, der in den letzten Jahren laut den Recherchen auch bei anderen Forschungs- und Entwicklungsprojekten der Digital Humanities innerhalb und außerhalb der Archäologie massiv an Bedeutung gewonnen.

Eine Bearbeitung konkreter Fragestellungen in diesem Bereich im Rahmen des Projekts erschien demnach sehr wünschenswert – in Absprache mit dem Fördergeber wurde daher in weiterer Folge von Lukas Kerbler, MA eine Zustandserhebung zu Datenfeldern und Terminologien in Inventaren archäologischer Sammlungen in Österreich sowie ein Modellversuch zum Abgleich von Inventar- und Fundstellendaten durchgeführt. Dies wurde vereinbarungsgemäß am 20. Dezember 2021 abgeschlossen, wobei allerdings bereits vor diesem Termin ein Datenaustausch mit Zwischenergebnissen der Arbeit stattfand.

Parallel zum Projekt, fast bis zu seinem Abschluss, erfolgten Recherchen zu aktuellen Trends der Digital Humanities im Bereich der Archäologie auch in der Form passiver Teilnahmen an Tagungen bzw. Vorträgen (u.a. DKK 11.11.2020 – „Kulturerbe und Digitalisierung“; 10.-11.2.2021 – „COST-ARKWORK final conference“; DMB 2.-5.5.2021 – „Digitale Sammlungsarbeit. Das Museum im Wandel“ mit Treffen der Fachgruppe der Archäologischen Museen zum Thema „Digitalisierung – A never ending story!“; UMJ 23.4.2021 – „Digitale Museumspraxis, quo vadis?“; IÖK 3.12.2021 – „Alte und Neue Archive“; Abstracts von „Digital Crossroads CAA 2021“, „Conference on Cultural Heritage and New Technologies 2021“). Die Tagungs- und Vortragsteilnahmen wurden vor allem dadurch erleichtert, dass aufgrund der die ganze Laufzeit des Projekts begleitenden Covid19-Pandemie zahlreiche Veranstaltungen in den virtuellen Raum verlegt wurden und – oft kostenfrei, bzw. zumindest in Form von Abstracts – über das Internet zugänglich waren.

Die Arbeit an „**Milestone 3**“, der Ausarbeitung eines schriftlichen Berichts mit Projektkonzepten, wurde im Mai/Juni 2021 intensiviert und Anfang 2022 abgeschlossen.

Im Rahmen der Verschriftlichung des Projekts wurde entschieden, die Vielfalt an Stichworten und Projektkonzepten, die im Rahmen der Stakeholder:innengespräche als relevant für das Thema „Digitalisierung archäologischer Funde musealer Sammlungen“ erwähnt wurden, möglichst umfassend abzubilden. Es sind daher – zumindest in geraffter Form – auch grundlegenden Informationen zum Ist-Zustand des Themenfelds beschrieben sowie Projektideen, bei denen eine Entwicklung durch die Partner aus inhaltlichen, technischen oder finanziellen Gründen derzeit (noch) nicht möglich oder zielführend erscheint.

Der im Projekt ausgearbeitete Terminologievorschlag für archäologische Inventarisierung wurde Anfang 2022 konzeptionell noch etwas angepasst (in einer kleinen Gruppe mit Beteiligten von Institutionen, die ihn gerne einsetzen möchten) und in der Version InventARCh 1.014 vom 23.02.2022 unter einer CC-BY-Lizenz in einem Repositorium veröffentlicht (siehe auch Kap. 6.2.3.2).² Mit Stand Frühjahr 2022 beabsichtigen zumindest drei Institutionen seinen Einsatz. Die Daten des Modellversuchs zu Fundstellen- und Inventardaten wurden vom Verfasser Anfang 2022 gleichfalls noch etwas weiterbearbeitet sowie in Berichtsform ausgewertet. Der Bericht wird auf Wunsch des Projektpartners Bundesdenkmalamt im Band 60 der Fachzeitschrift „Fundberichte aus Österreich“ veröffentlicht.³

1.5. DATENERHEBUNG ZU INVENTARSYSTEMEN UND TERMINOLOGIEN ARCHÄOLOGISCHER SAMMLUNGEN SOWIE MODELLVERSUCH ZU ÜBEREINSTIMMUNG VON INVENTAR- UND FUNDSTELLENDATEN

Im Rahmen des Projekts beschäftigt wurde auch Lukas Kerbler, MA (ARMET Archäologie & Archäometallurgie e.U.), eine Person mit Vorerfahrung⁴ im Themenbereich des Projekts. Er führte eine Datenerhebung zu Inventarsystemen und Terminologien archäologischer Sammlungen durch sowie einen Modellversuch zu Übereinstimmung von Inventar- und Fundstellendaten (siehe auch Kap. 6.2.3, 6.2.4). Als erster Schritt wurde von ihm ein standardisierter Fragebogen zur Erfassung von Grundinformationen archäologischer Inventarsysteme und Terminologien angefertigt. Mit dessen Hilfe wurden von ihm im Rahmen von Vor-Ort-Besuchen die Inventarsysteme und Terminologien von 16 archäologischen Sammlungen/Institutionen aus dem österreichischen Bundesgebiet dokumentiert (12 Slg. in Wien & Niederösterreich und 4 Slg. in weiter entfernten Bundesländern mit höherem Reiseaufwand) sowie 7 online verfügbare Thesauri. Auf dieser Basis wurde von ihm ein einheitlicher Vorschlag für Datenfelder und Terminologien für die Inventarisierung archäologischer musealer Fundobjekte ausgearbeitet.⁵ Des Weiteren wurde von ihm ein Modellversuch durchgeführt, wie zahlreich und zuverlässig in einem bestimmten Zeitraum Inventardaten der Landessammlungen Niederösterreich um Fundstellen-IDs des Bundesdenkmalamts ergänzt werden können.

² Siehe <https://www.doi.org/10.48341/tqyf-fx25>

³ J. Maurer, Modellversuch zur Nutzung von Fundstellen-IDs des Bundesdenkmalamtes als »Gazetteer« für museale archäologische Inventare. Mit Beiträgen von Eva Steigberger und Lukas Kerbler. In: Fundberichte aus Österreich 60, in Vorb.

⁴ Vgl. z.B. Gespräch mit Lukas Kerbler et al. in: Wolfgang Muchitsch (Hrsg.), Das Museum im Digitalen Raum. Zum Status quo in Österreich. Museumsbund Österreich 2019. S. 43–48.

⁵ L. Kerbler/J. Maurer, InventARCh – Vorschläge für Datenfelder und Thesauruseinträge zur Inventarisierung archäologischer Sammlungsbestände. Version 1.014. Universität für Weiterbildung Krems 2022. <https://doi.org/10.48341/TQYF-FX25>.

1.6. ABLAUF DER STAKEHOLDER:INNENGESPRÄCHE

Als besonders wichtiger Schritt, um den Status quo und „digitale Bedürfnisse“ betreffend die Digitalisierung archäologischer Funde zu erheben, erwiesen sich neben Recherchen in der Literatur und im Internet vor allem zahlreiche Einzelgespräche mit Personen von verschiedenen Institutionen, im Folgenden als „Stakeholder:innengespräche“ bezeichnet. Um ein möglichst breites Spektrum an Inputs und Meinungen zu erfassen, wurden mehr als 50 derartige Gespräche geführt.

Sie wurden in der Regel ca. ein bis zwei Wochen zuvor angebahnt, wobei um eine informelle Unterhaltung zum Thema „Digitalisierung von archäologischem kulturellem Erbe“ gebeten wurde. Die Ziele des Projekts wurden im Rahmen der Anbahnung grob umrissen, aber bewusst weitgefasst, um den Interessen der einzelnen Person entsprechend breitgestreute Rückmeldungen zu bekommen.

Beispiel für eine Anbahnung:

„Liebe/r [...],

ich erarbeite derzeit [...] eine Studie zum Thema "Entwicklung neuer Methoden zur Digitalisierung archäologischer Funde musealer Sammlungen", im Austausch mit anderen Partnern [...]. Einerseits sollen vorhandene Datenbestände und Wünsche im Bereich "Digitalisierung des archäologischen kulturellen Erbes" erhoben werden, andererseits soll eine Einschätzung getroffen werden, welche Potenziale sich in Bezug auf die Digitalisierung archäologischer Sammlungen und Depots für die Zukunft abzeichnen und was davon bereits jetzt technisch machbar ist.

Die Studie ist bis zu einem gewissen Grad ergebnisoffen und kann auch Inhalte und Anregungen von anderen Institutionen und Stakeholdern aufgreifen. Einer der angedachten Studienschwerpunkte ist, ob und wie die großen Mengen wissenschaftlich unbearbeiteter archäologischer Funde aus Rettungsgrabungen, die in vielen Depots lagern, mit Methoden der Digitalisierung/Automatisierung besser zugänglich gemacht werden können. Es könnte aber auch stärker in Richtung Standardisierung und Aufbereitung vorhandener Daten gehen, oder um eine stärkere Sichtbarmachung, was überhaupt an Fundkomplexen in Depots eingelagert wurde bzw. wird.

Aktuell bin ich in einer Projektphase, in der ich mich informell mit Stakeholdern aus verschiedenen Bereichen der Archäologie (Wissenschaft, Grabungsfirmen, Museen, Öffentlichkeit ...) darüber unterhalte, was sie an Anregungen, Wünschen, Erfahrungen und Interessen haben, bzw. was es ohnehin schon an Projekten gibt, mit denen Synergien geschaffen werden könnte. Da Du [...], könnte ich mir vorstellen, dass Du zu dem Thema wertvolle Einschätzungen und Gedanken hast. Ich möchte daher fragen, ob Du Lust und Zeit hättest, dass wir uns zu dem Thema ca. eine Stunde unterhalten? [...]"

Es wurden sowohl Personen aus dem Umfeld des Autors als auch dem Autor vorab nicht persönlich bekannte Personen um ein Gespräch gebeten. Die Gespräche wurden mit individuell zusammengestellten Fragen strukturiert, ähnlich der Methode „problemzentrierten Interview“⁶ aus den Sozialwissenschaften. Die Gesprächspartner:innen stammten aus den folgenden Bereichen:

- Archäologische Forschung und Projektadministration
- Archäologische Denkmalpflege
- Grabungsfirmen
- Museale Verwaltung/Inventarisierung/Restaurierung
- Museale Vermittlung/Ausstellungswesen
- Archäologische Privatsammlungen
- Reenactment
- Computerwissenschaften
- Vermessungswesen und 3D-Digitalisierung
- Historisch/archäologisch interessierte Personen aus der Öffentlichkeit

Die Gesprächspartner:innen stammten zu einem größeren Teil aus Österreich, zu einem kleineren aus anderen europäischen Ländern. Um datenschutzrechtliche Probleme zu verhindern, wurde auf die Aufnahme personenbezogener Daten verzichtet. Die Erkenntnisse und Notizen wurden stattdessen nach Themen getrennt notiert. In eingeschränktem Ausmaß wurden Sachverhalte und Äußerung einem bestimmten Tätigkeitsfeld der Gesprächspartner:innen zugeordnet, so dies relevant erschien.

⁶ Vgl. Y. Kohlbrunn, Problemzentriertes Interview. <https://methodenzentrum.ruhr-uni-bochum.de/e-learning/qualitative-erhebungsmethoden/qualitative-interviewforschung/unterschiedliche-formen-qualitativer-interviews/problemzentriertes-interview/>

So ist etwa zu vermerken, dass Gesprächsanfragen nach dem subjektiven Eindruck des Autors bei im Bereich der Grabungsfirmen tätigen Personen im Durchschnitt besonders positiv aufgenommen wurden (obwohl viele dieser Personen das Gespräch nur in ihrer Freizeit führen konnten). Dies dürfte vor allem damit zusammenhängen, dass einige der im Rahmen des Projekts bearbeitete Themen, wie etwa die Problematik großer unbearbeiteter Fundmengen aus Denkmalschutzgrabungen, für Grabungsfirmen und ihre Mitarbeiter:innen besonders hohe Relevanz haben, zusätzlich möglicherweise auch damit, dass sie tendenziell seltener Anfragen im Rahmen von Forschungsprojekten bekommen und sich über eine Berücksichtigung in wissenschaftlichen Projekten freuen. Auch auf die Anfragen bei in anderen Bereichen tätigen Personen kamen in der Regel positive bis sehr positive Antworten, die zum Ausdruck brachten, dass das (oft unterschiedlich eingeordnete) Thema „Digitalisierung“ als besonders wichtig und spannend empfunden wird. Einzelne skeptischere Antworten kamen einerseits von Personen, die für ihren Tätigkeitsbereich wenig Mehrwert digitaler Methoden sahen oder ihre eigenen „digitalen Kenntnisse“ für gering erachteten, sowie andererseits auffälliger Weise besonders von einigen Personen, die selbst Projekte im digitalen Bereich durchführen oder durchgeführt haben. Bei Letzteren war die Gesprächsbereitschaft durchwegs gegeben, sie gaben in den Gesprächen jedoch wertvolle, teils vehemente Warnungen ab, etwa betreffend eigene Erfahrungen, die Langzeitperspektive von Daten, die Wichtigkeit eingegrenzter Forschungsfragen sowie hohe Kosten.

2. ZUR AKTUELLEN SITUATION BETREFFEND „DIGITALISIERUNG“

Im engeren Sinn wird mit „Digitalisierung“ die Anfertigung digitaler Repräsentationen bezeichnet, etwa von physischen Objekten und Ereignissen oder von analog gespeicherten Informationen. Im Zuge der Recherchen und bei den Stakeholder:innengesprächen war jedoch zu beobachten, dass unter dem Begriff oft ein sehr weit darüberhinausgehendes Themenfeld verstanden wird. Viele Gesprächspartner verbanden damit die Nutzung der großen Vielzahl an „digitalen“ Techniken und Daten, die heute zur Verfügung stehen, im Allgemeinen. In Einzelfällen wurden in den Gesprächen als Assoziation zum Thema sogar als „modern“ empfundene, auf analogen Techniken beruhende Methoden und Themen erwähnt.

Auf den ersten Blick überraschend, ist dies durchaus emblematisch für die aktuelle Aufgeladenheit des Wortes, das von vielen Personen mit großen gesellschaftlichen Änderungen verbunden wird, und könnte auch dessen zukünftige Entwicklung vorausahnen. „Die Digitalisierung“ ist in vielen Bereichen kein Ersatz für Dinge, die im „Analogen“ passieren. Analog und digital sind Partner, wenn man so möchte, oder Mittel zum Zweck. Die Positionierung zwischen diesen Stichworten wird sich im Lauf der Zeit einpendeln. Die Trennung zwischen analog und digital wird eines Tages nicht mehr relevant sein bzw. die Sphären werden ineinander verschmelzen, eine Entwicklung, die als „postdigital“ bezeichnet werden kann.

Im Rahmen der Recherchen war zu erkennen, dass der Begriff „Digitalisierung“ im frühen 2. Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts im Bereich von Kultur und Gesellschaft z.B. in Vorträgen, Artikeln und Förderausschreibungen auch oft mit anderen spezifischen Trends und Themenfeldern verknüpft ist, deren Entwicklung zwar mit neuen technischen Möglichkeiten in Zusammenhang steht und durch diese gefördert wird, die aber keinesfalls auf eine rein „digitale“ Komponente reduziert werden können. Dazu zählen etwa Stichworte wie „Partizipation“, die Herausbildung neuer Formen von Management sowie neue Methoden von Kommunikation und Vermittlung.

Mitunter war zu beobachten, dass Projekte mit anders gelagerten Inhalten mit einem „digitalen“ Mäntelchen versehen wurden, um die Chance auf Fördermittel zu erhöhen. Umgekehrt ist „Digitalisierung“, im Sinne einer Herstellung oder Aufbereitung von digitalen Daten, per se meist keine relevante Forschungsfrage, sondern im besten Fall oft eher eine Art „Forschungskatalysator“, was die Einwerbung von Mitteln im Bereich der Wissenschaftsförderung erschweren kann.

Für das Erreichen der Ziele von „DigFinds“, insbesondere für Überlegungen zu Projektkonzepten, erschien es daher zweckhaft, auch Themen und Bedürfnisse/Ideen der Stakeholder:innen, die bei einer engeren Definition des Begriffs „Digitalisierung“ nicht unterzubringen gewesen wären, aufzugreifen. Trotzdem verblieb ein wesentlicher Schwerpunkt während der Recherchen für das Erreichen von Milestone 1 im Bereich des engeren Verständnisses von „Digitalisierung“, vor allem beim Thema „3D-Digitalisierung“ (Kap. 6.1), wie im Projektantrag vorgesehen. Bei der Ausarbeitung von Milestone 2 und 3 wurde dieser Fokus bewusst aufgeweitet.

Vielfältig war im Rahmen der Stakeholder:innengespräche nicht nur das diskutierte Methodenspektrum, sondern auch der finanzielle Umfang und der Grad der Spezialisierung, in dem von den Gesprächspartnern bzw. ihren Institutionen digitale Techniken eingesetzt werden. Er reichte von der Besprechung millionenschwerer Infrastrukturen über low-cost-Digitalisierung hin zur Aussage, dass z.B. für ein kleines Museum bereits die

Anschaffung eines Computers und einer Internetverbindung zwecks Textverarbeitung und Emailverkehr innovativ sei.

2.1. SITUATION IN DER ARCHÄOLOGISCHEN FORSCHUNG

Im Bereich der archäologischen Institutionen mit einem Forschungsschwerpunkt sind einerseits gezielte längerfristige Digitalisierungsinitiativen zu beobachten, die über hausinterne Mittel finanziert werden. Neben dem Betrieb von Bibliothekskatalogen betrifft dies in einem eingeschränkteren Ausmaß insbesondere die Zugänglichmachung hauseigener Publikationen und Zeitschriften über das Internet sowie die Erstellung von Inventaren und Digitalisaten (in Form von Listen, Datenbanken, Fotos, Scans, in Einzelfällen 3D-Modellen) zu hauseigenen Archiven und Sammlungen. Sie werden vorrangig intern genutzt, in manchen Fällen auch öffentlich über das Internet zur Einsicht freigegeben.

Des Weiteren gibt es ein breites Spektrum vielgestaltiger digitaler (wie analoger) Rohdaten, die im Rahmen von Forschungsprojekten bzw. kurz- bis langfristigen Forschungsschwerpunkten einzelner Forscher:innen oder Departments anfallen bzw. angefallen sind, zumindest früher oft ohne eine gezielte Digitalisierungsstrategie bzw. Datenmanagementpläne. Meist stehen diese Datenpools während und nach der Projektdurchführung nur den Projektleiter:innen zur Verfügung. Veröffentlicht werden in der Regel nur die daraus abgeleiteten Publikationen, die oft einen stark zusammenfassenden/in Bezug auf einzelne Forschungsfragen selektierten Charakter besitzen. Ein Austausch der zugehörigen digitalen – oft auch viele Informationen zu anderen Forschungsfragen enthaltenen – Datenpools findet derzeit meist nur selten bzw. nur auf individueller Vertrauensbasis statt, einerseits aufgrund der starken Konkurrenzsituation der Forscher:innen zueinander, andererseits aufgrund weiterer vielfältiger Schwierigkeiten (etwa einem für einen Austausch nicht geeigneten bis wenig interessanten Zustand der Daten, aufgrund des Aufwands, technischer Problemen sowie Vorbehalten bezüglich Nutzungsrechte, Datenschutz, Anerkennung etc.).

Da in dieser Art sehr viele mit öffentlichen Geldern finanzierte Daten nicht zur weiteren Nutzung zur Verfügung stehen, wurde von zahlreichen Fördergebern in den letzten Jahren das Thema „Open Access“ von Forschungsdaten forciert. So erwartet etwa der FWF seit 1. Jänner 2019 einen offenen Zugang „zu Forschungsdaten und ähnlichen Materialien, welche mit Hilfe von FWF-Mitteln erhoben und/oder analysiert werden“. Ausschlaggebend ist dabei insbesondere die Erfüllung der sogenannten FAIR-Prinzipien (Findable, Accessible, Interoperable, Re-usable). Die Daten sollen mit einer offenen Lizenz auf einem gelisteten Repositorium abgelegt und über einen persistenten Identifikator zugänglich sein. Verpflichtend ist dieser offene Zugang im Fall des FWF für alle Daten, die den wissenschaftlichen Publikationen eines Projekts zugrunde liegen, um eine Überprüfbarkeit und Reproduzierbarkeit von veröffentlichten Projektergebnissen zu gewährleisten. Die Zugänglichmachung von weiteren in Projekten angefertigten, nicht direkt mit einer Veröffentlichung verknüpften Daten liegt hingegen im Ermessen der Projektleiter:innen.⁷ Da diese Entwicklung noch sehr jung ist sind ihre Folgen in der Praxis nicht vollständig abschätzbar. Es stehen zwar bereits – vor allem fächerübergreifend gestaltete – Repositorien von Forschungsinstitutionen zur Verfügung (etwa <https://door.donau-uni.ac.at/>; <https://phaidra.univie.ac.at>; <https://arche.acdh.oeaw.ac.at/>), auf denen Daten zur Langzeitarchivierung strukturiert abgelegt werden können. Eine Suche nach dem Begriff „archaeology“ zeigt jedoch (Stand 2021) eine nicht allzu große Anzahl an Datensätzen. Bei diesen handelt es sich vorrangig um PDF-Dateien von Publikationen. Forschungsrohdaten wurden bislang nur in als eher experimentell zu bezeichnenden Umfang von Kolleg:innen mit Forschungsschwerpunkt in den Digital Humanities hochgeladen.⁸ Die hohe Komplexität und der – in Bezug auf den nötigen Speicherplatz – große Umfang vieler archäologischer Datenbestände lassen vermuten, dass sich die Veröffentlichungen von archäologischen Forschungs(roh)daten vorerst in vielen Fällen eher auf ein nötiges/mögliches Mindestmaß beschränken wird. Eine mit der Vielfalt archäologischer Daten verbundene große Herausforderung ist ein Mangel an etablierten, interoperablen Standards und Terminologien, die in Forschungsprojekten bei der Datenaufnahme berücksichtigt werden könnten. Dies erschwert es, Daten aus bereits durchgeführten Forschungsprojekten nachzunutzen und effizient mit anderen Daten in Bezug zu setzen, selbst wenn sie auf einem Repositorium zur Verfügung gestellt werden. Fortschritte in diesem Bereich könnte, neben Initiativen in kleinerem Umfang, speziell der Aufbau der

⁷ <https://www.fwf.ac.at/de/forschungsfoerderung/open-access-policy/open-access-fuer-forschungsdaten>.

⁸ Vgl. z.B. D. Hagmann, Überlegungen zur Nutzung von PHAIDRA als Repositorium für digitale archäologische Daten. In: Repositorien in Österreich – Status quo und (zukünftige) Herausforderungen, Mitteilungen der Vereinigung österreichischer Bibliothekarinnen und Bibliothekare 71, 2018, 53–69. <http://doi.org/10.31263/voebm.v71i1.1974>

nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) in Deutschland mit sich bringen. Hier ist für die Archäologie insbesondere das – aktuell noch nicht zur Förderung ausgewählte – Konsortium NFDI4Objects relevant.⁹

Besonders wichtig für das Thema von „DigFinds“ sind Forschungsprojekte im Bereich der Archäologie, in denen in den letzten Jahrzehnten – oft unter dem Stichwort „Digitalisierung“ – digitale Plattformen oder digitale Werkzeuge entwickelt wurden. In der Gesamtschau (unabhängig vom Erfolg einzelner Projekte) ergeben sie nach den Recherchen im Rahmen von „DigFinds“ aktuell jedoch ein teils etwas ernüchterndes Bild mit Problemen, die sowohl auf Spezifika der Finanzierung und Struktur von Forschungsprojekten und Forschungsinstitutionen als auch auf technische Probleme und die Vielfalt archäologischer Daten zurückgehen:

- Forschungsprojekte sind befristet, desgleichen die meisten Arbeitsverhältnisse an Forschungsinstitutionen. Nach Ablauf des Projekts bzw. der Anstellungsverhältnisse fehlt es sehr oft an Ressourcen und Anreiz/Möglichkeiten für eine inhaltliche und technische Wartung/Betreuung oder gar eine Weiterentwicklung oder weitere Befüllung von Online zur Verfügung gestellten Werkzeugen und Datenbanken. Mehrmals war zu beobachten, dass bereits knapp (Monate bis wenige Jahre) nach Abschluss eines Projekts kein Zugriff etwa auf Websites mehr möglich war. Zu vermutende Gründe sind Zeitmangel (z.B. für die Freischaltung von Benutzerregistrierungen bei passwortgeschützten Datenbanken für Wissenschaftler:innen) sowie fehlende finanzielle und zeitliche Ressourcen für den laufenden Betrieb und die Behebung technischer Störungen.
- Der Fokus der meisten Fördergeber liegt auf der Entwicklung innovativer Lösungen, nicht auf dem Ausbau bestehender Lösungen und einer langfristigen benutzerfreundlicheren Umsetzung derselben. Die Anwender:innen bzw. der „Markt“ sind in der Archäologie jedoch im Vergleich zu anderen Disziplinen (in den Stakeholder:innengesprächen genanntes Beispiel: Spezialtools für Computerspiele) oft nicht ausreichend zahlreich bzw. finanzstark genug, um unabhängig von Fördergebern eine nutzerfreundliche Weiterentwicklung oder eine Wartung von Lösungen sicherzustellen. In der Praxis scheitert ein breiterer Einsatz mancher Lösungen somit auch an Ressourcen bzw. an Kenntnissen und Ausbildung, die für ihren Betrieb nötig wären.
- Die starke Fokussierung von Forschungsinstitutionen auf (befristete) Projekte, innovative Methoden, teils auch innovative Themen ermöglicht „Digitalisierung“ (im engeren Sinn des Worts) abseits hausinterner Sammlungen in der Regel oft nur in einem eher kleinen Ausmaß, manchmal versteckt als Add-On für den Test neuer Methoden und spezifischer Fragestellungen.
- Die stete Notwendigkeit neuer Projekte/neuer Forschungsfragen führt zu einer laufenden Entwicklung neuer digitaler Werkzeuge und Datenstrukturen/Datenkonvolute, die jedoch oft nur isoliert für einzelne oder wenige Projekte genutzt werden. Dadurch sind des Öfteren Parallelentwicklungen und erneute Aufnahmen von Daten zu beobachten, die in früheren Projekten bereits einmal in ähnlicher Form gesammelt wurden. Die inhaltliche Schnittmenge zwischen unterschiedlichen Forschungsprojekten betrifft dabei insbesondere grundlegende Dokumentations- und Analysedaten zu Fundstellen, Befundkontexten und Funden (bei Datenfeldern, die für die Beantwortung spezifischer Forschungsfragen befüllt werden, ist die Übereinstimmung naturgemäß geringer).
- Ein praxisnahes Angebot von Toolkits oder Standardisierungen, mit denen die vielfältigen (Roh-)Daten aus archäologischen Forschungsprojekten ohne großen Aufwand in miteinander abgleichbaren und einfach nachnutzbaren Formaten aufgenommen und zugänglich gemacht werden könnten, fehlt in vielen Fällen (abgesehen von der Berücksichtigung grundlegender Prinzipien in Richtung Langzeitarchivierung wie etwa der Nutzung von langfristig lesbaren Dateiformaten und Ordnerstrukturen zur Dateiablage sind viele „handgestrickte“ Lösungen zu beobachten). Beispielhafte, auch große Initiativen, über die Inhalte aus der Forschung etwa im semantischen Web zur Verfügung gestellt werden können, existieren; die technische Umsetzung ist im Einzelfall jedoch sehr kostenintensiv, in laufender Entwicklung und erfordert viel Wissen, so dass die Methoden nur in ausgewählten Fällen zum Einsatz kommen. Sie wirken aktuell sowohl in punkto Datenaufnahme als auch Datennachnutzung nicht allzu praxistauglich und nicht ausreichend flexibel für viele Wissenschaftler:innen bzw. Projekte ohne DH-Schwerpunkt.

Die Möglichkeiten für die Entwicklung einer Forschungsdateninfrastruktur etwa mit grundlegenden Daten der österreichischen Archäologie, mit der dieser Zustand verbessert werden könnte, wurden in den Stakeholder:innengesprächen von mit der Materie vertrauten Personen freilich als beschränkt beurteilt, trotz Wünschen in diesem Bereich vor allem von Stakeholder:innen ohne einschlägige Projekterfahrung. Neben großen technischen Herausforderungen aufgrund der Komplexität von Daten, grundlegenden Bedenken gegenüber der Veröffentlichung mancher Daten, der Notwendigkeit einer permanenten/langfristigen Dotierung und einem Mangel an Know-How für die Umsetzung wurde auch zur Sprache gebracht, dass für eine verbesserte

⁹ <https://www.dfg.de/foerderung/programme/nfdi/> (letzter Zugriff 14.12.2021).

Forschungsdateninfrastruktur nötige Kooperationen von Institutionen in Anbetracht ihrer unterschiedlichen Schwerpunkte problematisch sein könnten. Es wurde u.a. ein Mangel an möglichen Trägerinstitutionen formuliert, die einen umfassenderen gesetzlichen Auftrag in diesem Bereich besitzen und denen man gleichzeitig eine langfristig erfolgreiche Umsetzung von kooperativen Projekten zutrauen würde. Manche Organisationen, bei denen man sich per se eine tragende Rolle bei einer besser vernetzten Forschungsdateninfrastruktur erwarten würde, wären mit ihren eigenen Tätigkeiten zu stark ausgelastet, andere wären „erfahrungsgemäß“ nur an „Rosinen“/prestigeträchtigen Piloten interessiert, so dass die langfristige Perspektive eingeschränkt wäre, in manchen Konstellationen wären Friktionen zu erwarten etc. Viele Organisationen hätten aufgrund ihrer Auslastung mit anderen, eigenen Ziele auch kein Interesse/keine Ressourcen für eine verstärkte Zusammenarbeit im Bereich einer größeren digitalen Dateninfrastruktur. Des Öfteren wurden in Stakeholder:innengesprächen Defizite und Wünsche in diesem Bereich dargelegt, gleichzeitig aber auch betont, dass die eigene Institution in diesem Bereich keinen Auftrag hätte oder auch explizit eine andere Institution genannt, die etwas zu leisten hätte, man selbst wäre nicht dafür zuständig. Eine Rolle spielen dürfte hier neben der allgemein teils kompetitiven und in punkto Ressourcen strapazierten Situation in der Archäologie auch die föderalistische Gestaltung Österreichs bzw. ein Mangel an organisatorischen Schnittmengen zwischen Institutionen aus den Bereichen Forschung, Denkmalpflege und museale Sammlungen.

Für letzteres dürfte in Österreich inzwischen durchaus stärkeres Bewusstsein vorhanden sein, wie sich an einer neuen Förderschiene für Drittmittelprojekte in diesem Bereich abzeichnet. Das Förderprogramm „Heritage Science Austria“ der Akademie der Wissenschaften unterstützt Wissenschaftler:innen bzw. kooperative Initiativen an Institutionen wie Bibliotheken, Archiven, Museen, Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Die Förderung ist freilich auf eine Dauer von bis zu 4 Jahren beschränkt und für Forschungsprojekte gedacht. Ausgehend vom in archäologischen Projekten immer wieder zu beobachtenden Sachverhalt, dass vor allem diejenigen Personen miteinander kooperieren, die aus demselben Topf bezahlt werden, wäre für eine ähnliche Kooperation verschiedener Institutionen bei der Entwicklung und Pflege von Dateninfrastrukturen über einen derartigen Zeitraum hinaus neben technischen und inhaltlichen Fragestellungen wohl zumindest die Bereitstellung langfristiger bzw. permanenter zentraler Fördertöpfe günstig.

2.2. SITUATION DENKMALPFLEGE UND GRABUNGSFIRMEN

Der Hauptanlass für das gegenständliche Projekt sind große Mengen archäologischer Funde aus Rettungsgrabungen der letzten Jahrzehnte in musealen Depots, mit denen der Umgang aufgrund der großen Menge und Kubatur schwierig ist. Problemfelder bestehen hier insbesondere in der Finanzierung einer wissenschaftlichen Auswertung sowie beim Fundverbleib.

Eine archäologische Ausgrabung sollte, um fundierte wissenschaftliche Aussagen treffen zu können, nicht nur die Dokumentation von Befunden (z.B. Hausgrundrisse, Gruben, Gräber ...) und die Bergung, Reinigung und Restaurierung der darin enthaltenen Funde umfassen, sondern auch eine wissenschaftliche Vorlage, Auswertung und Interpretation dieser Funde und Befunde, inklusive einer Publikation. Wichtig für viele Fragestellungen sind zudem naturwissenschaftliche Analysen, für die oft bereits bei der Grabung mit einer gezielten Strategie Proben genommen werden müssten. Der für eine umfassende Vorlage bzw. Auswertung sinnvolle Aufwand gestaltet sich im Einzelfall höchst unterschiedlich – eine indikative Größenordnung kann jedoch die manchmal genannte Aussage geben, dass eine sachgemäße Auswertung ähnlich aufwendig ist wie die Durchführung einer Ausgrabung, sich also der Ressourcenaufwand verdoppelt.

Aufgrund dieses hohen Aufwands gibt es daher auch bei Forschungsgrabungen, bei denen eine Fundstelle zumeist ausschnittshaft mit gezielten Fragestellungen untersucht wird, in vielen Fällen große Defizite bei der wissenschaftlichen Auswertung und Vorlage. Noch schwieriger finanzierbar ist dieser jedoch im Fall von Denkmalschutzgrabungen. Hier treten die bei Forschungsgrabungen in kleinen Ausschnitten untersuchten Befunde und Funde oft viel großflächiger und daher zahlreicher zu Tage, etwa im Straßen-, Leitungs- und Siedlungsbau, und müssen unter Zeitdruck geborgen werden, wobei mehrere Akteure beteiligt sind.

Zentraler Ansprechpartner ist die Abteilung für Archäologie des Bundesdenkmalamts. Dieses ist für die Vollziehung des Denkmalschutzgesetzes zuständig, und somit unter anderem für den Schutz von unbeweglichen und beweglichen Denkmalen vor Zerstörung oder Veränderung. Zu diesem Zweck werden Informationen zu archäologischen Fundstellen in einem Archiv sowie in einer Datenbank (archäologische Landesaufnahme) gesammelt. Bei der Planung von Bauvorhaben wird u.a. auf diese Daten zurückgegriffen, um zu klären, ob mit der Existenz von archäologischen Funden zu rechnen ist. Neu zum Vorschein kommende Funde müssen an das Denkmalamt gemeldet werden. Wenn archäologische Fundstellen durch Bauvorhaben von der Zerstörung bedroht sind, wird vom Bundesdenkmalamt in der Regel eine archäologische Untersuchung der betroffenen Bereiche

vorgeschrieben. Ausgewählte, besonders bedeutende archäologische Denkmäler werden unter Denkmalschutz gestellt. Für die Durchführung von archäologischer Maßnahmen wie Ausgrabungen und Prospektionen, für die ein abgeschlossenem einschlägiges Studium Voraussetzung ist, muss eine Genehmigung des Bundesdenkmalamts eingeholt werden, die mit Auflagen verknüpft ist. Dazu zählt unter anderem die Anfertigung einer Dokumentation entsprechend den „Richtlinien für archäologische Maßnahmen“ sowie deren Übermittlung an das Denkmalamt zur Langzeitarchivierung. Die Fundmeldungen und Maßnahmenberichte werden in der jährlich erscheinenden Publikation „Fundberichte aus Österreich“ veröffentlicht.

In diesem breiten Aufgabenfeld finden sich gleich mehrere für das Thema „Digitalisierung“ in der Archäologie bedeutende Projekte:

- Der Aufbau der Datenbank HERIS (Heritage Information System) für die archäologische Landesaufnahme durch das Bundesdenkmalamt ist wohl das größte derzeit durchgeführte Datenbankprojekt in der österreichischen Archäologie. Sie ist für Zwecke der behördlichen Verwaltung vorgesehen, wobei eine Veröffentlichung in Teilen vorgesehen ist (derzeit in Form von Fundstellenpolygonen und ausgewählten Metadaten auf den GIS-Plattformen einzelner Bundesländer). Die Dateneingabe erfolgt durch externe Dienstleister und wird jeweils bezirksweise ausgeschrieben.
- Die Richtlinien für archäologische Maßnahmen enthalten Vorgaben bzw. Standards, welche Daten z.B. bei Grabungen erhoben werden müssen, und in welcher Form. Sie sind in einer digitalen Ordnerstruktur mit zur Langzeitarchivierung geeigneten Dateiformaten an das Bundesdenkmalamt zu übermitteln und beinhalten zusammenfassende Grabungsberichte, Metadaten, Formblätter, vermessungstechnische Daten, Listen zu Befunden und Funden, Beschreibungen, Fotos usw. Sie sind im Jahr 2010 erstmals erschienen und haben zu sehr klar erkennbaren Fortschritten bei Umfang und Vollständigkeit von Grabungsdokumentationen geführt. Sie werden in Arbeitskreisen und Expert:innenrunden laufend weiter entwickelt und umfassen aktuell ca. 120 Seiten.¹⁰
- Die Langform der Maßnahmenberichte, die einen Umfang von max. 50 Seiten aufweisen darf, wird (so nicht anderes gewünscht) im „Digitalen Teil“ der Fundberichte aus Österreich veröffentlicht. Dieser kann mit einem in der Publikation abgedruckten Passwort von der Verlagshomepage heruntergeladen werden. Er hat einen Umfang von bis zu 10.000 Seiten pro Jahr.

Da die in den Richtlinien für archäologische Maßnahmen vorgesehene Ordnerstruktur einen guten Überblick über die wichtigsten bei archäologischen Ausgrabungen anfallenden Daten gibt, sei sie an dieser Stelle wiedergegeben:

01 Deckblatt (*Maßnahmennummer; Maßnahmenbezeichnung; Geschäftszahl des bewilligenden Bescheides des Bundesdenkmalamtes; Durchführungszeitraum der Maßnahme (Datumsangabe); Bundesland; politischer Bezirk/Verwaltungsbezirk; Ortsgemeinde; Katastralgemeinde; Flur/Adresse; Grundstücksnummer(n); Auftraggeber:innen mit vollständiger Adresse; Ausführende:r; Inhaber:in der Bewilligung mit Adresse und Kontaktdaten; Fundverbleib*)

02 Bericht

03 Zusammenfassung

04 Technische Daten (*Liste der verwendeten technischen Geräte wie Vermessungsgeräte, Laserscanner usw. mit Typenbezeichnung; Liste alle für die Erstellung der Dokumentation verwendeten Programme/Software*)

05 SE-Liste

06 SE-Protokollblätter

07 Objektlisten

08 Objektgruppenlisten

09 Planliste

10 Fundliste

11 Maßnahmenprotokoll

12 Vermessungsunterlagen

13 Originalmessdaten und/oder Metadaten Prospektion

14 Maßnahmenpolygon

15 Technischer Gesamtplan

16 Detailpläne

17 Fotodokumentation

18 Darstellung der stratigrafischen Einheiten

19 Bericht zur Konservierung

20 Sonstige Daten

¹⁰ Bundesdenkmalamt (Hrsg.), Richtlinien für archäologische Maßnahmen. 6. Fassung; 1. Jänner 2022; siehe <https://bda.gv.at/publikationen/standards-leitfaeden-richtlinien/richtlinien-archaeologische-massnahmen/>

Vor allem aufgrund der Fotodokumentationen umfassen selbst kleinere Grabungen oft mehrere GB an Daten mit tausenden Dateien. Bei großen Grabungen und speziell bei der immer weiter verbreiteten Anfertigung von fotogrammetrischen 3D-Dokumentationen geht der nötige Speicherplatz in den TB-Bereich.

Seit ca. 2010 erfolgt die Durchführung von „Rettungsgrabungen“ im Vorfeld von Baumaßnahmen privatwirtschaftlich organisiert durch archäologische Dienstleister bzw. „Grabungsfirmen“, die zu diesem Zweck vom Bauträger beauftragt und bezahlt werden („Verursacherprinzip“). Finanziert werden müssen von diesen die in den Richtlinien für archäologische Maßnahmen festgeschriebenen Vorgaben. Nach Aussagen mehrerer Personen aus den Stakeholder:innengesprächen hat sich hier speziell bei den Personalkosten ein großer preislicher Wettbewerb zwischen den Anbietern entwickelt. Unter diesem großen Preisdruck leiden einerseits die Mitarbeiter:innen der Firmen, von denen mehrmals geringe Lohnniveaus beklagt wurden, aber auch andere widrige Arbeitsbedingungen wie hoher Zeitdruck, eine von Vorgesetzten erwartete Nutzung privater PKW etc. Andererseits verhindert er eine umfangreiche Nachbereitung und Auswertung von Grabungen. Auch eine über kurze Zeitungsmeldungen hinausgehende Verbreitung von Informationen an die Öffentlichkeit ist bei Rettungsgrabungen kaum möglich. So wurde in einem Fall als Beispiel erwähnt, dass für eine Grabung mit einer Dauer von 3 Monaten beispielsweise nur 3-4 Tage Zeit für eine Berichtserstellung bleiben würden. Um kompetitiv zu bleiben, könne meist nur ein aus den Richtlinien ableitbares (Mindest-)Maß an Dokumentation angefertigt werden.

Mehrums wurde in den Stakeholder:innengesprächen sehr explizit geäußert, dass darüber hinausgehende Aktivitäten (etwa mehr naturwissenschaftliche Beprobungen und Analysen auf Rettungsgrabungen, intensivere Dokumentation von Funden, umfangreichere Auswertung ...) durch Grabungsfirmen nur möglich wären, wenn sie vom Bundesdenkmalamt für alle Marktteilnehmer:innen vorgeschrieben wären, um eine Verzerrung des Wettbewerbs zu verhindern, und da Firmen bzw. auch deren einzelne Mitarbeiter:innen bereits jetzt unterschiedlich tiefgreifend arbeiten und kalkulieren würden. Teils war damit ein Hinweis verknüpft, dass man als Wissenschaftler:in natürlich schon sehr daran interessiert wäre, auch mehr Material aufzuarbeiten, dies in der Freizeit aber nicht möglich wäre. In einem einzelnen Gespräch wurde die Aussage getroffen, dass eine wissenschaftliche Auswertung keine Aufgabe von Grabungsfirmen sein solle, da deren Personal nicht ausreichend qualifiziert wäre. In einem anderen Gespräch wurde hingegen erwähnt, dass sich in Firmen bei einem entsprechenden Bedarf rasch auch mehr Expertise zur Fundauswertung finden lassen würde, und z.B. in Großbritannien auch Grabungsfirmen eigene Publikationsreihen für monographische Vorlagen hätten. Die Mitarbeiter:innen derselben müssten sich auch nicht erst neu ins Material einarbeiten, wie das bei späteren, nicht an der Grabung beteiligten Bearbeiter:innen der Fall wäre.

Auffallend war, dass von einer in einer Firma arbeitenden Person gleichzeitig mit der Angabe, dass weiterführende Aktivitäten aufgrund der Konkurrenzsituation für alle verpflichtend vorgeschrieben werden müssten, auch die Beschwerde geäußert wurde, dass die Richtlinienstandards laufend steigen würden, aber trotzdem nicht mehr Finanzen zur Verfügung stünden – erste dürften sich also nicht zwangsläufig/unmittelbar auf letztere niederschlagen. Allgemein hielten es die meisten Gesprächspartner:innen aus dem Bereich Bodendenkmalpflege nicht für vorstellbar, dass Bauträger eine umfangreichere Auswertung finanzieren würden; oder wenn, dann nur in Form kleiner Schritte.

Am Rande besprochen wurde, ob es in irgendeiner Form möglich wäre, einen bestimmten Prozentsatz der Kosten einer Ausgrabung für eine Auswertung oder für naturwissenschaftliche Analysen zu reservieren. Ähnliche „Auswertungstaus“ existieren auch in anderen europäischen Ländern, wobei unter anderem die Einrichtung von Stiftungen vorgeschlagen wird, die Grabungsfirmen bei einer umfangreicheren Auswertung unterstützen könnten.¹¹

Als Strukturproblem in Grabungsfirmen wurde erwähnt, dass traditionell in der witterungsgünstigen Hochsaison im Freien auf den Baustellen gearbeitet wird, und die Berichtslegung vorrangig im Winter passiert, wenn die Grabungsbedingungen aufgrund von Regen, Kälte oder gefrorenem Boden erschwert sind. Die Bauträger würden jedoch vorrangig bezahlen, während noch auf ihrer Baustelle gearbeitet wird, Kosten für eine spätere Nachbereitung könnten ihnen nur schwer in Rechnung gestellt werden. Es wäre daher günstig, wenn größere Teile der Nachbearbeitung und Berichtslegung bereits während der Arbeit auf der Baustelle durchgeführt werden. Erwähnt wurde in diesem Zusammenhang, dass digitale Systeme zukünftig helfen könnten, derzeit meist erst im Zuge der „Grabungsnachbereitung“ stattfindende Dokumentationsarbeiten bereits während laufenden Ausgrabungen durchzuführen (z.B. Datenaufnahme mit Tablets und stärker automatisierte Erstellung von Dokumentationsunterlagen).

