

The Queens Garden. Ein interaktives Präsentationstool zur Darstellung unterschiedlicher digitaler Forschungsdaten

Sebastian Hageneuer

Die Gartenszene des Assurbanipal (7. Jh. v.u.Z.) ist eines der bekanntesten Kunstwerke neuassyrischer Zeit. Es zeigt nicht nur Aspekte der königlichen Familie und Politik, sondern auch der Umwelt und des Alltags aus der Periode Neuassyriens (2. Hälfte des 1. Jt. v.u.Z.). Das Flachrelief besteht aus Gips und stellt die Königin und den König auf detailliertem Mobiliar neben Bediensteten, Pflanzen und Tieren dar. Das Relief befindet sich derzeit im Archiv des British Museums und ist – abgesehen von Fotografien – für die Öffentlichkeit nicht zugänglich.

Anfang dieses Jahres wurde in einem Kooperationsprojekt der Freien Universität Berlin und der Universität zu Köln die Gartenszene erstmals dreidimensional per Structure-from-Motion-Verfahren (SfM) gescannt und zudem Aufnahmen mit dem Reflectance-Transformation-Imaging-Prozess (RTI) angefertigt. Dabei sind Modelle und RTI-Bilder entstanden, die das Objekt besonders detailliert darstellen und Untersuchungen ermöglichen, die sonst nur am Original durchführbar wären.

Diese Daten werden nun in einem Online-Portal präsentiert, mit welchem verschiedene Aspekte und Details des Reliefs untersucht und vermittelt werden können. Dabei sollen nicht nur das 3D-Modell und die RTI-Aufnahmen gezeigt, sondern alle Daten in ein interaktives multimediales Präsentationstool integriert werden, welches nicht nur für Fachpublikum, sondern auch für Interessierte bestimmt ist. Dieser Vortrag bietet einen Einblick in die Datenaufnahme im British Museum und die Funktionen des Online-Portals.

Craveler. Ein archäologisch-historisches mobile-App-Game

Stefan Krmnicek und Kevin Körner

Archäologische und historische Disziplinen bewahren das kulturelle Erbe und vermitteln Hintergrundwissen über Generationen hinweg. In den letzten Jahren haben die rasante technologische Entwicklung und die COVID-19-Pandemie die Wissenschaft dazu gezwungen, von traditionellen Medien auf neuere Technologien wie mobile oder Virtual-Reality-Anwendungen umzusteigen, um Wissen zu vermitteln.

Dank einer Förderung durch die Volkswagenstiftung konnte von Wissenschaftlern aus Tübingen und Changchun (China) die mobile Anwendung Craveler entwickelt werden, die – basierend auf einer Zeitreisegeschichte – die User historische Orte auf der Suche nach antiken und islamischen Münzen besuchen lässt.

Die App ist in zwei Ebenen unterteilt: ein aktionsbasiertes Laufspiel, das der Wissensvermittlung dient, und ein Tycoon-Spiel, das der Wissensvertiefung dient. Die Hauptprotagonistin des Spiels, die junge Archäologin Anna Alaska reist mittels Zeitmaschine mit ihrem fliegenden Roboter BIB 3000 aus dem Jahr 3542 zurück in die Vergangenheit, um nach Münzen zu suchen.

Das Spielprinzip von Craveler ist von dem bekanntem Spiel Temple Run inspiriert. Das Spiel fordert die User auf, in 3D-Perspektive eine laufende Figur durch einen mit Hindernissen versperrten Weg zu navigieren, um am Ende eine historische Münze einzusammeln. Eines der Hauptanliegen des Spiels ist es, den Usern einen Eindruck davon zu vermitteln, wie die antike und mittelalterliche islamische Welt ausgesehen haben könnte. Zu diesem Zweck wurden Levels gestaltet, die für die didaktische Aufbereitung von numismatischen Inhalten besonders geeignet sind (z.B. der Untergang von Pompeji, das Minarett von Samarra, der Limes, etc.). Die Wissensvermittlung erfolgt unterschwellig und altersgerecht durch eingeblendete Informationen, deren Inhalte im Spiel an späterer Stelle spielerisch abgefragt werden.

Nach erfolgreichem Lauf und Einsammeln der für das Level relevanten Münzen, wechseln die User automatisch in einen Museum-Modus. Hier finden die User nochmals ausführliche Information zu den gefundenen Münzen. Zusätzlich zu den Abbildungen der Vorder- und Rückseite jeder Münze werden die Objekte historisch eingeordnet. Auf diese Weise erhalten die User einen Eindruck von der politischen und sozialen Verwendung der Münze in der Vergangenheit und ihrer Bedeutung für die Bewahrung des kulturellen Erbes. Die User haben nun die Aufgabe, Annas zunächst leere Münzausstellung im Museum aufzubauen. Durch das Bestehen jedes neuen Lauf- Levels füllen kontinuierlich neue Exponate das Museum.

Das Spiel Craveler folgt den didaktischen Prinzipien des Wissenserwerbs in einer didaktisch aufbereiteten, aber niedrigschwelligen, ansprechenden und ermutigenden Umgebung. Besonderes Augenmerk wurde bei Craveler auf die Integration interaktiver und ansprechender Stationen für die User gelegt. Das Laufspiel regt besonders dazu an, verschiedene historische Landschaften mit ihren unterschiedlichen Topographien, Gebäuden und Umgebungen zu erkunden.

Das Spiel Craveler wird ab 21. Juli 2023 im Google Play Store gratis zum download bereitstehen.

Prozedurale 3D-Modellierung. Bericht über die Rekonstruktion der römischen Stadt Amiternum mit einer Kombination aus traditioneller 3D-Modellierung und prozeduralen Techniken der Software Houdini

Daniel Hinz

Im Februar/März 2021 bekam ich von Prof. Michael Heinzelmann (Archäologisches Institut, Universität zu Köln) das Angebot bzw. den Auftrag die in den Abruzzen gelegene Stadt Amiternum (heute neben dem Ortsteil San Vittorino der Stadt L'Aquila gelegen) ungefähr zum Zeitpunkt des 2. Jahrhunderts n. Chr. als digitales 3D-Modell zu rekonstruieren. Die Grundlage dieser Rekonstruktion bilden die diversen Prospektions- und Grabungskampagnen zwischen den Jahren 2006 und 2013. Die Rekonstruktion konnte Ende Oktober 2021 fertiggestellt werden. In dieser Präsentation soll ein näherer Einblick in die verwendete Methodik gegeben werden, besonders vor den Hintergrund, wie eine einzelne Person es schaffen kann, in knapp acht Monaten eine gesamte Stadt zu rekonstruieren, die – soweit es möglich ist – auf den entsprechenden archäologischen Befunden basiert; eine Aufgabe, die normalerweise mindestens ein kleines Team an 3D-Graphik-Designer*innen für diesen Zeitraum bedarf.

Dabei steht vor allem die Verwendung prozeduraler 3D-Modellierungstechniken mithilfe der VFX-Software Houdini der Firma SideFX im Vordergrund. Hier soll ein Überblick über diese eher unbekanntete Technik in der akademischen Forschung gegeben werden, gleichzeitig Vor- und Nachteile (leichte Zugänglichkeit des erstellten prozeduralen Modells für Laien um ohne Vorkenntnisse Rekonstruktionen zu erstellen – dem gegenüber eine sehr hohe Einstiegshürde solche Modelle zu erstellen/konzipieren) besprochen werden und wie prozedurale Modellierung ein großes Potential für die archäologische Forschung und wissenschaftliche Rekonstruktionen in der Zukunft haben kann. Die Erstellung von Amiternum musste folgende (Problem-)Felder abdecken, die in einem entsprechenden Vortrag vorgestellt werden sollen:

- Erstellung eines Terrainmodells, das hochaufgelöst genug ist, um die diversen Steigungen und Gefälle, auch gerade im Stadtgebiet, abzudecken bzw. sichtbar zu machen.
- Erstellung von Gebäuden, deren Aussehen zum großen Teil anhand des Befundes rekonstruierbar ist (z.B. Theater, Amphitheater, Basilika).
- Erstellung von Gebäuden, von denen keine große und nicht viele Variationen eines Ausgangsmodells (wie z.B. eines Atriumhauses) genutzt werden müssen (z.B. Nekropolen und Tempel).
- Bestückung der Insulae mit Wohnbebauung, die dem archäologischen Befund (Fundamente, Außenmauern und Innenhöfe) individuell angepasst ist.
- Generierung eines Straßensystems mit Pflasterung.
- Zum Schluss: Bestückung des Terrainmodells mit Feldern und Pflanzen, um ein lebhafteres Bild der Landschaft wieder zu spiegeln, auch als Kontrast zum Stadtgebiet gedacht.

Eine kleine Auswahl an Abbildungen, die verwendet würden für einen Eindruck:

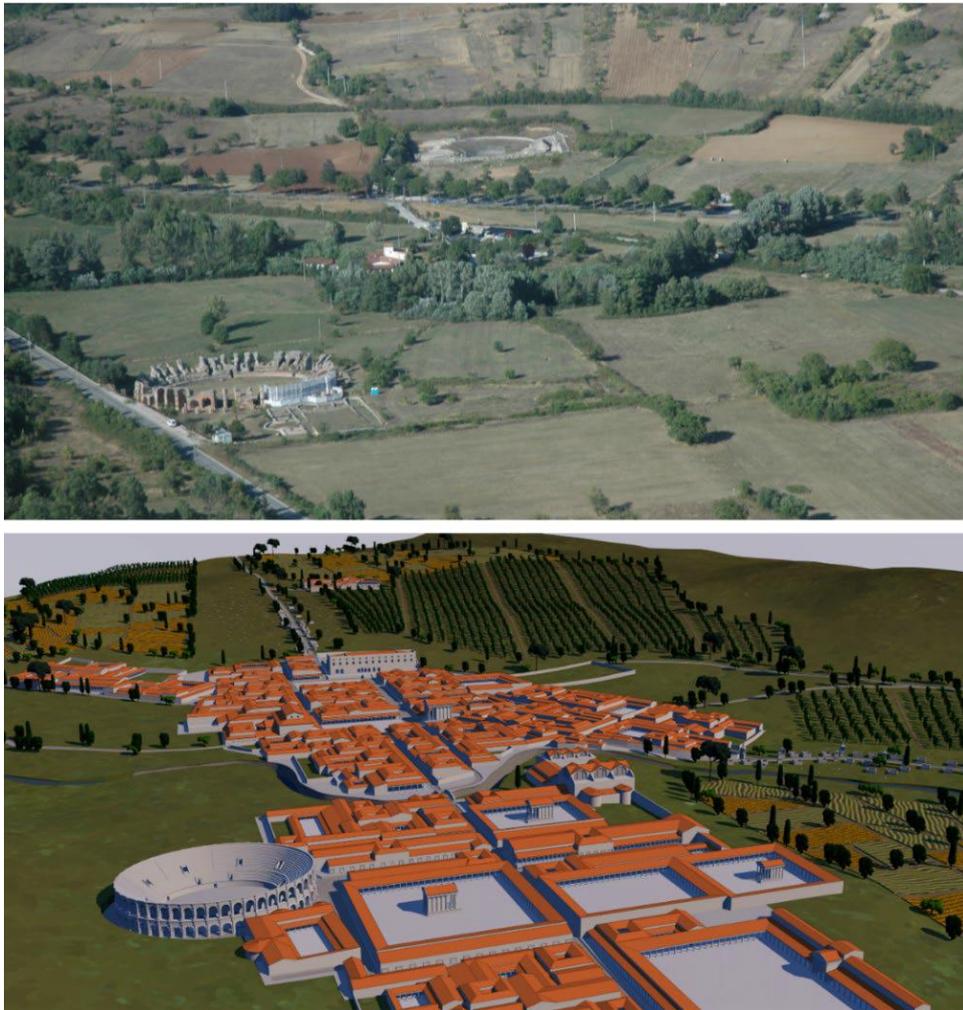


Abbildung 1: heutiges Luftbild (2006 – oben © M. Heinzemann) und Rekonstruktion (unten).

