ARCHÄOLOGIE WELTWEIT 1 · 2023
Archäologie Weltweit – Zehnter Jahrgang – Berlin, im Mai 2023 – DAI

ARCHÄOLOGIE WELTWEIT 1 · 2023

Magazin des Deutschen Archäologischen Instituts

TITELTHEMA

ARCHÄOLOGIE DIGITAL

Neue Technologien, neue Herausforderungen, neue Antworten

TITELTHEMA ARCHÄOLOGIE DIGITAL

FOKUS

NFDI4Objects: Digitalisierung und Dateninfrastruktur

CULTURAL HERITAGE

KulturGutRetter digital im Einsatz

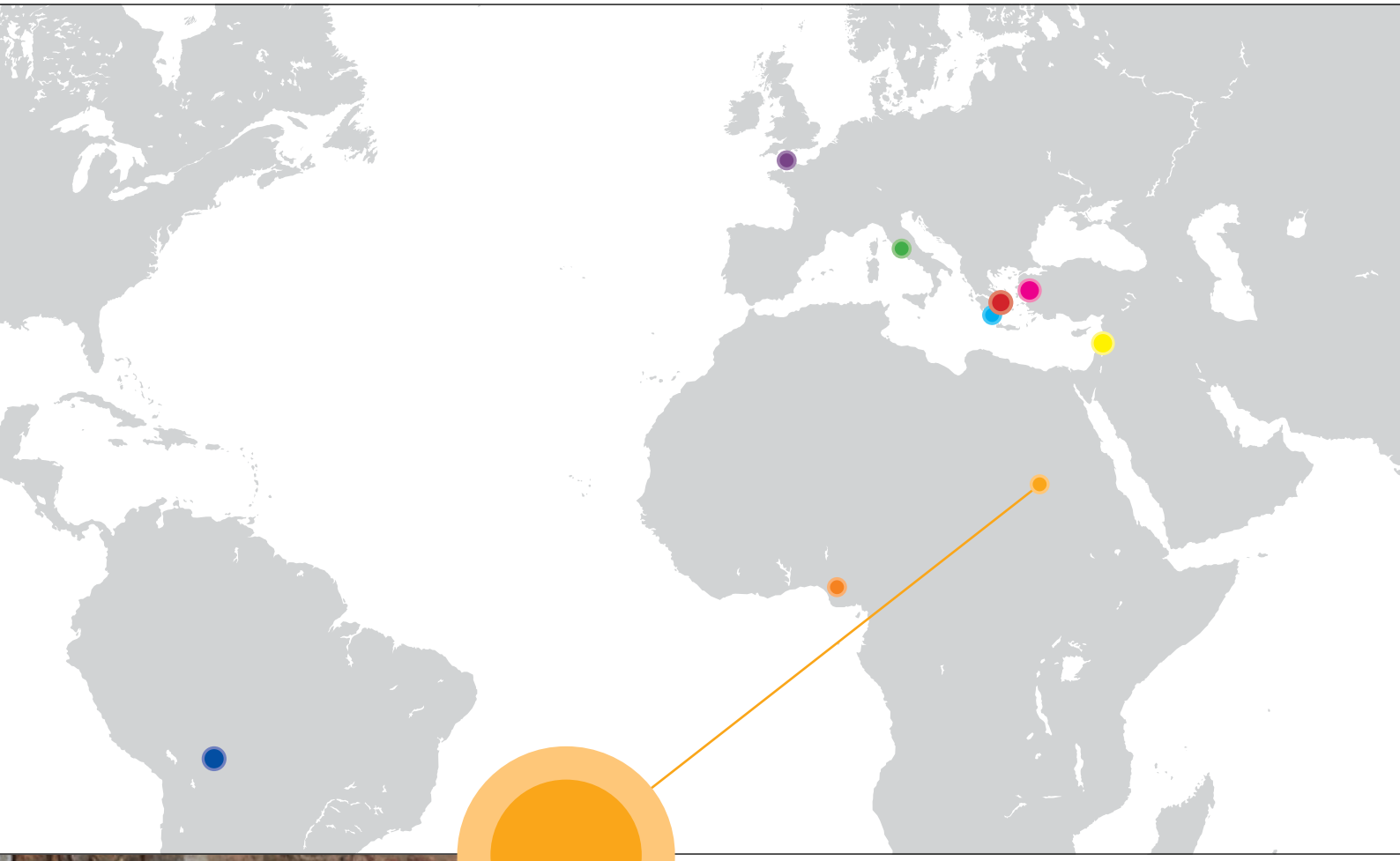
PANORAMA

Moderne Technologien für Forschung und Vermittlung

ARCHÄOLOGIE WELTWEIT

Orte und Regionen in dieser Ausgabe

- **Llanos de Mojos**, Bolivien – Landschaft, Seite 30
- **Meroë**, Sudan – Objekt, Seite 38
- **Benin**, Nigeria – Titelthema, Seite 42
- **Athen**, Griechenland – Titelthema, Seite 47
- **Pergamon**, Türkei – Titelthema, Seite 52
- **Rom**, Italien – Titelthema, Seite 57
- **Jersey**, Vereinigtes Königreich – Titelthema, Seite 63
- **Olympia und Kalapodi**, Griechenland – Alltag Archäologie, Seite 74
- **Baalbek**, Libanon – Panorama, Seite 82



UNSER TITELBILD
zeigt die digitale Dokumentation von Statuen aus den antiken Royal Baths in Meroë im Sudan mittels eines 3D-Streiflichtscanners mit besonders hoher Messgenauigkeit. Solche Technologien ergänzen das archäologische Dokumentationshandwerkzeug und ermöglichen neue Blicke auf Funde und Befunde. Moderne Scanverfahren wie dieses erlauben die Erstellung exakter virtueller Kopien, die von Kolleginnen und Kollegen ortsunabhänig und die empfindlichen Originalobjekte schonend weiter studiert und analysiert werden können. 3D-Druckverfahren erlauben auf Grundlage dieser Daten gar die Anfertigung physischer Nachbildungen.
Foto: S. Wolf, D-DAI-Z-MRB-20140126-DG-1496_SW

EDITORIAL

Prof. Dr. Dr. h. c. Friederike Fless
Präsidentin des Deutschen Archäologischen Instituts
Foto: U. Kuckertz

LIEBE LESERIN, LIEBER LESER,

eine Ausgrabung ist irreversibel – sie kann nur einmal an einer Stelle durchgeführt und nicht wiederholt werden. Im Mittelpunkt archäologischer Arbeit steht deshalb die sorgfältige Dokumentation solcher Eingriffe. Die Archäologie arbeitet seit Beginn der großen Ausgrabungen im 19. Jahrhundert daran, ihre Methoden zu verbessern und hat dazu auch immer neue Technologien aufgegriffen.

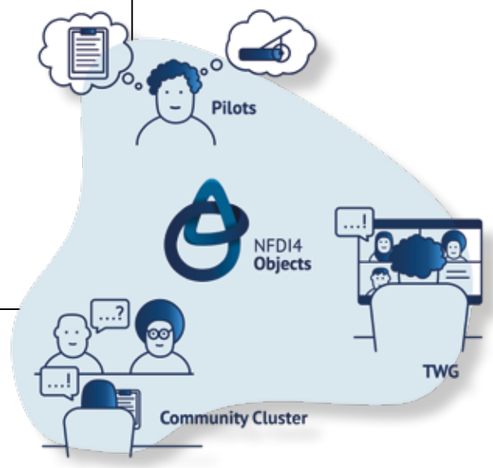
Bereits 1875 hielt beispielsweise die Fotografie auf der Grabung in Olympia Einzug und wurde fester Teil des archäologischen Werkzeugkastens. Sie trat gleichwertig neben Zeichnung und Beschreibung, keine der beiden anderen Techniken wurde später aufgegeben. Jede dieser Dokumentationsmethoden erfasst nämlich spezifische Facetten einer Ausgrabung, eines Befundes oder eines Objekts. Zu den neuen Technologien und Methoden, die zunächst gar nicht für die Archäologie entwickelt wurden, zählen Vermessungen mittels sehr genauem GPS, 3D-Scans, LiDAR-Scans, Modellierungen und Prozessierungen in Geoinformationssystemen, alle Arten von Datenbanken und die Nutzung von KI. All dies gehört heute zum Repertoire archäologischer Dokumentation. Archäologinnen und Archäologen wählen dabei je nach Forschungsgegenstand und -frage aus, wie sie dokumentieren, d. h. welche Methoden sie anwenden. Spricht man von Digitalisierung in der Archäologie meint man genau diese Vielfalt. Die Disziplin ist eine moderne Wissenschaft mit einem riesigen Spektrum an Methoden und Technologien für die Erforschung antiker Gesellschaften. Zum Auftrag des DAI gehört es auch, das Wissen über die Vergangenheit über die Fachcommunity hinaus bereitzustellen. Wissenstransfer bedeutet auch Werkzeuge *open source* und Wissen *open access* zur Verfügung zu stellen. Welche Methoden dabei zur Anwendung kommen, wie man dieses Wissen bereitstellt, was also Digitalisierung in der Archäologie bedeutet, wird in diesem Heft schlaglichtartig beleuchtet. Digitale Arbeitsformen prägen alle Projekte, sie sind fester Bestandteil der Dokumentation der Vergangenheit. In der Archäologie treffen dabei die physische und die digitale Welt in ganz besonderen Formen aufeinander. Und sie eröffnen neue Perspektiven zum Verständnis längst vergangener Gesellschaften in ihren Grundlagen und ihrem Nachwirken für unsere heutige Zeit.

Ihre

Prof. Dr. Dr. h. c. Friederike Fless

Auswärtiges Amt

INHALT



12 FOKUS

NFDI4OBJECTS

Eine Forschungsdateninfrastruktur für die materiellen Hinterlassenschaften der Menschheitsgeschichte

22 CULTURAL HERITAGE

APPS FÜR DEN KULTURERHALT

KulturGutRetter digital im Einsatz

30 LANDSCHAFT

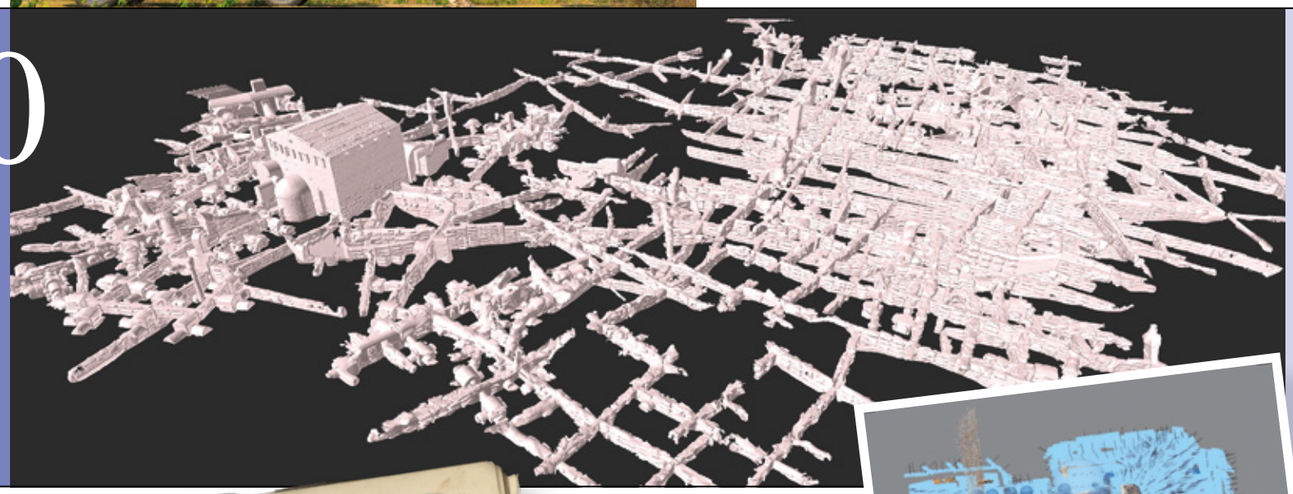
BLICK UNTER DEN REGENWALD

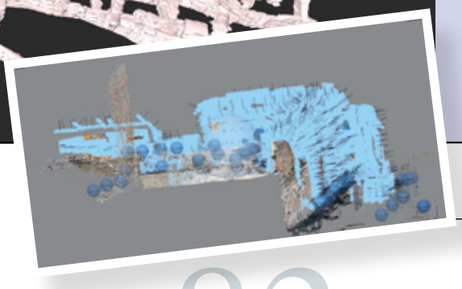
LiDAR-Kartierung vorspanischer Stadtanlagen im Amazonasgebiet

TITELTHEMA 40

ARCHÄOLOGIE DIGITAL

Neue Technologien, neue Herausforderungen, neue Antworten





74 ALLTAG ARCHÄOLOGIE

GRABUNGSGESCHICHTE(N) DIGITAL

Erschließung und Retrokontextualisierung von Ausgrabungsarchiven

PANORAMA 82

BAUFORSCHUNG DIGITAL

Baalbek Reborn und ein neuer Ansatz zur Erforschung des Jupitertempels: Moderne Technologien für Forschung und Vermittlung

INHALT

4 **NACHRICHTEN**

12 **FOKUS**
NFDI4Objects – Eine Forschungsdateninfrastruktur für die materiellen Hinterlassenschaften der Menschheitsgeschichte

22 **CULTURAL HERITAGE**
Apps für den Kulturerhalt – KulturGutRetter digital im Einsatz

28 **STANDPUNKT**
Dig digital

30 **LANDSCHAFT** **Blick unter den Regenwald** – LiDAR-Kartierung vorspanischer Stadtanlagen

38 **DAS OBJEKT** **Ein Harfner aus Meroë** – Sichern, erhalten, visualisieren – mit digitalen Mess- und Druckverfahren

TITELTHEMA

40 **Archäologie digital** – Neue Technologien, neue Herausforderungen, neue Antworten

42 **Digitalisierung und Denkmalpflege** – Digitale Dokumentation von Funden und Befunden aus Benin (Nigeria)

47 **„Shapes of Ancient Greece"** – Über die Digitalisierung der archäologischen Sammlung des DAI Athen

52 **Alte Funde, neue Technologien** – Wie moderne Methoden die archäologische Forschung in Pergamon (Türkei) verändern

57 **Neue Einsichten in 3D** – Dokumentation, Analyse und Musealisierung spätrömischer Hypogäen und Katakomben

63 **Numismatik 3.0** – Herausforderungen und Möglichkeiten von *Linked Open Data* und Künstlicher Intelligenz

68 **IM PORTRÄT** Svend Hansen Ralph Bodenstein

74 **ALLTAG ARCHÄOLOGIE**
Grabungsgeschichte(n) digital – Erschließung und Retrokontextualisierung von Ausgrabungsarchiven

80 **STANDORT** **Weltweit publiziert, weltweit gelesen** – Die virtuelle Redaktion

82 **PANORAMA** **Bauforschung digital** – Baalbek Reborn und ein neuer Ansatz zur Erforschung des Jupitertempels

88 **IMPRESSUM**

ÜBER 1.000 BEWERBUNGEN VON NACHWUCHSWISSENSCHAFTLERINNEN UND -WISSENSCHAFTLERN AUS DER MENA-REGION für die angebotenen Online-Kurse des DAI sind allein im vergangenen Jahr eingegangen – 61 von ihnen konnten an den interaktiven Lehrgängen teilnehmen. Weitere Kurse sind geplant. Foto: W. Alrez

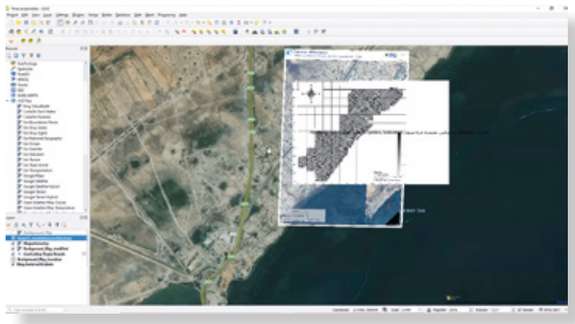
Online-Kurse für die MENA-Region

Neue DAI-Schulungsangebote und Ausweitung von Online-Tutorials

Wie schon in den Vorjahren wurden auch im vergangenen Jahr die internationalen Fortbildungsangebote des Deutschen Archäologischen Instituts weitergeführt. Darunter erfreuten sich insbesondere die im Rahmen des KulturGutRetter-Projekts entwickelten und durch das IT-Referat des DAI koordinierten „Online-Kurse für die MENA-Region“ besonderer Nachfrage.

Diese Fortbildungen zielen auf den Aufbau von Kapazitäten in der Region und die Etablierung eines internationalen Netzwerks lokaler Expertinnen und Experten vor Ort. Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler lernen während der Kurse grundlegende Techniken und Werkzeuge zur digitalen Dokumentation des kulturellen Erbes kennen. Durch Fachleute des DAI wurden im Jahr 2022 in vier solcher einwöchigen interaktiven Kurse u.a. praktische Lerninhalte zum *Structure from Motion*-Verfahren und zu *Open Source* GIS-Anwendungen vermittelt.
Mehr als 1.000 eingegangene Bewerbungen um eine Teilnahme unterstreichen das große Interesse junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus der MENA-Region an diesen Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten zu Themen der Dokumentation von Kulturerbe. Insgesamt konnten im vergangenen Jahr 61 Teilnehmerinnen und Teilnehmer von diesen Angeboten profitieren; für dieses Jahr sind weitere Kurse u.a. zu Strategien nachhaltigen Datenmanagements geplant.

Um der großen Nachfrage gerecht zu werden und die Lerninhalte einem noch größeren Personenkreis zugänglich zu machen, hat das DAI außerdem sein Angebot an frei zugänglichen Online-Schulungen, sog. MOOC (*Massive Open Online Courses*) erweitert. Über die *iDAI.tutorials*-Plattform vermittelt eine Reihe solcher Kurse in englischer, arabischer und ukrainischer Sprache u.a. Kenntnisse in den Bereichen Data Science, Datenerfassung und Informationstechnologie. Ergänzt werden diese Ressourcen durch weitere Lehrfilme zu Grundtechniken archäologischer Feldarbeit, zum Fotografieren und Zeichnen archäologischer Objekte sowie eine Einführung in archäologische Surveytechniken.



DIE INTERAKTIVEN „ONLINE-KURSE FÜR DIE MENA-REGION“ DES DAI vermitteln Techniken und Anwendungen zur digitalen Dokumentation kulturellen Erbes. Screenshot: W. Alrez

Die im Rahmen des Funds-in-Trust Agreements „Capacity Building, Technical and Media Support“ der UNESCO und des DAI ins Leben gerufene *iDAI.tutorials*- Plattform ist online und kostenfrei über **https://tutorials.idai.world** erreichbar.

STEINERNE ZEUGEN RÖMISCHER ARCHITEKTUR IN DEUTSCHLAND, wie hier im Innenhof des Landesmuseums Mainz (LMM) zu sehen, werden im Rahmen des neuen Akademievorhabens erschlossen, vernetzt und ausgewertet. Foto: M. Adam, RGK

„disiecta membra“

Neues Langzeitforschungsvorhaben zur römischen Steinarchitektur in Deutschland

Die Römisch-Germanische Kommission (RGK) des Deutschen Archäologischen Instituts ist eine von drei Arbeitsstellen des Ende 2022 neu bewilligten Langzeitvorhabens *„disiecta membra*. Steinarchitektur und Städtewesen im römischen Deutschland“ im Akademienprogramm der deutschen Akademien der Wissenschaften.

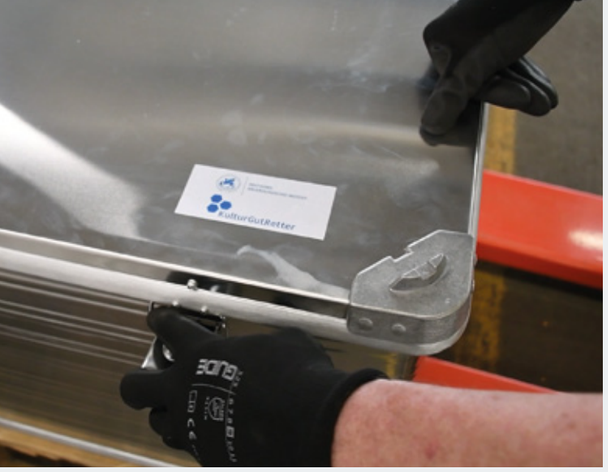
Römische Steinarchitektur stellt ein herausragendes kulturelles Erbe dar, das frühe Formen urbanen Lebens in Deutschland bezeugt. Bis ins Hochmittelalter prägte sie die Landschaft und war stärker als andere antike Hinterlassenschaften im Bewusstsein der Bevölkerung verankert. Sie wurde umgenutzt oder als Steinbruch für neue Bauaufgaben verwendet, z.B. bei der Errichtung von Stadtmauern. Die neuzeitlichen Schleifungen solcher mittelalterlichen Bauten sowie Baumaßnahmen der Moderne führten zur Wiederentdeckung der antiken Architekturelemente. Diese und andere *disiecta membra* („versprengte Glieder“) machen den Großteil der römischen Steinarchitektur in Deutschland aus, wurden bisher mehrheitlich jedoch noch nicht dokumentiert und ausgewertet.

Das auf 24 Jahre angelegte Langzeitvorhaben soll der Erschließung von etwa 25.000 Baugliedern und 5.000 Baubefunden in einer dynamischen und vernetzten digitalen Edition dienen. Für Architektur- und Sozialgeschichte, Bau- und Stadtforschung sowie Provenienz- und Netzwerkforschung wird weit verstreutes Quellenmaterial digital zusammengeführt und erschlossen. Das ermöglicht den niedrigschwelligen Zugang zu Steinarchitektur und Städtewesen im römischen Deutschland. Die erarbeiteten Daten werden in engem Austausch mit NFDI4Objects und NFDI4Culture modelliert, erfasst und u.a. auf der Forschungsplattform *iDAI.world* sowie im biographischen Informationssystem Propylaeum-Vitae frei zugänglich gemacht.

An der Arbeitsstelle an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz werden die Baubefunde und Bauglieder erforscht, an der RGK des DAI in Frankfurt am Main die damit verknüpften archäologischen Wissenspraktiken und Akteure analysiert und an der Philipps-Universität Marburg Methoden der digitalen Geistes- und Kulturwissenschaften zur Analyse und Visualisierung entwickelt und erprobt. Die Leitung des Projektes liegt bei Prof. Dr. Johannes Lipps, Dr. Kerstin P. Hofmann und Prof. Dr. Aline Deicke.

Weitere Informationen zum Projekt auch online unter:
https://www.adwmainz.de/projekte/disiecta-membra-steinarchitektur-und-staedtewesen-im-roemischen-deutschland/informationen.html

DISIECTA MEMBRA
Steinarchitektur und Städtewesen im römischen Deutschland



DIE HILFSLIEFERUNGEN FÜR DEN KULTURERHALT IN DER UKRAINE werden im KulturGutRetter-Logistikzentrum in Berlin mit freundlicher Unterstützung des AlliiertenMuseums gesammelt und für den Weitertransport verpackt. Foto: E. Götting

MIT HILFE DES TECHNISCHEN HILFSWERKS UND ZAHLREICHER EHRENAMTLICHER MITARBEITER werden die Hilfsgüter schließlich auf Sattelschlepper verladen und in die Ukraine transportiert, wo sie an Museen, Archive, Bibliotheken und andere Institutionen verteilt werden. Foto: E. Götting

KulturGutRetter: Unterstützung zum Schutz des kulturellen Erbes in der Ukraine

Schnelle Hilfe für Kulturgüter in Krisenzeiten weltweit – mit diesem Ziel haben das Deutsche Archäologische Institut, das Technische Hilfswerk (THW) und das Leibniz-Zentrum für Archäologie (LEIZA), gemeinsam mit dem Archaeological Heritage Network (ArcHerNet), das Projekt KulturGutRetter ins Leben gerufen.
Neben der Entwicklung multifunktionaler Rettungsmodule für die notwendige Erstversorgung von beweglichem Kulturgut in Krisengebieten waren die Arbeiten des Projekts in den vergangenen Monaten in ganz besonderem Maße von den Ereignissen in Folge des russischen Angriffskrieges auf die Ukraine geprägt. Um die Kolleginnen und Kollegen vor Ort bei ihren Bemühungen zum Schutz des Kulturerbes in der Ukraine zu unterstützen, etablierten die KulturGutRetter gemeinsam mit Blue Shield Deutschland e.V., der Deutschen Gesellschaft für Kulturgutschutz e.V. (DGKS) und dem Team des SiLK – SicherheitsLeitfaden Kulturgut mit den Notfallverbünden in München, Stuttgart, Köln, Halle/Saale, Weimar, Dresden und Berlin ein Logistiknetz für den schnellen und effizienten Transport von dringend benötigten Hilfsgütern. Auf Sattelschleppern gelangten 76 Tonnen an Verpackungs- und Hilfsmaterialien, Feuerlöschern und Sandsäcken 2022 auf diesem Wege in die Ukraine und konnten dank der Heritage Emergency Response Initiative (HERI) an Museen, Archive, Bibliotheken und andere Kulturinstitutionen im Land verteilt werden.

FIELD DESKTOP, eine *Open Source*-Software zur archäologischen Felddokumentation und Dokumentation von Baudenkmalen, ist im Rahmen des Projektes KulturGutRetter ins Ukrainische übersetzt worden, um gefährdetes Kulturerbe in der Ukraine schnell und effizient dokumentieren zu können. Screenshot: A. Kutnyi

Darüber hinaus wurden die am IT-Referat des DAI für die archäologische und bauhistorische Felddokumentation entwickelte, *Open Source*-Anwendung Field Desktop (*iDAI.field*) ins Ukrainische übersetzt und virtuelle Schulungen zur Nutzung der Software für Fachleute in der Ukraine durchgeführt. Damit wurden die Hilfsmaßnahmen seitens DAI und KulturGutRetter sinnvoll ergänzt, welche bereits auf Bitte von Forscherinnen und Forschern vor Ort zur Sicherung wichtiger Forschungsdaten begonnen worden waren. Insgesamt sieben Terabyte wissenschaftlicher Daten wurden so vor drohendem Verlust durch Kriegsschäden und Zerstörung bewahrt. Zur raschen Durchführung der für Datensicherung und -transfer notwendigen Arbeiten konnte das DAI mit Hilfe des Kulturerhalt-Programms des Auswärtigen Amts und der Hasso-Plattner Foundation kurzfristige Stipendien für ukrainische Archäologinnen und Archäologen verwirklichen. Zudem stellten das Score Lab des Hasso-Plattner-Instituts und die Max Planck Computing and Data Facility der Max-Planck-Gesellschaft technische Ressourcen zur Verfügung, um die ukrainischen Forschungsdaten an weiteren Standorten redundant zu speichern.

Für diese zahlreichen Beiträge zur Unterstützung von Kolleginnen und Kollegen und die wirkungsvolle Zusammenarbeit für den gemeinsamen Schutz ukrainischen Kulturerbes gilt allen beteiligten Partnerinnen und Partnern großer Dank, insbesondere für die finanzielle Förderung des KulturGutRetter-Projekts durch das Auswärtige Amt und den Deutschen Bundestag.

AKTENSTAUB?

AUSGRABUNGSARBEITEN IN AREAL B IN QURH / AL-MABIYAT,
einem Keramikproduktionsbereich mit Töpferofen.
Foto: F. Weigel, DAI Orient-Abteilung

Ausgrabung und Stadtforschung zur frühislamischen Zeit

Eine neues Forschungsprojekt auf der Arabischen Halbinsel

Das Deutsche Archäologische Institut und die Royal Commission for AlUla (RCU) konnten im vergangenen Jahr ein neues interdisziplinäres Forschungsprojekt in Saudi-Arabien beginnen. Gleichzeitig mit den Ausgrabungen der archäologischen Stätte von Qurh werden vor Ort auch Untersuchungen zur bauhistorischen Stadtforschung durchgeführt und ein Konservierungs- und Nutzungskonzept für den Ort erarbeitet, das die touristische Erschließung mit den wissenschaftlichen Forschungen verknüpft.
Einst an der syrischen Pilgerstrecke zu den heiligen Stätten von Mekka und Medina gelegen, galt das auch in historischen Quellen erwähnte Qurh im Wadi al-Qura als eine der bedeutendsten Städte Arabiens während der Früh- und Mittelislamischen Zeit (7.–12. Jahrhundert n. Chr.). Das neue Projekt unter Leitung von Arnulf Hausleiter (Orient-Abteilung des DAI) ergänzt die von Kolleginnen und Kollegen der King Saud University in Riad durchgeführte Erforschung der unter ihrem modernen Namen al-Mabiyat bekannten Stätte. Die nun aufgenommenen Arbeiten sollen die Besiedlungsgeschichte des *intra muros* 40 Hektar großen Ortes nachvollziehen helfen und dabei auch den Einfluss von Umweltfaktoren auf dessen Entwicklung untersuchen. Zu diesem Zweck werden hydrologische Analysen durchgeführt, die sowohl die prä-moderne Wassernutzung als auch die Risikoabschätzung des heutigen Oberflächenwassers umfassen.
In den Feldforschungen der Jahre 2022 und 2023 konnten mit Hilfe geophysikalischer Untersuchungen bereits weitreichende Erkenntnisse zur urbanen Anlage der Siedlung, ihrer aus Lehmziegeln errichteten Stadtmauer und in ersten Ausgrabungen Einblick in Wohnquartiere und einen Keramikwerkstattbereich samt Brennofen gewonnen werden. Diese und weitere Befunde werden vor Ort nicht nur sorgfältig dokumentiert, sondern auch mit Blick auf künftige denkmalpflegerische Maßnahmen evaluiert.
Das Kooperationsprojekt beinhaltet außerdem ein Mentoring-Programm für lokale und internationale Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler; auch die ortsansässigen Gemeinschaften werden in die Arbeiten und Präsentation der Ergebnisse im Rahmen eines Community Engagement Plans mit einbezogen.

Das Qurh Conservation and Archaeological Project wird in Kooperation mit und gefördert von der Royal Commission for AlUla (RCU) unter Leitung von Arnulf Hausleiter (DAI Orient-Abteilung) durchgeführt. Projektkoordinatoren vor Ort sind Friedrich Weigel (Archäologie) und Katharina Kuntz (Konservierung) sowie Ulrike Siegel (Bauhistorische Stadtforschung).

BLICK AUF DEN NÖRDLICHEN TEIL DES STADTGEBIETS VON QURH / AL-MABIYAT (VON NORDWESTEN GESEHEN).
Foto: U. Siegel, DAI Orient-Abteilung

Abb.: M. Haibt

5.000 JAHRE ALTE BUCHHALTUNG!

Die frühesten Schriftdokumente der Menschheit sind gut 5.000 Jahre alt und stammen aus Uruk-Warka im heutigen Irak. In Ton gedrückte Zeichen halten Verwaltungsvermerke und wirtschaftliche Transaktionen fest. Obwohl die Wirtschaftsweise der frühen urbanen Gesellschaft in Uruk noch nicht ganz verstanden ist, beweisen diese Artefakte, dass Bürokratie schon damals zentraler Bestandteil der Gesellschaft war.

Das hier gezeigte 3D-Modell einer solchen Tontafel ist das Ergebnis der digitalen Dokumentation mittels des *Structure from Motion*-Verfahrens: Mit einem speziell entwickelten Kamerasystem wurden in wenigen Minuten 800 Einzelbildaufnahmen von allen Seiten der Tafel angefertigt, die mit der Software RealityCapture zu einer dreidimensionalen Punktwolke verarbeitet wurden. Das vermaschte und texturierte Resultat ist dem Original zum Verwechseln ähnlich und steht Forschenden weltweit für weitere Untersuchungen zur Verfügung.

MIT EINEM GROSSEN FEST wurde das neue Museum für die Funde der archäologischen Ausgrabungen des Guadalupe-Projekts in Honduras eingeweiht.
Foto: M. Lyons

Ein neues „Zuhause“ für die Funde aus Guadalupe

Nach Ausstellungen in Zürich und Bonn kehren die Ausgrabungsfunde nach Honduras in ein neu gebautes Museum zurück

Die Funde aus den archäologischen Grabungen in Guadalupe (Honduras) unter Leitung von Markus Reindel von der Kommission für Archäologie Außereuropäischer Kulturen (KAAK) des DAI in Zusammenarbeit mit Peter Fux (Museum Rietberg Zürich) und Franziska Fecher (Universität Zürich) waren 2021 und 2022 in Ausstellungen in Zürich und Bonn gezeigt worden. Jetzt kehrten die Objekte wieder nach Honduras zurück, um dauerhaft im neu gebauten Museum von Guadalupe ausgestellt zu werden.
Mit Mitteln der Regula Pestalozzi Stiftung, der Schweizerisch-Liechtensteinischen Stiftung für Archäologische Forschungen im Ausland, des Kulturerhaltfonds des Auswärtigen Amtes, der deutschen Botschaft in Tegucigalpa und des Deutschen Archäologischen Instituts konnten Museumsbau und Ausstellung fertiggestellt und am 1. April 2023 eingeweiht werden. Neben dem Ausstellungsraum stehen in der kleinen Gebäudegruppe jetzt Depoträume, Arbeitsplätze und Sanitäranlagen für weitere archäologische Arbeiten zur Verfügung.
An der Eröffnungszeremonie nahmen der Geschäftsträger der deutschen Botschaft in Tegucigalpa, Thomas Strieder, der Generaldirektor der Denkmalbehörde von Honduras, Rolando Canizales, der Vertreter des Erziehungsministeriums von Honduras, Roberto Miranda, der Bürgermeister von Trujillo, Hector Mendoza, der Verbandsbürgermeister von Santa Fé, Noel Ruiz, und die Leiterin der Grundschule von Guadalupe, Mildred Fernández, teil. Das neue Museum wurde begeistert als wichtiger neuer Baustein der Kulturarbeit von Guadalupe aufgenommen und mit einem großen Fest, mit traditionellem Essen, Trachten und den typischen Tänzen der Garifuna-Bevölkerung eröffnet.
Zwischen 2016 und 2019 führte das archäologische Team mit Unterstützung zahlreicher Einwohner von Guadalupe Ausgrabungen auf dem Gelände der Grundschule durch. In einem Siedlungshügel wurden zahlreiche Überreste einer Kultur gefunden, die vor der Ankunft der Europäer auf dem amerikanischen Kontinent zwischen 900 und 1525 n. Chr. in dieser Gegend beheimatet war. Das Museum zeigt die Objekte, die bei diesen Ausgrabungen vor Ort geborgen und dokumentiert wurden.

Weitere Informationen über die Forschungen der KAAK in Guadalupe finden sich online unter:
https://www.dainst.org/projekt/-/project-display/3011155

DIE NEU ERRICHTETEN MUSEUMSGEBÄUDE beherbergen nun dauerhaft die zuvor in einer Wanderausstellung in Zürich und Bonn gezeigten Funde aus den Ausgrabungen vor Ort. Foto: M. Lyons

BLICK IN DIE AUSSTELLUNGSRÄUME DES NEU GEBAUTEN MUSEUMS VON GUADALUPE.
Foto: M. Reindel

Die Kommission für Archäologie Außereuropäischer Kulturen betrauert den Tod ihres früheren Wissenschaftlichen Direktors

Josef Eiwanger
(1950 – 2023)

Mit großer Trauer verabschieden wir uns von Josef Eiwanger, der am 7. April 2023 im Alter von 73 Jahren verstarb. Von 1994 bis 2015 war er Wissenschaftlicher Direktor der Kommission für Archäologie Außereuropäischer Kulturen (KAAK) des DAI in Bonn.

Josef Eiwanger studierte Ur- und Frühgeschichte, Klassische Archäologie und Geologie in Heidelberg und nahm bereits seit Ende der 1960er Jahre an Grabungen des Heidelberger Instituts in Thessalien und des DAI Kairo auf der Nilinsel Elephantine teil. 1976 war er mit einer Arbeit über die „Keramik und Kleinfunde aus der Damokratia-Basilika in Demetrias/Thessalien“ im Fach Ur- und Frühgeschichte promoviert worden.

Zunächst war Josef Eiwanger Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Abteilung Kairo des DAI, anschließend am Institut für Ur- und Frühgeschichtliche Archäologie der Freien Universität Berlin. Von 1977 bis 1983 untersuchte er die jungsteinzeitliche Siedlung Merimde-Benisalame im westlichen Nildelta, die dieser Epoche in Unterägypten ihren Namen gab.

1988 wechselte er an die Kommission für Archäologie Außereuropäischer Kulturen des DAI in Bonn, deren Wissenschaftlicher Direktor er 1994 schließlich wurde. Mit dem Wechsel zur KAAK begannen auch seine umfangreichen Forschungen in der Republik Togo und im Königreich Marokko.

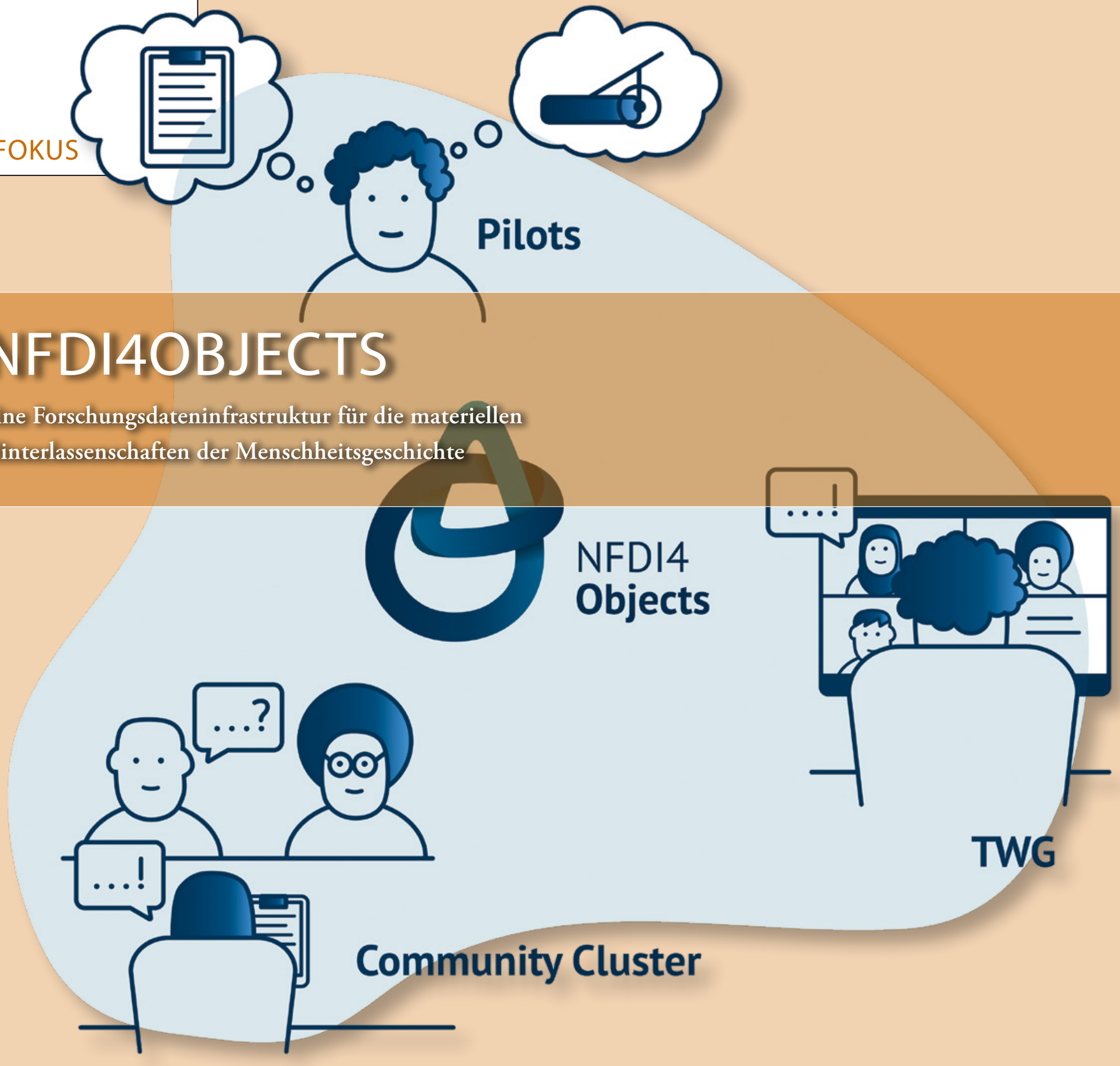
Im kleinen westafrikanischen Land Togo führte er erstmals gezielte Ausgrabungen zum Late Stone Age, zur Eisenzeit sowie Forschungen zu Felsbildern durch und veröffentlichte diese. Parallel kam in Marokko ein Vorhaben zustande, das Josef Eiwanger für die nächsten zwei Jahrzehnte beschäftigen sollte. Die Jahrtausende alte Besiedlungsgeschichte des nördlichen Marokko zu enträtseln blieb fortan seine große Leidenschaft.