¹¹ Vgl. Erwin Cziesla, Der Publikations- und Auswertungstaus bei archäologischen Untersuchungen. In: 100. DGUF-Newsletter vom 12.05.2021, https://dguf.de/ausgaben-jan-2020-ff/archive/542-100-dguf-newsletter-vom-12-05-2021?userid=-&tmpl=raw#_Toc71731927.

Als Problematik erwähnt wurde in Bezug auf die Konkurrenzsituation von Firmen, dass selbst bei „checklistenartig“ auf Grabungen abzuwickelnden Dokumentationsschritten ein größerer Spielraum bei der Qualität der Dokumentation besteht (z.B. bei der Definition von Stratifikationseinheiten, bei der Dokumentation von Befundsituation und bei der Beprobung), und dass dieser bei darauffolgenden Auswertungs- und Interpretationsschritten noch größer wäre. So würde etwa die Funddokumentation und anthropologische Begutachtungen i.d.R. nur sehr oberflächlich stattfinden. Auch die Grabungsberichte wären keine wirklich aussagekräftigen Publikationen und auch als Grundlage für eine Präsentation von Funden meist nicht geeignet.

Hier müsste es nach einzelnen Meinungen detailliertere Vorgaben geben. Erwähnt wurde in einem Fall auch, dass prinzipiell ein technisches System, in das alle Firmen ihre Daten einspielen müssten, wünschenswert wäre, speziell, wenn sich damit Prozesse beschleunigen ließen. Eine stärkere Standardisierung und Eingabevorlagen/Anleitungen hätten lt. dieser Einschätzung Vorteile für die Qualität und Einheitlichkeit der Dokumentation, da jede:r Grabungsmitarbeiter:in seine eigene Art hätte, Dinge zu beschreiben, und unterschiedliche Kenntnisse/Erfahrungen. Ein für derartige Zwecke geeignetes digitales System wäre derzeit aber noch nicht vorhanden und es gäbe auch nicht genug Personen, die sich damit auskennen würden. Es müsse sich dabei um eine kommerzielle Lösung handeln, da Open-Source-Produkte derzeit im Alltagsbetrieb nicht ausreichend stabil seien. Erwähnt wurde in einem Gespräch auch, dass neben Dokumentationsstandards klarere Richtlinien/Vorgaben wichtig wären, wie nach dem Abschluss einer Grabungsdokumentation weiter zu verfahren ist.

Hier bedeutet speziell die Problematik des Fundverbleibs einen hohen Aufwand für viele Firmen. Die Menge an Funden, die bei Grabungen anfällt, ist naturgemäß unterschiedlich. Sie werden oft in Bananenschachteln verpackt – bei größeren Grabungen fallen i.d.R. Dutzende bis manchmal hunderte Schachteln an, also beträchtliche Kubaturen.

Archäologische Funde gehören zur Hälfte dem Grundeigentümer und zur Hälfte dem Finder (bzw. dessen Auftraggeber), im Fall von Rettungsgrabungen somit meistens dem Bauherrn. Dieser hat jedoch in den meisten Fällen nicht den Platz bzw. das Interesse, das Fundmaterial zur langfristigen Lagerung zu übernehmen; es liegt faktisch somit meist in der Verantwortung der Grabungsfirmen, einen Platz für die langfristige Lagerung zu finden. Nach allen Schilderungen ist dies mit einem „großen Klinkenputzen“ verbunden, vor allem in Niederösterreich, dem Bundesland mit der größten Zahl an Ausgrabungen. Bis etwa 2010 wurden die Funde aus Rettungsgrabungen hier größtenteils vom Bundesdenkmalamt übernommen; zwischen 2010 und 2017 in Teilen von den Landessammlungen Niederösterreich. Dies führte bei letzteren zu einem starken Anwachsen der nötigen Depotflächen (je nach Berechnungsmethode erhöhte sich der Platzbedarf um ca. 50 bis 100 %) ¹² und in weiterer Folge aufgrund der damit verbundenen Kosten zu einer stärkeren Zurückhaltung bei Übernahmen von Fundmaterial. Um Platz in den eigenen zur Zwischenlagerung eingerichteten Depots zu schaffen müssen Firmen in der aktuellen Situation nach jeder Grabung aufs Neue in Gemeinden, Museen, bei Bauträgern etc. nach einer Institution suchen, die die Funde auf eigene Kosten langfristig zur Lagerung übernimmt, was zu einer stärkeren Zerstreuung (und dadurch auch Gefährdung) des ausgegrabenen archäologischen kulturellen Erbes führt. Inhaltlich wäre es sinnvoll, die Funde in möglichst großen Institutionen mit einer archäologischen Fachbetreuung einzulagern, die Expertise zum Umgang mit den Objekten besitzen und bei denen die Chance auf einen langfristigen Bestand hoch ist. Vor allem bei kleiner Sammlungen, z.B. in Gemeinden, lokalen Museen, oder bei einer Verwahrung von Grabungsfunden durch Firmen und Privatpersonen (letzteres ist nach Schilderungen nur sehr selten der Fall), ist erfahrungsgemäß damit zu rechnen, dass Fundbestände im Lauf der Jahrzehnte verloren gehen können bzw. entsorgt werden. In der Realität dürfte sich nach den Schilderungen in den Gesprächen jedoch oft gar keine Institution finden, die ein Material übernimmt, so dass die Objekte öfters bei den Grabungsfirmen verbleiben. Nicht zugestimmt wird Wünschen nach einer Zerstückelung von Fundkomplexen (z.B. alleinige Übernahme von Sonderfunden). Sehr wohl abgetrennt und an Institutionen mit entsprechendem Forschungsschwerpunkt übergeben wurde/wird jedoch des Öfteren naturwissenschaftliches Probenmaterial (z.B. Knochen von Menschen und Tieren, Hölzer, botanische/palynologische/sedimentologische Proben), was zu einem hohen Rechercheaufwand führen kann, wenn derartiges Material für Forschungsprojekte benötigt wird.

Relevant ist bei Fundübernahmen auch eine formelle Abklärung der Eigentümerschaft sowie der Nutzungsrechte von Grabungsdokumentationen und Abbildungen. Mit wie viel Aufwand bzw. wie sorgfältig hier vorgegangen wird, liegt meist in der Verantwortung der Institutionen, die das Material zur Lagerung übernehmen. Bezüglich Nutzungsrechte etc. dürfte es inzwischen zumindest teilweise auch Regelungen in den Verträgen zwischen Grabungsfirmen und Auftraggeber:innen geben. Einzelne große Auftraggeber:innen sind hier nach Schilderungen zumindest in Bezug auf Aspekte der Öffentlichkeitsarbeit recht heikel, was etwa zu Aufwand bei der Einholung von Nutzungsgenehmigungen für Abbildungen führen kann.

¹² Vgl. J. Maurer, Fundbestand Denkmalschutz. Statistiken und Möglichkeiten. In: A. Lausegger, S. Sam (Hrsg.), Tätigkeitsbericht 2019 der Landessammlungen Niederösterreich und des Zentrums für Museale Sammlungswissenschaften, St. Pölten 2020, 41–43

Auffallend waren in den Stakeholder:innengesprächen Hinweise von Wissenschaftler:innen aus Grabungsfirmen, dass sie sich mehr Respekt und eine bessere Zusammenarbeit zwischen Grabungsfirmen und Universitäten/Forschungsinstitutionen wünschen. Als interessante Initiative ist hier das 2021 gestartete FWF-Projekt „Lost or Found? Mikroarchäologie bei Rettungsgrabungen“ zu nennen, in dessen Rahmen Grabungsfirmen angeboten wird, spannende archäologische Befunde mikromorphologisch zu beproben.¹³ Dies fügt sich in die Diskussion, dass großflächige „Rettungsgrabungen“ teils ganz andere Möglichkeiten zur Beantwortung archäologischer Forschungsfragen besitzen als kleinflächige/ausschnittthafte Forschungsgrabungen.¹⁴

2.3. SITUATION MUSEALER SAMMLUNGEN MIT ARCHÄOLOGISCHEN FUNDEN

Da in den meisten Regionen Österreichs archäologische Funde entdeckt wurden und werden, sind solche auch in sehr vielen musealen Sammlungen von lokaler bis nationaler Reichweite enthalten, abgesehen von einzelnen archäologiespezifischen Museen oft als ein Sammelgut unter mehreren. Organisatorisch ist mitunter zwischen einzeln inventarisierten Funden sowie großen Grabungskonvoluten zu unterscheiden. Zu den einzeln inventarisierten Funden zählen in der Regel Zufalls- und Oberflächenfunde einzelner Objekte sowie Funde aus (meist älteren) Ausgrabungen, die oft einen eher geringen Umfang hatten oder nur fragmentarisch erhalten sind. Ihnen gegenüber stehen in vielen Fällen große, in Bezug auf Fundzahlen und Kubatur beeindruckende Konvolute aus langjährigen Grabungsprojekten einzelner Häuser und aus Forschungs- und Rettungsgrabungen vor allem der letzten Jahrzehnte (siehe vorheriges Kapitel). Diese beinhalten oft tausende und manchmal zehntausende/hunderttausende einzelne Objekte, darunter repräsentative Ausstellungsobjekte, aber vor allem auch fragmentierte Keramik, Tier- und Menschenknochen, Steingerölle und Erdproben etc., deren Wert vorrangig aus den daraus gewinnbaren wissenschaftlichen Aussagen besteht.

Neben archäologischen Funden bzw. Fundkomplexen ist in musealen Sammlungen zumeist auch archäologisch relevantes Dokumentationsmaterial vorhanden. Es kann sowohl analoge, digitalisierte als auch nativ-digitale Daten enthalten. Dazu zählen nicht nur Inventarbücher, sondern auch analoge und digitale Grabungsdokumentationen, Fotos/Dias sowie Unterlagen zu Fundstellen und Fundberichten. Die letzteren sind oft in Form sogenannter „Ortskarten“ nach Katastralgemeinden gegliedert abgelegt und beinhalten mitunter auch Informationen zu Funden und Fundstellen, von denen in der Sammlung keine Funde verwahrt werden. Für archäologische Fragestellungen relevant sind auch Daten zur Forschungsgeschichte der jeweiligen Sammlungen. Weitere archäologische Daten in Sammlungsinstitutionen gehen oft auf Forschungsprojekte (siehe Kapitel 2.1), Ausstellungs-/Buchproduktionen und Nutzeranfragen zurück.

Besonders bedeutsam in Bezug auf das Stichwort „Digitalisierung“ ist im Bereich der Sammlungsverwaltung vor allem die Führung eines digitalen Inventars. Ein solches wird inzwischen vom überwiegenden Teil der österreichischen Museen betrieben.¹⁵ In vielen Fällen handelt es sich um eine laufende Arbeit, manchmal ist die digitale Inventarisierung zumindest des Altfundbestands weitgehend abgeschlossen. Speziell bei den größeren und mittleren, aber auch bei kleineren Sammlungen besteht oft bereits eine recht lange Tradition der digitalen Inventarisierung. Genutzt werden in der Regel angekaufte Inventarprogramme, die konzeptuell für eine Einzelobjektinventarisierung vorgesehen sind. Seltener werden Eigenentwicklungen, etwa in Form von Access-Datenbanken, verwendet. Die von den Museen genutzten Eingabemasken/Datenfelder und Terminologien – so solche in den Inventaren spezifisch für die Archäologie angelegt wurden – wurden zumeist selbst gestaltet, auch wenn sich die Systeme naturgemäß in vielen Punkten ähneln. In vielen Fällen werden die Funde bei der Inventarisierung auch mit Digitalfotos dokumentiert, andere digitale Daten wie z.B. 3D-Modelle sind nur in Ausnahmefällen vorhanden bzw. verknüpft.

Manchmal existieren zusätzlich zu einem zentralen Inventarprogramm auch weitere systematisch geführte Listen oder Datenbanken zur Bestandserfassung. Auch aus Forschungsprojekten und aus Grabungsdokumentation sind Objektlisten vorhanden. Für eine wissenschaftliche Auswertung bzw. Darstellung von archäologischen Ausgrabungsfundkomplexen eignet sich eine Einzelfundinventarisierung in einem Inventarprogramm nur sehr eingeschränkt. Ob es sinnvoll und technisch möglich ist, Daten aus im Rahmen von Forschungs- und

¹³ Vgl. <https://www.uibk.ac.at/archaeologien/forschung/projekte/trebsche-peter/lost-or-found/lost-or-found.html>

¹⁴ Vgl. Harald Stäuble: Ein Kommentar zum Thema: "Rettungsgrabungen / Forschungsgrabungen: Graben wir das Richtige? Graben wir zu viel Überflüssiges?", In: 100. DGUF-Newsletter vom 12.05.2021, https://dguf.de/ausgaben-jan-2020-ff/archive/542-100-dguf-newsletter-vom-12-05-2021?userid=-&tmpl=raw#_Toc71731907

¹⁵ Ca. zwei Drittel der Museen in einer 2019 publizierten Umfrage in österreichischen Museen, vgl. Wolfgang Muchitsch (Hrsg.), Das Museum im Digitalen Raum. Zum Status quo in Österreich. Museumsbund Österreich 2019. S. 14.

Grabungsprojekten durchgeführten Materialaufnahmen in ein Inventarprogramm einzuspielen, muss im Einzelfall beurteilt werden. Mögliche Gründe dafür, Daten in einem anderen System aufzunehmen und nur ein Extrakt ins zentrale Inventarprogramm einzuspielen, ist eine für viele Forschungsfragen nötige größere Flexibilität bei der Definition der Datenfelder, die Ortsungebundenheit (im Fall lokal installierter Inventarsysteme), eine verbesserte Nachnutzbarkeit der Daten (bei als „Datensilo“ zu bezeichnenden Inventarprogrammen) und eine beschleunigte Datenaufnahme. Bei letzterer gibt es in den Routinen mancher Häuser sicherlich Potenzial, den nötigen Arbeitszeitaufwand mit digitalen Methoden zu verringern – so wurde etwa in Stakeholder:innengesprächen vermerkt, dass z.B. die Aufnahme bestimmter vorgesehener Metadaten, das Umbenennen von Dateien und die Bedienung von Inventarmasken (etwa bei nötigen Mehrfacheingaben von Daten) oft unverhältnismäßig viel Zeit kosten. Es können bei einer externen Einspielung von Daten in Inventare jedoch auch schnell große Probleme entstehen, etwa in Form inhomogener Daten, in Form von umfangreichen, wenig sinnvoll nutzbaren Datensätzen etwa bei einer unkritischen Übernahme von für Statistiken erhobenen Daten aus Forschungsdatenbanken oder auch durch einen großen Aufwand, der für eine externe Einspielung bei manchen Inventarprogrammen nötig ist.

In wenigen Institutionen (hpts. außerhalb von AT), speziell solchen, bei denen sowohl die Durchführung von archäologischen Ausgrabungen als auch die Sammlungsverwaltung organisatorisch in einer Hand liegen, finden sich statt den für museale Sammlungen typischen Inventarprogrammen auch andere Arten von Inventaren, etwa mit digitalen Systemen, in denen sowohl Daten der Grabungsdokumentation als auch zur Lagerung enthalten sind.

In mehreren Stakeholder:innengesprächen wurden Punkte genannt, die auf Schwierigkeiten bei der Nutzung sowie Aktualisierung derartiger Datensammlungen hinweisen, deren Beginn oft auf das 20. Jh. zurückgeht. Speziell bei kleineren Museen mit Brüchen oder Lücken bei der IT-Betreuung sind sehr grundlegende Aspekte wie Datensicherheit, Zugangsdaten und Lizenzen ein Thema, das mitunter sogar zum Verlust von Inventardatenbanken führen kann. Aus diesem Grund werden von Museumsverbänden in den österreichischen Bundesländern inzwischen teils online zugängliche, zentral gewartete Inventardatenbanken betrieben.¹⁶ Aber auch in großen Häusern sind inzwischen oft veraltete, nicht mehr uneingeschränkt nutzbare „legacy“-Datenbestände vorhanden. Die Stimmigkeit und Nutzbarkeit von Systemen dürfte in vielen Sammlungen unter anderem mit dem digitalen Verständnis von Abteilungsleiter:innen und der Nähe zu IT-Abteilungen in Zusammenhang stehen. Auffallend sind bei manchen Institutionen jedoch auch teils recht komplexe, technisch inzwischen veraltete Datenbankprojekte und Programme, bei denen eine Aktualisierung oder Langzeitarchivierung einigen Aufwand bedeuten dürfte.

Historisch wurden die meisten Inventare zur internen Verwaltung und Recherche angelegt. Inzwischen besteht jedoch immer häufiger der Wunsch, sie auch über das Internet der Wissenschaft und einer breiteren Öffentlichkeit sichtbar und zugänglich zu machen und sie in größere Datenverbünde einfließen zu lassen. Diese Verschiebungen der Zielgruppe führt sowohl technisch als auch inhaltlich zu Herausforderungen bezüglich der Nachnutzung bestehender Daten sowie zu neuen Erfordernissen bei laufenden Inventarisierungen. Bei bestehenden Datensätzen ist die Qualität und der Umfang der Daten oft heterogen. Der technisch nicht triviale Wunsch nach einer gemeinsamen Durchsuchbarkeit und Vernetzung von Daten verschiedenen Sammlungen lässt eine stärkere Normierung von Datenfeldern und Begrifflichkeiten wünschenswert erscheinen – ein Thema, bei dem in der Archäologie aktuell umfassendere Lösungen fehlen (im Gegensatz etwa zur Numismatik, wo in Gremien gesteuerte Terminologien und Datenverbünde existieren, die mit Inventaren in Bezug gesetzt werden können). Aufgebracht wurde in den Stakeholder:innengesprächen auch die Frage, ob eine Inventarisierung archäologischer Objekte nur durch ausgebildete Archäolog:innen passieren sollte, oder ob sie, so wie in vielen kleinen Sammlungen der Fall, auch durch interessierte Laien erfolgen kann, die dafür Hilfestellungen und Ansprechpartner:innen benötigen.

Eng verknüpft ist mit dem Begriff „Digitalisierung“ inzwischen das Thema stärkere Sichtbarkeit und Transparenz von Sammlungen gegenüber der Öffentlichkeit. Digitalisierung richtet sich stärker als früher an ein Publikum. Weiter verbreitet ist inzwischen auch die Erkenntnis, dass speziell für Digitalisierungsprojekte bzw. Projekte mit digitalen Technologien klar definierte Zielgruppen und Strategien nötig sind sowie Überlegungen zum Nachnutzungspotenzial. So kann beispielsweise eine Veröffentlichung bzw. Digitalisierung von Sammlungsinhalten als Forschungskatalysator wirken und eine Nachfrage erzeugen.

Der Fokus auf die Nutzung von Daten führte neben neuen Initiativen für einen breiteren Zugang zu Grundlagendaten für Öffentlichkeit und Forschung zuletzt auch zu einem Schwerpunkt bei der Anfertigung „qualitativer“ Digitalisate sowie zur Nutzung digitaler Methoden und Inhalte im Bereich Vermittlung, Interaktion und Partizipation. Der Fokus liegt im digitalen Bereich inzwischen oft stärker auf der Nutzung von Daten als auf der Datenaufnahme per se. Da in musealen Sammlungen ein breites Aufgabenspektrum existiert und viele Tätigkeiten zu erledigen sind, ist die Priorität, in der „Digitalisierung“ in Form von Inventarisierung stattfindet, sehr

¹⁶ Vgl. z.B. <https://www.oemuseen.at/verbund-ooe-museen/projekte/museumskollektor>; <https://www.noemuseen.at/dipkatalognoemuseen/>; <https://www.kultur.steiermark.at/cms/ziel/160899919/DE...>

unterschiedlich. So sie nicht ehrenamtlich betrieben wird oder als „Nebenprodukt“ in Forschungsprojekten angefertigt wird, stammt die Finanzierung dafür meist aus hausinternen Mitteln.

2.4. SITUATION MUSEALE PRÄSENTATION, VERMITTLUNG, PARTIZIPATION

Der Schwerpunkt auf die Nutzung von digitalen Daten führt von der Bodendenkmalpflege und der Verwaltung bzw. Erforschung von musealen Sammlungen hin in Richtung Präsentation, Vermittlung und Interaktion mit unterschiedlichsten Zielgruppen vor allem der breiteren Öffentlichkeit. Das Thema hat in der Archäologie schon seit langem hohe Bedeutung, steigt jedoch nach wie vor in der Relevanz, zuletzt unter anderem auch in der Forschung im Rahmen von europaweiten Bemühungen um eine verbesserte Wissenschaftskommunikation, die sich auch in immer mehr Förderinstrumenten niederschlagen. Über das Internet und durch die Nutzung neuer Methoden kann über das bestehende Publikum hinaus auch mit neuen Zielgruppen in Kontakt getreten werden.

An und für sich kann das öffentliche Interesse an der Archäologie jedenfalls als hoch bezeichnet werden und das Fach hat ein sehr gutes Ausgangspotenzial für viele öffentlichkeitswirksame Aktivitäten. Da sich vor allem die Bereiche Forschung, Sammlung und Vermittlung vorrangig aus öffentlichen Mitteln und nicht über einen Markt finanzieren, ist dieser Sachverhalt außerordentlich wichtig. Mit dieser von Archäolog:innen laufend beobachteten positiven Ausgangsbasis ist es umgekehrt allerdings teils verblüffend, wenn wenig Wissen, Bewusstsein und Verständnis für das Thema existiert. Das Fach wird von vielen als spannend, aber auch als exotisch empfunden. Es wird hpts. mit einzelnen berühmten Fundstellen, Museen und Nachrichtenmeldungen in Verbindung gebracht. Selbst Privatpersonen, die sich bereits intensiver mit dem Thema auseinandergesetzt haben, sind oft erstaunt, wenn sie erfahren, dass es z.B. auch aus ihrem Heimatort archäologische Funde gibt (was abseits von den für Landwirtschaft ungeeigneten Gebieten in den meisten Regionen Österreichs der Fall ist). Teilweise Erklärungen könnten sein, dass das Thema in den Lehrplänen von Schulen i.d.R. nur am Rand gestreift wird, dass aus Angst vor Plünderungen traditionell recht zurückhaltend mit Lageinformationen zu konkreten Fundstellen umgegangen wird und dass bei Denkmalschutzgrabungen oft keine Informationsweitergabe an die Öffentlichkeit stattfindet. Informell behauptet wird von Kolleg:innen mitunter auch, dass das österreichische Kulturangebot aus anderen Epochen und Disziplinen dermaßen dicht wäre, dass die Archäologie darunter zu leiden hätte. Es ist somit sehr wünschenswert und wichtig, Inhalte und den Mehrwert des Faches noch stärker nach außen zu transportieren.

Genutzt wird dazu im musealen Bereich unter anderem ein wachsendes Spektrum an digitalen Methoden und Settings. In Ausstellungen und Museen sind etwa digitale Rekonstruktionen und Installationen enthalten, rekonstruierte Lebensbilder wieder stärker im Kommen, manchmal unter Einsatz von AR/VR-Anwendungen; auch Audio-/Multimediaguides und Apps sind stark verbreitet. Elementare Instrumente vieler Museen sind Webseiten und Social-Media-Auftritte; virtuelle Museumsrundgänge geben einen Einblick, was einen vor Ort erwartet.

Newsletter, Blogs, Podcast, Spiele, Webapplikationen etc. bedienen eine breite Palette an Nutzer:innen, auch unabhängig von konkreten Sammlungen findet Archäologie hier Aufnahme in ein Unterhaltungsangebot. Größere Schnittmengen existieren auch mit dem Tourismus, für den nicht nur Museen, sondern auch Fundstellen wichtige Ausflugsziele darstellen. Auch bei diesen spielen digitale Inhalte, die beispielsweise über QR-Codes eingeblendet werden können, eine Rolle. Als Endgerät kommt aktuell aufgrund ihrer weiten Verbreitung und Nutzung vor allem Smartphones eine wichtige Rolle zu.

Bedeutsam sind digitale Techniken auch in partizipativen oder kollaborativen Projekten von Archäolog:innen und Laienforscher:innen. So werden etwa im Bereich Citizen Science des Öfteren digitale Tools und Kommunikationsmittel genutzt, die einen einfacheren Kontakt und Datenaustausch zwischen den Beteiligten ermöglichen. Auch Crowdsourcing mit Hilfe digitaler Methoden kann in diesem Zusammenhang als Stichwort genannt werden.

Digitalisate können in verschiedener Form sehr gut genutzt werden, um Bürger:innen eine stärkere Teilhabe am kulturellen Erbe zu ermöglichen („*Digitisation helps us let go of the absolute authority to create the meaning of an object in our collection*“¹⁷). Quasi als Gegenpol dazu wird in Anbetracht der Informationsflut im Internet des Öfteren aber auch auf die Notwendigkeit von gut kuratierten Informationen im selbigen hingewiesen.

Mehrmals erwähnt wurde in Stakeholder:innengesprächen auch die Konzeption von rein virtuellen Ausstellungen und Museen. Die Idee wurde in den Stakeholder:innengesprächen von manchen Personen als sehr interessant empfunden, von anderen als massive Bedrohung, da dadurch den im analogen Raum vorhandenen Museen

¹⁷ Antje Schmidt, vgl. <https://medium.com/neocollections/digitisation-helps-us-let-go-of-the-absolute-authority-to-create-the-meaning-of-an-object-in-our-61cfb2b53bb8>

Besucher:innen abhandeln können. Bei einer Online-Konferenz, bei der das Thema diskutiert wurde, war eine zusammenfassende Einschätzung, dass, da Museumsbesuche auch soziale Events darstellen, in absehbarer Zeit wohl nicht damit zu rechnen ist, dass der virtuelle Raum einen völligen Ersatz für physische Museumsbesuche darstellen kann. Mögliche neue Geschäftsfelder sind im digitalen und hybriden Raum aber jedenfalls auch in der Kulturvermittlung vorhanden, etwa in Form von MOOCs (Massive Open Online Courses) oder Live-Führungen¹⁸ über das Internet. Ein besonders bedeutender Aspekt in der Archäologie ist hier u.a. die Zusammenarbeit mit Schulklassen – in diesem Feld haben digitale/hybride Formate für die Zusammenarbeit in Anbetracht der gedrängten Lehrpläne besonders hohes Potenzial.

3. AUSGEWÄHLTE STICHWORTE UND HINWEISE

Bei den Rechercharbeiten für das Projekt traten immer wieder einige Themen und Stichworte in Erscheinung, die als breiterer Kontext für die Auswahl von Projektideen bzw. für deren Entwicklung wichtig sind. Es wurde entschieden, sie in eigenen Kapiteln kurz darzustellen.

3.1. DIGITALE STRATEGIEN

Strategien legen langfristige Ziele und einen Handlungsrahmen fest. Nach einer Erhebung des Jahres 2019 hatten zu diesem Zeitpunkt 18 % der hauptamtlich und 4 % der ehrenamtlich betriebenen Museen eine digitale Strategie.¹⁹ Das Thema „digitale Strategie“ ist zuletzt unter anderem auch in Tagungen zum Thema Museum und „Digitalisierung“ in den Vordergrund gerückt, wohl speziell aufgrund der Covid19-Pandemie, in der oft recht spontan neue digitale Projekte gestartet wurden. Da es auch bei kurzfristigen digitalen Projekten nötig ist, sie in eine langfristige Strategie einzubetten, wurde durch die Pandemie verstärkt sichtbar, wer bereits eine solche besitzt.

Für die Ausarbeitung von Digitalisierungsstrategien in Kulturinstitutionen wird als erster Schritt eine Analyse des Ist-Zustands empfohlen. Dies betrifft die Institution und ihr Umfeld, bestehende digitale Angebote sowie die Zielgruppen der Institution (Was kann, soll und möchte man, wo will man hin, wen möchte man erreichen ...). Darauf aufbauend sollten in einem Team Leitlinien entwickelt werden, wobei es wichtig ist, dass sowohl die Leitungsebene der Institutionen als auch Mitarbeiter:innen involviert sind, im Rahmen etwa von Workshops ggfs. auch weitere Zielgruppen/Stakeholder:innen. Daraus sollte eine schriftliche Strategie formuliert werden.²⁰

Eine Herausforderung ist, dass die Festlegung von Digitalisierungsstrategien aufgrund der zahlreichen Veränderungen, die „Digitalisierung“ bzw. digitale Methoden mit sich bringen, oft auch Change-Prozesse in Institutionen begleitet oder initiiert. Interessant sind in dieser Hinsicht unter anderem „Digital maturity models“, die die Struktur von digitalen Teams in Institutionen klassifizieren. Lt. Tagungsvorträgen und Literatur geht hier der Trend von Organisationsformen wie „Outsourcing“, der Existenz einzelner dezentralisierter Ansprechpartner:innen oder eines zentralen IT-Departments in Institutionen weg in Richtung einer „Hub and spoke“-Organisation (zentrale Einheit koordiniert kleinere Teams in anderen Abteilungen) oder einer holistischen Organisation (digitale Aktivitäten gezielt über die ganze Organisation verteilt, mit enger departmentübergreifender Zusammenarbeit/Kommunikation/Schnittstellenmanagement; auch ganzheitlicheres Verständnis von analogen und digitalen Produkten).²¹ Ein solcher Prozess in Richtung höhere „digital maturity“ muss in Institutionen von oben ausgehen, benötigt gleichzeitig aber auch Bewusstsein und Willen bei den Mitarbeiter:innen der Institutionen, wofür oft viel Überzeugungsarbeit nötig bzw. eine intensive Partizipation derselben in der Entwicklung von Vorteil ist (auf den Punkt gebracht mit dem Satz „*Culture eats strategy for breakfast*“, wobei mit culture die Unternehmenskultur gemeint ist). Wichtig ist auch, dass die Strategie mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen tatsächlich erreichbar ist.²⁰

¹⁸ Vgl. z.B. das im Zuge der Corona-Krise gestartete Format „*Live-Führungen durch Dauerausstellung für Familien und Schulklassen – Pay what you want*“ des LWL-Museum für Archäologie (<https://www.lwl-kultur.de/de/kultur-digital/>).

¹⁹ Wolfgang Muchitsch (Hrsg.), *Das Museum im Digitalen Raum. Zum Status quo in Österreich*. Museumsbund Österreich 2019. S. 11.

²⁰ Vgl. A. Schoder, *Let's get Digital: Zur Entwicklung einer Digitalstrategie für Museen*. 9. Juli 2019. <https://musermeku.org/digitalstrategie/>

²¹ Vgl. K. Price/D. James, *Structuring for digital success: A global survey of how museums and other cultural organizations resource, fund, and structure their digital teams and activity*. April 18th, 2021. <https://mw18.mwconf.org/paper/structuring-for-digital-success-a-global-survey-of-how-museums-and-other-cultural-organisations-resource-fund-and-structure-their-digital-teams-and-activity/>

3.2. ZIELE UND ZIELGRUPPEN

Bedeutsam bei der Einleitung und Umsetzung von digitalen Projekten ist insbesondere die Beschäftigung mit Zielen und Zielgruppen bzw. deren Bedürfnissen. Ein vorgeschlagener Entwicklungspfad verläuft hier entlang der Achse „Know why“ → „Know for whom“ → „Know how“.

Im Rahmen von „DigFinds“ wurden des Öfteren u.a. ältere digitale Projekte entdeckt, bei denen diese Punkte offensichtlich wenig berücksichtigt wurden; und bei denen z.B. zahlreiche Daten aufgenommen wurden, die nun aus verschiedenen Gründen aber wenig genutzt werden. In diesen Fällen wurde zwar „output“ produziert (z.B. zahlreiche Daten), aber nur wenig „outcome“.

Der digitale Raum ermöglicht in vielen Fällen einen neuen, anderen oder einfacheren Zugang zu manchen Zielgruppen; umgekehrt gibt es aber auch Gruppen, etwa ältere Personen, die oft schwieriger zu erreichen sind, und es kann aufgrund der geringen Ortsgebundenheit zu einem größeren Wettbewerb kommen. Um die Bedürfnisse der Zielgruppen zu erheben, empfiehlt es sich, diese in der Entwicklung mit einzubeziehen und zu befragen, weshalb speziell in Digitalprojekten sehr häufig partizipative Formate zu finden sind. Auch Nachnutzungskonzepte von Daten – etwa mit anderen Zielgruppen – sollten bei der Planung von Digitalisierungsprojekten mitüberlegt werden. Ein mehrmals – speziell von Forscher:innen – in Bezug auf Zielgruppen angesprochener Punkt ist auch die Entwicklung mehr- bzw. englischsprachiger Angebote, um auch international wahrgenommen zu werden.

3.3. PROJEKTRÄGER UND ZUSAMMENARBEIT

In mehreren Stakeholder:innengesprächen wurde als Problem vieler Digitalisierungsprojekte erwähnt, dass jeder „sein eigenes Süppchen“ kocht. Darauf bezugnehmend wurden des Öfteren Wünsche in Richtung einer stärkeren „Standardisierung“ und „Zusammenarbeit“ formuliert.

Standards (siehe auch Kap. 6.2) sind ressourcenintensiv in der Entwicklung, bedürften einer langfristigen zentralen Steuerung, und es kann schwierig sein, bestehende Daten und Systeme daran anzupassen. Wo dzt. Standardisierungen bestehen, handelte es sich ursprünglich oft um ein Projekt einer einzelnen Institution oder eines kleinen Konsortiums, dessen Schema von weiteren Institutionen übernommen wurde. In den letzten Jahren sind vermehrt auch größere Vorhaben zur Etablierung von Standards durch Verbünde zu beobachten – in vielen Fällen haben sie jedoch keinen spezifisch archäologischen Inhalt. In der Archäologie sind Standards in Österreich hpts. in Form von amtlichen Richtlinien bzw. Leitfäden im Bereich der Denkmalpflege zu finden.

Für manche Wünsche, etwa solche in Richtung einer gemeinsamen Infrastruktur zu archäologischen Daten, wurde in Gesprächen ein Mangel an geeigneten Projektträgern mit langfristiger Finanzierung, Know-How, gesetzlichem Auftrag und Willen formuliert (siehe S. 12). Gut erkennbare Faktoren, die die Zusammenarbeit im Einzelnen erschweren können, sind offensichtlich unter anderem unterschiedliche Aufgaben und Zielgruppen, Föderalismus, mangelnde/befristete/unterschiedliche Finanzierungen bzw. auch eine allgemeine Wettbewerbs- bzw. Konkurrenzsituation.

Trotzdem, oder gerade deswegen, kam speziell in Tagungsvorträgen zum Thema öfters zur Sprache, dass Zusammenschlüsse von Institutionen wichtig sind, um im Netz nicht unterzugehen, nicht nur mit interdisziplinären Playern, sondern auch mit anderen Institutionen. Digitales Inseldenken sollte vermieden werden – auf diese Erkenntnis zurückgehend enthalten viele Initiativen und auch Förderinstrumente Stichworte wie Austausch/Vernetzung/Verbünde/Zusammenschluss etc. Speziell größere Standardisierungsprojekte erscheinen noch am ehesten möglich in Form von institutionsübergreifenden, je nach Fragestellung auch interdisziplinär ausgerichteten Entwicklungsgremien und Verbänden. Neue Formen von Zusammenarbeit bzw. mehr Schnittstellenmanagement und verbesserte Kommunikation sind für manche Gebiete des Themas „Digitalisierung“ somit nicht nur innerhalb von Institutionen (siehe Kap. 3.1), sondern auch zwischen Institutionen nötig. Ein wesentlicher Aspekt ist dafür offensichtlich auch die Vernetzung von Personen und Ansprechpartner:innen.

In Bezug auf eine stärkere Zusammenarbeit/Austausch besonders auffällig waren in den Stakeholder:innengesprächen speziell Wünsche von Mitarbeiter:innen aus dem Bereich von Grabungsfirmen, die sich mehr Ressourcen bzw. mehr Augenhöhe in der Zusammenarbeit mit anderen Bereichen archäologischer Forschung wünschen.

3.4. NUTZUNGSRECHTE, OPEN DATA, FAIR ETC.

Ein Themenfeld, dass in den letzten Jahren, nicht zuletzt aufgrund der weiteren Verbreitung digitaler Methoden, auch in der Archäologie an Bedeutung gewonnen hat, betrifft Fragen zu Datenzugriffen und Nutzungsrechten. Speziell Urheberrecht ist ein Thema, dass laut manchen Erzählungen aus den Stakeholder:innengesprächen noch nicht lange im Fokus steht, woraus teils auch ein Mangel an grundlegenden Kenntnissen bzw. Verwirrungen bei Begrifflichkeiten und Verunsicherung resultieren. Auffällig war hier eine recht breite Spannweite in Aussagen unterschiedlicher Personen, von der Einschätzung, dass in der Archäologie das Thema in der Praxis niemanden interessieren würde hin zu Ratschlägen, nach denen man ob der Komplexität des Themas möglichst immer Jurist:innen beiziehen solle.

Jedenfalls bei der Verwendung von Bildmaterial in Fachpublikationen wird zusehends strenger darauf geachtet, dass für alle Grafiken Nutzungsrechte vorliegen, nicht zuletzt aufgrund von Schwierigkeiten bei Präzedenzfällen, bei denen dies nicht der Fall war. Dies ist lt. Erwähnungen in den Stakeholder:innengesprächen des Öfteren für alle Beteiligten mit hohem Aufwand verbunden. Dazu zählt einerseits der Zeitaufwand für die Recherche nach den passenden Ansprechpartner:innen sowie die Kontaktaufnahme mit denselben. Andererseits scheint es im Fall einzelner größerer Institutionen mit eigenen Repro- oder Rechtsabteilungen auch ein bedeutender administrativer bzw. zeitlicher Aufwand zu sein, die entsprechenden Genehmigungen formal zu erteilen oder z.B. Ausnahmegenehmigungen für einen kostenfreien Abdruck von Bildern zu bekommen (geschildert wurde in einem Fall z.B. ein mehrfach unterschriebenes, genähtes Vertragsdokument als nötiger Nachweis für die Nutzung einer Grafik in einer internationale Fachzeitschrift; in einem anderen hoher Zeitaufwand für die hausinterne Begründung einer kostenfreien Nutzungserlaubnis). In diesem Bereich ist jedenfalls sowohl in der Forschung als auch in der Öffentlichkeit ein Bedarf an frei zugänglichen Digitalisaten z.B. zu Objekten aus archäologischen Sammlungen zu erkennen. Speziell bei Personen aus dem Bereich der öffentlichen Verwaltung war überwiegend die Einschätzung zu finden, dass der Trend massiv in die Richtung geht, dass derartige Daten auch im Kulturbereich zukünftig viel freier zur Verfügung gestellt werden – und es aktuell durchaus auch eine Möglichkeit ist, sich hier z.B. als Institution frühzeitig zu profilieren oder auch den administrativen Aufwand bei der Bearbeitung von Abbildungsanfragen durch freie Lizenzen zu minimieren.

Zu beobachten war diese Einschätzung vor allem in der öffentlichen Verwaltung und im Nahebereich derselben. Hier gibt es unter den Begriffen „Open Data“ sowie „Public Sector Information“ EU-weite Bestrebungen für eine bessere Zugänglichkeit und Harmonisierung von Daten, zwecks Förderung von Wirtschaftswachstum, Innovation und Teilhabe der Zivilgesellschaft und Wirtschaft am Verwaltungshandeln. Genannt wird hier auf der Seite des Bundesministeriums für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort etwa die „Schaffung von Daten-Ökosystemen“.²² Für Geodaten (die auch in der Archäologie häufig genutzt werden) ist z.B. die INSPIRE-Richtlinie²³ von großer Bedeutung, und es ist zu beobachten, dass Datensätze, die vor wenigen Jahren teils nur mit großen Kosten genutzt werden konnten (etwa Luftbilder, Geländemodelle etc.), inzwischen sehr oft frei zu Verfügung stehen. Für die jeweiligen Institutionen, die diese Daten aufbereiten und zur Verfügung stellen müssen, ist die Umsetzung der Richtlinie, wo sie verpflichtend ist, nach Auskunft in Stakeholder:innengesprächen mit größeren Herausforderungen bzw. Kosten verbunden. Bei der Sammlung von Daten in öffentlichen Institutionen sollte daher immer auch von Beginn an geprüft werden, ob es eine Verpflichtung gibt, sie frei zur Verfügung zu stellen. In Österreich ist dafür auch das „Informationsweitergabegesetz“ relevant, in dem für „Hochschulbibliotheken, Museen und Archive“ mehrere Ausnahmeregelungen enthalten sind.²⁴ Im österreichischen staatlichen Open-Data-Portal <https://www.data.gv.at/> sind Kulturdaten bislang hpts. in Form von Datensätzen enthalten, die auch in Geodatenportalen veröffentlicht wurden.²⁵

Die Frage nach Urheber:innen ist bei musealen archäologischen Funden meist kein Problem, da die Personen i.d.R. schon lange verstorben sind bzw. der Werkschutz erloschen. Schwieriger ist dies jedoch bei den von den Funden oder Befunden angefertigten Abbildungen oder Digitalisaten, und speziell bei Grabungsdokumentationen, wo die Problematik lange wenig beachtet wurde, und erst in jüngerer Zeit etwas ins Rampenlicht gerückt ist.²⁶ Sie

²² Bundesministerium Digitalisierung und Wirtschaftsstandort, Open Data und PSI.

<https://www.bmdw.gv.at/Themen/Europa/OesterreichinderEU/Open-Data-und-PSI.html>

²³ Vgl. <https://www.inspire.gv.at/Allgemein/Allgemeines-zu-INSPIRE.html>

²⁴ Vgl. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20004375>

²⁵ Vgl. <https://www.data.gv.at/>, Stichwortsuche nach den Begriffen „Archäologie“ und „Kultur“

²⁶ Vgl. Jutta Zerres, Nutzungs- und Publikationsrechte an Grabungsdokumentationen – eine Übersicht zu den Regelungen der Denkmalpflegeämter in Deutschland. Archäologische Informationen 44, 2021, Early View; Eric Biermann, Publikationsverbot und Zwangslöschungen von Veröffentlichungen auf Betreiben des Landesamtes für Denkmalpflege Hessen (LfDH). Archäologische Informationen 44, 2021, Early View.

enthalten meist zahlreiche Bilder, Pläne, Texte etc. In den letzten Jahren dürften diesbezüglich zumindest bei einem Teil der Grabungsfirmen in die Verträge mit den Auftraggeber:innen explizite Regelungen zu Nutzungsrechten von Daten aufgenommen worden sein. Nach Schilderungen steht hier ein Teil der Auftraggeber:innen, soweit sie überhaupt mit der Frage konfrontiert werden, der Nutzung von Daten offen gegenüber; während andere Auftraggeber:innen (etwa bei Großbauprojekten) für jede Verwendungsfreigabe z.B. eines Bildes eine Kontaktaufnahme verlangen. Geschäftsmodelle dürften mit Nutzungsrechten bislang kaum verbunden sein. Bei älteren Grabungs- und Funddokumentationen ist die Situation der Nutzungsrechte meist nicht verschriftlicht oder auch unklar, mitunter ist nicht einmal bekannt, wer überhaupt der/die Urheber:in ist (z.B. verwaiste Werke; fehlende Information, wer auf einer Ausgrabung die Fotodokumentation durchgeführt hat). Auch bei Bildersammlungen, etwa von vergangenen Ausstellungen oder in historischen Publikationen, ist die Situation bezüglich Nutzungsrechte im Einzelfall potenziell sehr komplex. Dies erschwert bis verunmöglicht eine breitere, frei zugängliche Veröffentlichung vieler noch nicht gemeinfreier legacy-Datenbestände und Abbildungen aus den letzten hundert Jahren der archäologischen Forschung. Zu beachten ist auch, dass speziell in Fundmeldungen darüber hinaus oft sensible Daten, etwa zu Personen und Eigentumsverhältnissen enthalten sind, die eine Veröffentlichung, zumindest in einem völlig frei zugänglichen Format, nicht zulassen.

Zur Frage, wer – abgesehen von der urheberrechtlichen Situation der vorhandenen Dokumentation – die wissenschaftliche Auswertung von archäologischen Ausgrabungen und Daten durchführen dürfe, ist in der Archäologie teils eine sanfte Öffnung feststellbar. Historisch war lange Zeit durch Personen, teils auch Institutionen, ein jahrzehntelanges „Draufsitzen“ auf aussagekräftigen Fundkomplexen zu beobachten, oft verbunden mit dem Plan, diese spätestens „in der Pension“, wenn die jeweilige Person endlich genug Zeit dafür habe, zu veröffentlichen. Diese Tendenz ist teilweise durchaus noch vorhanden – in Anbetracht der großen Menge unbearbeiteter ausgegrabener Materialien bemühen sich aber immer mehr Player inzwischen darum, Fundmaterialien externen Bearbeiter:innen zugänglich zu machen. Diskrepanzen zwischen einem öffentlichen Auftrag und einer Mentalität, Daten oder Fundmaterialien möglichst nicht herzugeben, sind an manchen Orten aber sicherlich noch vorhanden – für weitere Öffnungen bräuchte es auch hier wohl noch mehr Grundlagen auf oberster Ebene, etwa in Hinblick auf Opendata oder FAIR.

