



Forschungsstelle Kaiserpfalz



Kaiserpfalz Journal
2021 *spezial*

Sonderheft

„Digitales Mittelalter“

Vorwort	4
Editorial	5
<hr/>	
Interview mit Prof. Dr. Sebastian Ristow: Archäologische Rekonstruktionen Der schmale Grat zwischen Wissenschaft und Fantasie	6
Geschichte der Digitalen Rekonstruktionen der Kaiserpfalz	10
Touristische Vermittlung im 21. Jahrhundert: Vom eGuide zur Kaiserpfalz-App	16
360°-Rundgänge, digitale Ausstellungen und Führungen: Ingelheimer Geschichte virtuell erleben	21
Hologramm-Vitrinen und Auflichtprojektionen: Digitale Technik bringt Licht ins Dunkel der Geschichte	25
Die Forschungsstelle bei Facebook: Daumen hoch für Karl den Großen	30
Digitalisierung in der Archäologie	
Man braucht auch einfach mal Zeit zum Nachdenken	32
Vom Baggerplanum zum rekonstruierten Gebäude: Der archäologische Workflow der Forschungsstelle	34
Geophysikalische Methoden in der Archäologie: Der Blick in den Boden	38
Dokumentation mittels <i>Structure from Motion (SfM)</i> : Eine Evolution der Fotografie	42
Drohnen in der Archäologie: Das leise Summen der Rotoren	44
Geographische Informationssysteme (GIS) bereichern die Archäologie	46
Digitale Rekonstruktionen in der Archäologie: Von Scherben und Verfärbungen im Boden zum Lebend-Bild	52
Computergestützte Fototechniken zur erweiterten Objektdokumentation: Bilder aus einer anderen Dimension	55
Datenverwaltung im Archiv: 200.000 Funde - wie behält man da den Überblick?	59
<hr/>	
Bildnachweise	61
Impressum	62



Liebe Leserin, lieber Leser!

vielleicht ist es Ihnen beim Blick auf den Titel dieses Heftes aufgefallen: die vierte Ausgabe des Kaiserpfalz-Journals ist eine Spezial-Ausgabe. Den willkommenen Anlass hierfür bietet uns der „Tag der Landesgeschichte“, der am 9. Oktober in Ingelheim stattfindet und sich das Thema „Mittelalter digital“ auf die Fahnen geschrieben hat. Auch das anstehende Landesjubiläum „75 Jahre Rheinland-Pfalz“ wird im Rahmen dieser Veranstaltung gewürdigt.

Der „Tag der Landesgeschichte“ wird zum zweiten Mal ausgerichtet, die Premiere fand 2018 in Koblenz statt. Veranstalterin ist die Kommission des Landtages für die Geschichte des Landes Rheinland-Pfalz. Sie hat diesen Tag als Forum für alle Institutionen, Vereine, Initiativen und Personen ins Leben gerufen, die sich mit der Landesgeschichte von Rheinland-Pfalz beschäftigen. Teilnehmen können also zum Beispiel Heimat- und Geschichtsvereine und universitäre Forschungseinrichtungen, aber auch Bürgerinnen und Bürger, die sich privat für die Geschichte ihrer Heimat interessieren und engagieren. Sie alle waren eingeladen, sich und ihre Arbeit am 9. Oktober im Weiterbildungszentrum auf einem „Markt der Möglichkeiten“ zu präsentieren und sich über die vielfältige Geschichte unseres Landes auszutauschen. Wegen der Corona-Pandemie wird der „Tag der Landesgeschichte“ als Hybrid-Veranstaltung durchgeführt. Zusätzlich zum „Markt der Möglichkeiten“ im WBZ wird es an diesem Tag daher auch verschiedene digitale Angebote geben.

Das Motto lautet also „Mittelalter digital“ – und da hat Ingelheim, wie dieses Heft unterstreicht, eine ganze Menge zu bieten. Durch die Arbeit der Forschungsstelle zeigt sich immer klarer, wie bedeutsam Ingelheim bereits im frühen Mittelalter gewesen sein muss. Das belegt das frühchristliche Taufbecken in St. Remigius aus dem 7. Jahrhundert. Mit der Pfalz Karls des Großen besitzt die Stadt darüber hinaus ein wahres Juwel des Mittelalters im Südwesten. Bei der Vermittlung dieses herausragenden kulturellen Erbes setzt die Forschungsstelle schon seit einigen Jahren verstärkt auf digitale Medien – schön zu sehen an der neuen Kaiserpfalz-App (Seite 16) oder den virtuellen Ausstellungs-Rundgängen (Seite 21). Selbstredend nutzt auch die Forschungsstelle neueste digitale Technologien bei ihren archäologischen Ausgrabungen und der Dokumentation der Funde. Faszinierende Einblicke bietet hierfür der Artikel über computergestützte Fototechniken ab Seite 55.

Ich wünsche Ihnen viel Freude mit dem Kaiserpfalz-Journal „Spezial“ und eine hoffentlich erkenntnisreiche Lektüre,

Ihre Eveline Breyer
Dezernentin für Kultur

Kaiserpfalz-Journal 2021 – Sonderheft „Digitales Mittelalter“

Eine Denkmalzone zum Verirren – eine App zum Entdecken. 2007 ging der *eGuide* zur Erkundung der *Archäologischen Zone Kaiserpfalz* mit damals neuester Technik in Betrieb: Handheldcomputer (wer weiß noch, was das war?), GPS-Antenne und individuell konfigurierbare Besucherführung. Noch heute, nach 14 Betriebsjahren und zahlreichen Modifikationen, ist das System am Start. Seit 2020 wird es als App für User-Endgeräte angeboten (Android und iOS).

Digitale Vermittlungsangebote zur Erschließung eines archäologischen Flächen-denkmals in und unter einer stark verdichteten Ortsbebauung haben in Ingelheim eine lange Historie. Schon 2002 veröffentlichte die Forschungsstelle Kaiserpfalz eine digitale Architekturrekonstruktion der Palastaula Karls des Großen. Ermöglicht wurde sie durch die archäologisch-technische Kooperation mit dem Büro Archimedix-GbR, einem von drei Schülern des Wegbereiters digitaler Architekturwelten, Professor Manfred Koob (TU Darmstadt), gegründeten Startups.

Wer Ingelheim und das Bekenntnis der Stadt zu ihrer einzigartigen Vergangenheit kennt, der weiß, dass kommerzielle Aspekte bei der Besuchererschließung eine untergeordnete Rolle spielen. Vielmehr geht es um die Bewahrung, Erforschung und Veranschaulichung. Laufende archäologische Ausgrabungen sind das Fundament. Rekonstruktion ist in der wissenschaftlichen Praxis auch Methode, denn nur der Bauforscher, der „seinen“ Bau aus den Fundamenten bis hinauf zum Dachfirst durchdacht hat, der auch die innere Gebäudeerschließung in die Überlegungen einbezieht, kann der historischen Wahrheit nahe kommen. Gerade diese Annäherung wird durch digitale Anwendungen spezifisch unterstützt. So machen beispielsweise Rekonstruktionsvarianten Unschärfen der Überlieferung sichtbar; oder Auslegungskonflikte, wenn die historische Schriftquelle und der dingliche Befund eine andere Sprache sprechen. Außerdem liefern die im Bildhintergrund laufenden Datenbanken zum Beispiel ganze Kataloge von Vergleichsbeispielen.

Heute, 2021, erfolgt nicht nur die didaktische Veranschaulichung, sondern der gesamte Prozess der wissenschaftlichen Dokumentation einer Ausgrabung vollständig digital. Die Corona-Pandemie hat nur die Präsenz des Themas in der Öffentlichkeit erhöht. Längst ist Digitalisierung auch in der Geschichtswissenschaft und in ihrer Rezeption zu einem fast inflationären Begriff geworden. Aber Vorsicht: nicht alles, was in HD oder 4K daher kommt, hat auch Format!

Unser Kollege PD Dr. Peter Haupt, Universität Mainz hat einen Gastbeitrag verfasst, Herr Prof. Dr. Sebastian Ristow, Universität Köln stand für ein Interview zur Verfügung. Alle übrigen Beiträge in diesem Themen-Sonderheft des Kaiserpfalz-Journals wurden von Kolleginnen und Kollegen der Forschungsstelle verfasst und formulieren ihren anwendungsbezogenen Blick auf das „Digitale Mittelalter“. Viel Freude und Inspiration beim Lesen wünscht

Ihr Holger Grewe
Leiter der Forschungsstelle



Im Gespräch mit Prof. Dr. Sebastian Ristow

Sebastian Ristow lehrt am Archäologischen Institut der Universität zu Köln. Er ist seit 2006 freiberuflich tätiger Archäologe und spezialisiert auf simulierende Rekonstruktionen und Visualisierungen archäologischer Befunde. Seine Forschungsschwerpunkte sind spätantike und frühmittelalterliche Archäologie (insbesondere im Rhein-Maas-Mosel-Raum), das frühe Christentum und die Christianisierung Europas, Kirchenarchäologie sowie die Archäologie des Judentums im 1. Jahrtausend. Seit 2014 betreut Ristow im neuen Museum MiQua (LVR-Jüdisches Museum im Archäologischen Quartier Köln) am Kölner Rathausplatz die Themen des 1. Jahrtausends als Kurator. In Ingelheim hat er u. a. das bei der Ausgrabung in St. Remigius entdeckte frühmittelalterliche Taufbecken rekonstruiert und die Ergebnisse in einem Film visualisiert.

Weitere Infos :

www.archaeoplanristow.de



Archäologische Rekonstruktionen Der schmale Grat zwischen Wissenschaft und Fantasie

Herr Ristow, Sie arbeiten als Archäologe überwiegend mit dem Computer, selten auf einer Ausgrabung. Wie kam es dazu?

Anfangen habe ich tatsächlich in der Braunkohlen-Archäologie in Deutschland, später war ich viel auf Ausgrabungen im Ausland unterwegs, bei der Pergamon-Grabung des Deutschen Archäologischen Instituts in der Türkei, in Italien, Frankreich und der Schweiz. Irgendwann habe ich aber festgestellt, dass in den Depots unglaublich viele Dinge von früheren Grabungen liegengeblieben sind. Und leider gehen dort jedes Jahr Informationen verloren, weil Fundzettel abhandenkommen oder Fundstücke verstellt werden. Deshalb gibt es Archäologen, die versuchen, in den Depots zu retten, was zu retten ist. Ein Beispiel: Es gab in den 1910er Jahren in der Pfalz Aachen eine Ausgrabung, die durch den 1. Weltkrieg gestoppt und danach nie aufgearbeitet wurde. Viel Dokumentationsmaterial ist seitdem verlorengegangen. Erst ab 2010, also rund 100 Jahre nach der Grabung, konnte ich dann die Grundlagenarbeit für eine Aufarbeitung leisten. Mein Profil als Archäologe ist seit etwa 20 Jahren, solche Dinge wie in Aachen fachlich aufzubereiten, sie zu visualisieren und möglichst zeitnah auch zu publizieren.

Sie sprechen die Visualisierung an: Auf dem Gebiet der dreidimensionalen Rekonstruktion bieten sich heute Möglichkeiten, die noch vor 30 Jahren kaum denkbar waren. Wie hat diese Entwicklung Ihre Arbeit beeinflusst?

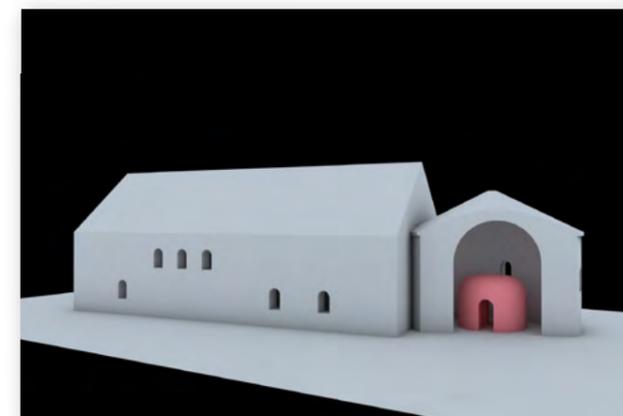
Ich habe diesen technischen Wandel ja bewusst miterlebt. Um das Jahr 2000 habe ich an einem Buch über den Kölner Dom gearbeitet, bei dem wir noch mit Buntstift gezeichnet



haben. Etwa zu dieser Zeit hat die technische Entwicklung an Fahrt aufgenommen, zum ersten Mal konnte man am Computer Kubaturen erstellen. Von Anfang an musste man sich dabei aber auch fragen: Was stelle ich dar? Und warum mache ich das? Es sind dieselben inhaltlichen Fragen, die man sich auch bei einer Buntstiftzeichnung stellt. Allerdings kann man bei der elektronischen Version viel schneller und besser reagieren und Dinge sofort anschaulich korrigieren. Außerdem hat man unglaublich gute Möglichkeiten, Varianten und Grauzonen darzustellen. So um 2005 wurden diese Möglichkeiten immer interessanter, inzwischen arbeite ich seit gut 15 Jahren digital.

Bietet diese Entwicklung ausschließlich Vorteile?

Wenn man verantwortungsvoll mit den Möglichkeiten umgeht, kann man diese Entwicklung nur positiv sehen. Nutzt man die Technik richtig, hat man den Vorteil, flexibler zu sein. Man kann zum Beispiel besser darstellen, wenn in der Rekonstruktion etwas unsicher ist. Die Verantwortung ist hier vielleicht sogar ein bisschen größer als bei einer Zeichnung. Man muss eben genau wissen: Wenn ich etwas darstelle und mich dabei auf eine atmosphärische Rekonstruktion beschränke, dann produziere ich Bilder, die unter Umständen nicht jeder als atmosphärische Visualisierung einordnet, sondern das Ergebnis für eine sichere und fachgerechte Rekonstruktion hält, selbst wenn sie das manchmal nicht ist.



oben: Atmosphärische Rekonstruktion der Baustelle des Aachener Doms um das Jahr 800

unten: Unsicher zu interpretierende und zu rekonstruierende Architektur in der Pfalz Werla als einfache Kubatur ohne Detaillierung

Was bedeutet in diesem Zusammenhang „atmosphärisch“?

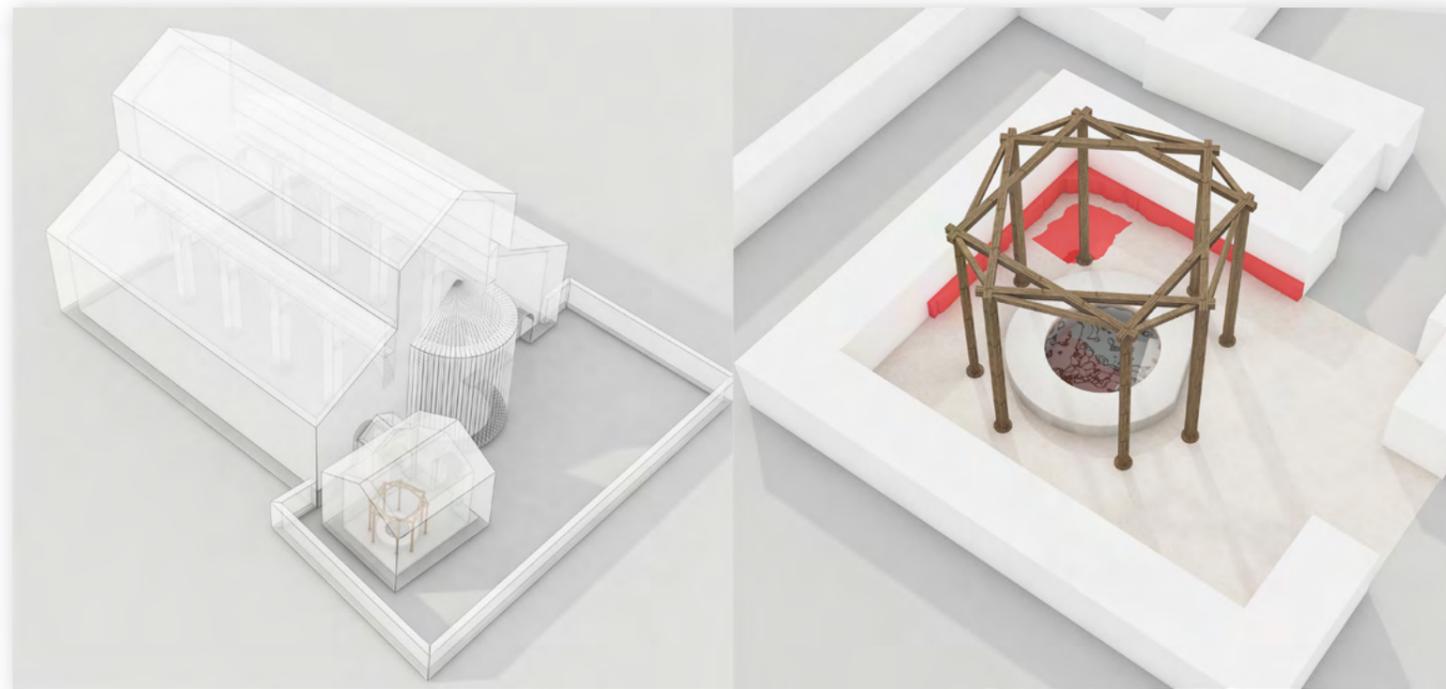
Die atmosphärische Rekonstruktion oder Visualisierung ist ein Fachbegriff, der naturalistische, detailreiche Darstellungen überwiegend für touristische Zwecke bezeichnet. Im Unterschied dazu ist die Grundlage der technischen Rekonstruktion zu sehen, sprich ein Drahtgittermodell oder eine Kubatur, die man im Prozess des Rendering mit Oberflächen versehen, die auch schematisch sein können und nicht naturalistisch sein müssen.

In Ingelheim wurde 2012 im Turm von St. Remigius ein Taufbecken aus dem 7. Jahrhundert entdeckt. In der Rekonstruktion dieses Befundes ist ein so genanntes Ziborium, eine Art Baldachin, über dem Becken zu sehen. Worauf basiert diese Visualisierung?

In St. Remigius wurde neben der Piscina, also dem eigentlichen Taufbecken, nur der winzige Rest einer Pfostenstandspur gefunden, eine Holzverfärbung im Boden – sonst wären wir gar nicht auf ein Ziborium gekommen. Das rekonstruiert man ja nur, wenn man zumindest einen vagen Hinweis darauf hat. Wir haben uns gefragt: Ist es vielleicht nur ein Baugerüst, das seine Spuren hinterlassen hat? Oder eben doch ein Ziborium? Deshalb haben wir im Film beide Möglichkeiten hintereinander visualisiert, damit dem Betrachter klar wird, dass man sich an dieser Stelle nicht entscheiden kann. Und wenn man sich nicht entscheiden muss, sollte man besser eine Variante darstellen und vielleicht mit einer Transparenz arbeiten. Oder man wechselt zwischen atmosphärischer und technischer Darstellung, sodass der Rezipient stutzig wird. Wenn man im St. Remigius-Film aus der atmosphärischen Visualisierung des Taufbeckens rausgeht, wechselt die Darstellung in eine technische Rekonstruktion, ein Drahtgittermodell, weil die Baukörper des eigentlichen Baptisteriums und der Kirche fehlen. Dadurch wird sofort klar, dass die Kirche archäologisch nicht erfasst ist, während die Befunde des Taufbeckens da sind. Das ist eine ganz einfache Bildsprache. Das Taufbecken kann ich dann entsprechend texturieren und mit schöneren Oberflächen versehen und gestalten.

Führen Rekonstruktionen von archäologischen Befunden manchmal auch zu neuen Fragestellungen im wissenschaftlichen Prozess?

Es ergeben sich während der Rekonstruktion ganz oft Rückwirkungen für die archäologische Interpretation. Das



Rekonstruktion des Taufbeckens in der Kirche St. Remigius in Ingelheim um das Jahr 700.

Schlagwort heißt hier „Rekonstruktion als archäologische Methode“. Ich muss als Archäologe bei einer Grabung im Planum ja auch oft rekonstruieren. Wenn ich zum Beispiel eine Grabungsgrenze habe und will eine in meiner Grabungsfläche erfasste Mauer über diese Grenze hinaus weiterlaufen lassen, dann strichle ich den Mauerbefund. Wenn ich in meiner Rekonstruktion ein Gebäude auf diesen Befund setzen möchte, kann es passieren, dass es nicht funktioniert. Vielleicht bekomme ich eine Kubatur nicht hin, oder die Dachflächen stoßen nicht ordentlich aneinander und man kann das Regenwasser nicht gut ableiten. Dann muss ich das Ganze archäologisch noch einmal durchdenken und die Strichelung und Länge meiner Mauer prüfen.

Bei Ausgrabungen stellt sich oft die Frage, ob die Befunde in einem Schnitt, zum Beispiel Mauern oder Gräben, überhaupt aus derselben Zeit stammen. Kann eine Rekonstruktion auch dabei helfen?