Durch seine Initiative entstand nicht nur ein reiches wissenschaftliches Werk zur Archäologie Marokkos, auch viele marokkanische und deutsche Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler bekamen die Möglichkeit ihre akademischen Karrieren hier zu entwickeln. Basierend auf wissenschaftlicher Neugierde und persönlicher Freundschaft entstand so ein großes Netzwerk, das noch heute trägt.

„Ich bin dankbar, dass ich eine Zeit erleben durfte, in der es noch einfach war, archäologische Forschung in den Ländern Nordafrikas zu betreiben.“, beschrieb Josef Eiwanger sein Forscherleben.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der KAAK

DR. JOSEF EIWANGER,
war von 1994 bis 2015 Wissenschaftlicher Direktor der KAAK in Bonn.
Foto: S. Tomasso



NFDI4OBJECTS

Eine Forschungsdateninfrastruktur für die materiellen Hinterlassenschaften der Menschheitsgeschichte

VISUALISIERUNG VON MÖGLICHKEITEN DER COMMUNITY-INTERAKTION IN NFDI4OBJECTS.
Grafik: V. Liebler / i3mainz, CC BY-ND 4.0

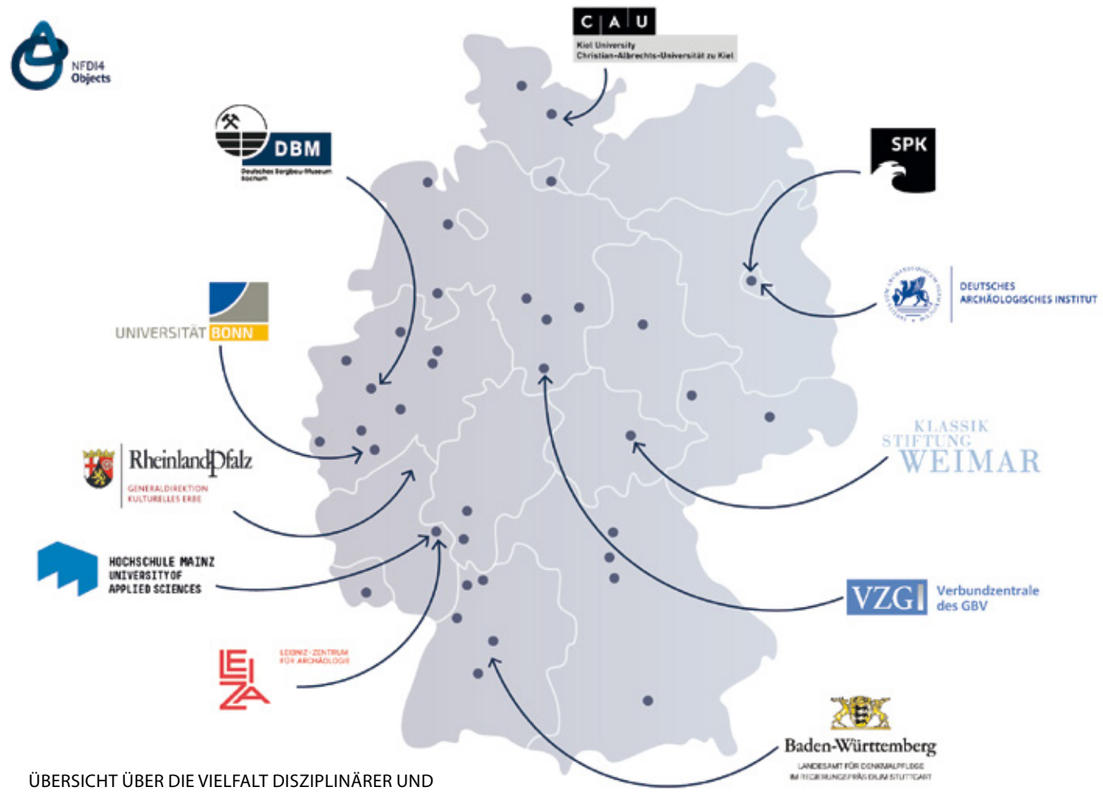
Seit 2018 ist das Deutsche Archäologische Institut als Hauptantragsteller an der Initiative NFDI4Objects beteiligt, die sich im Rahmen der Entwicklungs- und Ausschreibungsprozesse der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) gebildet hat. 2022 wurde der Antrag von NFDI4Objects vom Expertengremium der DFG zur Förderung empfohlen und von der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz von Bund und Ländern im November 2022 in die NFDI aufgenommen. Im März 2023 hat das Konsortium mit seiner Arbeit begonnen.

Nationale Forschungsdaten Infrastruktur

NFDI4Objects
Research Data Infrastructure for the Material Remains of Human History

IM VEREIN NATIONALE FORSCHUNGSDATENINFRASTRUKTUR (NFDI) E.V. werden wertvolle Datenbestände von Wissenschaft und Forschung für das gesamte deutsche Wissenschaftssystem systematisch erschlossen, vernetzt und nachhaltig sowie qualitativ nutzbar gemacht. Abb.: Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) e.V.

MIT NFDI4OBJECTS wird im Rahmen der NFDI-Initiative eine Forschungsdateninfrastruktur für die materiellen Hinterlassenschaften der Menschheitsgeschichte geschaffen. Abb.: V. Liebler / i3mainz, CC BY-ND 4.0



ÜBERSICHT ÜBER DIE VIELFALT DISZIPLINÄRER UND INSTITUTIONELLER ANTRAGS- UND MITANTRAGSSTELLER VON NFDI4OBJECTS. Grafik: K.-Chr. Bruhn

Das NFDI4Objects-Konsortium, seine Mitglieder, sein Arbeitsprogramm und die zugrundeliegenden Herausforderungen des digitalen Forschungsdatenmanagements bilden eine komplexe Struktur. Das Grundproblem, das die Ausgangslage für das Engagement in der NFDI bildet, ist jedoch einfach: Archäologische Forschung ist seit jeher datenintensiv. Archäologinnen und Archäologen gehören deswegen auch zu den *early adoptors*, die schon früh digitale Methoden in ihre Arbeitsprozesse eingebaut haben. Dennoch ist die Archäologie aber aufgrund der ihr eigenen Vielfalt an Fächern, Methoden und Spezialisierungen zwischen Geistes- und Naturwissenschaften auch ein Feld, in dem die Digitalisierung noch einen weiten Weg vor sich hat. Beschreiten müssen diesen Weg alle, die im Feld der Archäologie digitale Daten produzieren, auswerten und nutzen. Also die Gesamtheit der Archäologinnen und Archäologen, da archäologische Arbeit ohne Computer, ohne digitale Kamera, ohne Datenbanken oder ohne Tachymeter nicht mehr möglich ist. Die Herausforderungen, die sich hier stellen, sind gewaltig und zu groß, um von einzelnen Institutionen bewältigt zu werden. Das gilt auch für das DAI, das einerseits bereits große Schritte der Digitalisierung gegangen ist und mit der *iDAI.world* ein breites Spektrum an Diensten anbietet, als weltweit operierendes Institut andererseits aber auch eine große Vielfalt an Fächern und Spezialisierung integriert und damit vor besonderen Herausforderungen der Standardisierung steht. Das Thema „Digitalisierung" dieser Ausgabe von *Archäologie Weltweit* bietet eine gute Gelegenheit, das Programm von NFDI4Objects und seinen Nutzen für alle Forscherinnen und Forscher zu erläutern. Wir wollen darlegen, was das DAI in die Initiative einbringt und was es durch sie gewinnen kann – und vor allem auch zum Mitmachen motivieren.

DIE NATIONALE FORSCHUNGSDATENINFRASTRUKTUR (NFDI)

Als Grundlage wissenschaftlichen Arbeitens sind digitale Daten unerlässlich. Bislang sind sie allerdings häufig dezentral, projektbezogen oder nur auf Zeit verfügbar. Um der Wissenschaft digitale Daten nachhaltig zur Verfügung zu stellen, müssen sie gut dokumentiert, dauerhaft archiviert und für eine weitere Nutzung vorgehalten werden. Abgeleitet von dieser These verfolgt die NFDI das Ziel einer nachhaltigen, qualitativen und systematischen Sicherung, Erschließung und Nutzbarmachung von Forschungsdaten. Auf der Grundlage der FAIR-Prinzipien (**F**indable, **A**ccessible, **I**nteroperable, and **R**e-usable) soll ein Forschungsdatenmanagement etabliert und eine Anbindung und Vernetzung zu internationalen Initiativen wie der European Open Science Cloud (EOSC) geschaffen werden. Zur NFDI gehören derzeit 26 Konsortien und der Verbund von Konsortien, Base4NFDI. Diese wurden in einem wissenschaftsgeleiteten Verfahren, welches die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) gesteuert hat, ausgewählt. Die Konsortien decken vielfältige Wissenschaftsdisziplinen ab: von Kultur-, über Sozial-, Geistes- und Ingenieurwissenschaften bis hin zu Lebens- und Naturwissenschaften. Das Direktorat und die Geschäftsstelle der NFDI wurden in Karlsruhe eingerichtet. Seit dem 1. März 2021 ist der *Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) e. V.* als Verein zudem eine eigene Rechtspersönlichkeit. Das DAI ist wie ein Großteil der in NFDI4Objects vertretenen Institutionen Mitglied des Vereins NFDI und als solches in der Mitgliederversammlung der NFDI abstimmungsberechtigt (siehe auch **https://www.nfdi.de**).

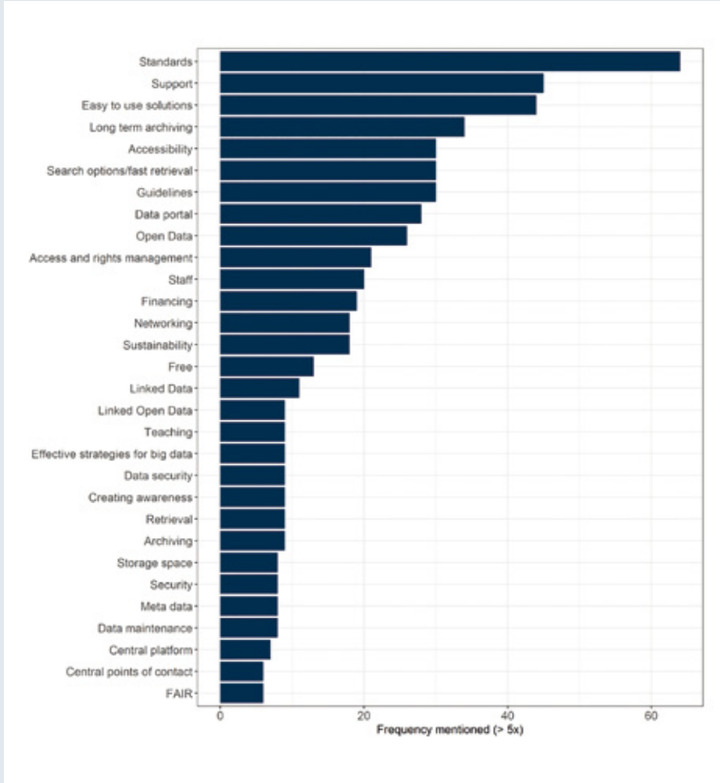
NFDI4OBJECTS

NFDI4Objects repräsentiert eine breite Gemeinschaft, die sich mit den materiellen Überresten der Menschheit seit den Anfängen der Menschheitsgeschichte beschäftigt. Sie umfasst zahlreiche Fachrichtungen aus den Geistes- und Naturwissenschaften und viele unterschiedliche Institutionen wie Universitäten, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, Denkmalämter, Museen und Verbände, die durch gemeinsame Anforderungen an das Forschungsdatenmanagement (FDM) miteinander verbunden sind. In der deutschen Archäologie hat es eine solch große Antragsallianz verwandter Disziplinen und Institutionen bislang noch nicht gegeben.

Seit 2018 entsteht das Netzwerk in einem Bottom-up-Prozess. Das gemeinsame Ziel, das FDM in unseren Disziplinen maßgeblich voranzutreiben, hat während der Vorbereitung von NFDI4Objects beeindruckende Synergien ausgelöst. Das DAI ist Haupantragsteller des Konsortiums, in der Leitung der Task Areas (TA) treten das Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg und die Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn (TA1 Documentation), das Leibniz-Zentrum für Archäologie (LEIZA) (vormals Römisch-Germanisches Zentralmuseum Mainz (RGZM)) und die Stiftung Preußischer Kulturbesitz (TA2 Collecting), die Christian-Albrechts-Universität zu Kiel und das Deutsche Bergbau-Museum Bochum (TA3 Analytics and Experiments), die Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz und das LEIZA (TA 4 Protecting), die Verbundzentrale des GBV Göttingen und die Zentralen Wissenschaftlichen Dienste des DAI (TA5 Storage, Access and Dissemination), die Hochschule Mainz und das Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte Berlin (TA6 Qualification, Integration and Harmonisation) als mitantragstellende Institutionen hinzu. Das DAI leitet die TA7 Support and Coordination.

Der Begriff „Objekt" im Sinne von NFDI4Objects deckt das gesamte Spektrum der Spuren und Hinterlassenschaften vergangener menschlicher Aktivitäten ab: von Artefakten über Ökofakte, archäologische Befunde und Architektur bis zu anthropogen geformten Landschaften. Durch die vielfältigen Objektkontexte und komplexe (Objekt-)Biografien stellen sie eine besondere Herausforderung für das FDM dar. Hinzu kommt, dass Objekte nicht statisch sind, sondern sich in Raum und Zeit bewegen. Nur

DER EINSATZ KOMPLEXER DIGITALER DOKUMENTATIONSTECHNOLOGIE IM ARCHÄOLOGISCHEN FORSCHUNGSALLTAG verdichtet die verfügbaren Informationen über Fundkontexte und die Untersuchungsgegenstände selbst (hier im Bild bei Ausgrabungen durch Kolleginnen und Kollegen der RGK des DAI auf der sog. Toteninsel in Schwerin). Auch die Fülle dieser Daten muss sorgfältig kuratiert und nachhaltig archiviert werden. Foto: R. Scholz , DAI-RGK



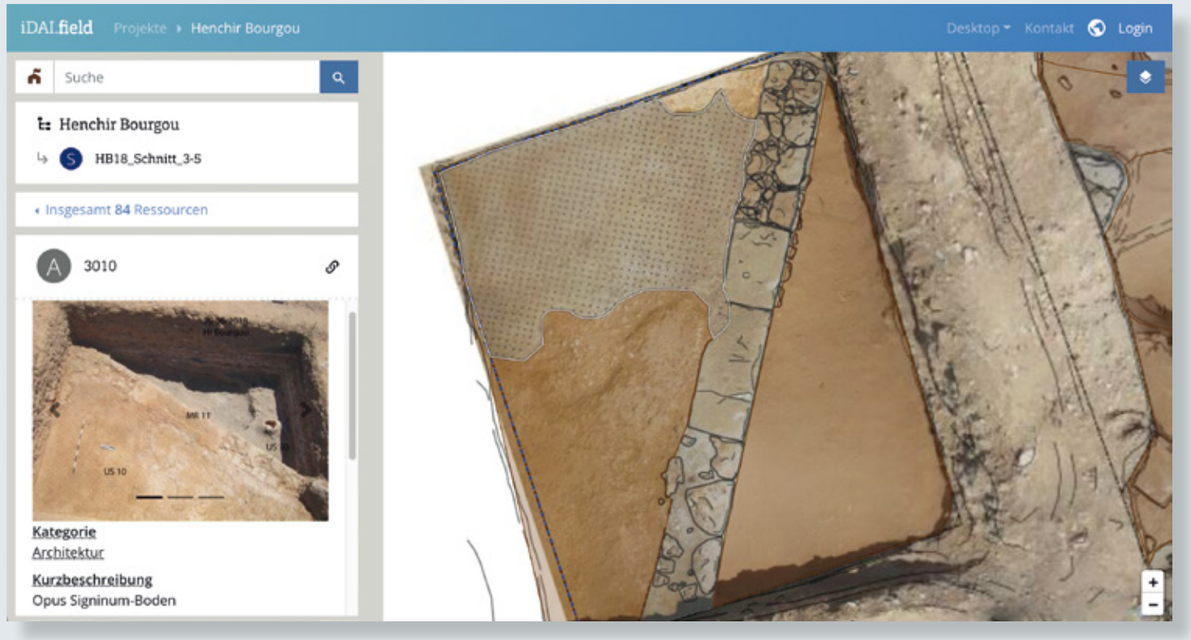
TEILERGEBNIS EINER NFDI4OBJECTS-UMFRAGE INNERHALB DER FORSCHUNGSCOMMUNITY nach Bedürfnissen und Anforderungen eines Forschungsdatenmanagments im Arbeits- und Forschungsalltag.
Grafik aus: S. C. Schmidt et al., Preliminary report on the NFDI4Objects survey, 25 September 2020 , https://osf.io/zcexm

ZIELE UND ARBEITSPROGRAMM VON NFDI4OBJECTS

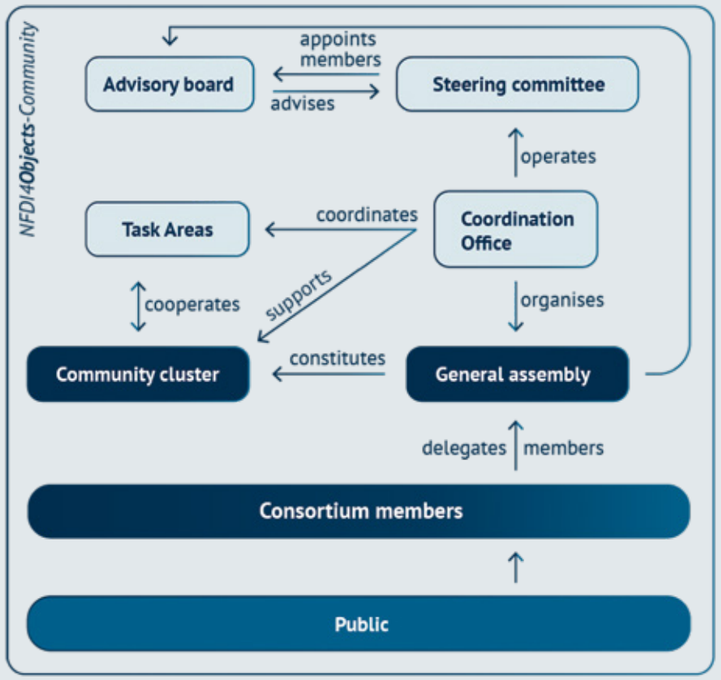
mit ausreichender Kontextinformation über ihre ursprüngliche Fundsituation, Fundumstände sowie über Erhaltungsbedingungen usw. können sie verstanden werden. Objekte verändern sich fortwährend durch Gebrauch, Zerfall und Restaurierung. Im Zuge einer Ausgrabung wird zudem ihr Kontext oft unwiederbringlich zerstört. In Sammlungen werden die Objekte häufig neu kombiniert und geordnet, aber auch immer wieder nach sich ändernden Forschungsparadigmen interpretiert. Das Potenzial, Objekte in ihren sich verändernden Kontexten digital zu erforschen, ist für zahlreiche Disziplinen zentral. In den letzten 30 Jahren haben rasante Entwicklungen in der Messtechnik (z. B. geodätische GNSS-Verfahren (Global Navigation Satellite Systems), Totalstationen, LiDAR-Scanning), Online-Vernetzung, IT-Dienste und komplexere Softwarepakete (wie relationale Datenbanken (RDBMS), Geografische Informationssysteme (GIS) oder Computer-aided Design (CAD)) zu einer stark fragmentierten, heterogenen Welt einzelner Routinen und Strategien im Umgang mit digitalen Forschungsdaten geführt. Ein Problem ist dabei, dass objektbezogene Forschung nach wie vor meist innerhalb spezifischer disziplinärer Strukturen betrieben wird und durch unterschiedliche rechtliche und organisatorische Rahmenbedingungen eingeschränkt ist.

Die Erarbeitung des Programms von NFDI4Objects ist in starker Rückkopplung an die Community erfolgt. Zentral waren hierbei mehrere breit in die Fachgemeinschaft gestreute Umfragen, an denen insgesamt über 1.000 Fachkolleginnen und -kollegen teilgenommen haben (mehr dazu auch unter: **https://osf.io/zcexm**). Die Umfrageergebnisse verdeutlichen Bedarfe in unterschiedlichen Bereichen, allen voran dem Bereich der **FDM-Standards**. Standardisierung hilft dabei, verschiedene Datensätze miteinander in Beziehung zu setzen und auch über Institutions-, Sprach- und Disziplingrenzen hinweg auffindbar, verständlich, zugänglich und interoperabel zu machen. Hierfür sind in der heterogenen archäologischen Welt jedoch noch viele Einigungen zu erzielen und ein gemeinsames Verständnis von Datenqualität zu entwickeln, um (Meta-)Daten zu verbessern und sie in dauerhaft zugängliche öffentliche Bereiche zu überführen (z. B. Repositorien, Datenportale, Archive, Discovery-Systeme oder Informationsinfrastrukturen). Für die Akzeptanz und spätere Nutzung von Standards ist es daher wichtig, eine möglichst große Gruppe von Kolleginnen und Kollegen in die Entwicklung mit einzubeziehen. Dabei können auch einzelne Institutionen wie das DAI, dem sich die Herausforderungen der Standardisierung auch innerhalb der eigenen Institution stellen, stark von der NFDI profitieren. NFDI4Objects wird daher gemeinsame Standards und Spezifikationen für hochwertige und FAIRe objektbezogene Daten entwickeln, und zwar in Form von Archivierungsrichtlinien mit Format- und Metadaten-Mappings, Kuratierungsprozessen und unterstützenden Tools. Dem liegt ein partizipativer und transparenter N4O-Commons-Prozess (siehe unten) zugrunde, der die Mitwirkung Vieler ermöglicht.

Ein großer Bedarf zeigt sich auch im Bereich von **Schulungen und Fortbildungen** zur Steigerung von *data literacy* und Datenkompetenz. Die Umfragen haben gezeigt, dass dies für alle unterschiedlichen institutionellen Bereiche im Feld von NFDI4Objects gilt und dort jeweils für alle Alters- und Statusgruppen. NFDI4Objects wird geeignete Lehr- und Lernmaterialien entwickeln, die sich an den Bedürfnissen der Community orientieren und so eine zeitgemäße Aus- und Weiterbildung im Forschungsdatenmanagement ermöglichen. Darüber hinaus werden Fortbildungsveranstaltungen zur Ergänzung bestehender universitärer und außeruniversitärer Angebote unterstützt und Qualifikationsprofile erarbeitet.
Die **dauerhafte und nachhaltige Verfügbarkeit von altertumswissenschaftlichen Forschungsdaten** (die nicht selten den einzig verbliebenen Zugriff auf nicht mehr vorhandene archäologische Quellen und Kontexte darstellen) sowie ihre Langzeitarchivierung konnte mit der Umfrage als weiteres drängendes Problem identifiziert werden. Das DAI wird NFDI4Objects hier durch die Bereitstellung des altertumswissenschaftlichen Forschungsdatenzentrum IANUS unterstützen und zur langfristigen und nachhaltigen Verfügbarkeit von Forschungsdaten beitragen. Durch die kollaborative Überarbeitung der Richtlinien für den Umgang mit altertumswissenschaftlichen Daten (bisher als „IANUS-IT-Richtlinie" bekannt) im Konsortium werden Grundlagen für einen einheitlichen und qualitätsgesicherten Workflow für die Langzeitverfügbarkeit gelegt.
Großer Bedarf zeigte sich des Weiteren im Bereich **Support und Unterstützung**. NFDI4Objects bietet daher über einen zentralen Helpdesk Rat und Unterstützung in allen Bereichen des FDM an, von der primären Quellendokumentation bis hin zu Publikation und Langzeitsicherung im gesamten Lebenszyklus von Forschungsdaten.
NFDI4Objects dient durch das gemeinsam mit der Community entwickelte Arbeitsprogramm der Verbesserung von digitalen Forschungs- und Arbeitsprozessen. Es tritt für die Etablierung der FAIR-Prinzipien ein und begleitet aktiv die digitale Transformation der Arbeitsmethoden. NFDI4Objects stellt sich der Aufgabe, große und komplexe **Datenbestände zu erschließen** und gleichzeitig den nachhaltigen und langfristigen internationalen Zugang zu digitalen Ergebnissen von Forschungsprojekten entsprechend den Bedürfnissen der Nutzenden zu ermöglichen. Und schließlich steht das Konsortium für ein gemeinsames Portfolio von fachgerechter **Beratung** sowie zuverlässigen, bedarfsorientierten und sicheren **Diensten** im konsortialen Netzwerk.



OPEN SOURCE-FACHANWENDUNGEN wie das am DAI entwickelte *iDAI.field* erlauben eine flexibel strukturierte aber einheitliche Erfassung alter und neuer Forschungsdatenbestände (hier das Beispiel eines Grabungsbefundes aus Henchir Bourgou, Tunesien). Screenshot: J. Notroff



DIE N4O GOVERNANCE STRUKTUR. Grafik: V. Liebler / i3mainz, CC BY-ND 4.0

FOKUS

DAS DAI IN NFDI4OBJECTS

Das DAI ist hauptantragstellende Institution des Konsortiums NFDI4Objects. Für die große Fachgemeinschaft in dessen Bereich, also Forscherinnen und Forscher, Praktikerinnen und Praktiker, deren Arbeitsschwerpunkte auf dem materiellen Erbe von rund drei Millionen Jahren Menschheits- und Umweltgeschichte liegen, geht NFDI4Objects Herausforderungen des Forschungsdatenmanagements an, die sich auf anderer Ebene auch dem DAI selbst stellen. Das Institut übernimmt in NFDI4Objects unterschiedliche Aufgaben. Die **Task Area 7 „Support and Coordination"** wird von einem Arbeitsstab um den Generalsekretär als Sprecher des Konsortiums geleitet. TA7 ist das administrative Rückgrat der Konsortialinitiative, das den effizienten Betrieb des Konsortiums gewährleistet und Haupt- und Mitantragsteller vereint. TA7 steuert die strukturelle und inhaltliche Ausformung des Konsortiums nach innen und außen, koordiniert die Prozesse zwischen den Aufgabenbereichen, sichert die wissenschafts- und communitygetriebene Weiterentwicklung des Konsortiums und entwickelt spezifische Qualifikations- und Weiterbildungsangebote. Der Arbeitsbereich bildet die erste Anlaufstelle, nicht nur zu konsortialinternen Fragen sondern für die gesamte Community. Maßgeblich für die communityorientierte Organisationsstruktur von NFDI4Objects ist die Einrichtung des Front Office mitsamt Help Desk, angegliedert an der Zentrale des DAI. Unsere Konsortialmitglieder aber auch externe Personen und Einrichtungen können sich an diese zentrale Stelle wenden, um Hilfe rund um das Thema FDM zu erhalten bzw. an die entsprechenden Arbeitsbereiche weitervermittelt zu werden. Für die stetige Weiterentwicklung des Konsortiums und die unkomplizierte Einbindung neuer Mitstreiter in der NFDI werden niederschwellige Aufnahmeprozesse und Anreize geschaffen.

Die **Task Area 5 „Storage, Access and Dissemination"**, das „technische Herz" von NFDI4Objects, wird vom Arbeitsbereich IIS als Vertretung der Zentralen Wissenschaftlichen Dienste (ZWD) des DAI gemeinsam mit der Verbundzentrale des GBV in Göttingen (VZG) geleitet. Die ZWD sind die direkte Schnittstelle der DAI-Infrastruktur zur Nationalen Forschungsdateninfrastruktur. Neben der großen Verantwortung, die das DAI mit der Leitung von NFDI-4Objects für die wissenschaftliche Community übernommen hat, bietet die NFDI dem DAI die Chance, eigene Kompetenzen in die Entwicklung einzubringen, durch die bereitgestellten Dienste zu gewinnen und mit der Bereitstellung des Forschungsdatenzentrums IANUS zur nachhaltigen Verfügbarkeit von altertumswissenschaftlichen Forschungsdaten beizutragen. Zentral ist zudem, dass die vom DAI in NFDI4Objects eingebrachten Komponenten der *iDAI.world* (neben IANUS sind das *iDAI.field*, *iDAI.gazetteer*, *iDAI.chronontology*, *iDAI.thesauri*) stark von der Arbeit mit der großen NFDI-Community profitieren können.

Dies sei am Beispiel von *iDAI.field* erläutert: *iDAI.field* ist eine Fachanwendung für die Erfassung von Grabungs- und Primärdaten, die seit 2016 am DAI als *Open Source*-Anwendung entwickelt wird. Die Anwendung bietet weltweit einmalige Möglichkeiten zur flexiblen strukturierten Erfassung von Alt- und Neudatenbeständen von Feldprojekten (Grabungen, Surveys, Bauaufnahmen etc.) und ist ein wesentliches Werkzeug für die strukturell einheitliche Erfassung von Forschungsdaten. *iDAI.field* hat eine am Grabungsprozess orientierte IT-Architektur (bestehend aus den Softwarekomponenten Field Desktop, Field Hub und Field Web) und kann vom Nutzer als Desktop- oder Serverversion auch selbst konfiguriert werden. *iDAI.field* muss in den kommenden Jahren konsequent weiterentwickelt werden. Aufgrund seiner Natur als Eigenentwicklung erfordert *iDAI.field* dabei große Ressourcen. Da *iDAI.field* aber auch außerhalb des DAI eine gefragte Lösung darstellt und von einer stetig zunehmenden Zahl von Institutionen genutzt wird, soll es zukünftig als *Open Source*-Projekt innerhalb von NFDI-4Objects weiterentwickelt und durch eine internationale Community getragen werden. Dem DAI bietet sich die Chance, auf Wissen und Partizipation einer großen Gemeinschaft zurückgreifen zu können. Die internationale Community erhält im Gegenzug eine technische Plattform, um Innovationen in der Primärdokumentation unmittelbar auch in Software umzusetzen.

Neben TA5 und TA7 sind Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des DAI in allen anderen Task Areas engagiert (ausführlicher zu den Task Areas ein Beitrag des NFDI4Objects-Teams in *Blickpunkt Archäologie 2/2021)*.

PARTIZIPATION UND DIE N4O COMMONS

NFDI4Objects hat verschiedene Strukturen und Instrumente erarbeitet, die über akademische Disziplingrenzen und Netzwerke hinweg die Etablierung von standardisierten Prozessen und Praktiken unter aktiver Beteiligung der Community erlauben. Zu den Beteiligungsformaten gehören Community Cluster (CC), Temporary Working Groups (TWG) und TRAILs (Task-Related Activities for the Implementation and Launch of Services), mit deren Hilfe *good* in *best practices* umgewandelt sowie Strukturen und Dienstleistungen bereit- und sichergestellt werden. Die Governance von NFDI4Objects stärkt dabei die Zusammenarbeit über Disziplingrenzen hinweg und schafft nachhaltige Prozesse für die langfristige Zusammenarbeit. Vorgesehen sind hier mehrere Entitäten, die die Kommunikation bündeln und die Entscheidungsfindung steuern. So können an NFDI4Objects beteiligte Institutionen in

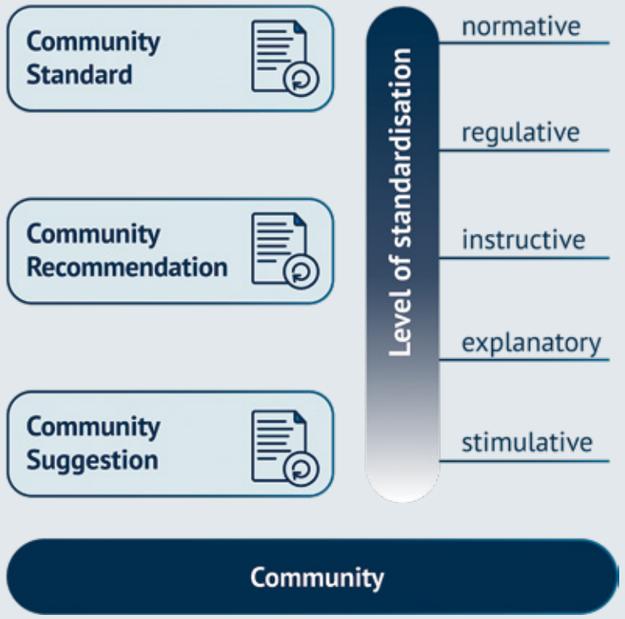
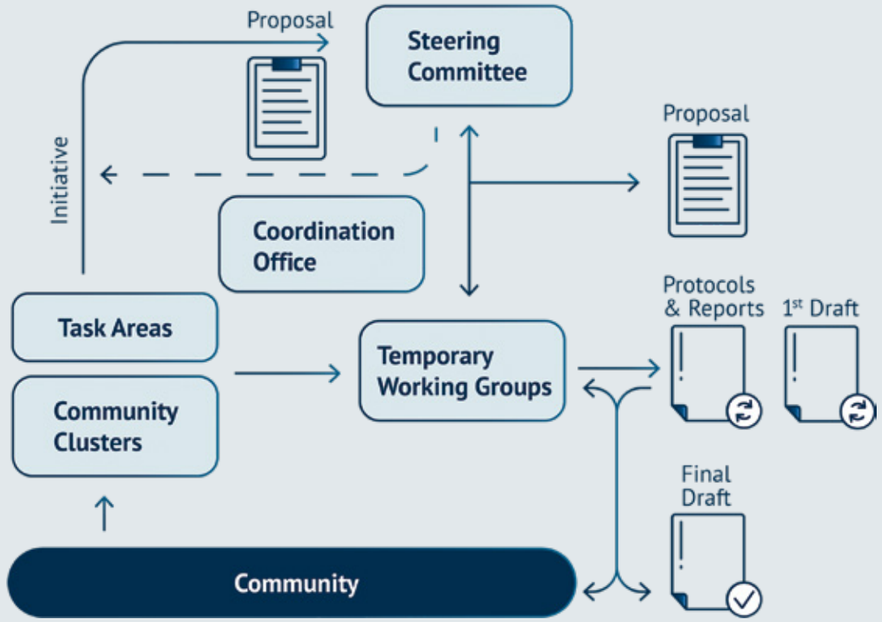


ILLUSTRATION DES ZUNEHMENDEN STANDARDISIERUNGSGRADS VON COMMONS-BEITRÄGEN IN NFDI4OBJECTS. Die N4O-Commons sind ein Online-Portal, in dem Ergebnisse gesammelt und öffentlich zugänglich gemacht werden. Sie repräsentieren den Konsens über Vorschläge, Empfehlungen und Standards der Community.
Grafik: V. Liebler / i3mainz, CC BY-ND 4.0



SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DES VERFAHRENS ZUR ENTSCHEIDUNGSFINDUNG DER COMMONS.
Grafik: V. Liebler / i3mainz, CC BY-ND 4.0

der General Assembly (GA), die über alle Aspekte der formalen Normungsprozesse in NFDI4Objects entscheidet, grundsätzliche Fragen mitbestimmen.

Um den Bedürfnissen der heterogenen Forschungscommunity gerecht zu werden, besteht ein Hauptziel von NFDI4Objects darin, Community Standards zu definieren und eine entsprechende Architektur von Services zu entwickeln, die diese bedienen. Wie aber funktioniert das nun? NFDI4Objects streut über alle Informationskanäle breit die Themen, an denen dem Arbeitsprogramm folgend gearbeitet wird. Wenn eine Fachkollegin oder ein Fachkollege an einem bestimmten Thema interessiert ist, kann man dem entsprechenden **Community Cluster** (CC) beitreten, an den virtuellen Treffen teilnehmen und sich aktiv einbringen oder der inhaltlichen Arbeit über die veröffentlichten Ergebnisprotokolle der Sitzungen folgen. Die CCs sind thematisch auf Ziel- und Interessengruppen zugeschnitten, z. B. zu Normdaten und Thesauri, Semantischer Modellierung und Linked Open Data sowie Research Software Engineering. CCs diskutieren Themen und arbeiten mit entsprechenden Strukturen in anderen NFDI-Konsortien zusammen. Sie treffen sich regelmäßig und dokumentieren ihre Aktivitäten und Ergebnisse in den N4O Commons.

Gibt es ein Anliegen zu einem spezifischen Problem, das einer Lösung bedarf, kann man aus einem CC heraus die Gründung einer **Temporary Working Group** (TWG) anstoßen. TWGs sind zeitlich begrenzte Arbeitsgruppen mit dem klaren Ziel der Erzeugung von Lösungsdokumenten und werden vom Steering Committee eingesetzt. Sie sind in NFDI4Objects das entscheidende Partizipationsformat, in dem *community suggestions*, *community recommendations* und *community standards* entwickelt werden. Hierfür gibt es einen präzise definierten Ablauf: Die TWG erarbeitet zuerst einen Entwurf für einen verschriftlichten Lösungsvorschlag (Version 1). Dieser wird vom Steering Committee geprüft und anschließend als vorläufiges Arbeitsergebnis veröffentlicht. Nach einer zeitlich begrenzten öffentlichen Kommentierungsphase geht das kommentierte Dokument wieder in die TWG. Diese arbeitet die Ergänzungen ein und erstellt daraus die abschließende Version (Version 2), die in der General Assembly zur Abstimmung gestellt wird und bei Annahme als Community-Dokument in die **N4O-Commons** einfließt. Die N4O-Commons sind ein Online-Portal, in dem Ergebnisse, die von NFDI4Objects entwickelt, gesammelt und öffentlich zugänglich gemacht werden. Die N4O Commons repräsentieren den Konsens über Vorschläge, Empfehlungen und Standards der Community (Whitepaper), *good* und *best practices*, technische Beschreibungen (Bluepaper), Open Educational Resources (OERs) und Empfehlungen für die Entwicklung von Diensten. Schon in der Entwicklungsphase kann der Erstentwurf eines Dokuments, das von Anfang an ein von Expertinnen und Experten verfasstes Papier ist, große Wirkung entfalten. Nach Veröffentlichung der Endfassung des geplanten Dokuments und damit nach erfolgreichem Erreichen ihres Arbeitszieles beendet die dafür eingerichtete TWG ihre Arbeit.

Neben der Mitarbeit an den Entwicklungsprozessen von Dokumenten in Community Clustern und Temporary Working Groups gibt es vielfache andere Möglichkeiten, aktiv an NFDI4Objects teilzunehmen. Dazu gehört die Unterstützung zur Teilnahme an den Jahrestreffen von NFDI4Objects und an sog. TRAILs, Datenstipendien sowie verschiedene Finanzierungsmöglichkeiten von IT-Projekten zu den geförderten Formaten. TRAILs erweitern die N4O-Services und N4O-Commons und bieten mit flexiblen Mitteln begrenzte Ressourcen zur Umsetzung von Services. Die IT-Projektförderung in NFDI4Objects sowie die Datenstipendien sollen es den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern und besonders dem wissenschaftlichen Nachwuchs ermöglichen, Datensätze oder Softwarelösungen über mehrere Monate zu verfeinern, um sie in die N4O-Servicearchitektur zu übertragen.