Die FAIR-Prinzipien wurden in den letzten Jahren zu einer wichtigen Komponente vor allem im Bereich der Forschungsförderung (siehe auch S. 10 und S. 23). Wesentlich an ihnen ist, dass sie nicht nur einen freien Download von Daten verlangen, sondern auch eine Findbarkeit dieser Daten und eine Aufbereitung und Nachnutzbarkeit durch ein interoperables Format. Je nach Art und Fachgebiet der Daten ist dies beim derzeitigen Stand der Technik teils herausfordernd und betrifft derzeit daher vor allem die Online-Veröffentlichung von Publikationen (Open Access).

Der Zugriff auf archäologische Daten befindet sich in einem Spannungsfeld zwischen Ansätzen aus der Forschung (Trend in Richtung Open Access), Verwaltung (Trend vom Amtsgeheimnis in Richtung PSI), Kulturgutarchiv (eingeschränkter Datenzugriff aufgrund von Urheberrecht/Datenschutz) und Unternehmen (Gewinnorientierung - Einzelfallentscheidung zur Weitergabe von Daten), mit jeweils unterschiedlichen Prioritäten von Personen und Institutionen. In der Praxis recht bedeutsam für eine größere Offenheit mit Daten ist hier u.a., dass die Interessen von Urhebern oder Institutionen, die Daten hergestellt haben, nicht zu kurz kommen sollten. Hier tun sich mit digitalen Methoden durchaus neue technische Lösungen auf, etwa in Form von „Credits“. So kann als Anreiz z.B. in Online-Infrastrukturen darauf geachtet werden, dass Datensätze, die etwa von Studierenden oder Forscher:innen erstellt werden, mit deren persönlichen Orcid-Profilen verknüpft werden, und ihre Leistung somit auch besser im Lebenslauf oder in Altmetrics sichtbar wird.

Es ist wichtig, in allen Projekten und Initiativen, in denen digitale Daten (oder auch Methoden) geschaffen oder gesammelt werden, Nutzungsrechte und Fragen des Datenzugriffs, sowie der möglichen Nachnutzung von Daten, von Beginn an zu berücksichtigen. Bei der Veröffentlichung solcher Daten sollten klare Angaben zu den Lizenzen sowie zur möglichen Nachnutzung enthalten sein, da dies die Attraktivität freier Angebote steigert und den Aufwand für die beteiligten Parteien verringert. Digitale Lösungen zur Erstellung standardisierter Lizenzen können dies unterstützen.

Trotz des erkennbaren Trends in Richtung einer kostenfreien Zugänglichkeit zumindest von Daten, die mit öffentlichen Mitteln erstellt wurden, wurde auf Konferenzen beobachtet, dass speziell im Bereich des Kontakts mit musealem/touristischem Publikum auch sehr oft betont wird, dass mit digitalen Initiativen, in denen derartige Daten weiter genutzt werden, auch Geld verdient werden kann, etwa mit virtuellen Führungen, der Anfertigung von Reproduktionen, NFTs etc.

3.5. DATENBANKEN

Die größten Wünsche bzw. Hoffnungen bezüglich „Digitalisierung“ wurden in den Stakeholder:innengesprächen nach Einschätzung des Verfassers im Bereich Datenbanken/Dateninfrastrukturen geäußert. Gleichzeitig existieren hier jedoch auch bedeutende, nicht einfach lösbare Probleme. Dies betreffen vor allem die langfristige Wartung sowie die „Vernetzung“ von Datenbanken.

Die Nutzung bzw. Nachnutzung von digitalen Assets ist ein sehr wichtiger Maßstab für den Erfolg derselben, sie wird mit der Zitationsrate von Publikationen verglichen. Digitalisate bzw. digitale Daten, die nicht (nach-)genutzt werden, sind Datenmüll. Wie in anderen digitalen Feldern, ist es daher auch für den „Erfolg“ von Datenbanken von großer Wichtigkeit, die Nutzer:innen und Zielgruppen, bzw. deren Bedürfnisse und Anforderungen, zu berücksichtigen. Sinnvollerweise sollte in allen Arbeitsschritten einer Projektentwicklung eng mit Nutzer:innen zusammengearbeitet werden. Die Nutzer:innen bzw. die Zielgruppen sollten auch über das Angebot informiert werden bzw. es finden können; von Bedeutung ist auch, den Impact messbar zu machen. Ein zu beachtender Aspekt ist hier u.a. ein mitunter anzutreffender Spagat zwischen den Zielen einer Datenbank und möglichen Nachnutzungen der Daten, z.B. für andere Ziele. Datenbanken, die eine breite Nachnutzung erlauben sollen, und dementsprechend viele Stakeholder:innen berücksichtigen, werden relativ rasch komplex und aufwendig, mit einer dementsprechend teureren Programmierung. Die „wirklich guten“ (Formulierung in einem Stakeholder:innengespräch) bzw. großen Datenbanken im Bereich der Archäologie sind oft millionenschwere Projekte mit großen Teams und Organisationen im Hintergrund, mit einer langjährigen Entwicklung. Als Beispiel genannt sei hier das nach Ansicht der Verf. besonders eindrucksvolle Projekt „Archaeological Information System of the Czech Republic“.²⁷ Es beinhaltet u.a. Daten zu Fundstellen, archäologischen Archiven, Forschungsdaten zu mittelalterlichen Friedhöfen, ein Portal für Privatsammler:innen etc. Seine Existenz ist wohl insbes. der Spezialkonstruktion zu verdanken, dass in CZ die Akademie der Wissenschaften auch für die arch. Bodendenkmalpflege zuständig ist, und dadurch innerhalb einer einzelnen Trägerinstitution Ziele aus Denkmalpflege und Forschung sowie entsprechende Expertise sehr viel enger miteinander kombiniert sind als in vielen anderen Ländern. Es handelt sich um eine Initiative mit jahrzehntelanger Entwicklungsgeschichte, mit einem Hintergrund in großen Projektanträgen, nationaler Infrastruktur und einer Institution, in der u.a. als Folge eines Elbe-Hochwassers ein Digitalisierungsschub stattgefunden hat.

Sehr oft unterschätzt wird bei Datenbanken ihr langfristiger Betrieb und ihre Weiterentwicklung, insbes. bei einer Finanzierung derselben auf Projektbasis. Von einigen Institutionen mit größerer Erfahrung bei der Erstellung von Online-Datenbanken wurde durchaus von der Neuentwicklung von solchen abgeraten, da viele Projekte in Relation zum investierten Aufwand oft relativ wenig Nutzer:innen hätten, bzw. ein langfristiger Betrieb sehr kostenintensiv sein kann. Zumindest das Frontend von Datenbanken müsse erfahrungsgemäß alle paar Jahre neu programmiert werden, um am Stand der Technik bzw. gut nutzbar zu bleiben. Nach einer Aussage in einem Tagungsvortrag wäre hier eine Zeitspanne von nur 3-5 Jahren das Zeitfenster, nach der ein Datenbank-Frontend idealerweise neu erstellt bzw. überarbeitet werden sollte. Um eine derartige stetige Anpassung einer Webplattform leisten zu können, braucht es i.d.R. eine langfristige Unterstützung/Finanzierung einer Institution. Die Daten im Hintergrund (backend) besitzen eine größere Dauerhaftigkeit, aber auch hier besteht das Problem, dass inzwischen viele DB-Infrastrukturen veraltet sind und es vor allem bei komplexeren Datenbanken schwierig bzw. teuer sein kann, Daten in modernen Standards genügende Formen und Systeme zu überführen.

Einige der mit dem Betrieb von Datenbanken verbundenen Herausforderungen bezüglich Sustainability verlaufen entlang der bereits genannten FAIR-Kriterien:

Findable: Ein für die Nutzung von Datenbankinfrastrukturen relevanter Gesichtspunkt ist die Findbarkeit, sowohl der Datenbanken als solches, als auch der darin enthaltenen Daten. Ersteres ist in Anbetracht der vielen verschiedenen online zur Verfügung stehenden Datenbanken von Bedeutung, letzteres für die tatsächliche Recherche in denselben, da nach Aussagen in Stakeholder:innengesprächen neben den Inhalten eine gute Suchfunktion einen wichtigen Aspekt darstellt, der darüber entscheidet, ob eine Datenbankinfrastruktur tatsächlich genutzt wird. Sehr wünschenswert wären hier auch verbesserte Möglichkeiten für datenbankübergreifende Suchen und Recherchen. Mit Initiativen wie etwa Europeana und Ariadne sind Portale vorhanden bzw. im Entstehen, die Daten aggregieren und in einer vernetzten Form zugänglich machen sollen, die Funktionalität wirkt bei der Durchführung konkreter Recherchen aktuell jedoch noch eher eingeschränkt, nicht zuletzt aufgrund der Schwierigkeiten, viele versch. Arten und Formen von Metadaten miteinander in Bezug zu setzen. Ein aus praktischer Sicht relevanter Aspekt ist, dass Online-Datenbanken bzw. Seiten möglichst crawlerfreundlich gestaltet und Inhalte über stabile Links und mit guten

²⁷ <https://www.aiscr.cz/en/#about>

Metadaten zugänglich gemacht werden sollten, damit die Daten auch direkt über Suchmaschinen aufgerufen werden können.

Accessible: Viele Online-Datenbanken mit archäologischen Inhalten sind frei zugänglich, andere nur mit Digitalisaten verringerter Qualität oder für ausgewählte Benutzer:innen mit Autorisierung, wobei der Trend aktuell in den meisten Fällen sicherlich in Richtung einer stärkeren Öffnung geht. Ein vorgeschlagener Leitsatz in Bezug auf Forschungsdaten (aber auch für andere Datenbestände sicher zielführend) lautet: „as open as possible, as closed as necessary“. Um die Findbarkeit zu erhöhen, ist es zielführend, zumindest Metadaten möglichst dauerhaft zugänglich zu machen.

Interoperable: Eine große Herausforderung (nicht nur bei Datenbanken) ist Interoperabilität. Im Fall von Datenbanken bedingt dies neben der Speicherung in einem zukunftssicheren Dateiformat insbesondere die Bereitstellung von Metadaten zur Datenmodellierung und eine Beschreibung/Definition der enthaltenen Daten, im Optimalfall mit Hilfe von Standards bzw. Techniken, die eine Verknüpfung mit anderen Datenbeständen erlauben (z.B. geteilte/standardisierte Vokabulare/Gazetteers/Identifikationsnummern, LOD). Ein in der Praxis oft zu beobachtendes Problem bei Legacy-Datenbanken ist z.B., dass Feldbezeichnungen aus technischen Gründen meist sehr kurz sind, so dass für Außenstehende ohne entsprechende Dokumentation oft nicht klar ist, was darin verzeichnet ist. Für den Erhalt derartiger Daten ist eine Langzeitarchivierung vonnöten, bei der die Daten und die Informationen zur Datenmodellierung in einer für Außenstehende nachvollziehbaren Struktur möglichst systematisch abgelegt und dokumentiert werden (wenn möglich innerhalb bzw. zu Beginn des Projekts, oder zumindest noch zu Lebzeiten der Person, die die Daten erstellt hat). Dies erhöht die Chance, dass die Daten auch zukünftigen Projekten/digitalen Systemen genutzt werden können.

Re-Usable: Wichtig ist auch eine systematische Dokumentation, ob und wie Datenbestände nachgenutzt werden dürfen, etwa in Form von Lizenzen.

Auch die Konsistenz bzw. Integrität von Daten entlang des FAIR-Lifecycle ist wichtig für ihre Nutzbarkeit. Von hoher technischer Bedeutung in Bezug auf Einrichtung und Betrieb von Datenbanken ist das Prinzip von „Linked Open Data“ (LOD, siehe Kap. 3.6). Auch der Entwicklung von Forschungsdateninfrastrukturen (z.B. NFDI) könnte in Bezug auf die Langzeitarchivierung und Verknüpfung von Datenbanken in Zukunft eine bedeutendere Rolle zukommen.

3.6. SEMANTISCHES WEB UND LINKED (OPEN) DATA

Das semantische Web (auch: Web of Data) ist eine Idee für eine Erweiterung des World Wide Web, mit deren Hilfe Computer Inhalte und Fragestellungen besser „verstehen“ und miteinander in Beziehung setzen können. Menschen könnten viele Dinge aus ihrem Kontext heraus verstehen; Maschinen benötigen jedoch (zumindest beim derzeitigen Stand der Technik) explizitere Unterstützung.

Um dies technisch zu ermöglichen, sind nicht nur Standards in Form von Metadaten und Vokabularen (siehe insbes. Kap. 6.2.1), sondern auch Ontologien, die die Daten und ihre Beziehung zueinander beschreiben, wichtig. Als Sprache für die Beschreibung ist unter anderem RDF (Resource Description Framework, mit einer Definition sog. RDF-Tripels entsprechend dem Schema Subjekt-Prädikat-Objekt) weit verbreitet. Als Beispiel für eine speziell für den Kulturbereich entwickelte Ontologie sei CIDOC-CRM (CIDOC Conceptual Reference Model) genannt. Dieses wurde 2006 als ISO-Norm etabliert und ist u.a. für den Austausch von Informationen von Archiven, Bibliotheken und Museen vorgesehen – es liefert eine Richtschnur für semantische Modellierung im Kulturbereich; es gibt auch Versuche, es an archäologische Bedürfnisse anzupassen.

Die eindeutige Definition von Daten und davon ausgehend Verweise auf weitere Daten erfolgen im semantischen Web über URIs (Uniform Resource Identifier). Ihr Einsatz entspricht dem Prinzip von Linked (Open) Data, der Schaffung eines weltweiten Netzes von Daten aus verschiedenen Quellen, die von Maschinen automatisiert weiterverwendet werden können.²⁸

Linked Open Data (LOD) und semantische Modellierung sind insbes. als Basis für die Gestaltung und Vernetzung von Dateninfrastrukturen von hoher Bedeutung und state of the art. Auch in der Archäologie sind daher zahlreiche Projekte zu beobachten, in denen Daten und Interpretationen entsprechend normierten Ontologien (z.B. CIDOC-

²⁸ Weitere Informationen siehe z.B. https://de.wikipedia.org/wiki/Semantic_Web ; <https://de.wikipedia.org/wiki/RDF-Schema> ; https://de.wikipedia.org/wiki/CIDOC_Conceptual_Reference_Model ; https://de.wikipedia.org/wiki/Linked_Open_Data

CRM) modelliert bzw. in Form von LOD zugänglich gemacht werden. Nötig ist aufgrund der Komplexität²⁹ i.d.R. eine enge Zusammenarbeit mit Computer Scientists.

Durch die Vernetzung von Daten bietet Linked Open Data u.a. auch div. Möglichkeiten für Impactmessungen in Form von Altmetrics, was bei der Vergabe von Fördermitteln zukünftig durchaus relevant sein könnte.

3.7. LANGZEITARCHIVIERUNG

Ein inzwischen zusehends besser in den Griff bekommenes Thema ist die Langzeitarchivierung digitaler Daten (siehe u.a. auch Kap. 3.4; 3.5). Die Wichtigkeit derselben wird vor allem beim Umgang mit Legacy-Projekten klar, mit vor einigen Jahren bis Jahrzehnten angefertigten Datenbeständen, die des Öfteren aus verschiedenen Gründen nicht mehr oder nur mit Schwierigkeiten nutzbar sind. In der Praxis nutzen/nutzen Archäolog:innen sehr viele digitale Tools, manchmal ohne tiefgreifendes Verständnis oder Überlegungen im Hinblick auf die damit entstehenden Herausforderungen etwa in Bezug auf den Erhalt dieser Daten.

Wichtig ist für eine Langzeitarchivierung neben der Nutzung von langfristig gesicherten Speicherorten v.a. die Nutzung möglichst zukunftssicherer Dateiformate, umfangreiche Metadaten, aber auch eine Qualitätskontrolle der Daten. Nach Einschätzung des Verf. sollten die Daten im Zweifelsfall möglichst simpel strukturiert werden, in einem gut gewählten Format, und in einer systematischen (bzw. normierten, wo entsprechende Standards vorhanden sind) Form so abgelegt werden, dass mit zukünftigen Systemen im Optimalfall möglichst automatisiert darauf zugegriffen werden kann.

Zur Archivierung genutzte Serverinfrastrukturen finden sich einerseits in größeren Ämtern und Institutionen. Zu großen Fortschritten hat hier in der Archäologie in Bezug auf Grabungsdaten insbes. die Schaffung der Richtlinien für archäologische Maßnahmen durch das Bundesdenkmalamt geführt (inkl. Abgabe der gesamten digitalen Dokumentation zur Datensicherung durch das Bundesrechenzentrum). Massiv an Prominenz gewinnen derzeit aber auch Forschungsdatenrepositorien etwa von Universitäten und andere, eines Tages wohl über die Repositoriumsfunktionalität hinausgehende Forschungsdateninfrastrukturen.

Manche Fachkolleg:innen empfehlen zusätzlich zur digitalen Archivierung nach wie vor die Produktion analoger Ausdrücke von Informationen, aus Sorge vor Ereignissen, denen digitale Daten zum Opfer fallen können. Umgekehrt schützt die Digitalisierung von Unterlagen/Objekten aber auch vor dem Verlust von Informationen, wenn z.B. analoge Originale zerstört werden oder verloren gehen.

3.8. KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Unter dem Begriff künstliche Intelligenz/Artificial Intelligence (AI) werden versch. Methoden aus dem Gebiet der Informatik zusammengefasst, mit deren Hilfe Computer relativ selbstständig bzw. automatisiert Probleme bearbeiten können. Die Methoden selbst sind teilweise sehr komplex, in der Archäologie in diesem Zusammenhang genannte Techniken sind u.a. Object-Pattern-Scenery Recognition, Object-Based Image Analysis, Machine Learning, Convolutional Neural Networks, in manchen Projekten auch Natural Language Processing.

Die Nutzung von AI kann in manchen Fällen sehr gut zu einer stärkeren Automatisierung beitragen (ist dementsprechend auch für das Projektthema relevant, siehe nähere Ausführungen in Kap. 6.1.5.4) und ist innovativ. Sie wird daher gerne in Projektanträgen gesehen, auch auf Konferenzen zum Thema Digitalisierung in der Archäologie ist der Begriff relativ präsent.³⁰ Die meisten Anwendungsbeispiele aus dem Bereich der Archäologie finden sich im Zusammenhang mit der Verarbeitung von zweidimensionalen Grafiken/Daten; insbesondere von Geodaten (LiDAR, auch Geophysik), aber auch von Fotografien (z.B. von Artefakten, Materialien, Landschaften). Seltener sind in der Archäologie bislang Versuche im Zusammenhang mit komplexen statistischen Datensätzen und Texten; eine besondere Herausforderung ist der Einsatz in Bezug auf 3D-Punktwolken (siehe Kap. 6.1.5.4).

Hauptproblem bei der Anwendung von AI in der Archäologie ist, dass die Datenmengen im Vergleich zu anderen Disziplinen meist zu gering und zu heterogen sind³¹, so dass nicht genügend Trainingsdatensätze zur Verfügung stehen. Dies nicht nur aufgrund der Art der Datenaufnahme, sondern auch aufgrund der spezifischen archäologischen Überlieferungsbedingungen, die üblicherweise eine starke Fragmentierung bzw. Unvollständigkeit von Daten nach sich ziehen. Dies hat zu einer gewissermaßen etwas gebremsten bzw. realistischen

²⁹ Vgl. z.B. kritische Erwähnung der Komplexität von CIDOC-CRM in https://de.wikipedia.org/wiki/Arch%C3%A4ologischer_Datenexport-Standard

³⁰ Z.B. ca. 60 Nennung des Begriffs "machine learning" im Abstract Booklet CAA 2021 "Digital Crossroads". <https://2021.caaconference.org/>

³¹ Vgl. Kevin Garstki, Digital Innovations in European Archaeology. Cambridge Elements 2020, S. 56–59.

Erwartungshaltung im Hinblick auf den Einsatz von AI in der Archäologie geführt, und auch zu einiger theoretischer Beschäftigung. Speziell bei der Verarbeitung komplexer Daten wird AI hier mitunter auch fehlende Transparenz („blackbox“) vorgeworfen – bei komplexeren Daten werden auch die Ergebnisse daher gerne kritisch hinterfragt.

Sorgen, dass der Einsatz von AI in einem größeren Ausmaß archäologische Arbeitsplätze verdrängen könnte, sind nach aktuellem Stand fehl am Platz. Nach einer bereits 2016 publizierten Studie soll sich das Feld „anthropology and archaeology“ unter 702 untersuchten Berufsfeldern unter den 40 sichersten Jobs der „robot revolution“ befinden, mit einer Gefahr von angeblich nur 0,8 %, in den nächsten Jahrzehnten durch Computer ersetzt zu werden.³²

3.9. AUSSTATTUNG UND AUSBILDUNG

Ein in den Stakeholder:innengesprächen mehrmals angeprochenes Thema ist die technische Ausstattung, die zur Herstellung, Verarbeitung und Nutzung digitaler Daten zur Verfügung steht. Sie ist u.a. stark abhängig vom Verständnis/finanziellen Spielraum von Vorgesetzten sowie von der Struktur von Organisationen. In der Archäologie bestehen hier je nach Tätigkeitsfeld teilweise besondere Anforderungen, etwa in Bezug auf die Menge an nötigem Speicherplatz (insbes. Grabungsdokumentationen und 3D-Daten sind oft sehr umfangreich), im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit der Geräte oder auf die Notwendigkeit von Spezialsoftware.

In dieser Richtung dürfte es mitunter Schwierigkeiten geben, speziell dort, wo es sich bei Arbeitgeber:innen um große Institutionen handelt, deren andere Abteilungen andere Anforderungen haben (z.B. Behörden mit hohen Sicherheitsanforderungen, in denen üblicherweise nur Office-Programme verwendet werden). Während im Forschungsbereich üblicherweise stärker dezentrale, von den Forscher:innen selbst konfigurierbare Geräte verwendet werden, und auch physischer Speicher und Rechenleistung i.d.R. keine begrenzenden Faktoren mehr darstellen; gibt es in Institutionen mit zentral gewarteten Infrastruktur diesbez. mitunter weniger Möglichkeit zur Erfüllung von „Spezialwünschen“.

Genannt wurde hier in Gesprächen etwa hoher Diskussion- und Zeitaufwand, um mehr Speicherplatz für Fotos/digitale Dokumentationen zu bekommen, auch die Anschaffung leistungsfähiger Computer sowie insbes. von spez. Software ist manchmal nicht oder nur mit Schwierigkeiten möglich. Auch lange Lieferzeiten von Geräten können ein Problem sein, insbes. bei befristeten Projekten. Schwierig ist bei zentral gewarteter Infrastruktur oft auch eine institutionsübergreifende Zusammenarbeit an Datenbeständen (z.B. in interdisziplinären Projekten oder institutionsübergreifenden Kooperationen). Insbesondere die Integration und Nutzung von Cloud-Services (z.B. Datenaustausch, Literaturverwaltung) ist oft nicht möglich, wenn die IT-Infrastruktur aus Sicherheitsgründen nach außen hin abgekapselt ist. Es finden sich zwar Workarounds und Notlösungen, diese benötigen aber Zeit und Nerven.

Ein für Institutionen relevanter Punkt ist auch der Außenauftritt über das Internet. Je nach Zielgruppe wird darin unterschiedlich viel investiert – wenn hier nur wenig Energie aufgewendet wird, dürfte dies nach einer einzelnen Aussage in einem Stakeholder:innengespräch durchaus auffallen.

Ein sehr großer Aspekt in Bezug auf das Thema „Digitalisierung“ ist die Ausbildung und Fortbildung. Um in Institutionen größere „digital maturity“ zu erreichen, ist sie einerseits bei bestehenden Mitarbeiter:innen von Bedeutung. Klar angesprochen wurde in Stakeholder:innengesprächen aber auch, dass in den Universitäten im Rahmen des Archäologiestudiums, abhängig vom jeweiligen LV-Angebot, aktuell viele wichtige digitale Basiskenntnisse und Methoden nicht oder nicht in dem Ausmaß vermittelt werden, in dem das ob ihrer Bedeutung für die archäologische Forschung/Praxis wünschenswert wäre. Viele „digitale“ Projekte sind daher stark abhängig vom (oft fragmentarischen) Wissen, das sich einzelne Personen in Eigeninitiative angeeignet haben. Größere Projektinitiativen im Bereich Digitalisierung in Kultur/Archäologie beinhalten daher häufig auch einen starken Fokus auf die Vermittlung digitaler Kenntnisse, etwa in Form von Online verfügbaren Weiterbildungsangeboten.

4. AUSGEWÄHLTE PLATTFORMEN ZU DIGITALEN DATEN/PROJEKTEN

Im Lauf des Projekts wurden relativ umfangreiche Recherchen zu bestehenden digitalen Plattformen, Projekten und Methoden, die für den Bereich der Archäologie und verwandte Gebiete relevant sind, durchgeführt, sowohl betreffend die internationale als auch die österreichische Situation. Die Recherchen wurden teils durchgeführt, um

³² Vgl. C.B. Frey/M.A. Osborne, The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? In: Technological Forecasting and Social Change 114, 2017, 254–280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>; P. Hinton, We need to talk about robots. https://dguf.de/ausgaben-jan-2020-ff/archive/542-100-dguf-newsletter-vom-12-05-2021?userid=&tmpl=raw#_Toc71731916

einen grundlegenden Überblick über das Thema Digitalisierung im Gebiet Archäologie/Kultur zu erhalten, teils im Zuge der Beschäftigung mit einzelnen Projektkonzepten und Fragestellungen.

Entsprechend den auch in den Projektzielen verankerten Rechenschritten („*Welche Projekte und Methoden zur Digitalisierung archäologischer Sammlungen gibt es bereits?*“, „*Welche anderen Datenbestände und Projekte gibt es, die mit archäologischen Daten der Sammlungen verknüpft werden könnten?*“, siehe Kap. 1.2-1.3) wurden im Rahmen der Projektdokumentation insbesondere Seiten mitprotokolliert, die Datenbestände anbieten und/oder als methodisches bzw. inhaltliches Fallbeispiel besonders interessant erschienen. Aufgrund der großen Anzahl an oft nur kurz besuchten Websites wurde auf eine umfassende Dokumentation/Klassifikation verzichtet; eine Auswahl sei im Folgenden jedoch kursorisch(!) nach der Art der zur Verfügung gestellten Informationen gegliedert aufgelistet.

Die Liste kann genutzt werden, um ein Spektrum bzw. einen Status Quo derzeit online zugänglicher (Recherche-)Plattformen unterschiedlichen Inhalts und technischen Entwicklungsstands kennenzulernen. Sie ist explizit unvollständig, in den einzelnen Kapiteln von „DigFinds“ (z. B. Kap. 6.2.2) sind teils wesentlich zahlreichere Links sowie ggfs. auch weiterführende Literatur angegeben.

Titel/Projekt/Träger	Fundort	Befund	Fund	Div.	Anm.
Archaeological Information System of the Czech Republic (CAS CZ); https://www.aiscr.cz/en/	x	x	x		Archäologisches Informationssystem CZ
HERIS Heritage Information System (Bundesdenkmalamt); Bundesdenkmalamt (2021). Leitfaden Inventarisierung Archäologie. Version 1.3. https://bda.gv.at/.../Leitfaden_Inventarisierung_Archaeologie_v1.3.pdf	x				Fundstellendatenbank Denkmalpflege AT
Zbiva (ZRC SAZU); http://zbiva.zrc-sazu.si/	x	x	x		Forschungsdatenbank FrMA Fundstellen Ostalpen
Thanados (NHM/ÖAW); https://thanados.net/	x	x	x		Forschungsdatenbank FrMA Gräber AT+CZ
Digitizing Early Farming Cultures (DEFC); https://defc.acdh.oeaw.ac.at/	x		x		Forschungsdatenbank FrNeol GR+TR
Cremation Bronze Age Burials (ÖAW); https://cbab.acdh.oeaw.ac.at/	x	x	x		UK-Brandbestattungen
Iron-Age-Danube (Interreg LP Joanneum); https://www.iron-age-danube.eu/	x				Eisenzeitliche Fundstellen Donauraum
Interarch-Steiermark (Interreg LP Joanneum); http://www.interarch-steiermark.eu/	x	x	x		Arch. Erbe AT/SLO Steiermark
UK Materialpool (ÖAW); https://www.oeaw.ac.at/orea/projekte/bronzezeit/ukpool/	x				Überblick UK-Fundkomplexe aus AT
Nö Burgen online (IMAREAL); http://noeburgen.imareal.sbg.ac.at/	x				Burgenkataster
Wien Kulturgut (Stadtarchäologie Wien); https://www.wien.gv.at/kultur/kulturgut/archaeologie/index.html	x				GIS-Kartierung und Kurzinfo zu arch. Fundstellen
Fundgeschichten (Archaeopublica); https://www.archaeopublica.eu/fundgeschichten/	x				Vorstellung von Grabungen AT
Archaeological 3D Virtual Museum (CAS Praha); https://archaeo3d.com/	x	x	x		U.a. 3D-Daten der Fundstelle Bylani
Digital Arkeologi DARK Lab; https://www.darklab.lu.se/digital-collections/		x	x		3D-Kollektion des digitalen arch. Labor d. Univ. Lund
A Puzzle in 4D (ÖAI); https://4dpuzzle.orea.oeaw.ac.at/		x			Digitalisierung arch. Grabungsdoku Tell el-Daba
Archaeology Data Service; https://archaeologydataservice.ac.uk/		x	x		Repositoryum Heritage Data GB
Portable Antiquities Scheme; https://finds.org.uk/			x		Dokumentation Privatslg. GB
Portable Antiquities of the Netherlands; https://portable-antiquities.nl/			x		Dokumentation Privatslg. NL

Samarbeidstiltaket; https://www.unimus.no/			x		Objekt-DB und Ausgrabungsdokumentation NO
Studiensammlung des IUHA; https://unidam.univie.ac.at/			x		Onlineveröffentlichung Inventar
Onlineportal der archäologischen Sammlungen d. Univ. Graz; http://gams.uni-graz.at/context:arch			x		Onlineveröffentlichung Inventar
Ubi Erat Lupa (privat); http://lupa.at/			x		Bilddatenbank zu antiken Steindenkmälern
The Glaser Collection (ÖAI); http://glaser.acdh.oeaw.ac.at/			x		3D-Digitalisierung von Abklatschen
Landessammlungen Niederösterreich Online; http://www.online.landessammlungen-noe.at/			x		Onlineveröff. ausgew. Inventar
Titel/Projekt/Träger	Fundort	Befund	Fund	Div.	Anm.
Louvre Collections Database; https://collections.louvre.fr/			x		Onlineveröff. ausgew. Inventar
3D-Kulturdatenbank (Landessammlungen Niederösterreich); https://kulturdatenbank.at			x		Onlineveröff. 3D-Digitalisate
DIP-Katalog (Museumsmanagement Niederösterreich); https://www.noemuseen.at/dipkatalognoemuseen/			x		Onlineveröff. ausgew. Inventar
Kulturgüterportal Baselland; https://www.kimweb.ch/sammlungen			x		Onlineveröff. ausgew. Inventar
Wien Museum Online Sammlung ; https://sammlung.wienmuseum.at/			x		Onlineveröff. ausgew. Inventar
Ausgewählte Objekte (NHM Wien); http://objekte.nhm-wien.ac.at/			x		Ausgew. Sammlungsobjekte
100 Jahre / 100 Funde (LWL); https://100jahre100funde.lwl.org/de/			x		Ausgew. Funde Bodendenkmalpflege Westf.-L.
Niederösterreich 3D (privat); https://www.noe-3d.at/			x		3D-Modelle ausgew. arch. Funde
CFIR: Norisch-Pannonische Tracht (OEAW et al); https://cfir.science/			x		Römerzeitliche Fibeln und Trachtbestandteile
Corpus Vasorum (Div, u.a. ÖAI/TU); https://www.cvaonline.org/carc/Home			x		Griechische bemalte Keramik
Online db. ... vessel shapes and capacities; https://odeeg.acdh.oeaw.ac.at/			x		Griechische bemalte Keramik
Kerameikos.org; http://kerameikos.org/			x		LOD-Portal für griechische bemalte Keramik
Nomisma; http://nomisma.org/			x		LOD-Portal für Numismatik
Digitised Diseases; http://www digitiseddiseases.org			x		3D-Scans pathologisch interessanter menschl. Kn.
Fragmented Heritage; http://www.fragmentedheritage.com/			x		Automatisiertes Refitting von Steingeräten
ArchAIDE; http://www.archaide.eu/			x		App zur Bestimmung von Keramik über Fotos/AI
Topothek; https://www.topothek.at/				x	Plattformen für CS-Lokalgeschichte
Fossil Finder; http://www.fossilfinder.org/				x	Crowd-Sourcing-App für Suche nach Fossilien
Realonline Bilddatenbank (IMAREAL); https://realonline.imareal.sbg.ac.at/				x	Bilddatenbank 12.-16.Jh.
RADON - Radiocarbon dates online; https://radon.ufg.uni-kiel.de/				x	14C-Forschungsdatenbank
Isoarch. O-A & Coll. Isotope Database for Bioarch. Samples; https://isoarch.eu/				x	Forschungsdatenbank Isotopen Bioarch.
Zoologisch-Botanische Datenbank (OoELKG); https://www.zobodat.at/				x	Div. arch. Literatur

Isoarch. O-A & Coll. Isotope Database for Bioarch. Samples; https://isoarch.eu/				x	Forschungsdatenbank Isotopen Bioarch.
Zoologisch-Botanische Datenbank (OOELKG); https://www.zobodat.at/				x	Div. arch. Literatur
Arachne Bilddatenbank (DAI); https://arachne.dainst.org/				x	Bilddatenbank des DAI
Heidicon. Heidelberger Objekt- und Multimediadatenbank; https://heidicon.ub.uni-heidelberg.de/detail/117034				x	Zur Ablage von 3D-Daten genutztes Repositorium
Door (Univ. für Weiterbildung Krems); https://door.donau-uni.ac.at/view/o:1559				x	Beispiel für universitäres Repositorium
OpenAtlas; https://openatlas.eu/				x	Open Source Software für Daten der Humanities
Titel/Projekt/Träger	Fundort	Befund	Fund	Div.	Anm.
Parthenos; http://www.parthenos-project.eu/				x	Research infrastructure & Training
ARIADNEplus; https://ariadne-infrastructure.eu/				x	Research infrastructure f. Archäologie
DARIAH-EU; https://www.dariah.eu/				x	Research infrastructure
European Research Infrastructure for Heritage Science; http://www.e-rihs.eu/				x	Research infrastructure Heritage Science
Carare; https://www.carare.eu/				x	Training & Metadaten Archäologie/Architektur
Time Machine; https://www.timemachine.eu/				x	Netzwerk für Digitalisierung des Kulturerbes
Europeana; https://www.europeana.eu/				x	Europäisches Kulturelles Erbe
Kulturpool; http://www.kulturpool.at/				x	Aggregator für Europeana AT
digital humanities austria; https://digital-humanities.at/de/dha/projects				x	Überblick über DH-Projekte aus AT
OEAI.Digital (Österreichisches Archäologisches Institut); https://www.oeaw.ac.at/oeai/oeaidigital/				x	Übersicht über Digitalprojekte mit Beteilig. des ÖAI
Österreich forscht; https://www.citizen-science.at/				x	Plattform zu Citizen Science in AT

Auflistung ausgewählter Online-Plattformen (Beispielhafte Auswahl von Rechercheplattformen mit archäologischen Datenbeständen und methodisch/inhaltlich relevanter Seiten)

5. AUSGEWÄHLTE PROJEKTVORSCHLÄGE/-WÜNSCHE/-IDEEN

In den Stakeholder:innengespräche wurden zahlreiche Vorschläge, Wünsche und Ideen für Projekte mit Digitalisierungsschwerpunkt im Bereich der Archäologie geäußert. Sie wurden bei der Gliederung der erhobenen Daten zu möglichen „Projektkonzepten“ zusammengestellt, die im Folgenden vorgestellt seien. In einigen Fällen sind Schnittmengen zwischen den Konzepten vorhanden bzw. diese kombinierbar, worauf mitunter in Form von Querverweisen auf Kapitelnummern aufmerksam gemacht wird.

Hinweis: In diesen für die Veröffentlichung vorgesehenen Text wurde nur eine Auswahl der betrachteten „Projektkonzepte“ aufgenommen. Dabei handelt es sich vor allem um eher allgemein gehaltene Projektideen sowie um solche, deren Umsetzung besonders wünschenswert erscheint. Nicht für die Veröffentlichung ausgewählt wurden z. B. vertraulich formulierte Überlegungen sowie Projektkonzepte, zu denen Organisationen oder Personen, von denen die Idee dazu stammt, konkretere Absichten oder Interessen besitzen dürften.

Eine Anzahl von Vorschlägen wurde auch in die in Kap. 6 detaillierter ausgearbeiteten Projektkonzepte integriert (z.B. Nutzung versch. 2D- und 3D-Dokumentationsmethoden; automatische Klassifikationen und Typologien; Nachnutzung von 3D-Daten). Sie werden in Kap. 3 nicht extra aufgeführt; es sei aber darauf hingewiesen, dass aus vielen speziell in den Projektkonzepten 6.1 und 6.2 angerissenen Punkten auch kleinere Einzelprojekte entwickelt werden könnten.

5.1. INFORMATIONSPLATTFORM ZU ARCHÄOLOGISCHEN FUNDKOMPLEXEN IN DEPOTS UND AUSTAUSCH ZU AKTUELLEN FORSCHUNGSFRAGEN („PARTNERBÖRSE“)

Ein in den Gesprächen rasch aufgekommener und von manchen begrüßter Projektvorschlag wäre die Einrichtung einer zentralen Plattform mit Informationen zu in archäologischen Depots verwahrten Fundkomplexen (etwa aus archäologischen Maßnahmen und Privatsammlungen), die sich für Forschungszwecke eignen, ggfs. in Form einer „Partnerbörse“ für archäologische Fundmaterialien bzw. daran interessierte Forscher:innen.

Ein Einblick, was in Museen und Sammlungen an archäologischen Fundkomplexen, etwa aus Grabungen, der Forschung zur Verfügung steht, ist aktuell in den meisten Fällen nur über persönliche Kontakte bzw. einen höheren Rechercheaufwand zu gewinnen. So ist es einerseits möglich, in der Zeitschrift „Fundberichte aus Österreich“ nach Grabungen zu recherchieren, deren Material interessant sein könnte, und in der Folge durch gezielte Anfragen etwa bei den Grabungsfirmen, beim Bundesdenkmalamt oder bei Museen herauszufinden, wo das Fundmaterial hingelangt ist und ob es zur Bearbeitung zur Verfügung steht. Aufgrund des sehr hohen Zeitaufwands, der dafür nötig ist, wird diese Vorgehensweise jedoch selten gewählt, und es ist vielen Forscher:innen wenig bekannt, was für Grabungen stattfinden und welche Funde in Depots liegen. Daher werden an Institutionen und Depotträger mitunter Anfragen gerichtet, ob man Material für eine Studienarbeit zur Verfügung stellen könne, oder ob Fundmaterialien mit einer Relevanz für eine bestimmte Fragestellung vorhanden sind. Dies betrifft insbesondere Studierende bzw. deren Betreuer:innen, die auf der Suche nach passenden Materialien für Abschlussarbeiten sind, sowie Forscher:innen, die Projekte einreichen. Manche Institutionen und Ausgräber:innen bemühen sich auch von sich aus darum, Forscher:innen und Studierende zu finden, die bereit sind, bestimmte Materialien zu bearbeiten. Aus dieser Ausgangssituation heraus ist es oft der Fall, dass vor allem die Materialien beachtet werden bzw. beforcht werden, die aus verschiedenen Gründen eine hohe Sichtbarkeit besitzen bzw. bei denen sich jemand um eine Bearbeitung bemüht. Weniger sichtbare, aber möglicherweise sogar aussagekräftigere Materialien, z.B. aus Rettungsgrabungen, gehen in diesem Wettbewerb um Bearbeiter:innen oft unter.

Eine gemeinsame Online-Plattform zu in Depots gelagerten Fundkomplexen wäre eine Möglichkeit, einerseits den Rechercheaufwand für Interessent:innen und den Aufwand bei der Bearbeitung von Anfragen an Depotträger zu reduzieren, und andererseits Informationen über die Inhalte von Depots der Forschung besser zugänglich zu machen. Dies könnte als eine Art Forschungskatalysator dazu beitragen, dass in Forschungsprojekten auch Fundkomplexe in musealen Depots aus Rettungsgrabungen systematischer berücksichtigt und wissenschaftlich ausgewertet werden. Gleichzeitig könnte auch grundsätzliches Wissen transportiert werden, wo Fundmaterial nach einer Grabung hingelangt ist.

Vergleichenbare Initiativen sind in einem kleinen Umfang von einzelnen Institutionen und Personen bereits vorhanden, so wurde etwa vom Verf. für die Landessammlungen Niederösterreich eine Liste an Fundkomplexen für Studienarbeiten und Forschungsprojekte zusammengestellt, die mehr als 200 Einträge umfasst. Sie wird Interessent:innen derzeit auf Anfrage per Email zugesandt, eine Online-Veröffentlichung ist beabsichtigt.³³ Auch von einzelnen Wissenschaftler:innen wurden bereits themenspezifische Zusammenstellungen von Fundkomplexen, bei denen eine Bearbeitung wünschenswert wäre, veröffentlicht.³⁴ Diese individuellen Listen helfen den jeweiligen Institutionen bzw. Personen, bestimmte Fundmaterialien „unter die Haube“ zu bringen; es ist darin jedoch nur ein kleinerer Teil der insgesamt in musealen Sammlungen und archäologischen Depots vorhandenen Materialien enthalten und es ist damit keine einheitliche Recherche z.B. nach den für Fragestellungen interessantesten/am besten geeigneten Materialien möglich. In Form einer zentralen Plattform wäre es möglich, derartige Informationen stärker zu bündeln und den Informationsaustausch zu verbessern. Wenn der Eingabeaufwand entsprechend niedrig ist, könnten sich hier auch Institutionen beteiligen, die für eine eigenständige Vermittlung zu wenig Kontakte/Ressourcen/Kenntnisse besitzen.

Mit einigen Stakeholder:innen wurde besprochen, welche Informationen in einer derartigen Plattform aufgenommen werden sollten. Depotträger:innen und Praktiker:innen mit Erfahrung bei der Zusammenarbeit in digitalen Datenbanken erwähnten, dass ein kleinster gemeinsamer Nenner bei der Dateneingabe möglichst gering definiert werden sollte, um sicherzustellen, dass Institutionen nicht durch einen zu hohen Aufwand bei der Dateneingabe von der Teilnahme an einem solchen Projekt abgeschreckt werden und diese möglichst flexibel ist (im Fall einer Datenbank wurde in einem Fall z.B. genannt: „maximal 7 verpflichtende Datenfelder pro Fundkomplex, alle

³³ Vgl. Maurer, J. (2020). Fundbestand Denkmalschutz. Statistiken und Möglichkeiten. In: Laussegger, Armin; Sam, Sandra, Tätigkeitsbericht 2019 der Landessammlungen Niederösterreich und des Zentrums für Museale Sammlungswissenschaften: 41–43, Landessammlungen Niederösterreich, St. Pölten.

³⁴ Vgl. z.B. die Seite UK-Pool zur Urnenfelderzeit von Dr. Michaela Lochner: <https://www.oeaw.ac.at/orea/projekte/bronzezeit/ukpool/>

anderen Eingaben optional“). Günstig wäre auch eine starke Orientierung an bzw. eine Einspielbarkeit von möglicherweise bereits bestehenden Listen und Verzeichnissen, da bei der Notwendigkeit zusätzlicher Recherchen bei vielen Institutionen die Bereitschaft für eine Dateneingabe sinken würde. Unbedingt erforderlich wären jedenfalls Angaben zur Maßnahme wie Fundstellenbezeichnung und Grabungsjahr sowie zur Verfügbarkeit. Sinnvoll wäre auch eine Einschätzung der Relevanz der Materialien, aber auch z.B. Daten zu Datierung, Befundtypen, Fundtypen und Materialgruppen, zur Menge und zum Zustand (Gewaschen? Restauriert? Gezeichnet?) der Funde und der zugehörigen Dokumentation, zu bereits vorhandenen Forschungen, Analysen, Publikationen etc. Möglich wäre auch eine Verschlagwortung nach Interessensgebieten, Vorschläge zu Forschungsfragen, eine grobe Charakterisierung der Komplexe, eine Verknüpfung etwa mit den zugehörigen Maßnahmenberichten und Fotos oder eine Kartierung über Maßnahmenpolygone.

Von Kolleg:innen aus der Forschung wurden hier tendenziell detailliertere Daten gewünscht, wobei es je nach Forschungsinteresse Unterschiede gab. Als besonders großer Wunsch wurde mehrfach erwähnt, dass eine solche Plattform auch Informationen zu Existenz und Verbleib von naturwissenschaftlichem Probenmaterial enthalten sollte (z.B. Tierknochen, Menschenknochen/Leichenbrand, Erdproben, botanische Proben). Dieses wird in manchen Fällen an andere Organisationen übergeben als die übrigen Funde und in den Grabungsberichten oft nicht gesondert erwähnt, so dass die Suche nach geeignetem naturwissenschaftlichen Probenmaterial bei der Vorbereitung von Projektanträgen oft noch aufwendiger ist als die Suche nach passendem Fundmaterial. Speziell ein Mehr an Informationen zur Verfügbarkeit von Probenmaterialien würde hier die Berücksichtigung von Fundmaterialien in interdisziplinären Forschungsprojekten verbessern.