Wenn ich die Mauern meines Befundes in einem Planum auf ein Papier zeichne, kann ich sie in zeitliche Phasen aufteilen und entsprechend zum Beispiel gelb, grün und rot zeichnen. Als Archäologe könnte ich einzelne Mauerabschnitte im Planum aber einfach untergehen lassen, während ich bei einer Visualisierung gezwungen bin, etwas da-

rauf zu rekonstruieren, weil sie sonst sinnlos sind. Ich kann vielleicht eine hohe oder niedrige Mauer rekonstruieren, aber ich kann sie nicht einfach wegdeklinieren. Wenn ich am Rechner die Linien nach oben ziehe und ein Drahtgittermodell daraufsetze, muss ich eine Mauer, die ich einer chronologischen Phase zugeordnet habe, auch interpretieren. Sonst sagt mir der Architekt, mit dem ich zusammenarbeite: Hör' mal, das ergibt so keinen Sinn. Dann schaue ich mir meine Phasengliederung noch einmal genau an und überlege, ob diese Mauer vielleicht in Wirklichkeit zu einer anderen Zeitstufe gehört.

Arbeiten Sie bei solchen Projekten immer mit Architekten zusammen?

Eine Grundvoraussetzung für mich ist die Zusammenarbeit mit einem Architekten oder Bauhistoriker, der ein Verständnis für römische oder frühmittelalterliche Bauwerke hat. Dabei entstehen dann simulierende Rekonstruktionen – das ist eigentlich der bessere Ausdruck, denn die wissenschaftliche Rekonstruktion soll ja etwas anschaulich simulieren, sie soll kein virtuelles Abbild einer Realität sein, in das man sich mittels des Rechners hineinversetzen kann. Das ist zwar oft ein langer, aber sinnvoller, forschender Prozess. Man sollte also Projekte immer so angehen,

dass Zeit ist für Diskussionen und die verschiedenen Disziplinen beteiligt werden. Nach meiner Philosophie müssen deshalb die Kompetenzen von Archäologen und Architekten zusammentreffen. Ein Wissenschaftler muss sich ausschließlich um die Logik der Befunde kümmern, was aus Budgetzwängen leider oft nicht möglich ist. Der beteiligte Archäologe sollte das Controlling übernehmen und immer wieder einhaken, wenn etwas nicht stimmt. Wenn keine Archäologen beteiligt sind, ist eine Visualisierung, so atmosphärisch schön sie auch sein kann, in manchen Punkten eben meist mangelhaft.

Oft werden 3D-Computerrekonstruktionen angewandt, um Bodendenkmäler im Sinne einer touristischen Inwertsetzung sichtbar zu machen, Stichwort „Augmented Reality“. Kritische Stimmen sehen darin eine Art archäologisches Disneyland. Wie denken Sie darüber?

Man muss natürlich die Anwendungsprofile beurteilen. Wenn ich als Rezipient weiß, ich bin in „Disneyland“, dann kann dort etwas zu sehen sein, was mich als Wissenschaftler nicht zu interessieren hat. Auch in Fernsehsendungen sieht man ja manchmal ärgerliche Rekonstruktionen, darüber sollte man sich nicht aufregen. Aber in einem Museum würde ich das ablehnen, weil ein Museum verpflichtet ist, Wissenschaft darzustellen und sichtbar und erfahrbar zu machen. Da würde ich auch immer erwarten, dass die Grauzonen kenntlich gemacht werden, so dass ich als Rezipient – idealerweise aus dem Bauch heraus – verstehen kann, wo diese Grauzonen sind. Ich mache das zum Beispiel in den Filmen, an denen ich zusammen mit dem Atelier Narmer in Budapest oder mit Architectura Virtualis aus Darmstadt beteiligt bin, eigentlich sehr gerne: Ich schalte die atmosphärische Rekonstruktion an Stellen ein, wo wir sicher sind und auch mal ein schönes Bild haben wollen. Aber dann gehe ich auch wieder zurück in die technische Rekonstruktion, die Kubatur. Es ist jedes Mal aufs Neue eine Abwägung: Soll ich etwas ganz weglassen, oder doch rekonstruieren? Stelle ich etwas dar, was ein wissenschaftliches Fundament hat? Und diese Grenze sollte erkennbar und klar formuliert sein.

Das Gespräch führte André Madaus

Die Geschichte der Digitalen Rekonstruktionen der Kaiserpfalz

von Barbara Gärtner, Ramona Kaiser und Benjamin May



Präsentation der 1:1-Rekonstruktion monumentaler Wandmalerei in der Aula regia in der Ingelheimer Kaiserpfalz anlässlich des Europäischen Kulturerbejahres „Sharing Heritage“ 2018

Als die Stadt Ingelheim am Rhein 2018 vom Verband der Landesarchäologen in Deutschland zur Teilnahme am Europäischen Kulturerbejahr eingeladen war, konnten Besucherinnen und Besucher die Überreste der Residenz mittelalterlicher Könige und Kaiser über bauliche und didaktische Zugänge erfahren. Diese waren seit 1999/2000 im „Saalgebiet“ von Ingelheim eingerichtet worden. Wie sich die Bauausstattung der Pfalz des Frühmittelalters darstellte, ließ sich seit 2004 im Museum bei der Kaiserpfalz nachvollziehen. Hier stellen die Archäologen seither ihr Fundmaterial aus und belegen eindrucksvoll die Kostbarkeit der Materialien und einen stilistischen Duktus, der den Kunstströmungen im Karolingerreich um 800 folgt und voran geht. Doch damit nicht genug: Seit 2002 wurde die Pfalzanlage digital rekonstruiert. So konnte man Interessierten schon vor knapp 20 Jahren die ersten digitalen Rekonstruktionen über eine sogenannte Interaktive Terminalpräsentation (ITP) zugänglich machen. Die Idee: Eine fotorealistische Vollrekonstruktion soll dem Betrachter eine bildmächtige Vorstellung davon vermitteln, wie die Architektur vor 1.200 Jahren ausgesehen haben könnte. Aber zugleich wird jedes Detail per Mausklick erklärt. Wieviel Substanz ist erhalten, wieviel ist ergänzt? Gibt es Vergleichsfunde? Wie wahrscheinlich ist die Rekonstruktion? Auch wenn die Rekonstruktion im Ursprung zum Zweck



Digitale Rekonstruktion der Aula regia in der Ingelheimer Kaiserpfalz

der Veranschaulichung des Denkmals und seiner untergegangenen Bauteile dienen sollte: An erster Stelle der Qualitätskriterien für die Rekonstruktionen stand und steht die wissenschaftliche und inhaltliche Transparenz ihrer Grundlagen. Um die Unsicherheiten einer Rekonstruktion deutlich zu machen, werden unterschiedliche Varianten gezeigt.

Die ITP fasst drei Hauptbestandteile zusammen:

Eine interaktive Terminalpräsentation

Mehrere Hauptkapitel, die über Untermenüs einzeln anwählbar sind, enthalten Text- und Bildinformationen zu den Hauptbauperioden der Kaiserpfalz. Die Informationen werden in verschiedenen Ebenen angeboten. Diese Staffelung bietet Besucherinnen und Besucher die Möglichkeit, mehr oder weniger intensiv in das Thema einzusteigen.

Die digitale Rekonstruktion der Hauptdenkmalbereiche der Pfalz

Die digitale Rekonstruktion der Aula regia wurde in den digitalen Nachbau der gesamten Kaiserpfalz im Zustand der ersten Bauperiode um 800 n. Chr. eingebunden. Halbkreisbau und Heidesheimer Tor sind besonders detailreich dargestellt. In der Rekonstruktion können mehrere Standorte gewählt werden, von denen man durch Steuerung mit der Maus einmal rundum blicken kann. Dieses Panorama schafft einen anschaulichen Eindruck vom Raum und der Ausdehnung der ehemaligen monumentalen Anlage.

Der gesamten Rekonstruktion ist ein Informationsmodell hinterlegt. Fährt man mit der Maus über einzelne Bereiche der Oberfläche, öffnet sich ein Kurztext, der das Dargestellte kurz erläutert. Mit einem weiteren Klick öffnet sich ein längerer Text, der erklärt, warum ein bestimmtes Detail an dieser Stelle so rekonstruiert wurde. Gleichzeitig werden Bilder von Vergleichsobjekten gezeigt. Außerdem werden Wahrscheinlichkeiten benannt: Während die Rekonstruktion an manchen Stellen durch Ausgrabungen als gesichert gilt, stellt sie an anderen lediglich eine Hypothese mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit dar. Auf diese Weise wird eine große Transparenz gewährleistet. Wenn in der Rekonstruktion Varianten denkbar sind, können diese über einen Optionen-Button angewählt werden. Dies ist zum Beispiel bei der Wandbemalung der Aula regia oder am Säulengang des Halbkreisbaues der Fall.

Eine weitere veranschaulichende Funktion der Präsentation sind Überblendungen an ausgewählten Stellen. Hier lässt sich mithilfe eines Reglers ein aktuelles Foto des heutigen Denkmals mit der Rekonstruktion überblenden, sodass man beides vergleichen kann.

Interaktive Terminalpräsentation und digitale Rekonstruktion der gesamten Pfalzanlage

An drei Arbeitsplätzen im Museum bei der Kaiserpfalz können sich Besucherinnen und Besucher anhand einer Interaktiven Terminalpräsentation (ITP) über die Geschichte der Pfalz informieren. Die Abbildungen der darin enthaltenen digitalen Rekonstruktion der Pfalzanlage wurden inzwischen in zahlreichen wissenschaftlichen und populärwissenschaftlichen Artikeln verwendet.



Digitale Rekonstruktion des östlichen Haupteingangs der Pfalz (sog. Heidesheimer Tor)

Der Spielfilm „Ausstellungsafel 27“

Mit professionellen Schauspielern wurde zusätzlich ein Film gedreht, der von drei Wissenschaftlern handelt, die aus der Sicht eines Archäologen, eines Historikers und einer Kunsthistorikerin über das einstige Aussehen der Kaiserpfalz diskutieren und Probleme erörtern. Im Film werden verschiedene Elemente aus der digitalen Rekonstruktion mit Special Effects und Abbildungen von Funden und Grafiken mit der Aktion der Schauspieler kombiniert. Der 15-minütige Film ist über ein Untermenü in der Interaktiven Terminalpräsentation anwählbar.

Digitale Architekturrekonstruktion und Augmented reality

Eine Ergänzung zur herkömmlichen digitalen Architekturrekonstruktion stellt die *Augmented reality* („erweiterte Realität“) dar. Darunter versteht man eine computergestützte Erweiterung der sinnlichen Realitätswahrnehmung. Bezogen auf die digitale Rekonstruktion der Ingelheimer Pfalz bedeutet das, dass die historische Pfalz aus ihrem virtuellen Kontext herausgehoben und in die gegenwärtige Umgebung eingefügt wird. Mithilfe einer dafür programmierten Software wird eine neue historische Rekonstruktion der Aula regia in ein hochauflösendes Panoramabild der heutigen *Archäologischen Zone* eingebettet.

Als Medium der Visualisierung dient ein Fernrohr aus Metall mit integriertem Miniaturcomputer und Display, das auf der Besuchertribüne der Aula regia platziert wurde. Von dort aus kann man die erhaltenen Reste des ehemaligen Thronsaals in seiner heutigen, städtebaulichen Umgebung betrachten. Das Display des Fernrohrs zeigt simultan die digitale Ansicht der historischen Aula, eingebettet in das zeitgenössische fotografische Panorama, sodass man



Das Display des mit einem Mini-Computer ausgestatteten Fernrohrs bettet eine historische Rekonstruktion der Aula regia in ein hochauflösendes Panoramabild der heutigen Archäologischen Zone ein.

problemlos zwischen beiden Perspektiven wechseln und die Eindrücke unmittelbar miteinander vergleichen kann. Mit einer Zoomfunktion können Details wie die Apsis oder die Seitenportale genauer betrachtet werden. Die digitale Rekonstruktion beruht auf den Vorlagen von ArchimediX aus dem Jahr 2010, musste aber für das *Augmented Reality*-System grundsätzlich neu gestaltet werden. Die positive Resonanz der Besucherinnen und Besucher hat die Forschungsstelle dazu veranlasst, ein zweites Besucherfernrohr für das Heidesheimer Tor zu entwickeln. Der nächste Schritt in die virtuelle Realität ist mit einer *Virtual-Reality*-Brille (VR-Brille) möglich. Diese Technologie erlaubt das vollständige Eintauchen in eine digital erzeugte Umgebung. Derzeit befasst sich das Team der Forschungsstelle mit Umsetzungsmöglichkeiten und Anwendungsbeispielen. Denkbar wäre die VR-Präsentation der Sonderausstellung *Der Charismatische Ort* von 2019, um die Inhalte dauerhaft präsentieren zu können.

I:I-Rekonstruktionen von monumentaler Architektur

von Barbara Gärtner

Auf Grundlage der digitalen Rekonstruktionen wurden 2018 drei I:I-Rekonstruktionen von Bauausstattungen der Ingelheimer Kaiserpfalz um 800 an drei hochoffiziellen und somit ehemals zeremoniell stark bespielten Orten entwickelt, um die Pracht der einstigen Ausstattung erlebbar zu machen: zwei Säulen des Säulengangs am Nordflügel, zwei Marmorböden in römischer *Opus-sectile*-Technik in der ehemaligen Halle am östlichen Haupteingang der Kaiserpfalz (sog. Heidesheimer Tor) sowie ein Ausschnitt von Monumentalmalerei der *Aula regia*.



Säulengang am Nordflügel

Das Baumaterial für die Ingelheimer Pfalz könnte zumindest teilweise aus umliegenden römischen Ruinen gestammt haben. Die Uneinheitlichkeit der im Saalgebiet aufgefundenen Säulen, Basen und Kapitelle in Größe, Stil und Proportion ist auffällig. Diese Erkenntnis fand 2010 in der digitalen Rekonstruktion der Säulengänge ihren Niederschlag. Säulen- und Kapitellgrößen sowie -arten sind variantenreich dargestellt. Für die beiden I:I-Rekonstruktionen der Säulen im Jahr 2018 wurden hölzerne Zylinderröhren auf den vorhandenen, nachgebauten Säulenstümpfen verankert. Das Fehlen der Entasis, der optisch bedeutsamen Bauchung einer antiken Säule nach der Mitte zu, war ein den Kosten geschuldeter Kompromiss. Die rekonstruierten Werkstücke wurden mit Granit- bzw. heller Marmorfolie tapeziert.



Beim Wiederaufbau 2020 anlässlich der Ausstellung *Säulen der Macht* wurden diese Säulenröhren um zwei Kapitellrekonstruktionen ergänzt. Die auf den ersten Blick als Missverhältnis erscheinenden Proportionsunterschiede zwischen Säulen und Kapitellen lassen sich an vielen Beispielen römischer Kirchenbauten jener Zeit beobachten. Säulen und Kapitelle wurden bei der Spolierung offensichtlich als getrennte Elemente betrachtet und neu zusammengefügt. Ein Ingelheimer Kompositkapitell (2.–3. Jh., Landesmuseum Mainz) diente als Vorbild für die Rekonstruktion beider Kapitelle. Es hat noch eine Volute und ist an den vier Seiten unterschiedlich gestaltet, sodass es Variationsmöglichkeiten durch eine gedrehte Vorderseite bereitstellte.

Oben: Digitale Rekonstruktion des Säulengangs am sogenannten Heidesheimer Tor

Mitte: Säulenrekonstruktionen am Nordflügel der Kaiserpfalz: Physische I:I-Rekonstruktionen von Säulen mit Kapitellen, koloriert mit „Alterungsspuren“ (Weathering), um das haptische Erlebnis von intakten, antiken Kapitellen zu erzeugen

Unten: 1:1-Rekonstruktion des Ingelheimer Kompositkapitells, (2.–3. Jh., Landesmuseum Mainz)

Monumentalmalerei an der Westwand der Aula regia

Die I:1-Rekonstruktion eines 5 x 7m großen Teilstückes von Wandmalerei der Aula regia griff auf eine digitale Rekonstruktion von ArchimediX/Holger Grewe zurück, die eine monumentale Architekturordnung zeigt. Da man überwiegend graphisch-architektonisch gestaltete Wandputzfragmente gefunden hatte, orientierte man sich an dieser Lösung. Ein Ausschnitt der Westwand mit dem mittigen Seitenportal wurde im Stil illusionistischer Malerei mit Lichtreflexen, die durch die grünbunten Glasfenster einer gegenüberliegenden Fensterreihe einzufallen schienen, rekonstruiert. Die I:1-Rekonstruktion orientierte sich zwar an ihrem digitalen Vorbild, doch zeigten sich hier die Grenzen einer auf Bildschirmgröße justierten Darstellung, die nicht den für eine I:1-Wiedergabe geeigneten Grad an Genauigkeit aufweisen kann. Besonders deutlich wird das am Beispiel der Seitenportale, die einst je eine monumentale Breite von 2,2 m aufwiesen. Es ist nicht bekannt, wie sie tatsächlich ausgesehen haben. Daseinzigerhaltene karolingerzeitliche Vorbild ist die zwei-flügelige, bronzene Wolfstür, das Hauptportal des Aachener Doms. Da es unwahrscheinlich ist, dass die Ingelheimer Portale so aussahen wie dieses Meisterstück frühmittelalterlicher Bronzekunst, wurde in der Rekonstruktion aus der Bronze- eine Eichentür, aus den prachtvollen Türklopfen zwei einfache gallo-römische Exemplare.



oben: Erster Vorschlag zur Gestaltung der Westwand der Aula regia
unten: Endgültige Gestaltung der Westwand der Aula regia



Opus sectile-Böden am Heidesheimer Tor

Die dritte I:1-Rekonstruktion des Jahres 2018 wurde für die ehemalige Eingangshalle der Kaiserpfalz im sog. Heidesheimer Tor geschaffen. Der einst von Pfeilern getragene, dreischiffige Raum war den Funden zufolge mit einem kostbaren *Opus sectile*-Böden geschmückt. Bei dieser auf die römische Antike zurückgehenden Technik werden Böden und Wände mit unterschiedlich zurechtgeschnittenen Materialien, meist Marmor oder andere farbige Gesteinsorten, verziert. Der gut dokumentierte Palast des Langobardenherzogs Arichis II. in Benevent entstand etwa zeitgleich mit der Kaiserpfalz Ingelheim. Der Herzog ließ sich seine Residenz von dem kurz darauf für Karl den Großen tätigen langobardischen Gelehrten Paulus Diakonus errichten. In der Kirche San Pietro a Corte, in der die *Aula Regia* von Arichis Palast aufgegangen ist, sind drei Ornamente des einst dort verwendeten *Opus sectile* aus römischen Spolien zu sehen. Zwei davon waren aufgrund der formalen und materiellen Ähnlichkeiten Vorbilder für die in Ingelheim rekonstruierten Böden. Der Aufbau der I:1-Rekonstruktion über zwei soliden Pritschenböden erfolgte mit strapazierfähigem PVC, um die Böden wetterfest und begehrbar zu machen. Die bis in den Sommer 2021 gezeigten I:1-Rekonstruktionen konnten auf Grundlage der digitalen Rekonstruktionen erarbeitet werden, die über eine reine Veranschaulichung hinausgehen. Die weiter unten beschriebene *Interaktive Terminalpräsentation* gibt auch alternativen Rekonstruktionsmöglichkeiten Raum, um die Modellhaftigkeit zu betonen, die jeder Rekonstruktion letztlich innewohnt.

I:1-Rekonstruktion von *opus sectile*-Böden am Heidesheimer Tor

Touristische Vermittlung im 21. Jahrhundert

Vom eGuide zur Kaiserpfalz-App

von Ramona Kaiser

Die Anfänge der Ingelheimer Kaiserpfalz liegen im frühen Mittelalter, in der Zeit Karls des Großen um 800 n. Chr. Um die lange und komplexe Geschichte dieses eindrucksvollen Baudenkmals für interessierte Besucherinnen und Besucher verständlich zu machen, setzt die Forschungsstelle der Stadt auf zeitgemäße, digitale Lösungen wie die Kaiserpfalz-App.

Das Denkmal der Kaiserpfalz Ingelheim liegt heute in einem durch moderne Straßen und Wohnhäuser bebauten Gebiet mit einer Fläche von 250 x 300 Meter. Die Besiedlung des heute als *Archäologische Zone Kaiserpfalz* bezeichneten Viertels seit Anfang des 15. Jahrhunderts hat teilweise dazu geführt, dass einige der historischen Überreste regelrecht konserviert wurden, da einfache Häuser damals direkt an die Pfalzmauern angebaut bzw. diese als Hauswände benutzt wurden. Andere Spuren der Geschichte sind wiederum fast aus dem Stadtbild verschwunden und nur noch als Fragmente vorhanden. Ohne erklärenden Kontext sind sie für Besucherinnen und Besucher kaum mehr einzuordnen. Der einst herrschaftliche Großbau der mittelalterlichen Königspfalz entwickelte sich in der Neuzeit zu einer kleinteiligen Struktur mit Höfen, Wohn- und Wirtschaftsbauten, unter denen die einstige Monumentalarchitektur verloren ging. Selbst vor der neuzeitlichen Besiedlung des Pfalzbezirks betrug die Nutzungsdauer des Denkmals als temporäre Herrscherresidenz fast 500 Jahre. Dies hat dazu geführt, dass bestimmte Kulturschichten immer wieder durch jüngere überdeckt wurden. Heute sind nur noch wenige stehende Mauerreste aus unterschiedlichen mittelalterlichen Bauphasen obertägig sichtbar. Unter der Erde hingegen hat eine Vielzahl von Befunden und Fundamenten die Zeiten überdauert. Seit den 1990er Jahren werden sie systematisch erforscht.