Weitere Details und Hintergründe zur Rolle und Arbeit des NFDI4Objects-Konsortiums innerhalb der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur sowie Aktuelles auch online unter: **https://www.nfdi4objects.net**

Danksagung: Ein herzliches Dankeschön dem ganzen Team von NFDI4Objects und in besonderer Weise Florian Thiery, Christin Keller, Kai-Christian Bruhn und Benjamin Ducke.

DR. PHILIPP VON RUMMEL
ist seit 2014 Generalsekretär des DAI. Er ist Sprecher des Konsortiums NFDI4Objects.
Foto: K. Vogel

APPS FÜR DEN KULTURERHALT

KulturGutRetter digital im Einsatz

Wenn im Falle einer Krise Kulturgut bedroht ist, sind schnell verfügbare Daten und eine gute digitale Infrastruktur wichtige Voraussetzungen. Das Projekt KulturGutRetter (KGR) entwickelt auch digitale Lösungen für die Lageerkundung aus der Ferne und die Notfalldokumentation von Kulturerbe vor Ort in Krisensituationen weltweit.

MIT FIELD DESKTOP (*iDAI.FIELD*) verfügt das DAI über eine Eigenentwicklung für die digitale archäologische Felddokumentation, die auch für die Dokumentation von Kulturgut geeignet ist.
Foto: E. Götting-Martin

SAMMELN VON FERNERKUNDUNGSDATEN MIT EINEM UAV (UNMANNED AERIAL VEHICLE) bei einem Praxistest der KulturGutRetter. Foto: E. Götting-Martin

DIE OPEN SOURCE SOFTWARE QFIELD wird von IT-Fachleuten des DAI auf die Bedarfe der KulturGutRetter angepasst. Foto: E. Götting-Martin

„KULTURGUTRETTER – ERSTE HILFE FÜR KULTURERBE IN DER KRISE“

Naturkatastrophen und extreme Wetterereignisse infolge des Klimawandels bedrohen immer häufiger das kulturelle Erbe weltweit. Auch Baudenkmäler, historische Stadtquartiere, Museen, Archive und Bibliotheken werden Opfer von Überschwemmungen, wie etwa im Fall der Flutkatastrophe in Westdeutschland im Sommer 2021, oder von zerstörerischen Erdbeben, wie zuletzt in der Türkei und in Syrien Anfang dieses Jahres. Welterbestätten wie die königliche Stadt und die Pyramiden von Meroë im Sudan sind infolge von Nilfluten und Winderosion durch fortschreitende Desertifikation stark gefährdet. Hinzu kommen menschengemachte Ereignisse, wie etwa die Explosion im Hafen von Beirut 2020, bei der zahlreiche historische Bauten sowie Museen beschädigt oder zerstört wurden. Um in solchen Krisenfällen Kulturgut schnell und effizient schützen und bewahren zu können, initiierten das Deutsche Archäologische Institut (DAI), das Technische Hilfswerk (THW) und das Leibniz-Zentrum für Archäologie (LEIZA, vormals RGZM) den Mechanismus KulturGutRetter (KGR).

DER EINSATZ BEGINNT – FERNERKUNDUNG UND DATENERFASSUNG

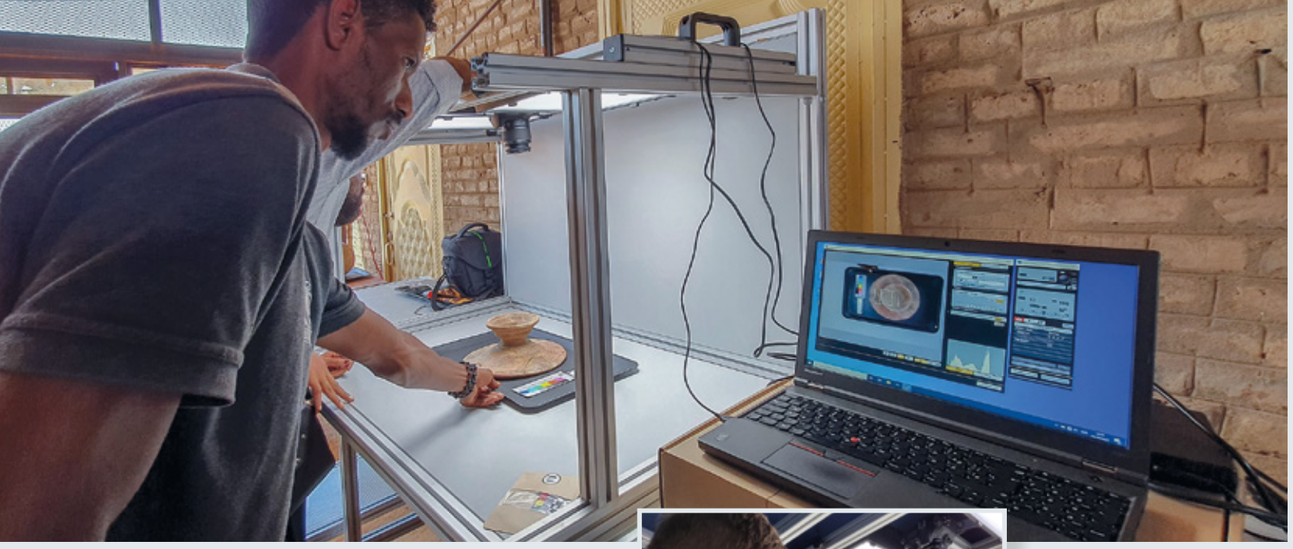
Einem internationalen Hilfeersuchen folgend, sollen Teams von Expertinnen und Experten für die Notversorgung von Kulturgut zukünftig im Rahmen der internationalen Katastrophenhilfe über die Europäische Union aktiviert und aus Deutschland entsandt werden. Nach der Bestätigung des Einsatzes sammeln Fachleute im Planungsstab bereits bevor das Erkundungsteam am Einsatzort eintrifft alle verfügbaren Informationen. Mithilfe von Fernerkundungsdaten wie z.B. Satellitenaufnahmen tragen die KulturGutRetter einen ersten Überblick über den Einsatzort sowie das betroffene Kulturerbe zusammen. Fotos, Planmaterial und weitere Daten werden strukturiert in digitalen Systemen abgelegt und stehen dem KGR-Einsatzteam bei seiner Ankunft vor Ort auf mobilen Geräten zur Verfügung. Bei der Recherche können die KulturGutRetter zukünftig auch auf ein Netzwerk von ehrenamtlichen Expertinnen und Experten zurückgreifen, die sie beratend unterstützen.
Im Vorfeld definierte, erprobte und eingeübte Minimale Standardprozeduren (MSP) stellen sicher, dass alle Teammitglieder einheitliche und abgestimmte Standards befolgen, auch wenn sie an verschiedenen Standorten arbeiten. Dies betrifft die Dokumentation des Zustands (Fotos, Zeichnungen, schnelle 3D-Dokumentation), die Bewertung und Priorisierung von Schäden sowie die Durchführung erster Notfallmaßnahmen (Sortierung, Reinigung, Bergung, Notkonservierung und -stabilisierung sowie Lagerung).

APPS FÜR DEN EINSATZ AM KRISENORT

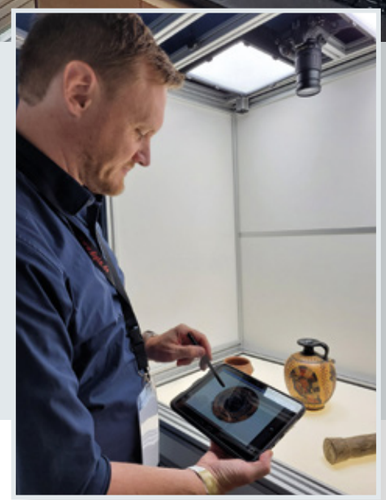
Ist beispielsweise ein historisches Museumsgebäude durch ein Erdbeben beschädigt, stehen die Expertinnen und Experten vor der Aufgabe, Schäden am Gebäude zu dokumentieren und zu bewerten und Sammlungsobjekte zu identifizieren, die geborgen werden müssen. Nachdem zunächst geprüft wurde, ob das Betreten des Museums sicher ist, kann die Arbeit beginnen. Digitale Anwendungen sind für diese und alle folgenden Schritte des Einsatzes sehr wichtig, um die großen Mengen an Daten effizient zu erfassen und weiterzuverarbeiten.

Dafür adaptieren KGR-Fachleute am IT-Referat des DAI zwei Apps: *iDAI.field* und *QField*. Durch entsprechende Anpassungen und vorbereitete, digitale Eingabemasken können mit den Applikationen sehr schnell und effizient Informationen im Einsatz erfasst werden. Beide Anwendungen sind *open source*, was es ermöglicht, die Daten später auch durch andere Anwendungen zu nutzen und weiterzuverarbeiten.

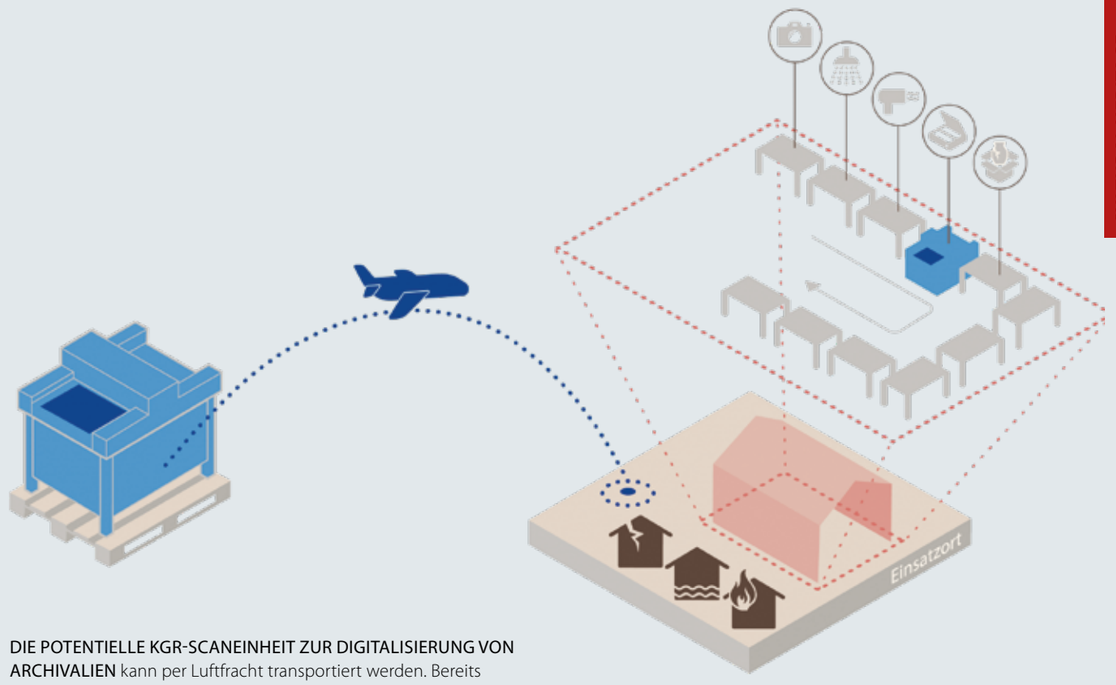
Das IT-Team der KulturGutRetter entwickelt die App *QField* weiter, um am Einsatzort schnell und exakt Daten aufzunehmen und mittels Synchronisierung aller im Einsatz verwendeten Geräte den Überblick über dessen Fortgang sicherzustellen. Mit mobilen Endgeräten verortet und kartiert das Einsatzteam beispielsweise Gebäudestrukturen und Sammlungsobjekte, bewertet deren Zustand und definiert und priorisiert entsprechende Notmaßnahmen. Die Expertinnen und Experten sind in der Lage, Objekte und Baudenkmale zu annotieren und mit Informationen anzureichern. Erstellte Fotodaten und Kartierungen sind einfach mit den einzelnen Gegenständen und Gebäuden verknüpfbar.
Field Desktop (*iDAI.field*) ist eine DAI-eigene Software, die für die archäologische Feldarbeit entwickelt wurde und flexibel auf die Bedarfe der KulturGutRetter angepasst wird. Das Programm eignet sich insbesondere für die strukturierte Erschließung von Gebäuden und der darin enthaltenen Befunde und Sammlungsstücke sowie für die Ablage und Pflege der zugehörigen Informationen und Daten. Es stellt damit eine wichtige Plattform am Übergang zur Nachsorge und der Übergabe von Daten an die betroffene Institution dar.



TRAINING VON MUSEUMSPERSONAL DES SUDANESISCHEN NATIONALMUSEUMS IN MEROË am KGR-Modultisch für die fotografische Dokumentation und Einführung in die Software. Foto: P. Wolf



ERPROBUNG DER FOTOSTATION. Die Fotosoftware kann mittels Tablet oder Notebooks genutzt werden. Foto: E. Götting-Martin



DIE POTENTIELLE KGR-SCANEINHEIT ZUR DIGITALISIERUNG VON ARCHIVALIEN kann per Luftfracht transportiert werden. Bereits während des Scanvorgangs beginnt die künstliche Intelligenz zu puzzeln und zusammengehörige Fragmente zu identifizieren. Grafik: M. Pasternak

WO IST DAS GERETTETE KULTURGUT? TRACKING MITTELS QR-CODE

Im Einsatz dokumentieren die Kulturgutfachleute zudem jeden zu bergenden Gegenstand fotografisch zusammen mit einer beigelegten ID-Card, die mit einem QR-Code sowie einer laufenden, eineindeutigen Nummer versehen ist. Diese ist dem Objekt im weiteren Prozess zugewiesen und ersetzt damit unter anderem langwieriges Ausfüllen und Einpflegen von Fundzetteln auf Papier. Die Fachleute bergen die Sammlungsgegenstände und bringen sie in das mobile Notfalllabor, wo sie archäologische Objekte, Archivalien oder anderes Kulturgut erstversorgen und verpacken. Diese Schritte erfolgen an multifunktionalen Rettungsmodulen, die die KulturGutRetter derzeit am LEIZA entwickeln. Am Modul für die Fotodokumentation erfassen die Kräfte am Krisenort die Kulturgüter und speichern die entstandenen Bild- und Metadaten auf den Servern des Basiscamps. Ein Objekt kann so dokumentiert und dann beispielsweise am Nass- oder Trockenreinigungsmodul erstversorgt und anschließend fachgerecht verpackt werden. Mithilfe der ID-Card wird jeder Bearbeitungsschritt an der jeweiligen Station erfasst und digital mit dem Objekt verknüpft.
Die Module sind entsprechend des Schadensausmaßes skalierbar. Wie der Einsturz des Historischen Archivs in Köln 2009 eindrücklich zeigte, sind im Falle von Archivgut besondere Maßnahmen nötig, um wichtige historische Dokumente, Fotos, Fotonegative oder Inventarbücher zu retten. Die Kölner Kolleginnen und Kollegen sind daher wichtige Partner für das KGR-Projekt, wenn es um Erfahrungswerte bei der Rettung und Digitalisierung von Papier geht. Als potentielle Erweiterung des mobilen Notfalllabors gab das Projekt KulturGutRetter eine Machbarkeitsstudie zur rekonstruktionstauglichen Digitalisierung in Auftrag und ließ einen digitalen Prototyp erstellen.

DIE ID-CARD macht eine schnelle Identifizierung der geborgenen Kulturgüter möglich. Foto: M. Pasternak

Die mobile Scaneinheit ist für den Einsatz in verschiedenen Umgebungsbedingungen im Ausland ausgelegt und soll möglichst einfach transportierbar und bedienbar sein. Nicht nur die Erstellung von hochwertigen Digitalisaten in großen Mengen wäre so möglich, sondern auch das Finden und Verknüpfen von einzelnen Fragmenten mittels künstlicher Intelligenz (KI). Im Zuge der Bergung, Dokumentation und Erstversorgung entstehen strukturierte Daten, die untereinander und mit anderen Anwendungen leicht synchronisiert werden können.

Sowohl für mobiles als auch für immobiles Kulturgut können dieselben Anwendungen genutzt werden, da sie mit entsprechenden Datenmodellen hinterlegt sind. Auf diese Weise sind die KulturGutRetter am Ende des Einsatzes in der Lage, strukturierte Daten zum gesicherten und geborgenen Kulturgut an das Land, in dem der Einsatz erfolgte, zu übergeben, um eine optimale Nachsorge und Aufarbeitung zu ermöglichen. Das Team der KulturGutRetter kann damit nicht nur einen Beitrag zur Entwicklung von digitalen Lösungen für den Schutz von Kulturerbe in Krisensituationen weltweit leisten, sondern auch Workflows und Werkzeuge für die breitere Anwendung, etwa im Rahmen von archäologischen Feldprojekten oder für die Krisenvorsorge an Baudenkmälern oder Sammlungen bieten.

Weitere Hintergründe und aktuelle Informationen zum KulturGutRetter-Mechanismus auch online unter:
https://www.kulturgutretter.org

DR.-ING. TOBIAS BUSEN ist Wissenschaftlicher Referent für Baudenkmalpflege und Kulturerhalt an archäologischen Stätten am Architekturreferat an der Zentrale des DAI. Foto: Ph. Jester

CHRISTOPH ROGALLA VON BIEBERSTEIN ist Koordinator des gemeinsam von DAI, THW, LEIZA und ArcHerNet entwickelten KulturGutRetter-Projekts. Foto: Ph. Jester.

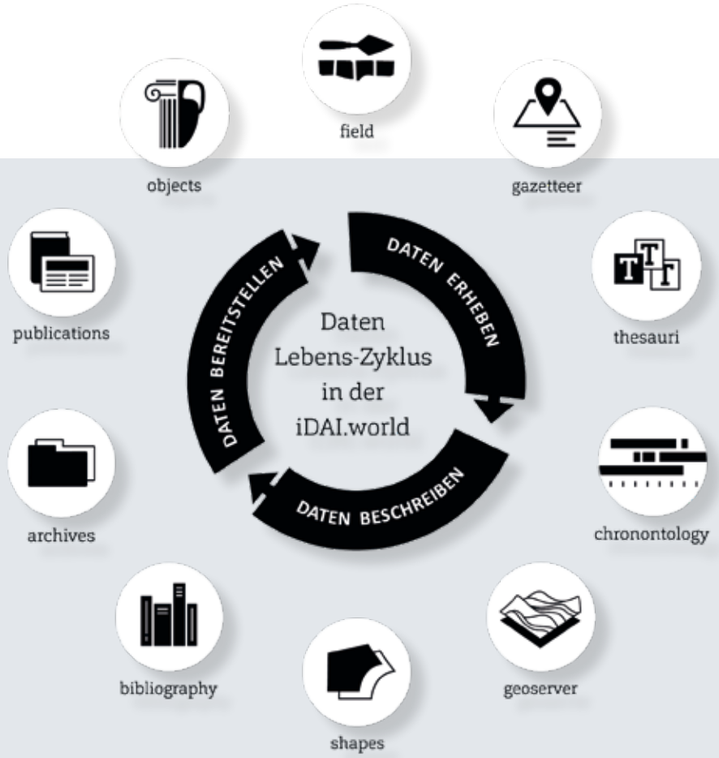
EVA GÖTTING-MARTIN ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im KulturGutRetter-Projekt. Foto: privat

Prof. Dr. Dr. h. c. Friederike Fless
Präsidentin des Deutschen Archäologischen Instituts
Foto: U. Kuckertz

Dig Digital

Tausende von Objekten, Kontexten und Schichten werden von Archäologinnen und Archäologen auf Grabungen freigelegt und müssen eingemessen, fotografiert, gezeichnet und beschrieben werden. So wundert es nicht, dass die Informationstechnologie mit ihren Möglichkeiten, große Informationsmengen zu verarbeiten, von der Archäologie gleich mit ihrem Einzug in die Wissenschaft adaptiert wurde.
Früh wurden Datenbanken entwickelt, um Objekte und deren Dokumentationen auffinden zu können. Eine dieser frühen Bilddatenbanken ist *iDAI.objects/Arachne*. Bereits in den frühen 1990er Jahren wurde der Grundstein für Arachne am Forschungsarchiv für Antike Plastik an der Universität zu Köln gelegt. Schon bald wurde sie in Kooperation mit dem Deutschen Archäologischen Institut weiterentwickelt.
Genau so früh wurden auch computergestützte statistische Verfahren in der Archäologie eingesetzt, um die schiere Menge an Informationen und Daten zu vergangenen Gesellschaften erfassen zu können. Es ging um *computing* im eigentlichen Sinne. Auch in den geowissenschaftlichen Disziplinen entwickelte Tools und Methoden zur Erfassung und Analyse ganzer Landschaften wurden bald in unserem Fach übernommen.
Heute sind die Nutzung digitaler Messverfahren, die digitale Dokumentation und Prozessierung Alltag im archäologischen Arbeitsprozess, wurden aber zugleich auch eine neue Herausforderung. Im Mittelpunkt stehen dabei Fragen nachhaltiger Sicherung, Auffindbarkeit, Zugänglichkeit und Nachnutzbarkeit, die in den FAIR-Prinzipien (**F**indable, **A**ccessible, **I**nteroperable, and **R**e-usable) gefasst werden. Für eine international tätige Forschungseinrichtung sind im Zusammenhang der *digital diplomacy* natürlich auch die sog. *CARE-Prinzipien* (**C**ollective Benefit, **A**uthority to Control, **R**esponsibility, **E**thics) leitend. Beide prägen die *iDAI.world*, die entlang des Datenlebenszyklus aufgebaut ist. Beide prägen aber auch die Organisationsstrukturen der Zentralen Wissenschaftlichen Dienste (ZWD), die 2019 am DAI eingerichtet wurden.

DACHZIEGEL AUS DER GRIECHISCHEN GRABUNG IM GYMNASIUM VON OLYMPIA AUS DEN JAHREN 2013–2015.
Am Beispiel u. a. dieser Fundgruppe werden im Rahmen eines abteilungsübergreifenden DAI-Projekts Methoden zur digitalen Dokumentation, Prozessierung und Kompilierung archäologischer Funddaten entwickelt und erprobt.
Foto: J. Wagenführ



DER LEBENSZYKLUS in den unterschiedlichen Formen und Formaten erhobener Forschungsdaten des DAI in den einzelnen Modulen der *iDAI.world*.
Grafik: T. Lemke-Mahdavi, LMK Büro für Kommunikationsdesign

Trotz all dieser Entwicklungen befinden wir uns im DAI jedoch nicht in einer Situation, in der sämtliche Fragen und Herausforderungen als gelöst gelten können. Wir befinden uns vielmehr in einem ständigen Prozess der kritischen Reflexion, der Weiterentwicklung und Anpassung. Denn immer wieder kommen sich im archäologischen Forschungsprozess, die vielen vergangenen Lebensrealitäten mit ihren materiellen Hinterlassenschaften, die unendliche Menge an Daten und die Notwendigkeit, diese für die digitale Dokumentation und Auffindbarkeit zu standardisieren, in die Quere. Dieses Problem ist nicht neu. Es ist der archäologischen Arbeit immanent. Schon vor Beginn der großen Ausgrabungen im späten 19. Jahrhundert wurde darum gerungen, nach welchen Kriterien Material geordnet werden kann und muss. Es wurden Editionsstandards für Objekte und Formate, wie z. B. die riesigen Corpusbände entwickelt. Und es wurde um Dokumentationsstandards gerungen.
Nun mag man denken, dass dies in der Digitalität doch einfach nur umgesetzt und kopiert werden muss. Ein Corpusband ist jedoch nicht nur Produkt einer Standardisierungsdiskussion, sondern auch von Selektionen, von vielen händischen Dokumentationen. Wie viele Daten tatsächlich erhoben wurden, wie sie für die Publikation „glattgezogen" wurden, davon zeugen die umfangreichen Grabungsarchive des DAI.

Mit der Digitalität ist ein neuer Anspruch entstanden. Primärdaten sollen nicht allein im Archiv aufbewahrt, sondern zugleich mit der Publikation zugänglich gemacht werden. So fordern es auch die „Leitlinien zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis" der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Und mit diesen Forderungen beginnen neue Herausforderungen. Die Dokumentation der Funde und Befunde muss in Form von Metadaten beschrieben werden, damit sie überhaupt verstanden werden können. Es braucht dabei auch eine standardisierte Eingabe, es bedarf eines kontrollierten Vokabulars. Und spätestens an dieser Stelle beginnen die Probleme. Begriffe und Benennungen auch für ähnliche Objekte können sich, je nachdem in welcher Weltregion und zu welcher Zeit sie entstanden sind, unterscheiden. Es gibt disziplinäre und nationale Traditionen. Es gibt antike Kulturen, die selbst Begriffe überliefern. Die archäologische Terminologie erweist sich hier als ebenso vielsprachig, wie die vergangenen Kulturen vielfältig sind.
Es geht also im digitalen archäologischen Forschungsprozess darum, diese wissenschaftlichen Traditionen in einer Form aufeinander abzubilden, dass eine Metasprache entsteht, die es erlaubt Informationen zu finden, aber auch interoperabel aufeinander zu beziehen, um neue Erkenntnisse zu generieren. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, wird im DAI daran gearbeitet, Vielfalt und Standardisierung so aufeinander zu beziehen, dass der Reichtum, der in traditionellen Ordnungssystemen besteht, so mit der notwendigen Vereinheitlichung verbunden wird, dass wirklich neue Erkenntnisse entstehen können.
Ein wichtiges Tool ist dabei die Grabungsdatenbank *iDAI.field*. Ihre Architektur führt zu Standardsetzungen und macht die Daten migrierbar und interoperabel. Zugleich kann sie individuell konfiguriert werden, um den lokalen und disziplinären Notwendigkeiten entgegenzukommen.
Die erhobenen Daten müssen aber auch langfristig gesichert und mit den wissenschaftlichen Interpretationen z. B. in Artikeln und Büchern verbunden werden können. Um alles dies zu ermöglichen hat dann die Publikationstrategie des DAI viele Formate und Formen entwickelt und geöffnet, um das reiche Wissen auch öffentlich, d. h. *Open Access*, zugänglich zu machen. Eine „Ausgrabung" in der *iDAI.world* steht daher allen offen. Es gibt Anleitungen und Tutorials. Es gibt klare Wege und zugleich das Angebot, sich beim Recherchieren in vergangenen Welten zu verirren und unerwartete, neue Dinge zu entdecken. Auch dies umfasst die Aufforderung: Dig Digital!

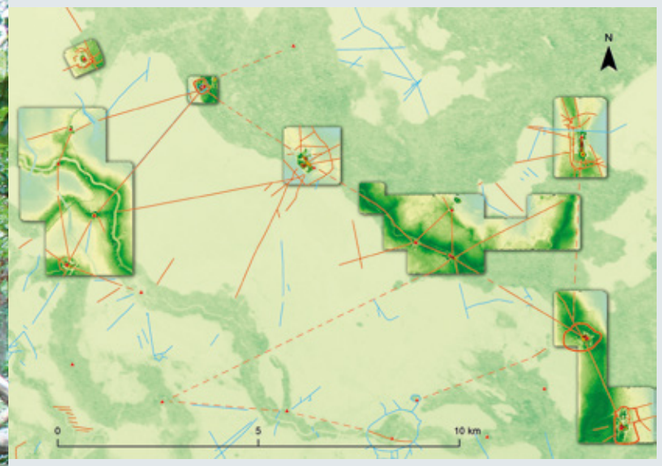
BLICK UNTER DEN REGENWALD

LiDAR-Kartierung vorspanischer Stadtanlagen im Amazonasgebiet

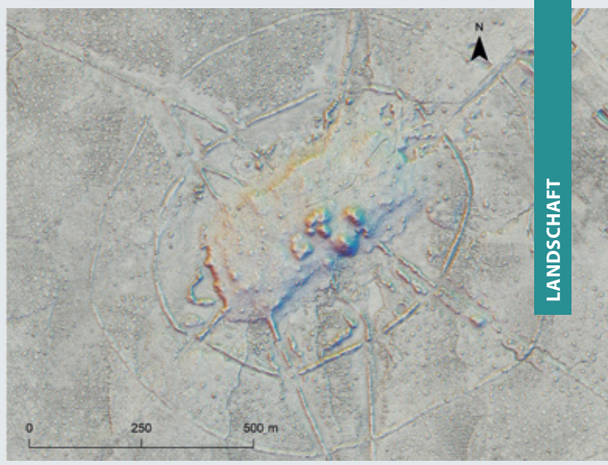
STARTEN DER MIT EINEM LiDAR-SENSOR VERSEHENEN DROHNE AM RAND DES FUNDORTES COTOCA.
Foto: H. Prümers

Zwischen 500–1400 n. Chr. erschuf im nördlichen Tiefland von Bolivien die Casarabe-Kultur ein enges Netz von Siedlungen, deren Komplexität erst in den letzten Jahren durch die Kartierung mit der LiDAR-Technologie offensichtlich wurde. Mit Hilfe von Laserlichtimpulsen wird dabei ein detailliertes digitales Modell erzeugt. Die hohe Messpunktdichte ermöglicht es, die Vegetation herauszufiltern und das Gelände darunter darzustellen. Hier berichtet Heiko Prümers von der Kommission für Archäologie Außereuropäischer Kulturen (KAAK) des DAI von einer solchen Untersuchung in Bolivien, den Arbeiten des Forschungsteams vor Ort – und davon, wie der Einsatz moderner Technologien die historische Landkarte einer ganzen Region verändert.

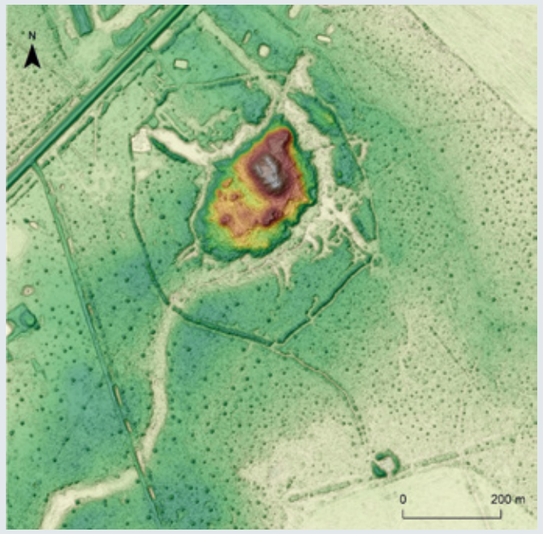
TERRESTRISCHE VERMESSUNG DER SIEDLUNG SALVATIERRA. Das Unterholz wurde in dem hier sichtbaren Bereich bereits entfernt. Dennoch lässt das Foto erahnen, wie aufwendig die Vermessungsarbeiten waren. Foto: H. Prümers



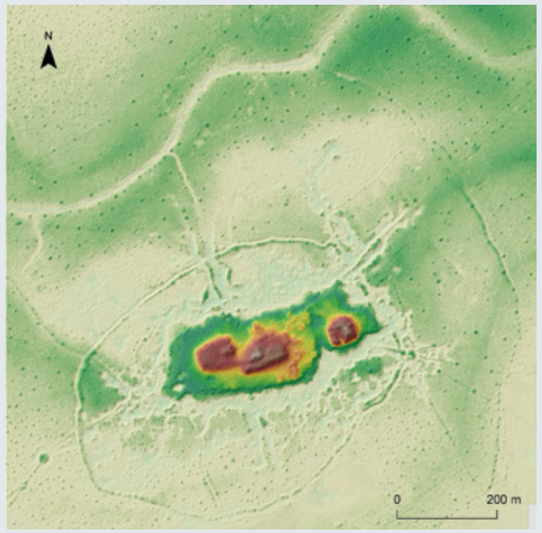
ÜBERSICHTSPLAN, DER DIE VERNETZUNG DER SIEDLUNGEN DURCH DAMMWEGE (ROTE LINIEN) ILLUSTRIERT. Die Reihung der Siedlungen entlang der Flussläufe ist besonders augenfällig. Plan: H. Prümers



LiDAR-PLAN DES ZENTRUMS DER BEFESTIGTEN STADT LANDÍVAR, die mit 314 Hektar die größte bekannte Siedlung der Casarabe-Kultur ist. Plan: H. Prümers



LiDAR-PLAN DES FUNDORTES SALVATIERRA, in dem die KAAK in den Jahren 2004 bis 2006 Ausgrabungen durchgeführt hat. Bemerkenswert ist das kreisrunde Reservoir in der südlich der Siedlung liegenden Savanne. Ein Kanal leitete Wasser von dem heute verlandeten Fluss in das Becken. Plan: H. Prümers



LiDAR-PLAN DES FUNDORTES SAN JUAQUINCITO, in dem die ringförmigen Wehranlagen gut zu erkennen sind. Plan: H. Prümers

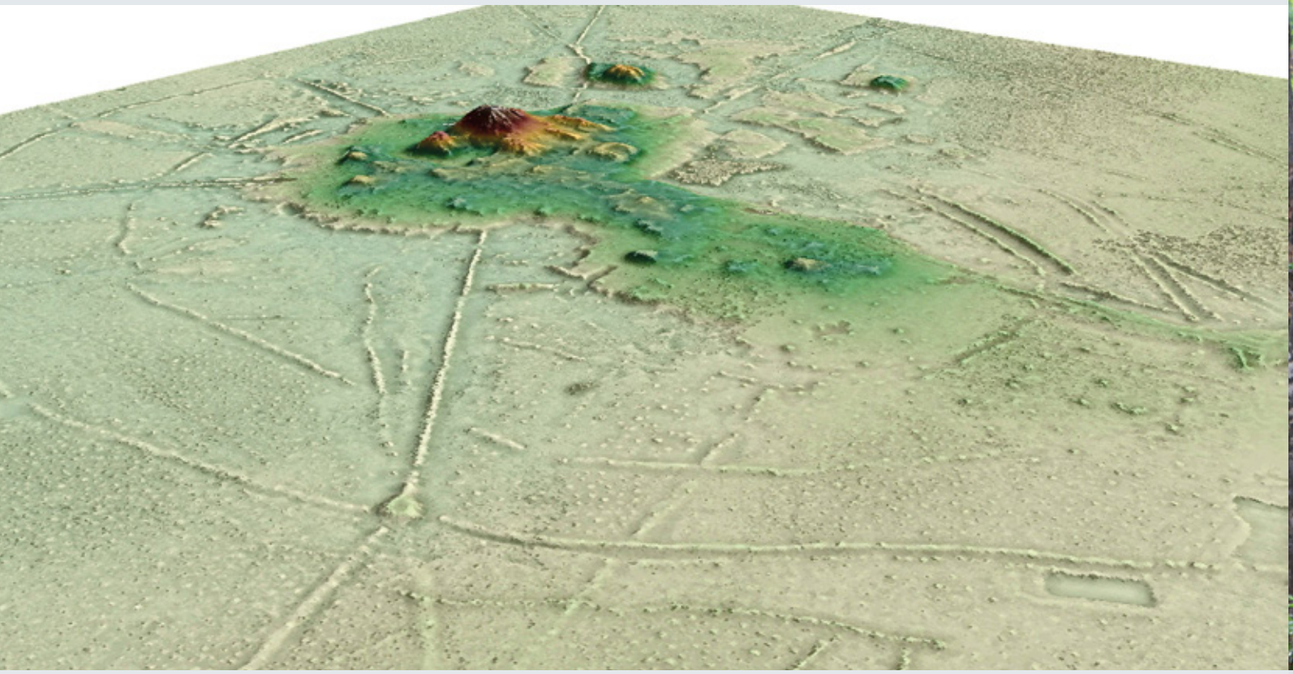
Bis vor Kurzem war der Einsatz von LiDAR (*Light Detection and Ranging* oder *Laser Imaging Detection and Ranging*, eine Form dreidimensionalen Laserscannings zur hochauflösenden Oberflächenerfassung) nur von einem Helikopter oder einem speziell umgerüsteten Flugzeug aus möglich. Das ist in Bolivien ein kostspieliges und auch logistisch aufwendiges Unternehmen. Wir hätten es nie in Erwägung gezogen, wenn da nicht jener niedrige Wall gewesen wäre, an dem wir jeden Morgen auf den letzten Metern zu unserem Grabungsplatz, der Loma Salvatierra, vorbeifuhren. Von den Grabungsarbeitern kam auf die Frage, wohin der Wall führt, die Antwort: „Der führt zum See." Wenige Kilometer südlich des Fundortes befindet sich eine große Lagune, so dass diese Antwort plausibel klang. Umso überraschter waren wir, als sich bei der Vermessung am Boden herausstellte, dass der Wall das Relikt einer Verteidigungsanlage war, die den Fundort ringförmig umschloss. Plötzlich bestand dieser nicht mehr nur aus einem „Siedlungshügel"; vielmehr zeigte der Plan, dass es sich um eine 21 Hektar große Siedlung handelte.

Für diesen Nachweis hatten wir allerdings viel Zeit und Geld investieren müssen. Die Vermessungsarbeiten hatten sich über insgesamt 8 Monate erstreckt, verteilt auf drei Kampagnen. Die terrestrische Vermessung weiterer Fundorte rückte daher in der Aufgabenliste weit nach hinten.

Dann ergab sich die Möglichkeit eines Kooperationsprojektes mit Kolleginnen und Kollegen der University of Exeter und der Universität Bonn mit dem Ziel, fünf Areale im Siedlungsgebiet der Casarabe-Kultur mit einer Gesamtfläche von 200 km² durch LiDAR-Scans von einem Hubschrauber aus zu erfassen. Dieses Projekt konnte im Oktober 2019 erfolgreich verwirklicht werden. Weitere LiDAR-Scans wurden in den Jahren 2021 und 2022 mit einer Drohne (DJI Matrice 300 mit L1-Sensor) fortgesetzt. Diese ermöglicht zwar nur die Kartierung deutlich kleinerer Flächen, aber für die gezielte Erfassung von Siedlungen, deren genaue Lage bereits durch vorangegangene Prospektionen bekannt ist, eignet sie sich hervorragend. Die Ergebnisse dieser Arbeiten haben unser Bild von der Casarabe-Kultur vollständig verändert. In den LiDAR-Scans waren bis dahin unbekannte, bis zu 300 Hektar große Städte zu sehen, außerdem kilometerlange, schnurgerade Dammwege und Kanäle, die sie verbinden. Aus keiner anderen Region des Amazonas-Tieflandes ist bislang etwas Vergleichbares bekannt. Das ist zwar sehr wahrscheinlich nur dem Forschungsstand geschuldet, dennoch stellt sich die Frage: „Warum gerade hier?"

Eine fundierte Antwort auf diese Frage lässt sich derzeit nicht geben, hingegen fällt es leicht zu begründen, warum sie berechtigt ist. Das Siedlungsgebiet der Casarabe-Kultur befindet sich im Südosten der zweitgrößten Überschwemmungssavanne Südamerikas, den Llanos de Mojos. Diese rund 130.000 km² große Region liegt über einem bis zu 2 km tiefen Graben, der sich in Folge der tektonischen Auffaltung der Anden an deren Ostflanke gebildet hatte. Er füllte sich später mit tonigen und sandigen Sedimenten, was zum einen die extreme Reliefarmut und zum anderen das vollständige Fehlen von Steinen erklärt. Die Böden gelten als sehr nährstoffarm, ihre Nutzung wird zudem dadurch eingeschränkt, dass während der Regenzeit weite Landstriche entlang der Flussläufe mehrere Monate lang unter Wasser stehen. Für eine auf Landwirtschaft basierende, sesshafte Lebensweise sind das denkbar schlechte Bedingungen. Zu der oben gestellten Frage muss man daher noch die hinzufügen, wie es den vorspanischen Siedlern über 900 Jahre hinweg gelang unter diesen Bedingungen nicht nur zu überleben, sondern ein komplexes Gemeinwesen zu entwickeln.