Erwähnt wurde auch, dass eine solche Plattform zweisprachig (DE-EN) angelegt werden sollte, für die Einbettung in die europäische Forschungslandschaft. Welche Daten hier aufgenommen werden sollten, und mit welchen standardisierten Stichworten/Vokabularen, müsste man für das Gelingen eines derartigen Projekts jedenfalls in einem gemeinsamen Prozess unterschiedlicher Institutionen und Nutzergruppen ausarbeiten und definieren.

Diskutiert wurde, wer diese Eingaben tätigen sollte bzw. könne. Am plausibelsten erscheint im Fall einer reinen Vermittlungsplattform eine freiwillige Eintragung bzw. Datenpflege durch die Institutionen bzw. Personen, in deren Depots sich die Fundkomplexe befinden.

Für zukünftig hinzukommende Materialien wäre es eine praktikable Lösung, die Aufnahme von Eckdaten bezüglich der Eignung von Funden aus archäologischen Maßnahmen für weitere Forschungen beim Vorliegen eines standardisierten Schemas schon bei der Herstellung der Grabungsdokumentation durchzuführen. Dies wäre z.B. durch eine Datei ähnlich der bereits verpflichtend anzufertigenden „Maßnahmenkurzinformation“ möglich (bzw. einen Ausbau dieser Datei), und für die Grabungsfirmen nur wenig Zusatzaufwand. Die Einspeisung der Daten in eine Online-Plattform müsste dann allerdings zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen, entweder erst, wenn das Material in einem Depot gelandet ist, das die Veröffentlichung wünscht; oder in einer gesammelten Form durch das Bundesdenkmalamt, mit einer Möglichkeit für Institutionen oder Personen, zu markieren, was von ihnen verwahrt wird.

Dies ist vor allem der Problematik des Fundverbleibs geschuldet, der bei der Anfertigung der Grabungsdokumentation meist noch nicht geklärt ist. Von Gesprächspartner:innen wurde in einem Fall zwar auch vorgeschlagen, dass eine derartige Plattform genutzt werden sollte, um den Verbleib von Fundmaterial aus Grabungen systematisch zu dokumentieren, mit einer Pflicht, die Weitergabe von Funden z.B. an Gemeinden, Museen oder Private zu dokumentieren. Dies ist aber rechtlich nicht möglich, da es sich um heikle Daten mit Personenbezug bzw. Bezug zur Eigentümersituation handelt. Es ist wohl damit zu rechnen, dass nicht alle Eigentümer:innen von Fundkomplexen einer Veröffentlichung von Informationen zum Fundverbleib bzw. einer Vermittlung in Richtung weitere Bearbeitung/Öffentlichkeit zustimmen würden. Sehr wohl möglich wäre im Zuge eines solchen Projekts (unabhängig vom Thema Digitalisierung) aber sicherlich die Durchführung einer Studie zur Frage, wo sich Fundkomplexe aus vergangenen archäologischen Maßnahmen heute befinden.

Möglich wäre es, über eine digitale Vermittlungsplattform zu Fundkomplexen auch Privatsammler:innen bessere Möglichkeiten zu geben, ihr Material der Forschung anzubieten. Bei der Diskussion, wer ein möglicher Träger für eine solche Plattform wäre, wurde mehrmals geäußert, dass dies für ein österreichweites Funktionieren jedenfalls das Bundesdenkmalamt sein müsse. Denkbar wäre evtl. auch ein Verbund mit Playern aus unterschiedlichen Bundesländern und Institutionen, wobei eine langfristige Finanzierung und Aktualisierung sichergestellt werden müsste. In technischer Hinsicht wäre eine Datenbanklösung sinnvoll, die das Prinzip von Linked Open Data unterstützt.

Als pragmatische Minimalvariante eines derartigen Projekts wäre es allerdings auch möglich, zur Verbesserung des aktuellen Zustands eine simple Website ins Leben zu rufen, auf der auf Wunsch weiterführende Links eingetragen

werden können, etwa zu pdf-Dateien oder Webseiten einzelner Institutionen, auf denen sich genauere Angaben zu Depotinhalten finden. Diese Lösung wurde von einer Person vorgeschlagen, die einigen Einblick in archäologische Depots besitzt und sich aufgrund der unterschiedlichen Depotstrukturen nicht vorstellen konnte, dass es möglich ist, für die darin enthaltenen Fundkomplexe ein einheitliches Recherchewerkzeug zu schaffen. Vor dem Start eines derartigen Projekts wäre es somit sicherlich günstig, das Thema auch noch einmal in größeren Gremien (z.B. Archäologischer Rat, Landesarchäolog:innen) zu bereden.

In Verbindung damit könnte auch eine Funktion (z.B. Website, Forum, Newsletter) eingerichtet werden, über die Wissenschaftler:innen, die sich aktiv für bestimmte Forschungsfragen oder Themen interessieren (z.B. bestimmte Zeitstellungen, Befundtypen, Materialgruppen oder Probengattungen), Hinweise geben können, auf was beim Antreffen entsprechender Befunde auf einer Grabung besonders geachtet werden sollte. Möglich wären auch Angaben, in welchen Fällen sich Forscher:innen persönlich über eine Kontaktaufnahme freuen würden oder ggfs. als Auskunftsperson zur Verfügung stehen. Dies könnte zu einem besseren Austausch zwischen Denkmalpflege und Wissenschaft bezüglich aktueller Forschungsfragen oder sinnvoller naturwissenschaftlicher Beprobungen auf Grabungen beitragen – derzeit findet dies hpts. entlang persönlicher Kontakte statt.

5.2. INFORMATIONSPLATTFORM ZU ARCHÄOLOGISCHEN MASSNAHMEN

Eng verwandt mit dem Vorschlag einer „Partnerbörse“ für archäologische Fundkomplexe (siehe Kap. 5.1, viele dort angesprochene Punkte werden hier nicht erneut erwähnt) bzw. sehr gut damit kompatibel wäre die Schaffung einer Informationsplattform zu möglichst allen stattgefundenen und stattfindenden österreichischen archäologischen Maßnahmen (Ausgrabungen und Prospektionen). An dieser bestünde nach Bekundung in den Stakeholder:innengesprächen noch sehr viel höheres Interesse, sie wäre allerdings auch aufwendiger und komplexer. Informationen zu vergangenen Ausgrabungen werden seit ca. 1930 zentral in der Zeitschrift „Fundberichte aus Österreich“ publiziert (siehe Kap. 5.4), sind in gesammelter digitaler Form als Korpus jedoch nirgends filterbar. In Publikationen und digitalen Datenbanken werden daher durchaus häufig mit relativ hohem Aufwand thematisch gegliederte Listen von Grabungen zusammengestellt, etwa zu bestimmten Zeitstellungen oder Regionen, und teils auch in Online-Datenbanken veröffentlicht.³⁵ Dies führt zu Redundanzen in Datenbeständen und einer zersplitterten bzw. schlechten Zugänglichkeit von Daten; eine zentralere Lösung, die für Recherchen genutzt, bzw. als Schnittstelle zu anderen Datenbeständen dienen könnte, wäre hier sehr hilfreich.

Es wäre möglich, eine Zusammenstellung mit grundlegenden Eckdaten zu allen archäologischen Maßnahmen/Ausgrabungen zu schaffen. Für Maßnahmen der letzten Jahre könnte man dabei (soweit diese öffentlich zugänglich gemacht werden können) u.a. auf die in Form der „Maßnahmenkurzinformation“ vom BDA gesammelten Informationen zu archäologischen Grabungen zurückgreifen, also auf Daten, die ohnehin erhoben werden (auch wenn es aus Sicht der Forschung günstig sein wäre, das Spektrum der darin verpflichtend zu verzeichnenden Informationen zu erweitern, vgl. voriges Kapitel). Weitere Daten zu aktuellen Maßnahmen, und Eckdaten von weiter zurückliegenden Grabungen, müsste man hingegen händisch auf Basis einer Durchsicht der Fundberichte aus Österreich (FÖ) verzeichnen. Besonders interessant wäre es jedenfalls auch, die Datensätze zu den einzelnen Grabungen um digitale Exzerpte der in den FÖ publizierten Grabungsberichte anzureichern, sie mit IDs der HERIS-Fundstellendatenbank des Denkmalamts zu verknüpfen sowie sie mit einer Georeferenzierung zu versehen (Koordinate oder Maßnahmenpolygon der einzelnen Grabungsflächen).

Eine derartige Liste inkl. Repositorium von Grabungsberichten aus den FÖ könnte man in einer Online-Plattform so aufbereiten, dass sie sich nach versch. Kriterien filtern bzw. nach Stichworten durchsuchen lässt. Diese Plattform könnte man um zusätzliche Funktionalitäten ergänzen, über die etwa Nutzer:innen die Möglichkeit haben, Daten hinzuzufügen oder zu ergänzen. So könnten etwa die Verwahrer:innen von Fundkomplexen kennzeichnen, welche Materialien konkret in ihrer Institution verwahrt bzw. zur Bearbeitung für Projekte oder Abschlussarbeiten angeboten werden (vgl. voriges Kapitel). Ausgebaut werden könnte ein solches Projekt auch in Richtung Informationen zu Ausgrabungen für die allgemeine Öffentlichkeit.

Eine derartige normierte Liste sollte zur Nachnutzung frei zum Download zur Verfügung gestellt werden. Hier wurde in mehreren Stakeholder:innengesprächen erwähnt, dass vor allem die Seiten <http://www.geoland.at/> bzw. <https://www.data.gv.at/>, auf denen zahlreiche öffentliche Datensätze aus der Verwaltung zur Verfügung gestellt werden, ein Vorbild sein könnte. Hier werden in der Archäologie besonders häufig Geodaten heruntergeladen und in

³⁵ Vgl. z.B. eisenzeitliche Fundstellen, <https://www.iron-age-danube.eu/about>; oder Fundstellen aus dem Grenzgebiet Steiermark/Slowenien, vgl. <http://www.interarch-steiermark.eu/datenbank.html>.

archäologische Projekte integriert. In analoger Form könnte auch eine zentrale Liste archäologischer Maßnahmen ein Ausgangspunkt bei der Durchführung von Projekten und Datensammlungen sein.

Eine relevante Frage bei der Umsetzung eines solchen Projekts wäre, ob und in welcher Art und Weise ggfs. Informationen, die bei der Nachnutzung der Daten entstehen, in eine solche Plattform rückübernommen werden sollten bzw. könnten. Immens wichtig wäre jedenfalls Unterstützung von Linked-Open-Data, um ein Zusammenspiel mit anderen Dateninfrastrukturen zu gewährleisten. Darauf zu achten wäre auch, dass der Aufwand für die Ergänzung neu hinzukommender Maßnahmen, der auf Basis der Datensammlungen des Bundesdenkmalamts erfolgen müsste, möglichst gering ist. Ähnlich wie beim Projektvorschlag Kap. 5.1 bräuhete es auch hier einen langfristig finanzierten zentralen Träger mit entsprechender Expertise, wobei einzelne Gesprächspartner:innen explizit vor Forschungseinrichtungen warnten, da diese zu sehr auf Drittmittelakquise bzw. Publikationsoutput achten müssten.

5.3. INFORMATIONSPLATTFORM ZU ARCHÄOLOGISCHEN FUNDSTELLEN

Ähnlich wie für archäologische Maßnahmen (siehe Kap. 5.2) wäre nach Einschätzung in Stakeholder:innengesprächen auch zu archäologischen Fundstellen als grundlegende Dateninfrastruktur eine zentral verwaltete Plattform mit normierten Basisinformationen sehr wünschenswert. Einige grundlegende Aspekte (besonders wichtigen Informationen, möglichen Techniken/Trägerinstitutionen) wären sehr ähnlich zu den Projektkonzepten Kap. 5.1 und 5.2, mit denen sich ein solches Projekt auch kombinieren ließe, weshalb sie an dieser Stelle nicht noch einmal ausgeführt seien.

Genutzt werden müssten in einem solchen Projekt die vom Bundesdenkmalamt, das als einziger Träger eine österreichweite Datenverwaltung zu Fundstellen besitzt, im Rahmen des Projekts HERIS aufgenommenen Fundstellendaten und -polygone. Diese werden in einem eingeschränkten Umfang schon jetzt öffentlich einsehbar gemacht. Sie enthalten ausgewählte Informationen und eine Georeferenzierung einzelner Fundstellen, sowie IDs, die diese eindeutig identifizieren. Auch wenn die Befüllung der HERIS-Datenbank mit einer denkmalpflegerischen Zielsetzung erfolgt und die Datenqualität bei einer Nachnutzung in der Forschung im Einzelfall wohl nachgeprüft werden sollte, scheinen darin zumindest alle bekannteren, geografisch gut verortbaren Fundorte auf. Diese Datenbasis könnte gut als „kleinster gemeinsame Nenner“ bzw. als Hub für Informationen für die Forschung und Öffentlichkeit dienen. Für eine breitere Nutzung bräuhete es technisch möglichst niederschwellige Schnittstellen, an denen Forscher:innen und andere Institutionen andocken können, um ihre Daten zu verlinken oder bereitzustellen.

Ein international bereits vorhandenes Projekt dieser Art, mit verschiedenen Applikationen, die auf den enthaltenen Datenbeständen aufbauen, ist AIS CR (Archaeological Information System of the Czech Republic, <https://www.aiscr.cz/en/>). Dabei handelt es sich um ein millionenschweres Großprojekt mit einem umfangreichen Team. Es ist in dieser Form wohl europaweit an vorderer Stelle, erfüllt moderne technische Standards und wird laufend weiterentwickelt. Ein Grund für seine Existenz ist wohl auch, dass in der Tschechischen Republik die Denkmalpflege bei der Akademie der Wissenschaften angesiedelt ist, und Verwaltung und Forschung hier somit stärker als andernorts unter einem Dach konzentriert sind.

Nach der Einschätzung von Gesprächspartner:innen müsste eine Umsetzung eines Projekts ähnlich zu AIS CR in Österreich in einem Top-Down-Format erfolgen, mit einem klaren Auftrag dafür an eine zentrale Stelle mit langfristig abgesicherter Finanzierung und Personal. Es wurde von einigen Personen aus dem Bereich von Forschung und Denkmalpflege recht klar geäußert wurde, dass dies jedenfalls das Bundesdenkmalamt sein müsste, da dieses die zentrale Fundstellendatenbank besitzt, damit Interessenskonflikten zwischen Institutionen vorgebeugt würde, und auch eine zentrale Datenhoheit und die Regelung von Zugangsrechten zu den Daten wichtig wären. Darauf folgte allerdings öfters die Einschätzung, dass das Bundesdenkmalamt dafür zu wenig Ressourcen und Personal besitzt, und das Gelingen eines zentralen Infrastrukturprojekts ähnlich etwa zu AIS CR daher in Österreich in der gegenwärtigen Situation nicht vorstellbar wäre. Realistischer wäre wohl eher die Schaffung von externen Zugriffsmöglichkeiten auf die HERIS-Datenbank oder die Bereitstellung von Datenextrakten aus derselben.

In Bezug auf eine völlig freie Zugänglichkeit von Fundstellendaten wurde von einigen Gesprächspartner:innen Skepsis bzw. Ablehnung geäußert, aus Sorge der Plünderung von Fundstellen durch Raubgräber:innen und Sondengeher:innen. Da Polygone der aktiven und denkmalgeschützten Fundstellen bereits jetzt frei zugänglich online gestellt werden, stellt sich die Frage, bis zu welchem Grad die Veröffentlichung von noch detaillierten Informationen tatsächlich einen großen Unterschied macht. Denkbar ist dies allerdings jedenfalls – etwa wenn durch eine gemeinsame Darstellung von Fundstellen und Funden/Fundberichten auch für Laien einfacher erkennbar ist, wo bereits besonders zahlreiche oder wertvolle Funde entdeckt wurden. Diesen Aspekt müsste man jedenfalls mitberücksichtigen.

5.4. EDITION DER FUNDBERICHTE AUS ÖSTERREICH

Ein spannendes und wichtiges Digitalisierungsprojekt, bei dem auch innovative Lösungen für spezifische Herausforderungen gesucht werden könnten, wäre eine Korpus-Vorlage der vom Bundesdenkmalamt herausgegebenen Zeitschrift „Fundberichte aus Österreich“ (FÖ). Die Zeitschrift wurde in den Projektkonzepten Kap. 5.1–5.3 schon mehrmals erwähnt, ihre Vorlage würde sich mit diesen verbinden lassen.

In den jährlich erscheinenden Fundberichten aus Österreich werden seit ca. 1930 die an das BDA übermittelten Fundmeldungen publiziert. Die FÖ umfassen pro Band hunderte bis tausende Meldungen von Oberflächenfunden und Zufallsfunden, die z.B. bei Bauarbeiten oder von Sammler:innen entdeckt werden, sowie Berichte zu archäologischen Maßnahmen wie Ausgrabungen und Prospektionen. In manchen Jahren wurden darin auch Münzfunde publiziert sowie Materialvorlagen/wissenschaftliche Artikel. Der Umfang der einzelnen Bände ist im Lauf der Zeit stetig gewachsen. In den frühen Jahren handelt es sich bei den meisten Meldungen nur um wenige Sätze zu einem Fund oder einer Grabung; später wurden etwas längere Beiträge inklusive einer Schilderung von Funden, manchmal mit Abbildung, üblich. Seit 2011 werden darin auch die Maßnahmen- bzw. Grabungsberichte „Teil B“ veröffentlicht (soweit die Berichtersteller:innen der Veröffentlichung nicht widersprechen), die im Zuge der Grabungsdokumentation verpflichtend anzufertigen und an das Bundesdenkmalamt zu übermitteln sind. Sie beinhalten zumeist auch Bilder und Pläne und haben oft eine Länge von etwa 5 bis 30 Seiten. Da dadurch der Umfang der Fundberichte stark anstieg, wurde zuletzt eine Beschränkung auf max. 50 Seiten bei einer Größe von max. 20 MB eingeführt.

Publiziert werden die Fundberichte aus Österreich in analoger Form in Kooperation mit einem Verlag, wobei seit 2011 über einen im Band abgedruckten Zugangscode zusätzlich auch eine digitale Version in Form eines pdf-Dokuments zum Download zur Verfügung gestellt wird. Dieses pdf-Dokument beinhaltet zusätzlich auch den „Digitalteil“ der FÖ, in dem alle Maßnahmenberichte zusammengefügt sind. Während die analoge Fassung oft um die 500 Druckseiten umfasst, stieg der Gesamtumfang der digitalen Fassung durch die Aufnahme der Maßnahmenberichte zuletzt auf bis ca. 10.000 Seiten. Durch die Publikation im Format .pdf sind Stichwortsuchen möglich bzw. kann die Datei am Computerbildschirm durchgesehen werden, aufgrund des großen Umfangs ist dies im Handling jedoch mühsam bzw. zeitaufwendig. Im Internet sind die Fundberichte bislang nicht frei zugänglich, wenngleich innerhalb der Fachcommunity sowohl digitalisierte Privatkopien der älteren Bände als auch die seit 2011 als pdf veröffentlichten Bände unter der Hand weitergegeben werden.

Bei einer zentralen Vorlage und Veröffentlichung im Internet könnte man demgegenüber beträchtlichen Mehrwert für die Forschung schaffen. Interessant wäre hier u.a.:

- Eine einheitliche Zitierfähigkeit der einzelnen Fundmeldungen inkl. DOI, über den die betreffende Meldung eingesehen werden kann.
- Funktionalitäten für eine bessere Recherchierbarkeit, etwa bei der Suche nach Maßnahmen, Befunden, Funden, Fundstellen oder für die Suche nach typologischen Vergleichsfunden.
- Eine Möglichkeit, ausgewählte Inhalte über Verlinkungen auch in anderen Dateninfrastrukturen mit abzufragen bzw. abzubilden.
- Eine Verknüpfung bzw. Visualisierung mit anderen, z.B. georeferenzierten Daten (vgl. etwa Kap. 5.1–5.3)
- Da die FÖ umfangreiche Daten zu archäologischen Fundstellen, Funden und Forscher:innen aus Österreich aus den letzten mehr als 90 Jahren umfassen, könnten auf einer Korpusvorlage basierend auch weiterführende Fragestellungen untersucht werden (z.B. zu Forschungsgeschichte, Begrifflichkeiten ...).

Einer der bedeutendsten Aspekte einer derartigen Vorlage wären Fragen zu Urheberrechten bzw. Nutzungsrechten. Es müsste vor dem Start eines Projekts noch einmal geprüft werden, ob eine Online-Stellung aller Inhalte der FÖ, inklusive aller Abbildungen und Berichte, aus urheberrechtlicher Sicht ohne Risiko für den Projektträger möglich ist – in informellen Gesprächen wurde davon jedoch ausgegangen, da eine Berichtspflicht besteht und die Daten zur Veröffentlichung an das BDA übermittelt wurden. Wenn dem so ist, hätte dies enorme Vorteile, da damit auf eine Abklärung der Nutzungsrechte mit allen Beteiligten (Grafiker:innen, Fotograf:innen, Ausgräber:innen, Autor:innen, Auftraggeber:innen von Grabungen ...), die retrospektiv keinesfalls möglich wäre, verzichtet werden könnte. Damit könnte eine bedeutende Menge an legacy-Daten zur Verfügung gestellt werden, für die andernfalls vor dem Erreichen der Gemeinfreiheit Einzelfallrecherchen nötig wären für eine Einspeisung in Online-Plattformen (z.B. bräuchte eine Grabungsfirma vor der Veröffentlichung eines Grabungsberichts erst das Einverständnis der Auftraggeber:innen). Eine technische Möglichkeit, Ausschnitte der FÖ z.B. als frame auch in andere Seiten einzubetten bzw. Inhalte über Linked Data abrufbar zu machen, könnte dann in einem eingeschränkten Umfang auch eine Integration in andere Plattformen ermöglichen.

Da bei einer Online-Veröffentlichung Beschränkungen in Bezug auf Seitenzahlen, Datenformate und Speicherplatz weniger ausgeprägt sind, könnte für die zukünftige Entwicklung der „Fundberichte aus Österreich“ auch an einen Ausbau mit umfangreicheren Berichten und zusätzlichen digitalen Daten gedacht werden, in Richtung digitales Datenrepositorium.

5.5. REPOSITORY FÜR DATEN AUS ARCHÄOLOGISCHEN MASSNAHMEN

Grabungsdokumentationen liegen in Österreich inzwischen in einer meist vollständig digitalisierten (oder auch nativ digitalen) Form vor, sie sind gemäß den „Richtlinien für archäologische Maßnahmen“ anzufertigen und in einer digitalen Ordnerstruktur dem Bundesdenkmalamt zu überlassen, das mit Hilfe des Bundesrechenzentrums auf streng geschützten Datenträgern eine Langzeitarchivierung durchführt. Nach außen hin ist dieses Repository jedoch nicht zugänglich, veröffentlicht werden aus den Datenkonvoluten nur die Maßnahmenberichte (in der Zeitschrift Fundberichte aus Österreich).

Es wäre durchaus eine Möglichkeit, bei Einverständnis der Ausgräber:innen/Auftraggeber:innen/Besitzer:innen der Fundkomplexe auch weitere Teile von oder sogar gesamte Grabungsdokumentationen online mit einer Lizenz zur Verfügung zu stellen. Voraussetzung dafür wäre neben der Lösung technischer Herausforderungen (v.a. große Datenmenge) freilich auch, dass die Nutzungsrechte der Dokumentationen von den Beteiligten genau dokumentiert werden und sensible Daten, z.B. zu teilnehmenden Mitarbeiter:innen, ausreichend geschützt werden. Gedacht werden könnte hier etwa an ein System, in dem bei der Abgabe von digitalen Grabungsdokumentationen an das Bundesdenkmalamt genau zu definieren ist, welche Ordner/Dokumentationsbestandteile mit welcher Lizenz online zugänglich gemacht werden dürfen.

Damit derartige Daten gut nutzbar sind, wäre freilich ein noch wesentlich höheres Ausmaß an Standardisierung/Interoperabilität von Grabungsdokumentationen sinnvoll, als derzeit technisch gegeben. Speziell für die von privaten Auftraggeber:innen finanzierten Grabungen würde es darüber hinaus möglicherweise Anreize benötigen für eine Zustimmung zu einer freien Zugänglichkeit von Grabungsdokumentationen – auch die Institutionen, die die Funde zur Lagerung übernehmen, sollten hier sinnvollerweise ein Mitspracherecht haben.

Der Mehrwert, den eine derartige Veröffentlichung von Grabungsrohdaten hätte, wurde in den Stakeholder:innengesprächen unterschiedlich beurteilt. Von manchen Forscher:innen wurde die Einschätzung getroffen, dass eine einfachere Verfügbarkeit von Grabungsdokumentationen für Sie durchaus interessant wäre, bzw. sie auch aus prinzipiellen Gründen frei zugänglich sein sollten. Als ein Haupthindernis wurde jedoch die große Masse der Daten genannt, für deren Online-Veröffentlichung es einerseits eine teure Infrastruktur benötigen würde, und andererseits auch viel Zeitaufwand bei einer Durchsicht bzw. weiteren Nutzung. Geäußert wurde die Einschätzung, dass in der Regel vor allem stärker zusammenfassende Darstellungen, z.B. in Form von umfangreicheren Grabungsberichten, als sie derzeit verfasst werden, relevant wären, ggfs. aber durchaus mit einer Option, bei einem vertieften Interesse auch detailliertere Daten öffnen zu können. Speziell gewünscht wären hier Bilddaten, die einen repräsentativen Überblick geben (nicht nur Bilder der „schönsten“ Befunde).

Ein internationales Beispiel eines großen Repositoriums mit Open-Access-Zugänglichkeit von Grabungsdokumentationen ist das „archaeology data service“ in Großbritannien.³⁶ Finanziert wird dieses über finanzielle Beiträge der Institutionen/Personen, die Daten hochladen.³⁷

In einem Fall wurde in einem Stakeholder:innengespräch auch erwähnt, dass es wünschenswert wäre, wenn Grabungsmaterialien inklusive Dokumentation nach Ablauf einer gewissen Frist allen Interessent:innen frei zugänglich gemacht werden müssten. Dies vor dem Hintergrund, dass es immer wieder besonders interessante Fundkomplexe gibt, die sich Forschungspersönlichkeiten zur „Bearbeitung“ reservieren, diese Bearbeitung aber nicht leisten und das Material daher jahrzehntelang blockiert ist. Aus rechtlicher Sicht wird es zu diesem geäußerten Wunsch bei der aktuellen gesetzlichen Lage keine Handhaben geben, es wäre aber sicher sinnvoll, in einem Repository mit Grabungsdaten, wenn Vorbehalte bezüglich einer freien Zugänglichmachung bestehen, befristete zeitliche Sperren zu bewerben, aus urheberrechtlichen Gründen, damit nicht etwa mit einer freien Zugänglichmachung von Fotos bis zum Erreichen der Gemeinfreiheit gewartet werden muss (70 Jahre nach dem Tod der/s letzten Miturhebers:in, also potenziell mehr als 100 Jahre).

³⁶ Vgl. <https://archaeologydataservice.ac.uk/archive/>

³⁷ Vgl. Kevin Garstki, Digital Innovations in European Archaeology. Cambridge Elements 2020.

5.6. ONLINE-PUBLIKATION VON GRAUER LITERATUR & ORTSMAPPEN

In vielen archäologischen Institutionen sind größere Aktenbestände mit Unterlagen zu Fundstellen und Funden vorhanden – meist in Form sogenannter „Ortsakten“. Diese sind üblicherweise nach Katastralgemeinden geordnet und beinhalten Berichte, Korrespondenzen, Grabungsdokumentationen, Fotos von Fundstellen und Funden etc. Sie sind wichtige Primärquellen und stellen meist einen der ersten Anlaufpunkte bei Recherchen da, wobei der Aufwand dafür einigermassen hoch ist, da verschiedene Institutionen angefragt werden und diese kontrollieren müssen, ob relevante Unterlagen vorhanden sind. Auch Nachlässe einzelner Forscherpersönlichkeiten beinhalten oft eine Vielzahl wichtiger Quellen, Berichte etc.

In manchen Institutionen wurde diese Dokumente, die häufig benötigt werden, bereits digitalisiert (zumeist in Form von pdf-Dateien), oder eine Digitalisierung ist geplant. Über Online-Zugänge wäre es einfacher möglich, auf derartige Daten zuzugreifen. Das Problem ist allerdings, dass sie üblicherweise viele personenbezogene Daten beinhalten (z.B. zu Findern, Fundumständen, Grundeigentümer:innen ...) sowie auch Nutzungsrechte von Grafiken i.d.R. nicht dokumentiert sind – eine freie Zugänglichkeit ist also aus rechtlicher Sicht nicht möglich (zumindest für einen Zeitraum < 70 Jahre). Digitalisierungsprojekte zu Ortsakten/grauer Literatur/Archivalien müssten sich demnach, wenn die Dokumente in Forschungsprojekten entsprechend den FAIR-Prinzipien frei zugänglich gemacht werden sollen, mit Dokumentenbeständen befassen, bei denen keine rechtlichen Einschränkungen bestehen, also z.B. mit Nachlässen/Dokumenten aus der Zeit vor dem zweiten Weltkrieg.

Alternativ könnte vlt. auch eine Infrastruktur geschaffen werden, die einen verbesserten internen Austausch zu derartigen Daten zwischen und innerhalb der einzelnen Häusern ermöglicht. Da Dokumente zu einzelnen Fundkomplexen und Forscher:innen oft auf mehrere unterschiedliche Archive verteilt sind, würde eine digitale Zusammenführung die Zugänglichkeit erleichtern – ein schwieriger Aspekt wäre hier jedoch die Gewährleistung einer ausreichenden Datensicherheit. Ein Beispiel für eine bereits bestehende derartige Plattform ist ein passwortgesichertes Datenrepositorium mit archivalischen Unterlagen des Joanneums Graz zu archäologischen Fundstellen aus dem Gebiet des heutigen Slowenien.³⁸

Aus methodischer Sicht können in entsprechenden Forschungs- bzw. Digitalisierungsprojekten insbesondere Techniken zur Analyse von Schriftquellen und Personendaten eingesetzt werden, etwa KI-gestützte Handschrifterkennung/Zuordnung von Handschriften zu einzelnen Personen/Netzwerkanalysen zu Personendaten etc.

5.7. ALLGEMEINE WÜNSCHE LAGERHALTUNGS- & INVENTARISIERUNGSSYSTEME

Einige Male wurde in Stakeholder:innengesprächen allgemeine Probleme/Wünsche bezüglich Verstandortung und Inventarisierung von Sammlungsobjekten angesprochen, mit dem Hinweis, dass eine umfassendere oder andere Form der digitalen Erfassung z.B. bei der Verwaltung helfen würde, oder bei der Online-Veröffentlichung von Inventaren. Digitale Systeme zur Inventarisierung sind zwar in den meisten musealen Sammlungen vorhanden, das Ausmaß, in dem die Bestände bereits verzeichnet sind, ist jedoch unterschiedlich. Auch sind manche verwendete Programme nach Einschätzung von Nutzer:innen aus technischer Sicht nicht zufriedenstellend, könnten um weitere Funktionen ergänzt werden, oder systematischer/standardisierter eingesetzt werden. Da es sich um teils sehr spezifische Punkte handelte, für die durchaus Lösungen entwickelt werden könnten bzw. bereits existieren, seien sie an dieser Stelle nur allgemein umrissen.

Mehrmals wurde erwähnt, dass in Bezug auf „Digitalisierung“ in Sammlungen vor allem eine vollständige(re) digitale Inventarisierung inklusive Verstandortung hilfreich wäre, um Bestände recherchierbar und vor Ort rascher findbar zu machen. Dies hängt stark von den Ressourcen und Fördertöpfen ab, die einzelnen Museen im Lauf der Zeit für Inventarisierung zur Verfügung standen bzw. stehen. Bezüglich der Inventarisierung archäologischer Funde durch ehrenamtliche Mitarbeiter:innen ohne einschlägige Fachausbildung war in den Stakeholder:innengesprächen teils stärkere Skepsis ob der Qualität der Inventarisierung erkennbar.

Von Mitarbeiter:innen größerer Sammlungen wurden digitale Lagerhaltungssysteme mit der Nutzung von Barcode-Etiketten (oder zusätzlich auch RFID-Chips) genannt als Möglichkeit zur Beschleunigung von Verwaltungsprozessen bei der Verstandortung von Sammlungsobjekten. Entsprechende Systeme sind in manchen Sammlungen bereits vorhanden, innerhalb archäologischer Depots bislang jedoch selten. Vorstellbar wäre sogar, den gesamten Prozess von der archäologischen Ausgrabung bis zur Einlagerung ins Depot durch derartige Systeme zu begleiten – da es in

³⁸ Vgl. <https://www.museum-joanneum.at/forschung/interarch-steiermark>

Österreich bei der Durchführung der meisten Grabungen noch nicht absehbar ist, wo das Material später landet und in den Grabungsprozess meist unterschiedliche Institutionen involviert sind, würde dies freilich ein relativ hohes Ausmaß an Zentralisierung/Abstimmung/gemeinsamer Infrastruktur unterschiedlicher Parteien benötigen.

Erwähnt wurde in einem Gespräch auch ein Wunsch nach einer technischen Möglichkeit, große Mengen an Funden rasch und möglichst automatisch mit einer Inventarnummer zu beschriften. Ein Prototyp für ein System, das archäologische Funde mittels Sensoren und digitaler Steuerung beschleunigt beschriftet, existiert lt. einer Recherche bereits.³⁹ Es ließe sich ggfs. auch mit anderen Formen einer stärker automatisierten/digitalisierten Fundbearbeitung (vgl. Kap. 6.1) verbinden.

Ein für manche Museen geschildertes Problem ist eine aus Sicht einzelner Nutzer:innen nicht zufriedenstellende oder veraltete Inventarsoftware. Dabei handelte es sich in einem Fall um ein System eines großen internationalen Anbieters, in dem sich im Hintergrund aufgrund der langjährigen Entwicklungsgeschichte eine aus technischer Sicht veraltete Datenbankstruktur befindet, was u.a. zu Einschränkungen bei Suchfunktionen, zu hohem Zeitaufwand bei Dateneingaben und zu Schwierigkeiten beim Import bzw. Export von Daten führt. In einem anderen Fall handelte es sich um eine komplexe selbst entwickelte legacy-Datenbank auf Basis von MS-Access, für die gerade an einer Neuentwicklung auf anderer technischer Basis gearbeitet wurde. Es deutete sich in den Gesprächen an, dass eine von den Nutzer:innen als unzureichend empfundene Funktionalität von Inventarprogrammen dazu führen kann, dass Ersatzlösungen geschaffen werden und sich die Datenlandschaft stark zersplittert, etwa durch aus Gründen der Praktikabilität parallel zum zentralen Inventar geführte Listen, weitere Datenbanken usw. Bei der technischen Weiterentwicklung des Inventars sind Museen stark abhängig vom jeweiligen Anbieter, wobei auch mehrmals erwähnt wurde, dass aus Kostengründen mit einer älteren Version eines bestimmten Programms gearbeitet werden muss. Auch ein Umstieg auf eine andere Softwarelösung, oder eine eigene Neuentwicklung, ist jeweils mit Aufwand verbunden. Zu erkennen ist speziell bei kleineren Sammlungen ein Trend in Richtung gemeinsame Online-Inventarisierungsinfrastruktur innerhalb der Bundesländergrenzen Österreichs durch Museumsverbände, wobei die jeweilige Software entweder selbst entwickelt wurde oder von einem bestimmten Anbieter mit engerem Kundenkontakt stammen dürfte. Mittelgroße bis große Institutionen scheinen teils hingegen eher ihre historisch gewachsenen Systeme weiterzubetreiben oder eigene neue Lösungen zu programmieren.

Ein in den letzten Jahrzehnten bzw. Jahren verstärkt hinzugekommenes Element ist der Wunsch, Inventardaten auf Sammlungshomepages (s. Kap. 5.14) oder in vernetzten Portalen wie z.B. Europeana zugänglich zu machen. Dies führt bei manchen Sammlungen zu einem stärkeren Bemühen um Qualität und Einheitlichkeit bei der Inventarisierung (vgl. z.B. Kap. 6.2) und zu Projekten zur besseren Visualisierung und Vernetzung von Daten.

5.8. STÄRKE AUTOMATISIERUNG BEI EINSPIELUNG VON DATEN UND FOTOS IN INVENTARPROGRAMME

Identifiziert werden konnten in den Stakeholder:innengesprächen in Einzelfällen auch Potenziale zur Einsparung von Zeit bzw. Personalkosten durch kleinere Maßnahmen in Richtung einer etwas stärkeren Automatisierung bei der musealen Inventarisierung. So wurde etwa in einem Fall geschildert, dass bei der Einspielung von Fotos in ein Inventarprogramm am meisten Zeit nötig wäre für die korrekte Benennung der Datei, die händische Konvertierung in unterschiedliche Dateiformate und die Aufnahme von Metadaten zum Bildnachweis – Teile dieser Arbeitsschritte ließen sich durch Makros, vlt. zusätzlich unterstützt durch ein mit der Kamera verknüpftes Tablett zur Dateneingabe, mutmaßlich stark beschleunigen. Bei der Eingabe von Daten in einem Inventarprogramm wurde erwähnt, dass die Notwendigkeit des händischen „Durchklickens“ durch div. Thesauri viel Zeit benötigen würde – hier könnte, falls innerhalb des Inventarsystems keine raschere Lösung möglich ist, versucht werden, Daten extern aufzunehmen und gesammelt einzuspielen. Dies scheint v.a. auch aufgrund des hohen Zeitaufwands sinnvoll, der lt. Beschreibungen bei der Inventarisierung archäologischer Funde anfällt – genannt wurde hier in einem Fall ein Durchsatz von kaum mehr als 3 Fundstücken pro Stunde, in einem anderen Fall eine Maximalzahl von nicht mehr als 100 Stück pro Tag, wenn die Inventareinträge in vielen Feldern ident sind und inhaltlich nur wenig abzuwandeln sind.

Ein gewisses Potenzial hat vmtl. auch eine stärkere Integration der Inventarisierung in die wissenschaftliche Auswertung von archäologischen Fundkomplexen. So findet bei der Bearbeitung von Fundmaterialien z.B. in Studienarbeiten zwar üblicherweise eine Katalogisierung der Funde statt, i.d.R. jedoch meist in einem individuellen (etwa zeit- oder materialspezifischen, nicht dem Inventarsystem angepassten) Format. Vom Verf. wurde daher versuchsweise ein Inventarisierungstemplate in Form einer Excel-Liste ausgearbeitet, das Bearbeiter:innen von Fundmaterialien (in diesem Fall der Landessammlungen Niederösterreich) für die Katalogisierung zur Verfügung

³⁹ Vgl. <https://www.archaeologie.sachsen.de/fundbeschriftung-4155.html>

gestellt werden kann. Nach erfolgter wissenschaftlicher Bearbeitung könnte dann auch das Inventar durch eine automatisierte Einspielung der Liste auf einen Schlag ergänzt werden. Derzeit wird das System im Rahmen einer ersten Studienarbeit genutzt, auf die Erfahrungswerte wird mit Spannung gewartet.

5.9. UNTERSTÜTZUNG BEI DER BESTIMMUNG/RECHERCHE NACH VERGLEICHSTÜCKEN

In den Stakeholder:innengesprächen wurden ein großer Bedarf an Tools für die Suche nach typologischen Vergleichsstücken zu archäologischen Funden bzw. zu ihrer korrekten Ansprache erkennbar, sowohl bei Archäolog:innen als auch bei Privatsammler:innen. Stark genutzt werden zu diesem Zweck einerseits bebilderte Online-Inventare von musealen Sammlungen (aktuell evtl. einer der Hauptnutzungszwecke online gestellter archäologischer Inventare?), aber auch pdf-Dokumente mit Zusammenstellungen aus verschiedenen Quellen sowie Gruppen auf Social Media, in denen Personen Bilder von Funden online stellen und um eine Einschätzung bitten. Dies dient insbesondere zur terminologischen und funktionalen Ansprache und Datierung von Funden, zu erkennen ist teils aber auch ein darüberhinausgehendes Bedürfnis nach Informationen zum Kontext von Objekten. Die Suche erfolgt dabei hauptsächlich auf visueller Basis.

Als systematisches Projekt in diesem Bereich ist in der Archäologie u.a. die Buchreihe „Bestimmungsbuch Archäologie“ zu nennen, bei der es sich gleichzeitig auch um ein Terminologieprojekt handelt. Hier erscheinen in regelmäßigen Abständen neue Bände zu bestimmten Materialgruppen. Ein nicht mehr weitergeführtes Buchprojekt ist auch die Reihe „Prähistorische Bronzefunde“. Geeignet wären zur Unterstützung bei der Bestimmung von Fundmaterialien aber auch digitale Methoden bzw. Plattformen, da hier auch ein Umgang mit großen Bildmengen einfach möglich ist und Vorteile in Bezug auf Definitionsmöglichkeiten standardisierter Terminologien bestehen. Ausbauen ließen sich derartige Projekte beispielsweise auch um auf Objektgruppen abgestimmte Anleitungen, welche Daten bei der Fundbestimmung besonders wichtig sind und verzeichnet werden sollten. Für die Umsetzung eines konkreten Projekts wäre es aufgrund der Vielfalt archäologischer Funde wohl sinnvoll, sich auf bestimmte Materialgruppen zu beschränken. Entsprechende Projekte mit einem lehrbuch-/lexikonartigen Charakter sind z.B. im Bereich physische Anthropologie/Zoologie zu finden.⁴⁰

Genannt wurde in Gesprächen auch eine „automatisierte Bestimmung“ von Funden mit digitalen Methoden, etwa Machine Learning. Nach den Recherchen für das Projektdürfte dies beim aktuellen Stand der Entwicklung aufgrund der komplexen dreidimensionalen, oft stark fragmentierten Form archäologischer Funde bislang für viele Fragestellungen bzw. Fundgruppen noch nicht allzu erfolgsversprechend sein, geeignet wäre hier wohl v.a. stärker standardisierte Ware bzw. „Flachware“ mit relevanter Oberflächenstruktur, etwa Terra Sigillata⁴¹, Münzen usw., zu denen bereits größere Datenbestände vorliegen (siehe auch Kap. 3.8, Kap. 6.1.5.4).

5.10. ZUSAMMENGEFÜHRTE ONLINE-SAMMLUNGEN

Mehrmals wurde erwähnt, dass eine verstärkte bzw. verbesserte Vernetzung von Online-Inventaren archäologischer Sammlungen hilfreich wäre. Im Gegensatz etwa zu Museumsbesuchen würden derartige Inventare v.a. für Recherchen genutzt, wobei es ein großer Vorteil wäre, wenn diese online zugänglich und mit einer guten Suchfunktion versehen wären. Das würde den Recherchierenden viel Aufwand ersparen bzw. ermöglichen es ihnen auch überhaupt erst, Kenntnis von relevanten Funden bzw. den zugehörigen Informationen zu erlangen. Mit diesem Ziel gibt es bereits einige Initiativen, insbesondere das Portal Europeana mit der Seite <http://www.kulturpool.at/> als österreichischem Aggregator. Vorhanden sind auch Systeme, die eine darüber hinausgehende Vernetzung von Daten beabsichtigen, etwa die Initiative Time Machine, oder innerhalb der Archäologie die in Entwicklung befindliche Infrastruktur Ariadne+ zur Verknüpfung von Forschungsdaten.

Eine große Herausforderung ist, dass die Datenbestände meist sehr heterogen sind, wobei oft auch kleinräumig unterschiedliche, teils recht komplexe Systeme zur Datenerfassung genutzt werden, sowie unterschiedliche lokal entwickelte Terminologien. In verknüpfenden Portalen ist derzeit somit meist nur ein kleinster gemeinsamer Nenner der Daten recherchierbar und die Suchfunktionen/Filterfunktionen sind oft eher eingeschränkt/nach Aussage mancher Nutzer:innen wenig praktikabel. Ein großes Thema in diesem Bereich sind daher auch Ontologien und Terminologien, die die Basis für eine bessere Vernetzung darstellen (siehe Kap. 6.2).

⁴⁰ Vgl. z.B. <http://www.digitiseddiseases.org> zu an Knochen erkennbaren Krankheiten oder <http://www.3dbones.org/> zur Identifikation von vom Zoll konfiszierten tierischen Materialien.

⁴¹ Vgl. z.B. das Modellprojekt ARCHAIDE zur automatisierten Bestimmung archäologischer Funde, <http://www.archaide.eu/>

Erwähnt wurde in den Stakeholder:innengesprächen auch, dass die Daten in Sammlungsinventaren weitgehend unprozessiert sind, und die Zielgruppen, die sie nutzen, damit vergleichsweise eingeschränkt. Es erscheint daher sinnvoll, auch stärker auf darüberhinausgehende (Nach-)Nutzungsmöglichkeiten und Inwertstellungen zu achten, etwa in Richtung Forschung oder Vermittlung.