Eine besondere Herausforderung bei der Vermittlung des Denkmals liegt also darin, die unterschiedlichen Phasen für die Besucherinnen und Besucher klar erkennbar zu machen. Zudem lässt sich die historische Bautopographie auf den ersten Blick oft nicht mehr korrekt verorten und zu einem Gesamtbild zusammenfügen. Auswärtigen Gästen fehlt ferner oft die nötige Orientierung im Stadtquartier, um alle Überreste in der großflächigen *Archäologischen Zone* zu entdecken. Durch die wiederkehrende Überbauung besteht die besondere Notwendigkeit, die verschiedenen Bauphasen des Denkmals chronologisch zu differenzieren und von neuzeitlichen Strukturen abzugrenzen. Die dadurch entstehende Komplexität und die mehrjährige interdisziplinäre Forschung zu historischen, bauhistorischen, archäologischen und kunsthistorischen Aspekten führen so zu einer hohen Informationsdichte, die besondere Wege der Vermittlung erfordert.

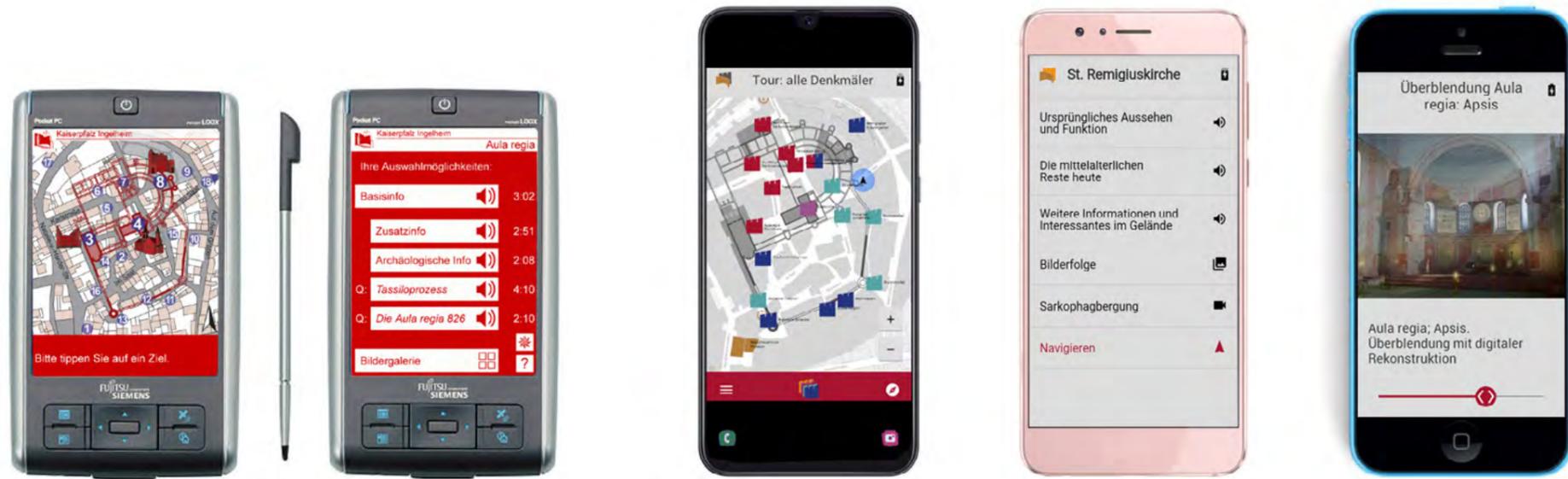
Der Historische Rundweg

Bereits Anfang der 2000er Jahre wurde zunächst ein Historischer Rundweg durch die *Archäologische Zone Kaiserpfalz* eingerichtet. An 18 Stationen wurden dort, wo sich wichtige Zeugnisse der Vergangenheit abzeichneten oder auch nicht mehr auf den ersten Blick erkennbar waren, Informations tafeln aufgestellt. Darauf wurde die jeweilige Station erklärt und in einen historischen Zusammenhang gebracht. Es wurden zunächst drei Hauptdenkmalbereiche definiert, die bis zu diesem Zeitpunkt erschlossen und für Besucher didaktisch aufbereitet waren: Die Aula regia, die für die „Pfalz der Karolinger“ stand, die Saalkirche für die „Pfalz der Ottonen“ und das Heidesheimer Tor für die „Pfalz der Staufer“. Bereits in dieser Phase gab es neben den mittelalterlichen Stationen auch Erläuterungen zu wichtigen Denkmälern aus der frühen Neuzeit. Ausgangspunkt des Rundwegs war eine Karte des Denkmalgebiets, auf welcher die Stationen eingezeichnet waren. Zusätzlich wurde bald eine zugehörige Broschüre entwickelt, die neben weiterführenden Informationen auch eine ausklappbare Karte enthielt, um eine sichere Navigation zu ermöglichen.



oben: Karte des ersten Historischen Rundweges durch die Archäologische Zone Kaiserpfalz
unten: Beschilderung des neuen Rundweges





Der eGuide

Jedoch geraten solche konventionellen Vermittlungswege schnell an ihre Grenzen, da der Platz auf ihnen endlich ist. Eine Tafel kann nicht beliebig groß sein, eine Broschüre nicht beliebig dick. Zudem interessieren sich nicht alle Besucherinnen und Besucher gleichermaßen für alle angebotenen Informationen. Der Vorteil von digitalen Medien wird hier besonders deutlich.

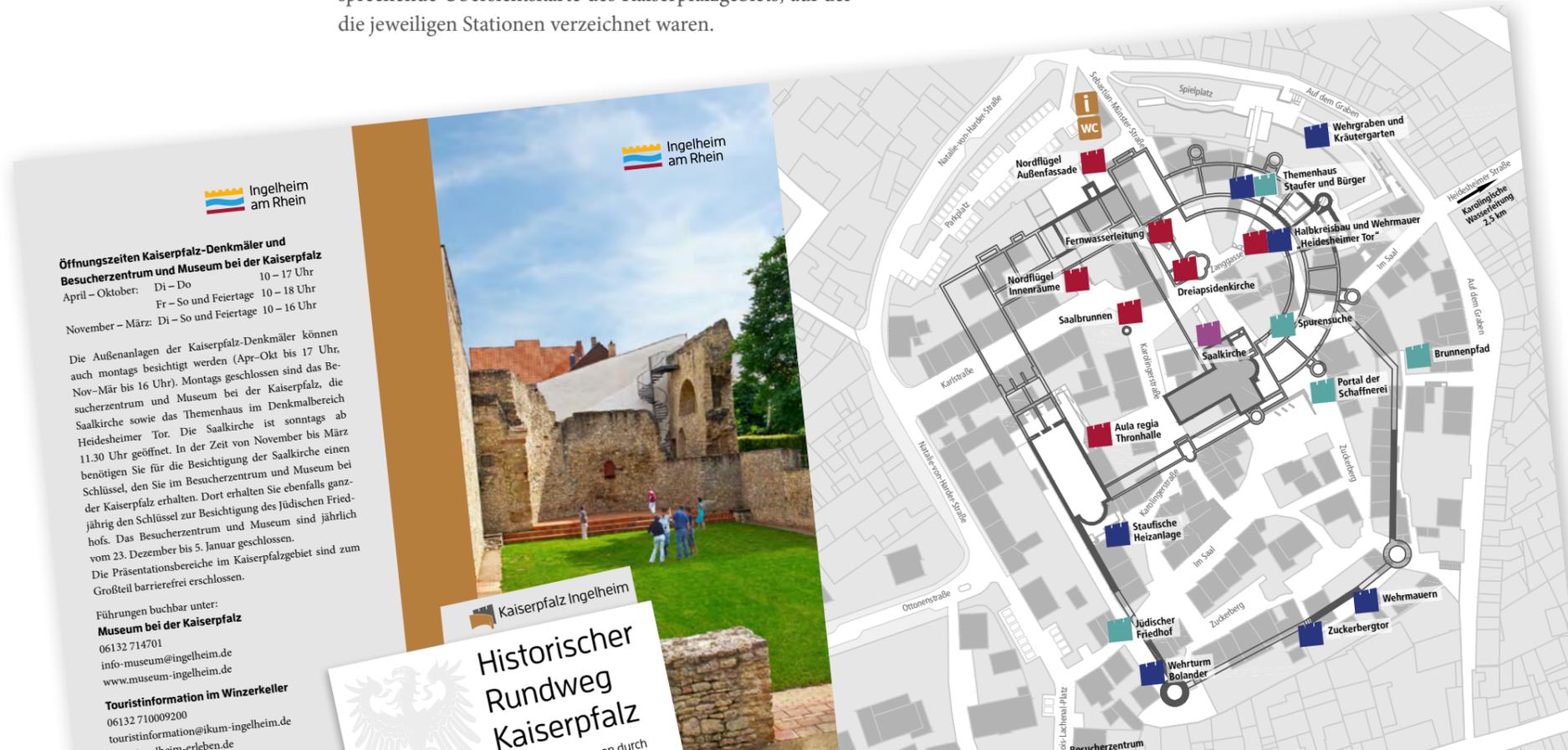
Aus diesen Gründen entwickelte die Forschungsstelle Kaiserpfalz bereits 2007 das System „eGuide“. Es beinhaltete eine spezielle, per GPS gesteuerte Software, die Besucher schon damals auf mobilen, ausleihbaren Endgeräten —

sogenannten „Personal Digital Assistants“, kurz PDAs — durch das Denkmal führte. In den durch den Rundweg definierten Denkmalbereichen wurde automatisch die jeweils passende Information über Kopfhörer abgespielt. Dort, wo archäologische Strukturen unter der Erde lagen, wurden die in Dialogen vermittelten Informationen zum besseren Verständnis durch Plan- und Kartenmaterial ergänzt. Die Informationen waren für alle 18 Stationen gestaffelt zugänglich: Zu jeder Station gab es eine Basisinfo, eine weiterführende Info und eine archäologische Info. Zentrales Steuerungselement des eGuide war eine dem Rundweg entsprechende Übersichtskarte des Kaiserpfalzgebiets, auf der die jeweiligen Stationen verzeichnet waren.

Die Entwicklung der Kaiserpfalz-App

Die PDAs wurden gut zehn Jahre lang rege benutzt. Angesichts der schnellen technischen Weiterentwicklung mobiler Endgeräte entschied man sich, den eGuide zu einer App für Smartphones umzuarbeiten. Fast zeitgleich wurden auch die Tafeln des Historische Rundwegs und das dazugehörige Begleitheft komplett überarbeitet und auf den neuesten Stand der Forschung gebracht. So musste die Datierung der Saalkirche aufgrund neuer C14-Analysen aus ihrem Fundament inzwischen in die Salierzeit korrigiert werden.

Alle drei Vermittlungswege – Tafeln, Broschüre und App – folgen jetzt einem einheitlichen Farbschema, das die jeweilige Station einer Epoche zuordnet und Informationen dazu anbietet. Anhand des Farbkonzepts kann man zukünftig die Baudenkmale schnell dem richtigen Zeitalter zuordnen. Mit dem Nordflügel und der St. Remigiuskirche wurden dem Rundweg außerdem zwei Hauptdenkmalbereiche hinzugefügt. Die St. Remigiuskirche definiert gleichzeitig eine Epoche, die vorher nicht thematisiert wurde: Die „Pfalz der Merowinger“. Eine andere neu hinzugekommene Epoche ist die „Pfalz der Bürger“: Sie richtet den Blick auf die Geschichte des Denkmals nach der Besiedlung durch die Ingelheimer Bürgerinnen und Bürger. Die frühere Nummerierung der Zeitalter wurde aufgehoben. Der neue Rundweg umfasst nun also fünf Epochen: Merowingerzeit, Pfalz der Karolinger, Pfalz der Ottonen und Salier, Pfalz der Stauer und Habsburger und die Pfalz der Bürger.



oben: Entwicklung vom ersten „eGuide“ (2007) auf „Personal Digital Assistants“ (PDAs) bis zur heutigen App für das Smartphone
links: Die 2020 erschienene Broschüre zum neu gestalteten Rundweg

Öffnungszeiten Besucherzentrum
und Museum bei der Kaiserpfalz
April–Oktober:
Mo–Do 10–17 Uhr
Fr–So, Feiertage 10–18 Uhr

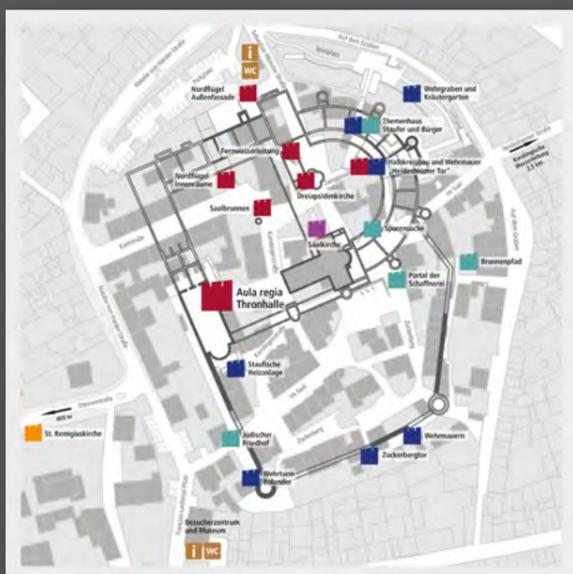
November–März:
Mo–So 10–16 Uhr

Vom 23. Dezember bis
zum 5. Januar geschlossen.

Im Besucherzentrum und Museum
bei der Kaiserpfalz erhalten Sie das
Begleitheft zum Historischen
Rundweg und können den
multimedialen eGuide ausleihen.



Diese Station gehört in
die angezeigte Bauphase.



Mit den Tafeln des neuen Rundweges lässt sich die Kaiserpfalz Ingelheim ohne weitere Hilfsmittel erkunden

Jede Tafel des Rundweges bietet Informationen zu dem jeweiligen Ort, den Öffnungszeiten und einem Lageplan. So lässt sich die Kaiserpfalz auch ohne weitere Hilfsmittel erkunden. Wer möchte, kann sich zusätzlich mit dem Begleitheft (Auslage im Besucherzentrum und Museum bei der Kaiserpfalz und bei der Tourist-Info gegen eine Schutzgebühr von einem Euro), das ebenfalls eine Übersichtskarte enthält, auf Spurensuche begeben. Das überarbeitete Begleitheft umfasst 58 Seiten und soll nicht nur als Begleiter für den Historischen Rundweg vor Ort dienen, sondern auch zum Schmökern und Vertiefen des Gesehenen zuhause einladen.

Zusätzlich kann die neue App auf das Smartphone heruntergeladen werden. Sie ist Audioguide, Bildergalerie und Navigationshilfe in einem. Zu jedem der Denkmalbereiche gibt es eine Fülle Informationen zum Hören und Sehen. Der aktuelle Standort wird stets auf einer Karte angezeigt. Auch besonders anschauliche Überblendungseffekte früherer und heutiger Ansichten stehen zur Verfügung. Die App dient somit als jederzeit verfügbarer Begleiter durch die Kaiserpfalz und als fundierte Informationsquelle für Ingelheimer und Ortsfremde, die sich für Ingelheim, die Pfalz und einen Besuch vor Ort interessieren. Damit ist die Kaiserpfalz auch und besonders in Coronazeiten an jedem Ort und zu jeder Zeit digital erlebbar.

Download App:

Android:

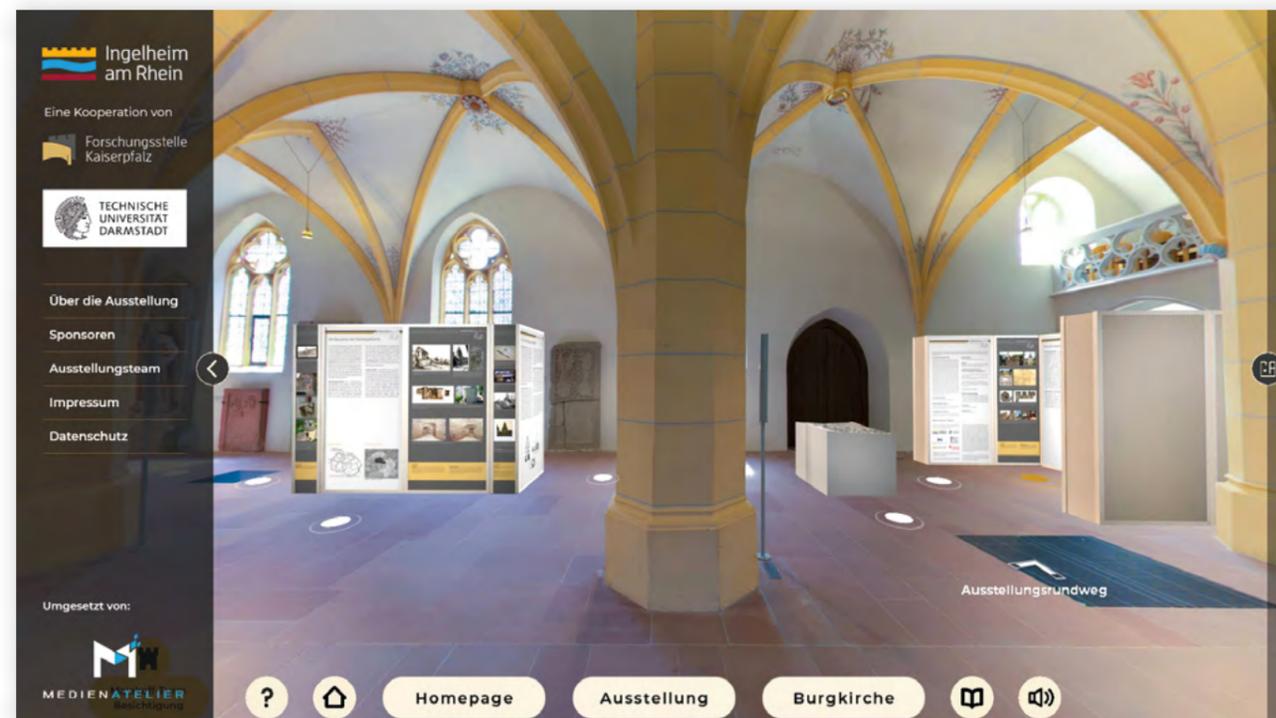
Apple:



360°-Rundgänge, digitale Ausstellungen und Führungen Ingelheimer Geschichte virtuell erleben

von Patrizia Bahr, Katarzyna Ibragimow-Schönfelder, Ramona Kaiser und Katharina Peisker

Der Oktober 2020 markiert für die Forschungsstelle Kaiserpfalz einen wichtigen Schritt in das digitale Zeitalter: Zwei aufwändig produzierte 360°-Rundgänge durch die jüngsten Ausstellungen stehen seitdem im „virtuellen Raum“ zur Verfügung. In Zukunft soll das digitale Angebot weiter ausgebaut werden, um neue Zielgruppen anzusprechen und noch mehr Menschen für die Geschichte Ingelheims zu begeistern.



Screenshot des 360°-Rundgangs durch die Ausstellung „Ortsbefestigung 3.0.“ in der Ober-Ingelheimer Burgkirche.

2019 zeigte die Forschungsstelle im Alten Rathaus – Kunstforum Ingelheim die Ausstellung *Der charismatische Ort. Stationen der reisenden Könige im Mittelalter* und erzielte damit bundesweite Aufmerksamkeit. Im Jahr darauf folgte das Projekt *Ortsbefestigung 3.0. Innovative Bauforschung in Ingelheim*, das ursprünglich als Präsenz-Veranstaltung geplant, wegen der Corona-Pandemie dann aber als Online-Ausstellung umgesetzt wurde. Hunderte Besucherinnen und Besucher haben sich inzwischen die beiden Ausstellungen am Computer oder Smartphone angesehen und sich über das Mittelalter in Ingelheim informiert. Seit Juni 2021 arbeitet ein Team der Forschungsstelle außerdem an einer virtuellen Tour durch die Archäologische Denkmalzone der frühmittelalterlichen Pfalzanlage im Saalgebiet in Nieder-Ingelheim.

Dank der virtuellen Versionen der Ausstellungen bleiben ihre Inhalte, die Ästhetik des Raumes und auch das Ambiente dauerhaft abrufbar. Das Prinzip der Nachhaltigkeit hat hier nicht nur eine ökonomische Dimension – der große Gewinn ist vor allem, dass die Informationen für Jahre zugänglich bleiben. Die Laufzeitverlängerung einer Ausstellung wird digital so unkompliziert und kostengünstig wie noch nie. Gäste können sich zu jeder Tageszeit virtuell durch die Räume bewegen, ohne ihr eigenes Haus verlassen zu müssen. Mit einem geeigneten Internetzugang kann man praktisch von jedem Ort der Welt aus die Ingelheimer Ausstellungen besichtigen.