Schriftliche Quellen, die einen Hinweis geben könnten, fehlen, denn als die spanischen Mönche ab 1682 ihr Missionswerk in der Region begannen, hatte die Casarabe-Kultur bereits seit knapp 300 Jahren aufgehört zu existieren. Daten zu jener Kultur kann somit nur die Archäologie liefern. Sie profitiert, so eigenartig das klingen mag, in doppelter Hinsicht von den für die menschliche Ansiedlung in den Llanos de Mojos hinderlichen Faktoren. Zum einen, weil diese die vorspanischen Siedler dazu veranlassten, enorme Mengen Erde zu bewegen, um Plattformbauten zu errichten, Dammwege aufzuwerfen und Kanäle auszuheben. Zum anderen, weil die gleichen Faktoren dazu führten, dass in den Jahrhunderten nach dem Zusammenbruch der Casarabe-Kultur ihr Siedlungsgebiet weitgehend menschenleer blieb. Noch heute liegt die Bevölkerungsdichte in der Region bei nur 1–2 Einwohner

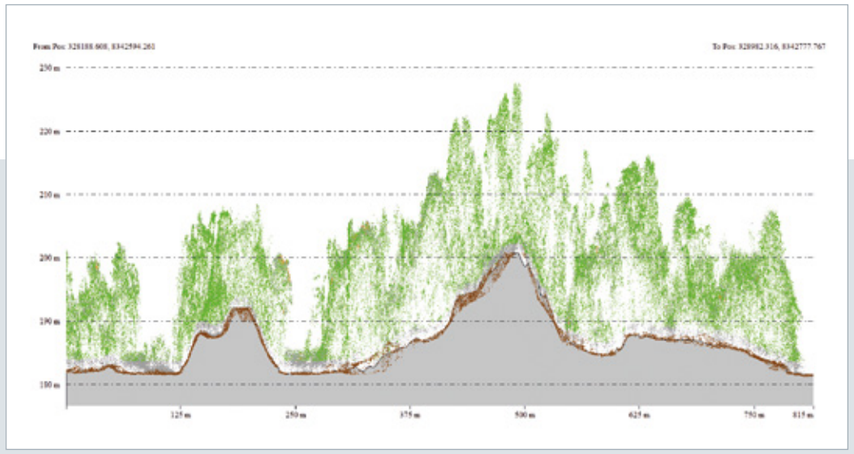


SCHRÄGANSICHT EINES COMPUTERGENERIERTEN 3D-GELÄNDEMODELLS DER STADT COTOCA. Die Graben-Wall-Anlagen treten ebenso wie die auf Dämmen verlaufenden Wege deutlich hervor. Abb.: H. Prümers

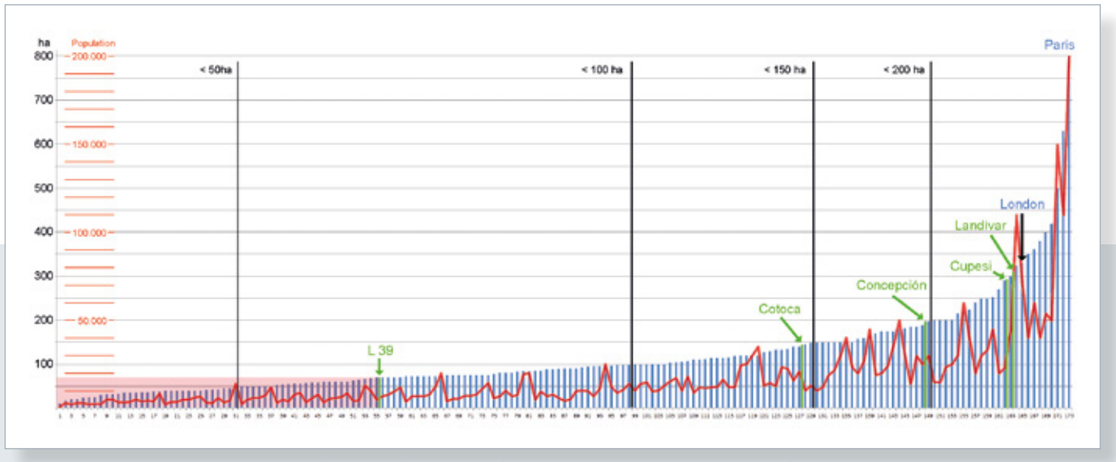
BLICK AUF DIE ZENTRALE, DAS FLACHE UMLAND ÜBERRAGENDE PYRAMIDE DER STADT COTOCA. Auf ihr stehend der Besitzer der Estancia und die Kollegin Dr. Jaimes Betancourt von der Universität Bonn. Der Besitzer ließ diesen Bereich für Filmarbeiten von Vegetation befreien. Ohne Bewuchs wäre das Bauwerk in der flachen Landschaft noch aus über 20 km Entfernung zu sehen. Foto: H. Prümers

pro Quadratkilometer. Die Spuren der vorspanischen Besiedlung sind deshalb bislang kaum durch spätere menschliche Aktivitäten verwischt worden. Durch die 3D-LiDAR-Scans lassen sich daher nicht nur einzelne Fundorte sichtbar machen, sondern – im Idealfall – auch alle bis zum Ende der vorspanischen Nutzung durch den Menschen vorgenommenen Eingriffe in deren Umfeld nachweisen.

Doch zunächst zu den Siedlungen: Obwohl sich in ihrem Zentrum fast immer aus Lehm errichtete Plattformbauten von mehreren Metern Höhe befinden, fallen sie im Gelände kaum auf, da sie unter dichtem Bewuchs verborgen sind und die Vegetation die Höhenunterschiede verwischt. Der lokalen Bevölkerung sind sie jedoch als „Hügel" bekannt und so konnten wir im Laufe der Jahre die Lage von über 200 jener Siedlungen der Casarabe-Kultur registrieren. Sie verteilen sich über ein Gebiet von knapp 16.000 km², was in etwa der Fläche von Thüringen entspricht. Ihre Größe lässt sich in einigen Fällen sehr genau bestimmen, da sie von Wall-Graben-Anlagen umschlossen waren. Reste solcher Verteidigungsanlagen fanden sich bei 50 Siedlungen, da sie in einigen Fällen aber nur sehr lückenhaft erhalten sind, lässt sich die Siedlungsgröße nur in 32 Fällen genau bestimmen. Von diesen sind 26 unter 50 Hektar groß (Mittelwert 19 Hektar), zwei liegen zwischen 50 und 100 Hektar und vier nehmen sogar 150–300 Hektar ein. Letztere würden auch im europäischen Vergleich als bedeutende Städte des 13./14. Jahrhundert gegolten haben. Dies zeigen die Daten einer 2016 von Rudolf Cesaretti und Kollegen veröffentlichten Studie im Fachjournal PLoS ONE, in der vor dem Hintergrund der Skalierungstheorie für Siedlungen die Beziehungen zwischen Fläche und Bevölkerung für 173 europäische Städte an der Wende vom 13. zum 14. Jahrhundert untersucht werden. Stellt man die in dieser Studie publizierten Stadtgrößen als Balkendiagramm dar (blaue Balken) und trägt in diesem die großen Siedlungen der Casarabe-Kultur ein (grüne Balken) so wird deutlich, dass sie klar im oberen Viertel liegen. Ob für sie ähnlich hohe Bevölkerungszahlen (rote Kurve) anzunehmen sind, wie für die europäischen Städte verzeichnet, ist gegenwärtig nicht zu sagen.



SCHNITT DURCH DIE ZENTRALE PYRAMIDE VON COTOCA UND DEN WESTLICH VON IHR GELEGENEN PLATTFORMBAU. Die Grafik zeigt die vom LiDAR-Sensor generierte Punktwolke, in der bereits die Vegetation (grün) und die Bodenpunkte (braun) klassifiziert sind.
Grafik: H. Prümers



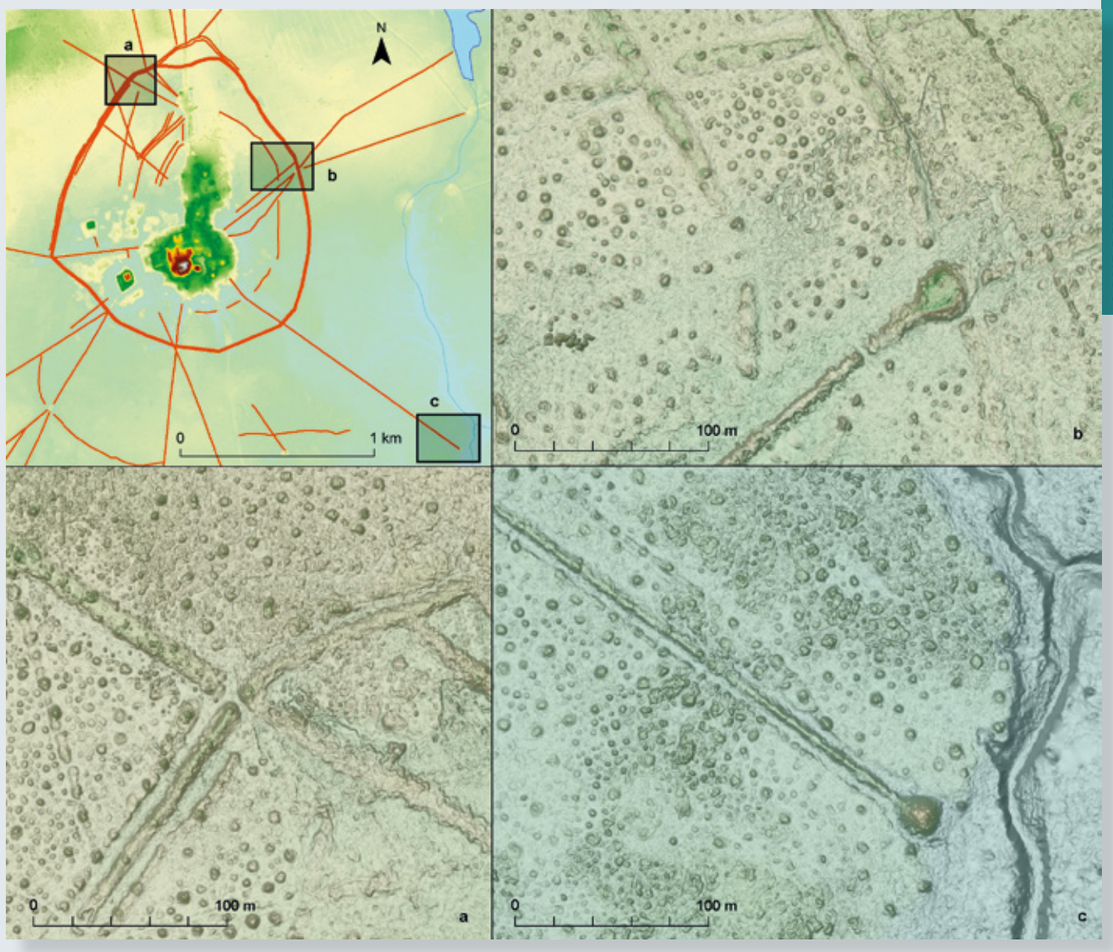
BALKENDIAGRAMM, IN DEM 173 EUROPÄISCHE STÄDTE DES FRÜHEN 14. JAHRHUNDERTS IHRER GRÖSSE NACH ANGEORDNET SIND (blaue Balken; Daten aus: R. Cesaretti et al., PLoS ONE 11(10): e0162678. doi:10.1371/journal.pone.0162678).
Dazwischen als grüne Balken eingefügt vier Städte sowie die größte der übrigen Siedlungen der Casarabe Kultur. Grafik: H. Prümers

LiDAR-PLAN DER STADT COTOCA, DEREN GRÖSSE IN ETWA DER VON BONN IM 16. JAHRHUNDERT ENTSPRICHT.
Gut erkennbar sind die Plattformbauten auf der zentralen Terrasse sowie die ringförmigen Defensivanlagen. Plan: H. Prümers

Der Aufbau der Siedlungen ist, ungeachtet ihrer Größe, im Wesentlichen gleich. Im Zentrum befindet sich eine künstlich aufgeschüttete Terrasse, auf der ein oder mehrere Plattformbauten errichtet wurden. Da Steine, wie schon erwähnt, in der Region nicht vorkommen, sind auch diese Bauten aus Lehm errichtet. Am Fundort Cotoca finden sich insgesamt 20 Plattformbauten, von denen der größte eine Grundfläche von 70×60 m hat und sich 16 Meter über die Terrasse erhebt. Seine Flanken sind dabei so steil, dass er wie eine Pyramide wirkt. Ebenfalls bemerkenswert sind drei U-förmige Plattformbauten, da solche im zentralen Andenraum weit verbreitet sind, wo sie durchweg als Kultanlagen (Tempel) dienten. Ob ihr Auftreten im Amazonasgebiet als Anleihe aus dem Hochland zu interpretieren ist, werden zukünftige Untersuchungen zeigen müssen.
Rund um den terrassierten Kernbereich der Siedlungen befinden sich ausgedehnte Erdentnahmegruben, aus denen wahrscheinlich das Material für die Errichtung dieser Bauten stammt. In einigen Fällen wurde auch im gesamten, die Terrasse umgebenden Bereich der ursprüngliche Boden bis zu einer Tiefe von gut einem Meter abgetragen. Selbst wenn das Klima zu jener Zeit trockener gewesen sein sollte, ist davon auszugehen, dass sich diese Bereiche während der Regenzeit mit Wasser füllten. Das schließt aber nicht aus, dass dort gesiedelt wurde. In Amazonien gibt es eine lange Tradition von auf Stelzen errichteten Häusern. Dass solche auch in den Siedlungen der Casarabe-Kultur standen, vermutete bereits Erland Nordenskiöld, der 1908 als erster Grabungen in „mounds" jener Kultur durchgeführt hatte. Seine Vermutung stützte sich auf die Beobachtung, dass sich in den Kulturschichten sehr große, nicht zertretene Keramikfragmente fanden, ebenso wie intakte Schneckengehäuse, die sich in einem Laufhorizont so nicht erhalten hätten.

Vom Zentrum der Siedlungen gehen sternförmig auf Dämmen verlaufende Wege ab, die zum Teil über mehrere Kilometer hinweg schnurgerade über die Savannen verlaufen. In der Nähe bedeutender Zentren sind sie bis zu 10 m breit und 1 m hoch. Zumeist beträgt ihre Breite aber nur 3 m bei einer durchschnittlichen Höhe von 0,5 m. Zusammen mit den ebenfalls schnurgeraden Kanälen, bilden sie ein engmaschiges Netz, das in erster Linie wohl der Kommunikation zwischen den Siedlungen diente. In der extrem flachen Landschaft veränderte jeder Kanal und jeder Dammweg aber auch den Wasserfluss. Bislang konnten wir im Siedlungsgebiet der Casarabe-Kultur Kanäle mit einer Gesamtlänge von rund 700 km und Dammwege von knapp 500 km Länge auf Satellitenbildern und in unseren LiDAR-Scans identifizieren und kartieren.
Während die Dammwege und Kanäle, die die Siedlungen verbinden, für deren friedliche Koexistenz sprechen, zeugen Wall-Graben-Anlagen mit klar defensiver Funktion von der Gefahr kriegerischer Konflikte. Bei über der Hälfte der bislang kartierten Siedlungen lassen sich Reste solcher Wall-Graben-Anlagen nachweisen. Weshalb einige Siedlungen auf sie verzichteten, wäre eine spannende Frage für zukünftige Forschungsprojekte. Im Fall der bereits mehrfach erwähnten Stadt Cotoca war das Schutzbedürfnis offenbar konstant vorhanden. Reste zweier älterer Wall-Graben-Anlagen, die mit dem Wachstum der Stadt obsolet wurden, sind im Inneren des 147 Hektar großen Stadtgebietes erhalten. In diesem Kontext sind auch die an strategischen Stellen in den Dammwegen existierenden Lücken bedeutsam. Besonders auffällig sind sie zum Beispiel dort, wo die Dammwege die Wall-Graben-Anlage kreuzen. Es ist zu vermuten, dass sich an diesen Stellen Holzkonstruktionen befanden, die im Verteidigungsfall schnell abgebaut werden konnten. An einigen dieser Knotenpunkte finden sich, ebenfalls durch Lücken von den Dammwegen getrennt, rechteckige Plattformen von rund 20×25 m Größe. Dass sich dort Tore befanden, lässt sich derzeit nur vermuten, doch spricht die Lage jener Plattformen dafür, dass dort der Zugang zur Stadt kontrolliert wurde.

Wie die großen Stadtanlagen der Casarabe-Kultur im Detail aussahen, werden zukünftige Grabungen zeigen müssen. Immerhin liegt nun mit den LiDAR-Plänen die wichtigste Grundlage für eine sinnvolle Planung solcher Unternehmungen vor.



AN STRATEGISCHEN PUNKTEN, WIE DEM AUFEINANDERTREFFEN VON DAMMWEGEN UND WALL-GRABEN-ANLAGE FINDEN SICH PLATTFORMEN. Möglicherweise befanden sich dort Tore, an denen der Zugang zur Stadt kontrolliert wurde. Auffällig sind auch die Unterbrechungen in den Dammwegen in jenen Bereichen. Dort befanden sich wahrscheinlich hölzerne Aufbauten, die bei Gefahr entfernt werden konnten. Abb.: H. Prümers

DR. HEIKO PRÜMERS
ist Referent für Lateinamerika an der KAAK des DAI in Bonn. Seit 1998 leitet er u.a. die Untersuchungen vorspanischer Siedlungsplätze in den Llanos de Mojos in Bolivien.
Foto: J. Sigl

ZUM WEITERLESEN:
Die Ergebnisse der LiDAR-Untersuchungen von Heiko Prümers und Kolleginnen und Kollegen im bolivianischen Regenwald sind im Mai 2022 im Fachmagazin *Nature* veröffentlicht worden und können im *Open Access* online nachgelesen werden:
H. Prümers et al. Lidar reveals pre-Hispanic low-density urbanism in the Bolivian Amazon. Nature 606, 325–328 (2022).
https://doi.org/10.1038/s41586-022-04780-4

DAS OBJEKT

SANDSTEINSTATUE EINES SITZENDEN HARFNERS IN ÄGYPTISCHEM STIL, Original aus den sog. Royal Baths in Meroë (Sudan), nach erneuter Reinigung und Festigung 2022. Die Benennung als Harfner ergibt sich aus Sitz- und Armhaltung.
Foto: H.-U. Onasch, D-DAI-Z-MRB-20221216-DG-1675_HU

KOPIE DER STATUE DES HARFNERS, WIE DAS ORIGINAL 56 CM HOCH.
Foto: H.-U. Onasch, D-DAI-Z-MRB-20221214-DG-1351_HU

EIN HARFNER AUS MEROË

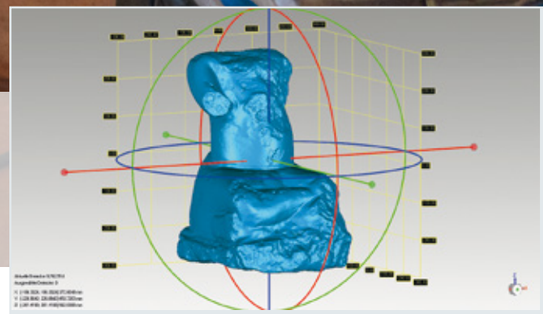
Sichern, erhalten, visualisieren – mit digitalen Mess- und Druckverfahren

Im Herbst 2020 wurden Dörfer und Städte, aber auch Antikenstätten im Sudan von der höchsten in der Neuzeit gemessenen Nilflut schwer getroffen. In den etwa 220 Kilometer nördlich von Khartoum gelegenen antiken sog. Royal Baths von Meroë, einer Gartenanlage neben den königlichen Palästen, verhinderte das rasche Eingreifen der sudanesischen Kolleginnen und Kollegen gemeinsam mit den lokalen Grabungsarbeitern schwerere Schäden. Nachdem noch im selben Jahr erste Notmaßnahmen ergriffen wurden, konnte die eigentliche Konsolidierung der Antiken erst 2022 nach einem langsamen Trocknungsprozess umgesetzt werden.
In dieser Situation erwies sich die in den Jahren zuvor systematisch erstellte Dokumentation des antiken Bestandes der Royal Baths sowohl mit herkömmlichen als auch mit modernen 3D-Methoden als sehr hilfreich. So sind bereits 2014 alle Statuen auch im 3D-Scan- und Messverfahren mittels Streiflichtscanner erfasst worden. Diese Technik erlaubt es, besonders fragile oder farbig gefasste Objekte berührungslos mit sehr hoher Mess- und Detailgenauigkeit zu dokumentieren. Sie ist daher perfekt für die rundplastischen Skulpturen geeignet, die vor etwa 2.000 Jahren aus dem weichen lokalen Sandstein in Meroë gefertigt wurden und heute vielfach noch mit ihrer Bemalung erhalten sind. Besonders eindrücklich ist eine Gruppe von Musikanten: Sie ahmen in Bekleidung und gespielten Instrumenten Vorbilder aus dem Mittelmeerraum nach, wie sie vor allem im griechisch-ptolemäischen Ägypten bei dionysischen Festen sinnbildlich für Freude und Wohlergehen standen.

Als Praxistest wurde in den Royal Baths die Statue des Harfners, eines in ägyptischem Stil sitzenden Mannes mit heute verlorenem Instrument vor der Brust, zur Erstellung einer Kopie anhand der digitalen Dokumentation ausgewählt. Das Vorhaben wurde im Sommer 2022 in Zusammenarbeit mit der Firma ReplicArt Berlin, T. Bauer und A. Schulz, und der Restauratorin des sudanesischen Antikendienstes, Omima Hasbelrasoul, in Berlin auf Grundlage der 3D-Daten von 2014 umgesetzt. Seinerzeit wurde die farbig bemalte Statue mit dem schonenden Streiflichtscan-Verfahren aus verschiedenen Blickwinkeln in Punktwolken gemessenen, aus denen wiederum das virtuelle Volumenmodell gerechnet wird. Dieses kann am Computer gedreht, von allen Seiten betrachtet und beschrieben oder auch unter variierten Lichtverhältnissen und Kontrasten visualisiert werden. Zudem gibt es die Möglichkeit zur virtuellen Ergänzung von Bruchstücken. Das ist besonders hilfreich, wenn sich z. B. Torso und Extremitäten an verschiedenen Orten befinden. Zusätzlich kann das virtuelle Modell realitätsgetreu mit der farbigen, aus der fotografischen Dokumentation des Originals gewonnenen Oberflächenoptik texturiert werden. In Kombination mit 3D-Druckverfahren lassen sich so heute sehr präzise originalgetreue Kopien herstellen. In einem speziellen Druckverfahren in Quarzsand wird das Objekt additiv, d.h. Schicht für Schicht aufgebaut. Die Schichtstärke beträgt bei diesem Verfahren 0,3 mm, so dass selbst feinste Details dargestellt werden. Nach Fertigung und Entfernen von Druckspuren wird der anfangs anthrazitfarbene Körper noch einmal mit speziellen Epoxidharzmischungen gefestigt. Alle weiteren Schritte müssen dann in aufwendiger Handarbeit durch die Restauratorinnen und Restauratoren erfolgen: erst die Grundierung der Oberfläche, dann die Nachahmung der Sandsteinstruktur und der farbigen Fassung entsprechend der Originalstatue.
Aus dem virtuellen Modell wird wieder ein reales Objekt, an dem sich Schritte erproben lassen, die am Original nicht möglich sind, wie z. B. beim Harfner die Rekonstruktion des Instruments. Ein Gewinn können Kopien darüber hinaus auch für die Präsentation von Antiken sein. So lassen sich Originale in Museen bewahren und zeigen, an den Fundplätzen aber Kopien in ihrem ursprünglichen Kontext erlebbar machen. In diesem Sinne wurde die Kopie des Harfners Ende 2022 dem sudanesischen Antikendienst übergeben.

DAS OBJEKT

DAS 3D-STREIFLICHTSCAN-VERFAHREN WEIST EINE GROSSE MESSGENAUIGKEIT AUF UND IST BESONDERS SCHONEND.
2014 konnten auf diese Weise die Statuen in den Royal Baths in Meroë dokumentiert werden. Links im Bild der sitzende Harfner.
Foto: S. Wolf, D-DAI-Z-MRB-20140126-DG-1496_SW



DAS VIRTUELLE 3D-MODELL DES HARFNERS kann am Bildschirm beliebig gedreht und aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden. Abb.: TrigonArt/ReplicArt Berlin, D-DAI-Z-MRB-20230000-3D-0002_TA

Die Royal Baths in Meroë (Sudan) sind besonderes Zeugnis für Kulturkontakt und -transfer zwischen dem Mittelmeerraum und Subsahara-Afrika in hellenistisch-römischer Zeit. Die reich ausgestattete Gartenanlage mit Wasserinstallationen wird seit 1999 in Kooperation mit der National Corporation for Antiquities and Museums in Khartoum durch das Meroë Royal Baths Projekt an der Zentrale des DAI dokumentiert, konserviert und erforscht mit Förderung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft, Qatar-Sudan-Archaeological Project, Gerda Henkel Stiftung, Auswärtiges Amt, Theodor Wiegand Gesellschaft.

DR. SIMONE WOLF
ist Klassische Archäologin und Wissenschaftliche Referentin am DAI. Gemeinsam mit H.-U. Onasch leitet sie das Meroë Royal Baths Projekt.

DR. HANS-ULRICH ONASCH
ist Ägyptologe, Sudanarchäologe und Co-Direktor des Projekts.

ARCHÄOLOGIE DIGITAL

Neue Technologien, neue Herausforderungen, neue Antworten

Kaum ein Bereich unseres Lebens, der nicht von Innovation und technischem Fortschritt durchdrungen wäre; neue Technologien sind uns im Alltag ständige Begleiter geworden. Auch in der archäologischen Forschung, die wir meist vor allem mit dem Blick in die Vergangenheit verbinden, spielt der Einsatz moderner Technologien auf ganz unterschiedliche Weise eine ebenso wichtige Rolle. Nicht allein in Form digitaler Dokumentationsmethoden, auch bei der Befundauswertung und Datenanalyse und gar schon in den Untersuchungen vor Beginn von Ausgrabung und Feldforschung finden neue Technologien heute vielfältig Anwendung in der Archäologie. Technologien, die neue Möglichkeiten der Datengewinnung und wissenschaftlichen Auswertung schaffen, die ihre ganz eigenen Herausforderungen mit sich bringen. In jedem Falle aber unseren Blick auf vergangene Land- und Gesellschaften zu verändern mögen.

NEUE TECHNOLOGIEN HABEN GANZ SELBSTVERSTÄNDLICH LÄNGST AUCH AUF DEN GRABUNGSPLÄTZEN DES DAI EINZUG GEHALTEN. Nicht nur digitale Fotografie, Vermessung und Laserscans gehören heute zu den modernen Dokumentationsmethoden in der Feldforschung, dank modularer Datenbanksysteme und technischer Ausstattung auf hohem Niveau können vielseitig einsetzbare Tablet-Computer, wie hier bei einem Survey im Umland von Pergamon in der Türkei, inzwischen auch die klassischen Grabungstagebücher ersetzen.
Foto: N. Neuenfeld

FEMI JOHNSON (EMOWAA) UND JAN HUBERT (EDO|CATION, DAI) fotografieren einen Gedenkkopf aus dem Königreich von Benin, um mittels *Structure from Motion* ein 3D-Modell davon zu erstellen. Foto: Chr. Schepers

3D-ANSICHTEN DER OGIAMIEN-RESIDENZ (ohne Dach, so dass die einzelnen Räume sichtbar sind). Mit Hilfe solcher 3D-Modelle können genaue Grundrisspläne und Querschnitte erstellt werden. Links zwei Detailansichten von vier Räumen. Unten rechts Gesamtansicht des Gebäudes.
Abb: Chr. Hartl-Reiter (SfM und 3D Modell)

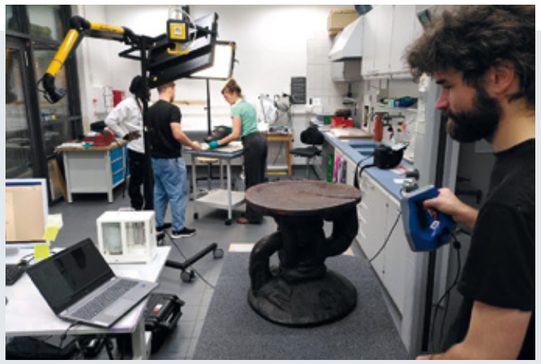
DIGITALISIERUNG UND DENKMALPFLEGE

Digitale Dokumentation von Funden und Befunden aus Benin (Nigeria)

Zusammen mit dem Edo Museum of West African Art (EMOWAA) digitalisiert das Projekt edo|cation der Kommission für die Archäologie Außereuropäischer Kulturen (KAAK) am Deutschen Archäologischen Institut einzelne Objekte, historische Gebäude und archäologische Landschaften des Königreiches von Benin in der heutigen Bundesrepublik Nigeria.

Am 1. Juli 2022 unterzeichneten die beiden Bundesrepubliken Nigeria und Deutschland eine gemeinsame Absichtserklärung, die die rechtliche Grundlage für eine Rückkehr der sog. Benin-Bronzen auch aus deutschen Museen schafft. Neben der eigentlichen Rückgabe wird darin außerdem vereinbart, in Zukunft die bilaterale Zusammenarbeit weiter zu stärken, unter anderem in den Bereichen Archäologie und Digitalisierung von kulturellem Erbe. Das Projekt edo|cation an der KAAK des Deutschen Archäologischen Institut setzt diese politische Erklärung mit ganz konkreten Maßnahmen und Unterstützung durch das Auswärtige Amt in die Praxis um.

Bereits Anfang letzten Jahres konnten im Rahmen von edo|cation zusammen mit nigerianischen Archäologinnen und Archäologen die Forschenden des DAI in Benin City die Ogamien-Residenz, das älteste noch erhaltene Gebäude der Stadt, und einen Teil



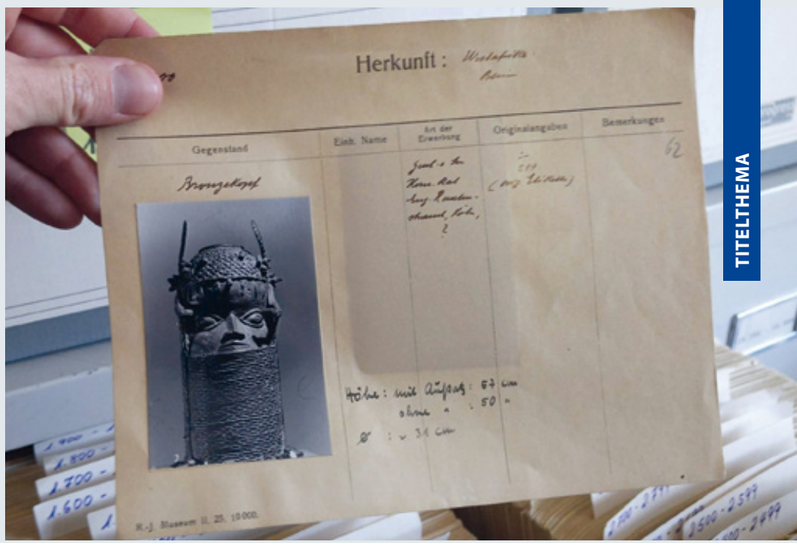
Im Hintergrund: Femi Johnson (EMOWAA), Jan Hubert (edo|cation, DAI) und Birgit Depenbrock (RJM) mit einem Gedenkkopf aus Messing aus dem Königreich von Benin in der Sammlung des Rautenstrauch-Joest-Museum Köln. Vorn: Christian Schepers (edo|cation), bei der digitalen Dokumentation eines Altarhockers aus Holz mit Hilfe eines Strukturlicht-Scanners. Foto: J. Linstädter

IM RAUTENSTRAUCH-JOEST-MUSEUM KÖLN entnimmt Christof Nakat sorgfältig die Reliefplatten der Benin-Bronzen aus den Vitrinen, um sie für die digitale Erfassung im Rahmen von edo|cation vorzubereiten. Foto: Chr. Schepers

FÜR DIE DIGITALISIERUNG VON RELIEFPLATTEN DER BENIN-BRONZEN nimmt Femi Johnson (EMOWAA) im Rautenstrauch-Joest-Museum Köln zahlreiche Fotografien des Objekts zur weiteren Verarbeitung mittels *Structure from Motion* auf. Foto: Chr. Schepers

Michael Tomiak vom EMOWAA (im Hintergrund) und edo|cation-Projektleiter Christian Schepers (im Vordergrund) **BEI DER DIGITALISIERUNG VERZIERTER ELEFANTENSTOSSZÄHNE AUS DEM KÖNIGREICH VON BENIN** mittels *Structure from Motion* (hinten) bzw. Strukturlicht-Scanner (vorn) im Rautenstrauch-Joest-Museum Köln. Foto: F. Johnson

KARTEIKARTE AUS DER NUMERISCHEN KARTEI DES RAUTENSTRAUCH-JOEST-MUSEUMS IN KÖLN mit Informationen zu einem Gedenkkopf aus dem Königreich von Benin. Das Museum hat alle Karteikarten in einer Datenbank digitalisiert. Fotos von damals und heute zeigen eine Auswahl an Ansichten. Im Gegensatz dazu können 3D-Modelle die Objekte vollständig und interaktiv abbilden. Für die Originale völlig berührungslos können sie so von allen Seiten betrachtet werden. Foto: Chr. Schepers



der weitläufigen Erdmauern mittels Drohnen digital dokumentieren. Das Erfassen des aktuellen Zustands der Residenz erwies sich als richtig und wichtig, denn ein paar Monate später stürzte bedauerlicherweise eine tragende Mauer dieses Denkmals ein. Das auf Grundlage dieser Dokumentation entwickelte 3D-Modell des Hauses vermittelt dessen Originalzustand und erlaubt es nun, Konzepte zu Schutz und Rekonstruktion besser planen zu können. Dieser Vorteil dreidimensionaler Modelle in der Dokumentation zeigt sich auch bei der Erfassung der Erdmauern des Königreiches von Benin. Im Vergleich zu analogen Methoden ist die photogrammetrische Aufnahme mittels Drohnen schneller, deckt größere Flächen ab und liefert 3D-Daten, die nicht einzelne Messungen, sondern das komplette Objekt abbilden. Mithilfe solcher Modelle können am Computer anschließend Länge und Tiefe sowie Volumen gemessen und virtuelle Profilschnitte angelegt werden. Neben der Dokumentation des Erhaltungszustandes und der Gewinnung grundlegender Daten zu deren Größe und Ausdehnung ist die Digitalisierung der Erdmauern und der Ogiamien-Residenz daher auch ideal zur Vermittlung dieser Forschung geeignet. Die digitalen Formate sind intuitiv zugänglich, auf unterschiedlichen Plattformen skalierbar und inklusiv. Noch vor der ersten wissenschaftlichen Publikation haben EMOWAA und edo|cation aus der digitalen Dokumentation der Erdmauern eine Karte entwickelt, die die Geschichte der monumentalen Bauwerke des Königreiches von Benin erzählt und anschaulich mit 3D-Modellen und Videos visualisiert. Aufrufbar ist die Karte via **https://arcg.is/1GWSz00** im Browser, sowohl auf Desktop-Computern als auch mobilen Geräten wie Smartphones. Die aktuellen Informationen und Ergebnisse dieser Forschung zu den Erdwerken sind damit jeder Person an jedem Ort in Nigeria oder sonst auf der Welt zugänglich.

Ende 2022 schließlich startete edo|cation die Digitalisierung der am Rautenstrauch-Joest-Museum in Köln aufbewahrten Benin-Bronzen, bevor drei der inzwischen restituierten Bronzen im Dezember Außenministerin Baerbock bei ihrem Besuch nach Nigeria begleiteten und dort übergeben wurden. Von diesen Objekten, dabei handelt es sich um einen Schlüssel aus dem Palast des Obas in Benin City, einen Altarhocker und einen Gedenkkopf aus Messing, wurden mit Kooperationspartnern des EMOWAA

ALTARHOCKER AUS HOLZ, ERHE (Bezeichnung in Edo via Digital Benin, digitalbenin.org). Verziert mit Figuren aus Flora und Fauna des Königreiches von Benin. Verschiedene Ansichten: links das 3D-Modell frontal mit Textur, Mitte: frontal und seitlich ohne farbliche Textur, unten rechts Detailansicht von der Mitte des Hockers, oben rechts eine aus der Punktwolke errechnete Ansicht des Objekts mit betonten Konturen. Deutlich wird hier, dass der Mittelteil aus zwei verschiedenen Richtungen heraus geschnitzt wurde. Ehemals in der Sammlung des Rautenstrauch-Joest-Museum Köln, nun zurück in Nigeria im Besitz der National Commission for Museums and Monuments. Abb.: Chr. Schepers

GEDENKKOPF DER KÖNIGINMUTTER, UHUNMWU ELAO ỌGHE IY'ỌBA (Bezeichnung in Edo via Digital Benin, digitalbenin.org). Links eine Darstellung der Punktwolke mit zugeordneten RGB-Farben. In der Mitte das fertige 3D-Modell mit Textur, rechts eine Seitenansicht des Gedenkkopf als 3D-Modell ohne Textur. Das finale 3D-Modell wird aus der Punktwolke berechnet, vereinfacht und schließlich texturiert. Abb.: Chr. Schepers

RELIEFPLATTE AUS DEM PALAST DES KÖNIGREICHES VON BENIN.
Die Oberfläche ist mit Punkten, Blüten und geometrischen Formen punziert. Im 3D-Modell ist diese Punzierung besonders gut sichtbar. Im Palast des Obas waren viele solcher und ähnlicher Reliefplatten angebracht, die die Geschichte des Königreiches von Benin erzählen.
Abb.: Chr. Schepers

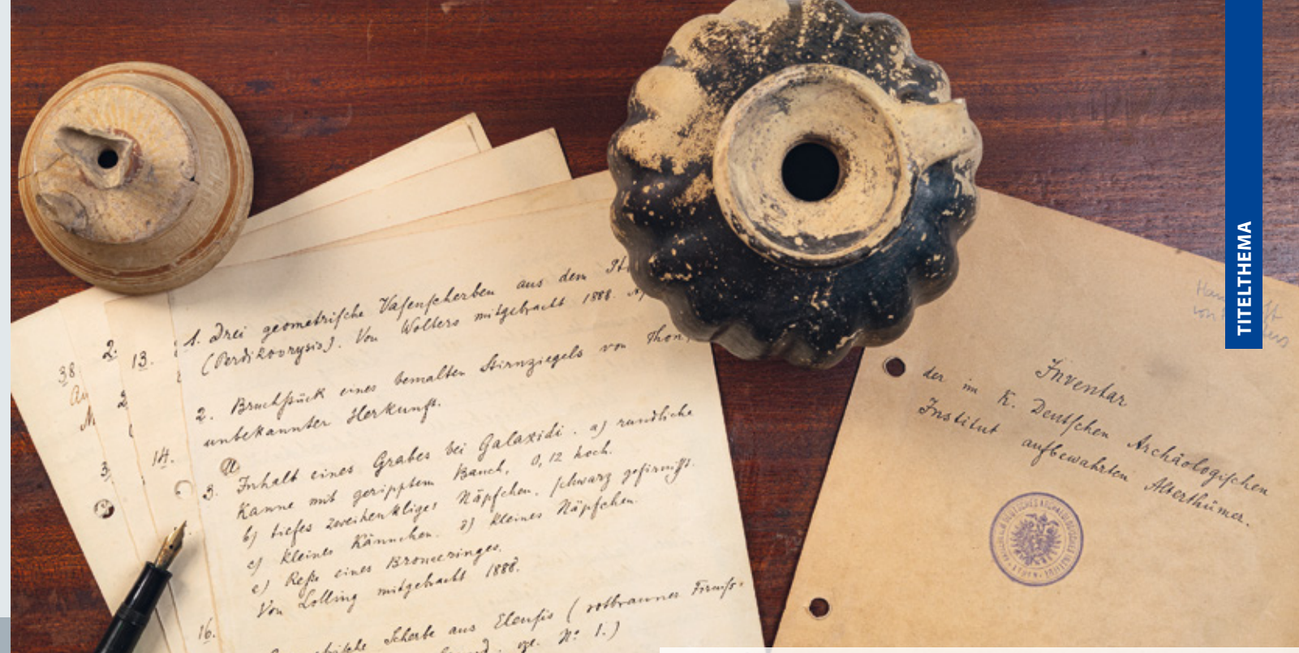
dreidimensionale digitale Abbilder erstellt. Im März 2023 durfte edo|cation in Kooperation mit nigerianischen Expertinnen und Experten außerdem an der Digitalisierung von Reliefplatten und zweier verzierter Elefantenstoßzähne mitwirken, die sich derzeit noch in Köln befinden.
Die Bronzen sind nach der Restitution wieder rechtmäßiges Eigentum von Nigeria. Alle Arbeiten an diesen Objekten werden deshalb mit der zuständigen Behörde, der National Commission for Museums and Monuments abgestimmt. Das umfasst auch das Erstellen von digitalen Modellen, die in einer global vernetzten Welt einfach und schnell mit allen beteiligten Partnern geteilt werden können. Die Arbeiten an und mit solch herausragenden Objekten werden zugleich aber auch genutzt, um gemeinsam mit den Partnern aus Nigeria Erfahrungen bei der Digitalisierung historischer Objekte zu vertiefen.