5.11. STANDARDISIERTE DATENAUFNAHME AUF GRABUNGEN

Ein Aspekt, der in manchen Stakeholder:innengesprächen als für die langfristige Zukunft relevant angesehen wurde, ist eine digitale, stärker standardisierte Datenaufnahme direkt auf archäologischen Ausgrabungen. Derzeit wird auf Ausgrabungen zur Dokumentation meist ein Mix aus digitaler Fotodokumentation, aus Vermessung mittels Tachymeter oder D-GPS sowie der Anfertigung handschriftlicher Formblätter und Listen eingesetzt. Die Vermessungsdaten werden üblicherweise am Abend nach dem Grabungstag über versch. von Firmen selbst programmierte Makros semi-automatisch in Autocad (oder GIS-Systeme) eingespielt. Die Papierdokumentation wird meist nach der Grabung eingescannt/digitalisiert.

Bei vielen dieser Prozesse könnte man sich eine stärkere Digitalisierung/Automatisierung vorstellen, hier ist in manchen Bereichen bereits – hpts. kommerziell erhältliche – Software vorhanden. So gibt es bereits seit längerem Lösungen, bei denen Messdaten direkt vor Ort in Autocad eingespielt werden können, zumindest wenn neben dem Messgerät ein Laptop aufgebaut werden kann; vorhanden sind nach Auskunft von Gesprächspartner:innen inzwischen auch gute digitale Lösungen für Feldbegehungen unter Einsatz von Smartphones. In den letzten Jahren neu hinzugekommen sind auch Lösungen, bei denen Informationen auf der Grabung nicht auf Papier aufgezeichnet, sondern direkt vor Ort in Tablets eingetragen werden. Eine Hauptschwierigkeit ist hier die Infrastruktur, neben Stromanschluss/der Nutzung von Geräten direkt auf der Grabung braucht es dafür vor allem eine starke Internetverbindung, die laut Gesprächen in vielen Situationen nicht vorhanden ist. Eine aktuell vorhandenes Softwareprodukt wäre nach Schilderungen mancher Nutzer:innen noch nicht für alle Grabungssituationen geeignet. Es ist aber wohl damit zu rechnen, dass sich diese(s) Softwareprodukt(e) weiter verbessern werden und auch hardwareseitig Fortschritte passieren, so dass in Zukunft wohl immer mehr Grabungsfirmen solche Systeme einsetzen werden.

Dies hat jedenfalls ein massives Potenzial für ein höheres Ausmaß an Automatisierung/Standardisierung bei der Erstellung von Grabungsdokumentationen. Einerseits könnte dies zu einer höheren Effizienz beitragen, beispielsweise durch eine Automatisierung aktuell zeitaufwendiger Prozesse wie der Benennung/Konvertierung/Ablage/Gestaltung von Dokumentationsbestandteilen, Plänen und Dateien. Günstig wäre, wenn hier bereits während der Grabung möglichst viele Datenstränge gemeinsam und automatisiert visualisiert werden könnten, so dass die darauf aufbauenden Interpretationsschritte zu den Daten möglichst frühzeitig parallel zur Grabung beginnen können. Wenn in dieser Form, unterstützt durch digitale Techniken, Teile der üblichen „Grabungsnachbereitung“ schon während des laufenden Grabungsprozesses stattfinden könnten, wären sie nach der Einschätzung von Gesprächspartner:innen gegenüber den Auftraggeber:innen besser argumentierbar und leichter finanzierbar. Dies könnte somit den Umfang der im Rahmen der Grabung möglichen Auswertung erhöhen. Andererseits könnte eine stärkere Standardisierung der Daten auch die Nutzung bzw. Nutzbarkeit der Grabungsdokumentation nach der Grabung verbessern. Erwähnt sei diesbezüglich aber, dass es in den Gesprächen auch kritische Stimmen bezüglich des Ausmaßes an möglicher Standardisierung von Grabungen gab, da es passieren könne, dass manche Interpretationsideen oder Aufschlüsse verloren gehen, wenn ein System z.B. eine besonders hohe Effizienz vorgibt oder bei der Datenaufnahme zu strikte Kategorisierungen verlangt (so werden in der Zeit, die auf Grabungen in die Dokumentation investiert wird, die meisten Erkenntnisse getroffen – bei der Nutzung stärker automatisierter digitaler Dokumentationssysteme wäre daher darauf zu achten, dass die Zeit bzw. Routinen für Erkenntnisprozesse gewahrt bleiben bzw. erweitert werden).

Aktuell geben die „Richtlinien für archäologische Maßnahmen“ bereits Standards zur grundsätzlichen Datenstruktur von Grabungsdokumentationen vor. Bei einer zukünftigen Existenz entsprechender technischer Lösungen wäre es ggfs. günstig, die Richtlinienanforderungen in einem noch wesentlich höheren Detailgrad zu standardisieren, um eine Interoperabilität mit anderen Systemen, Dateninfrastrukturen und Datenbeständen sicherzustellen. In Gesprächen kamen hier Aussagen, dass diese Standards einerseits von Techniker:innen entwickelt werden müssten; andererseits aber auch zentral („top down“) vom BDA für alle Marktteilnehmer:innen vorgeschrieben werden müssten, aufgrund der Konkurrenzsituation der Grabungsfirmen. Angesprochen wurde auch, dass die Übermittlung der digitalen Grabungsdokumentationen an das Bundesdenkmalamt über das Internet möglich sein sollte und nicht nur per Datenträger, wie dies aktuell aufgrund der großen Datenmengen gehandhabt wird.

Eine Software, die in der geschilderten Art und Weise die unterschiedlichen Befund- (und Fund-)daten, die auf einer Grabung anfallen, in möglichst einem System verbinden könnte (sie wäre am ehesten als „3D-GIS“ zu bezeichnen

bzw. müsste auf einem solchen basieren⁴²), ist aktuell nicht vorhanden und müsste erst entwickelt werden. Nach Einschätzung einer Person, die bei einer Grabungsfirma aktiv ist, bräuchte es hier wohl ein kommerzielles Produkt, da in der derzeitigen Situation ihrer Aussage nach Open-Source-Infrastrukturen für Grabungsfirmen erfahrungsgemäß meist nicht stabil genug seien bzw. im Hintergrund nicht genügend Service-Infrastruktur hätten.

5.12. STANDARDISIERTE AUSWERTUNG UND ÜBERNAHME ARCHÄOLOGISCHER GRABUNGSKOMPLEXE

Wenn für einen Grabungsfundkomplex ein Depot gefunden ist, das ihn zur Lagerung übernimmt, ist aktuell in vielen Fällen die folgende Vorgehensweise üblich: In Übergabeprotokollen bzw. Eingangsinventaren wird die Maßnahmenbezeichnung/-nummer dokumentiert; die Funde werden in Kisten, meist Bananenschachteln, eingelagert; die Grabungsdokumentation wird auf ein Laufwerk gesichert. Was danach geschieht, ist von der Initiative des Depotträgers bzw. etwaiger Interessent:innen am Material abhängig, eine detaillierte Inventarisierung, eine Präsentation für die Öffentlichkeit oder eine wissenschaftliche Auswertung findet jedoch nur in Ausnahmefällen statt. In Gesprächen wurde daher auch nachgefragt, ob die Schaffung von besseren Schnittstellen zwischen Ausgrabung und Lagerung im Depot/weiterführender Auswertung sinnvoll ist, oder ein Ausbau von Schritten im Grabungsprozess, die diesen Zustand verbessern.

Hier gab es bezüglich einer intensiveren „Auswertung“ durch Grabungsfirmen prinzipiell unterschiedliche Einschätzungen; eine einzelne Person meinte, dass dies nicht Aufgabe von Firmen sein sollte, da diese kein Personal mit entsprechender Expertise hätten; andere Personen meinten, dass es, wenn es einen Markt dafür gäbe, sich automatisch auch Personalressourcen bilden würden. Recht einhellig wurde von Personen aus dem Bereich kommerzieller Firmen die Einschätzung getroffen, dass es in der aktuellen Situation nicht vorstellbar wäre, den Aspekt „Auswertung“ innerhalb der Grabungsbudgets über die Auftraggeber:innen finanziert auszubauen. Hier bräuchte es andere Finanzquellen, bzw. ein System, bei dem die Auftraggeber:innen auch für weitere archäologische Arbeitsschritte aufkommen müssen bzw. bei dem in der Konkurrenz der Firmen weniger „Dumping“ stattfindet. In Anbetracht dieser Situation sind derzeit in Bezug auf Auswertung wohl v.a. kleinere Schritte möglich, die nur wenig oder keinen Zusatzaufwand mit sich bringen.

In Stakeholder:innengesprächen vorgebrachte Verweise auf internationale Fallbeispiele, z.B. auf einzelne Landesdenkmalämter in Deutschland, wo die Durchführung von Grabungen, die Lagerung der Funde und teilweise auch ihre Auswertung stärker ineinander integriert sind (genannt wurden hier u.a. detailliert ausgearbeitete Protokolle und Vorgehensweisen), sind nach Aussage der Gespräche in Österreich in Anbetracht der aktuellen gesetzlichen und finanziellen Situation, wenn überhaupt, wohl vor allem dort realistisch, wo schon vor der Grabung geklärt ist, wo die Funde hingelangen werden, und der Depotträger genügend Ressourcen und Interesse hat, vorab klare Anforderungen zu stellen.

Daher wurde im Projekt vor allem nach Stellen gesucht im Prozess zwischen Ausgrabung und Verpackung der Funde durch die Grabungsfirma, an denen man möglichst leicht und billig zusätzliche Daten aufnehmen könnte, die den Wert bzw. die Nutzbarkeit von archäologischen Materialien für Sammlungen oder für die Forschung erhöhen. Wenn hier ein Mehraufwand für Grabungsfirmen möglich wäre, wären einerseits klarere bzw. umfangreichere Anweisungen interessant, die definieren, was betreffend Fundmaterial bei der Anfertigung einer Grabungsdokumentation zu tun ist, da hier aktuell Fundvorlagen bzw. Fundauswertungen nur sehr oberflächlich durchgeführt werden. Erwähnt wurden hier etwa Formblätter für Funde, ggfs. auch an einzelne Zeiten oder Materialgruppen angepasst, als anzupeilendes „Fernziel“ könnte ggfs. an eine Vorlage umfangreicher Fundkataloge inkl. Bebilderung gedacht werden. Auch für den Bereich der Anthropologie, wo bereits Formblätter vorhanden sind, wurde erwähnt, dass eine Schärfung der Anforderungen, was genau zu tun und zu analysieren ist, sinnvoll wäre. Auch ein Ausbau bzw. eine genauere Definition, was im Grabungsbericht „Teil B“ zu liefern ist, war aus Sicht einzelner Gesprächspartner:innen wünschenswert, während andere aufgrund der fehlenden Finanzierbarkeit dringend davon abrieten.

Kleinere Schritte, die in der aktuellen angespannten Situation am ehesten implementierbar wären, wären einerseits eine systematischere zusammenfassende Aufnahme von Daten, was in Grabungsfundkomplexen enthalten ist, und für welche Fragestellungen und Analysen sie sich eignen. Andererseits wäre eine etwas umfangreiche qualitativere Fotodokumentation von ausgewählten, z.B. besonders aussagekräftigen Stücken besonders interessant, da derartige Fotos in Museen und Forschungsprojekten besonders oft gebraucht werden. Sie würden einen etwas umfassenderen Einblick geben, mit was in einem Material zu rechnen ist. Derartige Fotos könnten auch in der

⁴² Vgl. Nicolò Dell'Unto, Giacomo Landeschi, 3D GIS in archaeology, Routledge 2022.

Langform (Bericht „Teil B“) der Grabungsberichte genutzt werden und, wenn die Nutzungsrechte vorhanden sind, auch in museale Inventare eingespielt werden, so dass in den Inventarsystemen zumindest ausgewählte Fundstücke der Grabungen abgebildet sind. In Fällen, wo bereits bei der Grabung klar ist, wo die Funde hingelangen, könnten Depots auch fordern, dass dabei die jeweiligen Inventarisierungsrichtlinien beachtet werden und die für Einspielung der Fotos ins Inventarsystem nötigen Daten (z.B. Objektbezeichnungen) verzeichnet werden.

Langfristig sicherlich wünschenswert wären einheitlichere digitale Prozesse, die von der Grabung bis zur Übernahme der Funde ins Depot bzw. der der Daten in eine Sammlungs- oder Forschungsdateninfrastruktur alle Arbeitsschritte begleiten. Auch wenn Auswertungen von der Ausgrabung getrennt durch andere Institutionen durchgeführt werden, gibt es Bereiche, in denen eine standardisierte oder automatisierte Vorgehensweise, unterstützt durch digitale Infrastrukturen, Arbeitsvorgänge verbessern und digitalen Output auch besser für andere Zwecke nutzbar machen kann. In Bezug auf die (Nach-)Nutzung von Daten aus Denkmalschutzgrabungen in Forschungsprojekten ist zu berücksichtigen, dass bei letzteren Forschungsfragen i.d.R. viel klarer definiert sind.

5.13. SOFTWARELÖSUNGEN/ZUSAMMENSTELLUNG DIGITALER WERKZEUGE/AUSBILDUNG

In einzelnen Stakeholder:innengesprächen wurde erwähnt, dass Ausbildungs- und Informationsplattformen zu nutzbaren digitalen Methoden und Tools hilfreich wären, bzw. auch im Rahmen des Archäologiestudiums ein mehr an Ausbildung zum Potenzial digitaler Methoden sinnvoll wäre. Geäußert wurde dies sowohl von Personen, die ein sehr gutes grundsätzliches digitales Verständnis besitzen, als auch von solchen, die dem Thema weniger nahestehen. So hätten manche Lehrende an Universitäten wenig Wissen in dem Bereich, und könnten es daher auch in den Einführungslehrveranstaltungen nicht zufriedenstellend vermitteln. Ob und für welche Bereiche digitaler archäologischer Daten und Methoden Studierende Kompetenzen erlernen würden, wäre somit stark von Zufällen bzw. einzelnen fortgeschrittenen Lehrveranstaltungen zu ausgewählten Themen abhängig, bzw. von Kenntnissen, die sie aus anderen Berufsfeldern oder Studien mitbringen würden. Nach dem Studium wäre es erst recht schwierig, die technischen Entwicklungen im Digitalbereich laufend zu beobachten. Hier gibt es sicherlich größere Bedürfnisse in Richtung Ausbildung und Fortbildung. Dies dürfte auch von vielen Institutionen und Projekten im Digitalbereich zumindest im Grundsatz erkannt worden sein, da bei den Recherchen auf Projekthomepages öfters Fortbildungsmodule angetroffen (und in Einzelfällen auch durchgesehen) wurden.

Von einer im Beruf stehenden Person wurde erwähnt, dass die rasche Weiterentwicklung des Felds problematisch wäre, und sie aktuell gerade Schwierigkeiten hätte, gut nutzbare Tools für die Verarbeitung von Daten zu finden, die sie in einem Digitalisierungsprojekt produzieren würde. Sie schlug vor, dass eine systematische Zusammenstellung von digitalen Tools und Routinen für verschiedene technische Zwecke auf einer zentralen Online-Plattform hilfreich wäre, auch als Anhaltspunkt für Personen, die nicht die Zeit hätten, sich die technischen Lösungen selbst zu erarbeiten. Dies könnte die Nutzung/Nachnutzung sowohl von digitalen Daten als auch z.B. von Open Source Tools fördern, und damit auch deren Herstellung attraktiver machen.

5.14. WEITERFÜHRUNG ONLINE-VERÖFFENTLICHUNG VON INVENTAREN

Mehrmals genannt wurde – speziell im Bereich von Institutionen, die bereits ein solche Infrastruktur betreiben – ein weiterführender Ausbau von Datenbeständen und Funktionen in online einsehbaren Inventaren. Entsprechende Projekten und Initiativen werden in einigermaßen vielfältiger Form betrieben, und in unterschiedlichen Facetten auch in anderen Kapiteln behandelt, weshalb zwecks Überblick an dieser Stelle nur stichwortartig einzelne genannte Wünsche aufgelistet seien:

- Bessere Kartierungsfunktionen & Visualisierungen (z.B. Zeitleisten)
- Bessere Suchfunktionen & einheitlichere Terminologien (s.a. Kap. 6.2)
- Mehr der vorhandenen Datenfelder online sichtbar machen (oder nach Ansicht einer Person weniger, zwecks höherer Homogenität)
- Vervollständigung bzw. vollständigere Online-Veröffentlichung digitaler Inventare
- Qualitative Darstellung ausgewählter Inventareinträge & digitale Ausstellung.
- Darstellungen, welche Bestände nicht oder noch nicht in Online-Inventaren recherchierbar sind
- Freiere Nutzbarkeit von Digitalisaten (s.a. Kap. 3.4)
- Bessere Integration und Vernetzung mit anderen Inventardatenbanken (s.a. Kap. 3.6, 5.10, 6.2)

6. DETAILLIERTER UNTERSUCHTE PROJEKTKONZEPTE

Entsprechend den Projektzielen (siehe Kap. 1.2) wurden ausgewählte Projektkonzepte in größerer Tiefe untersucht, zur Erforschung der Voraussetzungen, Erfordernisse und Möglichkeiten innovativer Folgeprojekte. Neben einem Projektkonzept für eine semi-automatische 3D-Massendigitalisierung archäologischer Funde (Kap. 6.1) betraf dies insbesondere den Themenbereich stärkere Normierung archäologischer Sammlungsinventare (Kap. 6.2). Da die zwei Themen sehr umfangreich sind, würden sich aus daraus ggfs. auch kleinere Einzelfacetten als eigenständige Projekte weiterentwickeln lassen.

6.1. (SEMI-)AUTOMATISIERTE DIGITALISIERUNG/VISUALISIERUNG/KLASSIFIKATION VON MASSENFUNDEN

6.1.1. PROJEKTIDEE UND MÖGLICHER PROZESSABLAUF

Eine Hauptfragestellung des Projekts DigFinds stand schon bei der Einreichung fest: Ist es mit modernen technischen Methoden (3D-Dokumentation, Mustererkennung, Benutzerführung) möglich, ein System für eine rasche Visualisierung archäologischer Funde zu entwickeln, das sowohl Bedürfnissen der Wissenschaft als auch Öffentlichkeit gerecht wird?

Untersucht wurde die Möglichkeit zur Schaffung eines innovativen (semi-)automatisiertes Systems für 3D-Dokumentation/Visualisierung, mit dem archäologische Funde, im Speziellen der häufigsten Fundgruppe Keramik, in Serie innerhalb kurzer Zeit präsentationsfertig visualisiert werden können. Ein derartiges System würde sowohl fortgeschrittene Sensortechnik für eine lückenlose und sehr genaue 3D-Dokumentation von Fundoberflächen benötigen, als auch innovative Algorithmen aus dem Bereich der Mustererkennung für eine möglichst automatisierte Ausrichtung der Scans und eine benutzerfreundliche, konfigurierbare Bedienungsoberfläche. Es würde zu einer großen Effizienzsteigerung bei Digitalisierungs- und Fundbearbeitungsprojekten führen. Damit könnte u.a. ein besonders ressourcenintensiver Flaschenhals bei der wissenschaftlichen Auswertung archäologischer Funde aufgeweitet und die Inventarisierung/Dokumentation/virtuelle Zugänglichkeit von Funden in Depots für die Öffentlichkeit verbessert werden.

Bei der Untersuchung wurde konzeptuell insbesondere die folgende Idealvorstellung eines teilautomatisierten Workflows für eine archäologische „Visualisierungsstraße“ für (Keramik-)Funde ausgearbeitet und detaillierter überprüft:

Mögliche Automatismen

1. **3D-Scan:** Möglichst lückenlos/automatisch/rasch, von Fundobjekten mit einer Größe von i.d.R. 0,5–50 cm. Die Nachbearbeitungsschritte sollten möglichst zeitnah zum Scan stattfinden, so dass eine Kontrolle von Ergebnissen oder eine manuelle Aufnahme weiterer Daten (z.B. Inventarisierung) am Original bei Bedarf sofort möglich ist.
2. **Automatisierte Vorschläge für Kategorisierung/Segmentierung** der Oberfläche des Scans nach Kanten, unterschiedlicher Struktur, etc. Bei Keramikoberflächen (falls für technische Weiterverarbeitung nötig) Differenzierung nach:
 - Gefäßoberflächen, inklusive Verzierungen/Umbrüchen/Henkel
 - Bruchflächen
3. **Automatisierte Vorschläge für Orientierung der Gefäße bzw. Gefäßfragmente**, abgeleitet von Kriterienbündel
 - Bei Keramik:
 - Orientierung über Mundsäume, Standboden, Umbrüche
 - Orientierung über Verstreichspuren auf Oberfläche
 - Orientierung nach Methode Sablatnig/Marra 2005⁴³
 - Orientierung nach Methode Karasik/Smilansky 2008⁴⁴

⁴³ H. Mara/R. Sablatnig, A Comparison of Manual, Semiautomatic and Automatic Profile Generation for Archaeological Fragments. 10th Computer Vision Winter Workshop (CVWW). 2005.

⁴⁴ A. Karasik/U. Smilansky, 3D scanning technology as a standard archaeological tool for pottery analysis: practice and theory. Journal of Archaeological Sciences 35, 2008, 1148-1168.

- Orientierung nach Methoden Wilczek et al. 2018⁴⁵
- Orientierung über Ausrichtung linear angeordneter Verzerrungen
 - ➔ Automatisierte Entscheidung bzw. bei fehlender Übereinstimmung des Kriterienbündels Vorschläge für manuelle/optische Entscheidung
 - ➔ Identifikation, welche Parameter des Fragments rekonstruierbar sind: z.B. Orientierung + Durchmesser; Orientierung; keine Orientierung.

Bei anderen Objekten (z.B. Metall, Stein, Knochengeräte)

- Suche nach ebenen Flächen und geradlinigen Kanten
 - ➔ Entscheidungsvorschläge

4. Automatisierte Rekonstruktion von Gefäßen bzw. deren Idealprofil

- Automatisierte Rekonstruktion senkrechtes Gefäßprofil, in gesamter erhaltener Höhe (bzw. Rekonstruktionsvorschlag für das ganze Gefäß, wenn ausreichend erhalten)
- Im Profil: Vorschläge zur Visualisierung von Verzerrungen, Bruchflächen, Handhaben (wenn Situation nicht eindeutig: manuelle Kennzeichnung am Bildschirm)

5. Optional manuelles Anlegen zusätzlicher Profilschnitte , z.B. Henkelquerschnitte, Querschnitte durch non-keramische Objekte. Im Normalfall rechtwinkelig, senkrecht oder parallel zu Oberflächen/zur Orientierung. Möglichst automatisierte Vorschläge durch Anklicken auf Objekt mit manueller Auswahlmöglichkeit.

6. Automatisierte Produktion unterschiedlicher Ansichten des Objekts

- 3D-Modell hochaufgelöst (Für Langzeitarchivierung in Repositorium)
- 3D-Visualisierung auf Online-Plattform (im Idealfall inkl. Möglichkeit für eigene Profilschnitte etc.)
- Verschiedene 2D-Visualisierungen: Z.B. Fotorealistisch; mit unterschiedlichen Visualisierungen der Oberflächenbeschaffenheit; als Vektorgrafik; Piktogramm ...

7. Wenn möglich/zukünftig:

- Speicherung des Gefäßprofils in einem für weiterführende Analysen geeigneten Format, bzw. Arbeit an einem entsprechenden Standard und entsprechenden Analysemethoden (etwa automatisierter Vergleich von Gefäßprofilen ...).
- Automatisches refitting von Fragmenten
- Für Einsatz in der Praxis interessant: Gestaltung als mobile Arbeitsstation?

Bei der Ausarbeitung von Milestone 1 und 2 wurde der Stand der technischen Entwicklung und Entwicklungsmöglichkeiten insbesondere auf die Umsetzbarkeit eines derartigen Workflows hin überprüft, wobei dafür Recherchen in der Literatur sowie Gespräche mit Technikern und Stakeholder:innen durchgeführt wurden. Die Ergebnisse der teils recht intensiven Recherchen sind in den folgenden Kapiteln zusammengefasst, aber nicht in voller Tiefe niedergeschrieben.

6.1.2. ZUSAMMENFASSENDE SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Ergebnisse der Recherchen zeigten, dass bereits im ersten Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts einige Forscher:innengruppen im Rahmen kleiner Projekte nach Algorithmen suchten, die für eine automatisierte Orientierung von 3D-Modellen von Keramikfunden eingesetzt werden können (Workflow Punkt 3). Sie wurden in Artikeln publiziert, in einem beschränkten Umfang auch innerhalb von routinemäßig einsetzbarer Software implementiert. So etwa in der Applikation „Pottery 3D“⁴⁶, die seit mehr als 10 Jahren in einigen Institutionen in Israel eingesetzt wird; seit wenigen Jahren gibt es mit „DACORD“ auch ein frei über das Internet zugängliches Paket, das Lösungsvorschläge beinhaltet.⁴⁷ Interessant ist, dass die Studien und Methoden zur automatisierten Orientierung von 3D-Modellen von Gefäßkeramik in einigen Fällen auch relativ eng mit Ansätzen für weiterführenden Analysen, etwa einer mathematischen Darstellung von Gefäßprofilen als Grundlage für automatisierte Klassifikationen, verbunden sind (siehe Workflow Punkt 7), so dass sich der Bogen von Visualisierung der Funde zur weiterführenden Auswertung mithilfe von (semi-)automatisierten Methoden einigermaßen gut spannend lässt.

⁴⁵ J. Wilczek/F. Monna/A. Jébrane/C.L. Chazal/N. Navarro/S. Couette/C.C. Smith, Computer-Assisted Orientation and Drawing of Archaeological Pottery. ACM Journal on Computing and Cultural Heritage 11/4, 2018, Article 22.

⁴⁶ Vgl. <https://www.benjaminiceramics.org/en/ceramic-galleries/past-exhibitions/2020-2/xyzt-material-investigations-group-exhibition-n/pottery-3d-avshalom-krasik-and-uzi-smilansky/>

⁴⁷ <https://github.com/jwilczek-dotcom/DACORD>

Entsprechende Daten bzw. Methoden werden ganz neue Formen insbesondere komparativer, stark datenlastiger Analysen erlauben.⁴⁸

Die einzelnen Lösungen sind mit Ausnahme von DACORD nicht frei zugänglich, und dürften, wo überhaupt, nur in einem eingeschränkten Umfang eingesetzt werden. Für einen effizienten Einsatz im Sinne des Projektkonzepts Kap. 6.1.1 wären hier noch mehr Funktionen (weitere Methoden zur Orientierung; Kombination unterschiedlicher Orientierungsmethoden; Kategorisierung von Gefäßoberflächen; bessere Visualisierungen; Standards für Langzeitarchivierung; automatisierte Analyse der Daten) nötig, bzw. eine engere Kombination derselben; das aktuelle Angebot an Lösungsansätzen ist in größeren Teilen als experimentell bzw. fragmentiert zu bezeichnen. Sie dürften technisch mit entsprechendem Aufwand umsetzbar sein; es scheint jedoch so, als ob sie in den meisten Fällen von der archäologischen Fachgemeinschaft nicht in einem ausreichenden Ausmaß aufgegriffen und genutzt wurden, und dass u.a. aus diesem Grund nicht viel in ihre Weiterentwicklung investiert wurde.

Ein oder der Hauptgrund dafür liegt nach den Ergebnissen der Recherchen im Bereich der Sensortechnik bzw. in der Qualität und Geschwindigkeit, mit der Sensoren 3D-Modelle etwa von Funden und Keramikfragmenten herstellen können. Die aktuellen Systeme benötigen hier jedenfalls mehrere Minuten pro Artefakt, und es ist beim aktuellen Stand der Technik eine klare Definition nötig, zu welchem Zweck ein 3D-Modell angefertigt werden soll. Je nachdem, ob die Geometrie wichtiger ist, oder eine originalgetreue Texturierung, eine hohe Auflösung oder eine hohe Scangeschwindigkeit, müssen unterschiedliche Methoden eingesetzt werden, mit einem unterschiedlichen Zeit- und Kostenaufwand beim Scanprozess und bei der Nachbereitung. Die Vorstellung, dass z.B. jedes Objekt einer Sammlung in einer ausreichend guten Qualität eingescannt werden kann, die für möglichst viele zu erwartende Nutzungszwecke gut verwendbar ist (so wie das z.B. bei qualitativen Inventarfotos oft der Fall ist) ist bei 3D-Digitalisierung aufgrund des Stands der Sensortechnik aktuell noch eine Wunschvorstellung. Eine qualitative 3D-Digitalisierung von Grabungsfunden stößt rasch an zeitliche bzw. finanzielle Kapazitätsgrenzen im Scanprozess bzw. bestünde das Risiko, das bei einer Entscheidung für eine geringere Qualität viele der Modelle nicht in einem zufriedenstellenden, den nötigen Aufwand sicher rechtfertigenden Ausmaß nachgenutzt werden könnten. Es ist nach den Recherchen anzunehmen, dass es noch einige Zeit dauern wird, bis entsprechend leistungsfähigere Geräte zur Verfügung stehen werden. Sensorsysteme, die in der Art einer 3D-Digitalisierungsstraße unterschiedliche Methoden miteinander kombinieren, um eine möglichst gute Qualität sowohl der Geometrie als auch der Textur zu gewährleisten, existierten zwar, bei diesen ist die Durchsatzrate jedoch begrenzt und sie sind sowohl in der Anschaffung als auch im laufenden Betrieb sehr teuer. Sie benötigen auch speziell ausgebildetes Personal, so dass ihr Einsatz vor allem bei einem dauerhaften Fokus einer Institution auf 3D-Digitalisierung sinnvoll erscheint.

Die Umsetzung eines innovativen Projekts entsprechend dem Konzept Kap. 6.1.1 wäre für das Projektziel einer Verbesserung bzw. Beschleunigung des Umgangs mit großen Fundmengen aus archäologischen Ausgrabungen somit zum aktuellen Zeitpunkt weniger praxisnah als erhofft. Als Resumé der technischen Recherchen und der Rückmeldungen aus den Stakeholder:innengesprächen kann festgehalten werden, dass der Bedarf an einem umfassenden (semi-)automatisierten System wie Kap. 6.1.1 innerhalb des aktuell im Rahmen üblicher Fundbearbeitungen vorstellbaren möglichen technischen Rahmens etwas eingeschränkter ist als erwartet. Im Hinblick auf 3D-Digitalisierung archäologischer Sammlungen erscheint es nach den Projektergebnissen zum aktuellen Zeitpunkt daher am nachhaltigsten, auf eine möglichst qualitative Digitalisierung ausgewählter Einzelfunde zu fokussieren.

Aufgrund dieses Zwischenergebnisses rückten bei der weiteren Durchführung des Projekts anstatt der (semi-)automatisierten Visualisierung/Klassifizierung andere Themen und Projektideen verstärkt in den Vordergrund. Einzelne Fragestellung und Aspekte, die bei der Untersuchung des Projektkonzepts identifiziert wurden, könnten jedoch sehr wohl als Baustein für eine zukünftige Entwicklung bzw. im Rahmen innovativer Projekte zur Grundlagenforschung weiterentwickelt werden.

Zu nennen sind hier vor allem die Schritte 2 bis 7 des in Kap. 6.1.1 geschilderten Workflows betreffende Einzelfragen; darunter etwa insbesondere Aspekte der Langzeitarchivierung/Standardisierung von 3D-Daten; aber auch die Schaffung von Methoden und Standards für die Verarbeitung von daraus abgeleiteten Daten. Ein weiterer Aspekt wäre der Umgang mit Consumer-Geräten für eine potenziell niederschwelligere 3D-Digitalisierung (Kap. 6.1.4.7).

⁴⁸ Vgl. z.B. L. Grosman, Reaching the point of No Return: The Computational Revolution in Archaeology. In: Annu. Rev. Anthropol. 45, 2016, 129-145. <https://doi.org/10.1146/annurev-anthro-102215-095946>

6.1.3. EINSCHÄTZUNGEN ZUM THEMA 3D-DIGITALISIERUNG AUS DEN STAKEHOLDER:INNENGESPRÄCHEN UND AUS DER LITERATUR

3D-Daten/Scans liegen innerhalb von Museen nur selten in einem größeren Umfang vor; lt. einer 2019 durchgeführten Umfrage zum Stand der Digitalisierung in österreichischen Museen sind sie als Kategorie in Objektstammdatenblättern von Bestandsverzeichnissen nur in 1,3 % der befragten Museen enthalten.⁴⁹ Das Thema 3D-Digitalisierung war in den Stakeholder:innengesprächen des Projekts jedoch sehr präsent. Da von einer Person sogar explizit formuliert wurde, dass 3D-Scans von Objekten ihre erste Assoziation zum Thema „Digitalisierung“ seien, dürfte dies zumindest nicht ausschließlich auf den bereits vorab geplanten Projektschwerpunkt im Bereich 3D-Digitalisierung zurückzuführen sein.

Als ein sehr relevanter Punkt wurde in mehreren Gesprächen aufgebracht, vor allem von Personen mit einschlägiger Erfahrung, dass eine Entscheidung, für welchen **Zweck** eine 3D-Digitalisierung durchgeführt würde, sehr wichtig sei. Etwa ob das entstehende Modell zur Veröffentlichung vorgesehen ist, ob es zu Vermittlungszwecken genutzt wird (wofür eine naturgetreue Texturierung besonders wichtig ist), oder zur Dokumentation oder Erforschung der Geometrie des Objekts, etc. Mit der Nutzung bestimmter Methoden, oder auch deren Kombination, könnten durchaus sehr qualitative Modelle angefertigt werden, der nötige Aufwand und das Ergebnis der unterschiedlichen Methoden würde sich jedoch zwangsläufig unterscheiden.

Von manchen Personen angesprochen, bei anderen Personen in den Gesprächen erkennbar, war/ist auch in Teilen der archäologischen Fachcommunity recht geringes Wissen über das Potenzial der Nutzung von 3D-Modellen. Hier wurde als Wunsch geäußert, dass das Thema 3D-Digitalisierung von Objekten auch in der **Ausbildung** stärker vermittelt werden müsse. Gleichzeitig wurde auch ein Mangel an für archäologische Zwecke geeigneten **Softwareanwendungen** zur Verarbeitung und Analyse von 3D-Daten angesprochen, in einem Fall mit dem Hinweis, das eine systematische Zusammenstellung zu diesem Thema sehr interessant wäre.

Klar angesprochen von Personen mit Erfahrung im Bereich wurde, dass speziell im Gebiet musealer Sammlungen über die Anfertigung von 3D-Digitalisaten hinaus eine stärkere Fokussierung auf eine wissenschaftliche Inwertsetzung und Aufbereitung nötig sei, da die Anfertigung der Rohscans, die in manchen Fällen stark von der jeweils vorhandenen technischen Ausrüstung getrieben erschiene, alleine nur geringeren Mehrwert hätte.

In Bezug auf archäologische **Fundbearbeitung** in Forschungsprojekten wurde eine Lösung vergleichbar zu Projektkonzept Kap. 6.1.1 von einzelnen Gesprächspartner:innen als wünschenswert eingeschätzt, allerdings nur unter den klaren Voraussetzungen, dass die Fundbearbeitung dadurch beschleunigt würde, und in dabei entstehenden Digitalisaten mehr Informationen zum Objekt (sowohl zu Geometrie als auch zur Textur) enthalten seien als in den derzeit üblichen Zeichnungen bzw. Fotos.

Erfahrungswerte zur Nutzung von 3D-Digitalisierung im Rahmen klassischer Fundbearbeitungen konnten von einzelnen Stakeholder:innen speziell aus dem Bereich der Denkmalpflege/der Grabungsfirmen eingeholt werden, wo in einem Fall schon vor längerer Zeit eine Scanstation angeschafft wurde. Hier wäre es im konkreten Fall möglich gewesen, den Zeitaufwand für die Herstellung von Scans auf ein mit der Herstellung von Handzeichnungen vergleichbares Maß zu drücken oder sogar um bis zu 10 % zu übertreffen. Herausforderungen wären dabei jedoch die umfangreiche nötige Hardware, die vielen Nachbearbeitungsschritte, die hohen Rechenzeiten im Hintergrund, die große Menge an anfallenden Daten und fehlende Standards für Visualisierung/Archivierung gewesen, sowie die fehlende bzw. geringe Qualität der Textur. Inzwischen würde die vorhandene Scanstation kaum mehr genutzt werden – andere Methoden wären billiger, bzw. Farbfotos würden teils mehr Informationen beinhalten als die Visualisierung der geometrischen Erfassung durch den Scanner. Zurückgehend auf diese bzw. ähnliche Erfahrungen und das Problem, dass Fundbearbeitungen im Rahmen von Maßnahmen der Denkmalpflege ohnehin nur selten finanziert werden, wurde von einem:r Vertreter:in einer Firma geäußert, dass hier aktuell kaum ein kommerzieller Markt vorhanden wäre, und somit auch wenig Konkurrenz. Sehr wohl zu beobachten sind jedoch kleine Firmen mit Fokus auf digitale Dokumentationsmethoden, die in Einzelaufträgen 3D-Modelle anfertigen.

Im wissenschaftlichen Bereich gäbe es nach Einschätzung einiger Personen sicherlich Interesse an 3D-Scan-Angeboten, hier war ein Vorschlag aus einem Gespräch, dass einzelne Institutionen Equipment anschaffen und dann leihweise zur Verfügung stellen könnten. Diese Vorstellung dürfte nach anderen Einschätzung jedoch nur eingeschränkt umsetzbar sein, da viele der Methoden und Geräte recht komplex seien und nur von ausgebildeten Personen bedient werden könnten. Zeichnungen/Fotografien könnten demgegenüber von viel mehr Personen angefertigt werden.

⁴⁹ Vgl. Wolfgang Muchitsch (Hrsg.), Das Museum im Digitalen Raum. Zum Status quo in Österreich. Museumsbund Österreich 2019. S. 15.

In vielen Gesprächen von Personen mit praktischer Erfahrung wurde die mangelnde **Texturqualität** gängiger Geräte bemängelt, so überhaupt eine solche angefertigt wird wäre sie oft stark verwaschen und würde keinen guten Eindruck der Objektoberflächen vermitteln; für manche Fragestellungen (abhängig von Epoche und Materialgruppe) wären als Folge davon gut belichtete digitale Farbfotos sogar aussagekräftiger als 3D-Scans. Mit SFM-MVS inkl. Fokusstacking ist inzwischen zwar eine Methode hinzugekommen, mit der auch 3D-Modelle mit guter Textur produziert werden könnten, bei diesen wäre jedoch wiederum die Auflösung der Geometrie geringer.

Als Problem genannt wurde auch die oft unterschiedliche Größendimension der zu scannenden Objekte, die ein häufiges Umbauen von Scanstationen erfordern würde. Geschildert wurde auch von einer einzelnen Person, dass es in ihrem Umfeld traditionelle Kreise gäbe, für die die Herstellung von Handzeichnungen einen sehr hohen Stellenwert hätte, und die der Anwendung anderer/modernerer Methoden zur Funddokumentation per se ablehnend gegenüber stehen würden.⁵⁰ Dies wird sich mit dem Nachkommen jüngerer Forscher:innen und einer Verbesserung der Techniken aber wohl ändern.

Als klares Entwicklungspotenzial zur Nutzung von 3D-Modellen kam einige Male zur Sprache, dass bei wissenschaftlichen **Publikationen** ein Trend in Richtung digitale Publikationen zu erkennen ist. Bei solchen bestünde aufgrund der geringeren Druckkosten eine Chance, auch Materialvorlagen (z.B. als supplemental material) in einem größeren Umfang zu publizieren, und neue Visualisierungen jenseits zweidimensionaler Grafiken direkt oder in damit verlinkten Repositorien unterzubringen. Wenn für derartige digitale Publikationen/Vorlagen auch von Forschungsförderinstitutionen Punkte zu bekommen wären, könnte dies nach Einschätzung einer Person mit Antragserfahrung innerhalb der Archäologie vlt. sogar zu einer gewissen Renaissance von umfangreicheren Materialvorlagen beitragen, in die dann auch 3D-Daten aufgenommen werden könnten. In wenigen Einzelfällen war/ist dies in Form von in pdf-Dateien eingebetteten 3D-Modellen (höchst problematisch in Bezug auf die Langzeitarchivierung!) bereits jetzt zu beobachten.

Sowohl in der Literatur zu verfolgen als auch einem Gespräch aufgebracht wurde die Problematik, dass die Prozesse, mit denen 3D-Modelle angefertigt werden, sowie etwaige automatisierte Methoden zur weiteren Verarbeitung keine „objektiven“ Daten produzieren würden, sondern einer „**Blackbox**“ entsprechen, in der digitale Methoden Entscheidungen treffen, und deren Output vom Original potenziell weit entfernt ist. Zum Umgang mit dieser Problematik wäre – abgesehen von einer grundsätzlichen Skepsis gegenüber der gewählten Vorgangsweise – besseres Wissen über die hinter der Entstehung der Daten stehenden Prozesse wichtig, sowie eine transparente und umfassende Dokumentation der Entstehungsprozesse in Form von Metadaten, für die entsprechende Standards geschaffen werden müssten.⁵¹

In Bezug auf die Nutzung von 3D-Digitalisaten im Rahmen der **Inventarisierung** archäologischer Funde ergab sich in den Gesprächen ein differenziertes Bild. Für eine interne Inventarisierung mit dem alleinigen Ziel, eine sichere Identifikation von Funden zu gewährleisten, wie dies historisch oft gehandhabt wurde, würde ein Digitalfoto ohne besondere Ansprüche an die Qualität ausreichen; hier wurden von den meisten Gesprächspartner:innen andere, grundlegendere Aspekte als dringlicher erachtet. Für eine umfassendere, auch an die Nutzung durch die Öffentlichkeit bzw. wissenschaftliche Veröffentlichung im Internet gerichtete Inventarisierung, würde sich nach einer Einschätzung hingegen eine mehrstufige ausbaubare Inventarisierung anbieten, mit 1) einer üblichen Textbeschreibung/Verschlagwortung, 2) einem Digitalfoto und 3) einem hochqualitativen 3D-Modell. Mit Hilfe des letzteren könnten bei Bedarf z.B. Maße und typologische Beschreibungen angefertigt werden, bei entsprechenden automatisierten Routinen, bei denen nicht manuell gemessen werden muss, wäre damit ggfs. auch ein neues Level statistischer Analysen möglich. Dies wäre insbes. für typologische Vergleiche oder verstreute Sammlungen relevant.

In Bezug auf die Modellqualität wurde erwähnt, dass 3D-Modelle in diesem Zusammenhang vor allem dann interessant wären, wenn sie gegenüber einem Farbfoto einen größeren zusätzlichen Mehrwert liefern, und dabei helfen, physische Depotbesuche einzusparen. Dies wäre etwa zur Zeitersparnis in Forschungsprojekten interessant, speziell in internationalen Projekten, wo Forscher:innen – wenig klimafreundlich – oft hunderte bis tausende Kilometer anreisen müssten für eine Materialbesichtigung, oder auch in Situationen wie der Corona-Pandemie, in der physische Reisen eingeschränkt waren/sind. Wenn Funde mit wenigen Mausklicks eingesehen werden könnten, anstatt über eine aufwendige Prozedur (Recherche nach dem Materialverbleib, Anfrage an Depotträger:in, Vereinbarung eines Besichtigungstermins usw.), würde dies ihre Berücksichtigung in Projekten erhöhen.

Dabei wäre für einen bedeutenden Mehrwert von 3D-Modellen jedoch je nach Fragestellung eine hohe Qualität in Bezug auf Geometrie oder Textur erforderlich, etwa um Gebrauchsspuren an Werkzeugen erkennen zu können, oder

⁵⁰ Bei der Herstellung von Zeichnungen findet i.d.R. sicher ein umfangreicherer Erkenntnis- und Interpretationsprozess statt als bei der Anfertigung von Fotos oder 3D-Modellen; diese kann jedoch sowohl als Vorteil als auch als Nachteil angesehen werden.

⁵¹ Vgl. Kevin Garstki, Digital Innovations in European Archaeology. Cambridge Elements 2020, S. 31 f.

die Brandqualität und Beschaffenheit von Keramikoberflächen. Modelle, die eine sehr hohe Qualität aufweisen, auch bei der Textur, wären gleichzeitig auch für andere Zwecke besonders interessant. Da ihre Produktion mit viel Zeit-/Kostenaufwand verbunden ist, und eine rasche/billige Digitalisierung mit hoher Qualität derzeit technisch noch nicht möglich sein dürfte, erscheint sie nach den vom Verf. aus mehreren Gesprächen gezogenen Schlussfolgerungen vor allem für ausgewählte, besonders interessante Einzelstücke relevant. Als Strategie für die 3D-Digitalisierung archäologischer Sammlungen formulierten daher auch einzelne Gesprächspartner:innen, dass es aus ihrer Sicht beim aktuellen Stand der Technik besonders interessant wäre, auf eine möglichst **hochwertige Digitalisierung ausgewählter Einzelstücke** zu setzen, deren Digitalisate, wenn sie unter einer entsprechend freien Lizenz zur Verfügung gestellt werden, für unterschiedliche Zwecke von der wissenschaftlichen Forschung bis zur Vermittlung und Marketing besonders gut nutzbar wären. Diese Ansicht wurde nach Abschluss der technischen Recherchen auch vom Verf. übernommen. Eine derartige Vorgehensweise ließe sich auch gut in Projektkonzepten wie der Digitalisierung der wichtigsten/interessantesten Fundstücke von Sammlungen unterbringen. Als Ansatz für eine Umsetzung wurde vorgeschlagen, dass hier verschiedene Institutionen einen Pool an nötigen Geräten zusammenstellen und gemeinsam nutzen/kombinieren könnten (MikroCT, ...).