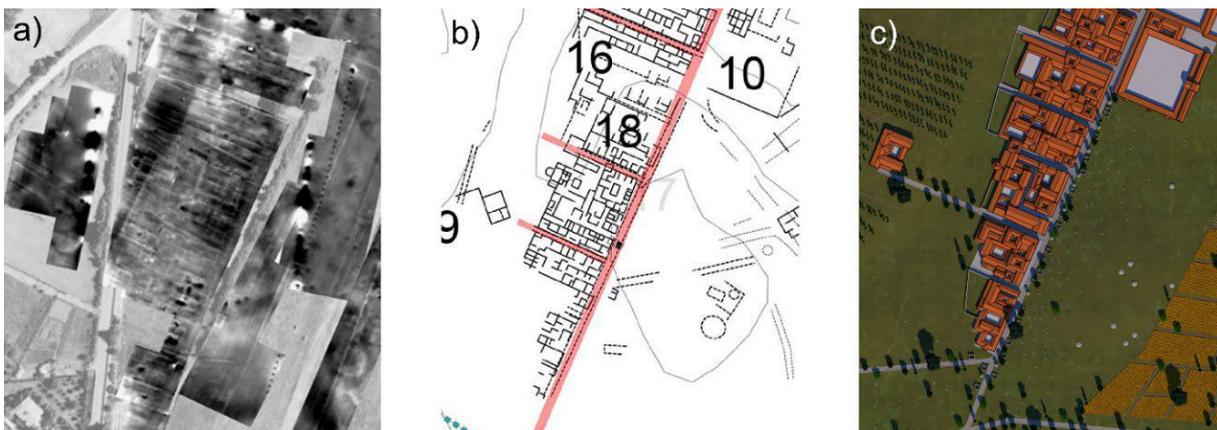


Abbildung 2: a) Ergebnisse der geophysikalischen Prospektion © M. Heinzemann. b) Umzeichnung der geophysikalischen Prospektion und Grabungsergebnissen © M. Heinzemann. c) Digitale 3D-Rekonstruktion.

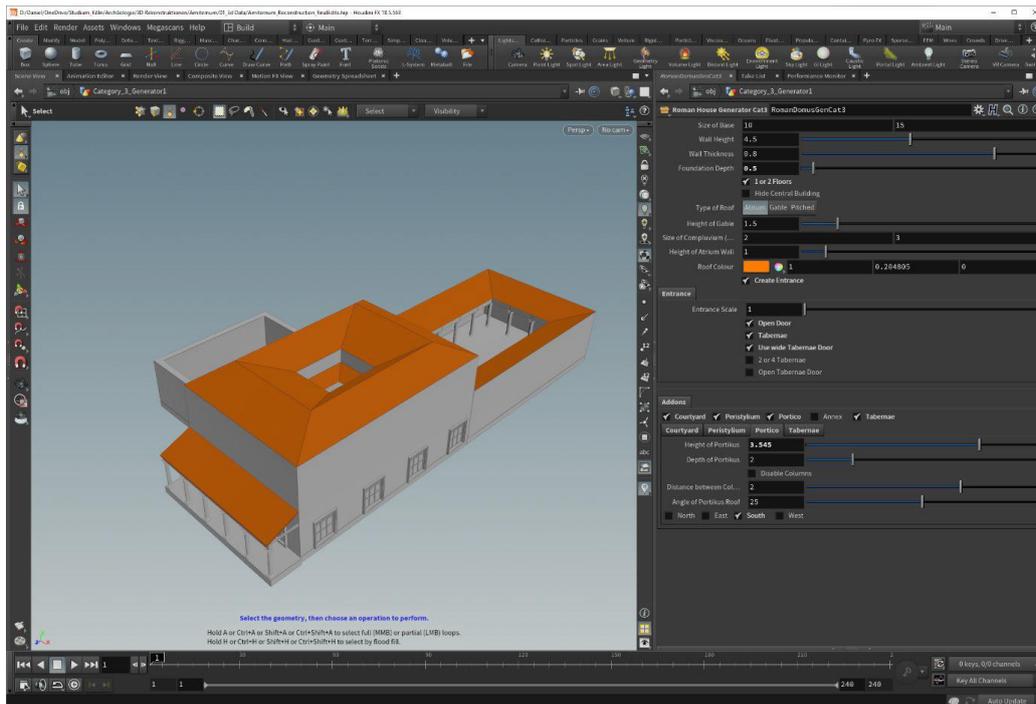


Abbildung 3: Das für die Wohnbebauung erstellte, prozedurale Modell (mit einigen Optionen wie Portikus und Peristyl ausgewählt).



Abbildung 4: Gesamtübersicht des Rekonstruierten Amiternums samt unmittelbar umgebende Landschaft und landwirtschaftliche Nutzung.

Maya Causeways

Lutz Schubert und Daria Stefan

Die Architektur der Maya ist stark ideologischer und symbolischer Natur, in der Gebäude verschiedene landschaftliche Elemente repräsentieren. So sind zB Pyramiden Repräsentationen von Gebirgen, und (künstliche und natürliche) Chultuns repräsentativ für die Unterwelt. Die archäologische Landschaft der Maya geht jedoch über die Bedeutung einzelner Gebäude hinaus und stellt diese in Relation zueinander - allein in der Kombination von Pyramide und Chultun wird die göttliche Welt dargestellt. Die sogenannten E-Gruppen sind vor allem bekannt für ihre Bedeutung in der Astronomie, aber sind darüber hinaus symbolische Repräsentation für den Götterwelt.

Momentane Untersuchungen konzentrieren sich auf die Landschaft einzelner Städte und der Relation zwischen herrschaftlicher Residenz und dem der Bevölkerung etc. Unsere Analysen und LIDAR Scans von Belize zeigen eine dicht besiedelte Landschaft durchzogen von verschiedenen Formen potentieller Straßen und Wegen. Erhobene causeways sind die Hauptverbindungspfade und damit wahrscheinlich auch die primären Handelswege zwischen Städten und Märkten der Maya.

Da die Vegetation zu diesem Zeitpunkt mit höchster Wahrscheinlichkeit deutlich geringer ausgefallen ist, als heutzutage in der Region, können pyramidiale Strukturen als Orientierungspunkte dienen. In diesem Kontext stellt sich die Frage, ob klare visuelle Differenzierungsmerkmale von den Causeways aus sichtbar sind, die eine Zuordnung der Struktur zu den verschiedenen Zentren zulässt. Nicht alle Merkmale dürften dabei für eine Unterscheidung gleichermaßen relevant sein - eventuelle Iconographie sollte aus der Distanz z.B. kaum erkennbar sein. Stattdessen dürften Formausprägungen wie Tablud-Tablero, aber auch ggf. ornamentale Strukturen, wie Götterstatuen, eine größere Relevanz spielen.

Im Rahmen dieses Vortrags soll untersucht werden, ob die Formsprache der Maya /prinzipiell/ der Orientierung dienen könnte, d.h. welche Elemente unter welchen Bedingungen sichtbar sind. Eine besondere Fragestellung dabei ist, ob zeremonielle Aspekte, ähnlich den zeremoniellen Pathways in Griechenland und Rom, dabei berücksichtigt wurden.

Von der Karte zum 3D-Modell: Kreuters Topographische Sammlung als 3D-Erlebnis

Lukas Lammers

Im historischen Archiv der Stadt Köln hat sich eine besondere Kartensammlung erhalten: Die sog. Kreuter'schen Karten oder auch „Kreuters Topographische Sammlung“ zeigen auf 112 Plänen Bereiche der Kölner Innenstadt vor dem Jahr 1850. Neben Planskizzen und Karten besteht ein Großteil der Sammlung aus Zeichnungen einzelner Straßen, wobei die Fassaden der anliegenden Häuser mit zahlreichen Annotationen wiedergegeben sind. So vermitteln die Karten nicht nur einen Eindruck wie Köln im 19. Jahrhundert ausgesehen hat, sondern liefern auch konkrete Informationen zur Nutzung der Gebäude (Bäckereien und Gasthäuser sind besonders markiert), ihrer Bewohner und weitere wichtige historische Details.

Ohne Zweifel ist diese Kartensammlung für die Erforschung der Kölner Stadtgeschichte von großer Bedeutung. Trotzdem blieb eine eingehende wissenschaftliche Bearbeitung bisher aus und in der Öffentlichkeit ist das Material kaum bekannt. Mit einer Ausstellung im Stadtarchiv Ende 2023 soll sich dies ändern. Als zentraler Bestandteil ist ein digitales 3D-Modell Kölns geplant, das die Kreuterkarten erstmals in Zusammenstellung zeigen soll. Die Durchführung dieses Projekts wurde als Thema einer Masterarbeit im Fach Archäoinformatik am archäologischen Institut der Universität zu Köln angeboten und schließlich mir anvertraut.

Zwei große Arbeitsbereiche bilden den Kern meiner Arbeit: Erstens die Frage, wie das 3D-Modell in der Ausstellung präsentiert werden soll. Als Grundlage dazu betrachte ich ähnliche vorangegangene Projekte, teste aber auch selbst unterschiedliche Medien mit dem Modell der Kreuter'schen Karten. Ein Kameraflug, eine Desktop-Anwendung und eine VR-Anwendung werden jeweils Testpersonen vorgeführt bzw. zur Verfügung gestellt und ihre Erfahrungen damit evaluiert.

Zweitens die Umsetzung des Modells selbst. Hierbei war es mir zunächst wichtig, den Entstehungskontext dieser tatsächlich einzigartigen Kartensammlung zu ergründen, ebenso wie Franz Kreuters Intention dahinter. Außerdem musste ein möglichst einfacher, klar strukturierter Workflow entwickelt werden, sodass dieses Projekt von einer Einzelperson in absehbarer Zeit umgesetzt werden konnte. Das fertige Resultat ist nicht direkt ein Stadtmodell Kölns, es könnte beispielsweise nicht auf einen Kölner Stadtplan georeferenziert werden. Vielmehr ist es ein 3D-Modell der Kreuter'schen Sammlung.

Mit Hilfe der Game Engine Unity wird das Modell interaktiv. Sowohl als Desktop-Anwendung als auch in VR können Interessierte Kreuters Topographische Sammlung erkunden und erhalten so einen einfachen Zugang zur Quelle. Großes Interesse am Modell besteht ebenfalls von Seiten anderer Projekte, die sich der Erforschung der Geschichte Kölns widmen. Auch ohne diese Aufmerksamkeit bestünde die ethische Verpflichtung, sämtliche Forschungsdaten dieses Projektes zur Verfügung zu stellen, für andere Forschende nachnutzbar zu gestalten und langfristig zu sichern. Das Quellenmaterial wird zwar von der Kölner Stadtarchäologie genutzt, ist aber kaum als archäologische Quelle zu bezeichnen. Dennoch liefern vor allem Erkenntnisse aus der digitalen Archäologie die nötige Grundlage zur Umsetzung eines solchen Projekts.

Dreidimensionale Visualisierung und Analyse der Stratigrafie des Vorplatzes der Blätterhöhle

Tom Noack

Die Blätterhöhle (Westfalen, Deutschland) liegt im nordöstlichen Teil des Rheinischen Schiefergebirge. Das Gebiet ist durch Kalk- und Dolomitvorkommen mit zahlreichen Hohlräumen gekennzeichnet. Die kleine Öffnung der Blätterhöhle wurde 1983 von Speläologen des Arbeitskreises Kluterhöhle e.V. in einem Dolomitmassiv entdeckt. Bei der Anlage eines Kriechgangs 2004 wurden zahlreiche frühmeso- und spätneolithische Menschenknochen und andere Funde beobachtet (Orschiedt et al., 2012; Heuschen et al., 2017; Baales et al., 2023).

Von 2006 bis heute fanden unter der Leitung von Jörg Orschiedt und später mit Unterstützung der LWL-Archäologie für Westfalen und der Stadt Hagen auch außerhalb der Höhle unterhalb des Eingangs Grabungen statt. Diese Arbeiten auf dem sogenannten Vorplatz dokumentieren eine reiche stratigraphische Abfolge spätpaläolithischer und mesolithischer Schichten. Während des Spätpleistozäns und des frühen Holozäns lag der Eingangsbereich unter einem Felsdach, das gegen Ende des Mesolithikums einbrach und die darunter liegenden Sedimente verschloss und konservierte. Das Felsdach öffnete sich zwischen den gegenüberliegenden Massiven von Weißenstein und Hünenpforte etwa zehn Metern oberhalb eines Tales nach Süden, durch das der Milchenbach fließt, bevor er etwa 500 m weiter östlich in die Lenne mündet (Heuschen et al., 2017; Baales et al., 2023).

Der steil abfallende Vorplatz wurde bisher auf 22 m² an der Oberfläche und 9 m² am tiefsten Teil des Schnitts ausgegraben. Die Stratigraphie wird in zwei durchgehenden Profilen DE (max. Tiefe 195 cm) und DM (max. Tiefe 160 cm) im westlichen Teil der Grabung und kürzeren Profilen im östlichen Teil dokumentiert (Heuschen et al., 2017; 2020; Baales et al., 2023). Im Rahmen einer Masterarbeit soll die Stratigraphie des Eingangsbereiches dreidimensional rekonstruiert werden. Dazu sollen die handgezeichneten Profile digitalisiert werden. Nach der korrekten Positionierung der einzelnen Profile im dreidimensionalen Raum sollen anschließend die zusammengehörigen stratigrafischen Schichten zu einem 3D-Modell verbunden werden. Das Modell wird helfen, die verschiedenen Siedlungsphasen besser zu verstehen und den Eingangsbereich mit dem Höhlenteil der Blätterhöhle zu verbinden.