Methodisch kamen hier zwei unterschiedliche Ansätze und Geräte zum Einsatz: Zum einen die *Structure from Motion*-Fotogrammetrie (SfM), wie sie auch bereits für die Digitalisierung der Ogamien-Residenz angewendet wurde. Zum anderen sog. Strukturlicht-Scans, bei denen Strukturlichtscanner ein Muster auf das Objekt projizieren und dann die Verformungen dieses Musters messen. Aus den so gewonnenen Messdaten wird daraufhin ein 3D-Modell berechnet. Strukturlichtscanner sind auf spezifische Objektgrößen beschränkt, vergleichsweise teuer, aber einfach in der Handhabung und sie liefern vergleichsweise schnell sehr gute Ergebnisse.
Für die *Structure from Motion*-Methode werden mehrere hundert Fotos eines Objekts aus verschiedenen Winkeln und Richtungen aufgenommen. Anschließend werden software-gestützt und mithilfe mathematischer Algorithmen übereinstimmende Merkmale in diesen Fotos ermittelt und auf Basis von Kontrollpunkten das finale 3D-Modell errechnet. Für *Structure from Motion* kann vorhandenes Fotoequipment benutzt werden, die Methode ist im Vergleich zu Strukturlichtscannern günstiger und skalierbar. Damit erlaubt sie die digitale Dokumentation ganzer archäologischer Landschaften ebenso wie von Gebäuden und Einzelobjekten.

Bei der Digitalisierung von Artefakten und Kontexten fallen allerdings große Datenmengen an, die gespeichert, gesichert und weiterbearbeitet werden müssen. Im Forschungsbetrieb ist dafür ein gut organisiertes Forschungsdatenmanagement notwendig. Das DAI verfügt hier über Jahrzehnte entsprechender Erfahrung und eine digitale Infrastruktur, die auch im Projekt edo|cation genutzt werden und den regelmäßigen Erfahrungsaustausch mit den nigerianischen Kolleginnen ermöglichen.
Die an edo|cation beteiligten Mtarbeiterinnen und Mitarbeiter der KAAK wenden das *Structure from Motion*-Verfahren bereits seit zehn Jahren erfolgreich an. Diese Erfahrung können sie auch in die Zusammenarbeit mit den nigerianischen Kolleginnen und Kollegen des EMOWAA bei der Digitalisierung der Benin-Bronzen sowie weiterer komplexer Denkmäler in Benin-City einbringen. Hier zeigt sich wie Restitution und Digitalisierung im gemeinsamen Bemühen um die Dokumentation und internationale Erforschung von Kulturerbe und im Denkmalschutz positiv zusammenwirken.

CHRISTIAN SCHEPERS leitet das Projekt edo|cation an der KAAK in Bonn. Zuvor war er als Archäologe an Forschungsprojekten in Äthiopien und Ägypten beteiligt.
Foto: T. Schenk

Edo|cation ist ein vom Auswärtigen Amt bis Ende 2024 gefördertes Projekt an der Kommission für Archäologie Außereuropäischer Kulturen (KAAK) des Deutschen Archäologischen Institutes. Im Kontext der Restitution von Benin-Bronzen nach Nigeria stehen archäologisches Capacity Building und kollaborative Forschung im Fokus von edo|cation. Grafik: Chr. Schepers



DIE VOLLSTÄNDIGE DIGITALE ERFASSUNG UND REKONTEXTUALISIERUNG DER ANTIKENSAMMLUNG AN DER ABTEILUNG ATHEN DES DAI steht im Mittelpunkt des „Shapes of Ancient Greece"-Projekts. Ein erstes (hier abgebildetes) Inventar der Athener DAI-Sammlung ist bereits im Jahr 1888 von Paul Wolters, dem damaligen Zweiten Sekretar der Abteilung angelegt worden.
Foto: A. von Eickstedt, J. Ritter

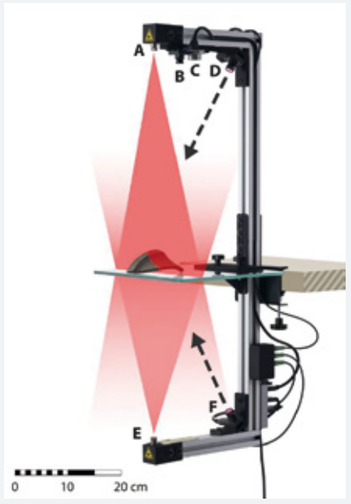
„SHAPES OF ANCIENT GREECE"

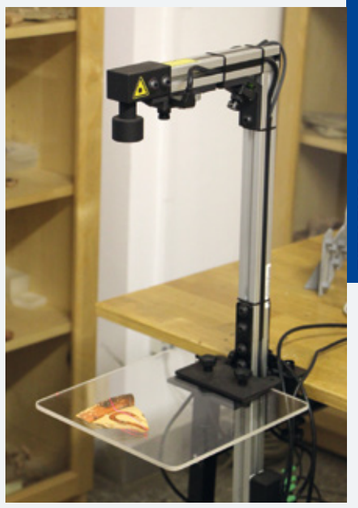
Über die Digitalisierung der archäologischen Sammlung des DAI Athen

Die Abteilung Athen des Deutschen Archäologischen Instituts beherbergt eine archäologische Sammlung, zu der 32.035 Keramikscherben, 3.148 Obsidianklingen und -abschläge sowie 2.027 weitere Objekte aus verschiedenen Materialien gehören. Im Rahmen des seit Anfang 2021 laufenden und vollumfänglich vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanzierten Projekts „Shapes of Ancient Greece" (SAG) wird diese Sammlung vollständig digitalisiert.

DIE FUNDGRUPPE KATSINGRI BEI TIRYNS (OM619) stellt ein beispielhaftes Ensemble (hier im historischen Holzkasten) aus der Athener Sammlung dar.
Foto: A. von Eickstedt, J. Ritter

ORIGINAL UND VIRTUELLES 3D-MODELL einer rotfigurigen Lekythos aus der Sammlung der Abteilung Athen des DAI.
Foto: J. Ritter



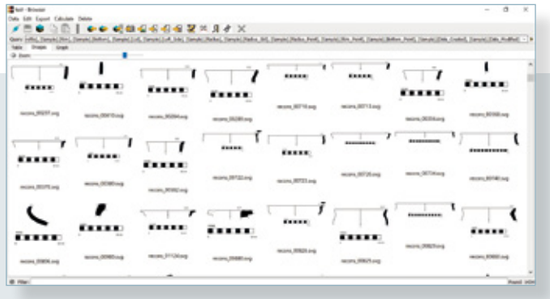


FUNKTIONSWEISE DES LASER AIDED PROFILERS, mit dem bei „Shapes of Ancient Greece" vor allem Keramikfunde digitalisiert werden und der Profiler im Einsatz – hier beim Scannen einer Keramikgefäßscherbe. (Abb.: Mit freundlicher Genehmigung von lasereidedprofiler.com, Foto: J. Ritter)

Die meisten Objekte der Sammlung des DAI Athen wurden in der Zeit von der Gründung der Abteilung im Jahr 1874 bis zum Zweiten Weltkrieg bei Landesbegehungen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aufgelesen. Der wissenschaftliche Wert der Sammlung liegt insbesondere darin, dass durch sie die Existenz archäologischer Fundorte dokumentiert ist, die heute vollständig überbaut sind. Die Sammlung ist daher für topographische und siedlungshistorische Forschungen eine Quelle ersten Ranges. Dies gilt vor allem für die Landschaft Attika, die in den letzten Jahrzehnten von einer massiven Überbauung und Zersiedlung betroffen war.
Für die Digitalisierung dieser Sammlung werden sämtliche Objekte fotografiert und von vielen Stücken außerdem digitale Profilzeichnungen mit dem Spezialscanner „Laser Aided Profiler" angefertigt. Von ausgewählten Artefakten können darüber hinaus auch 3D-Modelle generiert werden. Davon abgesehen wird eine Fülle von Metadaten erarbeitet. Es handelt sich dabei um Angaben zu Typus und Chronologie der Objekte sowie zu ihrem Fundort. Oberste Priorität des Projekts sind Qualität und Qualitätskontrolle der Ergebnisse, um Verwaltung und Nutzbarkeit auch dieser großen Datenmengen langfristig zu gewährleisten.

DER LASER AIDED PROFILER: ZEICHNEN MIT DER NEUESTEN TECHNIK

Mit Hilfe des erst vor einigen Jahren entwickelten „Laser Aided Profiler" (LAP) können zweidimensionale Profilzeichnungen am Computer angefertigt werden. Dadurch wird die Digitalisierung von Keramik erleichtert und eine schnelle Erschließung von großen Mengen Materials ermöglicht. Diese digitalen Profilzeichnungen sind publikationsfähig und können in Datenbanken wie *iDAI.objects* eingebettet, in Informationssystemen wie *iDAI.shapes* verwendet und sogar für die Analyse von Keramikformen herangezogen werden.
Der leicht transportierbare LAP setzt sich aus zwei Lasermodulen zusammen, die jeweils eine sichtbare Messlinie auf ein Keramikfragment projizieren. Zwei 3D-Kameras nehmen die vom Laser gemessene Oberfläche auf und erfassen die so produzierten Daten. In Echtzeit wird in der Software der Umriss des gemessenen Objektes erstellt und kann vom Nutzer zur Profilzeichung weiterverarbeitet werden. So lassen sich zum Beispiel Trink-, Koch-, und Vorratsgefäße sowie ausgewählte Kleinfunde schnell und präzise zeichnerisch darstellen. Dank einer eingebauten Kamera können die gezeichneten Objekte auch fotografiert und Foto sowie Zeichnung nebeneinandergestellt und in derselben Datei gespeichert werden.
Eine weitere Funktion der LAP-Software ist der grafikbasierte Datenspeicher, das sog. Deposit. Alle generierten Zeichnungen werden mit den ursprünglich erfassten Rohdaten und den zusätzlich eingetragenen Metadaten abgespeichert, sodass das Datenpaket für die weitere Nutzung und Bearbeitung zur Verfügung steht.
Für die Handhabung und Erlernung der essenziellen Gerätfunktionen ist nur eine kurze Einarbeitungszeit nötig. Kenntnisse antiker Keramik und eine gewisse Technikaffinität erleichtern allerdings den Einstieg in die Verwendung des Gerätes und ermöglichen es, sich schnell an den neuen Workflow zu gewöhnen. Erfahrungen im Umgang mit dem LAP und daraus abgeleitete Ideen zu seiner Verbesserung werden im Austausch mit den Herstellern diskutiert – damit trägt die Arbeit des SAG-Projekts auch zur kontinuierlichen Weiterentwicklung der Software bei. Seit Beginn der Projektlaufzeit ist die LAP-Software in der Folge bereits mit zahlreichen neuen Funktionen und nützlichen Features ausgestattet worden.



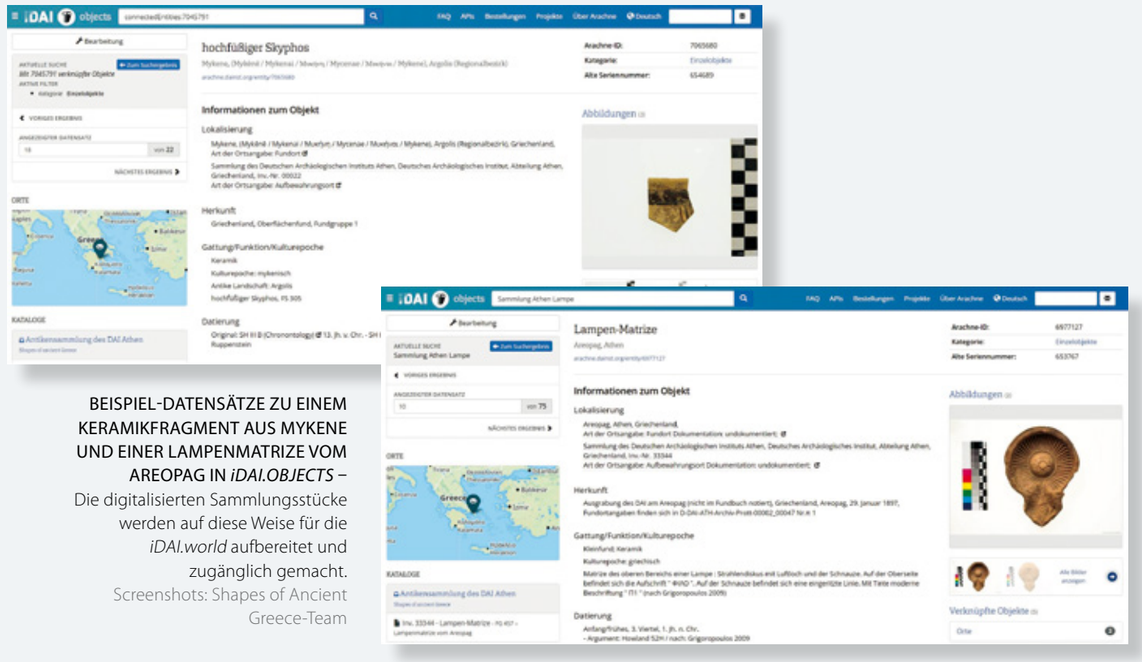
EIN BLICK IN DEN GRAFIKBASIERTEN DATENSPEICHER DER LAP-SOFTWARE mit einer Übersicht gescannter Keramikscherben und auf dieser Datengrundlage automatisiert erstellter Profilzeichnungen.
Screenshot: J. Ritter

3D-MODELLE: WICHTIG FÜR BESTIMMTE OBJEKTGRUPPEN

Von ausgewählten Sammlungsobjekten wurden in einer einwöchigen Aufnahme-Kampagne im Jahr 2021 außerdem komplexe dreidimensionale Modelle mit Hilfe eines 3D-Scanners erstellt. Auch diese 3D-Modelle werden nach Abschluss der Arbeiten in *iDAI.objects* zugänglich gemacht und stehen damit für die weitere Auswertung und Forschung zur Verfügung. Sie sind besonders hilfreich für die Untersuchung von seriell in Formen hergestellter Artefakte, weil mit ihnen erkannt werden kann, ob typengleiche Objekte mit derselben Matrize und damit vielleicht in derselben Werkstatt hergestellt wurden. Zu diesen Objektgruppen gehören beispielsweise Terrakottafigurinen, Tonlampen, Reliefkeramik und architektonische Terrakotten.

DIGITALFOTOGRAFIE: DER LASTESEL DER DIGITALISIERUNG

Die digitale Fotografie ist bereits seit etlichen Jahren Teil auch des archäologischen Arbeitsalltags. Und auch wenn sie deshalb vielleicht nicht mehr als besonders innovativ wahrgenommen wird, ist dies die nach wie vor wichtigste Methode zur digitalen Dokumentation archäologischer Funde. Und sie wird es wohl auch noch für lange Zeit bleiben. Nicht vergessen wollen wir außerdem, dass auch im Bereich der Digitalfotografie die Entwicklung weiter voranschreitet und in den letzten Jahren immense technologische Fortschritte erzielt wurden. Noch vor wenigen Jahren galt eine Kamera mit einer Auflösung von 12 Megapixeln als leistungsstarkes Gerät. Für die Digitalisierung der Sammlungsobjekte wird im Rahmen des SAG-Projekts inzwischen eine Vollformatsensor-Kamera mit einer Auflösung von 42 Megapixeln eingesetzt. Die mit ihr gemachten Aufnahmen können mit nur sehr geringem Qualitätsverlust so stark vergrößert werden, dass auch mit bloßem Auge kaum erfassbare Details sichtbar werden. Da diese Fotografien hohen wissenschaftlichen Standards genügen müssen, liegt die fotografische SAG-Dokumentation in den Händen eines versierten Fotografenteams.



BEISPIEL-DATENSÄTZE ZU EINEM KERAMIKFRAGMENT AUS MYKENE UND EINER LAMPENMATRIZE VOM AREOPAG IN *iDAI.OBJECTS* – Die digitalisierten Sammlungsstücke werden auf diese Weise für die *iDAI.world* aufbereitet und zugänglich gemacht.
Screenshots: Shapes of Ancient Greece-Team

iDAI.WORLD

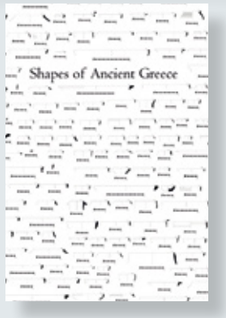
Die *iDAI.world* ist die vernetzte digitale Forschungsdatenplattform des DAI. Modular aufgebaut, bietet sie eine Vielfalt von Datenbanken und -diensten sowie offene Schnittstellen für den Datenaustausch. Ortsunabhängig überall online erreichbar, verbindet die *iDAI.world* so unter anderem umfangreiche Bildsammlungen und Beschreibungen zu archäologischen Stätten, Monumenten und Funden in *iDAI.objects* mit Informationen zu historischen Perioden und Epochen in *iDAI.chronontology* und Ortskoordinaten aus dem digitalen Fundortregister *iDAI.gazetteer*. Mit *iDAI.thesauri* stehen strukturierte Referenzvokabulare für unterschiedliche archäologische Themenfelder zur Verfügung, und die bibliographischen Einträge in *iDAI.bibliography* erlauben die Verknüpfung mit relevanten Veröffentlichungen. Über den *iDAI.geoserver* können schließlich raumbezogene Informationen (Geodaten) online gestellt, zu digitalen Kartenwerken verarbeitet und mit der übrigen *iDAI.world* oder einem Geoinformationssystem (GIS) verbunden werden. Auch Datenbestände aus aktiver und früherer Feldforschung, sowie weitere digitalisierte Archivalien, finden in der *iDAI.world* ihren Platz und stehen so Forscherinnen und Forschern für ihre Arbeit zur Verfügung.
Die *iDAI.world* ist auf Kollaboration ausgelegt und steht in weiten Teilen zum Datenaustausch in beide Richtungen offen; d.h. Benutzerinnen und Benutzer können eigene Daten hochladen, digital archivieren und online publizieren. Die gesamte *iDAI.world* besteht aus *Open Source*-Technologien.
Grafik: T. Lemke-Mahdavi, LMK Büro für Kommunikationsdesign

VERNETZUNG UNTER EINEM DACH: INTEGRIERUNG DER DIGITALISATE IN DER iDAI.WORLD

Die Digitalisate der Athener Sammlungsobjekte werden zusammen mit den erarbeiteten Metadaten schließlich in die zentrale Datenbank des DAI *iDAI.objects* hochgeladen und so Fachkolleginnen und -kollegen sowie der interessierten Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Den DAI-Richtlinien entsprechend finden dabei selbstverständlich die sog. FAIR-Prinzipien Anwendung, die vorsehen, dass solche Daten auffindbar (findable), zugänglich (accessible), interoperabel (interoperable) und wiederverwendbar (reusable) sein sollen. Über das DAI-Portal zur vernetzten digitalen *iDAI.world* sind auch die Datensätze dieser Sammlungsbestände mit den anderen DAI-Datenbanken verknüpft. So werden beispielsweise Datierungsvorschläge mit den in *iDAI.chronontology* hinterlegten Normdaten verbunden. Fund- und Aufbewahrungsorte lassen sich im *iDAI.gazetteer* nachschlagen und Angaben zu Archivbeständen in *iDAI.archives*. Auch relevante Publikationen zu Sammlungsobjekten können über die Schlagworte und Webadressen von *iDAI.objects* aus direkt in *iDAI.bibliography* aufgerufen werden und umgekehrt. Künftig ist außerdem vorgesehen, dafür geeignete Datensätze mit der geplanten Datenbank *iDAI.shapes* zu verknüpfen, mit deren Hilfe es schließlich möglich werden soll, automatisierte Formerkennungsverfahren und Ähnlichkeitsanalysen durchzuführen.

FORSCHUNGSPERSPEKTIVEN UND KOOPERATIONEN

Das wissenschaftliche Potential der Athener DAI-Sammlung ist damit aber bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Schon während der Projektlaufzeit werden einige Materialgruppen auch archäologisch bearbeitet und für eine wissenschaftliche Publikation vorbereitet. Dass dabei auf die neuen Digitalisate zurückgegriffen werden kann, ist ein enormer Gewinn.
Mit der aktiven Beteiligung gerade auch der jüngeren Mitglieder des SAG-Teams ermöglichen diese Arbeiten und deren wissenschaftliche Auswertung darüber hinaus einen wichtigen Beitrag zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, der weit über eine Unterstützung bei der Digitalisierung hinausgeht. Derzeit werden in diesem Rahmen beispielsweise u.a. Funde von der Insel Leukas sowie von einer bisher unpublizierten hellenistischen Villa in Phaleron, die 1895 von Theodor Wiegand ausgegraben wurde, bearbeitet.
Ferner werden weitere Kooperationen mit anderen Betreibern wissenschaftlicher Websites zur künftigen Auswertung und Bereitstellung der produzierten Daten angebahnt. Gespräche werden z. B. mit der gemeinnützigen Gesellschaft „Dipylon: Society for the Study of Ancient Topography" geführt, die seit 2023 die zwischen 1895 und 1903 von Johann Kaupert im Auftrag des DAI in Zusammenarbeit mit Ernst Curtius angefertigten und herausgegeben „Karten von Attika", auf ihrer WebGIS-Plattform (**https://dipylon.org**) bereitstellt. Eine weitere Kooperation ist mit ToposText geplant, einem Internet-Portal, auf dem antike Schriftquellen zu archäologischen Fundorten ebenfalls WebGIS-basiert abrufbar sind (**https://topostext.org**). Das SAG-Projekt und seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bemühen sich weiterhin, diese Zusammenarbeit künftig auch auf andere internationale Forschungseinrichtungen in Griechenland, die über vergleichbare archäologische Sammlungen verfügen, auszuweiten. Mit der Digitalisierung solch umfangreicher Fund- und Archivbestände können große Datenbestände erschlossen und für die Forschung verfügbar gemacht werden. Sie bilden die Grundlage für weiterführende Untersuchungen und die Entwicklung neuer Fragestellungen.



„SHAPES OF ANCIENT GREECE"

Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Projekt „Shapes of Ancient Greece" (SAG) an der Abteilung Athen des DAI verfolgt das Ziel der vollständigen digitalen Erfassung und topographischen Rekontextualisierung der aus landeskundlichen Untersuchungen stammenden Antikensammlung der Abteilung. Digital erschlossen, wird die Athener Sammlung zusammen mit Informationen zu den Fundorten und -kontexten in den Archiven des DAI Athen (Luftbilder, Tagebücher, Aufzeichnungen) eine wichtige Grundlage für die objektbezogene Verdichtung von Geoinformationssystemen (GIS) der modernen Landschaftsarchäologie darstellen. Weitere Informationen zum Projekt auch online unter: **https://www.dainst.org/projekt/-/project-display/4712484** Grafik: J. Ritter

JONATHAN RITTER ist wissenschaftliche Hilfskraft im „Shapes of Ancient Greece"-Projekt der Abteilung Athen des DAI. Er promoviert zu griechischen und römischen Grabmarkern und beteiligt sich an der Optimierung des Laser Aided Profilers.
Foto: U. Schulz

MARIE-CHRISTIN KÜNZELMANN ist wissenschaftliche Hilfskraft im „Shapes of Ancient Greece"-Projekt der Abteilung Athen des DAI. In ihrer Promotion untersucht sie Zeitlichkeit in bildlichen und schriftlichen Darstellungen von Verwandlungsmythen im griechischen Kulturraum.
Foto: J. Engelhardt

DR. FLORIAN RUPPENSTEIN ist Koordinator des „Shapes of Ancient Greece"-Projekts der Abteilung Athen des DAI.
Foto: U. Schulz

PROF. DR. KATJA SPORN ist die Erste Direktorin der Abteilung Athen des DAI und Projektleiterin von „Shapes of Ancient Greece".
Foto: G. Moutsatsou

TACHYMETRISCHE VERMESSUNG DER AUSGRABUNG AM NORDHANG DES STADTBERGES VON PERGAMON. Foto: J. Krasel, DAI Pergamongrabung

ZUR DOKUMENTATION SCHWER ZUGÄNGLICHER RUINENBEREICHE KOMMT IN PERGAMON EINE SOG. DROHNE ZUM EINSATZ. Foto: G. Günay, DAI Pergamongrabung

VERMESSUNG DER WESTTHERMEN IM GYMNASION VON PERGAMON. Foto: H. Çınarlık, DAI Pergamongrabung

ALTE FUNDE, NEUE TECHNOLOGIEN

Wie moderne Methoden die archäologische Forschung in Pergamon (Türkei) verändern

Eine unscheinbare Kunststoffbox mit langsam blinkender grüner LED – so präsentierte sich die erste externe Festplatte der Pergamongrabung des DAI in der Türkei Anfang der 2000er Jahre zur Speicherung von Digitalfotos der Ausgrabungsarbeiten. Rund zwei Jahrzehnte später flackern unzählige LEDs in einem Serverschrank im Grabungshaus und digitale Technologien sind aus dem archäologischen Alltag auch in Pergamon nicht mehr wegzudenken. Ihre Einsatzmöglichkeiten sind vielfältig und ständig kommen neue hinzu. Wo einst Papier, Stift und Zeichenbrett die Werkzeuge der Wahl waren, setzen Archäologinnen und Archäologen heute auf 3D-Modelle und Drohnen bei der Erforschung der antiken Stadt und ihres Umlandes. Digitale Technologien begleiten die Forschungsarbeit mittlerweile von der Dokumentation archäologischer Funde und Befunde im Gelände, über die Analyse und Auswertung der gewonnenen Informationen bis hin zur Publikation in ganz unterschiedlichen Formen und Medien.

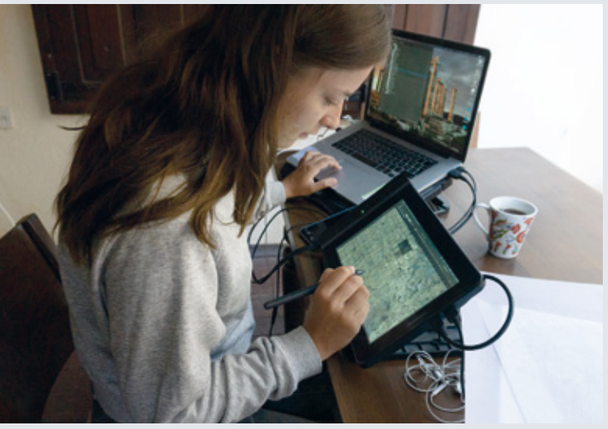
DIGITALE GRABUNGS- UND SURVEYDOKUMENTATION

Die Ausgrabungsarbeit mit Schaufel und Kelle ist unter der mediterranen Sonne Pergamons mitunter mühsam. Sie wird aber dann äußerst spannend, wenn mit jedem Fund ein neues Stück Vergangenheit auftaucht und jede freigelegte Mauer unser Bild jener Bauwerke ergänzt, die einst die antike Großstadt bildeten. Ihre Dokumentation *in situ*, also am Ort, ist heute weitgehend digitalisiert. Grabungstechnikerinnen und Grabungstechniker, Archäologinnen und Archäologen vermessen mit elektronischen Tachymetern oder GPS-Geräten und fotografieren jedes Detail, egal ob aus der Nähe oder mit Hilfe einer Drohne aus der Luft. Zu einem ihrer wichtigsten Dokumentationswerkzeuge hat sich in den letzten zehn Jahren die *Structure from Motion*-Methode (SfM) entwickelt. SfM ist ein fotogrammmetrisches Verfahren, das die Erstellung von präzisen 3D-Modellen aus einer Serie überlappender 2D-Fotos ermöglicht. Damit können Objekte, Grabungssituationen oder die Ruinen ganzer Bauwerke effizienter und präziser als je zuvor und gleichzeitig kostengünstiger als mit einem Laserscanner dokumentiert werden. So basiert beispielsweise die Visualisierung des sog. Grottenheiligtums am Osthang des pergamenischen Stadtberges mit den beiden Grotten, der vorgelagerten Architektur und dem gut 4 m tiefen Schacht auf einem solchen 3D-Modell. Auch für die Dokumentation und Rekonstruktion des Amphitheaters lieferte dieses Verfahren zuletzt eine wesentliche Grundlage.

Da Ausgrabung immer auch eine kontrollierte Zerstörung des archäologischen Kontextes bedeutet, wird jedes Detail zusätzlich akribisch beschrieben. Auch dabei haben Tablets oder Laptops handschriftlich geführte Tagebücher in Pergamon längst ersetzt. Alle Informationen, ob Text, Fotos, Zeichnungen oder Koordinaten, werden in Field Desktop (*iDAI.field*), einer speziellen Datenbank, zusammengeführt und miteinander verknüpft. Diese *Open Source*-Software ist Teil der *iDAI.world* und ermöglicht dank cloudbasierter Speicherung und Synchronisation gemeinsames Arbeiten und Forschen – jederzeit und überall.

Zu den häufigsten archäologischen Funden vor Ort gehören Keramikscherben. Um sie besser verstehen und einordnen zu können, werden u. a. detailgetreue Zeichnungen angefertigt. Während über Jahrzehnte hinweg jedes Fragment mit Bleistift, Zeichenkamm, Radiusschablone und Schieblehre aufwendig aufs Papier gebracht und anschließend digitalisiert werden musste, kommt seit einigen Jahren auch in diesem Bereich modernste Technologie zum Einsatz. Mit einem Laser-Aided-Profiler, einem speziellen Laserscanner, können Keramikfragmente in wenigen Minuten präzise gescannt und in maßstabsgetreue Zeichnungen übersetzt werden. Besonders bei zeitlich begrenzten Forschungskampagnen oder großen Fundmengen bedeutet diese Technologie einen großen Effizienzfortschritt.

Auch das Umland Pergamons wird in diese Forschungen einbezogen. Neben der Auswertung von Satellitendaten ermöglicht vor allem der Einsatz von LiDAR (Light Detection and Ranging) völlig neue Einblicke in die Landschaft. Unter einer Drohne montiert, scannte ein LiDAR-System im vergangenen Sommer den antiken Stadtberg von Pergamon und seine Umgebung. Daraus entstand ein sehr detailliertes Modell des Geländes, das es uns ermöglicht unzugängliche oder unter Vegetation verborgene Strukturen wie Mauern, Straßen, Grabstätten oder Siedlungen zu identifizieren. Systematische Begehungen der Landschaft, sogenannte Surveys, bleiben jedoch unerlässlich, um Informationen zur Art und Datierung der Befunde zu sammeln. Aber auch hier kommen Papier und Stift nur noch selten zum Einsatz. Ausgestattet mit Tablet-PCs geht das Team festgelegte Gebiete systematisch ab und dokumentiert jeden Fund in seiner exakten Position und seinem Fundkontext. Die an der Oberfläche gesammelten Daten können dann in einem Geographischen Informationssystem (GIS) kartiert und mit geophysikalischen Messungen der im Untergrund verborgenen Strukturen verglichen werden. Dadurch gelang es zuletzt beispielsweise eine ländliche Produktionsstätte für Amphoren



DIE DIGITALISIERUNG VON ARCHITEKTURZEICHNUNGEN der Pergamongrabung des DAI erfolgt vor Ort mit Hilfe moderner Grafiktablets. Fotos: G. Günay und I. Yeneroğlu, DAI Pergamongrabung

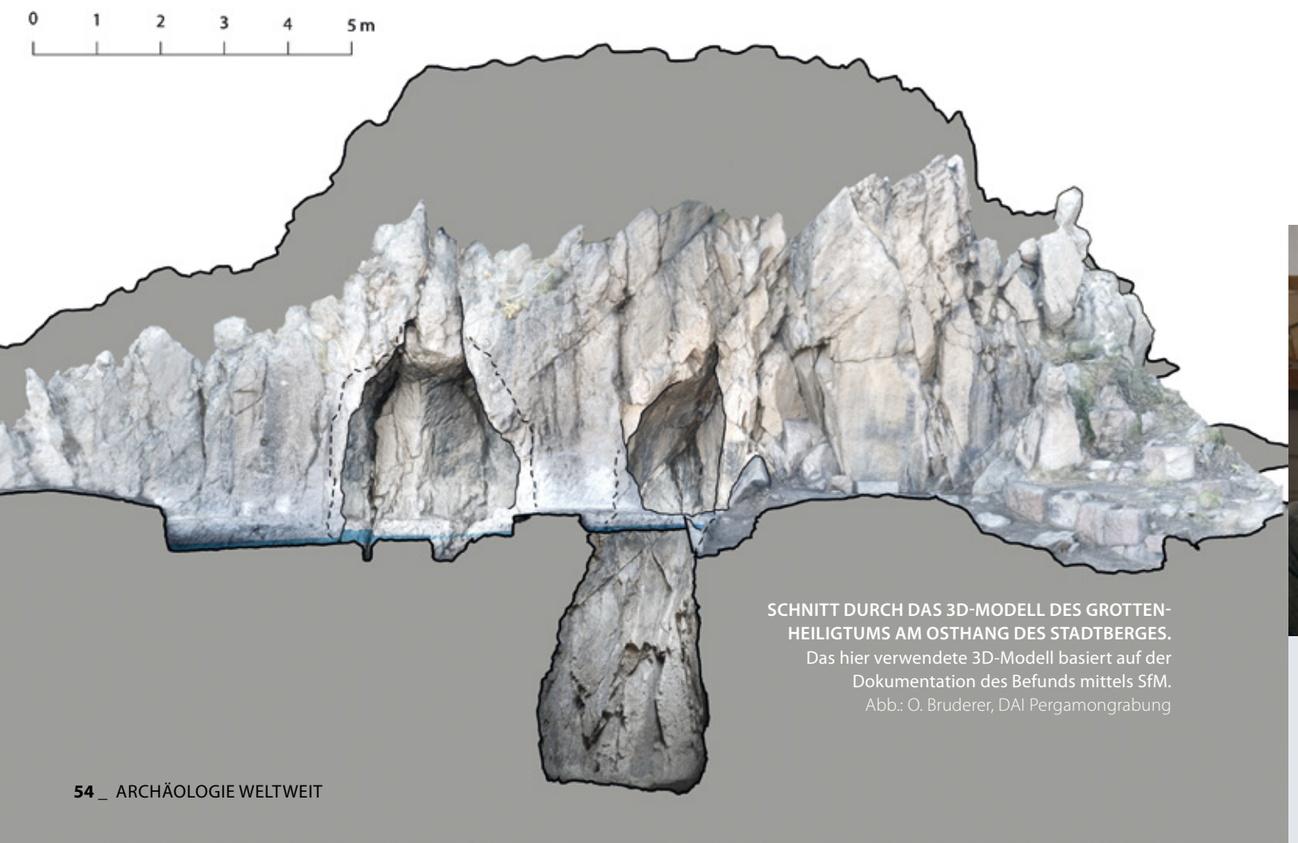
REKONSTRUKTIONSENTWURF DES AMPHITHEATERS VON PERGAMON; das zugrunde liegende 3D-Modell basiert auf einer SfM-Dokumentation. Abb: I. Yeneroğlu, DAI Pergamongrabung

aus spätantiker und frühbyzantinischer Zeit mit mindestens zehn Brennöfen zu entdecken: Die in den geophysikalischen Messungen festgestellten Anomalien im Untergrund stimmten in ihrer Position exakt mit starken Konzentrationen keramischer Produktionsabfälle überein.

DIGITALE FORSCHUNG AM COMPUTER

Der Weg aller Daten und Informationen endet aber keineswegs nur in einer Datenbank oder einem digitalen Archiv. Er führt unter anderem tiefer in die *iDAI.world*. So stellt die archäologische Karte von Pergamon auf dem *iDAI.geoserver* alle bekannten archäologischen Strukturen der antiken Stadt in einem interaktiven, dreisprachigen WebGIS dar. Bei jedem Kartenupdate werden die weißen, noch unerforschten Bereiche Pergamons auf der Karte etwas kleiner oder bereits dargestellte Gebäude aufgrund neuer Forschungen verändert und ergänzt. Die Karte dient aber insbesondere als Ausgangspunkt wissenschaftlicher Forschung, indem sie mit weiterführenden Informationen in der *iDAI.world* vernetzt ist. Über *iDAI.objects* können beispielsweise Archivfotos, Pläne und Literatur zu dargestellten Gebäuden, Straßen oder Befunden erkundet werden.

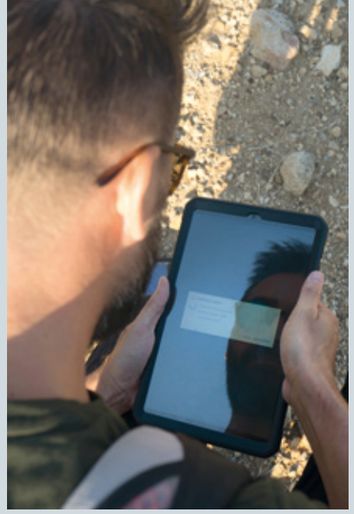
Für die Analyse des stetig wachsenden Datenschatzes werden ständig neue digitale Forschungswerkzeuge entwickelt und etablierte Verfahren optimiert. Mit Hilfe GIS-basierter räumlicher Analysen wurden zuletzt befestigte Siedlungen bezüglich ihrer Funktion bei der Überwachung und Kontrolle der pergamenischen Landschaft untersucht. Neue Erkenntnisse zur ökologischen Tragfähigkeit jener Landschaft lieferten zuletzt auch komplexere, quantitative Modellierungen verschiedener Szenarien landwirtschaftlicher Produktion. Diese Methoden ermöglichen es uns, neue Perspektiven einzunehmen und neue Wege bei der Beantwortung aktueller Forschungsfragen zu gehen. Eine Gemeinsamkeit der beiden Studien liegt in ihrer Transparenz und Reproduzierbarkeit. Das bedeutet, dass Forschungsdaten und Analysen parallel zur Publikation in digitalen Repositorien zugänglich gemacht werden und dadurch für jede Forscherin und jeden Forscher nachvollziehbar sind – eine wesentliche Voraussetzung für die Zuverlässigkeit digitaler Methoden und guter wissenschaftlicher Forschung.