Die 360°-Aufnahmen der Ausstellungsräume wurden mit einer digitalen Fotokamera mit einem Spezialobjektiv aufgenommen. Dabei wurden an jedem Standpunkt mehrere Fotos gemacht, die später am Computer zu einem Rundumblick zusammengesetzt wurden. Diese Punkte werden in der virtuellen Tour grafisch markiert. Die Besucherinnen und Besucher können diese anklicken und so aus verschiedenen Perspektiven ihren Blick durch den Raum schweifen lassen. Eine Reihenfolge für die Besichtigung wird vorgeschlagen, Besucherinnen und Besucher können sich aber auch nach eigenem Interesse durch die Ausstellungen bewegen. Weitere Vorteile liegen auf der Hand: Inhalte können sukzessive ergänzt und aktualisiert werden, klassische und digitale Exponate – also Originalfundstücke, Text- und Bildtafeln, aber auch Hörtexte, Videos und benutzergesteuerte Modelle – können ohne aufwändige Installations- und Sicherheitstechnik zusammengeführt werden.

Der charismatische Ort digital

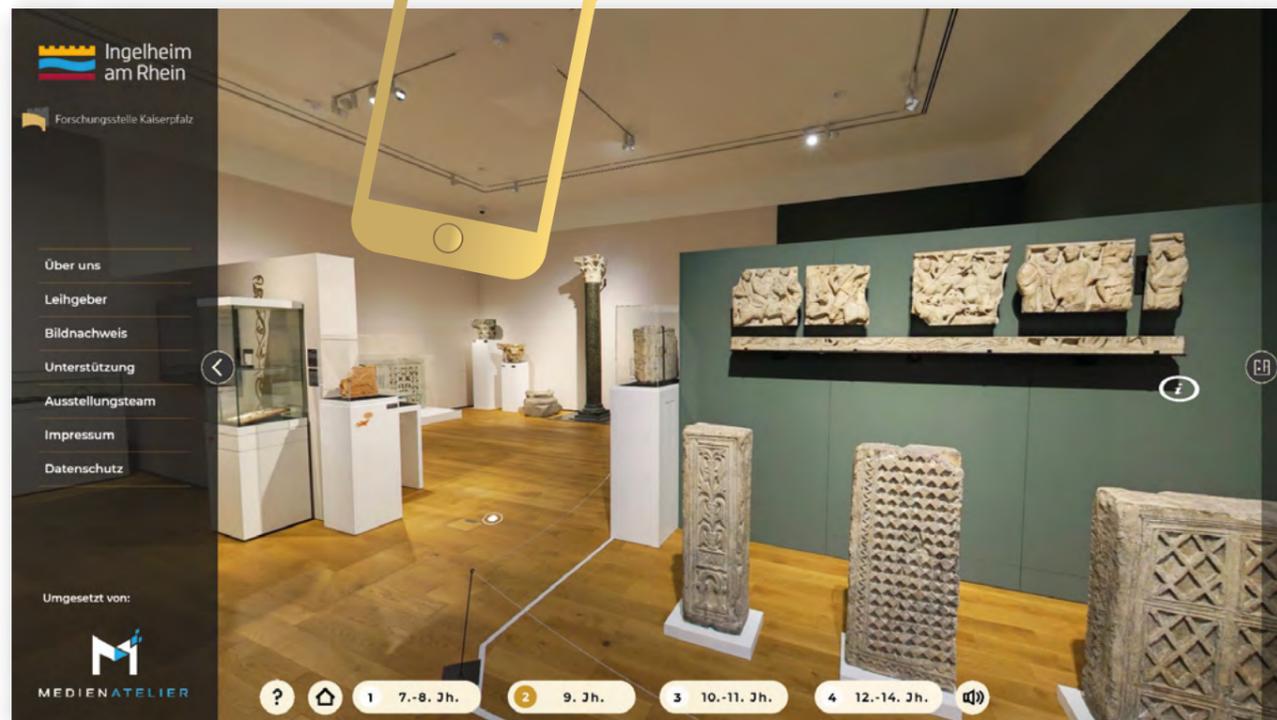
Die 2019 produzierte Ausstellung *Der charismatische Ort* stellt die Pfalz Ingelheim vor und zeichnet ihre Entwicklung vom merowingischen Königshof bis zu einem zentralen „Ort der Macht“ in karolingischer und ottonischer Zeit nach. Der Zeitrahmen erstreckt sich vom 7. bis in das 13. Jahrhundert; mehr als 200 Exponate aus dem In- und Ausland illustrieren die mittelalterliche Geschichte Ingelheims und die besondere Aura der auf antike Vorbilder zurückgreifenden Architektur seiner Kaiserpfalz. Multimediale Modelle, die im 360°-Rundgang abgerufen werden können, beleuchten außerdem die Siedlungsanfänge sowie den Umbau der Palastanlage zur Burg in ihrer Spätzeit. Eine Hologramm-Vitrine präsentiert die bauliche Entwicklung der Saalkirche und der St. Remigius-Kirche.

Virtuelle Säulen der Macht

Die zweiteilige Präsentation *Säulen der Macht. Mittelalterliche Paläste und die Reisewege der Kaiser* im Innengarten des Winzerkellers beleuchtet die Geschichte, Architektur und Bedeutung von sieben unterschiedlichen Herrschaftsorten. Frankfurt am Main, Gelnhausen, Ingelheim, Kaiserslautern, Oppenheim, Seligenstadt und Burg Trifels: Sie alle besaßen Pfalzen, die zu unterschiedlichen Zeiten im Früh- und Hochmittelalter die Königslandschaft zwischen Rhein, Main und Neckar geprägt haben. Alle Ausstellungsinhalte sind auf der Website www.saeulen-der-macht-ingelheim.de auch digital abrufbar. Das Team der Forschungsstelle arbeitet außerdem an einem neuen 360°-Rundgang, um auch die *Säulen der Macht* dauerhaft erlebbar zu machen.

Der zweite Teil der Ausstellung *Säulen der Macht* widmet sich fünf Kaiserinnen bzw. Frauen von mittelalterlichen Herrschern. Ungewöhnlich ist hier die Perspektive: Mitarbeiterinnen der Forschungsstelle Kaiserpfalz haben sich mit dem Leben dieser bedeutenden Persönlichkeiten auseinandergesetzt und werfen ihren ganz persönlichen, „modernen“ Blick auf Adelheid von Burgund, Kaiserin Theophanu, Kunigunde von Luxemburg, Gisela von Schwaben und Agnes von Poitou. Auch diese Präsentation steht digital zur Verfügung und wird Teil des neuen 360°-Rundgangs sein. Ergänzt wird die Präsentation durch sechs kurze Video-Clips, in denen Miriam Maslowski vom Museum bei der Kaiserpfalz die fünf Herrscherinnen vorstellt. Die digitale Führung wurde vom Medienatelier Darmstadt realisiert, das auch die 360°-Rundgänge technisch umgesetzt hat. Die Kaiserinnen-Clips stehen dauerhaft auf YouTube zur Verfügung und können dort einzeln angewählt werden.

Screenshots der 360°-Rundgänge durch die 2019er Ausstellung „Der charismatische Ort“ (links) und die zweiteilige Präsentation „Säulen der Macht“ (2020) im Innengarten des Winzerkellers.

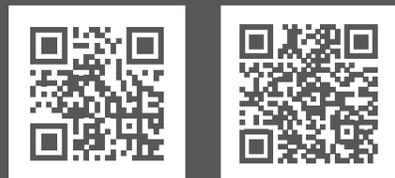




Screenshot MalakoffVR

Alle 360°-Rundgänge sowie weitere Angebote finden Sie ab 2022 auf der neuen Website der Forschungsstelle. Die Rundgänge können auch direkt besucht werden:

<https://ma360.de/CO19/>
www.ortsbefestigung3punkt0.de



Alle 360°-Rundgänge wurden von Roman Shuf (Medienatelier Darmstadt) technisch umgesetzt. Für die „Ortsbefestigung 3.0“ wurden die wesentlichen Vorarbeiten von Studierenden der TU Darmstadt unter der Anleitung von Clemens Brünenberg, Judith Ley und Katharina Peisker geleistet. Der virtuelle Rundgang durch den Malakoffturm wurde von Eric Göbel und Clemens Brünenberg, TU Darmstadt, erstellt.

Ortsbefestigung 3.0

Die virtuelle Ausstellung *Ortsbefestigung 3.0. Innovative Bauforschung in Ingelheim* präsentiert Zwischenergebnisse der seit 2017 laufenden Forschungs Kooperation der Forschungsstelle Kaiserpfalz Ingelheim mit der TU Darmstadt (Fachbereich Architektur, Fachgebiet Klassische Archäologie) zu den Ortsbefestigungen in Ober-Ingelheim und Großwinternheim. Diese Ausstellung existierte nie im realen Raum, ihre Möbel wurden stattdessen digital „gebaut“ und dann in den 360°-Rundgang der Burgkirche Ober-Ingelheim eingesetzt. Bei den Möbeln handelt es sich um Text- und Bildtafeln, in die zusätzlich Videosequenzen und interaktive 3D-Modelle integriert wurden. Gezeigt werden neben den verschiedenen Bauaufnahmeformen – insbesondere dem innovativen *Structure-from-Motion-Verfahren* (Seite 42) – neue Untersuchungen an den Steinkegeltürmen und ein digitales Stadtmodell mit an- und ausschaltbaren Ebenen zu Bestand und Rekonstruktion. Seit dem 30.04.2021 können die Besuchenden den Malakoffturm in einem virtuellen Rundgang (auch mit VR-Brille) erforschen und sich über neueste Forschungsergebnisse zum Turm informieren. Eine Besonderheit dabei: Virtuell kommt man sogar ins sonst nicht zugängliche Erdgeschoss! Bisher konnte man den Malakoff-Rundgang als Programmdatei auf dem eigenen Rechner installieren. Zum Tag der Landesgeschichte am 9. Oktober 2021 steht er auch online innerhalb der Ausstellung zur Verfügung.

Hologramm-Vitrinen und Auflichtprojektionen

Digitale Technik bringt Licht ins Dunkel der Geschichte

von Matylda Gierszewska-Noszczyńska, Ramona Kaiser, Benjamin May, Katharina Peisker und Roman Shuf

Digitale Medien werden seit rund 20 Jahren im Außendenkmal und in Ausstellungsräumen zur Präsentation der Ingelheimer Pfalz eingesetzt. Auch bei der Sonderausstellung 2019 *Der charismatische Ort* wurde digitalen Medien von Anfang an eine große Bedeutung zugedacht. Immer dann, wenn komplexe räumliche, historische und politische Zusammenhänge textlich nicht ausreichend dargestellt werden können, bieten visuelle und akustische Präsentationen durch innovative Medien eine abwechslungsreiche Option der Wissensvermittlung. Durch den Einsatz modernster Medien werden ältere und jüngere Altersgruppen gleichermaßen angesprochen. Hier stellen wir die digitalen Exponate genauer vor.



Hologramm-Vitrinen

In Hologramm-Vitrinen werden Filme digital erstellter Objekte gezeigt, die wie echte dreidimensionale Objekte wirken. Dazu spielt ein Bildschirm, der in der Decke der Vitrine eingebaut ist, einen Film ab, der das Objekt spiegelverkehrt auf die darunterliegende Pyramide aus speziell beschichteten Glasscheiben spiegelt, und zwar jede Seite des Objektes einzeln. Diese Spiegelungen auf dem Glas kann man von jeder Seite aus betrachten, so dass der Eindruck eines dreidimensionalen Objekts entsteht. Der 3D-Effekt wird besonders wirksam, wenn ein reales Objekt hinzugefügt wird.

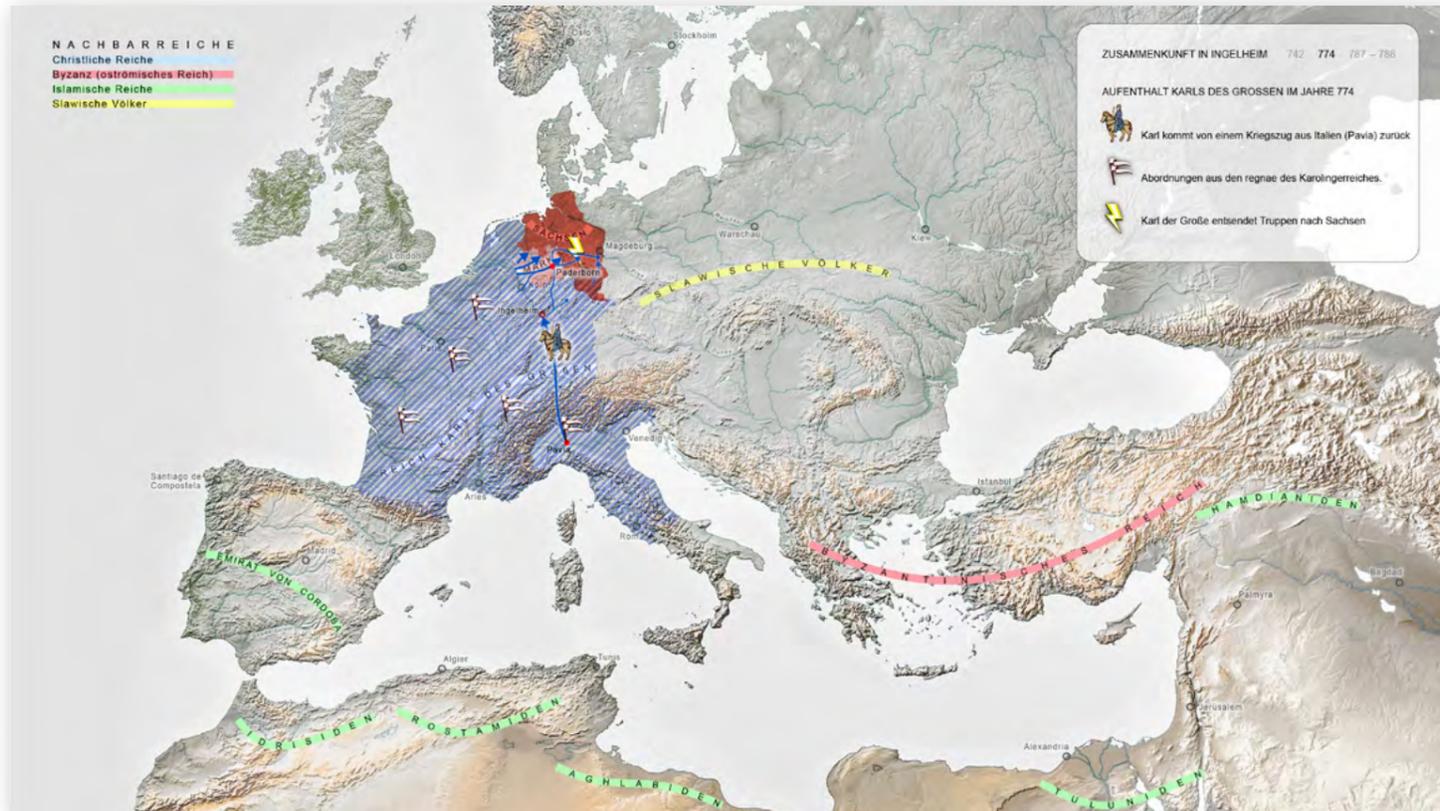
Hologrammvitrine auf Burg Trifels bei Annweiler. Sie bildet die vor 2020 hier ausgestellten historischen Volumenmodelle ab und bietet eine von der Forschungsstelle entwickelte Rekonstruktion mit Darstellung des überlieferten Befundes.



Hologramm-Vitrine in „Der charismatische Ort“, Raum 3: Darstellung der St. Remigius-Kirche mit realen Bodenplatten (13. Jh.).

Hologramme von St. Remigius-Kirche und Saalkirche

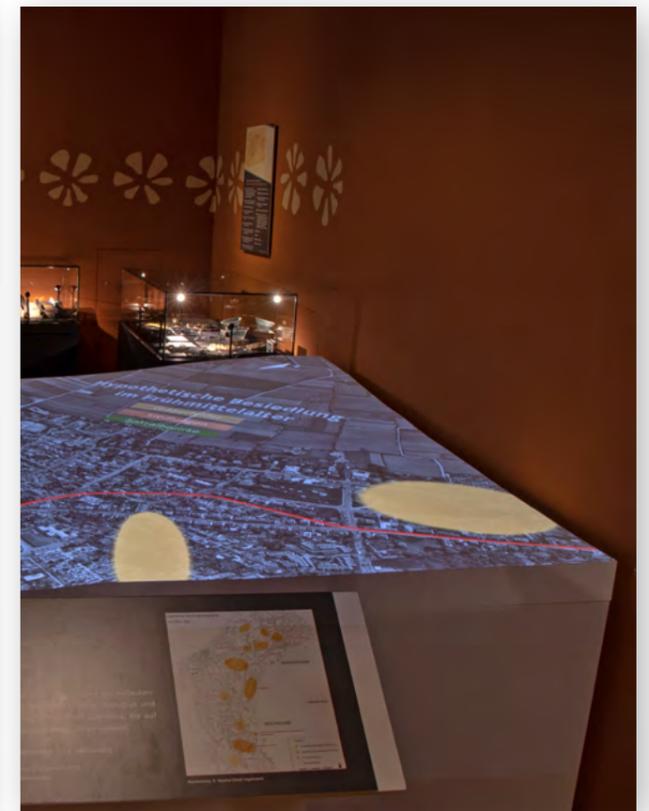
Die Filmschleife zeigte die beiden Pfalzkirchen, St. Remigius und die Saalkirche. Ausgangspunkt war jeweils der Grundrissplan der Ausgrabungen mit den erhaltenen Fundamentmauern. Darauf wurden dann die rekonstruierten Mauern der ersten Bauphase als Drahtgittermodell aufgebaut und in einem zweiten Schritt mit Oberflächentexturen versehen. Währenddessen wurden die Kirchen in einer langsamen Drehung von allen Seiten wie auch aus der Vogelperspektive präsentiert. Spätere An- und Umbauten wurden durch dasselbe Prinzip – erst Drahtgittermodell, dann Oberflächentextur – sowie Kurztitel mit Jahreszahl kenntlich gemacht. Ergänzend wurden reale Objekte wie Bodenplatten der St. Remigius-Kirche (13. Jh.) ausgestellt. Die Hologrammvitrine illustrierte zusammen mit einer Karte von Nieder-Ingelheim die möglichen Sakralorte für das im 10. und 11. Jahrhundert in den Schriftquellen belegte Zeremoniell der Festkrönungen.



Animierte Karte in „Der charismatische Ort“, Raum 3: Machtpolitik und Einfluss der Karolinger in Europa.

Animierte Karten

Einzelne Ereignisse aus den Schriftquellen (wie z. B. Hoftage, Empfänge von Gesandtschaften) und die sich im Laufe der Jahrhunderte verändernden Reichsgrenzen wurden mit Hilfe einer Europakarte in einen geografischen Kontext gesetzt. Die einzelnen Karten wurden in einer Dauerschleife nacheinander abgespielt und illustrierten eindrucksvoll die Hoftage des Früh- und Hochmittelalters in Ingelheim und ihre Auswirkungen auf das Fränkische und das Römische Reich.



Auflichtprojektion in „Der charismatische Ort“, Raum 1

Auflichtprojektion

Auf ein topographisches Geländemodell von Ingelheim wurde die Siedlungsdynamik zwischen dem 6. und dem beginnenden 8. Jahrhundert in Ingelheim mittels eines leistungsstarken Ultra-HD-Projektors abgebildet. Das Modell und die einzelnen Layer, die als Filmschleife zusammengestellt wurden, bildeten zwei separate Teile. Das Geländemodell wurde auf der Grundlage von LiDAR-Daten (engl. light detection and ranging) und Luftbildern angefertigt. Die Filmschleife bestand aus einer Zusammenstellung archäologischer Daten zu frühmittelalterlichen Fundstellen und deren räumlicher sowie zeitlicher Entwicklung im Ingelheimer Raum.

Weitere Projektionsschichten – ein Luftbild und die Lage der Untersuchungsfelder – erleichterten die Orientierung und sorgten für ein besseres Verständnis der sich im Lauf der Zeit verändernden Siedlungsflächen und Gräberfelder. Simultan dazu zeigte am Rand des Modells ein Zeitstrahl die chronologische Abfolge an. Eine kurze analoge Beschreibung und eine Karte auf einer Stele neben dem Modell ergänzten die Präsentation.



Interaktive Überblendung „Der charismatische Ort“, Raum 4: Zu sehen ist die Ansicht im Jahr 1200 bei 0 Prozent Transparenz.