Dieser Beitrag zeigt einen aktueller Zwischenstand der Arbeit. Dabei stehen die methodische Vorgehensweise und erste Ergebnisse im Vordergrund.

Literatur

Baales, M., Heuschen, W., Kehl, M., Manz, A., Nolde, N., Riemenschneider, D., Rittweger, H., Orschiedt, J., 2023. Western visitors at the Blätterhöhle (city of Hagen, southern Westphalia) during the Younger Dryas? A new final palaeolithic assemblage type in western Germany. PLOS ONE 18, e0284479. doi:10.1371/journal.pone.0284479

Heuschen, W., Baales, M., Orschiedt, J., 2017. Blätterhöhle 2016–nach 10 Jahren Forschung ist die Eiszeit erreicht. Archäologie in Westfalen-Lippe 29–32.

Heuschen, W., Baales, M., Orschiedt, J., 2020. Ausgrabung und erste Auswertungen des altsteinzeitlichen Fundplatzes an der Blätterhöhle. Archäologie in Westfalen-Lippe 36–40.

Orschiedt, J., Gehlen, B., Schön, W., Gröning, F., 2012. The Neolithic and Mesolithic Cave site “Blätterhöhle” in Westphalia (D). Notae Praehistoricae 32, 73–88.

Abgeschlagene Verbindungen für 3D-erfasste Steinartefakte

Florian Linsel, Jan Phillip Bullenkamp und Hubert Mara

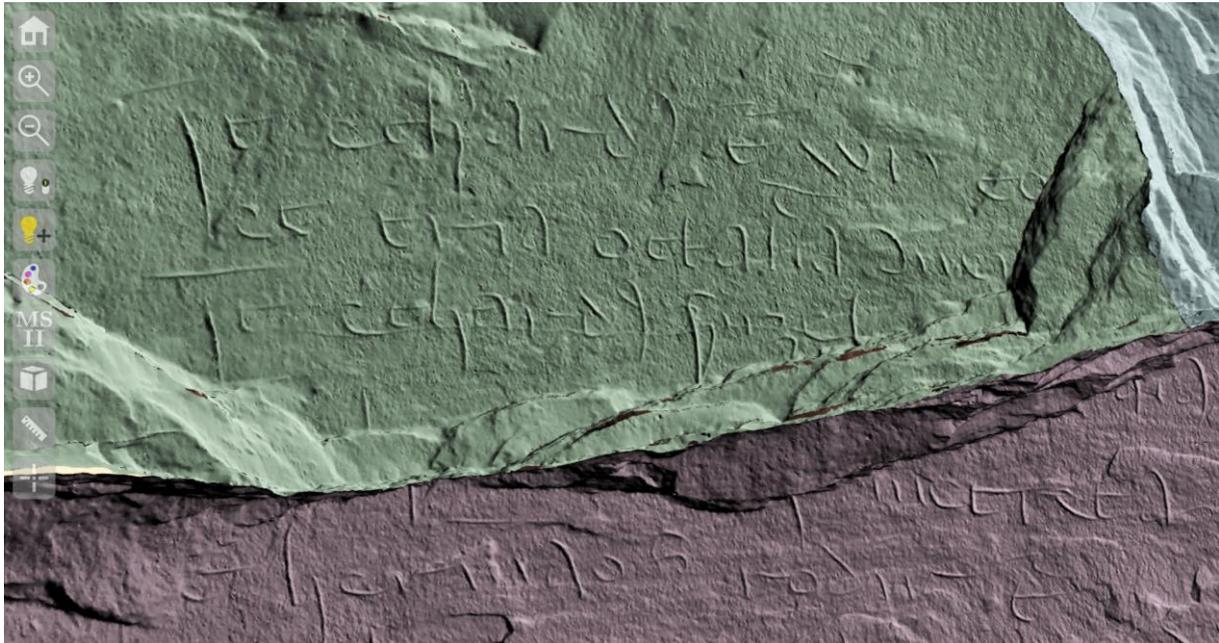
Paläolithische Steinartefakte sind die ersten technischen Zeugnisse der Menschheitsgeschichte, die wir fassen können, und da sie nicht poliert wurden, lassen sich an ihrer Oberfläche noch viele ihrer Bearbeitungsschritte dreidimensional nachvollziehen. Bei jedem Bearbeitungsschritt wurde die Oberfläche durch das Abschlagen von Schichten verändert, und diese Schläge hinterließen konkave Negative, die durch Grate voneinander getrennt sind. Da die Gesamtform kaum Einblicke in den Fertigungsprozess zulässt, ist es das Ziel nicht nur die Form auf Artefaktebene zu analysieren, sondern auch eine detailliertere Analyse auf Negativ- und Gratebene zu ermöglichen. Motiviert durch den Bedarf an analytischen Lösungen stellen wir unsere fallübertragbaren Methoden zur Analyse der Negativ-Muster von Steinartefakten und insbesondere ihrer räumlichen Verhältnisse vor. Unsere Methoden werden für hoch-aufgelöste 3D-Messdaten entwickelt, die mit GigaMesh vorprozessiert wurden, um Abschlagnegative benutzergesteuert zu segmentieren und ein *adjacency graph model* dieser Negative zu erstellen. Der Fokus dieser Arbeit ist die Erstellung eines Graph-Modells, das entweder durch manuelle oder halbautomatische Annotation generiert wird. In diesem Graph-Modell stellt jedes Negativ einen Knoten dar. Diese Knoten erhalten eine Verbindung bzw. eine ungerichtete Kante, wenn sich zwei der zugrunde liegenden Negative einen Grat teilen. Anhand dieses Negativ-Grat-Modells können wir die Netzwerk- und räumlichen Parameter jedes Negativs in Bezug auf das gesamte Graph-Modell untersuchen, was zu einem tieferen Verständnis der physikalischen Eigenschaften der Negative führen kann. Zusätzlich kann das generierte Graph-Modell in 3D dargestellt werden. Darüber hinaus können gerichtete Kanten, die z.B. durch manuelle Abschlagssequenzen (*chaîne opératoires*), erzeugt werden. Auf diese Weise wird die *chaîne opératoires* als gerichtetes Graph-Modell abgebildet.

Wir werden Graph-Modelle für verschiedene jungpaläolithische Artefakte aus der norditalienischen Fundstelle Grotta di Fumane vorstellen.

Der Segmentierungs-Code und die manuell annotierte ground truth sind als Open Access Publikationen unter einer Creative Commons Lizenz verfügbar.

Original und digitale Präsentation einer mittelalterlichen Dachschindel

Susanne Krömker und Christoph Röder



In der Gemeinde Laubach (Landkreis Gießen, Hessen) am Rande des Vogelsbergs gibt es eine hohe Dichte an im Mittelalter wüst gefallenen Ortschaften, einer dieser Orte ist die Wüstung Baumkirchen. Im Zuge einer Lehrgrabung wurde 2004 hier u.a. eine Kirche archäologisch untersucht. Neben den Grundmauern der Kirche und Hinweisen auf eine Wohn- und Wirtschaftsbebauung innerhalb des Kirchhofes fanden sich neben sonstigen zu erwartenden Funden auch sehr viele Dachschindeln aus Schiefer. Eine dieser Schiefertafeln diente ursprünglich als Beschreibstoff und wurde erst später zur Ausbesserung des Daches als Schindel zweitverwendet. Sie ist in drei Fragmente zerbrochen; ihre Vorder- und Rückseite sind beschriftet, die Befestigungslöcher der Schindel durchstoßen den Text. Die Vorderseite enthält 14 Zeilen Text, die Rückseite elf Zeilen. Lediglich die letzte Zeile konnte noch nicht vollends entziffert werden.

Ausgangssituation für die Entzifferung dieses mittellateinischen Textes waren das Original und die Fotografien der mit Kreide geschlammten Schiefertafel, auf der sich Wörter lesen ließen, die gut zu erkennen waren oder immer wiederkehrten – so wie *It(em)* und manche Namen – z.B. *Eckard(us)* – sowie einige römische Zahlzeichen. Schließlich wurde nach dem Entfernen der Schlammung ein hochauflösender 3D-Scan mit einem Streifenlichtscanner angefertigt, der alle drei Fragmente mit mehr als 300 Millionen Dreiecken erfasst hat. Die anschließende exakte Positionierung der Fragmente ließ den Text auch über die Bruchkanten hinweg deutlicher erkennen. Eine Analyse der Oberfläche mithilfe von Multiskalen Integralinvarianten (MSII) und dem Programm GigaMesh stellt die eingeritzten Buchstaben farblich klar gegenüber dem verrauschten Untergrund heraus. Virtuelle Beleuchtung unterstützt zudem die erkennbaren absichtlichen Ritzungen. Dabei kann in dem webbasierten Viewer 3DHOP interaktiv mit dem Objekt gearbeitet werden, die Daten stehen im Internet im Nexus-Format zur Verfügung und laden, trotz großer Datenmenge, innerhalb kürzester Zeit, so dass man sowohl am PC als auch auf mobilen Endgeräten mit diesem Scan online und flüssig arbeiten kann.

Die Betrachtung der einzelnen Buchstaben in beliebiger Vergrößerung an Großbildschirmen lässt Feinheiten ausgezogener Linien und spezifische Schriftmerkmale erkennen. Durch die Fülle an Text können wiederkehrende Ähnlichkeiten an verschiedenen Stellen festgestellt und damit unleserlich erscheinende Passagen gedeutet werden.

Es handelt sich um zwei Listen, die (z. T. jährliche) Zahlungen v. a. in Form von Getreide und Wachs dokumentieren. Das Verzeichnis der Einkünfte war mit einem sehr spitzen Schreibwerkzeug in die Tafel geritzt worden. Die Schrift, die sich unter einer Lupe anhand des Originals und durch die möglichen Vergrößerungen und Einstellungsmodi beim 3D-Scan sehr gut erkennen lässt, kann mit der Terminologie von Karin Schneider als „ältere gotische Kursive“ bestimmt und ins 14. Jh. datiert werden.

Eine erste systematische Untersuchung zu Schiefer als Beschreibstoff, zu Stand und Perspektiven seiner Erforschung liegt erst seit kurzem vor (Wozniak 2022). Ein vergleichbares Zeugnis ist bisher nicht bekannt. Die Tafel aus Baumkirchen ist aufgrund ihrer Textmenge und ihres Inhaltes einzigartig und damit schwierig in bestehende Schemata einzuordnen.

Transforming Cultural Heritage in 3D: Potentiale und Konsequenzen der Digitalisierung von Kulturerbe

Steffen Bauer, Kristina Höly, Susanne Krömer, Makus Pohlmann, Roland Prien und Christian Witschel

Zu den wichtigsten Arbeitsfeldern des ‚Digital Heritage‘ gehört die Digitalisierung von Kulturerbe, das zunehmend in Form von 3D-Objekten erfasst wird. Die technischen Fortschritte ermöglichen dabei sowohl neue Formen der Rekonstruktion und Präsentation kulturellen Erbes, gleichzeitig etablieren sich auch neue Formen der Kommunikation und Interaktion mit realen Objekten und ihren digitalen Repräsentationen. Die Zugangsmöglichkeiten zu Kulturerbe wurden revolutioniert, da ein direkter physischer Zugang zu Objekten und Stätten nicht mehr Grundvoraussetzung für ihre Erfahrbarmachung darstellt. Dies gilt mit Einschränkungen mittlerweile auch für (Welt-)Kulturerbestätten, deren Digitalisierung jedoch besondere Herausforderungen bereithält, insbesondere auf dem Feld der Wissensvermittlung. Ein in seinem Kern einem Bildungsdiskurs verpflichteter Bereich erhält damit die Chance und sieht sich gleichzeitig mit der Herausforderung konfrontiert, sich einer breiten gesellschaftlichen Rezeptionsmasse zu öffnen, von der angenommen werden kann, dass sie in ihren Anforderungen an geeignete Formen der Wissensvermittlung Wissensaneignung sehr divers ist. So folgt auf den allgemeinen gesellschaftlichen Trend von analogen hin zu digitalen Medien der zunehmende Einsatz von Spielelementen, wobei jede Form der Wissenstransformation spezifische Erschließungskapazitäten voraussetzt, die in unterschiedlichen gesellschaftlichen Gruppen ungleich ausgestaltet sein können.