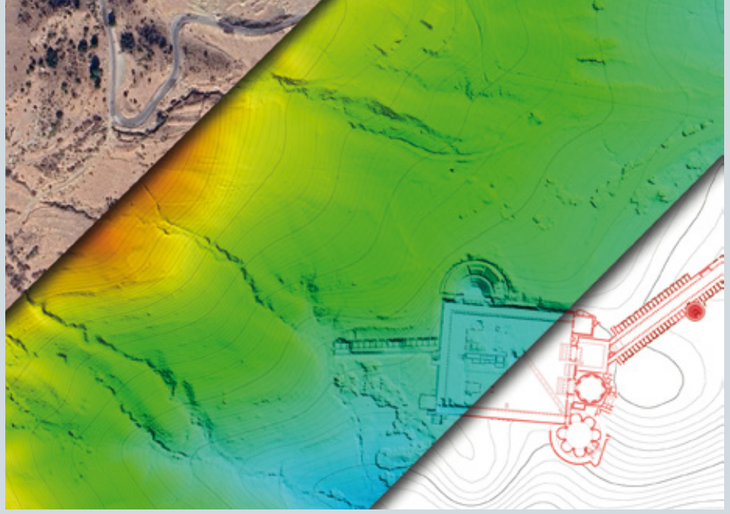
SCHNITT DURCH DAS 3D-MODELL DES GROTTENHEILIGTUMS AM OSTHANG DES STADTBERGES. Das hier verwendete 3D-Modell basiert auf der Dokumentation des Befunds mittels SfM. Abb.: O. Bruderer, DAI Pergamongrabung

AUCH DIE FUNDAUFNAHME AUF DER AUSGRABUNG erfolgt inzwischen in einem digital gestützten System, wie hier bei der Eingabe von Informationen in Field Desktop (*iDAI.field*).

DIE DOKUMENTATION VON KERAMIKFRAGMENTEN erfolgt in Pergamon mit Hilfe eines speziellen Scanners, eines sog. Laser-Aided-Profilers. Fotos: P. Michalski, DAI Pergamongrabung



AUCH BEI GELÄNDEBEGEHUNGEN KOMMEN DIGITALE DOKUMENTATIONSMETHODEN ZUM EINSATZ – in Pergamon ersetzt das Tablet inzwischen Feldnotiz- und Tagebuch bei der Aufzeichnung von Surveyfunden. Foto: A. Weiser, DAI Pergamongrabung.



DIE ANTIKE STÄTTE VON PERGAMON UND IHR UMLAND SIND GROSSFLÄCHIG MIT EINEM LiDAR-SCANNER ERFASST WORDEN; hier die Visualisierung entsprechender Daten aus der Umgebung des dortigen Asklepieions.
Abb.: B. Ludwig, DAI Pergamongrabung

WAS BRINGT DIE ZUKUNFT?

Der Einsatz digitaler Technologien in Pergamon und in der archäologischen Forschung ganz allgemein ist heute zu einer Selbstverständlichkeit geworden. Innovative Methoden der Datenerfassung und -analyse eröffnen ständig neue Möglichkeiten und Perspektiven zur Erforschung der Vergangenheit. Was vor gerade einmal 20 Jahren mit der Frage nach ausreichendem Speicherplatz auf einer einzigen Festplatte im Grabungshaus begann, entspricht heute der Diskussion darum wie Künstliche Intelligenz uns in Zukunft dabei helfen wird, Fundmaterial zu klassifizieren, antike Strukturen oder Landschaften zu rekonstruieren oder große Datenmengen zu analysieren und Muster und Beziehungen zu erkennen.
Von der einstigen Festplatte übrig geblieben ist nur noch ihr damals festgelegter Laufwerksbuchstabe „M". Er wird noch heute im täglichen Sprachgebrauch des Projektes als Synonym für die Datensammlung der Pergamongrabung verwendet.

DR. BERNHARD LUDWIG ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Abteilung Istanbul des DAI. Im Rahmen des DFG-Projektes „Die Transformation der Mikroregion Pergamon zwischen Hellenismus und Römischer Kaiserzeit" führt er archäologische Surveys im Umland von Pergamon durch. Seine Forschung konzentriert sich auf Fragen der Mensch-Umwelt-Interaktionen mit einem methodischen Schwerpunkt auf quantitativen Raumanalysen.
Foto: Ş. Uysal, DAI Pergamongrabung

DIE PERGAMONGRABUNG DES DAI

Die hellenistische Residenzstadt und römische Metropole Pergamon wird seit über 140 Jahren von Archäologinnen und Archäologen erforscht. Heute finden die Arbeiten unter dem Schirm des Pergamonprojekts der Abteilung Istanbul des DAI und mit Genehmigung des Ministeriums für Kultur und Tourismus der Republik Türkei statt. Ein aktuelles Forschungsprojekt widmet sich der Transformation der Mikroregion Pergamon zwischen Hellenismus und römischer Kaiserzeit. Jeden Sommer arbeitet ein internationales Team für mehrere Monate vor Ort. Weitere Hintergründe zum Projekt auch online unter: **https://www.dainst.blog/transpergmikro**

WEITERLESEN:
DIGITALE FORSCHUNG IN PERGAMON

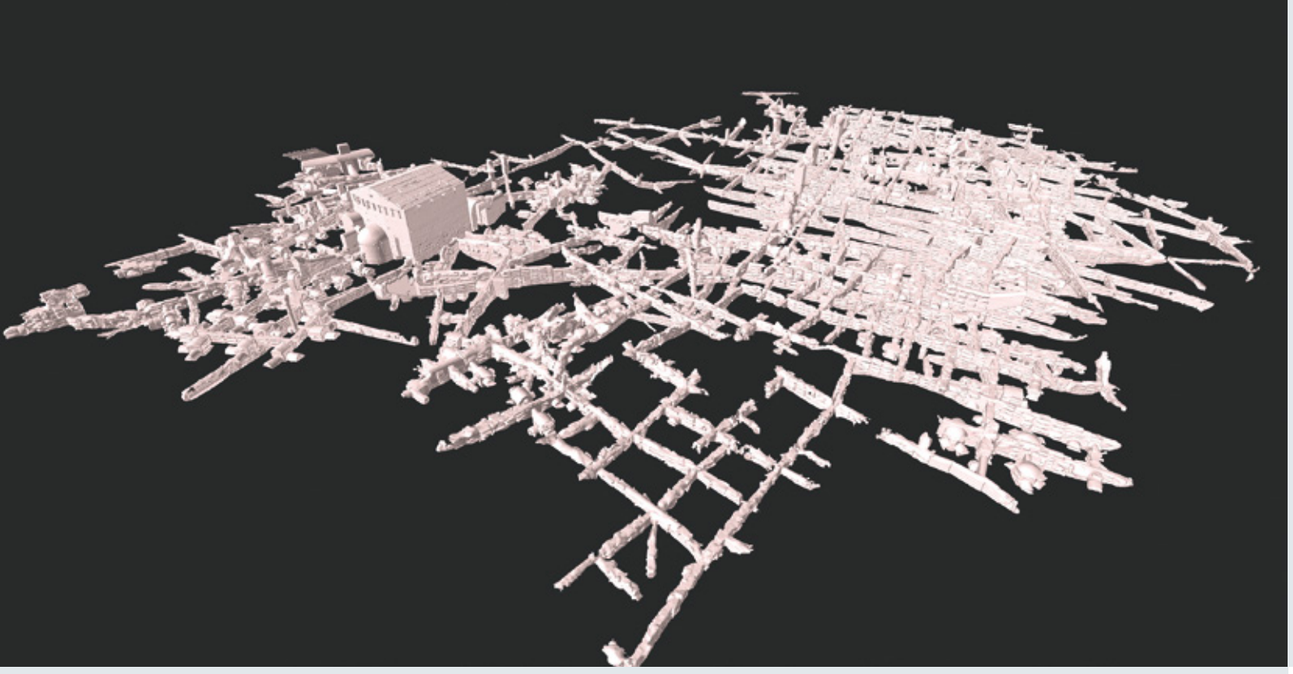
B. Ludwig, D. Knitter & C. G. Williamson, A Landscape of Surveillance. Investigating Hellenistic Fortifications and Potential Networks of Interaction in the Pergamon Micro-Region, Archäologischer Anzeiger 2022/2, § 1–80.
J. Laabs & D. Knitter, How Much Is Enough? First Steps to a Social Ecology of the Pergamon Microregion, Land 10,5, 2021.
D. Knitter & B. Ludwig, Mapping and Analyzing the Pergamon Micro-Region: An Example of Reproducible Research, in: C. H. Roosevelt (ed.), Spatial Webs: Mapping Anatolian Pasts for Research and the Public, Koç University Research Center for Anatolian Civilizations (ANAMED) Series (Istanbul 2021), 89–112.

AUFNAHME EINER KATAKOMBENMALEREI mit Ringblitz zur realistischen Ausleuchtung der Fresken in der völligen Dunkelheit unter der Erde.
Foto N. Zimmermann, DAI Rom

NEUE EINSICHTEN IN 3D

Dokumentation, Analyse und Musealisierung spätrömischer Hypogäen und Katakomben

Längst haben sich digitale dreidimensionale Verfahren im archäologischen Alltag etabliert, 3D-Laserscanner und Drohnen gehören zum modernen Werkzeugset bei Ausgrabungen oder zur Dokumentation kleinteiliger Objekte, komplexer Bauten, gar ganzer Landschaften. Digitale 3D-Modelle bieten nicht mehr nur fotorealistische Ansichten, sondern zugleich auch eine extrem exakte 3D-Struktur in großer Abbildungstreue bei breitester Einsatzmöglichkeit.

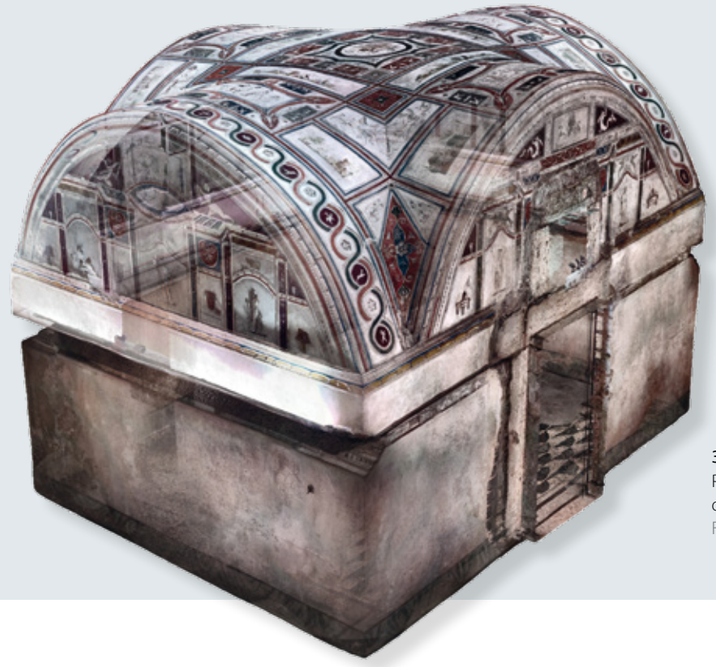


DIE RIESIGE DOMITILLA-KATAKOMBE IM HEUTIGEN 3D-MESH-MODELL.
Foto: N. Zimmermann, DAI Rom

Die Vorteile der digitalen 3D-Dokumentation und Visualisierung liegen auf der Hand. Erstmals bietet ein in den Projekten an der Abteilung Rom des DAI mitentwickelter *workflow* nun dreierlei: schnelle Dokumentation auch hochkomplexer Monumente, schnelle und extrem detailgetreue Prozessierung und dann hochaufgelöste und flexible Animation der 3D-Daten.
Besonders attraktiv ist das Anfertigen von fotorealistischen 3D-Modellen bei eigentlich unsichtbaren Monumenten, etwa bei unterirdischen Grabräumen mit Malerei, die wegen ihrer Lage und Komplexität nur schwer abzubilden und zu verstehen sind. Das beste Beispiel dafür sind die römischen Katakomben, insbesondere die mit über 12 Kilometer Gangnetz in bis zu vier unterirdischen Stockwerken größte Katakombe Roms, Domitilla. Bereits seit dem 17. Jahrhundert hat man versucht, sie durch Plan- und Schnittzeichnungen abzubilden und eine Vorstellung ihrer topographischen Entstehung und Ausbreitung unter einem über 300×320 m großen Areal zu gewinnen. Erstmals ist es nun möglich, sie vollständig als 3D-Modell zu animieren und ihre Struktur sowie die Komplexität der einander überlagernden Gangsysteme zu analysieren. Der Weg zu diesem heute sogar auf einem Tablet oder Smartphone begehbaren Modell war allerdings sehr aufwendig.

Seit 2006 waren die notwendigen Scandaten im Rahmen eines vom österreichischen Forschungsfonds FWF finanzierten Projekts durch rund 2.000 Einzelscans erzeugt und in eine einzige riesige Punktwolke gerechnet worden. Damals war dieser Datensatz nur auf Großrechnern oder in starker Reduktion der Punktanzahl handzuhaben. Die Daten sind heute weiterhin voll verwendbar und sehr wertvoll. Heutige 3D-Scanner erzeugen aber nicht nur wesentlich schneller ungleich größere Datensätze bei fast unmittelbarer und automatisierter Nachbearbeitung. Sie erzeugen noch dichtere Punktwolken – also genauere digitale 3D-Abbilder. Vor allem schaffen neueste Anwendungen für die 3D-Darstellung eine Datenreduktion ohne Qualitätsverlust in der Visualisierung. Dies wird ermöglicht, indem für die archäologischen Forschungsdaten Computerlösungen aus Gaming-Software (Unity) angewendet werden – statt Fußballspiele, Autorennen oder Fantasy-Abenteuer werden in unseren Projekten unterirdische römische Grabanlagen, frühchristliche Pilgerorte und freskenverzierte Kirchen virtuell dokumentier- und online begehbar.

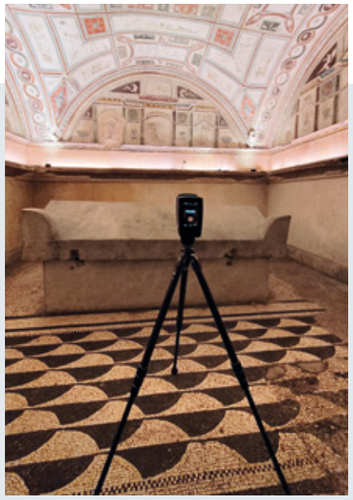
Wie sieht so ein *workflow* beim Erstellen eines komplexen 3D-Modelles aus, welche Forschungsfragen stehen nun erstmals in photorealistischer 3D-Animation zur Analyse offen? Das Erzeugen der 3D-Daten ist grundsätzlich immer sehr ähnlich, dafür stehen vorwiegend zwei Verfahren zur Verfügung: entweder 3D-Laserscanner, die durch Abtasten des umliegenden Raumes mit einem Laserstrahl eine Punktwolke erzeugen, die zudem mit einer eingebauten Kamera (oder parallel erzeugten Fotos) realistisch koloriert werden kann. Oder man verwendet SfM (*Structure from motion*)-Verfahren, bei denen eine Software (etwa Reality Capture, Metashape oder Context Capture) auf Grundlage digitaler Fotos, die einander jeweils mehrfach überlappen, durch automatisierte Bildvergleiche jedem Pixel einen 3D-Wert zuweist. Bei Drohnenflügen etwa, aber auch durch von Hand geschossene Kampagnen, werden solche Fotogruppen systematisch erzeugt – je mehr Fotos vorliegen, desto exakter ist die Struktur des durch die Software errechneten 3D-Modells. Bei beiden Verfahren, die auch kombiniert werden können, wird die räumliche und farbliche Realität so detailgetreu wie derzeit möglich digital dokumentiert.



3D-MODELL der sog. Tomba dei Pancrazi, Parco Archeologico della via Appia, Ansicht des Gewölbes der Hauptkammer 2022.
Foto: F. Capriuoli, ACAS3D

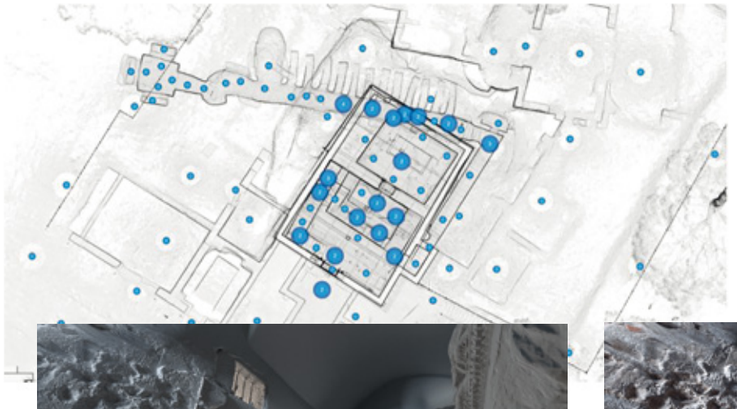
Im ersten Schritt der Datenerhebung sind also an Quantität und Qualität der Daten – Bildpunkte und Farben – größte Mengen erwünscht. So etwa haben wir allein die fresken- und stuckverzierte Grabkammer des berühmten Pancratier-Grabes der „Tombe latine“ im Parco Archeologico dell'Appia Antica mitsamt oberirdischem Grabbau und dem unterirdischen Katakombengang sowohl mit 120 Laserscanner-Positionen wie auch mit über 10.000 frei geschossenen Fotos dokumentiert, um beste Farb- und Geometriedaten zu gewinnen. Das Gesamtvolumen der erzeugten Rohdaten beträgt rund 980 GB (!); dieses Volumen wuchs im Postprocessing auf rund 3,4 TB (!) an. Dieser enorme „Datenberg“ muss im zweiten Schritt so sinnvoll reduziert werden, dass die 3D-Oberflächenstruktur und der Fotorealismus nicht leiden, die Datengröße für flüssige Animation des 3D-Modells aber möglichst schrumpft. In einem Retopology genannten Prozess werden die (zu) großen Modelle (sog. High Poly Raw Mesh) in reduzierte Modelle (sog. Low Poly Smart Mesh) umgewandelt. Im Hintergrund bleiben die Originaldaten in voller Qualität vorhanden, zur Ansicht kommt aber die reduzierte, multimedial nutzbare Version, bei der einzelne Modelle von über 10 GB auf 50-100 MB schrumpfen. 3D-Geometrie und Fototextur sind getrennt abrufbar und z.B. mit virtuellem Streiflicht analysierbar. Im Falle der Pancratier wird das 3D-Modell bald im neuen MuVi (Museo virtuale) des Parco Archeologico della via Appia antica online stehen.

SCAN-AUFNAHME IN DER DOMITILLA-KATAKOMBE nahe der via Ardeatina in Rom, 2007. Foto N. Zimmermann, DAI Rom



SCAN-AUFNAHME IN DER SOG. TOMBE DEI PANCRAZI, PARCO Archeologico della via Appia, 2022. Foto N. Zimmermann, DAI Rom

DIE SCAN-AUFNAHMEN FÜR DIE ERSTELLUNG DER 3D-MODELLE können dank mobiler Technologie auch auf engstem Raum erfolgen. Fotos. N. Zimmermann, DAI Rom



SCAN-PROJEKT DES PANCRATIER-GRABES, Angabe im Plan der einzelnen Scanpositionen, Oktober 2022. Foto: F. Capriuoli, ACAS3D

3D-MODELL der Vorkammer des Pancratier-Grabes, 3D-Struktur im künstlichen Streiflicht, ohne Farben. Foto: F. Capriuoli, ACAS3D

3D-MODELL der Vorkammer des Pancratier-Grabes, 3D-Struktur im künstlichen Streiflicht, mit Farben. Foto: F. Capriuoli, ACAS3D

Ein so gewonnenes 3D-Modell kann natürlich für die Erzeugung der üblichen Ansichten genutzt werden, wie hier im Falle des Pancratier-Grabes für ganz klassische orthogonale Plan- und Schnittansichten. Im 3D-Modell können zudem auch Besucherpfade vordefiniert werden, die man online oder im Museum auf Touchscreens abrufen kann, um alle didaktisch sinnvollen oder archäologisch interessanten Situationen des Grabes virtuell abzugehen. Man kann aber auch selbst die Regie übernehmen und sich frei im virtuellen 3D-Modell bewegen und dabei Vogelflug-Perspektiven ebenso wie realistische Besuchssituationen oder Analyseansichten einnehmen. Da das 3D-Modell georeferenzierte Realdaten verwendet, sind auch Distanzmessung und die Ausgabe orthogonaler Ansichten möglich. Bei ober- wie unterirdisch liegenden Monumenten können Grundstückskanten und Besitzverhältnisse, topographisches Wachstum oder Tiefenerstreckung auf einen Blick nachvollzogen und festgehalten werden – die standardisierten Analysegrundlagen traditioneller Bauforschung und Archäologie sind um jede weitere mögliche Ansicht erweiterbar.

Schließlich können die so erzeugten und animierten 3D-Modelle nicht nur virtuell besucht und analysiert, sondern als georeferenzierte Raummodelle zugleich auch als 3D-Online-Datenbank genutzt werden. Seit längerem sind etwa zwar die Inschriften der Domitilla-Katakombe in einem Korpus publiziert und online aufrufbar, aber ohne topographischen Kontext. In diesem erscheinen sie jetzt interaktiv, im Modell verortet und direkt verlinkt. Als weiteres Beispiel kann uns der frühchristliche Komplex im Convento dei Neveri von Bariano (bei Bergamo, Lombardei) dienen. Der spektakuläre Kern der ehemaligen Klosteranlage besteht aus der Ruine eines zentralen, kreuzförmigen Grossbaus des frühen 5. Jahrhunderts n. Chr., dem ein kleiner biabsidaler Raum, wohl ein Mausoleum, mit höchst qualitätvollen frühchristlichen Fresken angegliedert war. Im 3D-Modell, das in Kürze vor Ort im Museum und online benutz- und betretbar sein wird, kann man nicht nur während der virtuellen Tour Beschriftungen mit erklärenden Texten anklicken, sondern es lassen sich etwa an jeder betreffenden Stelle die Dokumentation der Ausgrabung bzw.

3D-MODELL BARIANO, frühchristlicher Komplex, Vogelflugperspektive von Westen. Abb.: N. Zimmermann, DAI Rom

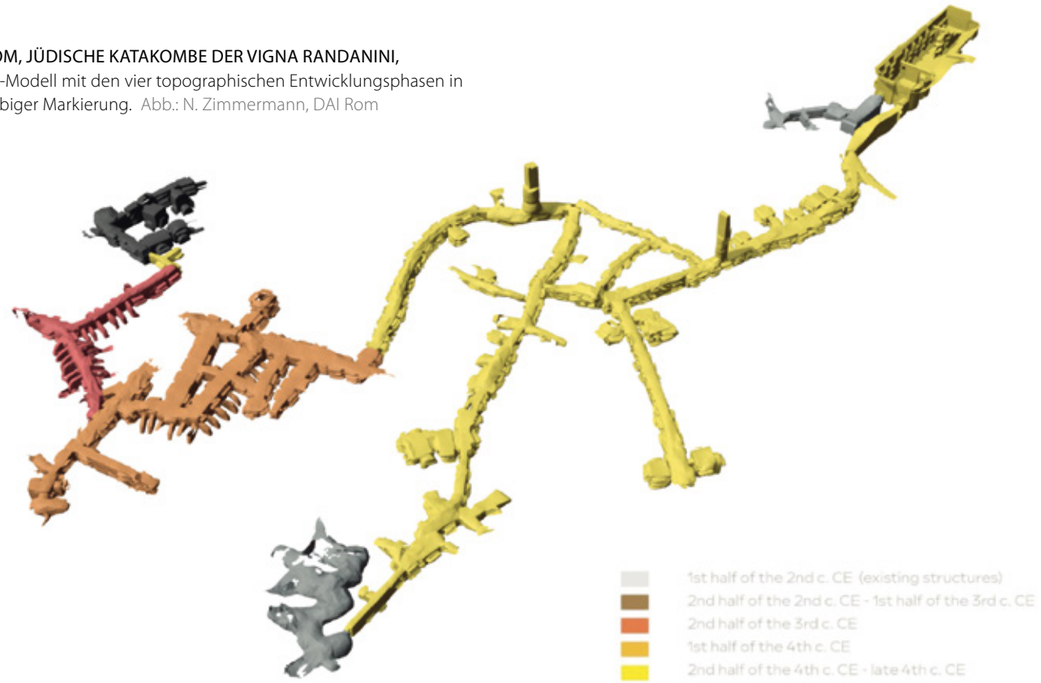
ORTHOGONALE SCHNITTANSICHT DES PANCRAZIER-GRABES, ERZEUGT AUS DEM DIGITALEN 3D-MODELL. Abb.: F. Capriuoli, ACAS3D

Restaurierung oder auch historische Dokumente wie Fotos oder alte Ansichten mit einem Internetlink direkt verknüpfen. Das Potential dieser Möglichkeit ist enorm, die 3D-Modelle sind damit nicht nur Analysetool, sondern werden auch übersichtliche (weil topographisch aufgebaute) 3D-Datenspeicher. In dieser Weise lassen sich beliebige Daten an der richtigen Stelle im Monument „ablegen" und stets zugänglich halten.

Kehren wir nochmals zu den römischen Katakomben, den wissenschaftlichen Fragestellungen und dem anschaulichen Nutzen der 3D-Modelle zurück: Es ist insbesondere der Darstellung der gesamten jüdischen Katakombe unter der vigna Randanini (zwischen via Appia und via Appia Pignatelli) zu verdanken, dass ihre topographische Entwicklung in vier Phasen erkannt und nun, im 3D-Modell, auch direkt farblich unterschieden werden kann. Vom Analysetool zum Instrument der besseren Veranschaulichung der Forschungsergebnisse der 3D-Daten ist es nur ein kleiner Schritt.

Die technologische Entwicklung schreitet mit enormem Tempo voran. Oft gibt es neue Scanner, neue Software oder Software-Updates lange bevor ein archäologisches Projekt abgeschlossen und publiziert ist. Angesichts dieser Dynamik kann die Archäologie nur versuchen, die Anwendungen zu optimieren und *workflows* zu standardisieren, ohne dabei abhängig zu werden von einem speziellen Verfahren oder Instrument, dessen Verfügbarkeit nicht für die Zukunft gesichert und deren Lizenzen eventuell nicht auf Dauer zugänglich sind. Daher sind sowohl für die Speicherung wie die Visualisierung der Daten möglichst offene und frei verfügbare Formate und Lösungen gewählt, so dass bei den sich auch für die Zukunft abzeichnenden weiteren rasanten technologischen Fortschritten die heutigen, sehr guten Lösungen, wie die gedruckten Bücher in unseren Bibliotheken oder die gesicherten Online-Datenbestände der *iDAI.World*, stets zugänglich bleiben.

ORTHOGONALER QUERSCHNITT durch das digitale 3D-Modell des frühchristlichen Komplexes in Bariano (Bg)., Abb.: N. Zimmermann, DAI Rom



ROM, JÜDISCHE KATAKOMBE DER VIGNA RANDANINI,
3D-Modell mit den vier topographischen Entwicklungsphasen in farbiger Markierung. Abb.: N. Zimmermann, DAI Rom

ZUM WEITERLESEN

Norbert Zimmermann, Das Start-Projekt zur Domitilla-Katakombe. Neue Methoden und neue Ergebnisse in Vorbereitung des Repertoriums der Malereien, in: O. Brandt - G. Castiglia (Hrsg.), ACTA XVI CONGRESSVS INTERNATIONALIS ARCHAEOLOGIAE CHRISTIANAE, Romae (22-28.9.2013) (Vatikan 2016), Vol. 2, 1993-2009.

Norbert Zimmermann, Thomas Fröhlich, Silke Haps, Irmengard Mayer, Antonio, Enrico Felle, Antonello Vilella, Kollektive Bestattungen in Rom zwischen später Republik und Spät-antike. Forschungsüberblick der Jahre 2016 bis 2018, in: DAI e-Forschungsberichte, 2019 -1.

Norbert Zimmermann, Leonard V. Rutgers, Antonello Vilella, Eva Kodzoman, Michael W. Dee, The Jewish Catacomb at the Vigna Randanini in Rome. A new Architectural and Archaeological Study. With an Appendix on Tomb Statistics, in: Römische Mitteilungen 128 (2022), 361-4331

Zahlreiche weitere Einblicke in diese Forschungen finden sich außerdem online unter:
www.dainst.org/projekt/-/project-display/186532
www.dainst.org/projekt/-/project-display/2821744
www.dainst.org/projekt/-/project-display/4825892

DR. NORBERT ZIMMERMANN
ist Wissenschaftlicher Direktor der Abteilung Rom des DAI. In Forschungsprojekten mit computergestützten 3D-Verfahren untersucht er u.a. seit 2006 die Domitilla-Katakombe, die größte Katakombe Roms, seit 2018 den frühchristlichen Komplex im ehemaligen Convento dei Neveri in Bariano (Bergamo) und seit 2022 das Pancratier-Grab im Bereich der Tombe latine (Parco Archeologico dell'Appia Antica).
Foto: C. Zimmermann, DAI

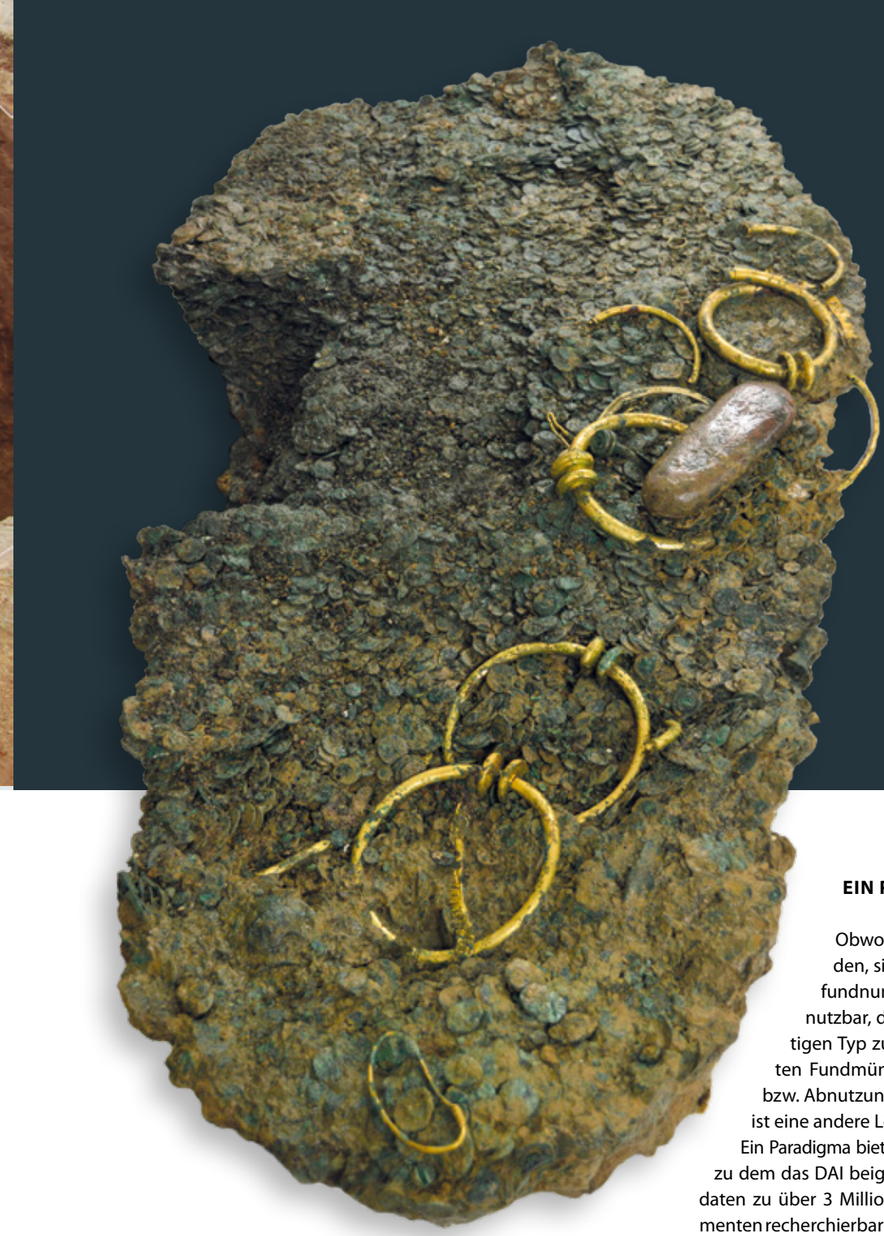
ING. FEDERICO CAPRIUOLI
(ACAS 3D) ist Bau-, Umwelt- und Raumplanungsingenieur mit Spezialisierung im Bereich Kulturerbe. Er ist Experte für Laserscanner- und fotogrammetrische Vermessungen historischer Gebäude und des kulturellen Erbes mit besonderem Schwerpunkt in der Aufnahme unterirdischer Räume. Sein bevorzugter Arbeitsbereich ist dabei die Generierung und Verwendung von 3D-Modellen für Spiele und die Kreation digitaler visueller Effekte.
Foto: Privat

NUMISMATIK 3.0

Herausforderungen und Möglichkeiten von *Linked Open Data* und Künstlicher Intelligenz

Die Numismatik gehört zu den ältesten Altertumswissenschaften. Schon seit der Renaissance werden antike Münzen gesammelt, beschrieben und klassifiziert. Dies erfolgt vor allem anhand von Merkmalen der Münzen selbst. Erst mit der Entwicklung der Archäologie im Sinne der Bodendenkmalkunde im 19. Jahrhundert wurden Münzen als aussagekräftige archäologische Funde betrachtet. Seitdem sind sie eine wertvolle Quellengattung auch für die Forschungen des DAI. Als mehr oder weniger standardisierte Massenprodukte sowie wegen ihrer charakteristischen Kombination von Material, Bild und gegebenenfalls Text eignen sich Münzen hervorragend für ein breites Spektrum digitaler Anwendungen, die neue Wege der Auswertung und Erforschung sowie des Sammlungsmanagements eröffnen.

BLOCKBERGUNG DES SCHATZFUNDES VON LE CÂTILLON II AUF DER KANALINSEL JERSEY (Vereinigtes Königreich). Mit rund 70.000 Münzen handelt es sich um den größten bislang entdeckten keltischen Münzschatz.
Foto: N.N., Jersey Heritage



DER HORT VON LE CÂTILLON II AUF DER INSEL JERSEY (VEREINIGTES KÖNIGREICH) NACH DER BERGUNG.
Foto: Ph. de Jersey, States of Guernsey, Culture and Heritage

MÜNZEN ALS ARCHÄOLOGISCHE FUNDE

Zur digitalen Erfassung von Fundmünzen wurde von der Römisch-Germanischen Kommission (RGK) des DAI in Zusammenarbeit mit dem Big Data Lab der Goethe-Universität Frankfurt die webbasierte *Open Source*-Datenbank *Antike Fundmünzen in Europa (AFE-WEB)* entwickelt, die auf die besonderen Bedürfnisse der Fundnumismatik zugeschnitten ist. Das System baut auf die Prinzipien von *Linked Open Data*. Alle in der Datenbank erfassten Münzen und Fundorte sind jeweils eindeutig durch einen sog. *Persistent Identifier* (PID) in Form einer http:-Webadresse identifizierbar, die eine Verlinkung der Einträge mit anderen digitalen Ressourcen wie Publikationen oder weiteren Datenbanken ermöglicht. Damit erfüllt die *AFE*-Datenbank die Kriterien für FAIR Data.

Die Installation der Datenbank am DAI, *AFE-RGK* (**http://afe.dainst.org**), ist primär als numismatisches Modul für das RGK-Projekt *Corpus der römischen Funde im europäischen Barbaricum (CRFB)* konzipiert und liefert wichtige Daten für Forschungen zur Interaktion zwischen dem römischen Imperium und den Regionen jenseits des Limes. In dieser Datenbank sind die Einträge zu Fundplätzen und Fundmünzen mit den jeweiligen Einträgen in *AFE-RGK* verlinkt, so dass die detaillierten numismatischen Daten direkt von dort aufgerufen werden können.

Das System steht darüber hinaus auch weiterer aktueller Forschung offen, die den verfügbaren Datenbestand stetig erweitert. So hostet *AFE-RGK* auch andere Fundkomplexe aus Deutschland. Derzeit werden beispielsweise etwa 15.000 Einträge zu römischen Fundmünzen vom niederrheinischen Lössgebiet im Hinterland von Köln, die im Rahmen einer Doktorarbeit erfasst wurden, in *AFE-RGK* eingepflegt.

Weitere Installationen von *AFE* werden von Projekten in Heidelberg (Heidelberger Zentrum für antike Numismatik [ZAN]: **http://pecunia2.zaw.uni-heidelberg.de/AFE_HD**), Warschau (*Finds of Roman Coins from Poland*: **https://coindb-prod.ocean.icm.edu.pl/AFE_PL**) und Budapest (*Ancient Coins East of the Danube*: **http://barbaricoin.elte.hu/AFE_HU**) betrieben. Alle vier Installationen verwenden dasselbe System und zurzeit wird ein gemeinsames Suchportal entwickelt, *AFE.NET*, um künftig auch länderübergreifende Abfragen zu ermöglichen.

RESSOURCEN VERLINKEN

Während die gemeinsame Abfrage bei *AFE.NET* durch das Verwenden identischer Systeme erleichtert wird, existieren darüber hinaus Verfahren, um auch disparate Datenressourcen miteinander zu verbinden. Seit 2011 entwickelt das *Linked Open Data*-Projekt *Nomisma.org* (**http://nomisma.org**) ein spezielles numismatisches Vokabular samt Ontologie im Sinne einer Grammatik für dieses Vokabular. Beide ermöglichen damit die Übersetzung der Daten in herkömmlichen relationalen Datenbanken in eine Textdatei, welche die Sprache von *Nomisma.org* verwendet. Dieses Format wird *Resource Description Framework (RDF)* genannt. Die in *RDF* übersetzten Daten können dann mit einer entsprechenden Abfrage-Sprache (*SPARQL*) schließlich auch in anderen Systemen weiterverarbeitet werden.

Diese Technik wird von einer Reihe numismatischer Ressourcen verwendet, zum Beispiel im Portal *Online Coins of the Roman Empire (OCRE)*, welches das Standardwerk für die römisch-kaiserzeitliche Münzprägung *The Roman Imperial Coinage (RIC)* in digitaler Form abbildet und an dem die RGK ebenfalls beteiligt ist. Dort werden die Daten einzelner Sammlungen im *RDF*-Format auf den Projekt-Server geladen und im Portal angezeigt. Auf diese Weise wurden inzwischen 178.407 Münzen von 54 Sammlungen und Projekten als Beispiele einzelner *RIC*-Typeneinträge erfasst, darunter auch die entsprechenden Daten von *AFE-RGK*.

Die Datenbestände im *OCRE*-Portal und vieler weiterer Portale, die von der American Numismatic Society gehostet werden, sind über den *SPARQL*-Endpoint von *Nomisma.org* gemeinsam abfragbar (**http://nomisma.org/sparql**).

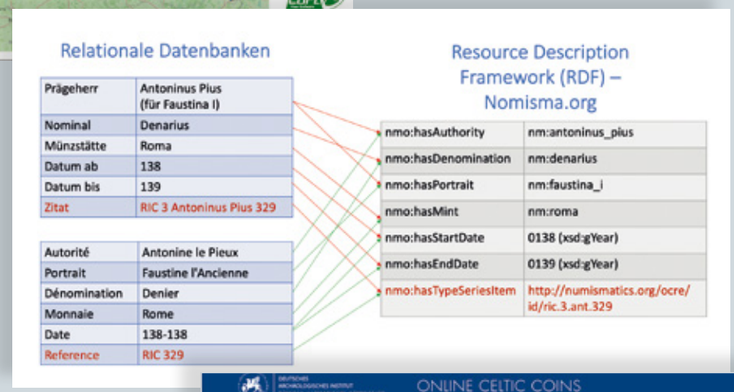
EIN PORTAL FÜR FUNDMÜNZEN

Obwohl dort auch Fundmünzen angezeigt werden, sind typologische Portale wie *OCRE* für eine fundnumismatische Auswertung nur begrenzt nutzbar, da sie nur Münzen listen, die einem eindeutigen Typ zugewiesen werden können. Aber die meisten Fundmünzen können wegen schlechter Erhaltung bzw. Abnutzung nicht so genau bestimmt werden. Für sie ist eine andere Lösung notwendig.