Für den Bereich **Öffentlichkeit/Vermittlung** wurde von einigen Personen durchaus eine starke Zukunft der Nutzung von 3D-Modellen vermutet, nicht nur innerhalb von Museen, sondern auch in virtuellen Sammlungen und Ausstellungen. Von einer:m Gesprächspartner:in wurde die Einschätzung getroffen, dass 3D-Modelle hier v.a. für ein jüngeres Zielpublikum interessant wären. Von Nicht-Archäolog:innen wurde mehrfach geäußert, dass speziell die Nutzung von 3D-Modellen in Animationen und spielerischen Applikationen faszinierend sein könne (genannt wurde als Beispiel eine 3D-Animation der Funktionsweise des Schließmechanismus einer Fibel sowie ein 3D-Puzzle zum Zusammensetzen eines fragmentierten Gefäßes). Erwähnt wurde von einer Person auch, dass sie es besonders spannend fände, hochaufgelöst auf Objektoberflächen zoomen zu können, wobei es ihr wichtig wäre, wenn dabei Visualisierungsmethoden verwendet würden, bei denen die Größenverhältnisse nachvollziehbar bleiben.

Bezüglich der Nutzung von 3D-Digitalisaten innerhalb von analogen Museumsausstellungen oder in virtuellen Ausstellungen war bei manchen Gesprächspartner:innen Skepsis zu erkennen, bzw. einmal die Rückmeldung, dass Ausstellungen von Originalen leben „sollten“. Als ein konkreter Anwendungsvorschlag wurde erwähnt, dass öfters der Fall eintrete, dass wichtige Fundstücke entlehnt werden und danach eine Fehlstelle in der Vitrine bliebe. Diese könne z.B. durch ein 3D-Modell auf einem Monitor oder in einer Projektion gefüllt werden. Andere Gesprächspartner:innen vermuten hingegen ein größeres Potenzial für „virtuelle Ausstellungen“, und schätzten dies etwa als Profilierungschance für kleine Museen mit unregelmäßigen Öffnungszeiten ein; oder auch als Möglichkeit, eine weitere bzw. andere Klientel an einem Thema bzw. an Ausstellungsbesuchen zu interessieren.

Erwähnt wurde auch die Nutzung von geeigneten 3D-Modellen als Downloadvorlage für die Anfertigung von **Reproduktionen/3D-Drucken** sowie die Möglichkeit, 3D-Drucke für die Herstellung von Ergänzungen in der archäologischen Restaurierung zu nutzen. Auch in Museumsshops gäbe es Bedarf an hochaufgelösten Repros.

Ein in der Literatur angesprochenes Thema, das jedenfalls auch im Bereich 3D-Digitalisierung Relevanz besitzt, sind Fragen bezüglich Eigentümerschaft und Nutzungsrechten von digitalen Daten.⁵²

6.1.4. AUFNAHME- & SCANTECHNIKEN

6.1.4.1. 2D Laser-Aided-Profiler

Bei den Recherchen für das Projekt wurde Verf. auch auf das neue System <https://laseraidedprofiler.com/> aufmerksam, das von einem Techniker und einem Archäologen gemeinsam gestaltet wurde. Da es über die Produktion von Visualisierungen von Keramikfragmenten ähnlich der üblichen zeichnerischen Konventionen eine Massendigitalisierung von Keramikfunden ermöglicht (wenn auch nicht auf der Basis von 3D-Modellen) wurde es im Projekt mitbetrachtet und das Gespräch mit einer Person gesucht, in deren Institution das Gerät in einem Forschungsprojekt seit kurzem im Einsatz ist.

Das Gerät ist auf einen Tisch montierbar und wird per USB-Anschluss mit einem leistungsfähigen PC verbunden. Das Gefäßfragment wird auf einer Glasplatte platziert und sein Profil durch 2 Laserlinien und Kameras optisch erfasst und durch eine Software per Triangulation rekonstruiert. Der Durchmesser des Gefäßes kann gleichfalls automatisch bestimmt werden, bei einer ausreichenden Datengrundlage wird das Gefäß virtuell rekonstruiert. Applikationen wie Henkel müssen manuell angepasst und rekonstruiert werden, es ist auch möglich, ein Foto des Fragments anzufertigen und einzupassen.

⁵² Vgl. Kevin Garstki, Digital Innovations in European Archaeology. Cambridge Elements 2020, S. 34.

Nach den Schilderungen aus dem Gespräch ist das Gerät aktuell vor allem für scheibengedrehte Ware, etwa aus der Römerzeit, sehr gut verwendbar. Seine Nutzung kann zu einer starken Beschleunigung bei der Fundaufnahme beitragen (genannt wurde ein Zeitaufwand von 5 Minuten statt 18 Minuten pro Fragment für die Anfertigung einer Zeichnung). Ein Vorteil ist auch, dass das Gerät transportabel ist und ohne besondere Ausbildung z.B. von Studierenden einfach bedient werden kann. Mit Anschaffungskosten von etwas über € 5.000 ist es nicht allzu teuer; auch der nötige Speicherplatz für den produzierten digitalen Output (SVG-Datei, ca. 20 MB inkl. Foto) ist nicht allzu hoch.

Nachteile des Geräts sind, dass die Keramik händisch orientiert werden muss und ein Smoothing der Profile nötig ist, so dass die Genauigkeit bei feinen Strukturen und scharfen Kanten nicht sehr hoch ist (letztere würden verrundet), was bei manchen Materialien ein Problem darstellt. Die Fotoqualität ist nach Aussage des Gesprächs nicht allzu hoch und aktuell ist auch keine Farbkalibrierung möglich, so dass z.B. Dekorationen auf der Keramik nicht sehr gut dargestellt werden. Insbes. für urgeschichtliche Keramik oder spiegelnde Oberflächen wäre die Qualität nach Aussage des:r Gesprächspartner:in nicht zufriedenstellend, auch Publikationsqualität würde nach der betreffenden Einschätzung nicht erreicht.

Es könnten mit der Methode potenziell viele tausende Grafiken aufgenommen werden, wobei es der Recherche bzw. dem Gespräch nach zu schließen wohl sehr relevant ist, einen genaueren Plan zu besitzen, wie diese genutzt und weiterverarbeitet werden sollen. Im System dürfte auch eine Datenbank integriert sein, die Sortierungen (z.B. nach Durchmesser) und mglw. auch Ansätze einer automatisierten Weiterprozessierung erlaubt (geometric morphometrics, shape-matching etc.).⁵³ Es wäre gut vorstellbar, für die Analyse dieser Daten ein ganzes Spektrum an Methoden zur Analyse von Gefäßprofilen zu verwenden/zu entwickeln, wobei dafür aktuell noch keine sonderlich anwenderfreundlichen Lösungen vorhanden sein dürften.

Im Gespräch wurde erwähnt, dass das Gerät laufend weiterentwickelt wird, so dass wohl mit einer steigenden Leistungsfähigkeit zu rechnen ist. Zusammenfassend ist das Gerät mit einigen Einschränkungen (u.a. Genauigkeit und manuelle Orientierung) für eine bestimmte Art der Visualisierung von Keramik für Fundbearbeitung wohl sehr gut brauchbar, insbesondere für scheibengedrehter Ware, wenn ein klarer Plan für die Nutzung der Daten vorhanden ist. Das System hat sicherlich Potenzial und sollte im Auge behalten werden, es ist aber wohl kein vollumfänglicher Ersatz für ein System ähnlich der Wunschvorstellung Kap. 6.1.1.

6.1.4.2. 2D Zeichnung (Legacy Data)

Der traditionelle Standard für die Dokumentation von (insbes. rotationssymmetrischer) Keramik bzw. Keramikfragmenten ist in der Archäologie die Herstellung einer Schnittzeichnung, in die je nach Beschaffenheit und Zeitstellung des Materials bzw. je nach Forschungsfrage in einer Frontalansicht zusätzliche Informationen in Form einer punktierten oder schraffierten Zeichnung oder einer Fotografie eingepasst werden. Dieses Schema ist bis zu einem gewissen Grad einheitlich, es sind jedoch Unterschiede zwischen Zeichner:innen und Forschungstraditionen sowie im investierten Zeitaufwand/in der Genauigkeit zu erkennen. Ein Aspekt der speziell bei fragmentierter urgeschichtlicher Keramik einigen Aufwand bei der Herstellung der Grafik bedeuten kann ist die Rekonstruktion der ursprünglichen Orientierung (= Ausrichtung) des Fragments. Zu erwähnen ist, dass bei Zeichnungen, solange keine Fotografie eingepasst ist, meist auch wenig Information zur „Machart“ bzw. Beschaffenheit des Keramikmaterials enthalten ist. Allgemein handelt es sich bei Fundzeichnungen oft um eine mehr oder weniger starke Interpretation eines Sachverhalts und nicht unbedingt um ein detailgetreues Abbild eines Fundes.

Da in der Archäologie große Mengen derartiger (zumindest in Teilen ansatzweise standardisierter) Daten vorhanden sind, wäre es interessant, sie auch in digitalen Projekten zur Visualisierung oder Analyse von Keramik mitzubedenken. Hier könnte insbesondere an Techniken zur Umwandlung von SW-Grafiken in für geometrische Analysen geeignete Vektorgrafiken gedacht werden⁵⁴, wobei für letztere als erster Schritt – und vielleicht größte Herausforderung – erst eine geeignetes standardisiertes Format geschaffen werden müsste.

In dieser Form könnten in Projekten zur Analyse von Gefäßprofilen auch Legacy-Daten berücksichtigt werden. Wichtig zu berücksichtigen wären hierbei auch nutzungsrechtliche Fragen zu den zugrundeliegenden Abbildungen.

⁵³ P. Demján, Processing large ceramic assemblages using laser profiling and automated shape matching. 2020.

https://www.academia.edu/43955008/Processing_large_ceramic_assemblages_using_laser_profiling_and_automated_shape_matching

⁵⁴ Vgl. z.B. ein entsprechender Ansatz in F. Anichini et al. 2020, Developing the ArchAIDE Application: A digital workflow for identifying, organising and sharing archaeological pottery using automated image recognition, Internet Archaeology 52. <https://doi.org/10.11141/ia.52.7>

6.1.4.3. 2(,5)D Reflectance Transformation Imaging

Eine Methode, die in der Anwendung effizienter ist als die Herstellung von 3D-Digitalisaten, und deren Output mehr Information beinhaltet als ein einzelnes zweidimensionales Foto, ist unter der Bezeichnung „Reflectance Transformation Imaging“ bekannt. Dabei werden von einer stationären Kameraposition aus mehrere Fotoaufnahmen mit einer unterschiedlichen Belichtung aufgenommen. In einem speziellen Viewer können diese Beleuchtungen virtuell ausgewählt werden, durch die interaktive Betrachtung werden hierbei speziell Unebenheiten von Objektflächen besser sichtbar. Das unterschiedliche Zusammenspiel von Licht und Schatten bei der Beleuchtung aus mehreren Richtungen lässt den/die Betrachter:in Details unebener Oberflächen besser erkennen als ein einzelnes Foto. Die Methode wird/wurde daher besonders gerne für Inschriften und Abklatsche verwendet.⁵⁵

Inzwischen werden allerdings auch bei deren Dokumentation vermehrt 3D-Digitalisate verwendet⁵⁶, da sie aufgrund der enthaltenen Geometrie auch andere Arten von Visualisierung ermöglichen bzw. mehr Informationen beinhalten, wengleich auch mit einem höheren Zeitaufwand als bei der Nutzung von RTI.

6.1.4.4. 3D Laser- und Streifenlichtscanner

Die in der Archäologie genutzten klassischen 3D-Scanner zur Funddokumentation sind hochauflösende Nahbereichsscanner, die auf Basis einer optischen Triangulation funktionieren, bei der eine Lichtquelle ein Objekt bestrahlt und ein oder mehrere Sensoren/Kameras dieses Licht aus einem versetzten Winkel dokumentieren. Üblich sind hier einerseits Laserscanner, die meist eine Linie auf das Objekt projizieren, sowie Streifenlichtscanner und verwandte Methoden, die ein komplexes Streifenmuster projizieren. Aus diesen Daten wird die Geometrie des Objekts berechnet, je nach Scanner und Methode werden zusätzlich auch noch Farbinformationen in einer gewissen Qualität aufgenommen. Die Streifenlichtscanner haben hier meist die beste Auflösung in einem Bereich von aktuell üblicherweise bis ca. 20 µm. Die technisch fortgeschrittensten für den musealen Betrieb gut nutzbare Geräte kommen insbesondere aus dem Automobil- und Maschinenbau. Die bedeutendsten Hersteller sind Faro sowie in den letzten Jahren auch Hexagon. Geräte für medizinische Anwendungen (z.B. Zahnmedizin) können bei kleinteiligen Objekten auch noch etwas höhere Auflösungen erreichen.

Die Scanner werden entweder mit der Hand oder mit einem Arm bewegt, oder die Objekte drehen sich auf einem Turntable. Um alle Seiten eines Objekts zu erfassen, sind in der Regel mindestens 2 Scans nötig, die im Anschluss zusammengesetzt werden. Je nach System kann auch eine möglichst stabile Unterlage, z.B. ein massiver Steinfußboden, wichtig sein. Die Dauer einzelner Scans liegt ohne Nachbereitung je nach Gerätetyp, gewünschter Qualität und vor allem auch Formkomplexität des gescannten Objekts üblicherweise zwischen 2 und 20 Minuten, oft eher im höheren Bereich. Die Daten werden üblicherweise in den freien Formaten .ply oder .obj gespeichert. Nach Aussagen einer:er Vertreters:in von Scannerfirmen besteht dabei auch ein hoher Bedarf an Metadaten, wobei hier vorab allerdings oft nicht klar ist, was benötigt wird, und die Datenformate oft auch eine eher geringe Laufzeit besitzen. Da 3D-Scanner teuer sind und Expertise in der Nutzung benötigen, muss vorab möglichst klar definiert sein, was benötigt wird. Geschildert wird auch, dass der Einfluss der vorhandenen Werkzeuge auf die Definition von Forschungsfragen oft sehr hoch ist. Hier wurde auch die Warnung abgegeben, dass in der Archäologie zu einem späteren Zeitpunkt (z.B. nach 10 Jahren) oft ganz neue bzw. andere Fragen an 3D-Daten gestellt werden, und die Gefahr besteht, dass eine Nachnutzung aufgrund der Qualität oder Lesbarkeit der Daten/Metadaten manchmal nur mehr eingeschränkt möglich bzw. sinnvoll ist, zumal sich sowohl die Sensorik als auch die Software der Geräte weiterentwickelt.

6.1.4.5. 3D Image-based modelling/Structure from Motion (SfM)

Structure from Motion bzw. Image-based modelling ist eine Methode zur 3D-Dokumentation, die sich in den letzten Jahren innerhalb der Archäologie massiv verbreitet hat und standardmäßig eingesetzt wird, insbesondere zur Dokumentation herausragender Befunde auf Grabungen, aber auch zur Visualisierung und Darstellung von Funden. Dabei werden von einem Befund oder Objekt von unterschiedlichen Kamerapositionen aus Digitalfotos angefertigt, eine Software rekonstruiert daraus in mehreren Arbeitsschritten ein 3D-Modell. Genutzt wird dazu sehr oft die Software Agisoft Metashape, eine weniger grafikhungrige Alternative dazu ist Reality Capture.

Die Methode funktioniert sehr gut bei Objekten mit texturierten, nicht völlig einfarbigen/transparenten/spiegelnden Oberflächen, was in der Archäologie fast immer der Fall ist. Vorteile sind, dass die Ausrüstung zur Aufnahme (Digitalkamera) meist ohnehin vorhanden ist, Modelle auch mit relativ wenig

⁵⁵ Vgl. Reflectance Transformation Imaging. 2017? <https://culturalheritageimaging.org/Technologies/RTI/>; Jugendliche setzen archäologische Funde ins rechte Licht. 27.04.2018. <https://www.oew.ac.at/detail/news/jugendliche-setzen-archaeologische-funde-ins-rechte-licht>

⁵⁶ Vgl. z.B. <http://glaser.acdh.oew.ac.at/gl/about>

Erfahrung angefertigt werden können (wenngleich die Modellqualität bei professionellen Produzent:innen meist viel besser ist). Ein sehr wichtiger Vorteil ist auch eine gute, dem Foto entsprechende Texturqualität, insbesondere bei der Nutzung von „Fokusstacking“, wobei mehrere Fotos hintereinander aufgenommen werden, um Problemen mit der Tiefenschärfe von Fotos entgegenzuwirken. Aufgrund der im Vergleich zu anderen Methoden der 3D-Digitalisierung sehr guten, dem Original näher kommenden Texturierung sind mit Image-based modelling erstellte 3D-Modelle insbesondere auch für die Vermittlung interessant sowie für Objekte, bei denen die optische Beschaffenheit der Oberfläche aussagekräftige Informationen beinhaltet. Der nötige Arbeitsaufwand ist stark abhängig von der gewünschten Qualität der Digitalisate (Auflösung und Genauigkeit von Textur und Geometrie, Farbkalibration, Skalierung) sowie der Beschaffenheit der Objekte (Komplexität der Form, spiegelnde Oberflächen, einheitliche oder heterogene Größe bei der Dokumentation von Objektserien).

Nachteile von Image-based modelling sind, dass die Projektdateien sowie die ihnen zugrundeliegenden Fotos viel Speicherplatz benötigen (ein einzelnes Modell kann durchaus einen Umfang von 1 GB oder mehr an zugehörigen Daten besitzen). Je nach Software und Genauigkeit ist auch viel Rechenkapazität nötig, wobei hier in Zukunft wohl verstärkt serverbasierte Rechencluster zum Einsatz kommen werden. Die geometrische Genauigkeit der Modelle ist geringer als die von Streifenlichtscannern. Bei der Dokumentation wenig komplexer Funde wie z.B. Keramikfragmenten ist die Nutzung von Image-based modelling zeitaufwender als etwa die Anfertigung von Zeichnungen oder Fotos, wenngleich die Modelle i.d.R. mehr Informationen beinhalten.⁵⁷

6.1.4.6. 3D Scanstraßen

In Anbetracht der jeweiligen Stärken unterschiedlicher 3D-Digitalisierungsmethoden erscheint es auch als Option, Objekte mit verschiedenen Methoden zu digitalisieren und die Daten für ein qualitativeres Gesamtergebnis im Nachhinein miteinander zu kombinieren. Auch die Vorstellung, Funde für eine automatische Digitalisierung einfach auf ein Förderband legen zu können ist naturgemäß attraktiv. Eine Digitalisierungsstraße mit einer zweidimensionalen Fotodokumentation⁵⁸ ist hier einfacher umsetzbar als eine solche mit einer 3D-Dokumentation. Aber auch bei 3D-Objekten ist dies jedenfalls möglich. Eine Herausforderung bei einem Scan von Objekten auf einem Förderband wäre hier nach Rückmeldung eines:r Technikers:in jedoch unter anderem, dass sowohl die Unter- als auch die Oberseite des Objekts gescannt werden müssen, und hier vor allem bei flachen Objekten potenziell zu wenig Überlappung zum Zusammenpassen der zwei Scans vorhanden wäre.

Das am weitesten ausgereifte System für die 3D-Erfassung von Objekten im Rahmen einer Digitalisierungsstraße dürfte an der Abteilung für Digitalisierung von Kultuerbe am Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung in Darmstadt entwickelt worden sein und nennt sich „CultLab3D“. Laut der zugehörigen Homepage handelt es sich um die „weltweit erste 3D-Scanstraße für hocheffiziente 3D-Massendigitalisierung“.⁵⁹ CultLab3D besteht aus mehreren Scansystemen, die modular miteinander kombinierbar sind, für die Digitalisierung von Objekten unterschiedlicher Größe bzw. für unterschiedliche Scanbedürfnisse. Das System ist für einen kontinuierlichen Betrieb ausgelegt, seine Sensoren agieren autonom und erkennen z.B., wo sich noch Lücken in einem Scan befinden, und versuchen, diese zu schließen. Es beinhaltet ein Förderband, auf dem in einem ersten Schritt durch das Teilsystem „CultArc3D“, einen Bogen mit zahlreichen Kameras, hochaufgelöste Fotos des Objekts angefertigt werden, inklusive der Objektunterseite, aus denen mittels Fotogrammetrie/Structure from Motion ein 3D-Modell mit einer Auflösung von bis zu 200 µm berechnet wird. In einem weiteren Prozessschritt versucht das Teilsystem „CultArm3D“, das einen automatisch gesteuerten Roboterarm nutzt, automatisiert Lücken im Scan zu füllen, die nach der Aufnahme mittels CultArc3D noch vorhanden sind. Individuell angeboten werden auch weitere Systeme wie Real Time Structured Light Scanner und Scanner mit besonders hoher Auflösung für Objekte geringer Größe wie Münzen.⁶⁰

Das System hat offensichtlich hohe Anschaffungs- und Betriebskosten, weshalb für nähere Informationen und bezüglich des Stands der Weiterentwicklung im Rahmen des Projekts Kontakt mit dem Labor aufgenommen wurden. Nach eigener Aussage konzentriert es sich in der Entwicklung derzeit hauptsächlich auf das System CultArm3D, da es mobiler und mit weniger Ressourcen und Expertise nutzbar ist. Interessant erscheint hier speziell eine Variante basierend auf Fotogrammetrie/Structure from Motion, mit der Objekte mit einer Größe von bis zu 40 × 40 × 80 cm gescannt werden können, was in der Archäologie für die meisten Anwendungsfälle ausreichen sollte.

⁵⁷ F. Göttlich et al., A New Method for the Large-Scale Documentation of Pottery Sherds Through Simultaneous Multiple 3D Model Capture Using Structure from Motion: Phoenician Carinated-Shoulder Amphorae from Tell el-Burak (Lebanon) as a Case Study. *Open Archaeology* 7/1, 2021, 256–272. <https://doi.org/10.1515/opar-2020-0133>

⁵⁸ Vgl. <https://www.museumfuernaturkunde.berlin/de/presse/pressemitteilungen/digitize>

⁵⁹ Vgl. <https://www.cultlab3d.de/>

⁶⁰ Vgl. Fraunhofer IGD, 3D-Scantechnologien, Folder 2017, https://www.cultlab3d.de/wp-content/uploads/2018/05/2017-02-27_CHD-Brosch%C3%BCre_DE_web.pdf

Das System führt die Planung und Durchführung der Scans unbekannter Objekte autonom durch. Die Scans sind farbkalibriert, es können auch stärker reflektierende Oberflächen sowie sehr kleine Objekte gescannt werden, wobei auch Fokustacking genutzt wird. Auch die Nachbearbeitung der Scans dürfte ohne großen Aufwand weitgehend selbständig erfolgen. Inkludiert ist ein Metadateneditor, der das Europeana-Data-Model unterstützt. Die teurere Variante des Scanners beinhaltet auch einen Glasteller, der es ermöglicht, Objekte ohne Umpositionierung in einem Guss auch von der Unterseite zu scannen.

Die Auflösung des Scans ist lt. den zugesandten Informationen mit den Möglichkeiten eines Streifenlichtscanners vergleichbar, Angaben zur Genauigkeit waren nicht vorhanden. Dies sollte für sehr viele Anwendungsfälle/Forschungsfragen ausreichen und es wäre aufgrund der Nutzung von Structure from Motion mit einer sehr qualitativen Textur der Digitalisate zu rechnen. Das System erscheint somit für die Anfertigung hochqualitativer 3D-Modelle sehr geeignet, und passt zum aktuell adäquat erscheinenden Strategie (vgl. Kap. 6.1.3) einer möglichst hochwertigen 3D-Digitalisierung ausgewählter Einzelstücke im Bereich musealer archäologischer Sammlungen. Aufgrund des lt. den zugesandten Unterlagen hohen Kosten-/Zeitaufwands pro Scan ist es jedoch nicht geeignet für die Umsetzung eines Projekts ähnlich Konzept Kap. 6.1.1 zur Beschleunigung der Bearbeitung von Massenfunden.

6.1.4.7. 3D Smartphone

Sowohl von einer jungen technikinteressierten Person in einem Stakeholder:innengespräch als auch von Techniker:innen angesprochen wurde, dass sich aktuell erste 3d-fähige Smartphones am Markt befinden, die mit LiDAR-Sensoren 3D-Scans produzieren können (z.B. iPhone 12 & 13 Pro, iPad Pro 2020). Auch die Kameras von Smartphones könnten genutzt werden, um mit Hilfe von Image-based modelling/SfM 3D-Daten zu produzieren. Eine Verbesserung des Scanpotenzials derartiger Geräte oder eine Standardisierung/Normierung solcher Daten und eine weiterführende Nutzung wäre für einen potenziell sehr großen Nutzer:innenkreis interessant (Smartphonebesitzer:innen!). Im Hinblick auf die Digitalisierung archäologischer Funde wirkt der Einsatz von Smartphones mit LiDAR-Sensoren aktuell noch nicht allzu anwendungsnah, da die Auflösung geringer wäre als bei anderen Aufnahmetechniken. Es ist aber zu hoffen bzw. zu erwarten, dass sich langfristig ein wesentlich breiteres Angebot an Techniken bzw. Gerätschaften für eine niederschwellige 3D-Digitalisierung von Objekten entwickeln wird.

6.1.4.8. 3D MikroCT

Eine wichtige, über die 3D-Digitalisierung von Objektoberflächen hinausgehende Methode ist Mikro-Computertomographie (MikroCT). Sie wird auch innerhalb der Archäologie des Öfteren verwendet, insbesondere um ins Innere von Objekten blicken zu können, etwa im Zuge von Forschungsprojekten oder zur Restaurierung. Sie ist als Forschungsinfrastruktur an manchen Standorten wie Universitäten, Fachhochschulen und auch in einem österreichischen Museum (NHM) vorhanden. Im Projekt wurde sie nicht berücksichtigt, da die Anschaffung und Nutzung sehr teuer ist und auch viel Expertise und Spezialsoftware erfordert.

6.1.5. VERARBEITUNG UND ANALYSE VON 3D-DATEN

6.1.5.1. Aufbereitung von Punktwolken und Meshes

Softwareapplikationen, die mit Hilfe von Image-based modelling 3D-Modelle erstellen, oder 3D-Scanner verschiedener Technologien, liefern als Output üblicherweise Punktwolken oder Raster aus aufgespannten Dreiecken (sog. mesh), ggfs. mit zusätzlichen Rasterbildern, die die Informationen zur Texturierung des mesh enthalten. Im Fall von hochaufgelösten Scans von Fundobjekten bestehen die einzelnen Modelle oft aus mehreren Millionen von Dreiecks-Eckpunkten (vertices). Da die Softwarepakete, die mit den Scannern mitgeliefert werden, oft keine allzu intensive Qualitätskontrolle durchführen, muss als erster Schritt bei der Nachbearbeitung und Analyse von 3D-Modellen meist ein mesh-cleaning durchgeführt werden. Dabei werden z.B. doppelte vertices und Kanten, sowie Dreiecke, die bei numerischen Analysen zu Instabilitäten führen können, entfernt. Zumeist sind in den Scans auch kleine bis größere Löcher enthalten, auch bei diesen muss geklärt werden, wie damit umgegangen wird, da die Modellgrenzen um die Löcher bei automatisierten Analysen Probleme produzieren. Sie können z.B. virtuell geschlossen werden, wobei dann im Modell eine in der Realität nicht vorhandene Oberfläche vorgetäuscht wird, oder auch gezielt offengelassen werden. Auch eine Qualitätskontrolle von Scans ist oft von Bedeutung, da z.B. bei

Structured light scannern Erschütterungen Effekte produzieren können, die die Qualität des Modells beeinflussen.⁶¹ Auch bei Modellen, die mittels Image-based modelling erstellt wurden, sind versch. Fehlerquellen denkbar.

Ein Open Source Softwareframework, das für die Darstellung, Aufbereitung und Visualisierung von großen Meshes geeignet ist, und die mit einem archäologischen Hintergrund entwickelt wurde, ist „Gigamesh“.⁶² Die Verarbeitung größerer Mengen an Meshes kann hier durchaus mehrere Tage CPU- und Arbeitszeit benötigen. Im Rahmen des Projekts wurden mit Gigamesh versuchsweise einige Experimente zur Verarbeitung von 3D-Modellen durchgeführt. Ein recht wesentlicher zu beachtender Aspekt der Notwendigkeit dieser und anderer Software zur Verarbeitung von Rohdaten von Scannern oder von Digitalfotos im Rahmen von Image-based modelling ist, dass 3D-Modelle keine vermeintlich objektive Kopie eines Objekts darstellen, sondern bei ihrer Herstellung automatisiert durch Algorithmen oder durch menschliche Bearbeiter:innen am Computerbildschirm zahlreiche Entscheidungen und Arbeitsschritte stattfinden, die die Daten verändern oder sogar fälschlich/fehlerhaft eine Existenz von Daten vorspiegeln können. Auch wenn oder gerade weil in stärker automatisierten Systemen viele dieser Arbeitsschritte wenig nachvollziehbar in einer „black box“ stattfinden, ist es wichtig, dass Wissen über diese Problematik vorhanden ist und die entsprechenden Schritte möglichst nachvollziehbar dokumentiert werden. Da die Softwarelösungen leistungsfähiger werden, sollten die Daten im Optimalfall auch möglichst nahe am Rohzustand in einem zukunftssicheren Format archiviert werden (im Fall von Image-based modelling etwa die aufgenommenen Digitalfotos), um die Arbeitsschritte bei Bedarf neu durchführen zu können.

6.1.5.2. Orientierung und Visualisierung von Fundscans

Öfters genannt wurde in Stakeholder:innengesprächen, v.a. von Personen, die in ihrer täglichen Arbeit mit 3D-Modellen zu tun haben, ein hoher Zeitaufwand für die Nachbearbeitung derselben, bzw. ein nicht sonderlich gut gedeckter Bedarf an Software und Methoden dafür. Im Rahmen des Projekts wurde zu dem Thema daher länger in der Literatur und im Internet recherchiert sowie auch mit einzelner frei verfügbarer Software experimentiert, insbes. bezüglich Ansätzen und Algorithmen, die Arbeitsschritte des untersuchten Projektworkflows Kap. 6.1.1, etwa eine Ausrichtung von 3D-Modellen von Keramikfragmenten, stärker automatisieren könnten.

Grundsätzlich zeigte sich, dass die vorhandenen Lösungen in Eigenexperimenten auf einem leistungsfähigem Laptop in Hinblick auf die nötige Prozessierung oft recht zeit-/rechenintensiv waren, nach Auskunft von Techniker:innen sollte dies bei einer Projektdurchführung allerdings kein großes Problem darstellen, da Rechenkapazitäten für Projekte inzwischen meist ausreichend angeschafft werden können. Auch Software selbst könnte im Einzelfall teils wohl durchaus effizienter gestaltet werden. Bei einer breiteren Nutzung von Lösungen durch zahlreiche archäologische Anwender:innen auch ohne leistungsfähige Geräte kann Rechenkapazität aber sicherlich ein Thema werden, bzw. den Zeitaufwand für die Durchführung einzelner Prozessschritte hoch werden lassen.

In den Recherchen zeigte sich, dass das Thema automatisierte Orientierung von Keramik bereits in den 2000er Jahren in einem gewissen Ausmaß durchaus in den Fokus der Forschung rückte, wobei hierzu Arbeitsgruppen speziell in Wien⁶³ und Israel⁶⁴, aber auch in Chemnitz⁶⁵, existier(t)en. Es wurde eine gewisse Anzahl an Lösungsvorschlägen in der Literatur publiziert, wobei nach Einschätzung des Verf. auch noch weitere möglich wären. Sie haben teils eher experimentellen Charakter, es dürften nur einzelne davon in eine für Archäolog:innen ohne eigene Programmierkenntnisse nutzbare Form gebracht worden sein. In den letzten Jahren dürfte das Thema – zumindest in der Literatur – etwas in der Versenkung verschwunden sein, erst mit der Entwicklung der Software DACORD ist ein neuer Anlauf in dem Bereich zu erkennen.

⁶¹ Vgl. H. Mara/B. Bogacz, Breaking the Code on Broken Tablets: The Learning Challenge for Annotated Cuneiform Script in Normalized 2D and 3D Datasets. In 2019 International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR). IEEE 2019. <https://doi.org/10.1109/icdar.2019.00032>

⁶² <https://gigamesh.eu/>

⁶³ Vgl. z.B. H. Mara/R. Sablatnig. Semiautomatic and Automatic Profile Generation for Archaeological Fragments. In A. Hanbury and H. Bischof, eds. Proc. of 10th Computer Vision Winter Workshop (CVWW05), 2005, 123-134;

⁶⁴ Vgl. z.B. A. Karasik/U. Smilansky, 3D scanning technology as a standard archaeological tool for pottery analysis: practice and theory. In Journal of Archaeological Science Vol. 35/5, 2008, 1148–1168. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.08.008>; Grosman et al., Archaeology in three dimensions. Computer-Based Methods in Archaeological Research. Journal of Eastern Mediterranean Archaeology and Heritage Studies 2/1, 2014, 48–64.

⁶⁵ Vgl. z.B. Ch. Hörr, Segmentierung und hierarchische Klassifikation archäologischer Gefäße. Diplomarbeit TU Chemnitz, 2006. <https://doi.org/10.5325/jeasmedarcherstu.2.1.0048>

Im praktischen Einsatz in Sammlungen ist aktuell insbesondere das kostenpflichtige Programm „TroveSketch“ mit dem Add-on „Vessel reconstructor“.⁶⁶ Es inkludiert Funktionen für eine automatische Orientierung, es ist möglich, eingescannte Fragmente virtuell am Bildschirm zusammenzusetzen, auch versch. Visualisierungen wie Abrollungen und Exporte in andere Programme wie Adobe Photoshop und Illustrator sind nach Erzählungen von Stakeholder:innen möglich. Nach schon etwas älteren Erfahrungsberichten können damit inklusive Nachbereitung bis zu 30 Objekte pro Tag visualisiert/digitalisiert werden.⁶⁷

Ein Programm, das in Israel entwickelt wurde und seit ca. 10 Jahren im Einsatz ist, nennt sich „Pottery 3D“ und dürfte v.a. für scheibengedrehte Ware gut nutzbar sein; ein weiteres Programm namens „Artefact 3D“ wird für andere Artefakttypen genutzt.⁶⁸ Nach Angaben in der Literatur können damit innerhalb eines etablierten Workflows inkl. Nachbereitung ca. 5 Fundstücke pro Stunde bzw. 40 Scans pro Tag visualisiert werden.⁶⁹

Ein vergleichsweise junges Projekt mit Funktionen u.a. zur Orientierung von Keramik, in diesem Fall sogar einer Kombination mehrerer Methoden, ist DACORD.⁷⁰ Es hat nach Einschätzung des Verfassers sowie auch anderer Forscher:innen/Nutzer:innen⁷¹ besonders viel Potenzial für einen zukünftig breiteren Einsatz in der Archäologie.

Zu beobachten sind aber auch div. andere archäologische Projekte, in denen Keramik mit 3D-Modellen dokumentiert wurde/wird, bei denen die Stücke zur Visualisierung am Bildschirm rein manuell ausgerichtet werden. Für einen effizienten, weitgehend automatisierten Einsatz von Software, die die Bearbeiter:innen bei der Orientierung von Keramikfragmenten oder anderen Funden unterstützt, wäre es sinnvoll, noch mehr unterschiedliche Methoden miteinander zu kombinieren und ihre Ergebnisse zu vergleichen. Eine Anzahl theoretischer Lösungsansätze dafür sind vorhanden, teilweise auch schon innerhalb von Software in der Praxis umgesetzt. Wenn hier über den gleichzeitigen Einsatz mehrere Methoden (ähnlich der Nutzung versch. Informationen bei einer manuellen Orientierung bei der Herstellung einer Zeichnung) versch. Ergebnisse miteinander verglichen und dadurch besonders robuste Analysen durchgeführt werden könnten, sollten hier nach Einschätzung des Verf. auch für urgeschichtliche, nicht scheibengedrehte Ware einigermaßen zuverlässige Lösungen geschaffen werden können. Ihr Einsatz auf der Basis von 3D-Scans hätte dann in Bezug auf die Zuverlässigkeit der rekonstruierten Orientierung, die auch bei einer händischen Rekonstruktion für die Anfertigung von Zeichnungen oft fehlerhaft ist, einen wohl nicht unerheblichen Mehrwert.

Weitere Aspekte der Visualisierung von Funden betreffen u.a. Methoden für eine verbesserte Darstellung von Details des Oberflächenreliefs von Funden, etwa von Inschriften, Verzierungen etc. In der Literatur wird hier unter anderem ein Produkt namens „Drawing on Reliefs“ genannt⁶⁹, das zur Visualisierung von Inschriften geschaffen wurde; eine besonders leistungsfähige Lösung in diesem Bereich ist jedoch wiederum die Software GigaMesh. Eine seiner Stärken ist u.a. die Möglichkeit einer Oberflächenanalyse mit der Methode „Multi Scale Integral Invariant“, die bei der Identifikation etwa von feinen Strukturen wie Fingerabdrücken und Keilschriftzeichen hilfreich ist, auch versch. Visualisierungsmethoden sind vorhanden. Auch wurden im Zusammenhang damit Möglichkeiten getestet, wie Keilschriftzeichen automatisiert in Vektordarstellungen umgewandelt werden können.⁷²

⁶⁶ Vgl. TU Chemnitz (Hrsg.), TroveSketch. Softwaregestützte 3D-Dokumentation archäologischer Fundstücke. Folder ohne Jahr. Online im Internet: https://www.archaeologie.sachsen.de/download/III_32_scannersoftware_de.pdf; Th. Reuter/R. Elburg/F. Innerhofer, 3D-Funddokumentation - Ein Anwendungsbericht aus dem Landesamt für Archäologie Sachsen. In Konferenzband Electronic Media and Visual Arts EVA Berlin 2014, 127–134.

⁶⁷ Vgl. <https://idw-online.de/de/news188560>

⁶⁸ Vgl. <https://archaeology.huji.ac.il/computational-archaeology-laboratory>;

⁶⁹ Vgl. A. Karasik et al., Documentation and Analyses on the National Scale at the Israel Antiquities Authority: The Story of One (Broken) Sherd. In: Near Eastern Archaeology 77/3, 2014, 215–269. <https://doi.org/10.5615/neareastarch.77.3.0209>

⁷⁰ Vgl. <https://github.com/jwilczek-dotcom/DACORD>; J. Wilczek et al., DACORD. Computer-Assisted Drawing of Archaeological Pottery. Manual. https://github.com/jwilczek-dotcom/DACORD/blob/main/DACORD_manual.pdf; J. Wilczek et al., Computer-Assisted Orientation and Drawing of Archaeological Pottery. In Journal on Computing and Cultural Heritage 11/4, 2018, 1–17. <https://doi.org/10.1145/3230672>

⁷¹ Vgl. F. Göttlich et al., A New Method for the Large-Scale Documentation of Pottery Sherds Through Simultaneous Multiple 3D Model Capture Using Structure from Motion: Phoenician Carinated-Shoulder Amphorae from Tell el-Burak (Lebanon) as a Case Study. In Open Archaeology 7/1, 2021, 256–272. <https://doi.org/10.1515/opar-2020-0133>

⁷² Vgl. z.B. H. Mara et al., GigaMesh and Gilgamesh - 3D Multiscale Integral Invariant Cuneiform Character Extraction. In VAST: International Symposium on Virtual Reality. 2010. <https://doi.org/10.2312/VAST/VAST10/131-138>

B. Bogacz et al, Homogenization of 2D & 3D Document Formats for Cuneiform Script Analysis. In Proceedings of the 3rd International Workshop on Historical Document Imaging and Processing. 2015. <https://doi.org/10.1145/2809544.2809549>; H. Mara, Made in the humanities: Dual integral invariants for efficient edge detection. Information Technology 58/2, 2016, 89–96. <https://doi.org/10.1515/itiit-2015-0037>; H. Mara/B. Bogacz, Breaking the Code on Broken Tablets: The Learning Challenge for Annotated Cuneiform Script in Normalized 2D and 3D Datasets. 2019 International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR). 2019. <https://doi.org/10.1109/icdar.2019.00032>

Zur Visualisierung von Oberflächen flacher Objekte können bei einem Export in Form von 2D-Rasterdaten auch Methoden bzw. Tools genutzt werden, die ursprünglich zur Visualisierung von Geländemorphologien entwickelt wurden.⁷³

Einige der recherchierten oder auch getesteten Tools enthalten auch Funktionen zur Anfertigung bzw. für den Export von Grafiken entsprechen den Konventionen von archäologischen Zeichnungen⁷⁴; auch hier wäre teils ein größeres Ausmaß an Automatisierung, etwa bei der Definition von Profilschnitten, vorstellbar. Allgemein auffällig war bei der Ausarbeitung von „DigFinds“ in den betrachteten Workflows eine sehr klare Trennung zumindest zwischen der Technik, mit der 3D-Modelle erstellt werden (z.B. Scan, SfM), und der für die weitere Verarbeitung genutzten Software. Auch bei der Schaffung einer zeitlich eng mit dem Scanprozess abgestimmten Lösung zur automatisierten Digitalisierung ähnlich Konzept Kap. 6.1.1 wäre es wohl am einfachsten, diese Zweistufigkeit beizubehalten. Anbieten würde sich insbes. bei einer Umsetzung auf Projektbasis eine Zusammenarbeit mit bestehenden, der Öffentlichkeit frei zugänglichen Softwareentwicklungsprojekten, etwa DACORD oder GigaMesh.

6.1.5.3. Refitting von Fundstücken

Das Zusammensetzen zerbrochender oder zerschlagener archäologischer Fundobjekte ist eine äußerst zeitaufwendige Tätigkeit. Besonders oft durchgeführt wird sie bei der Bearbeitung bzw. Restaurierung von Keramik, die auf Grabungen meist in viele Einzelfragmente zerbrochen vorgefunden wird, sowie auf altsteinzeitlichen Fundstellen als „Refitting“ von Stein- und Knochensplintern zur Rekonstruktion von früheren Aktivitäten und Aktivitätszonen. Aus Zeitgründen ist beides (wenn überhaupt) meist nur in einem geringeren Ausmaß möglich als wünschenswert. Speziell bei umfangreicheren Fundkomplexen ist es meist auch nur möglich, ein Zusammenpuzzeln von nahe beieinander aufgefundenem Material zu versuchen – weiter entfernt voneinander abgelagerte oder auch z.B. in unterschiedlichen Grabungen gefundene zusammenpassende Fragmente werden meist nicht identifiziert. Effiziente digitale Methoden für ein automatisiertes Refitting wären hier zur Zeitersparnis wünschenswert als Alternative zur manuellen Suche nach anpassenden Stücken. Bei archäologischen Funden müssten derartige digitale Anpassungen wohl hpts. auf Eigenschaften in engem Zusammenhang mit ihrer 3D-Morphologie basieren; ähnliche Herausforderungen gibt es allerdings auch im zweidimensionalen Bereich, etwa beim Zusammensetzen zerstückelter Dokumente.

Publikationen zum Thema Refitting in der Archäologie finden sich ca. ab den 2000er-Jahren, wobei teilweise auch recht umfangreiche Projekte durchgeführt wurden, so etwa an der Univ. Bradford das Projekt „Fragmented Heritage“ und das Folgeprojekt „Augmenting Jordanian Heritage“.⁷⁵ Zumindest im ersten Fall hatte das Projekt einen Schwerpunkt auf Steingeräte, deren Vorteil ist, dass die Bruchflächen nur schwer zerstörbar sind und daher besser anpassbar als bei den oft recht weichen Keramikfragmenten, deren Bruchflächen manchmal stark verrundet sind. Nach Erinnerung des Verf. wurde bei einem Vortrag zum Projekt „Fragmented Heritage“ bei einer internationalen Tagung vor einigen Jahren von Schwierigkeiten speziell im Bereich der Segmentierung von Mesh-Oberflächen berichtet; und bei den Recherchen im Rahmen von „DigFinds“ zu den Projektergebnissen wurden keine aussagekräftigen Publikationen zu den Refitting-Aspekten entdeckt, so dass sich die diesbezüglichen Wünsche des Projekts wohl nicht in dem Ausmaß erfüllen ließen, wie vorab erhofft.

Sowohl nach Aussagen aus der Literatur als auch nach den Ergebnissen der eigenen Recherchen dürfte bisher kein wirklich hilfreich nutzbares Tool für ein automatisiertes oder semi-automatisiertes Refitting von 3D-Modellen fragmentierter archäologischer Funden vorhanden sein. Sehr wohl vorhanden sind aber verschiedene Vorschläge für ggfs. nutzbare Methoden. Diese umfassen unter anderem den Vergleich von rekonstruierten Gefäßprofilen, den direkten Vergleich von Daten von 3D-Oberflächen und die Analyse von Farb- bzw. Texturinformationen. Explizit als bottleneck genannt wird in der Literatur neben den Herausforderungen an Algorithmen auch der hohe Zeitaufwand für die Herstellung ausreichend qualitativvoller 3D-Scans. Publiziert wurden daher auch Überlegungen bzw. Experimente, ob als Alternative dazu auch Digitalfotos von optisch ausreichend abgehobenen Bruchflächen und ein Vergleich von aus den Fotos gewonnenen 2D-Umrissdaten derselben zielführend sein könnten.⁷⁶

⁷³ Z.B. Tools wie „Relief Visualization Toolbox (RVT)“, <https://www.zrc-sazu.si/en/rvt>

⁷⁴ Vgl. P. Bayer & H. Mara, Quantitative Processing of Archaeological Finds in 3D with GigaMesh. Poster 2018.