Dieser Gestaltungszusammenhang des Transfers von wissenschaftlichen Inhalten in die nichtwissenschaftliche Öffentlichkeit wirft zusammengefasst eine Reihe archäologischer, technischer, sozialwissenschaftlicher sowie auch rechtlicher Fragen auf, deren Erörterung sich der Forschungsverbund in interdisziplinärer Zusammenarbeit auf Basis eines best-practice-Beispiels annähern will. Zentraler Bestandteil des Vorhabens ist die digitale Erfassung und Neurepräsentation der Weltkulturerbestätte Trierer Barbarathermen, welche in Kooperation mit einem Praxispartner (Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz) durchgeführt wird. Die Barbarathermen – einst zweitgrößte Badeanlage des Römischen Reiches – stellt ein akut bedrohtes Kulturerbe dar, das mittels digitaler Vermittlungskonzepte völlig neu präsentiert werden soll. Ihre Digitalisierung in Form eines hochauflösenden 3D-Modells stellt die Grundlage für ein neues Vermittlungskonzept dar, das jedoch vor der Herausforderung steht, die Verarbeitung von und den Umgang mit großen Datenmengen zu meistern und sie zudem allgemein zugänglich zu machen.

Die Kombination unterschiedlicher hochauflösender 3D-Digitalisierungsmethoden wie Scanning mit strukturiertem Licht, Laserscanning oder Photogrammetrie und der daraus resultierenden Daten mit verschiedenen zum Teil interaktiven Modellierungen erfordert die Entwicklung neuer Workflows. Ein wichtiger Punkt bei der Verarbeitung ist das Forschungsdatenmanagement. Dafür werden finanzierbare Möglichkeiten der Datenspeicherung evaluiert. Die Visualisierung der finalen 3D-Objekte wird durch die Erweiterung bestehender und die Entwicklung neuer Datenformate an den jeweils nötigen Detailgrad des aktuellen Bildausschnitts kontinuierlich angepasst und in bestehende Frameworks und Programmbibliotheken integriert werden. In den dafür verwendeten Strukturen sollen bereits die Möglichkeiten für eine hierarchische Annotation berücksichtigt werden. Dabei wird der Zugang nahezu geräteunabhängig in einem Webbrowser erfolgen.

Diese quantitative Herangehensweise in der Konzeption musealer Anwendungen wird ergänzt durch eine qualitative Interviewstudie (teilstandardisierte Experteninterviews) von Stakeholder- und Nutzerperspektiven, deren Ziel es ist, Gestaltungsanforderungen der (digitalen) Wissensvermittlung empirisch zu beleuchten. Die Ergebnisse sollen dazu genutzt werden, um in der Entwicklung

musealer Anwendungen im Spektrum der Wissensvermittlung zwischen abstraktem Fachwissen und spezifischen, individuellen Erlebnis didaktisch und methodisch erfolgreich moderieren zu können. Die Chancen und Herausforderungen der Arbeiten im interdisziplinären Verbund sollen dabei weiter ausgelotet und unsere Herangehensweise gemeinsam mit anderen Fachexperten diskutiert werden.

Datenmanagement in diachronen Studien zur Siedlungsarchäologie: Methodische Probleme und Perspektiven

Jan Miera

Spätestens seit den 1980er Jahren werden in der deutschsprachigen Prähistorischen Archäologie diachrone Studien durchgeführt, in deren Rahmen ur- und frühgeschichtliche Siedlungsdynamiken mittels quantitativer Methoden untersucht werden. Auf die oft mehrere Jahre dauernde Aufnahme der Fundstellen mittels Ortsakten, Materialsichtungen und Geländebegehungen folgen seither umfassende statistische Untersuchungen zu Mensch-Umwelt-Beziehungen. Zur Identifikation von Siedlungsmustern werden Fundstellenverbreitungen unterschiedlicher Zeitstellung zu diversen naturräumlichen Parametern in Beziehung gesetzt und anschließend chronologisch ausgewertet. Die Beobachtungen werden in der Regel durch quellenkritische Analysen ergänzt. Diskussionen langfristiger Siedlungsdynamiken werden anschließend durch eine Synthese ermöglicht, in welcher die Erkenntnisse zur Aussagekraft der archäologischen Verbreitungskarten und das Wissen über wirtschaftliche, soziale oder klimatische Veränderungen zusammengeführt werden.

Schon zu Beginn der 1990er Jahre wurde von Wolfram Schier im Zuge der Auswertungen zur vorgeschichtlichen Besiedlung im südlichen Maindreieck darauf hingewiesen, dass siedlungsarchäologische Regionalstudien auf vergleichbaren Fundstellenzahlen und Kriterien beruhen sollten, um eine überregionale Vergleichbarkeit zu gewährleisten und zuverlässige Schlussfolgerungen zu ermöglichen. Angesichts der langen Forschungstradition mag der Gedanke nahe liegen, dass diese methodische Anmerkung aufgegriffen wurde und inzwischen weitestgehend gesicherte Erkenntnisse zu ur- und frühgeschichtlicher Siedlungsdynamiken vorliegen. Ein Blick in die einzelnen diachronen Studien zeigt allerdings, dass bisher keine Standards für die Erfassung, Verarbeitung, Klassifikation und Auswertung archäologischer und geographischer Daten etabliert wurden. Der gegenwärtige Wissensstand zu prähistorischen Siedlungsdynamiken in Deutschland baut auf einem Potpourri aus individuellen methodischen und analytischen Lösungen auf. Dementsprechend ist es bis heute nur eingeschränkt möglich, die Erkenntnisse verschiedener diachroner Studien zu vergleichen oder in einer Synthese zusammenzuführen. Die Studien erlauben kaum mehr als vorläufige Rückschlüsse und es bleibt unklar, inwiefern es sich bei den feststellbaren (über)regionalen bzw. chronologischen Trends um methodisch bedingte Abweichungen oder reale Entwicklungen handelt.

Im Rahmen des Vortrages wird ein jüngst bewilligtes DFG-Projekt vorgestellt, welches die genannten Desiderate aufgreift und systematische Analysen zu diachronen Siedlungsdynamiken im überregionalen Vergleich durchführt. Die Arbeitsgrundlage bilden ausgewählte Kataloge früherer diachroner Studien aus dem Bereich der deutschen Mittelgebirgsschwelle, die im Zuge des Projekts aufbereitet und vereinheitlicht werden. Um eine bestmögliche Vergleichbarkeit der anschließenden siedlungsarchäologischen Auswertungen zu gewährleisten, werden nur geographische Daten verwendet, die flächendeckend für alle ausgewählten Regionen vorliegen. Dies ermöglicht erstmals eine überregionale Synthese prähistorischer Siedlungsdynamiken anhand eines systematisch strukturierten Datensatzes, welcher langfristig der Forschung zur Weiternutzung zur Verfügung gestellt werden soll.

Grenzen der Digitalisierung – Bilder und Dateien mittels QR-Code miteinander verknüpfen

Marcel C. Hagner und Sebastian Klaß

In die Archäologie fließt seit einigen Jahren spürbar eine zunehmende Digitalisierung ein: 3D-Modellierung spielt eine immer größere Rolle, Drohnen ersetzen Leitern und Tablets mit digitaler Eingabe die Papierdokumentation. Aber die durch Ausgrabungen erfassten Rohdaten bilden weiterhin die wichtigste Grundlage archäologischer Forschung. Dabei bleibt ein Problem bisher ungelöst: Die gesonderte Aufnahme der fotografischen Dokumentation und weiteren Daten, die nicht offensichtlich sichtbare Informationen zu den dargestellten Motiven liefern, sowie deren manuell vorgenommene Verknüpfung. Meist erfolgt dies mittels einer digitalen, aber dennoch per Hand erstellten Fotoliste, welche den Fotos eine ID bzw. Nummer zuweist und diese wiederum einen erweiterten Datensatz. Foto und Datensatz bleiben zwei getrennte Medien, die lediglich durch ein drittes Medium – der eingeführten Nummerierung – verbunden werden. Neben einem zusätzlichen Zeit- und Personenaufwand verbleibt die hohe Fehlerquote prekär, da bereits auf Ausgrabung erfasste Daten erneut repetitiv eingepflegt werden müssen. Zudem verbleibt das Risiko die einzige Schnittstelle, die Fotoliste, und somit jeden Zusammenhang von Bild und Daten zu verlieren. Dieser Problematik haben wir uns angenommen und wollen nun im Folgenden unsere Lösung präsentieren.

Der erste Schritt bestand in der generellen Eruierung, wie Daten in Bildern festgehalten und weiterverarbeitet werden können. Die traditionell verwendete Fototafel erlaubt zwar ein graphisches Darstellen von Daten, jedoch keine automatisierte Weiterverarbeitung. Die Lösung fand sich hier in einem bereits etablierten Industriestandard: Dem QR-Code. Dieser erlaubt in der Abbildung eine Speicherung von Daten, welche digital ausgelesen werden können. Wir hatten uns entschieden eine eigene App-Anwendung zur Erstellung dieser QR-Codes programmieren zu lassen, sodass diese auf unsere firmenspezifische Dateneingabe zugeschnitten sein würde. Auf Ausgrabung sollte nun die App genutzt werden, um Daten in den QR-Code einzupflegen und zusammen mit dem beschriebenen Motiv zu fotografieren. Während der Entwicklungsphase eines Prototyps mussten einige Einschränkungen beachtet werden, die sich bei der realen Anwendung im Feld zeigten: Der QR-Code und damit die hinterlegte Datenmasse durften nicht zu komplex werden, da sonst die maschinelle Erkennbarkeit abnahm. Auch die generelle Lesbarkeit des abfotografierten QR-Codes musste hoch sein, was bei einem matten Tablet-Display im Außeneinsatz nicht immer gegeben war. Beides konnte technisch gelöst werden.

Der nächste Schritt bestand darin, rechenstarke Skripte zu programmieren, welche die im QR-Code enthaltenen Daten automatisiert auslesen und weiterverarbeiten konnten. So sollten beispielsweise eine Sortierung nach Motiven (Übersichtsbilder, Profile, Plana, etc.), ein Umbenennen und Verschieben der Bilder sowie ein selbstständiges Erstellen und Ausfüllen einer Fotoliste durch Programme möglich gemacht werden.

Der letzte Schritt fokussierte sich auf die direkte Archivierung der rudimentärsten, aber wichtigsten Daten im Bild selbst, ohne einen QR-Code voranzustellen. Über eine Manipulation der Bild-Metadaten war es möglich, diese ausgewählten Informationen automatisiert einzubinden. Somit wurde eine automatisierte Erfassung und Verarbeitung von Datensätzen aus einer Fotografie heraus ermöglicht, als auch eine deutliche Reduzierung der aufzuwendenden Arbeitszeit geschaffen. Der Verlust der analogen Fotoliste wurde ebenfalls marginalisiert, da Bild und Information nicht mehr getrennt vorliegen.

Das Projekt FAIR.rdm im Schwerpunktprogramm 2143

Eymard Fäder, Funda Aşkın und Lukas Lammers

Das DFG-geförderte Schwerpunktprogramm „Entangled Africa“ (SPP2143) erforscht seit 2018 in 11 Schwerpunktbereichen archäologische und weitere interdisziplinäre Fragestellungen zur Prähistorie Afrikas zwischen Regenwald und Mittelmeer. Die Verflechtungen in der materiellen Kultur und ihre Abbildung in den digitalen Forschungsdaten zu sichern und nach FAIR und CARE Prinzipien erschließbar zu machen, hat sich das Projekt FAIR.rdm als eigenständiges Ziel gesetzt.

Das ursprüngliche Konzept (neben der Datensicherung in den jeweils bevorzugten Repositorien) sieht für rein archäologische Daten hauptsächlich die Nutzung der iDAI.welt vor. Vor allem sind dies iDAI.objects, iDAI.bibliography, iDAI.gazetteer und iDAI.chronontology die als vernetzte Objektdatenbank über API eine sinnvolle Abbildung und Auffindbarkeit archäologischer Daten gewährleisten. Zusätzlich werden nach Bedarf weitere Publikationsplattformen wie iDAI.field und iDAI.geoserver genutzt, um bestimmte Ergebnisse verfügbar zu machen. Soweit ist dieses Konzept für archäologische Daten eine gute Lösung.