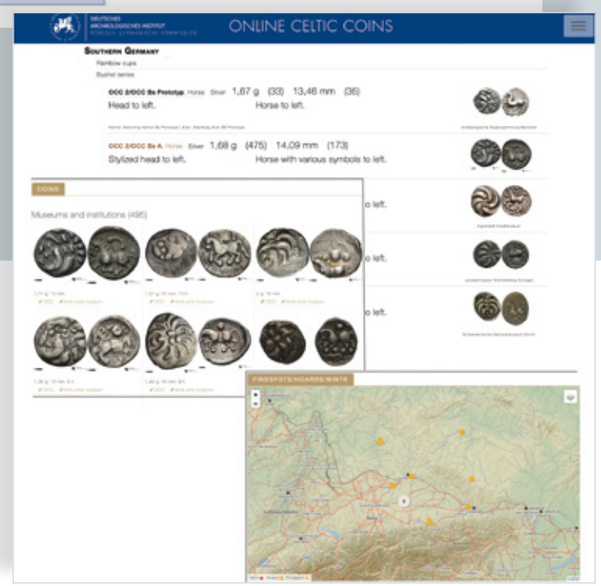
Ein Paradigma bietet das EU-Horizon 2020-Projekt *ARIADNEplus*, zu dem das DAI beigetragen hat. Über ein Portal sind die Kerndaten zu über 3 Millionen archäologischen Objekten und Dokumenten recherchierbar (**https://portal.ariadne-infrastructure.eu**). Die Ergebnislisten von Suchabfragen beinhalten Links zu den einzelnen Datensätzen in den Datenbanken der beteiligten Institutionen, wo nähere Informationen und teilweise auch Bilder zu den Objekten angezeigt werden können. Ergänzend zu den Suchmöglichkeiten im Portal selbst können diese Daten auch über den *ARIADNE-SPARQL-Endpoint* abgefragt werden.

Eine vergleichbare Vorgehensweise wird künftig auch bei den *Antike Fundmünzen in Europa*-Datenbanken angewendet werden. Parallel zur gemeinsamen Abfrage über das *AFE.NET*-Portal sollen die Datenbestände der vier Instanzen dann ebenfalls über einen *SPARQL-Endpoint* abfragbar werden. Ein solcher Endpoint würde auch die Möglichkeit bieten, Datenbestände aus anderen Quellen gemeinsam mit *AFE* zugänglich zu machen. Dazu müssen die Kerndaten zu den Münzen in ein *Nomisma.org*-konformes *RDF*-Format übertragen und in den Endpoint integriert werden.

DAS ÖFFENTLICHE FRONTEND VON AFE-WEB bietet verschiedene Suchfunktionen nach numismatischen Kriterien und Fundorten sowie eine Kartensuche. Die Suchergebnisse können als .csv-Datei heruntergeladen und weiter genutzt werden. Die hier abgebildete Münze hat die PID **http://afe.dainst.org/coin?afeid=14956**.
Screenshot: D. Wigg-Wolf (Stand Mai 2023)



DANK VOKABULAR (NM:) UND ONTOLOGIE (NMO:) von *Nomisma.org* können Daten aus sehr disparaten Datenbeständen, auch wenn sie unterschiedliche Sprachen verwenden, in ein einheitliches Format übersetzt und somit gemeinsam abfragbar gemacht werden.
Grafik: D. Wigg-Wolf



UM NEUE WEGE DER REPRÄSENTATION VON ARCHÄOLOGISCHEN DATEN IM NETZ ZU TESTEN, wird im Projekt ClaReNet der Prototyp eines typologischen Portals für keltische Münzen nach Vorbild von *Online Coins of the Roman Empire* (OCRE) entwickelt. *Online Celtic Coinage* wird zusammen mit dem Iron Age Working Group von *Nomisma.org* entwickelt.
Screenshots des Prototyps: D. Wigg-Wolf (Stand: Mai 2023)

Wie bei *ARIADNEplus* sollen die Ergebnislisten schließlich auch Links zu den Ursprungsdatensätzen der einzelnen Ressourcen beinhalten.

VERNETZTE FORSCHUNGSDATEN IN DER *iDAI.WORLD*

All diese und viele weitere numismatischen Projekte sind außerdem in die *Linked Open Data*-Welt eingebettet und insbesondere mit den verschiedenen Ressourcen in der vernetzten digitalen Forschungsdatenumgebung des DAI, der *iDAI.world*, verknüpft. Bei *AFE-WEB* sind geographische Daten mit Links zum *iDAI.gazetteer* und Zeitbegriffe mit *iDAI.chronontology* versehen. Auch die Konzepte von *Nomisma.org* verweisen auf die entsprechenden Ressourcen der *iDAI.world*. Eine besondere Rolle in der Welt der digitalen Numismatik spielt dabei *iDAI.bibliography/ZENON*. Dieses System ermöglicht nämlich den Verweis auf Einzeltitel in Zeitschriften und Sammelbänden. So werden z.B. im Oxforder *Coin Hoards of the Roman Empire*-Projekt (**https://chre.ashmus.ox.ac.uk**), wie auch in *AFE*, bibliographische Angaben mit *ZENON* verlinkt, wodurch letztlich archäologische Quellen wie Münzen und ihre wissenschaftliche Auswertung als Ausgangspunkt für weitere Forschungen zusammengeführt werden.

DR. DAVID WIGG-WOLF
ist Numismatiker und wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Römisch-Germanischen Kommission des DAI in Frankfurt/Main.
Foto: N.N., Contini s.p.a.

Grafik: O. Wagner

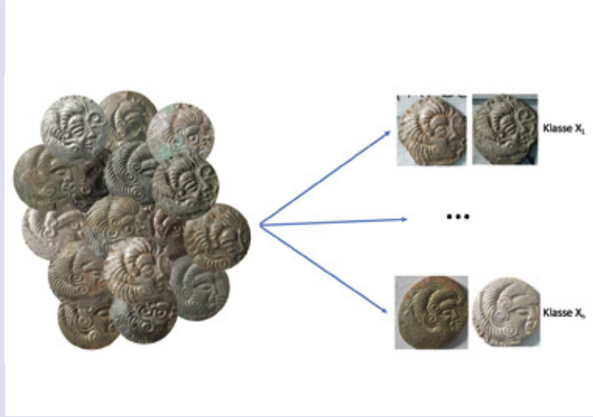
CLARENET: NUMISMATIK UND KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Im vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Verbundprojekt *ClaReNet* (Classifications and Representations for Networks. From types and characteristics to linked open data for Celtic coinages) von RGK und Big Data Lab der Goethe-Universität Frankfurt werden anhand ausgewählter keltischer Münzserien die Möglichkeiten und Grenzen neuer automatisierter Klassifikations- und Repräsentationsverfahren mit Künstlicher Intelligenz erprobt.
So wird für die südgallischen silbernen *monnaies à la croix* die existierende, auf Merkmalkombinatorik basierende Klassifikation anhand deren Beschreibungen mittels *Natural Language Processing* untersucht. Bei den Silberbronze-Münzen, sogenannten Stateren, die dem in der Bretagne ansässigen Stamm der Coriosolitae zugeschrieben werden, wenden wir zwei verschiedene Verfahren der Bilderkennung an, um die traditionelle numismatische Einteilung der Münzserie in sechs Klassen zu überprüfen.

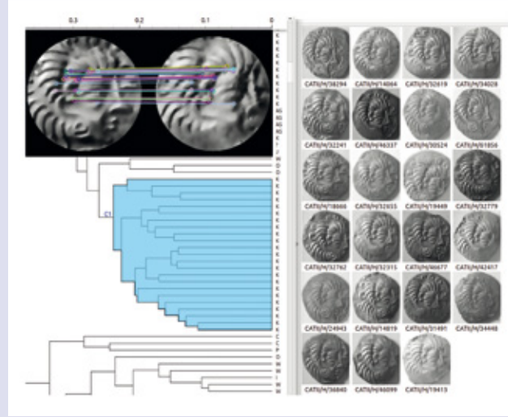
Dazu wurden uns vom *Jersey Heritage* etwa 50.000 digitale Fotos von Stateren aus dem Schatzfund von Le Câtillon II zur Verfügung gestellt. Um dieser gewaltigen Menge an Daten Herr zu werden, wurden die Fotos zunächst mit Hilfe von *Convolutional Neural Networks* sortiert und das Ergebnis mit der Klassenzuweisung durch den Bearbeiter des Fundes, Philip de Jersey, verglichen. Dabei wurden die Münzfotos in einem sich mehrfach wiederholenden Prozess auf Ähnlichkeiten untersucht und in Cluster gruppiert.
Die KI war in der Lage, Cluster zu bilden, die bis zu 75 % Münzen enthielten, die zu einer der sechs Klassen gehörten. In manchen Fällen hat de Jersey anhand der Zuweisung der KI die ursprüngliche Bestimmung revidiert. Interessanterweise hatte die KI häufig Probleme mit den Münzen, bei denen die Numismatikerinnen und Numismatiker ebenfalls Schwierigkeiten bei der Zuweisung hatten.

Ein wichtiges numismatisches Instrument sind Stempelstudien. Da Münzstempel in der Antike mit der Hand hergestellt wurden, sind sie oft individuell identifizierbar. Wenn zwei Münzen mit demselben Stempel geprägt wurden, kann diese Information wichtige Erkenntnisse zur Münzproduktion sowie zu wirtschaftlichen Verflechtungen liefern.
Allerdings sind Stempelstudien zeitintensiv. Für einen Massenfund wie Le Câtillon II wäre das mehr als ein Lebenswerk! Um diese Arbeit zu unterstützen, wurde deshalb ein zweites Verfahren erprobt: *Feature Detection* (Merkmalserkennung). Noch laufen die ersten Versuche, aber schon jetzt zeigt sich, dass *Feature Detection* durchaus in der Lage ist, Gruppen zu bilden, die überwiegend aus stempelgleichen Münzen bestehen. Wir hoffen, auf diese Weise einen Weg für effizientere Stempelstudien in der Numismatik zu ebnen. Fest steht aber bereits jetzt, dass mit geeigneten Verfahren die KI schon heute in der Lage sein kann, Expertinnen und Experten beim Klassifizieren von Münzen zu unterstützen.

Weitere aktuelle Informationen zum ClaReNet-Projekt auf dem Projektblog unter: **https://clarenet.hypotheses.org**



KLASSIFIKATION EINES MÜNZDATENSATZES AM BEISPIEL DER MÜNZSERIE 3, die Statere der Coriosolitae. Grafik: Ch. Deligio, Big Data Lab, ClaReNet; Münzbilder: N.N., Jersey Heritage



BEIM *FEATURE DETECTION*-VERFAHREN werden von der KI Punkte auf den Münzfotos ausgewählt, die für besonders kennzeichnend gehalten werden. Anschließend wird die Position der Punkte bei Paaren von Fotos verglichen. Die Ergebnisse werden in einem Dendrogramm angezeigt, das die Münzen nach Ähnlichkeiten gruppiert. Abb.: Ch. Deligio

Svend Hansen

Erster Direktor der Eurasien-Abteilung des DAI

PROF. DR. DR. H.C. MULT. **SVEND HANSEN** ist seit 2003 Erster Direktor der Eurasien-Abteilung des DAI. Foto: J. Hansen

Welche Prozesse technische Innovationen von der Erfindung bis zur verbreiteten Anwendung durchlaufen, auf welchen Wegen sie weitergegeben werden und welche sozialen Konsequenzen sie haben, das sind Forschungsfragen, die Svend Hansen besonders interessieren. Die Grundlagen zu deren Beantwortung erforschen er und seine Kolleginnen und Kollegen aus der Eurasien-Abteilung des DAI bereits seit über einem Jahrzehnt mit zahlreichen internationalen Kooperationspartnern. 2019 wurde Svend Hansen für diese Studien ein Advanced Grant des European Research Councils (ERC) der Europäischen Union zuerkannt, der damit erstmals an einen in Deutschland arbeitenden Archäologen verliehen wurde.

Das besondere Interesse für die Ur- und Frühgeschichte begleitete Svend Hansen schon als Schüler und sollte zusammen mit der Klassischen Archäologie, Philosophie und Religionswissenschaft auch sein 1988 an der Freien Universität Berlin abgeschlossenes Studium bestimmen. Ebenfalls dort 1991 mit einer Arbeit über „Metalldeponierungen während der älteren Urnenfelderzeit zwischen Rhônetal und Karpatenbecken“ promoviert, wurde er in der Folge mit dem Reisestipendium des DAI und dem Eduard-Anthes-Preis ausgezeichnet.

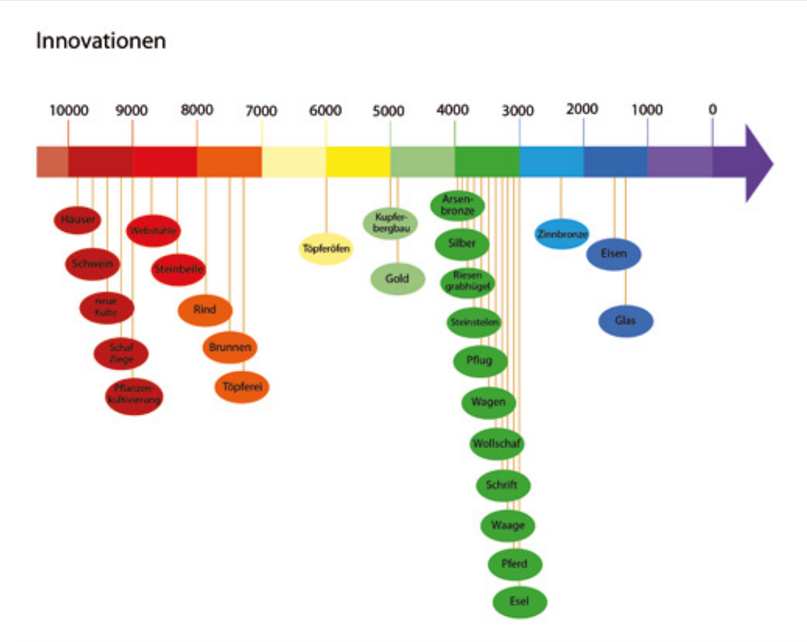
ANSICHT DES KUPFERZEITLICHEN SIEDLUNGSHÜGELS VON PIETRELE, **RUMÄNIEN** (Blick von Westen). Der ca. neun Meter hohe Tell erhebt sich auf der untersten Terrasse des Donautals etwa 15 Meter über das damalige Niveau. Foto: S. Hansen

ZUM REICHHALTIGEN FUNDREPERTOIRE AUS DEN AUSGRABUNGEN IN PIETRELE IN RUMÄNIEN GEHÖREN UNTER ANDEREM AUCH ZAHLREICHE SOLCHER FIGURINEN. Foto: S. Hansen

Nach akademischen Stationen an den Universitäten in Heidelberg und Bochum mit einer Habilitation zur jungstein- und kupferzeitlichen Figuralplastik im Jahr 2000 wurde Hansen 2003 zum Nachfolger Hermann Parzingers als Erster Direktor der Eurasien-Abteilung des DAI gewählt. 2004 wurde er zum Honorarprofessor an der Freien Universität ernannt, wo er seine Lehrtätigkeit fortsetzen konnte. An der Eurasien-Abteilung begann er Ausgrabungen im Siedlungshügel „Măgura Gorgana“ bei Pietrele in Rumänien, in der es vor allem um die Untersuchung der Herausbildung sozialer Ungleichheit in der Mitte des fünften Jahrtausends v. Chr. geht. Die Grabung wurde 2019 mit dem Field Discovery Award des Shanghai Archaeological Forum ausgezeichnet.
Hansens Ausgrabungen in Aruchlo in Georgien (1995–2005) wiederum haben neues Licht auf die Neolithisierung in der Kaukasusregion geworfen. In Anerkennung seines langjährigen wissenschaftlichen Engagements verliehen ihm sowohl 2014 die staatliche Sokhumi-University in Tiflis als auch 2022 die Universität von Bukarest die Ehrendoktorwürde.

Als einer der beiden Sprecher des im Rahmen der hessischen Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz (LOEWE) geförderten Forschungsschwerpunkts zur prähistorischen Konfliktforschung konnte Svend Hansen außerdem ganz wesentlich zur Erforschung bewaffneter Auseinandersetzungen in der Bronzezeit und der Rolle befestigter Höhensiedlungen zwischen Karpaten und den westlichen Mittelgebirgen seit dem zweiten Jahrtausend v. Chr. beitragen.

Mit den Grabungen in Aruchlo, der Ausgrabung des bronzezeitlichen Grabhügels von Marfa sowie verschiedenen weiteren Projekten wurde der Kaukasus zu einem Forschungsschwerpunkt der Eurasien-Abteilung. Auf die Region fokussiert auch das auf fünf Jahre angelegte ERC-Projekt ARCHCAUCASUS zur Untersuchung technischer und sozialer Innovation im vierten und dritten Jahrtausend v. Chr. In dieser Studie zu Techniken und Migrationen zwischen Eurasischer Steppe und den frühesten Städten können Hansen und sein Team auf 20 Jahre interdisziplinärer Forschung aufbauen und die Gebirgsketten dabei nicht als Barriere, sondern vielmehr gerade als Brücke charakterisieren. Vier Schlüsselinnovationen, von Rad und Wagen über die Entwicklung von Kupferlegierungen und Silbermetallurgie bis hin zur Züchtung des Wollschafs nehmen die Forscherinnen und Forscher dafür unter die Lupe. Die Einbeziehung bioarchäologischer Methoden hat bereits neue Erkenntnisse zur Frühgeschichte der Pferdedomestikation schon im vierten Jahrtausend v. Chr. im Kaukasus erbracht. Ebenso konnte der umfangreiche Konsum von Käse und anderen Milchprodukten dort durch Untersuchungen des Zahnsteins bronzezeitlicher Individuen nachgewiesen werden. Die weit verbreitete Vorstellung, dass die technischen Innovationen im Kaukasus während des vierten Jahrtausends v. Chr. das Ergebnis umfangreicher Migrationen aus Nordmesopotamien seien, konnte in einer populationsgenetischen Studie widerlegt werden. Die Ergebnisse all dieser Untersuchungen werden in den „Digital Atlas of Innovations“ (**https://atlas-innovations.de**) einfließen, der von Svend Hansen mitherausgegeben wird und dessen



ÜBERBLICK ÜBER ENTSTEHUNG UND AUSBREITUNG VON INNOVATIONEN, wie sie im *Digitalen Atlas der Innovationen* dargestellt werden.
Abb.: S. Hansen und A. Reuter

dynamischen Kartierungen technischer und sozialer Innovationen damit der weiteren Forschung zur Verfügung stehen.

Der russische Überfall auf die Ukraine hat auch erhebliche Konsequenzen für die Forschungen Svend Hansens sowie der Kolleginnen und Kollegen an der Eurasien-Abteilung. Alle Kooperationsprojekte mit Russland, auch innerhalb des ERC-Grants, wurden vorläufig beendet. Zudem ist die praktische Unterstützung der ukrainischen Archäologinnen und Archäologen bei der Sicherung von Museumssammlungen, Archiven und Dokumentationen in den Vordergrund gerückt. Nach dem Krieg soll die Ukraine nicht nur bei der Unterstützung des Wiederaufbaus, sondern auch in der Forschung im besonderen Fokus der Eurasien-Abteilung liegen. Auch weitere Projekte in der Republik Moldau, verschiedenen Ländern Mittelasiens und des Südkaukasus werden kurzfristig beginnen können.

AUCH DIE ZÜCHTUNG DES WOLLSCHAFS, hier eine Schafherde bei Aruchlo in Georgien, zählt zu den im von Svend Hansen geleiteten ARCHCAUCASUS-Projekt untersuchten Innovationen. Foto: S. Hansen

IM PORTRÄT

Ralph Bodenstein

Neugewählter Zweiter Direktor der Abteilung Kairo des DAI

DR. RALPH BODENSTEIN ist im Frühjahr 2022 zum neuen Wissenschaftlichen Direktor der Abteilung Kairo des DAI gewählt worden. Foto: Privat

Islamwissenschaft, Städtebau und Orientalische Kunstgeschichte – bereits im Studium an der Universität Bonn konnte Ralph Bodenstein ein breites Interessenfeld abdecken. Eines, das Architektur und gebaute Umwelt, Denkmalpflege und Sprache sowie Kultur der islamischen Welt eng miteinander verknüpft. Bauforschung als Archäologie zu betreiben, Erhalt und Konservierung der untersuchten Bauwerke stets auch gleich mitzudenken – so beschreibt Bodenstein seine ganz persönliche Herangehensweise und Motivation für die Erforschung früherer Architektur. Dass er nach der Universitätszeit in Bonn ein Aufbaustudium zur Denkmalpflege an der Technischen Universität Berlin anschloss, ist deshalb nur konsequent. Dort konnte er schließlich 2006 seine Dissertation zu „Bürgerlicher Wohnkultur in Beirut zwischen Osmanisierung, Modernisierung und sozialem Wandel, 1860–1930“ erfolgreich abschließen, mit der er im Fach Bauforschung promoviert wurde.

Seither ist Bodenstein kontinuierlich auch mit den Bauten und der Geschichte jenes Landes verbunden, in das er nun zurückgekehrt ist. Im Frühjahr 2022 zum neuen Wissenschaftlichen Direktor der Abteilung Kairo des DAI gewählt, trat er im Oktober des Jahres dort die Nachfolge von Daniel Polz an. Bereits 2006 bis 2008 war Ralph Bodenstein schon einmal als Auslandsstipendiat für islamische Altertümer an die Abteilung gekommen – und blieb ihr auch

ANSICHT DER KLOSTERANLAGE DEIR ANBA HADRA BEI ASSUAN.
Foto: R. Bodenstein

NIVELLIERÜBUNGEN MIT MITARBEITENDEN DES LOKALEN ANTIKENINSPEKTORATS
während der Durchführung von Notsicherungsmaßnahmen an der Klosteranlage Deir Anba Hadra.
Foto: R. Bodenstein

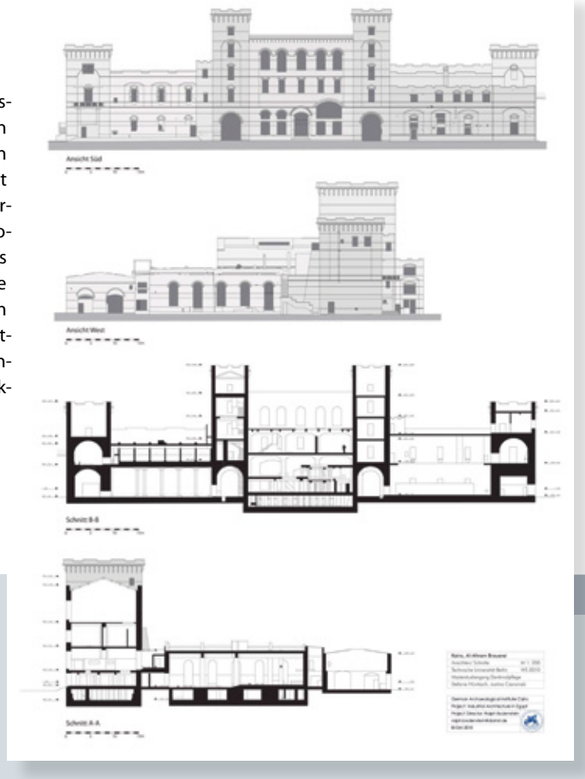
in der darauffolgenden Zeit von 2008 bis 2014 als DAAD-Fachlektor für Islamwissenschaft eng verbunden. Diese neugeschaffene Position kombinierte die Rolle als Referent für Islamische Kunstgeschichte und Archäologie am DAI in Kairo mit der Tätigkeit als Visiting Professor an der Archäologischen Fakultät der Universität Kairo. Dort stellte er insbesondere den im Stadtbild sichtbaren Denkmalbestand in den Mittelpunkt seiner Lehrtätigkeit und Forschungen zu Architektur- und Stadtgeschichte sowie der Industriekultur des modernen Ägypten. Damit konnte er nicht nur spannende Erkenntnisse zu globaler Industriegeschichte, sondern vor allem zum Erhalt dieser Gebäude beitragen. Sein Engagement für den Denkmalschutz konnte Bodenstein auch bei seiner Rückkehr 2014 nach Berlin als Koordinator des neugegründeten Archaeological Heritage Network, einer Kooperation internationaler Institutionen und Partner zu Erhalt und Rettung bedrohten kulturellen Erbes in Krisensituationen einbringen.

Bei seiner Forschungstätigkeit in Ägypten sei ihm, führt Ralph Bodenstein in unserem Gespräch aus, die fachübergreifende Forschung wichtig. Es ginge darum, Grenzen zwischen den Disziplinen aufzulösen, um archäologische Denkmäler und historische Stätten in ihrer eigenen komplexen Geschichte zu untersuchen. Am Beispiel der DAI-Forschungen am sog. Simeonskloster, der koptischen Klosteranlage Deir Anba Hadra bei Assuan in Oberägypten aus dem 6.–14. Jahrhundert n. Chr., an denen er bereits seit 2013 als Mitarbeiter beteiligt ist und die er seit 2019 leitet, kann er das gut illustrieren: Neben den archäologischen Befunden, die Auskunft zur Rolle des Klosters als wichtiger Wirtschafts- und Werkstattkomplex in seinem unmittelbaren Umfeld geben, erlaubt ein umfangreicher Korpus arabischer Besucherinschriften den Blick auf dessen weiträumige Vernetzung in der arabischen Welt.

Auch in seiner neuen Rolle als Zweiter Direktor in Kairo möchte Bodenstein künftig diese Bereiche verbinden und die Arbeit an islamhistorischen Themen fortführen. Mit seiner Expertise in der archäologischen Forschung von der Spätantike bis in die Neuzeit kann er so das umfangreiche Projektportfolio der Abteilung ergänzen. Den aktiven Einsatz für Erforschung, Dokumentation und Erhalt der historischen Monumente in der islamischen Altstadt von Kairo beispielsweise möchte er dabei mit der Vermittlung methodischer Bauforschung verknüpfen. Lokale Expertise zu stärken und insbesondere auch den wissenschaftlichen Nachwuchs an den örtlichen Universitäten einzubeziehen, sind Ralph Bodenstein dabei ein Anliegen und er verweist auf das erfolgreiche *Capacity Building*-Programm der Kairener Kolleginnen und Kollegen,

WANDANSICHT EINER KLOSTERZELLE IN DEIR ANBA HADRA.
Mit Hilfe des *Structure from Motion*-Verfahrens wurden hier arabische Graffiti aus dem 12. bis 14. Jahrhundert n. Chr. Dokumentiert.
Abb.: J. Giese, U. Schwertheim, Universität Bamberg

das auch in der Zukunft weiter ausgebaut werden soll: Fachwissenschaftliche Fortbildungen gemeinsam mit Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Antikenbehörden an den Grabungsplätzen sowie mit Studierenden und Lehrenden der Universitäten vor Ort in Kairo geben Einblick in Fundbearbeitung und Fundanalyse, vermitteln klassische und digital gestützte Dokumentationsmethoden sowie Grundlagen des Forschungsdatenmanagements. Das Wissen um die Vielschichtigkeit von Gebäudebiographien, die eben mehr als nur deren äußere Hülle umfassen, betont Ralph Bodenstein noch einmal besonders nachdrücklich, sei Voraussetzung nicht nur für eine historische Forschungsperspektive, sondern auch für die Umsetzung gemeinsamen nachhaltigen Denkmalschutzes.



ALS WICHTIGES ZEUGNIS DER INDUSTRIALISIERUNG IN ÄGYPTEN konnte im Rahmen eines von Ralph Bodenstein geleiteten DAI-Projekts zur Industriearchitektur auch die 1898–99 errichtete frühere al-Ahram-Brauerei in Giza bauhistorisch aufgenommen und untersucht werden.
Ansichten und Schnitte: S. Hünitzsch und J. Czerwinski

ALLTAG
ARCHÄOLOGIE

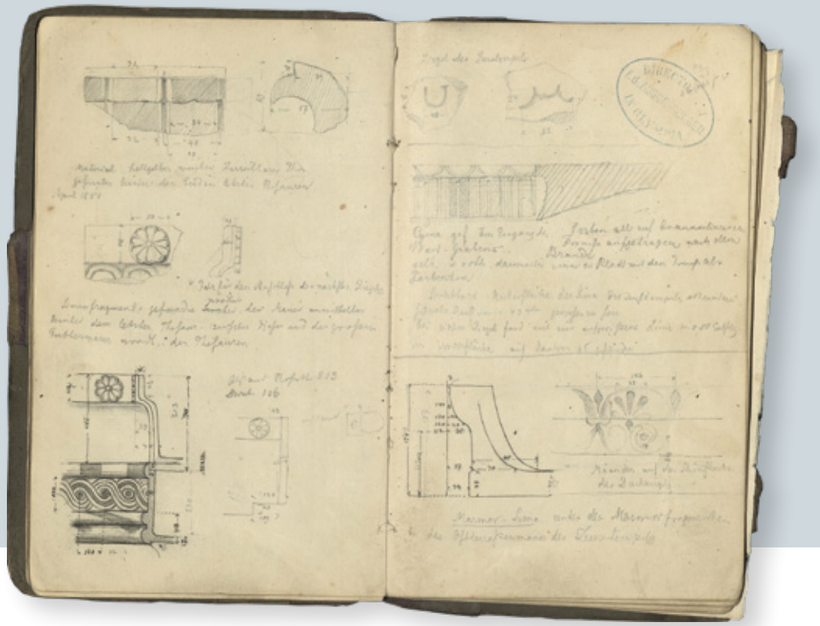
GRABUNGSGESCHICHTE(N) DIGITAL

Erschließung und Retrokontextualisierung von Ausgrabungsarchiven

Zum Alltag archäologischer Arbeit gehört die Dokumentation: Pläne und Fundkontexte werden gezeichnet, Einzelfunde fotografiert und mit Fundzetteln versehen, seitenweise Tagebücher und Berichte geschrieben. All dies ergibt ein Grabungsarchiv, das mit jeder Ausgrabungskampagne weiter wächst. An manchen Orten wird bereits seit mehr als 100 Jahren geforscht und so beherbergen solche Grabungsarchive Jahre und Jahrzehnte angefertigter Dokumentation.

ARCHÄOLOGISCHE GRABUNGSARCHIVE WARTEN MIT EINER GROSSEN BANDBREITE ANALOGER DOKUMENTATION AUF
(hier Beispiele von den Ausgrabungen in Kalapodi, Griechenland), – die es heute ebenfalls digital zu erschließen und einzubeziehen gilt.

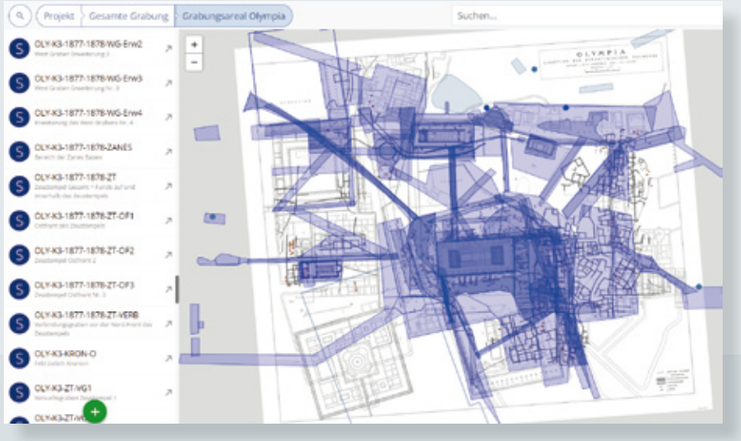
Collage: M. Greif, Fotos/Abb.: oben links: Zeichnung S. Tausch, D-DAI-ATH-ARCHIV-GA-KAL-Z-PP-032-0003, oben Mitte: Foto R. Felsch, D-DAI-ATH-Archiv-GA-KAL-F-015-1989-021f-0025; oben rechts: Zeichnung K. Fischer, D-DAI-ATH-ARCHIV-GA-KAL-Z-AZ-008-0003; Mitte links: Zeichnung A. Nitsche, D-DAI-ATH-ARCHIV-GA-KAL-Z-PP-001-0109; Mitte rechts: Abb. D. Grigoropoulos/D. Weidgenannt, D-DAI-ATH-ARCHIV-GA-KAL-DOK-BD-028-0001; unten links: Zeichnung B. Niemeier, D-DAI-ATH-ARCHIV-GA-KAL-Z-K-002-0193; unten 2.v.l.: Abb. N.N., D-DAI-ATH-ARCHIV-GA-KAL-DOK-BD-002-0343; unten 3.v.l.: Abb. D. Grigoropoulos/D. Weidgenannt, D-DAI-ATH-ARCHIV-GA-KAL-DOK-BD-026-0267; unten rechts: Abb. R. Felsch, D-DAI-ATH-ARCHIV-GA-KAL-DOK-TB-001-0014



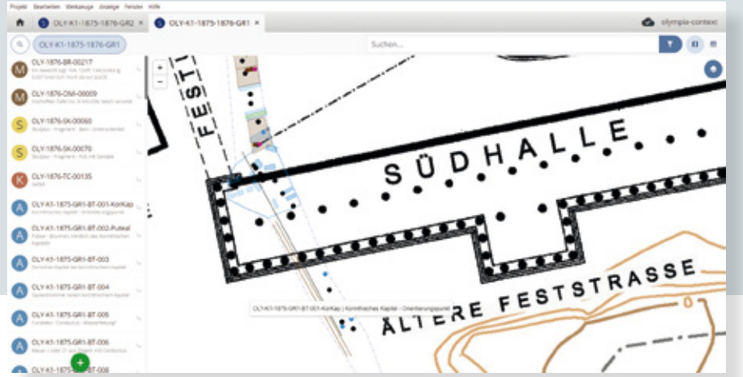
WÄHREND DER 5. KAMPAGNE 1789–1880 IN OLYMPIA entstandene Dokumentationsskizzen von Simen und zugehöriger Ornamentik aus dem Notizbuch von Richard Borrmann
Abb.: Notizbuch Borrmann, 1879–1880, S. 10 f., D-DAI-ATH-Archiv GA-OLY-AG-NB-005)

Die Archive von Langzeitforschungsprojekten entwickeln im Laufe der Jahre eine eigene Geschichte, die die Diversität der Dokumente widerspiegelt: Sie existieren in Sütterlin, durchlebten das Zeitalter der Schreibmaschine und liegen teils nur als Kopien vor, die mit Durchschlagpapier erstellt wurden. Besonders mit Beginn des digitalen Zeitalters änderten sich Dokumentationstechniken und analoge Methoden wurden zunehmend digital. Diese Änderungen ergeben aus der heutigen Perspektive immer die gleichen Fragen: Wie erschließt und sichert man die Dokumentationen und wie vereint man diese in einem Gesamtbild?
Am Deutschen Archäologischen Institut werden seit Jahren Ausgrabungsdokumentationen digitalisiert und über die *iDAI.world* zugänglich gemacht, um die Grabungspublikationen zu ergänzen. Doch was geschieht mit bereits erschlossenem Material nicht vorgelegter Publikationen? Wie können die Informationen aus Grabungsarchiven dennoch für weitere Forschungen zugänglich gemacht werden?
Eine Antwort darauf gibt das Grabungsdokumentationssystem *iDAI.field*. Das *Open Access*- und *Open Source*-Tool ermöglicht virtuell die geographische Verortung von Grabungsschnitten und die Dokumentation von Befunden und Einzelfunden. Da sich der Workflow von Ausgrabungen seit deren Beginn kaum verändert hat, kann dieser auch auf bereits vergangene Grabungen übertragen werden. Dabei wird der Grabungsprozess nicht dokumentiert, sondern anhand der vorhandenen Unterlagen nachträglich rekonstruiert und Befunde sowie Funde retrokontextualisiert. Somit erlaubt *iDAI.field* sowohl die digitale Dokumentation aktueller als auch die Rekonstruktion vergangener Projekte und ermöglicht deren digitale Publikation. Dieses Verfahren wurde in zwei Musterprojekten getestet, die mit fast 100 Jahren Abstand in Griechenland begonnen wurden.

BLICK NACH NORDWESTEN ÜBER DIE SÄULENTROMMELN SÜDLICH DES ZEUSTEMPELS VON OLYMPIA. Im Hintergrund die wiedererrichtete Säule des Zeustempel-Opisthodoms.
Foto: K. Zielke



ANSICHT DER *IDAI.FIELD*-BENUTZEROBERFLÄCHE FÜR DAS PROJEKT „OLYMPIA-KONTEXT“ mit bisher rekonstruierten Grabungsschnitten vor Ort aus den Jahren 1875–1881. Screenshot: K. Zielke



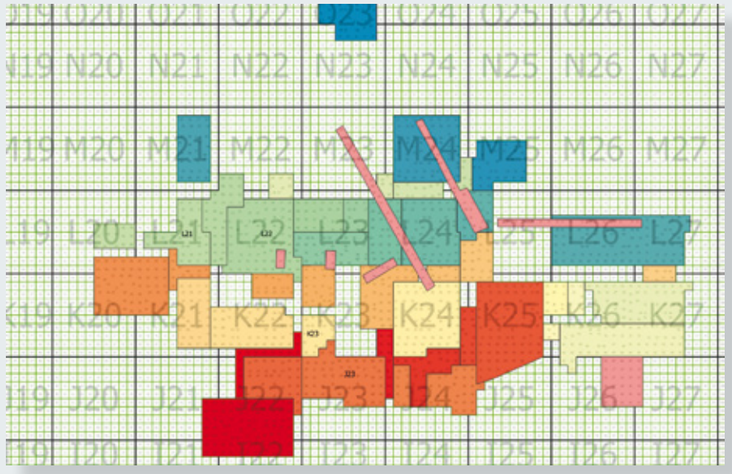
LOKALISIERUNG DES SOG. KORINTHISCHEN KAPITELLS als Orientierungspunkt der Ausgrabungen in Olympia in *iDAI.field*.
Screenshot: K. Zielke

OLYMPIA 1875–1881

Als im Jahr 1875 die erste Grabung unter deutscher Leitung in Olympia in Griechenland begann, mussten sich internationale Standards zur Dokumentation von Ausgrabungen erst noch etablieren. Diese Entwicklung lässt sich noch heute in den Tagebüchern, Fundinventaren und Berichten zur sog. Alten Grabung Olympias nachvollziehen. Die von Reinhard Senff initiierte Digitalisierung jener Archivalien legte den Grundstein für das 2019 begonnene Projekt „Olympia-Kontext“.
Für die digitale Rekonstruktion der frühen Kampagnen wurde die Grabungsdokumentation im wahrsten Sinne des Wortes abgeschritten – denn die Entfernungen wurden damals ausgehend von Fixpunkten in Schritten gemessen. Das sukzessive entwickelte Bezugssystem ist durch das Grabungstagebuch von 1875 verfolgbar: Da das Heiligtum unter einer bis zu 5 m hohen Schwemmschicht verborgen lag, musste vor Anlegung der Grabungsschnitte der Abfluss winterlicher Regenfälle sichergestellt werden. Dafür wurde östlich des Zeustempels ein Wassergraben mit nord-südlichem Verlauf installiert, der in den südlich gelegenen Alpheios mündete.
Bei den Arbeiten stießen die Archäologen auf ein korinthisches Kapitell, das fortan als Messpunkt für weitere Funde fungierte. So wurden beispielsweise sechs Schritte nördlich dieses Kapitells Gegenstände aus Bronze und anderem Metall entdeckt und anhand dieser Entfernung verortet. Auch bei größeren Distanzen wurde diese Technik angewandt: Allein 21 Einzelfunde sind in den Inventarlisten mit dem Fundort „50 Schritte nördlich des Korinthischen Kapitells“ versehen. Die Angaben erlauben eine annähernde Lokalisierung und somit die Retrokontextualisierung der Funde in *iDAI.field*. Bei Gegenständen mit übereinstimmendem Fundort erwies sich die Verortung von Fundclustern gegenüber Einzelfunden als besonders dienlich.
Abgesehen vom Korinthischen Kapitell etablierten sich im Laufe der Ausgrabungen auch Fixpunkte mit missverständlichen bzw. wechselnden Rufnamen. So wurde eine Ansammlung wiederverwendeter Steinblöcke im Südosten des Zeustempels in Olympia erst als „11 Meter Bau“ und mit fortschreitender Arbeit als „Pockenbau“ bezeichnet. Durch die digitale Aufarbeitung der Grabungstagebücher erschließen sich wechselnde Bezeichnungen und ermöglichen so die Zuordnungen weiterer Funde.
Mit der Aufarbeitung entsteht ein nahezu exaktes Bild des Vorgehens der Ausgräber sowie der Funde und Befunde. Schließlich fanden diese nicht das um 160 n. Chr. von dem antiken Schriftsteller Pausanias beschriebene Olympia, sondern einen Ort, der nach der römischen Kaiserzeit noch eine spätantike Phase als Heiligtum durchlebte und nach Aufgabe des Heiligtums zwei weitere Nutzungsphasen dörflicher Besiedlungen verbarg. Die digitale Rekonstruktion in *iDAI.field* wird bereits auch von anderen Projekten genutzt, u. a. zur Publikation der Schatzhausterrasse, einer Dissertation zu den Temenos-Mauern sowie einer Forschung zu den antiken Dächern Olympias.