⁷⁵ Vgl. <http://www.fragmentedheritage.com/> und <https://gtr.ukri.org/projects?ref=AH%2FPO0945X%2F1>

⁷⁶ Zusammengefasst insbes. nach D. Eslami et al., A Semi-Automatic Reconstruction of Archaeological Pottery Fragments from 2D Images Using Wavelet Transformation. *Heritage* 2021, 4, 76–90. <https://doi.org/10.3390/heritage4010004>; zum Stand des Refittings in der Altsteinzeitforschung siehe F. Romagnoli/M. Vaquero, The challenges of applying refitting analysis in the Palaeolithic archaeology of the twenty-first century: an actualised overview and future perspectives. *Archaeol. Anthropol. Sci.* 11, 2019, 4387–4396. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00888-3>

Ein Erfolg von automatisiertem Refitting ist daher wohl v.a. langfristig zu erwarten, bei der Existenz entsprechend leistungsfähigerer Scantechnologien, und der Anwendung eines Bündels unterschiedlicher Methoden innerhalb von zu diesem Zweck entwickelten Softwarelösungen.

6.1.5.4. Automatische Klassifikation/Typologie von Keramik und Steingeräten

Die Klassifikation von archäologischen Funden, etwa in Bezug auf Formtypen und Datierung, ist oft sehr zeitaufwendig, erfordert viel Wissen und/oder Recherche in der Literatur. Selbst Expert:innen überblicken hier meist nur einzelne Materialgruppen bzw. geographische/zeitliche Ausschnitte der materiellen Hinterlassenschaften. Die Vorstellung, dass digitale Methoden diese Basisarbeit beschleunigen, und nach einer Klassifikation und automatisierten Aufnahme von Parametern auch bei weiterführenden statistischen Auswertungen helfen können, ist entsprechend attraktiv. Div. statistische Methoden für die Analyse von Fundmaterialien werden an und für sich schon seit vielen Jahrzehnten eingesetzt, sie basieren allerdings in aller Regel auf einer manuellen, entsprechend eingeschränkten oder zeitaufwendigen Aufnahme von Parametern.

Initiativen für eine möglichst automatisierte Aufnahme von Parametern bzw. deren mathematische Darstellung, etwa von notorisch schwierig zu klassifizierenden Gefäßprofilen, sind lt. der für das Projekt durchgeführten Literaturrecherche speziell seit Ende der 90er-Jahre zu beobachten. Meist handelt es sich um kleinere Fallstudien experimenteller Natur, selbst wenn Tools entwickelt wurden dürften diese, wenn überhaupt, oft nicht lange frei zugänglich gewesen sein (wie auch in der Literatur beklagt wird). Geschildert werden hier versch. Methoden, im Fall von Gefäßprofilen oft eine Umwandlung derselben in mathematische Kurven/Darstellungen und eine Segmentierung/statistische Vergleiche derselben.⁷⁷ Gefäßprofile haben hier den Vorteil, dass sie prinzipiell auch als Legacy-Daten in Form von in einem gewissen Ausmaß standardisierten Zeichnungen vorhanden sind, und auch Neuentwicklungen, etwa das Gerät „Laser Aided Profiler“ (Kap. 6.1.4.1), derartige Daten produzieren. Nach Aussagen aus Stakeholder:innengesprächen besteht hier aktuell jedenfalls ein Bedarf an Lösungen, die derartige Daten gut verarbeiten, vergleichen und archivieren können.

Ein Ansatz, dessen Anwendung und Popularität in den letzten Jahren stark zugenommen hat, sind Methoden, die unter dem Begriff „geometric morphometrics“ (GM) zusammengefasst werden und die einen mathematischen/statistischen Vergleich von Formen ermöglichen.⁷⁸ Sie wurden aus der Biologie (speziell Evolutionsbiologie/physische Anthropologie) in die Archäologie übernommen. Dort werden sie meist auf der Basis von „landmarks“ eingesetzt, das sind auf den zu vergleichenden Objekten homolog vorzufindende/identifizierbare Punkte (z.B. mit bestimmter Funktion), deren geometrische Lage verglichen wird. Da in der Archäologie das Problem besteht, dass derartige Punkte aufgrund der Vielfalt der Objekte seltener eindeutig identifiziert werden können, wird hier allerdings verstärkt nach Methoden gesucht, die sich auf eine Beschreibung ganzer Outlines stützen. Diese liefern robustere Ergebnisse als Methoden, die nur auf homologen Landmarks basieren, haben einen höheren Informationsgehalt und sind auch besser in Kombination mit verfügbaren legacy-Daten (Zeichnungen) nutzbar. Da die Extraktion von Landmarks oder Outlines meist viel manuelle Arbeit und daher ein Bottleneck bei der Nutzung von GM darstellt, werden auch Methoden entwickelt bzw. genutzt, die diese automatisch extrahieren, etwa in Form von Umrissen aus Zeichnungen⁷⁹ oder über automatisiert angelegte Schnitte durch 3D-Modelle. GM sind sowohl im zweidimensionalen als auch im dreidimensionalen Raum möglich. Die Auswertung erfolgt in Statistikprogrammen⁸⁰, wofür in der Regel gute Kenntnisse und ein tiefgreifendes Verständnis nötig ist. Es gibt aber

⁷⁷ Vgl. z.B. R. Sablatnig/Ch. Menard, 3D Reconstruction of Archaeological Pottery using Profile Primitives. In: Proc. of International Workshop on Synthetic-Natural Hybrid Coding and Three-Dimensional Imaging, 1997, 93–96; K. Adler et al., Computer Aided Classification of Ceramics: Achievements and Problems. In: 6th Intl. Workshop on Archaeology and Computers. Vienna 2001, 3–12; Ch. Hörr, Algorithmen zur automatisierten Dokumentation und Klassifikation archäologischer Gefäße. Dissertation TU Chemnitz 2011. <https://core.ac.uk/download/pdf/153229024.pdf>; N.G. Smith et al., The Pottery Informatics Query Database: A New Method for Mathematic and Quantitative Analyses of Large Regional Ceramic Datasets. In Journal of Archaeological Method and Theory 21/1, 2012, 212–250). <https://doi.org/10.1007/s10816-012-9148-1>; C. Piccoli et al., Towards the automatic classification of pottery sherds: two complementary approaches. In: Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), Perth, Western Australia, 2013. <http://vcl.iti.gr/vclNew/wp-content/uploads/2017/11/CAA-preprint.pdf>;

⁷⁸ Vgl. z.B. Matzig et al., Design Space Constraints and the Cultural Taxonomy of European Final Palaeolithic Large Tanged Points: A Comparison of Typological, Landmark-Based and Whole-Outline Geometric Morphometric Approaches. In Journal of Paleolithic Archaeology 4/4, 2021. <https://doi.org/10.1007/s41982-021-00097-2>; J. Wilczek, New approaches for the acquisition, systematisation and interpretation of archaeological artefacts. PhD-Thesis Brno & Dijon 2017. <https://is.muni.cz/th/xkprb>

⁷⁹ Vgl. Abstract Ankündigung CAA Webcast “Automatisierung in der Archäologie”, <https://ag-caa.de/caa-webcast-automatisierung-in-der-archaeologie/>

⁸⁰ Vgl. z.B. Bonhomme et al., Momocs: Outline Analysis Using R. Journal of Statistical Software 56/13, 2014. <https://doi.org/10.18637/jss.v056.i13>

auch Bemühungen zur Schaffung einfacher nutzbarer Tools.⁸¹ Die im Rahmen des Projekts betrachteten Fallstudien beschäftigten sich größtenteils mit Steingeräten und Keramik.

Eine Herausforderung in Bezug auf die Nutzung von GM abseits der Aufnahme und Auswertung der Daten ist auch, dass viele archäologische Funde stark fragmentiert sind oder ihrer Form während der Nutzung veränderten. Viele für die Klassifikation von Funden relevante Informationen sind in Outlines auch gar nicht enthalten (z.B. Herstellungsspuren).

In den letzten Jahren gibt es verstärkt Ansätze zur Nutzung von Machine Learning zur Bestimmung/Ansprache von Objekten bzw. zum Vergleich von Objekten. Konventionell werden derartige Methoden insbesondere für 2D-Rasterdaten eingesetzt, etwa zur Erkennung von Handschriften oder in der Archäologie insbesondere für die Identifikation archäologischer Strukturen in LiDAR-basierten Geländehöhenmodellen. Die Anwendung entsprechender Prozesse auf große unstrukturierte 3D-Punktwolken ist eine große Herausforderung. Zu diesem Zweck können die 3D-Daten etwa in Rastergrids in Form von Voxeln oder Pixeln umgewandelt werden, es gibt Lt. Literatur aber auch Möglichkeiten für eine direkte Anwendung auf Punktwolken. Nach Schilderungen kann sich hier recht rasch ein sehr hoher Aufwand an Rechenzeit ergeben. Als interessantes Experiment zu nennen ist hier u.a. eine Analyse von Keilschriftables durch das Gigamesh-Team. Es wurde in diesem versucht, anhand eines Trainingsdatensatzes weitere Tablets automatisiert zu datieren. Zum Training verwendet wurden Datenausschnitte von je 224 × 224 Pixel. Das Ergebnis war bei 84 % der Tablets zutreffend.⁸² Eine Herausforderung dabei dürfte insbesondere die Gestaltung von normalisierten Bildern/Repräsentationen als Basis der Nutzung derartiger Methoden sein.⁸³

Andere Projekte für eine automatisierte Klassifikation von Funden über Deep Learning basieren daher von vorneherein auf 2D-Daten, wobei hier zuletzt insbesondere Fotos von Smartphones in den Vordergrund rückten, da diese als Endgerät gut verfügbar sind. Zu nennen ist hier etwa Arch-I-Scan⁸⁴ sowie insbesondere das Horizon-Europe-Projekt ARCHAIDE⁸⁵, das auch über eine App genutzt werden kann. In ARCHAIDE wurde versucht, sowohl Funktionen für eine Klassifikation der Oberflächenstruktur von Keramik als auch des Gefäßprofils (das seitlich fotografiert werden soll) zu entwickeln. Bei einem ersten Versuch zum praktischen Einsatz im Rahmen des Projekts ergab sich mit der Fotografie eines jungsteinzeitlichen Keramikgefäßes aus Österreich kein sinnvolles Ergebnis, bei Folgeversuchen traten Serverprobleme auf. Es ist mglw. insbesondere für stärker standardisiert gestaltete Objekte mit viel Information innerhalb der Textur geeignet, wie etwa Terra Sigillata (zumindest erzählte eine Person in einem Stakeholder:innengespräch, dass sie hier einmal ein durchaus brauchbares Ergebnis erhalten hätte).

Das Hauptproblem neben technischen Herausforderung und der Tatsache, dass Smartphonefotos nur einen Ausschnitt von für die Klassifikation relevanten Merkmalen transportieren, ist offensichtlich die geringe Menge der verfügbaren Trainingsdatensätze, die den Einsatz von „BigData“-Methoden in der Archäologie in vielen Fällen erschweren. So hatten die Entwickler von ARCHAIDE etwa Schwierigkeiten, die geforderten 10 Beispiele pro Keramiktyp zu finden⁸⁶. Zur Umgehung des Problems, das meist nur eine geringe Anzahl von vollständigen Keramikfunden eines Typs vorhanden ist, wird auch mit Methoden experimentiert, die zur Schaffung einer besseren Datengrundlage virtuelle Trainingsdaten mit imitierten vollständigen Gefäßen erzeugen.⁸⁷ Möglicherweise wäre AI in Bezug auf die Beschäftigung mit Keramik in Projekten mit Lokalbezug besonders gut für die Klassifikation von Warenarten/Tonqualitäten geeignet (auf der Basis standardisierter Makroaufnahmen von Keramikoberflächen).

Relativ häufig wird in Bezug auf das Thema Entwicklung digitaler Methoden für eine automatisierte Klassifikation auch die Problematik angesprochen, dass zwar in der Literatur und in Institutionen an und für sich große Mengen an 2D- und 3D-Datensätzen mit Abbildungen bzw. Scans von Funden vorhanden sind, diese jedoch digital meist nicht in einer ausreichenden Qualität und mit einer ausreichend freien Lizenz zugänglich sind. Hier besteht wohl durchaus ein dringender Bedarf; nicht nur in Bezug auf die Zugänglichkeit, sondern, da laufend große Datenmengen

⁸¹ Z.B. G. Herzlinger/L. Grosman, AGMT3-D: A software for 3-D landmarks-based geometric morphometric shape analysis of archaeological artifacts. In PLOS ONE 13/11, 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207890>

⁸² Vgl. B. Bogacz/H. Mara, Period Classification of 3D Cuneiform Tablets with Geometric Neural Networks. International Conference on Frontiers of Handwriting Recognition (ICFHR) Dortmund 2020. <https://doi.org/10.1109/ICFHR2020.2020.00053>

⁸³ H. Mara/B. Bogacz, What's in store? Normalized Artifact Databases from 3D-Acquisition Campaigns. In: Abstract Booklet CAA 2021 "Digital Crossroads" ID 127. <https://2021.caaconference.org/>

⁸⁴ Vgl. I. Tyukin et al., Exploring Automated Pottery Identification [Arch-I-Scan], Internet Archaeology 50, 2018. <https://doi.org/10.1141/ia.50.11>

⁸⁵ Vgl. <http://www.archaide.eu/>; ; Nichini, F. et al., Developing the ArchAIDE Application: A digital workflow for identifying, organising and sharing archaeological pottery using automated image recognition, Internet Archaeology 52, 2020. <https://doi.org/10.1141/ia.52.7>

⁸⁶ Vgl. Kevin Garstki, Digital Innovations in European Archaeology. Cambridge Elements 2020, S. 59.

⁸⁷ J.M. Fuertes et al., Data augmentation of iberian pottery collections for DeepLearning based classification. In: Abstract Booklet CAA 2021 "Digital Crossroads" ID 174. <https://2021.caaconference.org/>

angefertigt werden, auch im Hinblick auf praktische Anleitungen und Standards, wie 2D- und 3D-Daten zu Funden abgespeichert werden sollten, um sie zukünftig in Systemen für automatisierte Klassifikationen und Analysen nutzen zu können.

6.1.5.5. Automatische Klassifikation von Knochen

In einem Stakeholder:innengespräch wurde auch der Wunsch genannt, Knochen dreidimensional mit digitalen Methoden dokumentieren und automatisch zu bestimmen. Im Rahmen der Durchführung des Projekts wurde diesbezüglich Rücksprache mit Anthropolog:innen/Zoolog:innen gehalten.

Sie sahen diesen Vorschlag skeptisch, insbesondere in Bezug auf eine Dokumentation der Funde, da viele Aussage zu Knochen in feinen Spuren verborgen sind, etwa in Schnittspuren oder morphologische Veränderungen an Knochen, die nur mit 10-facher Lupe/mikroskopischer Vergrößerung zu erkennen wären. Für eine aussagekräftige Dokumentation von Knochen bräuchte es daher sehr hochaufgelöste Modelle. Diese können im Einzelfall aufgenommen werden, zur Visualisierung von ausgewählten Stücken, etwa in Form einer Oberflächendokumentation als Vergleichsbeispiel für eine Bestimmung (vgl. dazu die lehrbuchartigen Projekte <http://www.digitiseddiseases.org> und <http://www.3dbones.org/>), oder mit μ CT, um ins Innere von Objekten blicken zu können. Eine Aufnahme einer sehr großen Anzahl an Stücken in dieser Auflösung ist aktuell jedoch nicht möglich.

Sollten entsprechend effizientere Methoden zur hochaufgelösten Massendigitalisierung von Knochen einmal zur Verfügung stehen, wären die Voraussetzungen für deren Nutzung für statistische Analysen aber wohl etwas besser als in der Archäologie. So entstammt etwa das Gebiet der „Geometric Morphometrics“ (siehe vorheriges Kap.) ursprünglich der Biologie. Nach Aussagen aus den Gesprächen existieren innerhalb der Archäozoologie auch bereits div. metrische Codes zur statistischen Aufnahme von Parametern an Knochen, wenngleich diese von einzelnen Arbeitsgruppen aktuell unterschiedlich genutzt und an individuelle Bedürfnisse angepasst würden.

Auch machine learning wird innerhalb der physischen Anthropologie bereits erfolgreich eingesetzt, etwa zur Erkennung von Bruchmustern.⁸⁸ Sicherlich vorstellbar wäre auch eine mit ARCHAIDE (siehe vorheriges Kap.) vergleichbare App für eine Grobansprache von Knochen anhand von Fotos.

6.1.5.6. Use-wear-analysis

Bei entsprechend hoher Auflösung eignen sich 3D-Daten von Fundobjekten auch als Basis für die Durchführung von Analysen etwa zu Nutzungsspuren⁸⁹ an Fundobjekten (z.B. Absplitterungen, feine Kratzer, Rauheit der Oberfläche), oder auch zu Herstellungsspuren, post-depositionellen Veränderungen usw. Die Relevanz entsprechender Daten wurde in einzelnen Stakeholder:innengesprächen erwähnt. Falls man Objekte mit 3D-Modellen in einer Qualität dokumentieren möchte, die auch derartige Aussagen zulässt, wären vorab systematische Untersuchungen/Recherchen nötig, welche Auflösung/Genauigkeit hier welche Art von Spuren erkennen lässt. So wären wohl z.B. Aussplitterungen an den Klingen von Steinbeilen sicherlich auch bereits bei einer sehr viel geringeren Auflösung zu erkennen als etwa feine Schleifspuren an denselben.

6.1.6. ARCHIVIERUNG VON 3D-DATEN UND (NACH-)NUTZUNG

6.1.6.1. Standardisierung und Archivierung

In vielen älteren wie jüngeren Fachartikeln sowie in auffallend vielen Stakeholder:innengesprächen wurde es als sehr dringlich genannt, bessere Standards zur Langzeitarchivierung von 3D-Daten auszuarbeiten. Dies betrifft sowohl die 3D-Modelle und die bei ihrer Herstellung anfallenden Zwischenprodukte selbst, die zugehörigen Metadaten, aber auch Standards und Normen für daraus abgeleitete Produkte wie z.B. Grafiken, statistische Daten usw. Zurück geht dies wohl insbesondere auf rückblickend negative Erfahrungen. Stark abhängig davon ist einerseits die zukünftige/langfristige Lesbarkeit von 3D-Daten (die speziell bei von Scanner- oder Softwareherstellern selbst entwickelten Dateiformaten keineswegs gewährleistet ist), aber auch die Nachvollziehbarkeit ihres Entstehungsweges und des abgebildeten Inhalts. Selbst von Scannerhersteller:innen wurde in Gesprächen erwähnt, dass speziell in der Archäologie 3D-Daten erfahrungsgemäß besonders oft nachträglich zu einem anderen Zweck

⁸⁸ Vgl. Ch.G.M. Giroto et al., Patterns of Trauma - A proof of concept using AI to distinguish interpersonal violence from accidental injury. In: Abstract Booklet CAA 2021 "Digital Crossroads" ID 163. <https://2021.caaconference.org/>

⁸⁹ Vgl. z.B. A. Zupancich/E. Cristiani, Functional analysis of sandstone ground stone tools: arguments for a qualitative and quantitative synergetic approach. In Scientific Reports 10/1, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72276-0>

genutzt werden, bzw. manchmal der Nutzungszweck bei der Aufnahme nicht ausreichend definiert ist, und dadurch des Öfteren Probleme entstehen.

Wichtig ist eine stärkere Normierung aber auch für viele Zwecke der weiteren Recherche (etwa in vernetzter, verschiedene Datenportale übergreifender Form) und Analyse (etwa normierte Darstellungen als Basis für machine learning). Eng mit der Nutzung für weitere Analysen verknüpft ist auch der Wunsch nach möglichst freien Lizenzen, die gewährleisten, dass Daten auch tatsächlich genutzt werden dürfen, und nach Repositorien, aus denen sie einfach abgegriffen werden können.

Übliche Probleme aus der Praxis für weiterführende Analysen an bereits bestehenden 3D-Datenkonvoluten werden vom GigaMesh-Team wie folgt geschildert: 3D-Modelle werden über das Internet meist nur in reduzierter Größe/Qualität zur Verfügung gestellt; oft in exotischen Datenformaten; in vielen Fällen würde auch die Lizenz eine weitere Nutzung verhindern (so wären ihrer Erfahrung nach auch CC BY-NC Lizenzen problematisch, da sie z.B. die Publikation von Projektergebnissen in semi-kommerziellen Portalen zur Open-Access-Publikation mit Print-on-Demand verhindern würden). Als von ihnen gewählten Weg bzw. portabelsten Best-practice-Standard nennen sie die Nutzung des offenen Dateiformats .ply für 3D-Modelle und für hochaufgelöste 2D-Renderings das Format .png. Zur Veröffentlichung nutzen sie eine CC-BY Lizenz in einem universitärem Multimediarepositorium.⁹⁰

Der Aspekt Standardisierung fand in den letzten Jahren auch verstärkt in Projekten⁹¹ seinen Niederschlag, im Bereich von 3D-Daten insbesondere durch die Initiative von Europeana. Im Rahmen einer Arbeitsgruppe fand hier unter anderem eine Zustandserhebung statt, bei der die Hersteller:innen und Nutzer:innen von für das Portal relevanten 3D-Daten erfasst wurden, desgleichen Herstellungstechniken, Datenformate, Viewer und Metadatenmodelle. Letztere wurden u.a. auf ihre Kompatibilität mit dem „Europeana Data Model (EDM)“ überprüft.⁹² Zusammengefasst wurden auch Hinweise auf entsprechende Workflows⁹³ sowie grundlegende Tipps zum Umgang mit 3D-Daten.⁹⁴ In ihrer allgemeinen Form decken sie sich gut mit einzelnen Erkenntnissen aus der gegenständlichen stärker auf archäologische Funde bezogenen Untersuchung.

Eine intensivere Standardisierung/Normierung vieler Aufnahmetechniken wäre freilich auch über 3D-Daten hinaus in der Archäologie in vielen Bereichen wichtig, auch in einem die FAIR-Prinzipien überschreitendem Ausmaß. Aufgrund der Vielfalt der in der Archäologie genutzten Daten und Methoden ist das vorhandene Ausmaß entsprechender Angebote im Vergleich zu manchen anderen Disziplinen recht gering. Inzwischen scheint es aber immerhin eine Spur besser möglich zu sein als früher, diesen Aspekt auch in Anträgen bei auf Innovation fokussierten Fördergeber:innen unterzubringen.

Abgesehen von Standardisierung ist für die Langzeitarchivierung von 3D-Daten in der Praxis sehr oft auch Speicherplatz aufgrund seiner Kosten ein Thema, das Personen/Institutionen vor Herausforderung stellt. Im Fall von 3D-Scans entstehen hier rasch mehrer 100 MB an Daten pro Objekt, oder auch mehr. Dies führt mitunter zu Diskussionen, ob z.B. nur der Output eines Scans aufgehoben werden soll, oder auch alle Rohdaten (z.B. Fotos, aus denen 3D-Modelle angefertigt wurden, oder Punktwolken). Aufgrund des Umfangs ist es auch schwierig, die Daten in voller Größe über das Internet zum Download zur Verfügung zu stellen. Zu beobachten ist, dass inzwischen immer mehr Repositorien entstehen, die zu diesem Zweck eingesetzt werden können (wenngleich 3D-Daten darin aktuell noch eher selten enthalten sind).

6.1.6.2. Publikation/Präsentation von 3D-Modellen

Größerer Bedarf besteht in Archäologie auch an Methoden für die Publikationen/Präsentation von 3D-Modellen. Der in der Archäologie am häufigsten genutzte Online-Viewer für 3D-Daten ist sicherlich Sketchfab.⁹⁵ Im Rahmen des Projekts wurden einige Viewer ausprobiert, jedoch keine systematische Recherche durchgeführt. Viele bieten Möglichkeiten, Modelle zu drehen, darin zu navigieren, zu messen, unterschiedliche Schattierungen einzublenden, oder auch Annotationen einzufügen. Aus Sicht des Verf. schmerzlich vermissen lassen viele Viewer jedoch Funktionen zur Darstellung hochaufgelöster Modelle sowie für eine einfache Anfertigung von Profilschnitten.

⁹⁰ H. Mara/B. Bogacz, What's in store? Normalized Artifact Databases from 3D-Acquisition Campaigns. In: Abstract Booklet CAA 2021 "Digital Crossroads" ID 127. <https://2021.caaconference.org/>

⁹¹ Vgl. zuletzt etwa <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/european-commission-launches-unique-study-3d-digitisation-tangible-cultural-heritage>; D. Pritchard et al., Study on quality in 3D digitisation of tangible cultural heritage, Proceedings Arqueológica 2021. <https://doi.org/10.4995/arqueologica9.2021.12113>

⁹² Vgl. K. Fernie, 3D content in Europeana. Task force report version 1.0. 2020. <https://pro-beta.europeana.eu/>

⁹³ Für arch. Funde bes. relevant: A. Corns, 3D-Icons: D7.3-Guidelines And Case Studies. 2013. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.1311797>.

⁹⁴ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/basic-principles-and-tips-3d-digitisation-cultural-heritage>

⁹⁵ <https://sketchfab.com/>

Mit dem Format Adobe 3D-pdf gab es hier eine Zeitlang tatsächlich eine aus User-Sicht praktische Lösung, mit der in pdf-Dokumente (nicht allzu hoch aufgelöste) 3D-Modelle eingefügt und visualisiert werden konnten, inklusive der Möglichkeit interaktiver Profilschnitte und dem Ein- und Ausblenden einzelner Ebenen. Das Format wird jedoch nicht weiter unterstützt, so dass von seiner Nutzung im Hinblick auf die Langzeitarchivierung dringend abzuraten ist. Wenn zukünftig andere Techniken geschaffen werden, die eine bessere/funktionalere Integrationen von 3D-Daten in Publikationen oder konzise Kataloge ermöglichen, würde dies ihrer Nutzung wohl einen ganz neuen Stellenwert geben. Gedacht werden könnte hier z.B. an Publikationsinfrastrukturen, die bei der Einbindung von 3D-Modellen oder auch anderen Abbildungen automatisiert auf im Hintergrund befindliche Repositorien zugreifen.⁹⁶

6.1.6.3. 3D-Druck und Repros

Die Anfertigung von 3D-Drucken wurde in mehreren Stakeholder:innengesprächen aufgebracht, von jüngeren Personen, die sowohl innerhalb als auch außerhalb der Archäologie tätig sind. An spezifischen Vorschlägen wurde etwa ein gewisser Bedarf an 3D-Druck-Vorlagen im Reenactment-Bereich genannt. Des Weiteren wurde von einem: Restaurator:in laut darüber nachgedacht, dass die Zeit der Anfertigung von Reproduktionen mittels Abformung bzw. der Ergänzung von fragmentierter Keramik mittels Gips inzwischen eigentlich vorbei sein sollte – die Ergänzung von Fehlstellen mittels 3D-Drucken wäre, auch wegen des geringeren Ausmaßes an Feuchtigkeit, potenziell schonender für Objekte. Erwähnt wurde auch, dass in der musalen Vermittlung sowie in Museumsshops ein gewisser Bedarf an 3D-Repros bestünde. Die Einschätzung des Umfangs desselben war unterschiedlich.

Zur Nutzung von 3D-Modellen für einen 3D-Druck sind gewisse Voraussetzungen vorhanden. Dazu zählt insbesondere die Existenz eines vollständigen, „wasserdichten“ 3D-Modells, was bei rasch aufgenommenen 3D-Scans oft nicht der Fall ist, bei diesen müssten Geometrie & Textur von Fehlstellen (wenn überhaupt möglich) manuell ergänzt werden.

Die Druckqualität vieler 3D-Drucker ist mäßig, es gibt jedoch auch Anbieter, die durchaus sehr qualitative 3D-Drucke erzeugen können. Zu beobachten sind sie insbesondere als „Nebenprodukt“ von Projekten/Initiativen zu einer möglichst qualitativen 3D-Digitalisierung ausgewählter Fundobjekte.⁹⁷ In der Tiefe wurde Möglichkeiten zur Herstellung von 3D-Drucken bzw. Repros im Rahmen des Projekts nicht recherchiert, eine besondere Herausforderung neben einer naturgetreuen Geometrie & Textur ist bei der Herstellung von Repros jedoch sicherlich auch eine Annäherung an die haptischen und mechanischen Qualitäten von Originalobjekten.

6.2. ARCHÄOLOGISCHER THESAURUS UND AUFNAHMESTANDARD FÜR FUNDE

6.2.1. METADATENSTANDARDS UND NORMDATEN/THESAURI

Zur Inwertstellung von Digitalisaten und digitalen Daten im Kulturbereich existiert ein sehr hoher Bedarf an Ontologien, an Metadatenstandards, Normdaten und strukturierten Vokabularen. Hintergrund ist, dass sich die technische Umgebung, in der digitale Daten aufgenommen und genutzt werden, erfahrungsgemäß sehr rasch verändert, und speziell „gute“ Metadaten ihre (Nach-)Nutzbarkeit, Migration und Dissemination enorm erleichtern. Ein wichtiger Aspekt ist diesbezüglich unter anderem die Interoperabilität von Daten. Bei der Anfertigung vieler digitaler Daten wurde/wird wenig darauf geachtet, wie sie mit anderen Datenbeständen in Verbindung gebracht werden können, was zur Existenz isolierter „Dateninseln“ führt – ein Problem, für das immer breiteres Bewusstsein besteht. Ein höheres Ausmaß an Standardisierung ist essentiell für die Verbesserung dieser Situation. Entsprechende Ansätze sind nicht nur in Bezug auf Forschungsdaten ein großes Thema (bei denen zuletzt insbesondere durch die Etablierung der FAIR-Kriterien ein stärkerer Fokus auch auf Interoperabilität gelegt wird), sondern auch bei digitalen Daten aus dem Kulturbereich, wo Initiativen verschiedener Form versuchen, diese u.a. über eine Aggregation und Weiterverarbeitung von Metadaten gemeinsam nutzbar oder zumindest gemeinsam durchsuchbar zu machen.

In Bezug auf „Standards“ (siehe auch Kap. 3.5, 3.6) sind verschiedene Ebenen zu beachten, und zwar insbesondere:

- Standards, welche Kategorien von Metadaten zu Objekten aufgenommen werden (Metadatenstandards)
- Standards, die eine einheitliche Form derselben sicherstellen, beispielsweise in Form kontrollierter Vokabulare (Normdateien/Gazeteers, Thesauri ...)

⁹⁶ Vgl. zu einem entsprechenden Versuch etwa R. Opitz et al., *A Mid-Republican House from Gabii*. University of Michigan Press 2016.

<https://doi.org/10.3998/mpub.9231782>

⁹⁷ Vgl. z.B. <https://www.area-vienna.at/> und <https://www.cuttlefish.de/> (letzteres als Partner des Frauenhofer Instituts im Rahmen des Projekts CultLab3D).

- Standards/Techniken, mit denen Informationen, die in unterschiedlichen Systemen/nach unterschiedlichen Standards aufgenommen wurden, in einer maschinenlesbaren Form zueinander in Bezug gesetzt werden können. Von Bedeutung sind hier technisch insbesondere das Konzept von Linked (Open) Data und CIDOC-CRM als zur Modellierung nutzbare Ontologie für Begriffe und Informationen im Bereich des Kulturerbes, aber auch Vorgehensweisen wie z.B. manuelles Mapping von Vokabularen.

Alle drei Aspekte sind zur Gewährleistung einer Interoperabilität von Datenbeständen von hoher Bedeutung. Die Umsetzung ist oft komplex und herausfordernd, je nach Aufgabenstellung verlangt sie auch eine enge Zusammenarbeit mit Computer Scientists.

6.2.2. ZUSAMMENFASSUNG DER AKTUELLEN SITUATION

In einem zeitlichen Zusammenhang mit der stärkeren Fokussierung des Projekts auf das Thema Zustandserhebung und Ausarbeitung zu Datenfeldern und Terminologien in digitalen Inventaren archäologischer Sammlungen wurden umfangreiche Recherchen in Bezug auf Ansätze zu „Standardisierung“ und normierten Vokabularen durchgeführt. Dies sowohl in Hinblick auf die dafür relevanten Techniken und Kulturdaten allgemein, als auch spezifischer in Bezug zur Archäologie und zu musealen Inventarsystemen. Die Erkenntnisse sind hier nur in Ausschnitten wiedergegeben, mit einzelnen Links zur Illustration.

Ausgangspunkt waren auch hier die Stakeholder:innengespräche: Hier war einerseits in einigen Gesprächen ein klarer Wunsch nach (etwas mehr bis sehr viel) mehr Standardisierung zu erkennen, in mehrfacher Hinsicht, sowohl in Bezug auf museale Inventarisierung als auch auf Forschungsdaten(banken). Einzelne Personen betonten ganz allgemein in einer abstrakten Form die Wichtigkeit internationaler Normdatensätze. Von in der täglichen Arbeit mit Inventarsystemen betrauten Personen wurde geschildert, dass das Schema und die Terminologie von für archäologischer Funde genutzten Aufnahmemasken in sehr vielen Fällen historisch gewachsen und sehr heterogen und eine sorgfältigere Ausarbeitung und Abstimmung wünschenswert wäre, nicht nur innerhalb von Institutionen, sondern vor allem zwischen Institutionen, insbesondere zwecks einer verbesserten Nutzbarkeit von Inventardaten in Aggregatoren und innovativen Projekten zur Verknüpfung von Kulturdaten. Auch Folge-recherchen innerhalb von „DigFinds“ zeigten, dass sehr viele Museen in Österreich, so sie eine eigene arch. Terminologie nutzen, diese selbst entwickelt haben und historisch wenig oder kaum Absprache stattfand. Der Zustand ist hier mglw. etwas schlechter als in anderen musealen Bereichen wie etwa der Volkskunde, wo noch einer Schilderung durch die Einzelinitiative einer Person vor mehreren Jahrzehnten in einem konkreten Fall auf einer lokalen Ebene in div. Museen einigermaßen einheitliche Terminologien in Inventarsysteme eingespielt worden sein dürften.

Auffällig war die Schilderung in einem Stakeholder:innengespräch, dass in einem Fall in jüngerer Zeit in Ermangelung eines passenden Angebots von einer mit einer Neuinventarisierung beginnenden Person selbst ein eigenes Schema & Vokabular für die arch. Inventarisierung einer kleineren Sammlung festgelegt wurde. Von anderer Seite war die Einschätzung zu erfahren, dass auch in Zukunft mit beginnenden Neu-Digitalisierungen weiterer kleinerer Sammlungen zu rechnen wäre, bei denen hausintern weder viel Expertise noch ein bestehendes arch. Vokabular vorhanden wäre. Darin gab sich im Rahmen von „DigFinds“ eine Chance zu erkennen, zumindest bei diesen auf die Nutzung eines besser normierten Metadatensatzes und Vokabulars zu achten, und dadurch zumindest einer weiteren Zersplitterung der „Inventarisierungslandschaft“ vorzubeugen.

In einem gewissen Umfang mit dem Aspekt Normierung verbinden lässt sich auch die von zwei Personen ohne Inventarisierungshintergrund geäußerte Erzählung, dass für sie beim Stöbern in Websites/Datenbanken mit Kulturdatensätzen v.a. eine gute Suchfunktion von hoher Wichtigkeit wäre, bzw. ein Hauptkriterium für den Besuch von Seiten. Eine Person schilderte sehr explizit, dass sie sich nach einem Frustrationserlebnis mit einer Suchfunktion – etwa fehlerhaften oder unbrauchbaren Ergebnissen einer Stichwortsuche – üblicherweise sofort wieder von einer Seite entfernen würde. Auf normierten Vokabularen aufbauende Funktionen (z.B. mit alternativen oder anderssprachigen Begriffen) könnten auch in diesem Zusammenhang einen großen Mehrwert liefern.

Umgekehrt gab es allerdings auch recht skeptische Äußerungen in Bezug auf Standardisierung/Normierung von Datensätzen, auffälligerweise insbesondere auch von Personen mit Erfahrung bei der Erstellung von Vokabularien. Hier gab es etwa die Aussage, dass deren Gestaltung zwar sehr wichtig wäre, aber gleichzeitig auch oft irrsinnig komplex. Selbst einfache Dinge würden, insbes. bei einer Definition in Arbeitsgruppen, sehr rasch sehr kompliziert werden. Manche Projekte würden hier schon seit Jahrzehnten betrieben ohne viel Aussicht auf einen erfolgreichen Abschluss. Erwähnt wurde auch, dass Kulturdaten im Bereich des semantischen Webs immer sehr „speziell“ wären, etwa aufgrund unterschiedlicher Bedeutungen ein und desselben Worts oder von Schwierigkeiten bei der Übersetzung. Das in der Praxis wohl schwerwiegendste Problem ist, dass in aller Regel niemand bereit ist, ein mit viel Aufwand selbst entwickeltes System zu verlassen – dies betrifft speziell größerer Sammlungen, in denen bereits

viel archäologisches Fundmaterial inventarisiert wurde. Von einer im Bereich Vokabularstellung erfahrenen Person wurde auch angemerkt, dass sie aufgrund der Komplexität und Vielfalt der Materialien Zweifel hätte, dass es in der Archäologie je ein allgemein akzeptiertes Vokabular geben könne (wie sich das in anderen Fachbereichen, z.B. der Numismatik mit dem Portal <http://nomisma.org/>, sehr klar abzeichnet).

Mitgenommen wurden aus Vorträgen von und Gesprächen mit erfahrenen Personen auch einige Tipps bzw. Erfahrungswerte in Bezug auf die Erstellung von Vokabularen:

- Sie sollten, um eine weitere Verbreitung finden zu können, nicht zu kleinteilig sein (Issue of Scale, Granularität, Usability). Für vernetzte Portale wäre vor allem die Definition eines kleinsten gemeinsamen Nenners wünschenswert.
- Die Erhebung eines Status Quo in bestehenden Systemen wurde als gute Idee eingeschätzt.
- Es wurde vorgeschlagen, mit einem eingeschränkten Themenbereich zu beginnen.
- Ein Vorliegen von Vokabularen in Form einer Publikation würde dessen Chancen auf eine weitere Verbreitung erhöhen.

Zu beobachten war auch in Vorträgen und Publikationen zum Thema „Digitalisierung“ in der Archäologie, dass das Thema Standardisierung/Vernetzung von Daten/Ontologien/Vokabulare aktuell massiv im Fokus steht: Bei vielen Konferenzen waren hier gleich mehrere Sessions zu verschiedenen Aspekten des Themas zu beobachten, insbesondere im Zusammenhang mit Linked Open Data (LOD). Eine digitale Archivierung mit guten Metadaten und standardisierten Vokabularen wird von immer mehr Personen als wichtig angesehen und findet mehr Beachtung als noch vor einigen Jahren. Bei analogen Altbeständen von Daten wird ihr Fehlen als ungünstig angesehen, bei digitalen als Katastrophe. Gleichzeitig werden aber auch oft die nicht unbedeutenden in Hinblick auf Normierung & Metadaten vorhandenen Herausforderungen angesprochen.

Bei den Recherchen wurden diverse Standards und normierte Vokabulare vorgefunden, von denen sich viele in Entwicklung oder in einem experimentellen Stadium befinden. Bei innerhalb von Projekten geschaffenen Standards und Vokabularen ist oft auch keine Weiterentwicklung zu erkennen. Prinzipiell gibt es sicherlich einen graduellen Unterschied zwischen lokal, etwa in einzelnen Institutionen oder Projekten genutzten Schemen und weiter verbreiteten Standards. Je systematischer definiert und weiter verbreitet ein System ist, desto eher ist es wohl als Standard zu bezeichnen. In vielen Fällen ist nach Ansicht des Verf. aktuell nicht sonderlich gut absehbar, was (und ob) sich im Bereich der Archäologie durchsetzen wird. Zu vermuten ist jedoch, dass vor allem große, auf Langfristigkeit angelegte Initiativen Erfolg haben könnten, und sich in den kommenden Jahren möglicherweise die Situation auch stark erweitern oder verändern könnten. Einige dieser Initiativen befinden sich aktuell gerade erst im Anlaufen oder in Einreichung.

Ein bereits länger existierendes Kernelement im Bereich musealer Thesauri ist der Getty Art & Architecture Thesaurus (AAT), der aktuell ca. 325.000 Bezeichnungen zu 60.000 Begriffen beinhaltet. Viele archäologische Objekte aus musealen Sammlungen würden sich darin wohl durchaus unterbringen lassen, er wird allerdings von arch. Sammlungen in Österreich kaum genutzt, wohl auch, da er aktuell größtenteils nur in englischer Sprache zur Verfügung steht. Er ist aber jedenfalls von Bedeutung, nicht nur aufgrund des Umfangs und seiner historischen Entwicklung, sondern unter anderem auch als zentrale Schnittstelle für Mappings zwischen verschiedenen musealen Thesauri in Projekten zur Verknüpfung von Daten.

Sehr große Initiativen, von denen man sich längerfristig wohl auch eine praktische Nutzbarkeit für archäologische Sammlungen in Museen erhoffen kann, finden sich im Bereich der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI), insbesondere in Deutschland, vor allem mit der Initiative NFDI4Objects⁹⁸, aber auch mit NFDI4Culture.⁹⁹ An diesen beteiligen sich auch Vertreter:innen aus dem Museumsbereich. Die Einreichung von NFDI4Objekts (Forschungsdateninfrastruktur für die materiellen Hinterlassenschaften der Menschheitsgeschichte) wurde im Jahr 2021 zwar leider nicht zur Förderung ausgewählt, aber potenziell in Zukunft. Sie würde auch mit einigen Playern zusammenarbeiten, die bereits archäologische Thesauri erstellt haben bzw. in der Archäologie tätig sind (z.B. AG Archäologisches Institut, Deutsches Archäologisches Institut, Deutsche Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte). NFDI4Culture ist eine im Aufbau befindliche Forschungsdateninitiative zu materiellen und immateriellen Kulturgütern, in deren Rahmen u.a. überlegt wird bzw. beabsichtigt ist, den AAT und andere Thesauri von Getty ins Deutsche zu übersetzen.

⁹⁸ <https://www.nfdi4objects.net/#taskareas>

⁹⁹ <https://nfdi4culture.de/>

Bausteine für NFDI liefert auch CLARIAH¹⁰⁰, an dem auch das Konsortium CLARIAH-AT beteiligt ist (unter anderem in der Form von Mitarbeit bei Guidelines & Standards, im Bereich Thesaurus Maintenance etc.).¹⁰¹ Über das damit verbundene Gremium DARIAH¹⁰² werden bereits jetzt u.a. vom Austrian Centre for Digital Humanities der ÖAW gehostete, aus Forschungsprojekten stammende Vokabularien¹⁰³ zur Verfügung gestellt. Vorgesehen ist in Clariah-AT auch eine Zusammenarbeit mit Gedächtnisinstitutionen, dem Museumsbund und Infrastrukturen wie Time Machine Organisation, Heritage Science Austria, Ariadne etc.

Weitere Initiativen in Bezug auf Normdaten stammen auch aus dem Bibliotheksbereich, gleichfalls aus Deutschland, in Form eines Anlaufs zur weiteren Entwicklung und zur Verknüpfung der „Gemeinsamen Normdatei“ (GND). Auch dieser Ausbau/diese Modernisierung wird von NFDI unterstützt¹⁰⁴. Man könnte sich vorstellen, dass über diese aktuell insbesondere in Deutschland zu beobachtenden großen Initiativen in den nächsten Jahren Vorhaben gelingen, die einen Grundstock an Normdaten liefern, die in weiterer Folge auch in museale Inventare integriert bzw. mit diesen in Bezug gesetzt werden können. Da es sich bei NFDI um eine Forschungsdateninfrastruktur handelt, könnte dies auch zu einem engeren Zusammenspiel im Bereich der Vokabularien von Museen und Wissenschaft beitragen (was auch der gegenwärtigen Forcierung der Heritage Sciences entsprechen würde, die derzeit bei einigen Forschungsförderinstitutionen zu beobachten ist).

In der Archäologie, sowohl in Museen als auch noch mehr in Wissenschaft, gibt es allerdings oft auch deutlich kleinteiligere Normdaten, als man sie in Großprojekten erwarten könnte. Besonders vielfältige Möglichkeiten bietet hier der Bereich der geografischen Verortung, etwa von Funden. Hier bietet sich einerseits auf lokaler Ebene insbesondere die Nutzung amtlicher Geodaten und IDs an (z.B. Katastralgemeindenummern, in Österreich seit kurzem auch BDA-Fundstellenummern), deren zugehörige Geodaten entsprechend der INSPIRE-Richtlinie oft auch kostenfrei und einfach zugänglich sind. Nutzbar sind aber auch Systeme wie beispielsweise Geonames¹⁰⁵, Wikidata¹⁰⁶, der Getty Thesaurus of Geographic Names (TGN)¹⁰⁷, der Gazetteer des DAI¹⁰⁸ oder Gazetteers für historische/antike Namen.¹⁰⁹ Viele dieser Angebote unterstützen auch Linked Open Data. Auch für Koordinatenangaben gibt es durch die Nutzung von EPSG-Codes (European Petroleum Survey Group Geodesy) seit langem einen sehr robusten und international verbreiteten Standard.