Da jedoch das SPP2143 weitere Disziplinen bedient, zB ethno-linguistische Belege, aber vor allem paläobotanische Daten, die dementsprechend hierfür geeignete Repositorien verwenden, wie z.B. Neotoma, erarbeitet das Team zur Zeit Konzepte, wie man einen derartigen Forschungsdatenverbund integriert abbilden kann. Neben der sorgfältigen Kuratierung von Forschungsdaten, ist der technische Anspruch der Vernetzung interdisziplinärer und multifunktionaler Systeme im Sinne des FAIR Konzeptes eine Kernherausforderung der Projektarbeit. In den Jahren 2019-2021 wurde in der ersten Projektphase als proof of concept selbst ein “Entangled Africa Data Explorer” auf Basis von Elasticsearch Architektur entwickelt, jedoch mittlerweile aufgegeben. Nicht zuletzt wegen der Verpflichtung, Forschungsdaten auch über nationale Grenzen hinweg verfügbar und vergleichbar zu machen, evaluiert unser Team jetzt die Nutzung international verfügbarer Plattformen wie z.B. ARIADNEplus und PeriodO.

FAIRifizierung mit Citizen Science? Herausforderungen bei der Integration von archäologischen Daten in das Wikiversum und Open Street Map

Florian Thiery, Sophie C. Schmidt, Julian Ansorg, Stefanie Baars, Allard Mees

Zur FAIRifizierung von archäologischen Forschungsdaten dienen nicht nur semantisch modellierte Linked Open Data (LOD) und interoperable Austauschformate, die über maschinenlesbare Schnittstellen (z. B. WFS) der wissenschaftlichen Fachwelt zur Verfügung gestellt werden. Als modernes strategisches Element können auch Citizen Scientists über Web-Plattformen wie das Wikiversum und Open Street Map (OSM) an den Forschungsdaten partizipieren. Auch das archäologisch-geprägte NFDI4Objects-Konsortium der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) beteiligt sich an der Erstellung von Whitepapers zu Workflows zur Integration von Daten in diese Citizen Science Hubs.

Dieser Vortrag zeigt anhand von Fallbeispielen die Herausforderungen bei [der Integration von archäologischen Daten in das Wikiversum](#) und OSM auf: Welche Herausforderungen entstehen bei einer FAIRifizierung mit Citizen Science? Wie sehen konkrete Lösungswege und Hilfestellungen aus?

Fallbeispiel 1: Bei der [Integration von Daten der Samian Research Datenbank in Wikidata](#) gibt es u. a. Probleme durch Mehrdeutigkeiten und verschiedene Konzepte von Wikidata Items, z. B. im Falle von der Stadt/Polis Korinth. Wie kann man zusammen mit der Community ein gemeinsames Verständnis von “Place as a Concept” erarbeiten?

Fallbeispiel 2: Bei der Integration von Ogham Daten in [OSM](#) und [Wikidata](#) stellt sich u. a. die Frage nach der Modellierung von *in situ* aufgefundenen “Ogham Steinen”, Objekten in Museen und verschiedenst annotierten Objekt-Konzepten in analogen und digitalen Publikationen. Wie können diese zu einem Sammelbegriff verschmolzen und untereinander verlinkt werden?

Fallbeispiel 3: Bei der Integration der [“Münzen von Gortyn”](#) in Wikipedia und Wikimedia Commons kommt es zu strukturierten Diskussionen zu Relevanz und Objektivität mit der Wikipedia-Community. Wie können diese Kriterien erfüllt werden?

Fallbeispiel 4: Bei der [Integration von ikonografischen Daten des ARS3D Projekts](#) in Wikidata und Wikimedia Commons entstehen Probleme bei der korrekten Ansprache und dem Mapping von Ikonographie-Typologien.

Fallbeispiel 5: Bei der Einbindung der Daten ehrenamtlicher Bodendenkmalpfleger*innen in Wikidata im Rahmen des [“Smashed Dishes”](#) Projekts wird versucht, mit Hilfe von Tools wie “Cradle” und “Wikidata Query Service” die Integration von Daten und die Abfrage für Citizen Scientists zu erleichtern.

Fallbeispiel 6: Bei der Integration von Daten vom “Kastellbad im Mainzer Legionslager“ in Wikidata stellen sich Fragen zur Modellierung auf der Basis von Grabungsberichten. Wie können diese wissenschaftlich weiterhin genutzt und mit bereits im Internet verfügbaren Daten verknüpft werden.

Das IKMK.net und NFDI4objects

Bernhard Weisser, Karsten Dahmen, Jürgen Freundel, Florian Thiery, Johannes Wienand, Katharina Martin, Klaus Vondrovec, Susanne Börner und Benedikt Zäch

Am 1. März ist NFDI4objects gestartet (<https://www.nfdi4objects.net>). Innerhalb von NFDI4objects konzentriert sich die Numismatik in den nächsten Jahren auf das Task Area „Collecting“, in dem es um Datenqualifizierung geht. Unter den Zielen, die in der Bund-Länder-Vereinbarung zu Aufbau und Förderung einer Nationalen Forschungsdateninfrastruktur genannt wurden¹, stehen:

- die Entwicklung disziplinübergreifender Metadatenstandards zur flächendeckenden (Nach-)nutzbarkeit von Forschungsdaten,
- die Anbindung der deutschen Forschungsdateninfrastrukturen an europäische und internationale Plattformen und
- die Optimierung der Nachnutzbarkeit bereits erhobener Forschungsdaten wie auch der Infrastrukturen, in die sie eingebettet sind.

Diese Selbstverständlichkeiten scheitern häufig in der Praxis an unterschiedlichen Faktoren, nicht zuletzt mangelnder Kommunikationsbereitschaft und einer unterentwickelten Ermöglichungskultur. Um so wichtiger sind Fallbeispiele, die Orientierung bieten können. NFDI4objects hat deshalb das IKMK.net (www.ikmk.net) als Projektpartner gewählt. Es repräsentiert einen wachsenden Verbund von bereits über 40 numismatischen Sammlungen, darunter das Münzkabinett der Staatlichen Museen zu Berlin, das Kunsthistorische Museum Wien, das Münzkabinett Winterthur und zahlreiche universitäre Münzsammlungen. Das am 20. Mai 2021 gestartete ikmk.net ist als Frontend der IKMK-Familie mit derzeit 122.026 Objekten (Stand 14.7.2023) das umfassendste Portal zur Numismatik im deutschsprachigen Bereich. Weniger aber die Quantität als das Streben um Qualität der veröffentlichten Objektdaten nach FAIR-Prinzipien (findable, accessible, interoperable, reusable) bestimmen das Handeln der Beteiligten. Das ikmk.net ist kein Projekt, sondern ein Produkt, das stetig weiterentwickelt wird.

Das ikmk.net basiert auf lokalen Sammlungsdatenbanken, der für das Münzkabinett der Staatlichen Museen zu Berlin ist etwa unter der Adresse <https://ikmk.smb.museum> zu finden. Die Software und das zugehörige Normdatenportal (<https://ikmk.smb.museum/ndp>) werden zentral in Berlin verwaltet und die Verteilung von Aktualisierungen erfolgt auch von hier. Neue Features, die einer der Partner finanziert, stehen kostenlos allen Partnern zur Verfügung. Der Betrieb der einzelnen Sammlungsportale verbleibt dabei in der Verantwortung der jeweiligen Sammlung. Durch die Verwendung der gemeinsamen Normdaten und von Linked Open Data sind die IKMK-Sammlungen an internationalen Fachportalen beteiligt (z. B. Webportale der American Numismatic Society (<https://numismatics.org/resources>), Projekte der Universität Oxford wie Roman Provincial Coinage (<https://rpc.ashmus.ox.ac.uk>) und Coin Hoards of the Roman Empire (<https://chre.ashmus.ox.ac.uk>) sowie nationale Portale wie Die Deutsche Digitale Bibliothek (<https://www.deutsche-digitale-bibliothek.de>) und museum-digital (<https://www.museum-digital.de>). Die Nutzung des Portals ist kostenfrei. Daten und Bilder können gemäß der individuellen Creative Commons Lizenz des jeweiligen Datenbeiträgers frei zum Zwecke der Wissenschaft und privaten Nutzung verwendet werden.

Der Editor mk_edit als Backend des Systems wird seit einigen Jahren auch zur Publikation von Fundmünzen verwendet, etwa der Grabungen in Priene (https://ikmk.smb.museum/mk_priene) und Pergamon (https://ikmk.smb.museum/mk_pergamon). In diesem Jahr wurde in Heidelberg ein Portal

¹ Bund-Länder-Vereinbarung zu Aufbau und Förderung einer Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) vom 26. November 2018. BAnz AT 21.12.2018 B10. <https://www.gwk-bonn.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Papers/NFDI.pdf> (Zugriff am 30.8.2023).

zu Graffiti eröffnet, das auf der Software der IKMK-Familie basiert: <https://pecunia.zaw.uni-heidelberg.de/graffiti>.

Im Rahmen von NFDI4objects und dem ikmk.net als Fallstudie wird es um die Fortschreibung von „good practise“ in „better practise“, um Personennormdaten in Zusammenhang mit der Provenienzforschung gehen oder um ein neues Themenportal zu Münzfälschungen, das interessante Herausforderungen in Bezug auf die Darstellung von Unsicherheiten und Vagheiten bietet. Ein weiteres zentrales Anliegen dieses Beitrags wird die Einladung zur Beteiligung an Foren und Arbeitsgruppen sein, die sich im Zusammenhang mit NFDI4objects bilden.

Neue Ansätze in der Luftbildarchäologie – Die Integration von Automatisierung und statistischen Visualisierungen in den Workflow der „Sentinel2-Arbeitsgruppe“ der „Aerial Archaeology Research Group“ mit dem Ziel das Auftreten von Bewuchsmerkmalen vorherzusagen

Simon Seyfried

Hintergrund:

Als Mitglied der „Aerial Archaeology Research Group“ (AARG) und der „Sentinel2 Working Group“ mit großem Interesse an Geoinformatik und Fernerkundung möchte ich einen Einblick in die Möglichkeiten und das Potenzial automatisierter Arbeitsabläufe zur Vorhersage archäologischer Vegetationsmerkmale geben. Diese Arbeitsgruppe setzt sich aus Luftbildarchäologen aus ganz Europa zusammen und beschäftigt sich mit den Satellitenbildern der ESA-Satelliten „Sentinel 2“, um Wege und Möglichkeiten zur besseren Planung von luftbildarchäologischen Untersuchungen zu finden. Bewuchsmerkmale basieren auf archäologischen Befunden, welche den natürlichen Bodenaufbau verändert haben und dadurch unter anderem Einfluss auf moderne Ackerpflanzen nehmen. Dies äußert sich in der Regel in unterschiedlicher Pflanzengesundheit, insbesondere bei Getreide in Form des zeitversetzten Farbumschlags von Grün zu Gelb während des Ausreifungsprozesses, auch bekannt als „Gelbreife“. Diese Veränderungen ermöglichen sogar im sichtbaren Spektrum des natürlichen Sonnenlichts, also mit bloßem Auge, die Erkennung archäologischer Befunde. Allerdings treten diese Phänomene in verschiedenen Regionen zu unterschiedlichen Zeitpunkten auf und hängen u.a. von Faktoren wie Bodenart, Bodenfeuchte, Witterung und Ackerfrucht ab. Falls überhaupt, treten Bewuchsmerkmale nur für einen kurzen Zeitraum auf und bestehen nicht lange. Um den bestmöglichen Zeitpunkt für eine luftbildarchäologische Befliegung zu ermitteln, werden in der „Sentinel2 Working Group“ der AARG verschiedene Möglichkeiten evaluiert, um diese Befliegungen sowohl hinsichtlich der Kosten als auch der Anzahl erkannter Fundstellen pro Flug und Region effizienter durchzuführen.

Kernthema:

Der Fokus liegt bei diesem Ansatz darauf, ausschließlich frei verfügbare Daten und Software zu verwenden. Mittelfristig ist geplant, das Projekt als Open-Source/Open-Access-Projekt zugänglich zu machen. Zusätzlich sollen statistische Visualisierungsmöglichkeiten vorgestellt werden, welche den Zustand der Pflanzen in Bezug auf das Auftreten von Bewuchsmerkmalen abbilden. Hierzu wird die Programmiersprache R zusammen mit verschiedenen Paketen genutzt. Das Vorhaben hat das Ziel, einen Überblick über bisherige Arbeiten, Funktionalitäten sowie Möglichkeiten für zukünftige Entwicklungen zu bieten. Dieses Automatisierungsprojekt soll zu effizienteren luftbildarchäologischen Flügen beitragen, indem ermittelt wird, in welchen Regionen zu welchem Zeitpunkt die höchste Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein von Bewuchsmerkmalen besteht. Dies geschieht basierend auf Satellitendaten der Sentinel 2 Satelliten. Bei dem hier gezeigten Automatisierungsprojekt bleibt der rundlegende Workflow, welcher in der Arbeitsgruppe diskutiert wurde, erhalten und durch die Verwendung einer Programmiersprache reproduzierbar. Dieses theoretische Verfahren wird anhand von im Jahr 2022 selbst erhobenen luftbildarchäologischen Aufnahmen mittels UAV von verschiedenen Fundstellen mit unterschiedlichen Ackerpflanzen in Deutschland kontextualisiert. Zudem werden mögliche methodische Weiterentwicklungen hinsichtlich Datenverfügbarkeit, Programmiersprache, Infrastruktur und Beteiligung Dritter bzw. Veröffentlichung als Open-Source Projekt diskutiert.