Interaktive Überblendungen

Auf einem 65-Zoll-Touchscreen wurde die Ansicht von Osten auf den Halbkreisbau zu drei verschiedenen Zeitpunkten – 800, 1200 und 2019 – gezeigt. Die Besucherinnen und Besucher konnten die Ansicht sowie deren Transparenzgrad selbst wählen, so dass sie einzeln, aber auch in Überlagerung betrachtet werden konnten. Das erlaubte z. B. eine Verortung der damaligen Pfalz im heutigen Ortsbild oder veranschaulichte eindrucksvoll den Umbau der Pfalzanlage zur Burg. Bei den Ansichten von 800 und 1200 handelt es sich um texturierte Drahtgittermodelle. Die Ansicht von 2019 wurde aus einem 3D-Modell generiert, das mit Hilfe von Drohnenaufnahmen erstellt wurde. Sie bietet einen völlig neuen Blick auf die Reste des 90 m breiten Halbkreisbaus, der in der Realität aufgrund der Bebauung nicht möglich ist.

Die Burg Trifels war eine der wichtigsten Burgen der Stauferzeit (11.–13. Jh.). Von der original staufischen Bausubstanz ist jedoch heute nur noch wenig vorhanden. Das Bild der Burg, wie sie heute über Annweiler auftrug, ist geprägt durch die umfassenden Baumaßnahmen, durch welche die Nationalsozialisten in den 1930er Jahren versuchten, sie zu einer nationalen Weihestätte im Sinne des Dritten Reichs zu machen.

Burg Trifels

Anlässlich des Kaiserjahres 2020/21 wurde die Forschungsstelle Kaiserpfalz im Rahmen eines Kooperationsvertrages mit der Generaldirektion Kulturelles Erbe, Direktion Burgen, Schlösser, Altertümer, beauftragt, den Präsentationsraum der Reichsburg Trifels neu zu gestalten. Dort standen bislang drei Modelle, die die Rezeptions- und Rekonstruktionsgeschichte des Trifels widerspiegeln. Diese früheren Modelle wurden mit einer neu erarbeiteten Rekonstruktion der Burg verbunden und in einer Hologrammvitrine dargestellt.



Ausgangspunkt für das Rekonstruktionsmodell war ein 3D-Scan der kompletten Burg mitsamt dem Burgberg, der durch den Umwelt-Campus der Hochschule Trier mit einem 3D-Scanner angefertigt wurde. So entstand das 3D-Modell der heutigen Burg Trifels in Farbe und mit millimetergenauer Geometrie. Dieses übertrug man in die Hologramm-Vitrine. Um sich dem Aussehen der Burg Trifels vor den Aufbauten der Nationalsozialisten zu nähern, wurde das Volumenmodell, das den Zustand der Burg vor den modernen Aufbauten zeigt, vom Medienatelier Darmstadt mit einem Streifenlichtscanner digitalisiert. Darauf wurde die Rekonstruktion der Burg zur Stauferzeit modelliert. Für die Rekonstruktion wurden die bisherigen Bauaufnahmen und -befunde untersucht. Auch die anderen Modelle wurden auf diese Weise gescannt und sind als sog. *Sideloops* in der Hologrammvitrine anwählbar.

Man kann in der Hologrammvitrine nun aus einem Film mit der Rekonstruktion (*Mainloop*) und den drei anderen, sich drehenden Modellen (*Sideloops*) auswählen. Eine Lupe zeigt die wichtigsten Elemente des Baus, die sich voneinander unterscheiden. Jeder Loop startet mit dem Grundriss, auf dem sich das jeweilige Burgmodell dann aufbaut. Auf diese Weise erschließen sich auf den ersten Blick die wichtigsten Unterschiede der Rekonstruktionsmodelle. Eine Besonderheit der Hologrammvitrine ist neben der Interaktivität auch ihre Wetterfestigkeit: Sie trotzt allen Temperaturen und Wetterlagen.

Wissenschaftliche Inhalte

Stadt Ingelheim, Matylda Gierszewska-Noszczyńska, Piotr Noszczyński, Ramona Kaiser; Max-Planck-Institut für Rechtsgeschichte und Rechtstheorie Frankfurt, Caspar Ehlers; Katharina Peisker (Ingelheim)

Technische Realisierung

Thomas Flügen (Lörzweiler); Ulrich Haarlammert (maßwerke, Münster); MAGIC HOLO (Ingelheim); Stadt Ingelheim, Benjamin May; Radosław Myszkowski (ArchaioGraphos, Göttingen); Roman Shuf (Medienatelier, Darmstadt).

Die Forschungsstelle bei Facebook Daumen hoch für Karl den Großen

von Jil Kremser und Alexander Slowikow

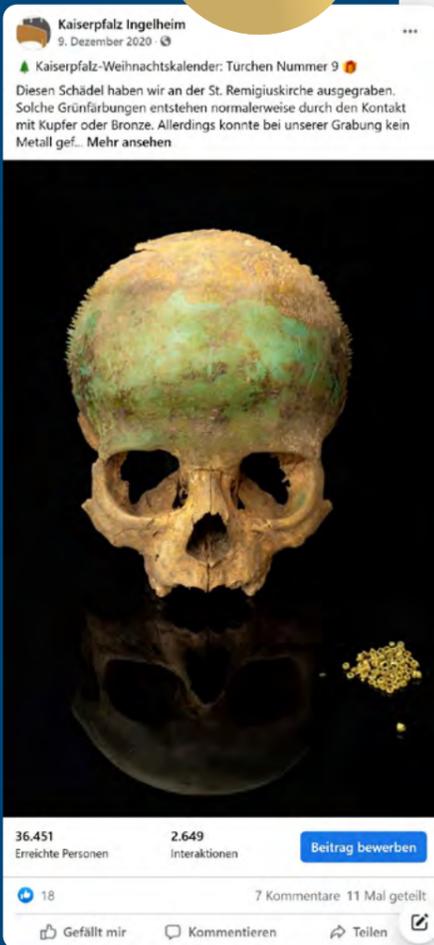
Um über das aktuelle Grabungsgeschehen zu informieren, Funde zu präsentieren und vor allem, um ein größeres Publikum zu gewinnen, bemühen wir uns als Forschungsstelle seit letztem Jahr vermehrt um unsere Social-Media-Präsenz. Inzwischen kann man sagen, dass sich dieses Engagement sehr gelohnt hat und wir viele neue „Freunde“ gewonnen haben ...

Im April 2020 begann die Forschungsstelle, ihren seit Mai 2018 existierenden Facebook-Account intensiver zu nutzen. Unter der Leitung von Ramona Kaiser (Wissensvermittlung) und Alexander Slowikow (Archäologie/Grabung) wurden fortan etwa zwei mal pro Woche Posts aus dem Arbeitsalltag der unterschiedlichen Bereiche veröffentlicht. Seit Oktober 2020 wird das Projekt extern durch Jil Kremser unterstützt, die sich im Rahmen ihres Studiums mit der Präsentation von Denkmälern in den Social Media beschäftigt. Gemeinsam ist es gelungen, durch regelmäßige Beiträge über die Grabungen der Forschungsstelle, digitale Ausstellungen oder Vorträge viele neue Leserinnen und Leser zu gewinnen. Die Zahl der Menschen, die die Forschungsstelle abonniert haben, stieg von 326 im März/April 2020 auf 787 im Juni 2021 - mehr als doppelt so viele. Ende 2020 konzipierte Jil Kremser auch das erste Projekt für Facebook: Einen digitalen Weihnachtskalender.

Der „Kaiserpfalz-Adventskalender“

Die Idee eines Weihnachtskalenders für die Kaiserpfalz bot sich an, da im Archiv noch viele kleine und große Funde schlummern, die noch nie der Öffentlichkeit vorgestellt wurden. Da 2020 pandemiebedingt jegliche Art von Ausstellung und auch der Tag des offenen Denkmals ausfielen, hatten wir keine Chance, diese Stücke zu präsentieren. Als sich dann die Adventszeit näherte, kam uns eine Idee: Wie wäre es mit einem vorweihnachtlichen Social-Media-Projekt? Wir öffneten also gemeinsam mit unseren Facebook-Followern jeden Tag ein „Türchen“ und stießen mit der Aktion auf zahlreiche positive Rückmeldungen, Reaktionen und Kommentare. Da die Beiträge sich oft mit kleineren Fundstücken beschäftigten, die sonst eher weniger beleuchtet werden, sowie auch mit der Arbeit der Archäologinnen und Archäologen, gelang es uns, eine größere Transparenz und Nähe zu den Lesern aufzubauen.

Das waren 24 spannende Türchen. Danke und frohe Weihnachten 🌲



Der kurze Post zu diesem Schädel von der St. Remigiuskirche ist der bisher erfolgreichste Beitrag auf unserem Account.

Der Erfolg des Projektes lässt sich an den Zahlen sehr gut ablesen: Im Laufe von nur vier Wochen abonnierten 101 Personen die Facebook-Seite der Forschungsstelle, womit der Wochenzuwachs vervierfacht werden konnte. Dies verdeutlicht den enormen Vorteil einer stetigen Social-Media-Präsenz, die auch zur stetigen Kommunikation mit der Leserschaft beitragen kann.

Viele positive Reaktionen

Das Projekt „Kaiserpfalz-Adventskalender“ mit täglichen kurzen Beiträgen auf der Facebookseite führte nicht nur zu einer stärkeren Social-Media-Präsenz, sondern auch zu einem größeren Interesse an der Facebook-Seite von Personen, die diese bisher nicht abonniert hatten. Dies wurde erreicht durch das Teilen der Beiträge in fachspezifischen Gruppen wie beispielsweise „Archäologie in Deutschland“, die viele grundsätzlich an Archäologie interessierte Menschen erreicht. Durch diese größere Personengruppe wird auch die Reichweite der Beiträge wesentlich gesteigert, sodass die Forschungsstelle deutlich mehr Interessierte erreicht.

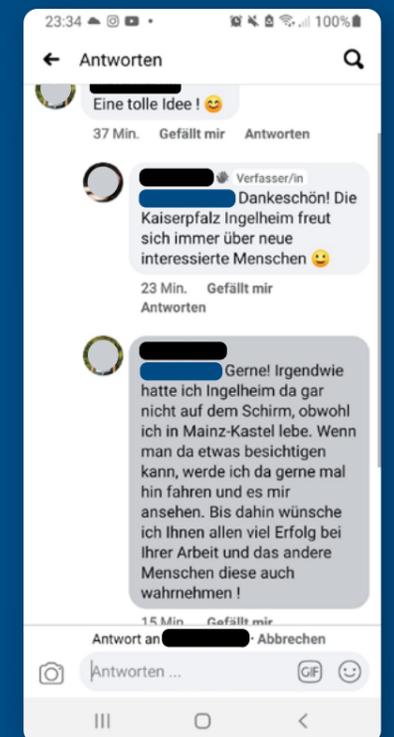
Die Reaktionen von „alten Fans“ und neu hinzugewonnenen zeigen ein großes Spektrum. Grundsätzlich ist zu sagen, dass die Follower unserer Facebookseite sehr interessiert an den Forschungsarbeiten der Kaiserpfalz Ingelheim sind, sich aktiv mit eigenen Kommentaren beteiligen und mit anderen Nutzern interagieren. Besonderes Interesse weckten offenbar gerade auch die kleinen Funde, die zum selbst Rätseln anregten. So mancher Fund hat eine spannende Diskussion unter unseren eigenen Beiträgen und sogar in externen Gruppen angeregt. Darüber hinaus meldeten einige neu gewonnene Leserinnen und Leser zurück, weder von der Kaiserpfalz noch von laufenden Aufgrabungen zu wissen – und zwar obwohl diese Leser oft weniger als 20 km entfernt lebten und sogar Interesse an Archäologie besaßen. Diese Rückmeldungen unterstreichen die große Bedeutung eines solchen Projektes, das potentiell interessierte Menschen auf die Kaiserpfalz und deren Archäologie aufmerksam macht. Der enorme Stellenwert einer Social-Media-Präsenz besteht darin, stets Impulse setzen zu können, um Bekanntheit und Interesse zu steigern. Durch Teilen in Gruppen oder durch Privatpersonen werden diese Impulse schnell und vor allem weitläufig gesetzt und sind somit sehr wirksam. Deshalb sind nicht nur weitere Projekte auf Facebook geplant, sondern darüber hinaus auch weitere Social-Media-Kanäle, um neue Zielgruppen zu erreichen.

Ausblick

Das Jahr 2020 hat uns deutlich vor Augen geführt, wie wichtig Internet-Medien heutzutage sind. Wir hoffen daher, unsere Arbeit auf Facebook auch langfristig fortführen zu können. Außerdem wird aktuell an der Erneuerung unserer Homepage gearbeitet. In diesem Zuge sind auch die Einrichtung eines Blogs und eines Instagram-Accounts geplant, um zukünftig auch diejenigen Altersgruppen, die Facebook nicht (mehr) nutzen, erreichen zu können.



Ja, war sehr spannend mal zu sehen was sich bei den Kollegen so angesammelt hat! Manchmal ist es sehr spannend zu sehen welche Objekte die umfangreichsten Diskussionen auslösen! Euch allen ein frohes Fest und kommt gut ins neue Jahr!



Facebook Screenshots

Digitalisierung in der Archäologie

Man braucht auch einfach mal Zeit zum Nachdenken

von Matylda Gierszewska-Noszczyńska

Der Hinweis auf unsere sich ständig verändernde Welt ist eine klassische Binsenweisheit, die nichtsdestotrotz inflationär benutzt wird. Und wir alle nehmen sie als gegeben hin. Gleichzeitig wird der Geschichte gerne nachgesagt, dass sie sich permanent wiederhole, und ein Blick in die Vergangenheit lässt daran auch kaum Zweifel. Es sind offenbar die Muster menschlichen Denkens und Verhaltens, die sich wiederholen. Könnte es also sein, dass zwar die Archäologie und ihre Methoden sich ändern, die Archäologen aber nicht?



Solche Gedanken weckt bei mir das Wort „Digitalisierung“. Ohne Zweifel bringt sie einen konstanten und weitgehenden Prozess der Veränderung in der Archäologie mit sich. Aber inwiefern beeinflusst dieser Prozess „die Macher“ selbst – die Archäologen? Und werden wir in der Zukunft die Digitalisierung als Entwicklung und Verbesserung, oder nur als bloßen Austausch der Methoden beurteilen? Als Archäologin werde ich fast täglich mit diesen Fragen und Gedanken konfrontiert. Man erkennt ein großes Potenzial in all diesen Neuerungen, aber ein Fortschritt bringt oft auch gewisse Schwierigkeiten mit sich. Über die Chancen und Problemen der Digitalisierung in der Archäologie möchte ich hier kurz aus eigener Praxis berichten.

Die Chancen

Vor ein paar Jahren haben wir den Bleistift und das Millimeterpapier gegen die Fotokamera und den Computer getauscht. Befunde werden in Hunderten von Aufnahmen digital dokumentiert, einzelne Passpunkte mit dem Tachymeter eingemessen und später in einem Programm mittels *Structure from Motion-Verfahren* (siehe S. 42) prozessiert. Innerhalb von wenigen Stunden bekommen wir so ein millimetergenaues, zweidimensionales Orthofoto und ein dreidimensionales Modell des freigelegten Objektes. Aufgrund dieser Vorgehensweise sind wir in der Lage, gleichzeitig mehrere Befunde viel schneller und genauer als bisher mit analogen Methoden zu dokumentieren. Auf diesen Bildern und Modellen erkennen wir außerdem deutlich mehr Einzelheiten, die vermutlich früher nicht identifiziert und festgehalten werden konnten. So erschaffen wir eine realistische Wiedergabe der entdeckten Befunde, die wiederum unsere Wahrnehmung erweitert und zu weiteren Interpretationen führen kann. Wir erstellen damit außerdem eine gute Basis für die weitere digitale Aufarbeitung der gewonnenen Daten, beispielsweise im *Geographischen Informationssystem (GIS)*.

Es ist ohne Frage ein großer Gewinn für die Archäologie, dass die digitale Dokumentation vor Ort auf der Grabung durchgeführt werden kann und die weitere Bearbeitung am Schreibtisch erfolgt. Es ist eine hervorragende Möglichkeit, die wir – Archäologen und Denkmalpfleger – erhalten haben, um das, was uns so viel wert ist, dauerhaft und in digitaler Form aufbewahren zu können. Es ist darüber hinaus eine Tatsache, dass die digitale Bearbeitung zu einer höheren Qualität und vor allem Quantität an dokumentierten Fundstellen und Artefakten führt.

Doch auch diese Methoden haben ihre „Nebenwirkungen“. Was passiert eigentlich im Kopf der Archäologen? Wie funktioniert das Zusammenspiel von Digitalisierung und „analogem“ Denken? Wir sind nun an einem Punkt angelangt, an dem man auch eventuelle Probleme ansprechen sollte.

Die Probleme und Herausforderungen

Archäologische Dokumentation besteht nicht nur aus der Aufnahme vorhandener Überreste. Man muss oder sollte zumindest versuchen, der Sache auf den Grund zu gehen, Hypothesen entwickeln, sogar mehrere Szenarios bilden – einfach nachdenken. Digitalisierung beschleunigt unsere Arbeit wesentlich, ja – aber sie erschafft auch zusätzliche Aufgaben. Die Erwartungen sind dadurch vielfach gestiegen. Und digitale Verfahren bedeuten oft nicht „gründlicher“, sondern einfach nur „mehr“. Nicht immer produzieren digitale Prozesse mehr Qualität, sondern in vielen Fällen Quantität – und das beunruhigt mich. Manchmal vermisste ich tatsächlich die Zeit, die ich vor einem Stück Papier verbracht habe, die Zeit zum Nachdenken. Die Zeit, in der ich die wichtigen, zentralen Fragen der Archäologie gestellt habe: Wie verlaufen die Kulturschichten, die ich vor mir habe? Warum wurde gerade an dieser Stelle diese Grube abgetieft? Was wollte der Mensch damit bezwecken? Übrigens sind Zeichenstift und Millimeterpapier tatsächlich nicht ganz aus dem archäologischen Alltag verschwunden. Manchmal ist es sinnvoll, einen Befund zeichnerisch aufzunehmen, weil dadurch mehrere Details erkennbar werden, die der Kamera leider verborgen bleiben. Auch die Farbgebung ist bei der Arbeit mit Fotos manchmal schwierig, wenn es um Nuancen von Farbtönen geht, die das Objektiv nicht immer erfassen kann oder verfälscht wiedergibt, während das geübte Auge des Archäologen diese entscheidenden Unterschiede in den Erdschichten erkennt, deutet und dokumentiert.

Wir Archäologen stellen heute wohl noch immer dieselben grundlegenden Fragen wie vor hundert Jahren. Aber haben wir noch genauso viel Zeit wie damals, als wir noch mit Buntstiften vor dem Profil gehockt oder mit einem Pantographen die Umrisse gezeichnet haben?

Meines Erachtens haben wir diese Zeit – unwiderruflich? – verloren. Aber nichtsdestotrotz können und sollten wir die Digitalisierung als einen großen Fortschritt betrachten. Letztlich liegt es an uns, wie wir zukünftig mit dem technischen Fortschritt und mit „unseren“ Befunden umgehen werden.

Vom Baggerplanum
zum rekonstruierten Gebäude

Der archäologische Workflow der Forschungsstelle

von Matylda Gierszewska-Noszczyńska und André Madaus

Bis ein archäologischer Befund fachgerecht dokumentiert und visualisiert ist, sind viele verschiedene Arbeitsschritte notwendig. Digitale Technologien sind dabei inzwischen praktisch unverzichtbar. Die meisten Methoden, mit denen Archäologinnen und Archäologen arbeiten, wurden ursprünglich für ganz andere Zwecke entwickelt. Geophysikalische Prospektionen etwa kommen aus der Geologie, sind für eine zerstörungsfreie Untersuchung des Erdbodens aber in der Archäologie sehr hilfreich. Am Beispiel eines frühmittelalterlichen Grubenhauses wollen wir die einzelnen Schritte – von der Entdeckung bis zu einer digitalen Rekonstruktion – in einer Bildergeschichte nachzeichnen.



1

Da archäologische Befunde wie die Überreste merowingischer Grubenhäuser aus dem Frühmittelalter (6.-8. Jh.) normalerweise einige Meter unter der heutigen Oberfläche liegen, wird zunächst mit einem Bagger Erde abgetragen. Dieses Foto wurde mit dem Quadroptopter der Forschungsstelle gemacht (siehe Beitrag auf Seite 44).



2

Falls auf dem so angelegten Baggerplanum noch keine Befunde erkennbar sind, kann mit geophysikalischen Methoden danach gesucht werden. In diesem Bild kommt dafür die sogenannte Geomagnetik zum Einsatz. Dabei werden die magnetischen Eigenschaften verschiedener Objekte im Boden gemessen (siehe Beitrag auf Seite 39).



3

Grubenhäuser zeichnen sich bei günstigen Bedingungen als dunkle Verfärbung ab. Diese vor langer Zeit verfüllte Grube wird von Hand freigelegt und schichtweise ausgenommen. Dabei werden mehrfach Plana angelegt und dokumentiert. Die im Bild erkennbaren Messmarken dienen dazu, einzelne Punkte exakt zu verorten.