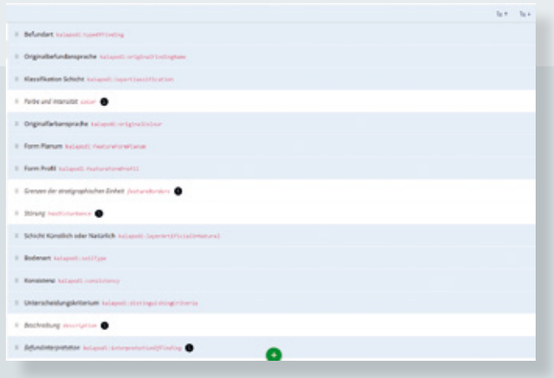
BLICK AUF DIE AUSGRABUNGEN IM HEILIGTUM VON KALAPODI IM JAHRE 1974 Foto: R. Felsch, D-DAI-ATH-ARCHIV-GA-KAL-F-011-0338

Rechts oben: **RAINER FELSCH** (Bildmitte), der die Grabungen im Jahr zuvor begonnen hatte und Kollegen während der Arbeiten vor Ort Foto: N.N., D-DAI-ATH-ARCHIV-GA-KAL-F-011-0369

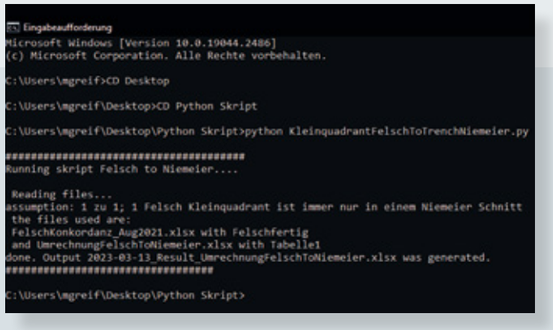


AUSZUG AUS DEM GEOGRAPHISCHEN INFORMATIONSSYSTEM (QGIS-Projekt) zu Kalapodi (KAL3) mit den hervorgehobenen Quadranten der Grabung Felsch. Screenshot: M. Greif

EXEMPLARISCHER AUFBAU DER *iDAI.FIELD*-DATENSTRUKTUR FÜR DAS KALAPODI-PROJEKT. Screenshot: M. Greif



iDAI.field-KONFIGURATIONSANPASSUNGEN für die „Befund"-Kategorie im Kalapodi-Datensatz. Screenshot: M. Greif



AUSZUG AUS DEM PYTHON-SKRIPT zur automatisierten Umrechnung der beiden Grabungsraster der älteren und neueren Ausgrabungen in Kalapodi. Screenshot: M. Greif

KALAPODI 1973–HEUTE

Fast 100 Jahre nach jener in Olympia begann Rainer Felsch 1973 in der Landschaft Phokis in Mittelgriechenland die Ausgrabung im Heiligtum von Kalapodi. Nach einer fast 20jährigen Unterbrechung nahm Wolf-Dietrich Niemeier diese Grabungen von 2004 bis 2013 wieder auf, die seit 2014 unter der Leitung von Katja Sporn fortgeführt werden. Die faszinierende Anlage zweier Tempel mit ihren vielen Bauphasen und zahlreichen Funden bringt allerdings ganz andere Herausforderungen als die Arbeiten in Olympia mit sich. Denn weil hier nach modernen Standards gegraben und dokumentiert wurde, liegen viele Informationen vor, die im 19. Jahrhundert noch nicht systematisch erfasst wurden. Und genau dies führt dazu, dass die Grabungsdokumentation auch nur weniger Jahre einen enormen Umfang aufweist. Auch hier erwies sich *iDAI.field* als kompetenter Grabungshelfer, der es erlaubt, die früheren Grabungsdokumentationen zu einem neuen Bild zusammenzuführen, das nun die Publikation der Ausgrabungsergebnisse unterstützt.

Ab 2019 startete das Projekt „Digitalisierung und Retrokontextualisierung der Legacy-Data der Grabung Kalapodi". Die Grabungsdokumentation wurde mehrheitlich handschriftlich durchgeführt und musste daher zunächst digitalisiert werden. Dabei gibt es ganz unterschiedliche Voraussetzungen für Datenstruktur und Benennungen der Datensätze. Für die qualitative Aufbereitung und die Durchsuchbarkeit der Datenbank wurden deshalb digitale Listen mit einheitlichem Vokabular und festen Wertelisten erzeugt. Basierend auf einem Datenmodell wurden die Metadaten für die Kalapodi-Grabung entsprechend strukturiert und für den Import in *iDAI.field* schrittweise als sog. CSV-Listen, in einer Textdatei strukturierte Einträge, erstellt. Im Fokus standen dabei bisher vor allem die Aufbereitung der Befunde und die Konfigurationsanpassungen in *iDAI.field*.

Während der Ausgrabung wurden zwei lokale Rastersysteme zur Datendokumentation angewendet. In der ersten Grabungsperiode (die Ausgrabungen Rainer Felschs) wurde ein alphanumerisches System basierend auf 1 m-Quadranten benutzt, wohingegen bei den neuen Grabungsperioden unter Niemeier und Sporn ein gemeinsames numerisches Koordinatensystem verwendet wurde. Um all diese Daten miteinander vergleichbar machen zu können, mussten diese Rastersysteme miteinander kombiniert werden. Dafür wurden in einem Geografischen Informationssystem (GIS) mit Hilfe der Software QGIS die entsprechenden Raster erstellt und die Grabungsflächen umgezeichnet. Diese Daten konnten schließlich in *iDAI.field* übernommen werden, wo inzwischen alle Grabungsareale und Schnitte sowie 13.000 Befunde erfasst wurden. Allein in diesem Jahr konnten weitere 3.200 Metallobjekte hinzugefügt werden. Ein eigens verfasstes Python-Skript kann auf dieser Grundlage die Umrechnung der beiden Grabungsraster automatisch durchführen.

Solche projektspezifischen Anwendungen unterstützen einzelne Arbeitsschritte in den jeweiligen Projekten und sie erlauben es, diese Aufarbeitung erheblich zu beschleunigen. Die unterschiedlichen Facetten vielfältiger Ausgrabungsdokumentation lassen auf diese Weise nach und nach ein immer vollständigeres Bild nicht nur der untersuchten Plätze, sondern auch deren Forschungsgeschichte entstehen.

MICHELLE GREIF
ist wissenschaftliche Hilfskraft an der Abteilung Athen des DAI und arbeitet im Projekt „KAL Legacy Data". Foto: K. Thull

KRISTINA ZIELKE
ist Doktorandin am Institut für Klassische Archäologie an der Freien Universität in Berlin und promoviert zu den Temenos-Mauern in Olympia.
Foto: T. Heide

iDAI.field ist ein modulares, individuell konfigurierbares Datenbanksystem zur umfassenden Dokumentation von Feldforschungsprojekten und Teil der digitalen *iDAI.world*. Abteilungsübergreifend werden in der *Open Source*-Software Daten unterschiedlicher Projekte und verschiedener Methoden, von Prospektion und Grabung bis Bauaufnahme, Restaurierung und naturwissenschaftlicher Analyse zusammengeführt und die archäologische Feldforschung in ihrer gesamten Spannbreite abgebildet. Zu diesem Ansatz gehört auch, dass sowohl alte analoge Grabungsunterlagen als auch aktuelle Unternehmungen in die Dokumentation integriert werden können.
iDAI.field ist online unter **https://field.dainst.org**, die vernetzte *iDAI.world* unter **https://idai.world** erreichbar.

Auch bei den traditionsreichen Reihen des DAI gehören umfangreiche Hybridpublikationen mittlerweile zum Standard, wie die Veröffentlichung zur Nekropole von **Ayamonte (Huelva, Spanien)** zeigt: Die in einem Projekt des DAI Madrid untersuchte Stätte ist Teil der westlichsten bekannten phönizischen Kolonie. Die Grabungsdokumentation steht als interaktive deutsch-spanische Online-Datenbank in *iDAI.field* für die weitere Auswertung im *Open Access* zur Verfügung und ergänzt die monographische Veröffentlichung: **https://field.idai.world/project/ayamonte**

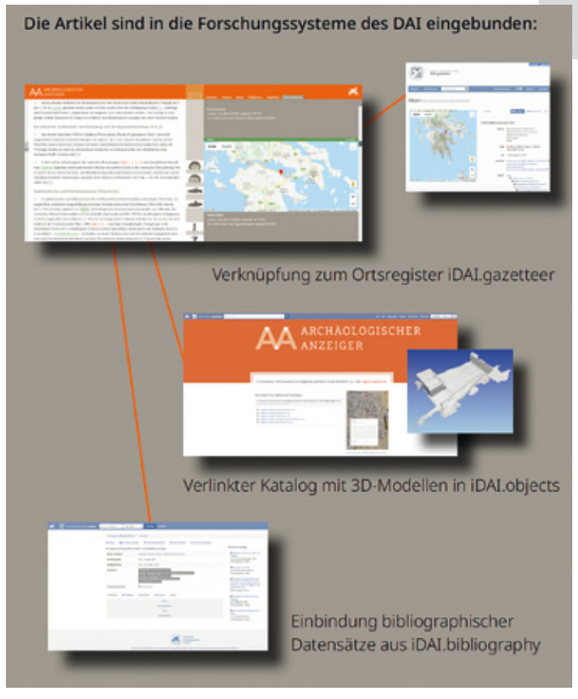
„Die phönizische Nekropole von Ayamonte. Die Ausgrabung im Jahre 2013 und ihre Vor- und Begleituntersuchungen“, hg. von D. Marzoli und E. García Teyssandier, erschien 2021 als Band 34 der „Madrider Beiträge“ im Harrassowitz Verlag.

Weltweit publiziert, weltweit gelesen

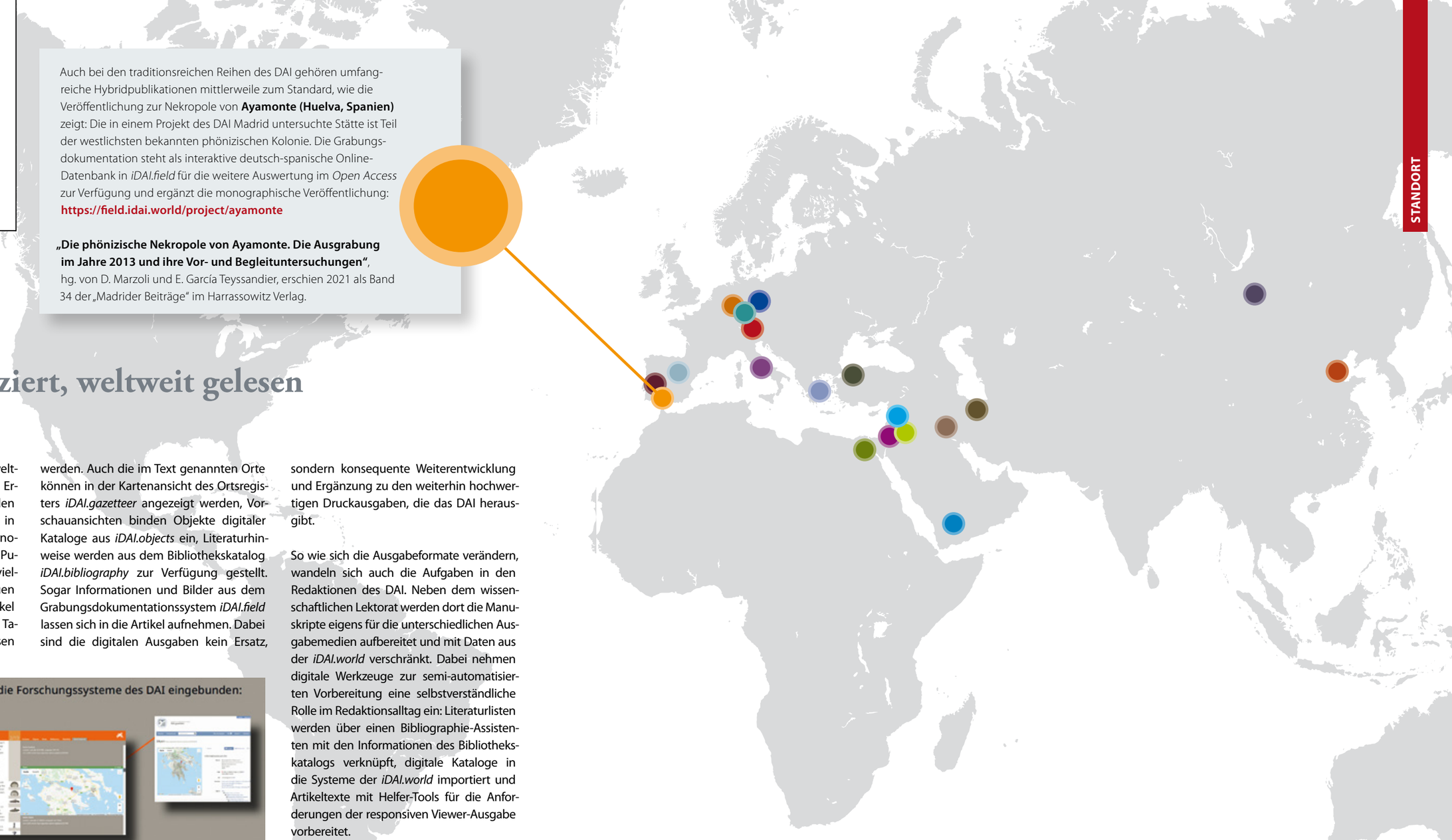
Die virtuelle Redaktion

Das DAI und seine Partner forschen weltweit in internationalen Projekten. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden der wissenschaftlichen Gemeinschaft in Form von Berichten, Aufsätzen und Monographien zugänglich gemacht. Digitale Publikationsformate bieten inzwischen vielfältige Rezeptionsmöglichkeiten: Im neuen Zeitschriftenmodell des DAI können Artikel in einer Viewer-Ausgabe nicht nur auf Tablets und Smartphones bequem gelesen werden. Auch die im Text genannten Orte können in der Kartenansicht des Ortsregisters *iDAI.gazetteer* angezeigt werden, Vorschauansichten binden Objekte digitaler Kataloge aus *iDAI.objects* ein, Literaturhinweise werden aus dem Bibliothekskatalog *iDAI.bibliography* zur Verfügung gestellt. Sogar Informationen und Bilder aus dem Grabungsdokumentationssystem *iDAI.field* lassen sich in die Artikel aufnehmen. Dabei sind die digitalen Ausgaben kein Ersatz, sondern konsequente Weiterentwicklung und Ergänzung zu den weiterhin hochwertigen Druckausgaben, die das DAI herausgibt.

So wie sich die Ausgabeformate verändern, wandeln sich auch die Aufgaben in den Redaktionen des DAI. Neben dem wissenschaftlichen Lektorat werden dort die Manuskripte eigens für die unterschiedlichen Ausgabemedien aufbereitet und mit Daten aus der *iDAI.world* verschränkt. Dabei nehmen digitale Werkzeuge zur semi-automatisierten Vorbereitung eine selbstverständliche Rolle im Redaktionsalltag ein: Literaturlisten werden über einen Bibliographie-Assistenten mit den Informationen des Bibliothekskatalogs verknüpft, digitale Kataloge in die Systeme der *iDAI.world* importiert und Artikeltexte mit Helfer-Tools für die Anforderungen der responsiven Viewer-Ausgabe vorbereitet.
Die Entwicklung des neuen innovativen Zeitschriftenmodells, das 2020 auf der Frankfurter Buchmesse mit einem Digital Publishing Award ausgezeichnet wurde, aber auch die Arbeit in der „virtuellen Redaktion“ funktionieren nur als Gemeinschaftsprojekt der Zentralen Wissenschaftlichen Dienste des DAI, in denen verschiedene Arbeitsbereiche eng zusammenarbeiten.



DER DAI JOURNAL VIEWER verbindet traditionelle Publikationsformen innovativ mit ergänzenden Ressourcen aus der digitalen Forschungslandschaft der *iDAI.world*. Dafür wurde auch der Redaktionsprozess erweitert und angepasst. Grafik: N.N., DAI Zentrale



ARCHÄOLOGIE WELTWEIT

Die Standorte des Deutschen Archäologischen Instituts

- Berlin
- Bonn
- München
- Frankfurt am Main
- Athen
- Istanbul
- Rom
- Lissabon
- Madrid
- Kairo
- Jerusalem
- Amman
- Sanaa
- Peking
- Bagdad
- Damaskus
- Ulaanbaatar
- Teheran

Auswärtiges Amt

BAUFORSCHUNG DIGITAL

Baalbek Reborn und ein neuer Ansatz zur Erforschung des Jupitertempels: Moderne Technologien für Forschung und Vermittlung

Neue Technologien zu nutzen hat in der Archäologie eine lange Tradition. Schon die erste deutsche Ausgrabung in Baalbek von 1898 bis 1905 nutzte fotogrammetrische Verfahren zur Erforschung der heutigen Weltkulturerbestätte. Mit sogenannten Messbildaufnahmen wurde der dortige Jupitertempel, einer der größten bekannten römischen Tempel dokumentiert. Albrecht Meydenbauer, der deutsche Pionier der Fotogrammetrie und ihrer Anwendung im Bereich der Architektur und der Denkmalpflege, hat selbst vor Ort gearbeitet.

DIE ARCHÄOLOGISCHE STÄTTE IN BAALBEK WURDE MIT LASERSCANS UND LUFTBILDERN VON SOGENANNTEN DROHNEN DOKUMENTIERT. Foto: M. Praus

BLICK VOM SOGENANNTEN GROSSEN ALTAR AUF DEN JUPITERTEMPEL. Gegenüberstellung der heutigen Situation und der Rekonstruktion montiert aus den navigierbaren 360° Panoramen der App Baalbek Reborn: Temples. Bild: M. Abdel Aziz, DAI, Flyoverzone

REDUZIERTE DARSTELLUNG DER REFERENZ-PUNKTWOLKE.
Deutlich erkennbar sind die zahlreichen Standpunkte des Laserscanners. Screenshot: Th. Bauer

MODERNE TECHNOLOGIEN IM AKTUELLEN FORSCHUNGSPROJEKT

Auch heute finden im 1998 begonnenen aktuellen Baalbek-Projekt der Orient-Abteilung des DAI unter Leitung von Margarete van Ess neue Technologien und Methoden für die Erforschung und die Vermittlung der Welterbestätte Anwendung. Im Teilprojekt „Baalbek Reborn“ wurde 2021 der Stand der Forschung zu den großen Tempeln erstmals in einer populärwissenschaftlichen *Virtual Reality*-App veröffentlicht und so einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Ein weiteres Forschungsprojekt zur Architektur des Jupitertempels nutzt moderne Dokumentationstechniken um bisher unzugängliches Material erstmals für die Erforschung zu erschließen. Beide Teilprojekte illustrieren, wie solche Technologien für Bauforschung und Archäologie genutzt, adaptiert und dabei kontinuierlich weiterentwickelt werden.

BAALBEK REBORN

Im März 2021, mitten in der Corona-Pandemie, präsentierten die Libanesische Antikenverwaltung, das Baalbek-Projekt des DAI und Flyoverzone Productions die *Virtual-Reality* App „Baalbek Reborn: Temples“. Ziel des Kooperationsprojektes war die Entwicklung einer neuen Publikationsform, mit welcher die Welterbestätte Baalbek und die Forschungsergebnisse zu den Tempelanlagen für eine große Öffentlichkeit zugänglich und vor allem erlebbar gemacht werden.

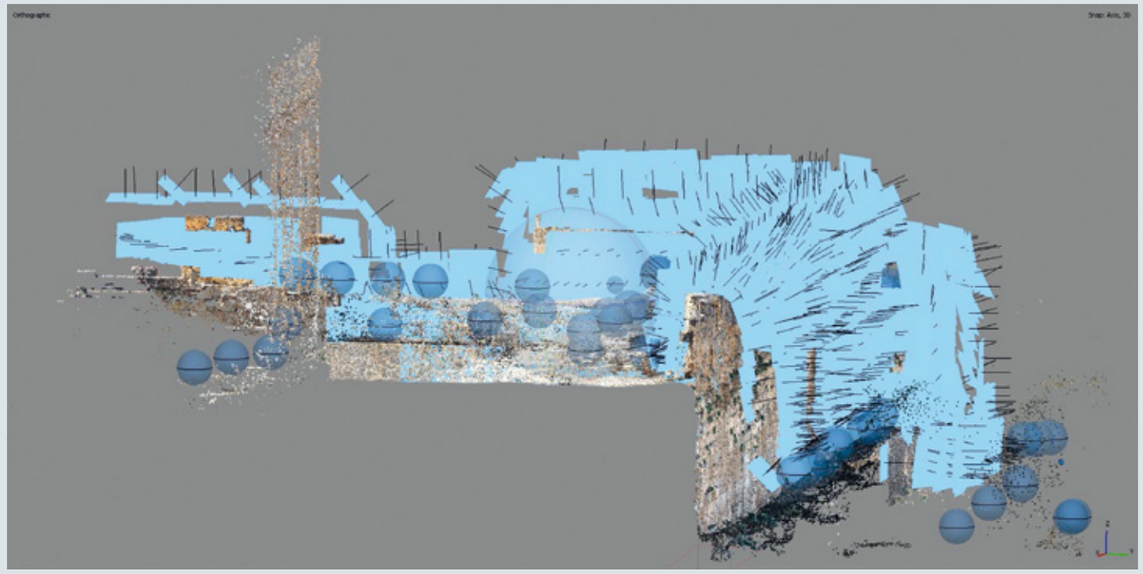
Die App nimmt den Nutzer mit auf eine virtuelle Reise im doppelten Sinne: An die heutige archäologische Stätte in Baalbek und auf eine Zeitreise zu den großen Tempelanlagen vor etwa 1.800 Jahren. Den Nutzern werden 40 Standorte innerhalb der heutigen Welterbestätte in 360°-Panoramen präsentiert. An jedem Standort können sie sich frei in beliebiger Richtung umsehen und idealer Weise an den realen Ort versetzt fühlen. Gleichzeitig führt ein Audio-Kommentar durch das gewählte Panorama. In jeder der vier verfügbaren Sprachen (Deutsch, Arabisch, Englisch und Französisch) wird, sobald im Audio-Kommentar das Heiligtum in römischer Zeit besprochen wird, dazu passend die Rekonstruktion der Stätte im Jahr 215 n. Chr. in einem neuen Panorama eingeblendet.

Ausgehend von publizierten Ergebnissen, von Zeichnungen und Texten bereits abgeschlossener Forschungsprojekte wurde für deren Visualisierung ein 3D-Modell von Grund auf neu konstruiert. Es ist auf die populärwissenschaftliche Vermittlung der Forschungsergebnisse optimiert und gerade so detailliert und so genau wie nötig. Das Modell dient dabei als Mittel zum Zweck, um Bilder zu generieren, die die Informationen des Audiokommentars für die Nutzer illustrieren. Im konkreten Fall hat das 3D-Modell ca. 300 Millionen Punkte. Tatsächlich werden an Stelle von navigierbaren 3D-Modellen lediglich Renderings der 40 Standorte, also Bilder, präsentiert. Damit ist die App auch auf weniger leistungsfähigen Endgeräten nutzbar und einem noch größeren Publikum zugänglich.
Mit dieser für das Institut neuen Publikationsform konnten innerhalb von zwei Jahren weltweit über 56.000 Menschen erreicht werden, die die Applikation bereits heruntergeladen haben.

NEUE FORSCHUNGEN ZUR ARCHITEKTUR DES JUPITERTEMPELS

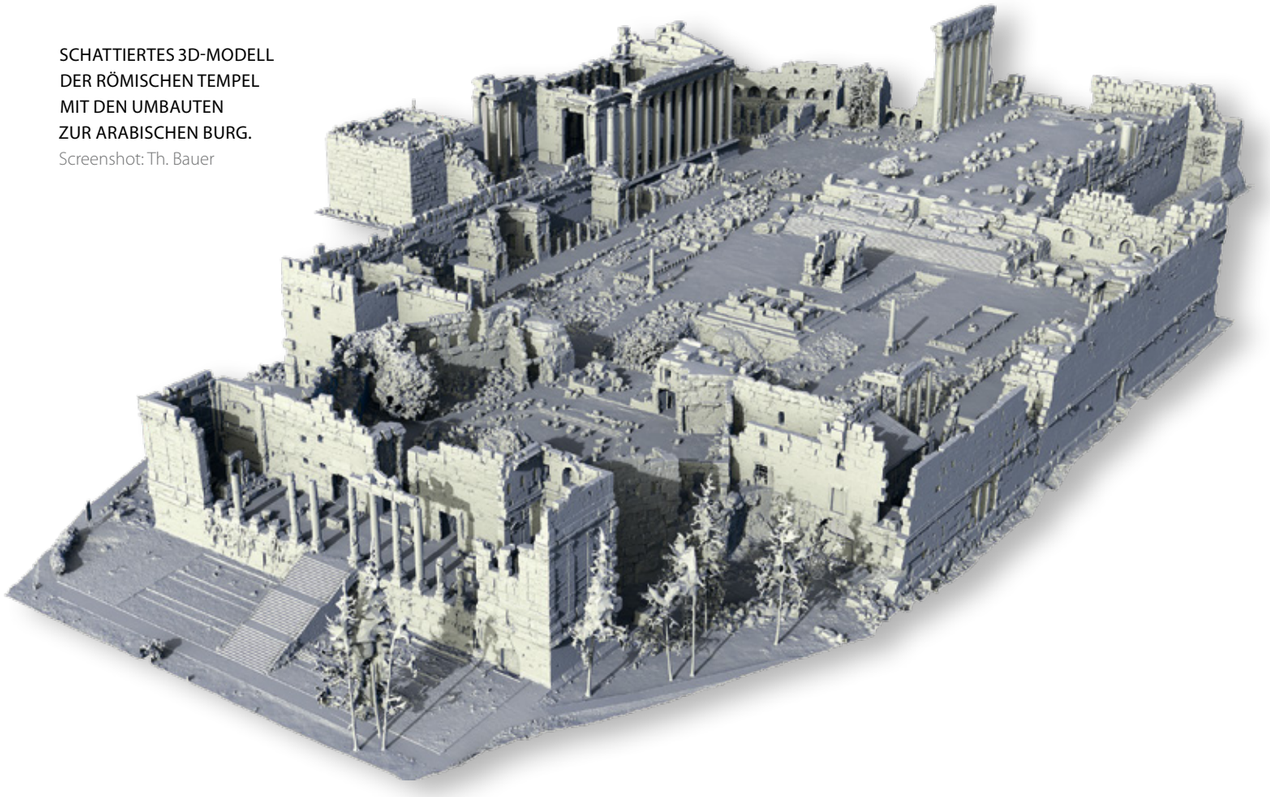
Das Bauforschungsprojekt zur Architektur des Jupitertempels in Baalbek widmet sich der Rekonstruktion des größten bekannten römischen Tempels. Im Jahr 1921 stellte Theodor Wiegand in der umfangreichen und beispielhaften Grabungspublikation der ersten deutschen Grabung in Baalbek fest, dass nur wenige Bauteile der Cella des Tempels gefunden wurden. In der Konsequenz musste die vorbildliche Rekonstruktion des Jupitertempels im Bereich der Cella beinahe ohne Beleg bleiben. Gleichzeitig erkannte Wiegand schon vor 100 Jahren zahlreiche in der dortigen arabischen Burg verbaute antike Spolien. Diese Bauteile liegen aber in großer Höhe von bis zu 25 Metern und blieben so bis heute unerreichbar.

Das neue Projekt zum Jupitertempel erschließt erstmals mit modernen digitalen Techniken die antiken Spolien in der arabischen Burgmauer für die Forschung. Das gesamte Hauptheiligtum wurde zu diesem Zweck in 840 Laserscans und mehr als 25.500 Luftbildern aus einer Überfliegung mit Drohnen erfasst. Aus der großen Anzahl von Laserscans konnte ein hochgenaues 3D-Modell mit einer Standardabweichung unter 3,1 mm errechnet werden. Im nächsten Schritt diente es als Referenz für die fotogrammetrische Auswertung der Luftbilder. Dabei ergänzen sich die beiden Techniken: Die Scans erfassen vom Boden aus die Front- und Unterseiten der Bauteile und garantieren eine große Genauigkeit



AUSSCHNITT AUS DER FOTOGRAMMETRISCHEN AUSWERTUNG:
Die Standpunkte des Laserscanners am Boden sind als blaue Kugeln dargestellt und Luftbilder als hellblaue Vierecke.
Screenshot: H. Burwitz, DAI

AUSSCHNITT EINES WANDGURTS MIT DOPPELTEM MÄANDER:
rechts im Detailierungsgrad des Gesamtmodells, links mit zusätzlichen Bildern nachverdichtet.
Screenshot: H. Burwitz, DAI



SCHATTIERTES 3D-MODELL DER RÖMISCHEN TEMPEL MIT DEN UMBAUTEN ZUR ARABISCHEN BURG.
Screenshot: Th. Bauer

der Vermessung, während die Luftbilder nicht einsehbare Bereiche, vor allem die Oberseiten, erfassen und für diese Bildinformationen proudzieren. Das Resultat ist ein detailliertes texturiertes 3D-Modell des gesamten Heiligtums. Die antiken Spolien in der Burgmauer mögen für eine unmittelbare Untersuchung weiter unzugänglich bleiben, durch moderne Technologie aber können wir sie nun erreichen – und so ihre digitalen Abbilder untersuchen.
So können Bauteile identifiziert und in einem für Bauteilaufnahmen üblichen Abbildungsmaßstab von 1:5 bis 1:10 analysiert werden. Dieses Modell ermöglicht wissenschaftlich zuverlässige Beobachtungen, abhängig von der Texturqualität sind sogar feine Ritzlinien und Bearbeitungsspuren auf den Oberflächen der Bauteile erkennbar. Sollte trotz der über 120 Mrd. Messpunkte allein in den Laserscans die Dichte der Messpunkte auf einer Spolie nicht ausreichen, erlaubt die Fotogrammmetrie zusätzliche Bilder zu integrieren. Dabei kann das Objekt selbst als Referenz genutzt werden, um den erfassten Bereich beinahe beliebig mit weiteren Geometrie- und Texturinformationen zu verdichten.

Die „Digitale Bauforschung“ am 3D-Modell des Jupitertempels von Baalbek entwickelt neue Methoden, um große Mengen Materials erstmals für die archäologische Forschung zu erschließen, und gewinnt so neue Erkenntnisse. Das Projekt „Baalbek Reborn“ bereitete traditionell publizierte Forschungsergebnisse innovativ als Virtual Reality-App für ein breites Publikum auf. Im Zentrum beider Projekte steht die Forschung: Sei es mit dem Ziel neue Erkenntnisse zu gewinnen oder sie zu vermitteln. Ohne die Anwendung moderner Technologien wäre es weder möglich gewesen die bisher unzugänglichen antiken Spolien zu untersuchen, noch hätten weltweit über 56.000 Menschen innerhalb von zwei Jahren mit archäologischen Inhalten zu Baalbek erreicht werden können. Archäologische und bauforscherische Projekte wie die in Baalbek benutzen seit mehr als 100 Jahren die jeweils neuesten Technologien, adaptieren diese für den jeweiligen Bedarf und entwickeln sie weiter. Ihre Nutzung ist heute wie damals bei Albrecht Meydenbauer ein selbstverständlicher Teil der Arbeit.

Baalbek Reborn war ein Kooperationsprojekt mit Flyoverzone Productions und wurde finanziert durch die großzügige Spende von Bassam Alghanim, dem der Dank des Projektes gilt.
Die App ist für Mobilgeräte im Google Play-Store, im Apple App-Store und auf Steam.com für Windows, Apple und 3D-Headsets kostenlos verfügbar.

DIPL.-ING. HENNING BURWITZ
ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Baalbek-Projekt der Orient-Abteilung des DAI.
Foto: Privat

IMPRESSUM

Archäologie Weltweit
Magazin des Deutschen
Archäologischen Instituts

11. Jahrgang / 1 · 2023

HERAUSGEBER
Deutsches Archäologisches Institut
www.dainst.org

TEXT, REDAKTION UND ORGANISATION
Jens Notroff

SATZ UND LAYOUT
Bauer+Möhring grafikdesign, Berlin
www.bauerundmoehring.de

GESTALTERISCHES KONZEPT
SCHÜTZ BRANDCOM Agentur für
Markenkommunikation GmbH
Bessemerstraße 2–14 · 12103 Berlin
schuetz-brandcom.de

DRUCK
Bonifatius GmbH Druck - Buch - Verlag
Karl-Schurz-Str. 26, 33100 Paderborn
www.bonifatius.de

VERTRIEB
Deutsches Archäologisches Institut
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Jens Notroff
Podbielskiallee 69–71 · 14195 Berlin
aw-magazin@dainst.de · www.dainst.org

Soweit nicht anders angegeben liegen sämtliche Nutzungsrechte des verwendeten Bildmaterials beim Deutschen Archäologischen Institut. Eine Weiterverwendung ist nur nach ausdrücklicher Genehmigung erlaubt.

NEU

Online-Zeitschrift "PhDAI. Reports of the Young Research Network"

Einblick in die vielfältigen Nachwuchsforschungsprojekte am DAI

Die jährlich erscheinende Zeitschrift „PhDAI. Reports of the Young Research Network" ist ab sofort Teil der reichhaltigen Sammlung elektronischer Zeitschriften der *iDAI.publications*-Plattform.

Das Young Research Network, 2020 gegründet und 2021 offiziell unter die Cluster und Netzwerke des DAI aufgenommen, vernetzt Doktorandinnen und Doktoranden an den verschiedenen DAI-Standorten weltweit. Die Zeitschrift soll als Publikationsorgan für Forschende am Anfang ihrer Karriere dienen und steht allen Mitgliedern des Netzwerks offen. Der vorliegende erste Band zeigt die Bandbreite laufender Promotionsprojekte am DAI: Neben Töpferwerkstätten auf dem Kerameikos in Athen geht es u. a. auch um die Produktion von Baukeramik für die ehemalige Mongolenhauptstadt Karakorum, koptisch liturgische Gesangstexte u.v.m.

Alle Beiträge stehen auf *iDAI.publications*
Open Access zur Verfügung:
https://publications.dainst.org/journals/PhDAI/issue/view/515

Grafik: J. Notroff, Designvorlage: canva.com, LiDAR-Abb.: H. Prümers

„Archäologie trifft Hightech“

Online-Diskussionsreihe mit Forschenden des DAI

In diesem Jahr stellt das DAI den Einsatz moderner Technologien in seinen weltweiten Projekten in den Mittelpunkt der seit 2021 durchgeführten Online-Veranstaltungsreihe „DAInsight“ zu aktuellen Forschungen des Instituts und seiner Mitarbeitenden und Partner.

Unter dem Titel „Archäologie trifft Hightech“ wird in im Live-Stream übertragenen Diskussionsrunden mit Kolleginnen und Kollegen aus den unterschiedlichen Arbeitsbereichen des DAI die Anwendung technischer Innovationen in diesen Forschungen thematisiert. Von deren Rolle schon bei der Vorbereitung von Ausgrabung und Feldforschung über die vielfältigen Formen digitaler Dokumentation bis hin zu Befundauswertung und Datenanalyse werden die neuen Möglichkeiten, aber auch Herausforderungen, die diese Technologien mit sich bringen besprochen und diskutiert.

Die Veranstaltungen werden unter **https://live.dainst.org** angekündigt und dort auch live übertragen.

Eine Mediathek hält darüber hinaus die Aufzeichnungen vorangegangener Vorträge bereit.

Wenn wir unser kulturelles Erbe erhalten wollen, brauchen wir Ihre Unterstützung.

TWG

Wie Sie uns helfen können, sehen Sie hier:

WWW.TWGES.DE

Gesellschaft der Freunde des
Deutschen Archäologischen Instituts
Theodor Wiegand Gesellschaft e. V.
Wissenschaftszentrum Bonn
Ahrstraße 45, 53175 Bonn

Delia Schulz
Tel.: +49 228 30 20
Fax: +49 228 30 22 70
twg@wzbonn.de

Theodor Wiegand Gesellschaft
Deutsche Bank AG, Essen
IBAN DE20 3607 0050 0247 1944 00
BIC DEUTDEDEXXX

Ihre Spenden sind steuerbegünstigt.

Vielen Dank!

Hilfe für die Ukraine

Der russische Angriff auf die Ukraine hat großes Leid über die Menschen dort gebracht, historische Bauwerke und Monumente zerstört und bedroht nach wie vor das kulturelle Erbe des Landes und der Ukrainerinnen und Ukrainer. Akut von Zerstörung und Verlust bedroht sind auch Archive und die Dokumente und Daten archäologischer Forschung. Auf Bitte ukrainischer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unterstützt das DAI sie bei der Sicherung des analogen und digitalen Wissens über diese Arbeiten und Stätten sowie das gefährdete Kulturerbe im Land.

Dafür konnte das DAI sichere Verbindungen und umfangreiche Serverkapazitäten zur Verfügung stellen und so dabei helfen, unersetzliche Forschungsdaten vor Verlust zu bewahren. Doch benötigen die Kolleginnen und Kollegen vor Ort weitere Unterstützung, um den Datentransfer durchführen, aber auch Strom- und Internetkosten finanzieren zu können. Mit Unterstützung des Auswärtigen Amts, der Theodor Wiegand Gesellschaft und der Hasso Plattner Foundation konnten zu diesem Zweck Stipendien für Archäologinnen und Archäologen in der Ukraine bereitgestellt werden, die ihnen diese wichtige Arbeit ermöglichen.

Mit Ihrer Spende tragen auch Sie zum Schutz des kulturellen Erbes in der Ukraine bei und helfen uns, den Kolleginnen und Kollegen vor Ort zu helfen.