ChronOntology für Periodisierungen in "Entangled Africa"

Wolfgang Schmidle und Eymard Fäder

iDAI.chronOntology ist ein Normdaten-Repository für Periodisierungen und gleichzeitig ein LOD Service für andere Plattformen, vornehmlich der iDAI.welt. Perioden werden als Raum-Zeit-Volumen beschrieben und über Definitionen ihrem entsprechenden Forschungsdiskurs zugeordnet, was sie zu Perioden im Sinne von CIDOC CRM macht. Damit können unterschiedliche Diskurse über die Ausdehnung und Definition gleicher archäologischer Horizonte miteinander verglichen werden. Lokalisierung und Bibliographie werden im Idealfall über Verknüpfungen zu iDAI.gazetteer und iDAI.bibliography bereitgestellt. Die entsprechenden Datensätze müssen dafür auch kuratiert werden.

ChronOntology verfügt derzeit über mehr als 10.000 Datensätze, die entweder manuell aus der Literatur oder von anderen digitalen Diensten kuratiert wurden. Die Datensätze werden als JSON-Objekte gespeichert. Sie werden typologisiert, z.B. als „material culture“, „geological“ etc. und über eine festgelegte Ontologie miteinander in Beziehung gesetzt. Die Datensätze können auch zusätzlich maschinell angereichert werden, insbesondere mit den Namen und Polygonen der über ihre IDs referenzierten Gazetteer-Einträge, um sie nicht jedesmal neu nachladen zu müssen. Die Visualisierung wird unterstützt über ein Zeitleisten- und ein Geo-Widget.

Es ist offensichtlich, dass die ursprünglichen Perioden-Typen für die Verwendung archäologischer Chronologien konzipiert wurden. Es sind jedoch alle möglichen Kategorien im Grundsatz abbildbar und durch die Differenzierung der Definition und Beschreibung erweiterbar. Es lag also völlig nahe, diese Möglichkeit, FAIR und CARE Prinzipien als LOD zu implementieren, für das interdisziplinäre Schwerpunktprogramm „Entangled Africa“ (SPP2143) zu nutzen. Gegenwärtig sind über 250 neue Perioden in sorgfältiger Kuratierung, um am Ende der Programmlaufzeit 2025 die Forschungsschwerpunkte der beteiligten Projekte chronologisch darzustellen und eine nachhaltige Grundlage für zukünftig im nördlichen Afrika angesiedelte Forschungsvorhaben vorzulegen. Ein für uns wichtiger Aspekt war dabei, die Perioden nicht nur in europäischem Jargon vorzulegen, sondern auch in der jeweiligen Verkehrssprache, z.B. arabisch, und sie damit online suchbar zu machen. Dabei wurden sowohl geläufige Chronologien wie Keramikstile und regionale Horizonte umgesetzt, als auch der Anschluss an historiografisch-politische oder geologische Chronologien gesucht. Ein besonderes Augenmerk liegt hier auf Projekten, welche naturwissenschaftliche Periodisierungen erarbeiten, beispielsweise die Nutzung des Sheabaums in Westafrika. Hier wäre zukünftig anzustreben, z.B. archäobotanische chronologische Gliederungen sichtbar zu machen, etwas das gegenwärtig in ChronOntology nicht vorgesehen ist. Basierend auf unseren Erfahrungen erstellen wir derzeit eine umfangreiche Dokumentation und Best Practices für die Nutzung von ChronOntology. Zu den explorativen Anwendungen gehört es auch, gender-definierte Chronologien sichtbar zu machen, z.B. im ptolemäischen Herrscherhaus weibliche Machtstrukturen anhand der Co-Regentschaft der Ehefrauen, Mütter und Schwestern abzubilden. Eine weitere Ergänzung war die politisch-religiöse Chronologie der koptischen Patriarchen, komplett auch in koptischer Schrift. Darüber hinaus gestattet es die intensive Beschäftigung mit der Plattform, Möglichkeiten der erweiterten Nutzbarkeit zu erörtern. Dazu gehören beispielsweise die Formalisierung von Definitionen und die Standardisierung des Bibliografie-Managements. Eine weitere aus unserer Sicht notwendige Erweiterung wäre es, textliche Definition und Beschreibung der Perioden in mehreren Sprachen besser zu unterstützen. Eine Erweiterung des gegenwärtigen Datenmodells wäre auch notwendig, um beispielsweise Ereignisse oder naturwissenschaftliche Datierungen nicht nur als Textinhalt zu zitieren.

Entwicklung von Epigraphischen Datenbanken zur Analyse von nicht-entzifferten Schriftsystemen

Andreas Fuls

Für die Analyse von bisher nicht oder nur teilweise entzifferten Schriftsystemen ist es sinnvoll die Inschriften in einer Datenbank abzuspeichern. Dabei können, je nach den besonderen Gegebenheiten des Schriftsystems wie Umfang der Zeichenliste, Leserichtung und Länge der Zeichensequenzen und Worttrennungen, die spezifischen Eigenheiten des Schriftsystems sowohl in der Datenbankstruktur als auch in der Software der Benutzeroberfläche berücksichtigt werden. Dazu gehören auch die Metadaten der Schriftobjekte aus den archäologischen Ausgrabungen, die es bei der Analyse zu berücksichtigen gilt. Eine internetfähige Benutzeroberfläche ermöglicht den weltweiten Zugriff auf eine zentral abgespeicherte, relationale Datenbank von Benutzern, denen unterschiedliche Zugriffsmöglichkeiten zugeordnet werden können. Damit ist es möglich sicherzustellen, dass sich eine Gruppe von Forschern auf den gleichen Datensatz in ihrer Forschung bezieht, auch wenn jeweils unterschiedliche Fragestellungen aus den Bereichen Archäologie, Epigraphik und Linguistik untersucht werden.

Eine auf das jeweilige Schriftsystem abgestimmte Benutzeroberfläche enthält verschiedene Werkzeuge zur Analyse von Schriftzeichen und Zeichensequenzen. Die spezifischen Eigenheiten eines jeden Schriftsystems erfordern es die bereitgestellten Analysefunktionen anzupassen, auch wenn die dahinter liegenden Methoden theoretisch universell sind. Unter dem Begriff „Mathematische Epigraphik“ werden verschiedene Analyseverfahren zusammengefasst, welche universell auf linear abgebildete und kodierte Zeichensequenzen einsetzbar sind, ohne die Annahme einer Sprache auskommen und im Vorfeld einer späteren linguistischen Analyse durchgeführt werden können, um spezielle Eigenschaften eines Schriftsystems und der zugrunde liegenden Sprache zu erkennen. Zu diesen Analyseverfahren gehören u.a. die Häufigkeitsanalyse von Schriftzeichen, die Bestimmung der Leserichtung durch den Gini-Index (Lorenzkurven der kumulativen Wahrscheinlichkeiten von Schriftzeichen am Wortanfang bzw. -ende), das Verhältnis zwischen Logogrammen und Silben und damit den Grad der Phonetisierung mit Hilfe der entropischen Redundanz bestimmen, die räumliche Analyse von Schriftobjekten sowie syntagmatische und paradigmatische Verfahren der Textanalyse. Sie werden am Beispiel der Indusschrift, der Proto-Byblos Schrift und der Textanalyse auf der Scheibe von Phaistos vorgestellt. Dabei wird auch auf die Problematik eingegangen, wie die Unsicherheit bei der Identifizierung von graphisch ähnlichen aber auf der linguistischen Ebene eventuell zu unterscheidenden Schriftzeichen bei der Textanalyse berücksichtigt werden kann.

Die Methoden erlauben es die Indusschrift als logographisch-syllabisches Schriftsystem mit einem hohen Anteil an Logogrammen, welche im Textkorpus aber meist selten auftreten, zu bestimmen, die Leserichtung von rechts nach links zu bestätigen sowie grammatikalische Partikel zu identifizieren. Auch der Text auf der Phaistoscheibe muss von rechts nach links, d.h. von außen nach innen, gelesen werden, wobei sich unter den Schriftzeichen zumeist Silben und nur wenige Logogramme bzw. Determinative befinden.

Literatur:

Fuls, Andreas: Entwicklung einer geographisch-epigraphischen Datenbank der Indusschrift. In: Sven Weisbrich und Robert Kaden (Hrsg.), Entwicklerforum Geodäsie und Geoinformationstechnik 2010, S. 29–45, Shaker Verlag, Aachen 2010.

Fuls, Andreas: Deciphering the Phaistos Disk and other Cretan Hieroglyphic Inscriptions - Epigraphic and Linguistic Analysis of a Minoan Enigma, MATHEMATICA EPIGRAPHICA No. 1, Hamburg: tredition 2019.

Fuls, Andreas: Corpus of Indus Inscriptions. MATHEMATICA EPIGRAPHICA No. 3, Independently published, 2023 (2nd edition).

Fuls, Andreas: A Catalog of Indus Signs. MATHEMATICA EPIGRAPHICA No. 4, Independently published, 2023.

Wells, Bryan K.: The Archaeology and Epigraphy of Indus Writing. Archaeopress, Oxford 2015.

Befestigte Höhensiedlungen, Grabgärten etc... – Wie durchsucht man ganz Hessen automatisch nach archäologischen Stätten mittels Deep Learning?

Jürgen Landauer und Axel G. Posluschny

Die LiDAR-Daten des Bundeslandes Hessen sind seit einiger Zeit frei verfügbar im Internet. Anhand der darin enthaltenen Höheninformationen lassen sich Reliefs oberflächennahe archäologische Stätten von Archäologen manchmal schon mit bloßem Auge erkennen. Für das ganze Bundesland mit über 21.000 km² hingegen ist eine systematische manuelle Suche schon wegen des hohen Personalaufwandes nicht praktikabel.

Die Autoren entwickeln seit einigen Jahren ein Tool zur automatisierten Erkennung solcher Stätten. Basierend auf Deep Learning, also Methoden der künstlichen Intelligenz, wird das gesamte Bundesland binnen vier Stunden Rechenzeit auf einem PC durchsucht. Ergebnis der Suche ist eine "Shortlist" der potentiell neu gefundenen, bislang unbekannt Stätten. Diese wird sortiert nach einem ebenfalls maschinell ermittelten Ranking. Menschliche Bearbeiter können ihre Arbeit so auf die vielversprechendsten Kandidaten konzentrieren.

Im Vortrag wird die entwickelte Methode genauer dargestellt. Erste Ergebnisse anhand größerer Stätten (befestigte Höhensiedlungen) und eher kleinerer (keltische Grabgärten) sollen einen Eindruck von der bislang erzielten Leistungsfähigkeit vermitteln.

Keltische Münzen und Künstliche Intelligenz – Das Projekt ClaReNet

Caroline von Nicolai, David-Wigg-Wolf, Markus Möller, Julia Tietz, Katja Rösler, Kerstin P. Hofmann, Chrisowalandis Deligio und Karsten Tolle

Traditionell werden keltische Münzen anhand der Münzbilder, der Legenden, des Gewichts und des Materials klassifiziert. Allerdings sind sie sehr vielgestaltig und wenig standardisiert, dabei aber häufig sehr lange im Umlauf, so dass der Wandel der Münzbilder oft komplex ist. Die große Zahl regional differenzierter Münzprägungen wird deshalb bis heute überwiegend in Einzelpublikationen vorgelegt, wobei die Klassifikationen sehr stark von den Fragestellungen und Wissenstraditionen der jeweiligen Bearbeitenden geprägt und häufig nicht auf Übertragbarkeit sowie die Erstellung eindeutiger Typologien ausgerichtet sind. Hier eröffnen die Fortschritte der Informationstechnologie ganz neue Möglichkeiten. Das BMBF-Projekt *Classifications and Representations for Networks (ClaReNet)*, das als Verbundprojekt an der Römisch-Germanischen Kommission in Frankfurt/Main und am Big Data Lab der Goethe-Universität Frankfurt angesiedelt ist, versucht deshalb, Münzen mit Hilfe Künstlicher Intelligenz zu klassifizieren. Als Fallstudien wurden drei Münzserien ausgewählt, die aufgrund ihrer unterschiedlichen Prägung, Standardisierung und stilistischen Entwicklung verschiedene Herausforderungen und Problemstellungen für die klassifikatorische Einordnung und Datenmodellierung bieten: 1. die silbernen Büschelquinare (engl. *bushel series*), deren Verbreitungsgebiet von der Schweiz und Baden-Württemberg bis nach Bayern, Westösterreich, Tschechien und in die Slowakei reicht; 2. die silbernen *monnaies à la croix* (Kreuzmünzen) aus Südfrankreich; 3. die Statere aus Billon, die den *Coriosolitae* in der heutigen Bretagne zugewiesen werden.