4

Um die genaue Lage und Abmessung des entdeckten Grubenhauses später in ein Geografisches Informationssystem (GIS, siehe Beitrag auf Seite 46) übertragen zu können, müssen die dafür benötigten Daten mit einem Tachymeter während der Ausgrabung ermittelt und digital gespeichert werden.



5

In der Verfüllung des Grubenhauses mit der Befundnummer 9001 wurden Überreste einer mutmaßlichen Feuerstelle entdeckt und freigelegt. Wenn Befunde fotografiert werden, müssen auf dem Foto immer ein Maßstab und ein Nordpfeil zur Orientierung platziert werden.



6

Fotos werden auch von Profilsichten angefertigt. Hier ist das Westprofil des Grubenhauses 9001 gut zu erkennen.



7

Am Computer wird später ein Grabungsplan des Grubenhauses 9001 erstellt. Erkennbar sind die Messmarken und im rechten Quadranten die Feuerstelle mit der Befundnummer 9002.



8

Immer wieder werden mit einem Quadropter Luftaufnahmen gemacht, um einen Gesamtüberblick zu erhalten.



9

Mit einem Geografischen Informationssystem (GIS) können alle Funde und Befunde von einer Fläche mit einem der Luftbilder verknüpft werden. Grubenhaus 9001 war nur eines von mehreren frühmittelalterlichen Gebäuden, die auf dieser Übersicht der Grabung auf dem „Am gebrannten Hof“ rot dargestellt sind.

10

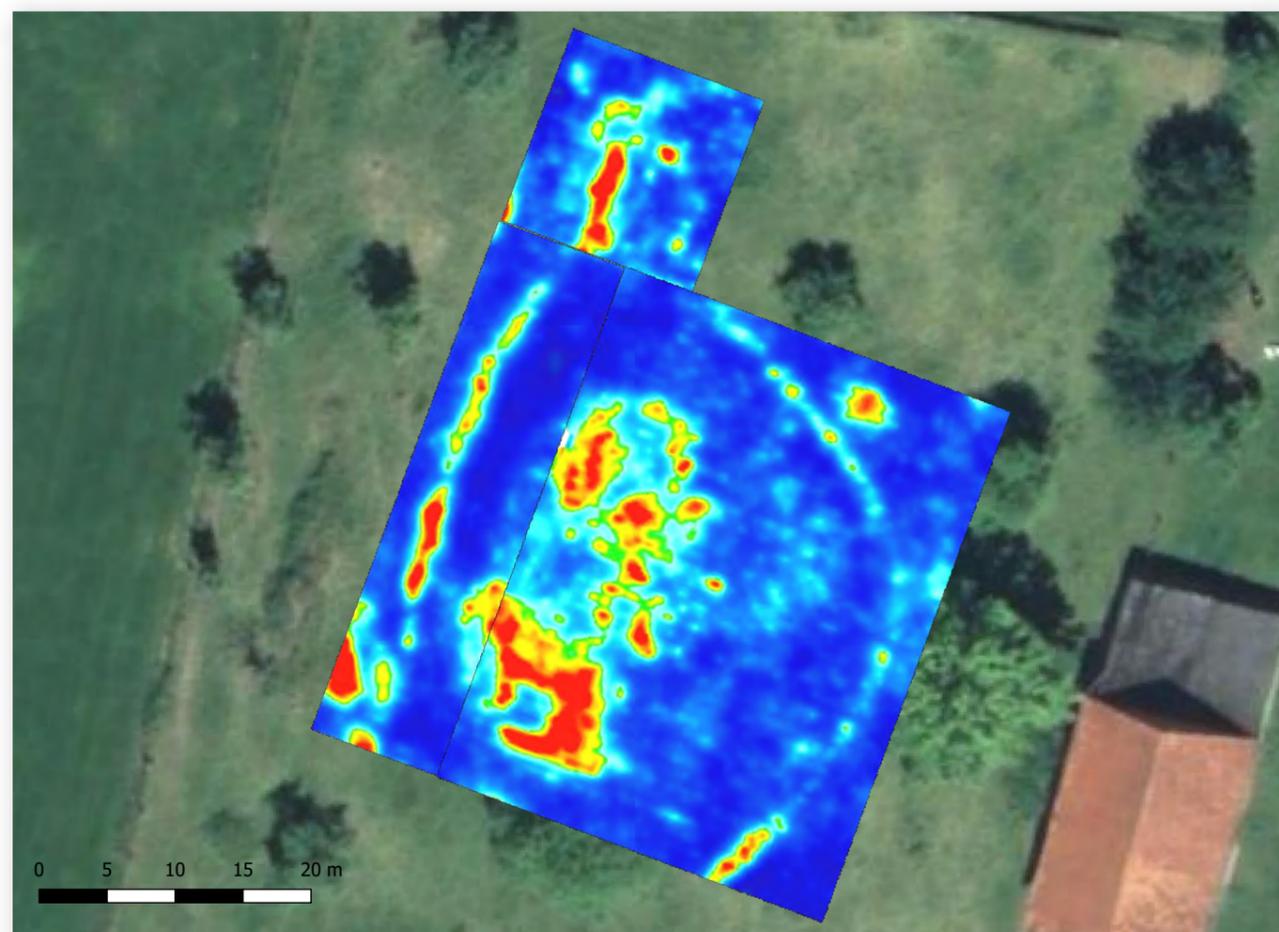
Um die oft abstrakten archäologischen Befunde anschaulich darzustellen, können mittels 3D-Rekonstruktionen aussagekräftige Abbildungen erstellt werden (siehe auch die Beiträge auf den Seiten 10 und 52). Obwohl manche Informationen wie die genaue Höhe oder das Material der Dachbedeckung des Grubenhauses nicht bekannt sind, können wir uns dank digitaler Technik ein ungefähres Bild davon machen, wie unser merowingisches Grubenhaus mit der Befundnummer 9001 vor rund 1400 Jahren ausgesehen haben könnte.

Geophysikalische Methoden in der Archäologie

Der Blick in den Boden

von Peter Haupt

Seit Jahrtausenden streben Menschen danach, zu sehen, was im Boden verborgen ist – ohne graben zu müssen. Mittels Zeigerpflanzen und Auffälligkeiten im Bewuchs suchte man nach Wasser oder Erzen, für die weniger effizienten Methoden früher Schatzsucher stehen Wünschelrute, Christoffelgebet und Zaubersprüche. Auch heute möchte man gerne ohne große Umstände wissen, was sich im Boden befindet, bedient sich hierzu nun aber moderner, wissenschaftlich fundierter Methoden.



Grundriss der im 18. Jh. abgetragenen Kirche zu Kircheim im Bliesgau. Auf dem Bild der Geomagnetischen Messung sind auch die Kirchhofsmauer und einige Grabgruben gut zu erkennen.

In einem typischen Szenario möchte ein Unternehmen im Vorfeld einer Baumaßnahme möglichst große Planungssicherheit bezüglich etwaiger Hindernisse haben. Störend wären beispielsweise schlecht dokumentierte Leitungen, Blindgänger oder unentdeckte, aber dennoch gesetzlich geschützte Kulturdenkmäler.

Nicht selten ist es auch Neugierde, die ohne Kosten und Aufwand einer archäologischen Grabung nach wissenschaftlichen Erkenntnissen sucht. Verschiedene Firmen, Universitäten und Forschungseinrichtungen setzen hierfür im Wesentlichen drei Methoden ein.

Geomagnetik

Bei dieser Methode werden auf verschiedene Arten die magnetischen Eigenschaften im Boden befindlicher Objekte gemessen. Das Prinzip kann man sich so vorstellen, als nähme man eine nach Norden weisende Kompassnadel, würde sie mechanisch um 90° drehen und dann messen, wie lange sie benötigt, um wieder in die Ausgangsposition zurückzukehren. Der stählerne Mantel einer Fliegerbombe würde dann als größerer Magnet die Bewegung der Nadel deutlich beeinflussen. Weniger stark und doch mit entsprechenden Geräten messbar wirken kleine Nägel, gebrannte Ziegel und selbst biochemisch erzeugter Magnetit, der winzigen Organismen zur Orientierung dient und sich auf der Sohle einst nasser Senken konzentriert. Letzterer Umstand lässt Gruben und Gräben durch ihre „etwas magnetischeren“ Verfüllungen messbar von ihrer Umgebung unterscheiden. Mauern, die aus demselben Gestein erbaut worden sind, welches auch den Untergrund bildet, können dagegen mit geomagnetischen Messungen mangels Kontrast zu ihrer Umgebung kaum sichtbar gemacht werden.



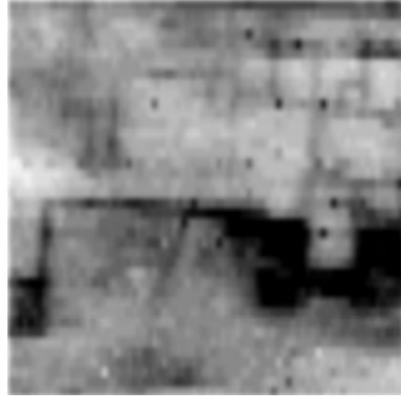
Gastbeitrag von PD Dr. phil. Peter Haupt

Die Forschungen von Peter Haupt drehen sich vor allem um Ressourcennutzung und Kulturlandschaftsentwicklung seit der Eisenzeit, archäologische Hausforschung und Numismatik. Regelmäßig eingesetzte Methoden sind, neben Grabungen, verschiedene Formen archäologischer und geophysikalischer Prospektionen. Seine Projekte führten ihn unter anderem nach Frankreich (Burgund und Lothringen), in die Alpen (Südtirol), besonders aber nach Rheinhessen, in die Pfalz, das Saarland und den Hunsrück. An der Johannes Gutenberg-Universität Mainz bildet er seit 2001 archäologischen Nachwuchs aus.

Weitere Infos :

https://www.rlp-forschung.de/public/people/Peter_Haupt





*Oben: Fundamente einer römischen Villa rustica bei Ingelheim-Großwinternheim.
Unten: Geoelektrische Messungen im Nieder-Ingelheimer Kiliansgarten, 2021.*

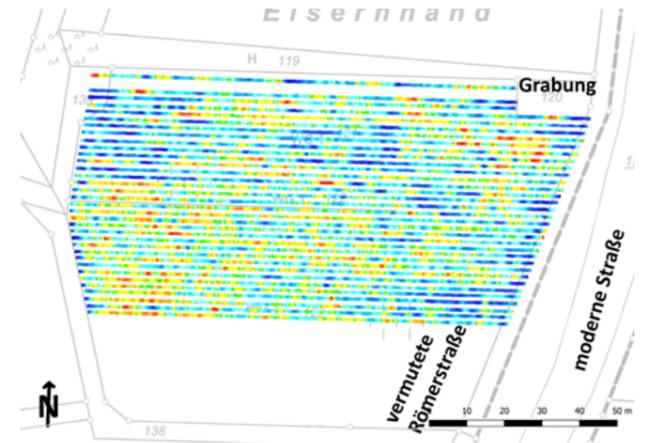
Geoelektrik

Das Prinzip ist recht einfach: Die elektrische Leitfähigkeit des Bodens wird gemessen, indem man den zu untersuchenden Boden zwischen zwei Elektroden in einen Stromkreis „einbaut“. Mauerwerk leitet den Strom nicht besonders gut, feuchter Boden deutlich besser. Günstigenfalls ergeben sich durch großflächige Messungen in engen Rastern kontrastreiche Bilder von im Boden verborgenen Grundrissen. Die Methode wird vorzugsweise zum Aufspüren von Baubefunden wie den Fundamenten oberirdisch nicht mehr sichtbarer Gebäude in landwirtschaftlichem Gelände benutzt. Geoelektrik kann, bei relativ geringen Kosten, auch von Laien oder als Schulprojekt erfolgreich eingesetzt werden. Ordnet man die Elektroden in unterschiedlichen Abständen an, können sogar Tiefeninformationen errechnet und auf diesen basierend dreidimensionale Bilder erzeugt werden. In stark durchwurzeltem Waldboden, steinigem Gelände und bei versiegelten Oberflächen ist die Methode jedoch nur bedingt anwendbar. Auch ausgetrockneter Boden stellt ein Hindernis dar.



Georadar

Mit einem Radargerät werden elektromagnetische Impulse in den Boden gesendet und deren Reflexionen empfangen. Kompakte Festkörper, etwa größere Steine oder auch ein verschütteter Bodenbelag, erzeugen ein klares Echo, während lockerer Boden das Signal zerstreut. Je länger das Echo benötigt, umso tiefer liegt der Reflektor. Mit dem Wissen um die Stärke des Echos und die Laufzeit des Signals können räumliche Bilder der reflektierenden Objekte im Boden errechnet werden. Diese Methode ist vorzugsweise dort zu verwenden, wo Mauerwerk in größerer Tiefe aufgespürt werden soll. Nachteilig ist die komplizierte Auswertung, und auch die Interpretation ist oft schwer; besonders dann, wenn mehrere Bauphasen einer Siedlungsstelle oder eines Gebäudes sowie dazwischen liegender Schutt nicht anhand ihrer Reflexionen voneinander getrennt werden können.



*Oben: Ergebnis einer Radarmessung in den Zeilen eines Guntersblumer Wingerts. Rote und gelbe Bereiche: Reflektoren im Untergrund, blaue Bereiche: keine Reflektoren.
Unten: Messung mit einem Georadar im Bereich der Burg Stackeden, Stackeden-Elshem.*



Allen drei geophysikalischen Methoden ist gemeinsam, dass die Messdaten mit dem Computer verarbeitet werden, um letztlich eine Bilddatei zu erzeugen. Die unterschiedlichen Stärken und Schwächen lassen sich oft gegeneinander ausgleichen – mitunter werden daher verschiedene Prospektionsmethoden am gleichen Objekt angewandt. Damit die Bilder deckungsgleich übereinander gelegt werden können, braucht es allerdings eine präzise Einmessung der untersuchten Flächen.

Auch wenn Publikationen mitunter einen anderen Eindruck vermitteln, werden aussagekräftige Bilder mit klar erkennbaren Strukturen eher selten produziert. Im Regelfall sieht man Spuren menschlicher Tätigkeiten, vermag aber die Befunde ohne weitere Informationen nicht sicher zu deuten oder zu datieren. Deswegen kommt exakt lokalisierbaren Zusatzdaten wie Oberflächenfunden eine wichtige Rolle zu. Will man wirklich wissen, womit man es zu tun hat, und will man möglichst viele wissenschaftliche Erkenntnisse gewinnen, weil eine Baumaßnahme zur Zerstörung des Bodendenkmals führen wird, so kommt man um eine Ausgrabung meist nicht herum: Geophysikalische Prospektionen können eine Grabung (noch) nicht ersetzen.

Dokumentation mittels *Structure from Motion (SfM)* Eine Evolution der Fotografie

von Christoph Baßler und Piotr Noszczyński

Für den Außenstehenden hängt der archäologischen Ausgrabung noch immer der Mythos der Schatzsuche und vergessener Grabkammern voller kostbarer Artefakte nach. Ein Bild, welches den Vorstellungen des „goldenen Zeitalters“ der Archäologie im frühen 20. Jahrhundert geschuldet ist. Mit der Realität hat diese Sichtweise schon lange nichts mehr zu tun.

Die archäologische Forschung hat seit ihren Anfängen zahlreiche Reformationen erfahren. Heute sind aus den Tagebüchern und Skizzen früher „Entdecker“ modernste Dokumentationsverfahren erwachsen, welche den Umständen und Bodenbefunden eines Fundes fast den gleichen Bedeutungsgehalt zugestehen wie dem geborgenen Artefakt selbst. Hierbei geht es stets um die Erhaltung von Kontext, der unabdingbar für eine zeitgemäße wissenschaftliche Aufarbeitung ist.

Heute ist die Fotografie kaum noch aus dem Grabungsalltag wegzudenken, denn sie ermöglicht ein exaktes Festhalten der Rahmenbedingungen einer Grabungsunternehmung. Aufgrund ihrer relativen Objektivität ergänzt sie hervorragend die zeichnerische und schriftliche Dokumentation und Interpretation.

Das Grabungsteam der Forschungsstelle Kaiserpfalz nutzt seit nunmehr fast einem Jahrzehnt das sogenannte *Structure from Motion-Verfahren (SfM)*. Dieses hochmoderne Fotodokumentationsverfahren überbrückt eine der größten Schwächen herkömmlicher Fotografie: Ihre Zweidimensionalität. Erst durch *SfM* wird es möglich, den komplexen Strukturen und der Raamtiefe vieler Befunde gerecht zu werden. „Structure“ steht hierbei für die Oberfläche oder das Objekt, welche es zu dokumentieren gilt; „Motion“ bezeichnet die Bewegung der Kamera zwischen verschiedenen Perspektiven. Diese bildbasierte Erfassungstechnik generiert mithilfe von Programmroutinen aus einer Reihe hochauflösender Serienaufnahmen ein einzelnes, dreidimensionales Bild.

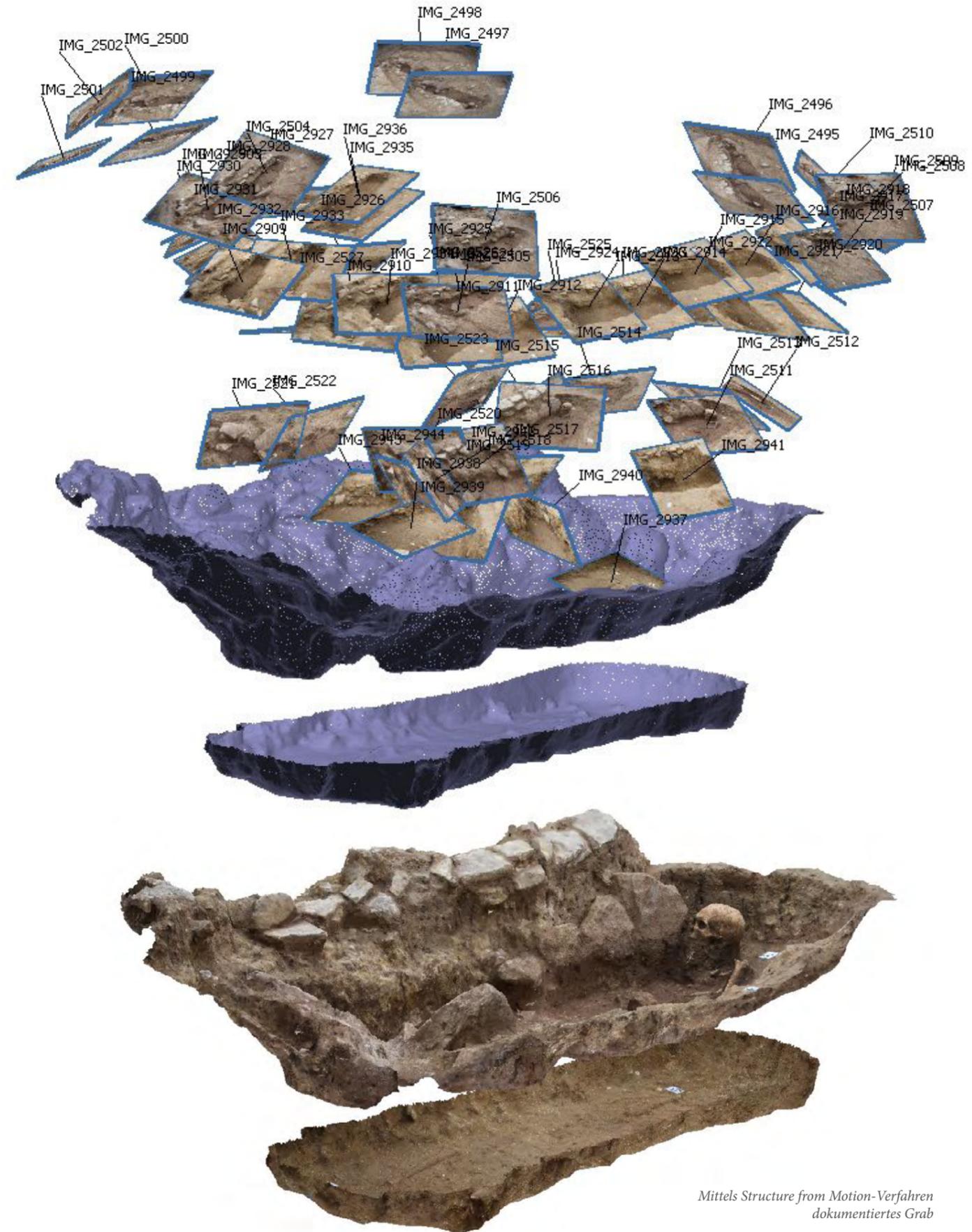
Das grundlegende Prinzip hinter der Methode basiert auf einer Aufnahmetechnik, bei der die Digitalkamera aus verschiedenen Winkeln um ein zentral platziertes Objekt bewegt wird. So entsteht eine Fotoserie, die den Fund aus möglichst vielen Perspektiven ablichtet. Wichtig ist hierbei, dass ein hoher Grad an Überlappung der Einzelaufnahmen gegeben ist. Aus diesen Aufnahmen generiert das Programm eine dreidimensionale Punktwolke, indem es kontinuierlich die herausstechenden Merkmale auf den Bildern erkennt, und, durch die Überlappung der Fotos, im Raum verorten und zusammenfügen kann.