Vorhanden sind auch Lösungen zur maschinenlesbaren Verlinkung von Zeitperioden, was aufgrund ihrer oft unterschiedlichen Definition nicht unbedingt trivial ist. Dazu zählen etwa der Gazetteer PeriodO¹¹⁰, aber auch Definitionen in lokalen Forschungsinfrastrukturen.¹¹¹

Terminologien zur Aufnahme von Objekten sind in größerer Zahl vorhanden, wobei sie sich hpts. auf bestimmte Trägerinstitutionen bzw. auf bestimmte Fachgebiete konzentrieren und nicht 1:1 für museale Inventare genutzt werden können. Als Beispiel genannt seien etwa Kerameikos als Portal für griechische Keramik¹¹², die umfangreichen mehrsprachigen Vokabulare des Deutschen Archäologischen Instituts¹¹³ sowie ein in privater Initiative geschaffenes Vokabular.¹¹⁴

Portale und Internetseiten, die Vokabulare für Museen zur Verfügung stellen, werden u.a. vom Getty Research Institute¹¹⁵, vom Britischen Museum¹¹⁶, vom Verein Pro Sammlung e.V.¹¹⁷, vom Kooperationsverband MusIS der

¹⁰⁰ <https://www.clariah.de/>

¹⁰¹ Vgl. CLARIAH-AT Konsortium (Hrsg.), Digital Humanities Strategie 2021+. 4 Leitlinien für Digital Humanities in Österreich. 21.1.2021 <http://gams.uni-graz.at/o:clariah.dha-strategie-2021.draft>

¹⁰² <https://vocabs.dariah.eu/>

¹⁰³ DEFC Thesaurus, https://vocabs.acdh.oeaw.ac.at/defc_thesaurus/en/; Iron-Age-Danube thesaurus, https://vocabs.acdh.oeaw.ac.at/iad_thesaurus/en/

¹⁰⁴ https://www.dnb.de/DE/Professionell/Standardisierung/GND/gnd_node.html

¹⁰⁵ <https://www.geonames.org/>

¹⁰⁶ <https://www.wikidata.org/wiki/Q1741>

¹⁰⁷ <https://www.getty.edu/research/tools/vocabularies/tgn/>

¹⁰⁸ <https://gazetteer.dainst.org/>

¹⁰⁹ Z.B. <https://pelagios.org/activities/gazetteers/> oder <https://pleiades.stoa.org/>

¹¹⁰ <https://perio.do/>

¹¹¹ Z.B. <https://chronontology.dainst.org/>

¹¹² <http://kerameikos.org/>

¹¹³ <https://archwort.dainst.org>

¹¹⁴ N. High-Steskal, Archaeology Vocabulary DEU-ENG (Version 1). Zenodo 2019. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.3468232>

¹¹⁵ <https://www.getty.edu/research/tools/vocabularies/>

¹¹⁶ <https://collectiontrust.org.uk/resource/british-museum-object-names-thesaurus/>

¹¹⁷ <http://www.museumsvokabular.de/>

staatlichen Museen in Baden-Württemberg¹¹⁸ und vom digicult-Verbund¹¹⁹ zur Verfügung gestellt. Teile dieser Vokabulare sind auch kostenfrei zugänglich.

Das spezifische Ziel der Entwicklung eines standardisierten Thesaurus für archäologische Objektbezeichnungen verfolgt insbesondere die AG Archäologiesthesaurus¹²⁰, in der Form, als dass sie seit 2012 in einem regelmäßigen Rhythmus Bestimmungsbücher¹²¹ zu bestimmten Fundgattungen publiziert, bislang hauptsächlich zu Metallobjekten (z.B. „Äxte und Beile“, „Halsringe“, „Kosmetisches und medizinisches Gerät“). In den Büchern werden Begrifflichkeiten unterhalb des obersten/allgemeinsten Level von Thesauri für museale Objektbezeichnungen definiert; das Vokabular lässt sich demnach in verschiedener Form auch in bestehende Thesauri „einhängen“. Die Publikationen werden nach Beobachtung des Verf. von zusehends mehr Museen als Hilfe bei der Bestimmung von Objekten genutzt. In einer digitalen Form existiert das Vokabular bislang zwar noch nicht, es ist jedoch gut vorstellbar, dass sich die Bücher, wo die Fundgruppen thematisch davon abgedeckt werden, mittelfristig als Bestimmungs- und Terminologiestandard durchsetzen könnten. Im aktuellen Projekt wurde bei der Zusammenstellung eines Thesaurusvorschlags (siehe Kap. 6.2.3) daher darauf geachtet, die Begrifflichkeiten bei den Materialien, wo bereits ein solches publiziert ist, aus den Bestimmungsbüchern zu übernehmen. Der Verf. wurde in Folge einer Kontaktaufnahme auch explizit zur Mitarbeit in der AG eingeladen, da von der geografischen Abdeckung her auch der Wunsch besteht, den österreichischen Raum im Projekt mit zu berücksichtigen. Von den Verantwortlichen kommuniziert wurde, dass eine Mitarbeit/Zusammenarbeit nicht auf Projektbasis, sondern in einer längerfristigen Art und Weise erfolgen sollte.

Im Internet sind auch einzelne kostenpflichtige Thesauri für die Inventarisierung musealer archäologischer Funde zu entdecken.¹²² Des Weiteren gibt es innerhalb von Museen zahlreiche, meist nicht publizierte, oft innerhalb von einzelnen Inventarsystemen aufgebaute Vokabulare für archäologische Funde.

Wichtig sind auch Terminologien aus der archäologischen Denkmalpflege.¹²³ Sie werden in vielen Fällen in analoger Form bzw. als pdf-Dokument zur Verfügung gestellt. Ihre Bedeutung liegt darin, dass ihre Nutzung in bestimmten Projekten amtlich vorgeschrieben ist, und sie in der Praxis daher besonders gut bzw. umfangreich zur Normierung von Datensätzen beitragen.

6.2.3. ZUSTANDSERHEBUNG ZU DATENFELDERN UND TERMINOLOGEN IN DIGITALEN INVENTAREN ARCHÄOLOGISCHER SAMMLUNGEN IN ÖSTERREICH UND ZUSAMMENSTELLUNG EINES EINHEITLICHEN VORSCHLAGS

6.2.3.1. Ausgangslage

Im Rahmen der Grundlagenrecherche wurde u.a. im Bereich der musealen Sammlungen mit archäologischen Funden ein großer (sich nach wie vor ständig erweiternder!) Wildwuchs an Datensammlungen, Aufnahmesystemen und Terminologien festgestellt (siehe auch Kap. 6.2.2), bei denen aufgrund ihrer Kleinteiligkeit und der fehlenden Standardisierung von Datenfeldern und Terminologien unter anderem zu befürchten ist, dass sie langfristig gar nicht oder nur mit enormem Aufwand mit anderen Datensammlungen übereingestimmt werden können. Dies ist einerseits mit der großen Vielfalt von in der Archäologie genutzten Daten, Fragestellungen und Methoden zu verbinden (sie sind viel zahlreicher als in anderen Disziplinen wie etwa der Numismatik oder in der Naturkunde, wo einheitlichere Terminologien weiter verbreitet sind), andererseits auch mit der Vielfalt von Playern, lokalen und zeitlichen Differenzierungen im Fundgut und einem mangelnden Bewusstsein für das Thema.

Von vielen größeren archäologischen Sammlungen wurden vom Fundmaterial ausgehend im Lauf der Zeit meist ohne Abstimmung untereinander eigene Terminologien aufgebaut. Bei den Stakeholdergesprächen wurden ersichtlich, dass aktuell bzw. in näherer Zukunft aufgrund von Digitalisierungsoffensiven weitere Sammlungen digitale Inventare aufbauen möchten, wegen eines mangelnden Angebots an Templates jedoch erneut dazu übergehen, eigene archäologische Aufnahmesysteme zu gestalten. Die Gelegenheit, hier auf der Basis der

¹¹⁸ <https://wiki.bsz-bw.de/display/MUSIS/Regelwerke%2C+Thesauri%2C+Klassifikationen%2C+Systematiken+und+Begriffslisten>

¹¹⁹ <https://www.digicult-verbund.de/de/digicultxtree>

¹²⁰ <https://amh.de/archaeologie/ag-archaeologiesthesaurus/>

¹²¹ <https://www.deutscherkunstverlag.de/buch/reihen/bestimmungsbuch-archaeologie.html>

¹²² Z.B. <https://art-restore.ch/Thesaurus-fuer-Archaeologie-von-der-Vorgeschichte-bis-zum-Mittelalter>

¹²³ Vgl. z.B. <https://collectiontrust.org.uk/terminologies/>; <https://www.heritagedata.org/blog/about-heritage-data/fish/>; M. Kaljal, Archäologische Fachinformation bearbeiten. Konzept eines Thesaurus für das Rheinische Amt für Bodendenkmalpflege. Hamburg 2007. https://reposit.haw-hamburg.de/bitstream/20.500.12738/9495/1/Kaljaj_Magdalena_071219.pdf; <https://bda.gv.at/de/publikationen/standards-leitfaeden-richtlinien/> (Insbes. Richtlinien für archäologische Maßnahmen & Leitfäden Inventarisierung Archäologie).

Erfahrungen und Terminologien bestehender Inventare strukturierend einzugreifen, wurde innerhalb von „DigFinds“ als Chance für ein Projekt identifiziert, dessen rasche Durchführung genutzt werden kann, um eine weitere Vervielfältigung von Terminologie- und Aufnahmesystemen einzubremsen. Die daraus resultierende größere Homogenität von Inventardaten ist ein großer Mehrwert für innovative Projekte zur Verknüpfung von Datenbeständen, die sich viele Stakeholder wünschen und mit deren Umsetzung mittel- bis langfristig zu rechnen ist.

6.2.3.2. Umsetzung und Ergebnis

Im Projekt beschäftigte sich Lukas Kerbler, MA (ARMET Archäologie & Archäometallurgie e.U.) mit dem Thema archäologische Inventarisierung in österreichischen musealen Sammlungen und bessere Normierung derselben, wobei er die folgenden Tätigkeiten durchführte:

- Genauere Analyse internationaler Initiativen für die Schaffung musealer archäologischer Terminologien
- Erhebung von Datenfeldern/historisch gewachsenen Terminologien in Inventaren zu archäologischen Funden bei den Projektpartnern und weiteren ausgewählten Institutionen in Österreich
- Erhebung, wie zuverlässig und mit welchem Zeitaufwand es möglich ist, Datenbestände zu Funden und Fundstellen der Projektpartner Landessammlungen Niederösterreich und Bundesdenkmalamt über das Hinzufügen eines ID-Felds im Inventarsystem in Übereinstimmung zu bringen (siehe Kap. 6.2.4)
- Auf diesen Erfahrungen/Erhebungen basierend Zusammenstellung eines einheitlichen Vorschlags für Datenfelder und Terminologien, an dem sich archäologische museale Sammlungen in Österreich sowie Inventarverbände, die noch kein eigenes System definiert haben, orientieren können.

In Anbetracht der Erkenntnisse aus den vorhergehenden Recherchen und Gesprächen, nach denen die Ausarbeitung von Terminologien in Form von Arbeitsgruppen üblicherweise ein mehrere Jahre bis Jahrzehntelanger Prozess ist, wurde gezielt entschieden, bei der Ausarbeitung der Dokumentationsbestandteile in diesem Fall in einem Top-Down-Format vorzugehen, um die Ergebnisse und einen ersten Vorschlag für Datenfelder und Terminologien möglichst rasch zur Verfügung zu haben (in einem auch in der Praxis nutzbaren Format und innerhalb der Laufzeit des Projekts).

Als Grundlage für die Erhebung wurde von ihm ein standardisierter Fragebogen zur Erfassung von Grundinformationen archäologischer Inventarsysteme und Terminologien angefertigt. Er beinhaltete Erfassungsmasken zu Kontaktdaten, zu Grundinformationen zur Inventarisierungsarbeit, zu genutzten Datenfeldern sowie zu vorgegebenen Vokabularen.

Grundinformationen zur Inventarisierungsarbeit	
Wie umfangreich ist die archäologische Sammlung des Museums?	Wurden vorgegebene Vokabulare (Thesauri oder Auswahllisten) selbst entwickelt oder von einem anderen Museum / einer anderen Institution / Publikation übernommen?
Wie viel der archäologischen Sammlung ist bereits digital inventarisiert?	Ist eine Online-Veröffentlichung der Sammlungsdatenbank geplant oder beabsichtigt?
Werden auch große Grabungsfundkomplexe im Inventarisierungsprogramm aufgenommen? Wenn ja: In welcher Form (z.B. Einzelfundinventarisierung / ein Inventareintrag pro Fundkomplex)?	Dürfen die im folgenden dokumentierten Datenfelder und Vokabulare als Grundlage für die Ausarbeitung eines neuen, mglw. frei zugänglichen Datenfeld- und Terminologievorschlags für die Inventarisierung archäologischer Sammlungsbestände verwendet werden? Falls ja: Darf/soll in der Begleitdokumentation, wo möglich, eine bestimmte Quelle genannt werden (z.B. Sammlungsname)?
Welches Inventarisierungsprogramm wird im Museum für die archäologischen Sammlungsbestände verwendet?	Dürfen die dokumentierten Datenfelder/Vokabulare auch über die etwaige Nutzung für die Erstellung eines neuen Datenfeld- und Terminologievorschlags hinausgehend online oder in Publikationen veröffentlicht werden (z.B. Open-Access-Publikation von Rohdaten des Projekts; Reports und Beiträge in Fachzeitschriften zum Projekt). Falls ja: Darf/soll eine bestimmte Quelle genannt werden (z.B. der Sammlungsname), oder sollen die Daten anonymisiert werden?
Ist eine Weiterentwicklung/Umstellung des Inventarsystems oder der enthaltenen Masken/Vokabulare geplant?	Dürfen in Publikationen zum Projekt Screenshots der Eingabemaske gezeigt werden? Falls ja: Mit Sammlungsbezeichnung oder anonymisiert?
Gibt es abgesehen vom Inventarisierungsprogramm noch weitere Datenbanken zu Fundobjekten zur öffentlichen oder internen Nutzung? Welche?	Besteht ein Interesse an Projektergebnissen oder deren Nutzung? Sind Institutionen bekannt, für die sie interessant sein könnten?
Gibt es im Inventarisierungsprogramm eine eigene Maske für den archäologischen Sammlungsbereich?	
Wenn ja, wurde die Maske selbst entwickelt oder von einem anderen Museum / einer anderen Institution übernommen?	

Datenfelder							Vorgegebene Vokabulare			
Maske							Datenfeld			
							Datentyp			
							Vorgegebenes Vokabular			
Bezeichnung	Datentyp	Kurzbeschreibung	Beispiele von Einträgen	Nutzungshäufigkeit des Feldes	Vorgegebenes Vokabular?	Verwendung extern möglich?				

Screenshots des Fragebogens zur Erhebung von Grundinformationen zu in archäologischen Sammlungen genutzten Inventarsystemen und Terminologien.

Mit dessen Hilfe wurden Inventarsysteme und Terminologien von 16 archäologischen Sammlungen/Institutionen aus dem österreichischen Bundesgebiet sowie 7 international verfügbare Terminologien umfassend dokumentiert und auf dieser Grundlage ein einheitlicher Vorschlag für Datenfelder und Terminologien ausgearbeitet (siehe detailliertere Informationen in Beilage 4 & 5). Die Definition der durchzuführenden Tätigkeiten, insbesondere die Erstellung des Fragebogens, erfolgte in enger Abstimmung mit der Projektleitung, auch während der Arbeit fand ein laufender Austausch statt, etwa bezüglich der Auswahl der Sammlungen für eine detailliertere Dokumentation. Zwecks eines systematischen Überblicks über unterschiedliche Erfordernisse von archäologischen Sammlungen wurde u.a. darauf geachtet, dass Museen unterschiedlicher Größe (Lokal, Land, Bund) und unterschiedlichen Schwerpunkts (Urgeschichte, Römer, Mittelalter, Neuzeit, Gedenkstätte) enthalten sind. Die von Lukas Kerbler dokumentierten bzw. erstellten Daten (Screenshots, Datenbankauszüge, Fragebögen, Protokolle) wurden in digitaler Form in einem sortierten, zur Langzeitarchivierung geeigneten Ordnerkonvolut an die Projektleitung übergeben.

Der darin enthaltene Vokabularvorschlag „InventARCH“ für die Inventarisierung archäologischer Funde in österreichischen Museen und Sammlungen wurde Anfang des Jahres 2022 (außerhalb des gegenständlichen Projekts) einer weiteren Überarbeitung durch den Verf. und andere ausgewählte Personen unterzogen. Wo nicht bereits abgeklärt, wurden Institutionen/Personen, deren Daten zur Erstellung des Vokubularvorschlags genutzt wurden, um ein explizites Einverständnis zur Nutzung gebeten. In weiterer Folge wurde der Vokabularvorschlag in einer ersten Version mit einer CC-BY-Lizenz im Internet veröffentlicht. Als die Langzeitarchivierung sicherstellender Publikationsort wurde das Repositorium der Donau-Universität Krems gewählt:

L. Kerbler/J. Maurer, *InventARCH – Vorschläge für Datenfelder und Thesauruseinträge zur Inventarisierung archäologischer Sammlungsbestände. Version 1.014. Universität für Weiterbildung Krems 2022.*
<https://doi.org/10.48341/TQYF-FX25>.

Der Vokabularvorschlag wurde auf der Grundlage von Daten von mehr als 50 Institutionen/Personen geschaffen. Er beinhaltet 88 Vorschläge/Definitionen von Datenfeldern sowie 7 für archäologische Aufnahmen zusammengestellte Thesauri (Objektbezeichnung; Datierung; Kulturgruppen; Material; Technik; Befundart; Erwerbsart) mit insgesamt 3172 Bezeichnungen. Bei den Datenfeldern finden sich jeweils Angaben zur vorgeschlagenen Bezeichnung, zum Datentyp, eine Kurzbeschreibung, ein Beispiel für einen Eintrag, eine indikative Einschätzung seiner Wichtigkeit sowie eine Angabe, von wo der Feldbegriff übernommen wurde. Bei den Vokabularen ist zusätzlich zu ihrer Struktur/Hierarchie jeweils eine ID-Nummer angegeben sowie eine Quellenangabe zum Begriff (Im Fall von Literaturangaben kann diese als Bestimmungshilfe genutzt werden). Beim Vokabular für Datierung sind den relativchronologischen Perioden auch in Jahren definierte Zeitabschnitte zugewiesen.

6.2.3.3. Weiterentwicklung und Perspektive

Der Vokabularvorschlag kann in der bestehenden Form von Sammlungen und Institutionen genutzt werden, um in hauseigenen Inventaren für die Inventarisierung archäologischer Funde geeignete Datenfelder und Vokabulare einzupflegen. Welche Datenfelder und Vokabulare tatsächlich übernommen werden können/sollten, hängt im Einzelfall u.a. von Struktur und Inhalt des bestehenden Inventars ab, von der Zielsetzung der geplanten Inventarisierung und von Art und Umfang der archäologischen Sammlung. In der Praxis wird dabei im jeweiligen Inventarsystem ein Teil der Datenfelder bereits von vorneherein enthalten sein, während andere Feld neu definiert werden müssen. Manche Vokabularen (z.B. Material & Technik) sind in manchen Inventarprogrammen bereits von vorneherein enthalten, sie können ergänzt werden. Wichtig ist bei einer Einspielung der Vokabulare insbesondere die Übernahme der zu den Begriffen gehörenden ID-Nummer. Am einfachsten ist eine umfassende Übernahme des Inventarvorschlags beim Beginn einer Neuinventarisierung. Wenn die Bestände bereits umfassend inventarisiert sind, müssen die Begrifflichkeiten – soweit möglich – manuell angepasst werden.

Im ersten Schritt zur weiteren Nutzung des im Projekt entwickelten Inventarvorschlags wurden vier Institutionen identifiziert, die prinzipiell Interesse daran haben, ihn in ihr hauseigenes System zu übernehmen, und sich bei einer

Weiterentwicklung längerfristig abzustimmen. Vom Museumsmanagement Niederösterreich wurde aufgrund dringenden Bedarfs bereits mit einer technischen Einspielung begonnen (im Zuge der Gestaltung einer archäologiespezifischen Eingabemaske des Inventarisierungsportals DIP)¹²⁴, die anderen Institutionen, die bereits zahlreiche archäologische Inventardaten besitzen, werden prüfen, in welchem Ausmaß eine vollständige Übernahme des Systems bzw. eine Anpassung der bereits vorhandenen Daten daran möglich ist. Es ist gut vorstellbar, dass sich dabei auch noch Änderungs- oder Ergänzungsbedarf an der vorgeschlagenen Terminologie ergibt. Dieser wird ins Vokabulardokument eingepflegt und selbiges unter der bereits bestehenden DOI-Nummer in neuen Versionen veröffentlicht (ein großer Vorteil des gewählten Repositoriums ist die Möglichkeit einer Versionsverwaltung). Sobald hier Erfahrungswerte bzw. eine in Bezug auf die praktische Einspielung erprobte Vokabularversion vorliegt, ist eine intensivere Bewerbung derselben geplant.

Der größte Wert des veröffentlichten Vokabulars liegt darin, dass damit ein Vorschlag für Datenfelder und Vokabulare für die Inventarisierung österreichischer archäologischer Sammlungen vorliegt, der von Institutionen insbesondere beim Start von Neuinventarisierung, aber auch bei einer Anpassung bestehender Systeme, rasch und einfach übernommen werden kann. Es ist zu erwarten, dass dies zu einer stärkeren Normierung bei zukünftigen Inventarisierungen beiträgt, bzw. einer weiteren „Zerstückelung“ vorbeugt, und dadurch die Voraussetzungen für die Umsetzbarkeit zukünftiger innovativer Vorhaben für eine bessere Verknüpfung und gemeinsame Nutzung archäologischer Inventare verbessert.

In der aktuellen Form steht das Vokabular als Dokument zur Verfügung, aus dem die Daten semi-automatisch oder manuell in Inventarsysteme eingepflegt werden können. Eine klar anzusprechende Problematik ist, dass, selbst wenn der Vorschlag bei der Einrichtung von Inventarsystemen vollständig übernommen wird, im Lauf der Zeit wieder mit einer „Auseinanderentwicklung“ zu rechnen ist, etwa durch Änderungen oder Ergänzungen in den Begrifflichkeiten innerhalb der Inventarsysteme. Auch wenn diese Änderungen in das Ausgangsdokument eingepflegt und Online zur Verfügung gestellt werden, wäre es sehr aufwendig, alle Änderungen auch in den lokalen Systemen nachzutragen. Um die praktischen Auswirkungen dieses Problems auf Folgeprojekte zur Homogenisierung zu verringern, ist es sehr wichtig, bei der Übernahme in einzelne Inventarsysteme auch die ID-Nummern der Bezeichnungen einzuspielen, da dies einen nachträglichen automatisierten Abgleich von Daten massiv erleichtert.

Um entsprechenden Problemen ganz zu entgehen, wurde im Projekt intensiv recherchiert, wie ein derartiger Abgleich von Terminologien innerhalb bzw. zwischen Inventarsystemen (im Fall der konkreten Museen Imdas Web & Imdas Pro von Johanneum Research; TMS von Gallery System) potenziell automatisiert erfolgen könnte, bzw. wie die Terminologien in einer praxisbezogenen Form über LOD, Thesaurusmapping etc. auch Anschluss an das Semantic Web finden könnten. Es wurde diesbezüglich Kontakt aufgenommen mit Techniker:innen/Anbieter:innen sowie mit Institutionen/Personen, die in Projekten mit ähnlichen Herausforderungen konfrontiert sind.

Es zeigte sich, dass in Bezug auf die genannten Inventarsysteme, die in Österreich einige Verbreitung besitzen, bei einer Projektumsetzung in den kommenden Jahren aus technischer und finanzieller Sicht möglicherweise eine Zusammenarbeit mit dem Verbund digiCult am zielführendsten wäre. Dieser entstand ursprünglich aus einem EU-Projekt, ist nicht gewinnorientiert, arbeitet u.a. eng mit der Deutschen Digitalen Bibliothek und Europeana (als Aggregator) sowie mit Museen kleiner bis mittlerer Größe und Museumsverbänden zusammen. Mit dem Vokabulartool digiCult.xTree betreibt er eine technische Lösung, die aktuelle Standards sowie einige im Inventarisierungs- und Terminologiealltag hilfreiche Techniken unterstützt: Dazu zählt etwa die Möglichkeit von Polyhierarchien, Synonymen, Assoziationen und Mehrsprachigkeit in Thesauri und Datenmodellen, die Gestaltung von Views (Anzeige von individuell an Themenbereiche angepassten Thesaurusausschnitten), eine Möglichkeit des Abgleichs mit Normdaten wie Getty AAT & TGN/Mappingtools für LOD sowie allgemeine Funktionen für Pflege und Downloads von Listen, Klassifikationen und Thesauri.¹²⁵

Ein großes, aktuell in Umsetzung begriffenes Projekt, an dem digiCult beteiligt ist, ist das Kulturgüterportal und Museumsnetzwerk Baselland.¹²⁶ Nach Auskunft von Administrator:innen und Projektverantwortlichen desselben wird das Tool digiCult.xTree hier für einen automatisierten Abgleich von Terminologien über das Internet zwischen verschiedenen Inventarsystemen genutzt. Im Projekt wurde von Johanneum Research eine direkte Schnittstelle zu Imdas Pro & Web programmiert, so dass für diese Inventarsysteme eine Einbindung von Xtree verhältnismäßig einfach wäre. Schwieriger wäre im konkreten Fall die Einbindung von Xtree in das Inventarprogramm TMS, da es sich

¹²⁴ <https://www.noemuseen.at/heritage-skat/dipnoemuseen/>

¹²⁵ Vgl. <https://www.digicult-verbund.de/de/digicultxtree>

¹²⁶ <https://www.kimweb.ch/>

bei der im Projekt betrachteten Version um eine lokale Installation handelt, für die aus Sicherheitsgründen keine Anbindung an das Internet vorgesehen ist.

Zielführend erschiene ein Einsatz von Xtree vor allem, wenn eine größere Anzahl von Museen dasselbe Vokabular nutzen kann/will. Im Fall des Schweizer Projekts war dies deshalb der Fall, da hier ca. 500-600 Museen ihre kulturhistorischen Bestände entlang einer 1979 publizierten Systematik¹²⁷ inventarisierten. In den lokalen Inventarsystemen ist diese in entsprechend vielfältiger Form enthalten, im Projekt wird sie nun in einer „offiziellen“, dreisprachigen Version zur Verfügung gestellt. In der österreichischen Archäologie ist die bestehende Datenlandschaft, da eine vergleichbare einheitliche Grundlage in der Zeit des Beginns der digitalen Inventarisierung fehlte und auch die archäologischen Funde vielfältiger sind, viel heterogener, so dass die Anzahl an Museen, die an einem derartigen Verbundprojekt teilnehmen könnte, zumindest im Bereich der Archäologie beschränkter wäre.

Bezüglich Xtree war in einem Gespräch die Einschätzung zu hören, dass sich das System durchaus längerfristig halten könnte, da es im Kulturbereich aktuell keine vergleichbaren Anbieter gäbe, und das System auch viel bislang wenig genutztes Potenzial hätte, etwa in Form von Mappings zu anderen Vokabularen (AAT, GND ...). Ob sich in den kommenden Jahren auch andere Anbieter/Lösungen für einen automatisierten Abgleich von Terminologien in Inventarsystemen entwickeln werden, vlt. auch ausgehend aus dem Bereich der Forschungsdateninfrastruktur (vgl. Kap. 6.2.2), bleibt aktuell offen.

Über einen laufenden Abgleich zwischen verschiedenen Inventarsystemen hinausgehend könnten digitale Terminologien in Projekten auch noch zusätzlich aufgewertet werden: Neben einer Mehrsprachigkeit wäre hier einerseits Unterstützung für eine niederschwellige Bestimmung von Fundobjekten zu nennen: Speziell in kleineren Sammlungen besitzen die inventarisierenden Personen oft nur wenig Fachkenntnis, so dass sie für eine korrekte Ansprache von Objekten weitere Informationen benötigen: Diese könnten einzelnen Vokabulareinträgen etwa in Form von Literaturhinweisen, Erklärungen oder Grafiken beigegeben werden. Auch grundsätzliche Informationen, warum bestimmte Daten bei archäologischen Inventarisierung wichtig sind, und wie sie aufzunehmen sind, könnten sowohl in digitaler Form als auch z.B. in Kursen vermittelt werden.

Von nicht archäologisch ausgebildeten Personen wurde in den Stakeholder:innengesprächen auch erwähnt, dass sie sich unter dem auch im Rahmen von Inventarisierungen oft verwendeten Fachvokabular oft nur wenig vorstellen könnten. Bei der Veröffentlichung von Inventaren würde es sich daher auch anbieten, normierte Vokabularbegriffe mit weiteren, an eine interessierte Öffentlichkeit gerichteten Informationen zu versehen; etwa mit kurzen Geschichten zu Objekttypen, Erklärungen zur Funktion etc.

6.2.4. VERSUCH ZUM ABGLEICH VON INVENTARDATEN MIT FUNDSTELLENDATEN DES BUNDESDENKMALAMTS

Im Projekt wurde auch eine Erhebung durchgeführt, wie zuverlässig und mit welchem Zeitaufwand es möglich ist, Datenbestände zu Funden und Fundstellen der Projektpartner Landessammlungen Niederösterreich und Bundesdenkmalamt über das Hinzufügen eines ID-Felds im Inventarsystem in Übereinstimmung zu bringen

Aktuell sind in den meisten Inventaren Daten zur Katastralgemeinde, teils zum Flurnamen, mitunter auch Angaben zur Fundparzelle enthalten. Durch das aktuell wohl größte archäologische Digitalisierungsprojekt in Österreich tut sich hier jedoch eine völlig neue, technisch sehr viel besser nutzbare Option auf: Durch das Bundesdenkmalamt werden im Projekt HERIS derzeit sämtliche archäologische Fundstellen Österreichs nach standardisierten Vorgaben in einem Geografischen Informationssystem kartiert, die Daten werden in Ausschnitten auch online inklusive einer eindeutigen ID zur Verfügung gestellt. In Stakeholder:innengesprächen wurde die Möglichkeit der Verknüpfung von Datenbeständen aus Denkmalpflege, Forschung und Museen über diese ID von mehreren Personen, mit Hintergrund sowohl in der Forschung als auch in der Vermittlung, als äußerst interessante Option angesehen. Aufgrund der zukünftig österreichweiten Abdeckung der HERIS-Inventarisierung haben die darin verzeichneten Daten sehr hohes Potenzial sowohl als technischer Standard für eine Zuordnung von Funden zu Fundstellen als auch als Grundlage für Visualisierungen der archäologischen Fundlandschaft für Forschung und Öffentlichkeit. Wenn bei zukünftigen Inventaraufnahmen archäologischer Funde in musealen Sammlungen die HERIS-Fundstellen-ID systematisch recherchiert bzw. berücksichtigt wird, können sie sehr direkt mit Fundstellendaten angereichert bzw. verknüpft werden. Auch bei bereits vorhandenen Datenbeständen in archäologischen Sammlungen könnte es sinnvoll sein, dieses neue Metadatum zu ergänzen.

Der Versuch im Rahmen des Projekts wurde mit Datensätzen des Bezirks Bruck an der Leitha des Bundesdenkmalamts und des Fachbereichs Urgeschichte und Historische Archäologie der Landessammlungen

¹²⁷ W. Trachsler, Systematik kulturhistorischer Sachgüter. Eine Klassifikation nach Funktionsgruppen zum Gebrauch in Museen und Sammlungen. Bern und Stuttgart 1979.

Niederösterreich durchgeführt. Betreffend seine Ergebnisse sei auf die umfassende Darstellung im folgenden Artikel verwiesen:

J. Maurer, Modellversuch zur Nutzung von Fundstellen-IDs des Bundesdenkmalamtes als »Gazetteer« für museale archäologische Inventare. Mit Beiträgen von Eva Steigberger und Lukas Kerbler. In: Fundberichte aus Österreich 60, in Vorb.

Es konnten in der Studie ca. 70 % der inventarisierten Funde einer HERIS-Fundstelle zugewiesen werden; die Fundstelle von ca. 1 % der Objekte war in den publizierten HERIS-Daten eindeutig nicht enthalten; beim Rest der Funde war mit dem vorgegebenen Zeitaufwand keine Zuordnung möglich. Erstellt wurde mit den Daten der Studie auch eine Hochrechnung, wie zeitaufwendig eine systematische nachträgliche Ergänzung von bestehenden Inventardatensätzen um die HERIS-ID wäre.

Die Studienergebnisse zeigen die Bedeutung der HERIS-Datenbank für eine bessere Verknüpfung von Daten aus Denkmalpflege und Sammlungen, wobei es besonders interessant wäre, falls zukünftig weitere Daten der HERIS-Erfassung öffentlich zugänglich gemacht werden sollten. Verbinden ließe sich eine Initiative zu einer gemeinsamen Nutzung von Daten zur Funden und HERIS-Fundstellen auch mit weiteren im Rahmen von „DigFinds“ ausgearbeiteten Projektkonzepten (z.B. Informationsplattformen zu Maßnahmen, Fundstellen und Funden; Edition der Fundberichte aus Österreich; Online-Publikation von grauer Literatur & Ortsmappen; ...).

7. BEDÜRFNISSE, RÜCKBLICK, AUSBLICK

Es zeigte sich bei der Durchführung des Projekts, dass sich die größten Bedürfnisse in Bezug auf Digitalisierung in der Archäologie, die in den Stakeholder:innengesprächen geäußert wurden, vor allem dort befinden, wo keine passenden Förderschienen oder Institutionen vorhanden sind, die für ein Thema zuständig sind und ausreichend Ressourcen für dessen Abdeckung besitzen. Besonders oft handelt es sich dabei um Aspekte, die eine langfristige Betreuung verlangen, und bei denen eine Finanzierung auf zeitlich beschränkter Projektbasis schwierig ist. Innovative Neuentwicklungen von Methoden/Modellprojekte lassen sich in der kompetitiven Förderlandschaft vergleichsweise besser unterbringen. Eine Weiterentwicklung von Methoden bzw. die Schaffung einer dauerhafteren Infrastruktur, mit denen diese auf einer breiteren Basis genutzt werden können, ist demgegenüber schwieriger. Bei vergangenen, im Rahmen von „DigFinds“ erhobenen Projekten ist daher relativ häufig eine Parallelentwicklung oder Neueinreichung von innovativen Ideen zu beobachten, anstatt einer Weiterentwicklung oder eines eigentlich wünschenswerten Ausbaus. Dieses spezifische Problem hat in Bezug auf „Digitalisierung“ recht große Auswirkungen und gab sich bei den Recherchen des Öfteren zu erkennen. In einem einzelnen Stakeholder:innengesprächen wurde es sogar dahingehend mit einer gewissen Frustration erwähnt, dass dieses konzeptuelle Problem „auf unserer Ebene“ nicht lösbar wäre, und daher von einigen Formen von Digitalisierungsprojekten, bei denen zwar Bedarf bestünde, jedoch in Form von Projektfinanzierungen keine langfristig erfolgreiche Durchführung zu gewährleisten wäre, Abstand genommen werden sollte.

Interessanterweise dürfte diese Problematik relativ zeitnah zu Durchführung des Projekts auch bei einigen Fördergeber:innen bzw. in Grundlagenpapieren zu DH verstärkt ins Bewusstsein getreten sein. Es wird auch in einer anderen Studie¹²⁸ recht explizit angesprochen, und es waren zuletzt neue Calls zu beobachten, die auf diese Problematik einzugehen und ihr entgegenzuwirken versuchen. Zu nennen sind hier etwa die verstärkten Bemühungen in Richtung Heritage Sciences¹²⁹, Ausschreibungen zu DH-Langzeitprojekten¹³⁰ sowie ein Ausbau von Infrastruktur (insbes. NFDI) zur Langzeitarchivierung und Nachnutzung von digitalen Daten entsprechend den FAIR-Kriterien. Auch die Entscheidung innerhalb des gegenständlichen Projekts, den Schwerpunkt Kap. 6.2 in den Vordergrund zu stellen, entspricht dem Trend in Richtung einer umfassenderen Vernetzung und nachhaltigeren Gestaltung von Digitalisierungsprojekten/digitalen Datenbeständen.

Im Rahmen von „DigFinds“ wurden verschiedene Projektkonzepte zusammengestellt. Sie wurden zur Halbzeit und am Ende des Projekts zur weiteren Schwerpunktsetzung einer internen Bewertung unterzogen. Zur Sortierung herangezogene Kriterien waren u.a. der Innovationscharakter, der in den Stakeholder:innengesprächen erhobene Bedarf in der Fachwelt und Öffentlichkeit, der mögliche institutionelle/geografische Fokus, die praktische und

¹²⁸ Vgl. K. Mayer, Digital Humanities in Österreich. Die Ergebnisse eines explorativen Mappings im Auftrag des BMBWF, Jänner 2020.

https://dha.acdh.oeaw.ac.at/sites/default/files/events/attachments/mayer-studie_dh_in_oesterreich.pdf. Inbes. S. 7, 27 und Empfehlungen S. 31.

¹²⁹ Vgl. <https://www.oeaw.ac.at/foerderungen/foerderprogramme/heritage-science-austria>; <https://heritagescience.at/>

¹³⁰ Vgl. <https://www.oeaw.ac.at/foerderungen/digitales-kulturelles-erbe> (DH-Langzeitprojekte zum kulturellen Erbe, ÖAW-intern).

technische Machbarkeit, eine Einschätzung des wahrscheinlich nicht über eine Projektfinanzierung abdeckbaren Finanzbedarfs (z.B. für einen langfristigen Betrieb) sowie mögliche Förderschienen.

Intensiv geprüft, inkl. vertieften technischen Recherchen, wurden bei der Durchführung des Projekts insbes. das Konzept zu einer semi-automatischen 3D-Massendigitalisierung (Kap. 6.1) sowie die Entwicklungsmöglichkeiten von Datenfeldern und Terminologien in Inventaren archäologischer Sammlungen in Österreich (Kap. 6.2). Eine umfassendere Beschäftigung fand auch mit dem Kapiteln Informations-/Editionsplattformen zu archäologischen Grundlagendaten (Kap. 5.1-5.4), stärker automatisierter Dateneinspielung und Zusammenführung von Datenbeständen (u.a. Kap. 5.8, 5.10) sowie Unterstützung bei Recherchen (Kap. 5.9) statt.

Als Folgeantrag an den LSNÖ genehmigt wurde ein mit Input aus „DigFinds“ entwickeltes Projekt zur besseren Sichtbarmachung von archäologischen Fundstellen durch digitale Methoden mit einer engen Schnittmenge zum Kulturtourismus.¹³¹ Weiter verfolgt wird aktuell insbes. das Thema Datenfelder und Vokabular zu Inventarisierung sowie Nutzung der HERIS-Fundstellen-ID (siehe Kap. 6.2.3 und 6.2.4), derzeit in Form eines Versuchs zur praktischen Implementierung bzw. einer Veröffentlichung.

8. DANKSAGUNG

Den Gesprächspartner*innen, Kooperationspartner*innen und allen anderen Institutionen und Personen, mit denen im Lauf des Projekts Kontakt aufgenommen wurde und von denen viele ein intensives Interesse am Thema erkennen ließen, sei an dieser Stelle sehr herzlich für ihre Rückmeldungen und den investierten Zeitaufwand gedankt!¹³²

Für die Unterstützung des Projekts wird dem Bundesministerium für Kunst, Kultur, öffentlichen Dienst und Sport (BMKOES) gedankt.

¹³¹ Vgl. Pieler, F. (2023). Ausflugsziel Urgeschichte. In: Laussegger, Armin; Sam, Sandra, Im Bestand. Sammlungswissenschaftliche Einblicke.

Tätigkeitsbericht 2022 der Landessammlungen Niederösterreich und des Zentrums für Museale Sammlungswissenschaften. St. Pölten, 2023, 24–29.

¹³² Auf eine namentliche Auflistung wird aus Gründen des Datenschutzes verzichtet.

Archäologie und Bauforschung in Österreich 2021



Fundberichte aus Österreich

Herausgegeben vom Bundesdenkmalamt

Band 60 • 2021

Link zum kostenlosen Download der E-Book-Version:
https://www.austriaca.at/FOE60_2021

Impressum

Fundberichte aus Österreich • Band 60 • 2021

Herausgeber: Univ.-Doz. Dr. Bernhard Hebert, Bundesdenkmalamt, 1010 Wien, Hofburg, Säulenstiege

Layout, Satz und Druck: Print Alliance HAV Produktions GmbH, Druckhausstraße 1, 2540 Bad Vöslau

Cover: Goldartefakte aus dem Hortfund von Neumarkt-Wertheim (Salzburg); © ARDIG, Foto: Ulli Hampel

Redaktionsleitung: Mag. Nikolaus Hofer, Bundesdenkmalamt

Redaktion: Mag.^a Christiane Beisl, Mag. Nikolaus Hofer, Mag.^a Dr.ⁱⁿ Eva Steigberger,

Ing.ⁱⁿ Mag.^a Petra Weiss, Bundesdenkmalamt

Verlag: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Bäckerstraße 13, 1010 Wien

Alle Rechte vorbehalten. © Bundesdenkmalamt 2024

ISSN: 0429-8926

ISBN: 978-3-7001-9660-0

<https://epub.oeaw.ac.at/9660-0>



produziert nach den Richtlinien des
Österreichischen Umweltzeichens,
Print Alliance HAV Produktions GmbH, UW-Nr. 715



Inhalt Digitalteil

Vorbemerkung zum Digitalteil	D1
Beiträge zum Digitalteil	D2
Bernhard Hebert, Katrin Schwarzkogler u. a. Conference »Late Republican and Early Augustian influences on the fringes of the Eastern Alps – architecture and military« in Magdalensberg (Carinthia), June 10th, 2022	D3
Bernhard Hebert, Eva Steigberger u. a. Fachgespräch »Funde – Meldungen – Schätze. Archäologische Denkmalpflege in den Pandemie Jahren« am 17. August 2023 in Mauerbach (Niederösterreich)	D25
Jakob Maurer Projektbericht »DigFinds«. Zur Situation der Digitalisierung in der Archäologie mit einem Schwerpunkt auf Funden musealer Sammlungen	D61
Jasmine Wagner Der »Goldene Ofen« von Stift Altenburg. Ein Beitrag zur kunsthistorischen, archäologischen und handwerksgeschichtlichen Forschung anhand eines spätmittelalterlichen Fundkomplexes	D130
Maria Windholz-Konrad Einzeldeponierungen und Gräber ab der ausgehenden Mittelbronzezeit entlang der Traun zwischen Öden- und Hallstättersee	D487
Julia Rabitsch Bregenz, Blumenstraße 3. Ein Handwerksbereich am nordöstlichen Siedlungsrand von Brigantium	D555
Kathrin Siegl u. a. Fundmünzen aus Österreich. Jahresbericht 2021	D620
Ergänzungen zu Beiträgen im Druckteil	D806
Archäologie im Bundesdenkmalamt 2021. Ergänzende Beiträge	D807
Das spätantike Körpergräberfeld Mauer-Süd in Mauer bei Amstetten, Niederösterreich. Ergänzende Beiträge	D1551
Digitale Berichte zu Archäologie und Bauforschung 2021	D1574
Burgenland	D1575
Kärnten	D2381
Niederösterreich	D2787
Oberösterreich	D7605
Salzburg	D8315
Steiermark	D9241
Tirol	D10117
Vorarlberg	D11726
Wien	D11987
Fundberichte aus Österreich. Verzeichnis der Beiträge und Ortsregister der Bände 1 bis 60	D12676

Aufsätze

Bernhard Hebert, Nikolaus Hofer u. a.
Archäologie im Bundesdenkmalamt 2021

Jakob Maurer
Modellversuch zur Nutzung von Fundstellen-IDs des Bundesdenkmalamtes als
»Gazetteer« für museale archäologische Inventare

Bernhard Hebert, Nikolaus Hofer
Zehn Jahre Neuausrichtung der *Fundberichte aus Österreich* – Bilanz und Ausblick

Bernhard Hebert, Katrin Schwarzkogler
Fachgespräch »Spätrepublikanische und frühaugusteische Einflüsse am Rand der Ostalpen –
Architektur und Militär« am 10. Juni 2022 in Magdalensberg (Kärnten)

Bernhard Hebert, Eva Steigberger
Fachgespräch »Funde – Meldungen – Schätze. Archäologische Denkmalpflege in den Pandemie Jahren«
am 17. August 2023 in Mauerbach (Niederösterreich)

Archäologische und bauhistorische Berichte 2021