Während wir uns bei den Kreuzmünzen auf die textliche Beschreibung konzentriert haben, wählten wir bei den Büschelquinaren und den Coriosoliten-Statere die Bilder als Grundlage. Auch die Ausgangslage ist bei beiden Serien unterschiedlich: für die Coriosoliten-Statere existiert seit langem eine anerkannte Klassifikation in sechs verschiedene Klassen, für die Büschelquinare gibt es hingegen unterschiedliche Klassifikationen von verschiedenen Domainexperten. Im Vergleich spielt auch die Anzahl der verfügbaren Bilder eine Rolle. Für die Analyse der Coriosoliten-Statere steht ein Hortfund mit ca. 70.000 Exemplaren zur Verfügung, wohingegen für die Büschelquinare bislang ca. 2100 Münzen erfasst wurden.

Am Beispiel der Coriosoliten-Statere und der Büschelquinare sollen in diesem Vortrag daher die Möglichkeiten und Grenzen der angewandten Klassifikations- und Clustering-Verfahren sowie der Mustererkennung erläutert werden. Hierbei gehen wir vor allem auf die Verwendung von *unsupervised* und *supervised* CNNs (*Convolutional Neural Networks*) zur Sortierung und Klassifikation der Coriosoliten-Statere ein, wie auch dem Vergleich dieser Ansätze mit dem *image matching*-Algorithmus ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF) im Kontext von Stempelanalysen. Ebenso werden die ersten Versuche aufgezeigt, mit Hilfe von *image matching*-Algorithmen innerhalb einer Klasse von Coriosoliten-Statere identische Stempel zu erkennen. Bei den Büschelquinaren sind solche Versuche mit den gleichen Algorithmen ungleich schwieriger. Welche Gründe hierfür ausschlaggebend sind, wollen wir ebenfalls erläutern. Die Ergebnisse präsentieren wir mittels Orange Data Mining (<https://orangedatamining.com/>), welches durch *visual programming*-Ansätze auch von den Domain-Expert:innen praktisch genutzt und deren Analyse angepasst werden kann.

Interlinking Big Exchange – Arbeitsstand und Fragen

Johanna Hilpert, T. Kerig und S. Strohm

Im Mittelpunkt dieses Beitrages stehen neue Fragen, die sich aus der Auseinandersetzung mit weitreichenden, interregionalen Austauschnetzwerken spezifischer Rohstoffe mit eindeutig bestimmbarer Quellen ergeben. Dabei handelte es sich hauptsächlich um Rohmaterialien für Werkzeuge des täglichen Gebrauchs, aber auch um Gegenstände von symbolischem Wert. Wichtige Beispiele sind z.B. Rijckholt, Lousberg, Szentgál, Grand Pressigny, Monti Lessini aber auch seltene Materialien wie Bernstein, Jade, Elfenbein, Lapislazuli, Kaurimuscheln, Spondylus oder Korallen. Wir stellen eine aktualisierte Sammlung von trans-eurasischen Datensätzen (Neolithikum bis Bronzezeit) vor. Diese wurden zusammengestellt im Rahmen des "Big Exchange"-Projekts, einer Zusammenarbeit zwischen Archäologie und Datenwissenschaften am Exzellenzcluster ROOTS, dem Sonderforschungsbereich 1266 und einem Tandemprojekt aus Informatik und Archäologie am [Datencampus@Uni Kiel](mailto:Datencampus@Uni.Kiel). Dieses Projekt bietet die Plattform für eine moderierte, aber grundsätzlich offene Zusammenarbeit interessierter Parteien und verbindet Archäologen aus ganz Europa, die an Rohstoffnetzwerken arbeiten.

Die gemeinsame Betrachtung verschiedener Rohstoffverteilungen unter einer Netzwerkperspektive erlaubt die Erkennung von zeitlichen und räumlichen Mustern, die in dieser Deutlichkeit bisher nicht wahrgenommen wurden.

Im Fallbeispiel der Linearbandkeramik (LBK, 5500 - 4950 v. Chr.) wiesen erste Voranalysen auf den Fluss von Rohstoffen entlang von Netzwerkstrukturen hin, die sich mit der anfänglichen Ausbreitung der LBK in Mitteleuropa und der anschließenden Entwicklung regionaler Gruppen entwickelten. Die Einbeziehung weiterer Rohstoffe stützt die Ergebnisse.

KERIG, T., HILPERT, J., STROHM, S., BERGER, D., DENIS, S., GAUTHIER, E., GIBAJA, J. F., MALLET, N., MASSA, M., MAZZUCCO, N., NESSEL, B., PELEGRIN, J., PÉTREQUIN, P., SABATINI, S., SCHUMACHER, T. X., SERBE, B. & T. WILKINSON (2023) Interlinking Research: The "Big Exchange" Project, *Antiquity*, 1 – 8; DOI: <https://doi.org/10.15184/aqy.2023.78>

Die Variation und Verteilung von Gewandnadeln in Boğazköy-Hattusa: Eine korrespondenzanalytische Untersuchung

Sena Baskın

Diese Studie zielt darauf ab, die Faktoren zu identifizieren, die die Verteilung und Variation von Gewandnadeln in Boğazköy-Hattusa von der späten Mittelbronzezeit bis zum Ende der Spätbronzezeit beeinflussen. Hierfür wird die Methode der Korrespondenzanalyse verwendet. Das unmittelbare Ziel der Forschung besteht darin, die Vorkommen und Variationen von Gewandnadeln innerhalb der archäologischen Kontexte von Boğazköy-Hattusa aus drei Perspektiven zu beobachten: räumliche Variation, Variation entsprechend der Funktion der Kontexte und zeitliche Variation. Das übergeordnete Ziel der Forschung ist es, durch die Analyse von Gewandnadeln ein besseres Verständnis der sozialen, wirtschaftlichen und kulturellen Faktoren zu erlangen, die die materielle Kultur von Boğazköy-Hattusa prägen.

Diese Studie nutzt die Methode der multiplen Korrespondenzanalyse, um Variationen und Ähnlichkeiten zwischen verschiedenen Sammlungen von Gewandnadeln zu analysieren. Insgesamt wurde 600 Gewandnadeln untersucht. Die Berechnungen und Visualisierungen für die Korrespondenzanalyse wurden mit der Prince-Library in Python durchgeführt. Statt vordefinierte Formgruppen zu verwenden, werden Attribute herangezogen, um die verschiedenen Bestandteile und Elemente einer Gewandnadel zu definieren. Kategorien zur Beschreibung der einzelnen Nadeln umfassten: Querschnitt des Kopfes, Gruppierung nach Breiten-Längen-Verhältnis des Kopfes, Form des oberen und unteren Kopfteils sowie Verzierungen sowohl am Kopf als auch am Schaft. Die One-Hot-Kodierung wurde zur Quantifizierung dieser Attribute verwendet.

Die seit den frühen 1900er Jahren in Boğazköy-Hattusa durchgeführten Ausgrabungen haben bedeutende Funde zutage gebracht, darunter Gebäudereste aus verschiedenen Stadtvierteln, die unterschiedliche Funktionen erfüllten. Darunter fallen Büyükkale, der Palastbereich, sowie Tempel, Wohnhäuser und Produktionsstätten in der Unterstadt und der Oberstadt. Diese Stadtviertel weisen mehrere archäologische Schichten auf. Der umfangreiche Datensatz ermöglicht eine umfassende Bewertung der Variation und Verteilung von Gewandnadeln.

Die früheren Veröffentlichungen von Boehmer (1972, 1979) und Herboldt und von Wickede (2021) haben sich auf Kleinfunde aus spezifischen Bereichen innerhalb von Boğazköy-Hattusa konzentriert. Es wurde jedoch keine umfassende Untersuchung durchgeführt, um diese separaten Datensätze zu kombinieren und die Verbreitung und Vielfalt von Gewandnadeln in räumlicher, zeitlicher und funktionaler Hinsicht zu untersuchen. Die Verwendung der Methode der multiplen Korrespondenzanalyse stellt ein effektives Instrument für eine solche Forschung dar. Beispielsweise unterscheidet die vorherige Typologie für Gewandnadeln zwischen abgerundeten, schlichten Nadeltypen wie "Pilzkopfnadel" und "Linsenkopfnadel", hauptsächlich basierend auf Variationen im unteren Teil des Nadelkopfes. Dennoch weisen sie erhebliche Ähnlichkeiten in anderen Aspekten auf, wie beispielsweise dem Fehlen von Verzierungen und konsistenten Verhältnissen von Breite zu Länge. Die multiple Korrespondenzanalyse bietet den Vorteil, diese Ähnlichkeiten und Unterschiede auf ausgewogene Weise aufzuzeigen. Dies minimiert das Risiko, die Daten in übermäßig enge, spezifische Kategorien zu unterteilen. Darüber hinaus ermöglicht sie die Berücksichtigung von Details, wie etwa variablen Verzierungselementen, die in der traditionellen Typologie nicht integriert wurden. Bemerkenswert ist, dass Arten von Schaftverzierungen, die konsistent über verschiedene Nadelkategorien hinweg sind, mit der multiplen Korrespondenzanalyse berücksichtigt werden können.

Die primären Ergebnisse der Studie zeigen bemerkenswerte Muster hinsichtlich der Verteilung und Variation von Gewandnadeln in Boğazköy-Hattusa auf. Die Analyse der verschiedenen Stadtviertel offenbart deutliche räumliche Unterschiede in der Verbreitung unterschiedlicher Formen von

Gewandnadeln. In der Oberstadt sind beispielsweise einfachere Formen wie Rollenkopfnadeln und Linsenkopfnadeln prominent, während die Unterstadt und Büyükkale eine höhere Anzahl von Gewandnadeln mit aufwendigen Verzierungen aufweisen. Des Weiteren zeigen die Gewandnadel-Ansammlungen zeitliche Variationen, wie durch Veränderungen in den dominanten Dekorationselementen über verschiedenen archäologischen Schichten hinweg belegt wird.

Referenzen

Boehmer, R. M. (1972). *Die Kleinfunde von Boğazköy: aus den Grabungskampagnen 1931-1939 und 1952-1969 (Vol. 7)*. Berlin: Gebr. Mann Verlag.

Boehmer, R. M. (1979). *Die Kleinfunde aus der Unterstadt von Boğazköy. Grabungskampagnen 1970-1978 (Boğazköy-Hattuša: Ergebnisse der Ausgrabungen X)*, Berlin: Gebr. Mann Verlag.

Herbordt, S., & von Wickede, A. V. (2021). *Kleinfunde aus der Oberstadt von Hattusa: das zentrale Tempelviertel und die Tempelviertel am Königs- und Löwentor (Vol. 29)*. Harrassowitz Verlag.

Vergleich explorativer Clusteranalysen stichbandkeramischer Funde von Mitteldeutschland bis Polen

Sophie C. Schmidt

Für meine Dissertation mit dem Arbeitstitel „Interaktionen zwischen Gruppen unterschiedlicher Subsistenz im 5. Jahrtausend v. Chr. anhand keramikführender Fundstellen in Brandenburg“ analysiere ich Keramikfunde der Stichbandkeramik, Guhrauer Gruppe, Brześć-Kujawski-Kultur und Rössener Kultur aus Brandenburg, Polen und Mitteldeutschland im Bezug auf ihre Machart und Verzierungselemente. Mithilfe einer multivariaten statistischen Auswertung der an den Scherben erhobenen Daten sollen mögliche regionale und überregionale Beziehungen rekonstruiert werden. Zugrunde liegt die Annahme, dass Ähnlichkeiten in Dekor und Herstellung auf Interaktionen und handwerkliche Traditionen schließen lassen. Die letzte Datenaufnahmekampagne für stichbandkeramisches Material ist für Mitte August geplant. Auf der CAA Tagung in Würzburg möchte ich erste explorative Ergebnisse der Auswertung der stichbandkeramischen Gefäße mithilfe von Clusteranalysen vorstellen. Die Analyse wird in der Skriptsprache R durchgeführt. Es werden drei unterschiedliche Ansätze getestet: die hierarchische Clusteranalyse, k-means und **Hierarchical Density Based Clustering of Applications with Noise (HDBSCAN)**, jeweils auf Basis der Gower-Distanz zwischen den Gefäßen, da in den Daten eine Mischung unterschiedlicher Skalenniveaus vorliegt. Ein Vergleich der Analysen soll den Nutzen der verschiedenen Methoden für die Interpretation der Daten herausarbeiten.