Gerade bei größeren Befunden oder ganzen Grabungsflächen können die Kameraaufnahmen ebenso gut per Kameradrohne (siehe S. 44) hergestellt werden. Bei der Dokumentation ist darauf zu achten, dass keine Lücken in der Aufnahmeserie entstehen, da das Programm andernfalls nicht in der Lage wäre, ein vollständiges Modell zu erzeugen. In weiteren Arbeitsschritten wird das so entstandene, maßstabsgetreue 3D-Modell mit einer Textur versehen, d. h. die aus den Fotoaufnahmen stammenden Informationen wie Farben und Strukturen werden automatisch auf die Oberflächen des Modells gelegt.

Es ist nun ein digitales Modell entstanden, mit dem die Archäologen ihren Befund im dreidimensionalen Raum aus allen Blickwinkeln — auch solchen, die in der Realität nicht möglich wären — betrachten können. Alle Informationen wie Höhen und Tiefen, Schatten und Texturen, stehen auch noch lange nach dem Abschluss der Grabungsarbeiten auf Abruf zur Verfügung. Auch für die spätere wissenschaftliche Publikation einer Grabung haben diese Aufnahmen immensen Wert, denn aus ihnen lassen sich exakte 2D-Orthofotos und Aufsichten generieren.

Darüber hinaus werden die durch die *SfM*-Methode dokumentierten Befunde vom Grabungsteam mit mehreren Vermessungsmarkern versehen, die eine tachymetrische Vermessung ermöglichen. Auf diese Weise kann der Befund geographisch genau verortet bzw. das errechnete 3D-Modell georeferenziert, also in ein Koordinatensystem eingefügt werden. Die Vermessung und Georeferenzierung der Punktwolken bzw. Modelle bildet gleichzeitig die Grundlage für die Übertragung eines jeden Befundes in ein archäologisches Geoinformationssystem (GIS, siehe S. 38), mit dem sich die 3D-Modelle in Grabungspläne integrieren, analysieren und kartieren lassen.

Nach ersten Probeläufen während der Grabungen an der Ingelheimer Remigiuskirche 2012/2013 ist die Dokumentation per *Structure from Motion* spätestens seit 2015 das Standardverfahren der archäologischen Dokumentation der Forschungsstelle und fest in die Routinen des Grabungsteams eingebunden



Mittels *Structure from Motion*-Verfahren dokumentiertes Grab



Von links: Drohnen-Pilot Piotr Noszczyński (Forschungsstelle Kaiserpfalz); eine Luftaufnahme des Quadropters zeigt fünf rechteckige Schnitte aus großer Höhe; das UAV kann aber auch eingesetzt werden, um unmittelbar über Befunden wie einer Grablege zu schweben und fotogrammetrische Aufnahmen zu machen.

Drohnen in der Archäologie

Das leise Summen der Rotoren

von Piotr Noszczyński

Das digitale Zeitalter ist längst auch bei den archäologischen Dokumentationsmethoden angebrochen. Aufbauend auf dem Einsatz von Computern und digitalen Kameras bei der täglichen Arbeit auf der Grabung markierte der Einsatz von UAVs (engl. Unmanned Aerial Vehicle, deutsch „Unbemanntes Luftfahrzeug“), auch Multikopter oder Drohnen genannt, den nächsten großen Schritt.

Im Zuge des digitalen Umbruchs und durch den Einsatz vielfältigster moderner Technik haben sich auch die Methoden der Grabungsdokumentation schnell weiterentwickelt. Ohne den Einsatz von digitalen Kameras, Computern und computergestützten Programmen zur Prozessierung der erhaltenen Daten sind die Planung, Durchführung und Dokumentation einer Grabung für den Archäologen des 21. Jahrhunderts kaum mehr vorstellbar. Vor allem bei großflächiger und komplexer Grabungen hat sich der Einsatz von Fotodrohnen und spezieller 3D-Bearbeitungssoftware als sehr effektiv erwiesen.

Auch bei den archäologischen Untersuchungen im Ingelheimer Stadtgebiet ist das leise Surren einer Drohne, die über dem Grabungsareal schwebt oder in regelmäßigen Bahnen fliegt, oft zu vernehmen. Seit mehr als drei Jahren nutzen die Archäologen der Forschungsstelle fast tagtäglich mit Erfolg eine Drohne. Dabei handelt es sich um einen sog. Quadropters, also eine Drohne mit vier Rotoren. Die Navigation des Quadropters erfolgt über eine Fernsteuerung, die über das Display beispielsweise eines iPads oder Smartphones mit spezieller Software bedient werden kann. Der Kopter ist mit einem GPS-Modul, einem Gyroskop und einem Luftdrucksensor zur Höhenmessung und zur Stabilisierung der Flughöhe und der Fluglage ausgestattet.

Die bei den Einsätzen der Fotodrohne gewonnenen Daten und Bilder bzw. Bildsequenzen werden in hochgenaue und maßstabsgetreue Orthofotopläne und dreidimensionale Modelle der Geländeoberfläche umgewandelt. Auf diese Weise können mit einem UAV auch große Grabungsflächen mit komplexen Geländestrukturen oder Befunden schnell, äußerst präzise und mit einem hohen Detailgrad dokumentiert werden.

Vor allem verschafft die Perspektive aus der Luft einen neuen Blick auf die Bodenbefunde. Zwar nutzt man in der Archäologie schon seit mehr als einem Jahrhundert die sog. Luftbildarchäologie als Prospektionsmethode zur Entdeckung, Erkundung und Erfassung archäologischer Fundstellen. Im Gegenteil zu UAVs (Drohnen) stößt der Einsatz von Flugzeugen oder Hubschraubern im archäologischen Alltag jedoch sehr schnell an Grenzen. Abgesehen von dem hohen Kostenfaktor und den notwendigen Sicherheitsvor-

kehrungen ist der Einsatz von herkömmlicher Luftbildarchäologie bei einzelnen Grabungsmaßnahmen auf städtischen Flächen praktisch unmöglich.

Drohnen hingegen ermöglichen einen Tiefflug über das Untersuchungsareal, wo der Archäo-Pilot mit Blick auf Befundsituation, Umgebung (z. B. Stadtgebiet) und Wetterverhältnisse selber entscheiden kann, wie hoch (max. 120 Meter) und wie weiträumig die Befliegung stattfinden kann. Eine Kombination aus orthophotogrammetrischen Aufnahmen (Senkrechtaufnahmen) mit einer Pixel-Auflösung im Millimeterbereich mittels Fotodrohne und computergestützter Fotogrammetrie mit SfM-Verfahren (Seite 42) ermöglicht den Archäologen, die so gewonnenen Daten in ein Geografisches Informationssystem (GIS) zu überführen. Dort können sie in Form von Bestands- und Grabungsplänen dargestellt, kartiert, interpretiert und analysiert werden.



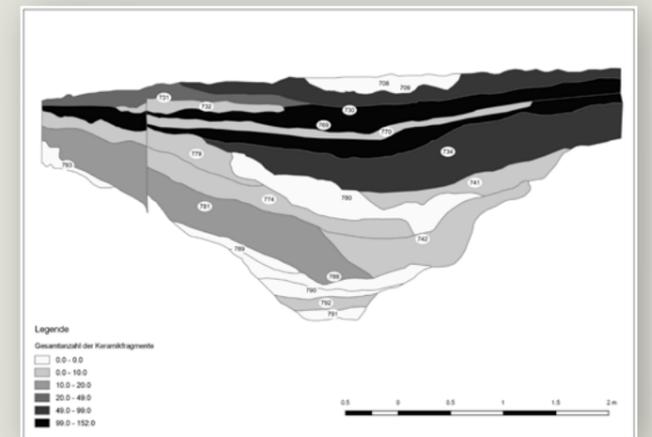
Geographische Informationssysteme (GIS) bereichern die Archäologie

von Matylda Gierszewska-Noszczyńska und Piotr Noszczyński

Die ersten Computer waren gerade erst entwickelt worden, als man bereits begann, kompatible Tools und Programme für spezielle Zwecke zu erschaffen. So wurde schon 1962 in Kanada das erste computergesteuerte Geographische Informationssysteme (GIS) entwickelt. Bis sich dieses System jedoch erfolgreich in der Archäologie etablierte, dauerte es noch einige Jahrzehnte. Heute ermöglicht die Anwendung von GIS vielen Archäologen auf der ganzen Welt, archäologische Daten in nie dagewesener Art zu interpretieren und beispielsweise mit topographischen Informationen zusammenhängend zu betrachten.

Geographische Informationssysteme dienen der Erfassung, Bearbeitung, Organisation, Analyse und Präsentation raumbezogener Daten. Neben der Hard- und Software, den speziellen GIS-Programmen, und den unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten sind es nicht zuletzt Nutzer mit entsprechenden Fachkenntnissen, die alle Elemente zu einem vollständigen System verbinden.

Der erste Schritt, um ein solches System räumlicher Daten aufzubauen, ist die Entscheidung für ein geeignetes Programm zur Durchführung der geplanten Projekte. In der Forschungsstelle Kaiserpfalz werden seit mehreren Jahren hauptsächlich die Programme QGIS und SAGA GIS angewendet. Es handelt sich dabei um Open-Source-Lösungen, die von freiwilligen Entwicklern programmiert und laufend weiter aufgebaut werden.



Mit einem GIS ist es auch möglich, ein Profil (vertikale Fläche) eines verfüllten Grabens zu erstellen. Die Schattierungen bilden hier die Menge der in den jeweiligen Schichten gefundenen Keramikfragmente ab

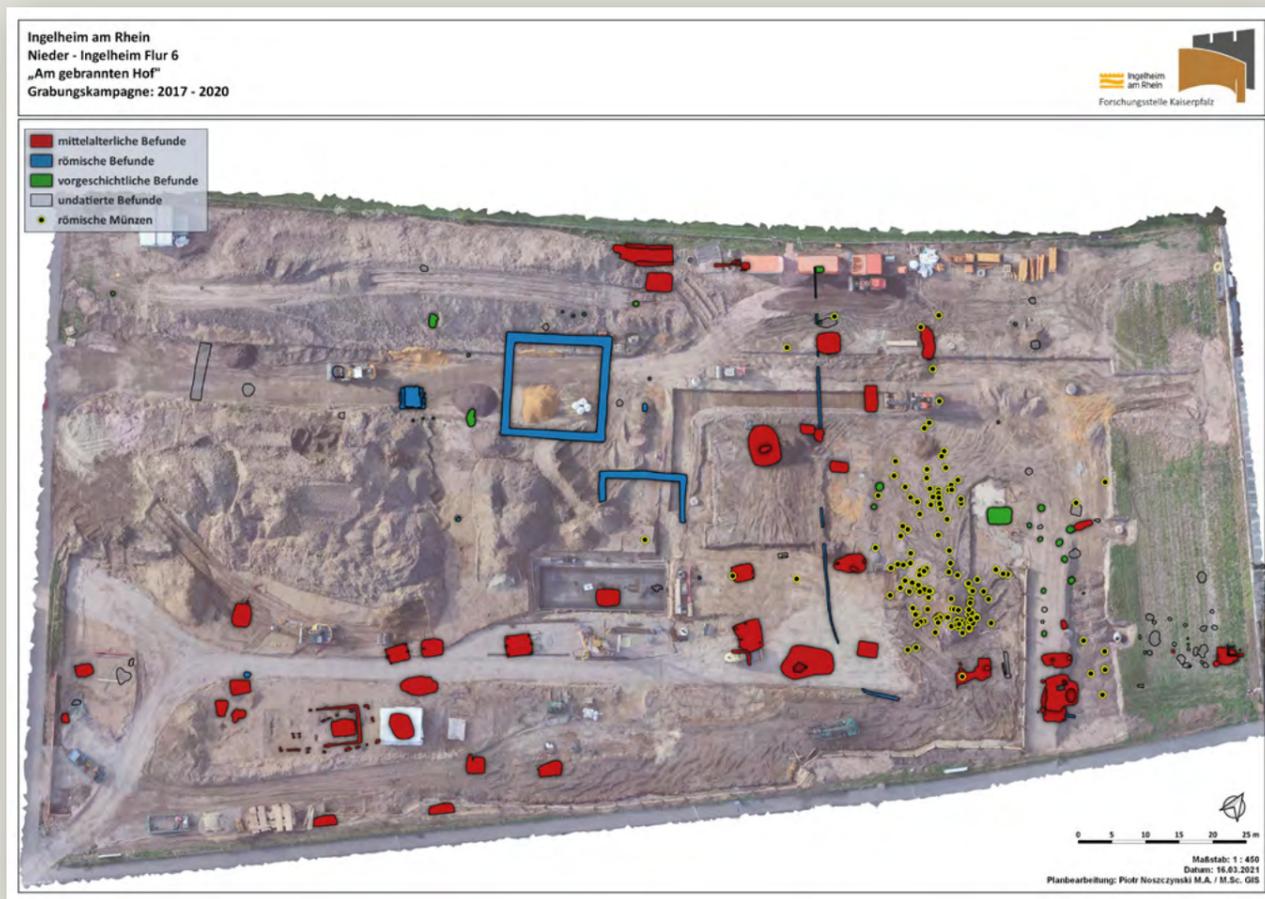
Links: Mit modernen Geoinformationssystemen (GIS) können raumbezogene Daten aus mehreren Quellen zusammengeführt werden.

Arbeiten mit Open Source-Lösungen

Das Programm *QGIS* bildet eine Plattform zur Speicherung und Analyse von raumbezogenen Daten sowie zur Erstellung von Graphiken wie Karten und Plänen. Abhängig vom Maßstab werden dabei einzelne Objekte als Flächen, Linien oder Punkte dargestellt. Einzelne Fundstellen können beispielsweise als Areale in einem Maßstab 1:500 oder als Punkte bzw. Linien in einem Maßstab 1:5000 präsentiert werden. Die dafür benötigten Daten werden mit einem Tachymeter während der Ausgrabung ermittelt. Die genaue Lage und Abmessung eines archäologischen Befundes, z. B. eines Grubenhauses oder einer Grablege, wird automatisch während der Digitalisierung dieser Objekte gespeichert und kann nach Bedarf mit einer Abfrage in der Datenbank abgerufen werden.

Weitere Merkmale und Einzelheiten werden als Attribute in eine Tabelle eingefügt und zusätzlich weitere räumliche Informationen aus den Bildern, Zeichnungen und kartographischen Quellen entnommen. Entweder handelt es sich dabei um Bilder, die in einem speziellen Programm mittels *Structure from Motion*-Verfahren (Seite 42) prozessiert und direkt in das *GIS* importiert werden, oder um analoge Daten, die dafür zunächst aufbereitet werden müssen.

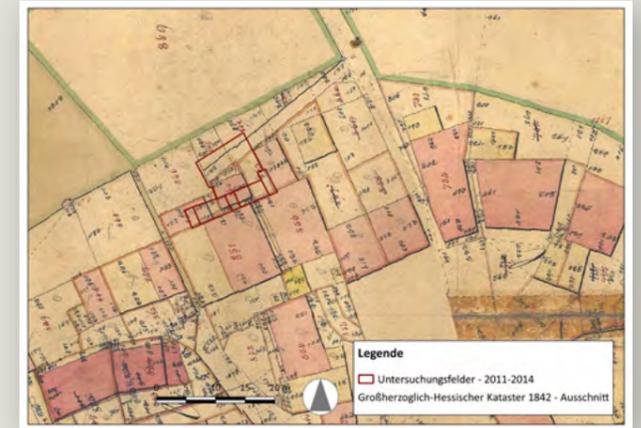
Grabungsplan mit allen wichtigen Befunden von der Flur „Am gebrannten Hof“.



Verarbeitung unterschiedlicher Daten

GIS eignet sich für die Bearbeitung von kartographischen Quellen und anderen analogen Planmaterialien, also zum Beispiel historischen Karten oder Feldzeichnungen. Diese werden als sogenannte Rasterdaten bezeichnet. Zunächst müssen solche analogen Zeichnungen, Bilder oder Karten gescannt und mithilfe der sogenannten *Georeferenzierung* in das Programm importiert werden. Das Georeferenzieren einer gescannten, zweidimensionalen Karte oder Zeichnung ermöglicht ihre Transformation in ein anderes Koordinatenbezugssystem: Man wählt zunächst mehrere Passpunkte auf dem zu georeferenzierenden Rasterbild aus, weist diesen Punkten das entsprechende Koordinatensystem von bereits vorhandenen räumlichen Daten (z. B. ein modernes Stadtkataster) zu und wählt schließlich eine passende Transformationsmethode aus, mit der man die gescannten „Bilder“ an die vorhandenen digitalen Daten anpasst.

Dieses Verfahren wurde bereits bei vielen Projekten der Forschungsstelle Kaiserpfalz angewendet, angefangen bei Feldzeichnungen, die während der archäologischen Grabungen angefertigt wurden, bis hin zu historischen Plänen aus dem 17. Jh. und Katastern aus dem 19. Jahrhundert. Die digitalen Befundzeichnungen werden in der weiteren Bearbeitung editiert, was bedeutet, dass ihre Umrisse im *QGIS* nachgezeichnet werden. Schließlich wird jedem Objekt ein Datensatz in einer Tabelle zugewiesen und dann mit weiteren Informationen ergänzt. Die historischen Pläne helfen beispielsweise bei der Interpretation der freigelegten Befunde. Sobald die Befunde im *GIS* mit anderen räumlichen Daten (Geodaten) verknüpft werden, können etwa einzelne Mauerwerke mit den auf den historischen Plänen eingezeichneten Gebäuden verglichen, identifiziert und eventuell datiert werden.



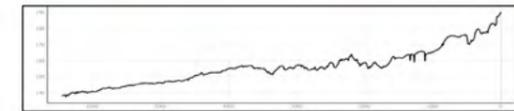
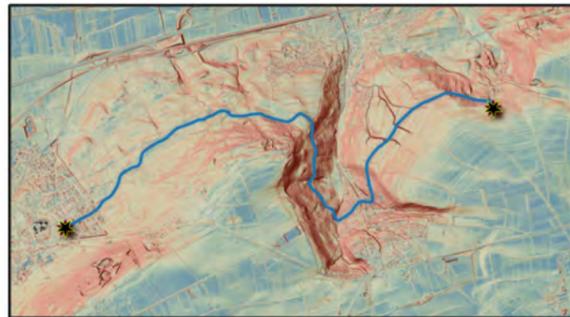
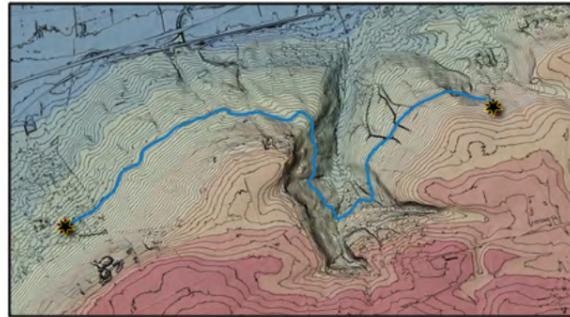
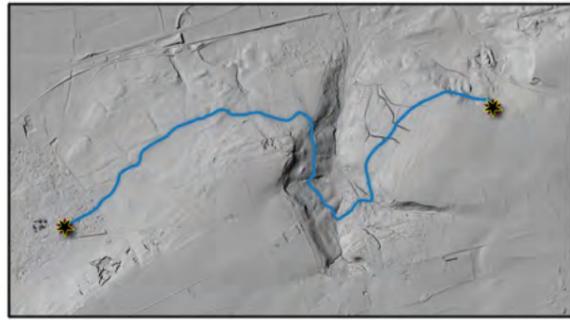
Verknüpfung von Untersuchungen der Jahre 2011-2014 mit einer Karte des Großherzoglich-Hessischen Katasters von 1842 (oben) und Beispiel einer Georeferenzierung des Engelhart-Planes mit der Darstellung des Saalgebiets in Nieder-Ingelheim aus dem Jahr 1621 (unten).

(Raum-)Analysen und Bearbeitung von LIDAR-Daten

In diesem kurzen Exkurs können nicht alle der äußerst vielfältigen Möglichkeiten von GIS beschrieben werden. Stattdessen werden einige exemplarisch ausgewählte Analysen vorgestellt, die im Rahmen einzelner Projekte von Mitarbeitenden der Forschungsstelle durchgeführt werden.

Bei vielen archäologischen Projekten werden LiDAR-Daten als topographische Grundlage für Raumanalysen verwendet. Die erste Phase dieser Analysen ist das Erstellen eines *Digitalen Geländemodells* (DGM). Solche Modelle enthalten Höheninformationen der Erdoberfläche und visualisieren sowohl die natürlich entstandenen Geländestrukturen, als auch anthropogene Strukturen bzw. archäologische Relikte.