Wie bändigt man Komplexität? Der holprige Weg von qualitativ genauen zur quantitativ präzisen Datenanalyse und -interpretation bei archäo-geophysikalischen Untersuchungen

Agnes Schneider

In den letzten zehn Jahren werden auch mittels geophysikalischer Prospektionen Daten in großem Maßstab erhoben. Die zunehmende Menge an archäo-geophysikalischen Messdaten erfordert entsprechende, analytische Methoden, um damit umgehen können: nämlich halbautomatisierte Analysemethoden. Diese sind für luft- und raumgestützte Daten bereits etabliert, lassen sich aber aufgrund des spezifischen Charakters und der Komplexität geophysikalischer Daten nicht direkt auf geophysikalische Daten übertragen. Im Rahmen von diesem Beitrag wird einerseits die Besonderheit von Magnetik Daten untersucht die zu deren Mehrdeutigkeit und Unsicherheit auf der Daten-, Analyse und Interpretationsebene führen.

Andererseits wird im Rahmen des Beitrages ein reproduzierbarer und replizierbarer Workflow für die Extraktion von Dipolen aus Magnetometer Daten auf der Grundlage eines geometrisch-wissensbasierten Ansatzes vorgestellt. Dieser bildet den ersten Schritt in die Richtung zur halbautomatisierten wissensbasierten Interpretation von Magnetometer Daten. Bei der vorgestellten Fallstudie handelt es sich um Magnetogramme aus al-Hīra, Irak, welche von der Autorin im Rahmen Ihrer Promotion an der Universität Leiden bearbeitet werden. Ziel der Promotion ist einen reproduzierbaren und replizierbaren halbautomatisierten Workflow für die Klassifizierung von Magnetometer Daten mittels Deep Learning zu erstellen, der auf transparenten quantitativen Kriterien beruhen soll.

Umgang mit Unsicherheiten und Vagheiten bei der Georeferenzierung von Geo Locations in der Archäologie und in den Geowissenschaften

Florian Thiery, Stefanie Baars und Fiona Schenk

Archäologische Forschung muss bei der Datenmodellierung mit Zweifeln wie Vagheiten, Unsicherheit und Mehrdeutigkeiten umgehen. Dies ist insbesondere bei der Georeferenzierung der Fall (Unold/Bruhn 2019; Schmidt/Thiery 2022). Um FAIRe, reproduzierbare und verständliche Daten für die Nachnutzung zu schaffen und gleichzeitig die Datenqualität archäologischer Daten zu gewährleisten, müssen Zweifel und Unsicherheiten offengelegt werden (Thiery/Mees 2022; Thiery et al. 2021a). Dies ist auch für die Daten-FAIRifizierung von Daten wichtig, welche in NFDI behandelt wird (Thiery et al. 2021b). Insbesondere die Aspekte Vagheit und Unsicherheit müssen für die Arbeit mit Geodaten modelliert werden (Unold et al. 2019; Unold/Bruhn 2019; Dubois/Prade 2001). Für die Verknüpfung von Daten und die FAIRifizierung ist jedoch die von Berners-Lee (2006) vorgeschlagene graphbasierte Modellierung als Linked Open Data (LOD) die Methode der Wahl.

In diesem Beitrag wird anhand von drei data-driven, interdisziplinären Use-Cases der Umgang mit und die Modellierung von vagen und unsicheren Georeferenzen (Fundstellen) in einer Ontologie, in einer Wikibase-Instanz und in Wikidata auf Basis von Literatur als Linked Open Data aus den Bereichen Archäologie und Geowissenschaften vorgestellt:

Use Case A. Ogham-Steine sind Monolithe mit frühmittelalterlichen Ogham-Inschriften, die hauptsächlich auf der Insel Irland (Fig. 1) zwischen dem 4. und 9. Jhd. n. Chr. errichtet wurden (Ziegeler 1994). Einige der Steine befinden sich noch *in situ*, andere in Museen und andere können sich wiederum nur noch über die Literatur (z. B. Macalister 1945) erschlossen werden. Wie modelliert man dies?

Use Case B. Die Dissertation von S. Baars befasst sich mit der Silbermünzprägung von Kroton (heutiges Kalabrien) vom 6. bis 3. Jahrhundert v. Chr. und untersucht das Material mit numismatischen, historischen sowie archäologischen Methoden, um die Geldgeschichte der antiken Polis zu rekonstruieren. Angaben zu Hortfunden sind in der Literatur häufig nur vage formuliert. (Fig. 2).

Use Case C. Ein Teil der Dissertation von F. Schenk befasst sich mit den Nachweisen des Campanian Ignimbrite (CI) in Mitteleuropa (Fig.3), einem trachytischen Tuff von einem spätpleistozänen vulkanischen Ereignis (De Vivo et al. 2001; Barberi et al. 1978) aus der Region Kampanien. Fundorte sind zumeist nur sehr grob als moderne Orte verzeichnet, bzw. befinden sich auch in archäologischen Ausgrabungsstätten wie Höhlen.

Abbildungen

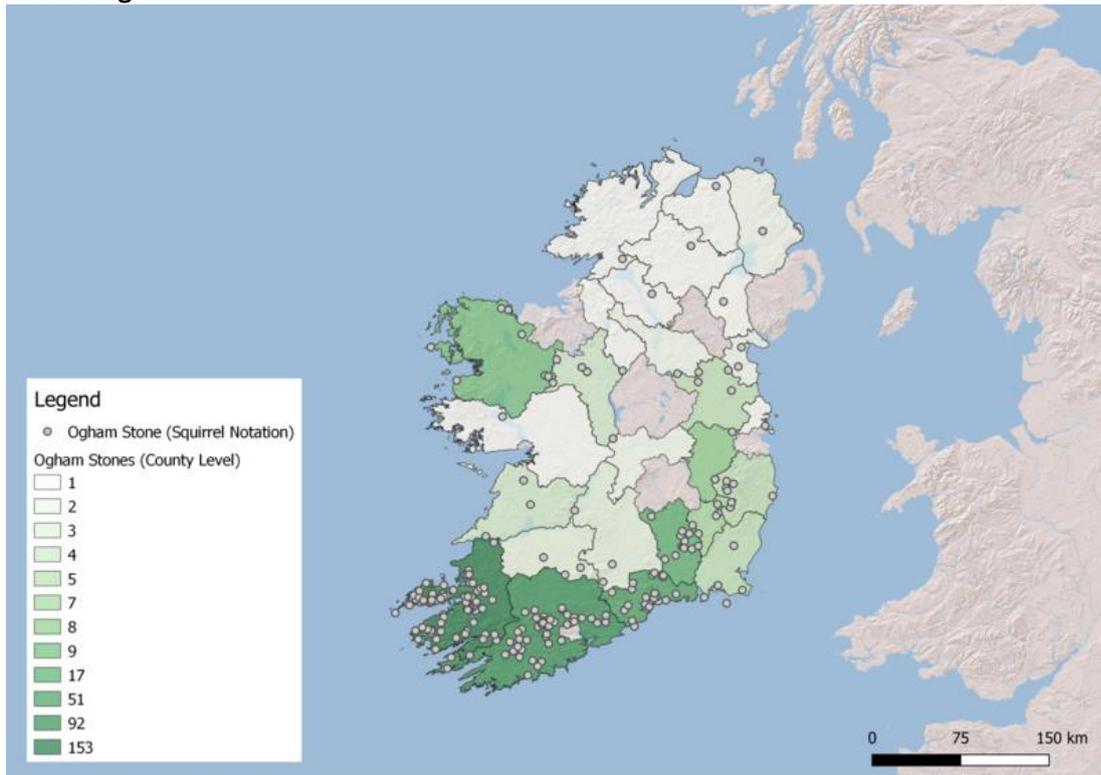


Fig 1. Ogham Stein, aggregiert nach irischen Counties. Florian Thiery, CC BY 4.0, via [Wikimedia Commons](#).

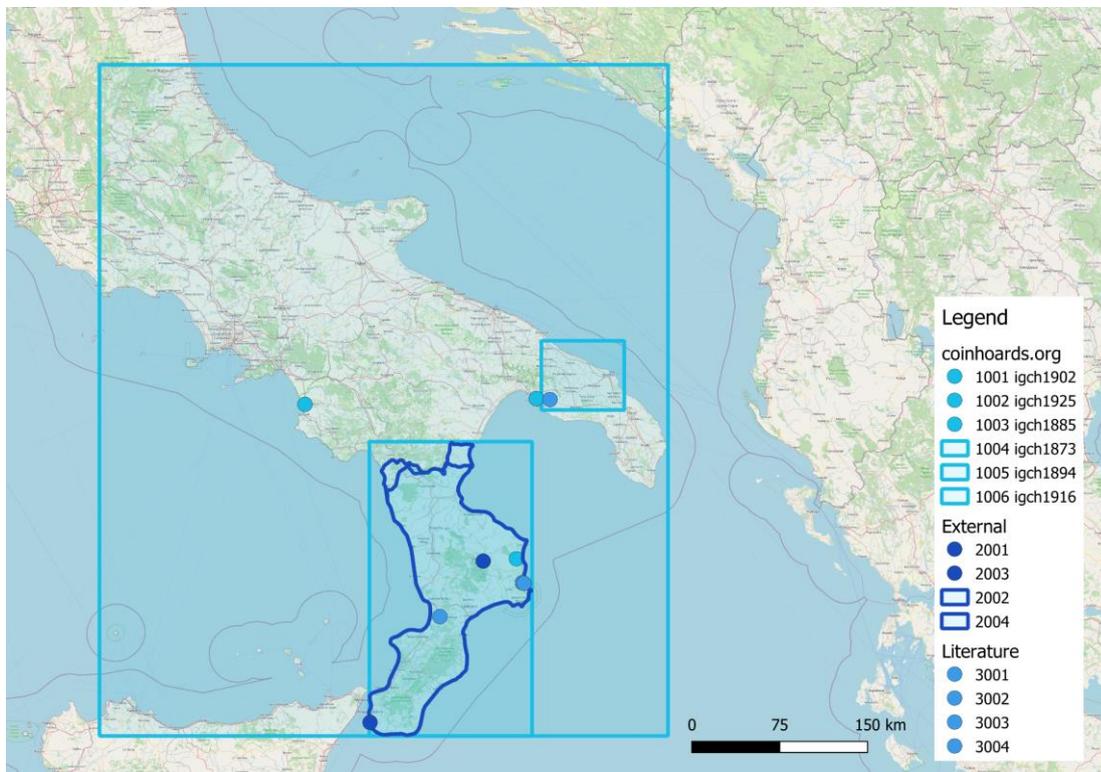


Fig 2. Beispiele für (Hort-)Fundstellen kroatnatischer Münzen. Florian Thiery / Stefanie Baars, CC BY 4.0.



DISPERSAL OF DEPOSITS DURING THE CAMPANIAN IGNIMBRITE ERUPTION AROUND 40.000 YEARS BP.

Fig 3. Ausbreitung der Ablagerungen während des Ausbruchs des Campanian Ignimbrite vor etwa 40.000 Jahren vor Christus; basierend auf Marti et al. (2016), Figure 5, DOI: 10.1038/srep21220. Wikirictor, CC BY-SA 4.0, via [Wikimedia Commons](#).

Bibliographie

- Barberi et al. (1978): <https://doi.org/10.1007/BF02597680>.
- Berners-Lee, T. (2006): <https://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>.
- De Vivo et al. (2001): <https://doi.org/10.1007/s007100170010>.
- Dubois, D., Prade; H. (2001): <https://doi.org/10.1023/A:1016740830286>.
- Macalister, RAS. (1945): Corpus Inscriptionum Insularum Celticarum. Vol. I. Dublin: Stationery Office.
- Schmidt, SC., Thiery, F. (2022): <https://doi.org/10.5281/zenodo.6380914>.
- Thiery, F., Mees, AW. (2022): <https://doi.org/10.5281/zenodo.7361759>.
- Thiery, F. et al. (2021a): <https://doi.org/10.5281/zenodo.5654897>.
- Thiery, F. et al. (2021b): <https://doi.org/10.5281/zenodo.5849841>.
- Unold, M., Bruhn, KC. (2019): https://www.adwmainz.de/fileadmin/user_upload/digitale-akademie/graphentechnologien/Bruhn-Unold-Unsicherheit_Graphdatenbanken.pdf.
- Unold, M., Thiery, F., Mees, AW. (2019): https://zfdg.de/sb004_004.
- Ziegler, S. (1994): Die Sprache der Altirischen Ogam-Inschriften. Göttingen: Vandenhoeck and Ruprecht.