Sämtliche Höheninformationen werden als sogenannte *Schummerung* [eng. Hillshade] dargestellt, mit der durch Schattierungen ein räumlicher Eindruck der relativen Höhenunterschiede im Gelände entsteht. *Digitale Geländemodelle* bilden eine Arbeitsgrundlage für viele weitere (Landschafts-)Analysen. Ein Beispiel ist die Sichtbarkeitsanalyse [eng. Viewshed analysis]. Dabei wird berechnet, ob bestimmte Objekte (Punkte) oder Bereiche (Gebiete) von einem anderen Punkt aus sichtbar sind. Die Ergebnisse solcher Analysen wurden als Karten im Rahmen des Projektes zur Landesausstellung 2020 „Die Kaiser und die Säulen ihrer Macht“ in Kooperation mit der GDKE RLP präsentiert. Sie waren auch Bestandteil der virtuellen Ausstellung *Ortsbefestigung 3.0, Innovative Bauforschung in Ingelheim*, die in Kooperation mit der TU Darmstadt entstanden ist.



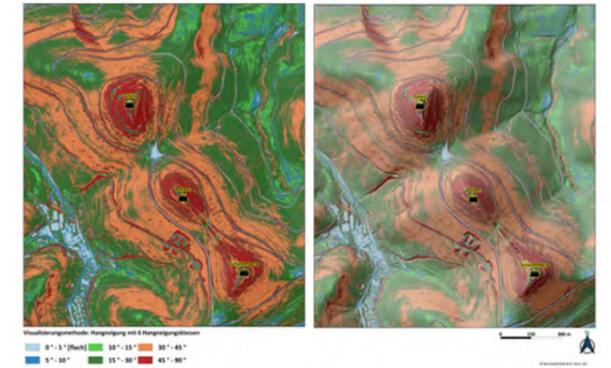
Verschiedene Digitale Geländemodelle mit dem hypothetischen Verlauf der karolingischen Wasserleitung in Ingelheim auf der Grundlage einer LiDAR-Karte (ganz oben). LiDAR (Abkürzung für englisch „Light detection and ranging“) ist eine Methode, bei der mit Laserstrahlen hochauflösende Landkarten aus großer Höhe erstellt werden können.

Eine weitere GIS-basierte Analyse, die häufig bei landschaftsarchäologischen Fragenstellungen angewendet wird, ist die Berechnung der Geländeneigung [eng. Slope, siehe Darstellung der Burgen Trifels, Anebos und Scharfenberg rechts]. Sie dient als ein Parameter für die Untersuchung der Verläufe historischer Wasserleitungen oder Wegeverbindungen. Diese Daten werden außerdem häufig für das allgemeine Verständnis der topographischen Bedingungen in einem Areal oder für die Ermittlung der Lage einzelner Fundstellen genutzt.

Präsentation

Sobald Vorbereitung und Transformation der Rohdaten und die Analysen abgeschlossen sind, können die Ergebnisse in Gestalt eines Planes oder einer Karte präsentiert werden. Diese letzte graphische Phase des Gesamtprozesses bringt die Daten in eine Form, mit der z. B. bei der Befundansprache direkt auf der Grabung oder bei der Illustration der Arbeitsergebnisse im Rahmen einer Publikation weitergearbeitet werden kann.

Geographische Informationssysteme eröffnen sehr vielfältige Einsatzmöglichkeiten. Neben zahlreichen anderen Vorteilen erlauben sie in jeder Forschungsphase eine kritische und konstruktive Auseinandersetzung mit den gewonnenen Daten und dienen auch der Überprüfung und Verifizierung der Ergebnisse.



Farbcodierte Darstellung der Geländeneigung am Beispiel der Burg Trifels und ihrer Nebenburgen Anebos und Scharfenberg.



Digitale Rekonstruktionen in der Archäologie

Von Scherben und Verfärbungen im Boden zum Lebend-Bild

von Alexander Slowikow

Oftmals bestehen die Spuren vergangener menschlicher Aktivitäten aus kaum mehr als dunklen Verfärbungen im Boden. Experten vermögen darin anhand einzelner Funde und Vergleiche mit anderen Forschungsergebnissen einen Siedlungsplatz zu erkennen und ihn sogar einer bestimmten Epoche zuzuordnen. Aber wie können solche kaum sichtbaren Hinterlassenschaften interessierten Laien zugänglich gemacht werden?

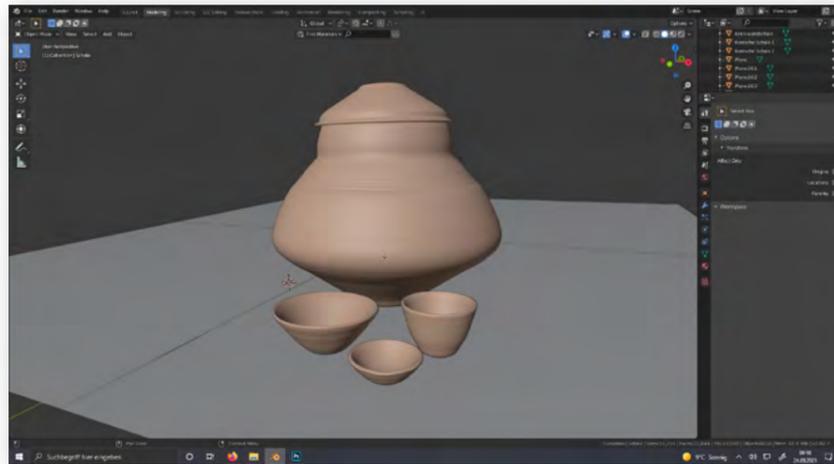


Abb. 1: Rekonstruktion von Keramikfunden der Urnenfelder Kultur (Späte Bronzezeit), erstellt mit der 3D-Modellierungssoftware Blender.

Für die moderne Vermittlung wissenschaftlicher Ideen sind aussagekräftige Abbildungen unerlässlich. Besonders Rekonstruktionszeichnungen und -modelle helfen dabei, Vergangenes anschaulich und begreifbar zu machen. Der Maßstab solcher Darstellungen reicht von der Rekonstruktion einzelner Fundstücke (Abbildung 1) bis zur Abbildung ganzer Siedlungslandschaften.

Künstlerische Rekonstruktionen sollen einen Eindruck vom möglichen ursprünglichen Aussehen eines Fundobjektes oder mehrerer Befundkomplexe vermitteln. Im Idealfall ermöglichen sie einen Einblick in das Leben vor Hunderten oder sogar Tausenden Jahren und schaffen somit eine emotionale Verbindung zwischen dem archäologischen Fundgut und den Betrachtenden.

Für die erfolgreiche Erstellung einer Lebendrekonstruktion müssen verschiedene Elemente zusammengebracht werden. In erster Linie handelt es sich dabei um messbare — und somit nachweisbare — Fakten aus der archäologischen Grabung. Das Bild oben zeigt ein Grubenhaus aus der Grabungskampagne „Am Gänsberg/Am gebrannten Hof“ aus dem Jahr 2017.

Zum Zeitpunkt der Aufnahme von Abb. 2 waren das Ausmaß, die Lage und die Ausrichtung des Befundes bereits bekannt. Beim schichtweisen Ausnehmen der Grube konnten anschließend Pfostengruben festgestellt werden, die weitere Hinweise auf die Konstruktionsweise des Gebäudes liefern. Daraus ergibt sich ein grobes Grundgerüst einer möglichen Lebendrekonstruktion. Allerdings müssen noch einige weitere Inhalte ergänzt werden.



Abb. 2: Die nur schwach erkennbare Bodenverfärbung zeigt das verfüllte Grubenhaus.

Die exakte Höhe des Gebäudes, das verwendete Bauholz, die Art der Dachbedeckung, die Gestaltung der Umgebung, mitunter auch die Inneneinrichtung und noch viele Details mehr – all dies ist nicht wissenschaftlich nachweisbar, muss in der Rekonstruktion jedoch dargestellt werden. Hier muss bei der Entwicklung einer Rekonstruktion auf Vergleichsfunde von anderen Grabungen und auf historische Dokumente zurückgegriffen werden — oder manchmal auch schlichtweg auf die eigene Fantasie.



Die letzten Elemente einer solchen Lebendrekonstruktion verlangen kein archäologisches Fachwissen, sondern vor allem dem gewählten Medium entsprechende künstlerische und/oder technische Fähigkeiten. Generell gibt es eine Vielzahl von Darstellungsmethoden, von schwarz-weißen Skizzen über klassische Aquarell- oder Ölmalereien hin zu modernen, digitalen Zeichnungen oder 3D-Modellen. Dem Ausmaß solcher digitalen Rekonstruktionen sind kaum Grenzen gesetzt. So zeigt Abbildung 4 einen Ausschnitt aus einem gerade im Entstehen begriffenen Projekt: Auf dem Grabungsplan der Siedlung „Am Gänsberg/ Am gebrannten Hof“ werden zunächst alle mittelalterlichen Befunde durch einfache 3D-Modelle wiedergegeben. Durch den Abgleich mit verschiedenen Datierungsmethoden können später einzelne Modelle ein- und ausgeschaltet werden, um das Ausmaß und das Aussehen der Siedlung zu verschiedenen Zeiten darstellen zu können. Auch wenn das Endergebnis zwangsläufig einige hypothetische Elemente enthält, können solche Rekonstruktionen helfen, archäologische Befunde sowohl Laien als auch Fachleuten verständlich und visuell ansprechend zu vermitteln.



Abb. 3: Rekonstruktion des Grubenhauses als 6-Pfosten-Konstruktion auf Grundlage der archäologischen Funde. Weitere Gebäude sind im Hintergrund zu sehen.

Abb. 4: Simple Modelle von Lang- und Grubenhäusern werden auf dem Grabungsplan platziert. Später sollen sie einmal das Gesamtaussehen der Siedlung zeigen.

Computergestützte Fototechniken zur erweiterten Objektdokumentation Bilder aus einer anderen Dimension

von Ines Birk

Die fotografische Aufnahme von besonderen Fundobjekten gehört seit vielen Jahrzehnten zum methodischen Standardrepertoire der Archäologie. Neben einfachen Arbeitsfotos zu Dokumentationszwecken werden außerdem Fotos mit hoher Bildqualität für Präsentationen und Publikationen angefertigt. Hierfür liefert die Technik des Focus stacking zur Optimierung der Tiefenschärfe hervorragende zusätzliche Möglichkeiten. Mit einem weiteren Verfahren, der computergestützten Reflectance Transformation Imaging-Fototechnik (RTI), können durch unterschiedliche Ausleuchtung der Objekte zusätzliche Details sichtbar gemacht werden, die auf einzelnen Aufnahmen nicht erkennbar wären.

Focus stacking

Um ein Fundobjekt, wie beispielsweise die Fadenwicklung an einem Ohrring (Abb. 1, Abb.2), anhand eines Fotos detailliert betrachten und auswerten zu können, sollten alle Bildbereiche scharf abgebildet sein. Klassischerweise wird hierfür eine größere Schärfentiefe mit der Einstellung einer sehr kleinen Blende (große Blendenzahl) erreicht, was jedoch zu massiven Beugungsunschärfen und Kontrastverlusten führt. *Focus stacking* (Schärfe- oder Fokusstapelung) ist nun eine fotografische Aufnahme- und digitale Bildbearbeitungstechnik, welche die Scharfstellung aller Bildbereiche ermöglicht. Hierfür wird die optimale oder „förderliche Blende“ eingestellt, bei der Schärfe und Brillanz maximiert sowie Kantenfehler minimiert sind. Da die Tiefenschärfe nun aber sehr gering ist, werden mehrere Einzelaufnahmen (Abb. 1 in unserem Beispiel) angefertigt und mit einer speziellen Software (z. B. *Helicon Focus*, *CombineZM*, *Zerene Stacker* etc.) zu einem Gesamtbild zusammengerechnet (Abb. 2). Für die Einzelaufnahmen bleiben dabei jeweils die Einstellungen von Beleuchtung und Blende gleich. Mittels motorisiertem Linearschlitten wird in kleinen Schritten lediglich der Abstand vom Sensor zum Objekt verschoben.

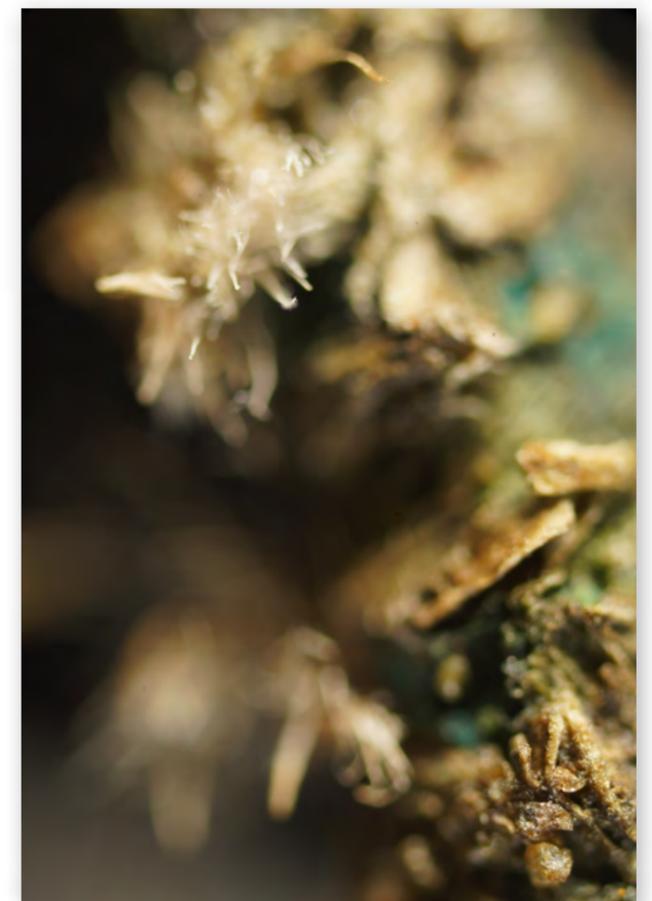


Abb. 1: Detail eines Ohrrings mit Fadenwicklung aus dem merowingischen Gräberfeld Rotweinstraße, Ingelheim. (a): Einzelfoto mit kleinem Schärfbereich rechts unten.

Abb. 2: Ergebnisfoto, berechnet aus ca. 45 Einzelaufnahmen. Bei 7 mm Bildhöhe auf dem 35 mm Sensor und Blende 5,6 ergab sich eine natürliche Tiefenschärfe von ca. 0,08 mm. Die Schrittweite des Objektstands wurde daher ungefähr auf 0,065 mm eingestellt. Die 45 Einzelaufnahmen haben dadurch jeweils überlappende Schärfezonen. Die Schritte erzeugt ein motorisierter Linearschlitten, die Fotoserie erfolgte automatisch. Fotos und Ausstattung: Detlef Bach.

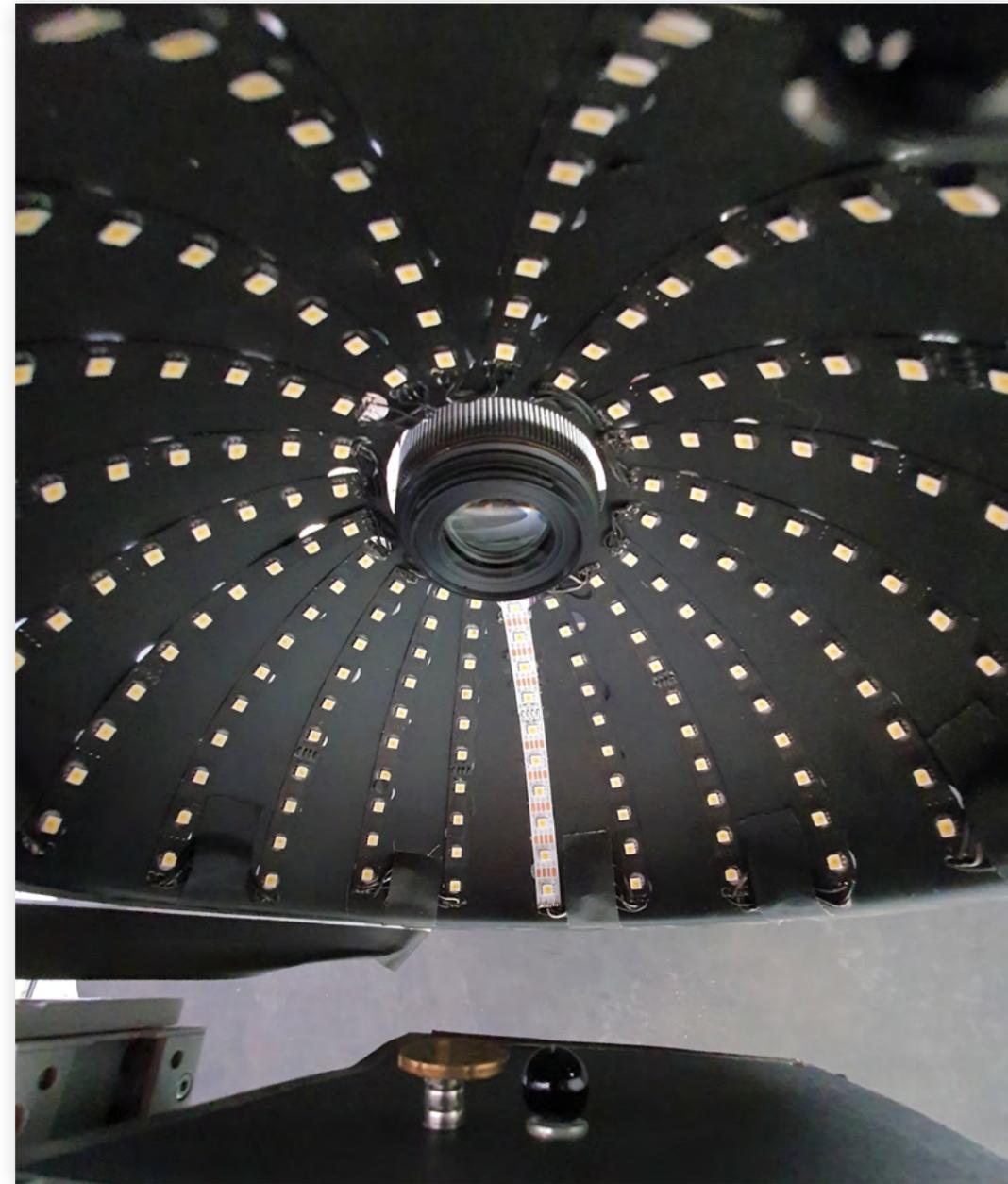


Abb. 3: LED-Dom mit fixierter Kamera (100 mm Makroobjektiv für Vollformatsensor). Die Münze im unteren Bereich war zu fotografieren. Eine schwarz- oder rotglänzende Kugel daneben wird von der Software benötigt, um aus den Lichtreflexionen jeweils die Winkel der Beleuchtung zu erkennen. Eigenbau und Foto: Detlef Bach

Reflectance Transformation Imaging (RTI)

Seit 2019 wendete Detlef Bach (Restaurierung archäologischer Bodenfunde) die RTI-Technik an insgesamt sieben ausgewählten Fundobjekten der Forschungsstelle an. RTI ist eine computergestützte Fototechnik, die durch die vielfache Beleuchtung des Motivs aus variierenden Richtungen zu einer optimierten Sichtbarkeit von Oberflächendetails führt. Hierfür werden mehrere digitale Photographien eines Motivs mit fixierter Kameraposition aufgenommen.

Für jedes Einzelfoto wird Licht aus einer anderen, definierten Richtung projiziert. Hierzu verwendet Detlef Bach bei kleineren Objekten (1-12 cm) einen eigens dafür entworfenen Beleuchtungs-Dom (Abb. 3). Dieser besteht aus einer 15 cm hohen Halbkugel (Ø 30 cm), in der gleichmäßig 200 frei ansteuerbare weiße Leuchtdioden (LEDs) verbaut sind. Eine hierfür programmierte Steuerung löst jeweils pro LED eine Aufnahme aus.

Die entstandenen Bilder zeigen das Motiv jeweils in unterschiedlichem Licht und Schatten. Die Beleuchtungs- informationen aus allen Einzelfotos werden durch die RTI-Software zu einer *Polynomial Texture Map (PTM)* zusammengerechnet. Im Unterschied zu einem herkömmlichen Foto kann aus den Lichtreflektionen die drei- dimensionale Oberflächenform des Bildmotivs abgeleitet werden.

Der Benutzer kann außerdem das RTI-Bild erneut interaktiv beleuchten. Die Software bietet hierfür verschiedene Darstellungsmodi (*Default, Specular Enhancement, Normals Visualisation*). Abbildung 4a zeigt beispielsweise einen tauschierten Riemenbeschlag in der Default-Ansicht mit zentraler Ausleuchtung. Die zweifarbigen Verzierungen auf dem eisernen Fundstück sind sehr gut erkennbar. In Abbildung 4b hingegen tritt im Normals Visualisation-Modus die Oberflächenstruktur des Riemen- beschlages mit seiner erodierend kor- rodierten eisernen Grundplatte deut- lich hervor. Für Abbildung 4c wurden alle 200 LED angesteuert. So entsteht eine schattenfreie, gleichmäßige Aus- leuchtung.

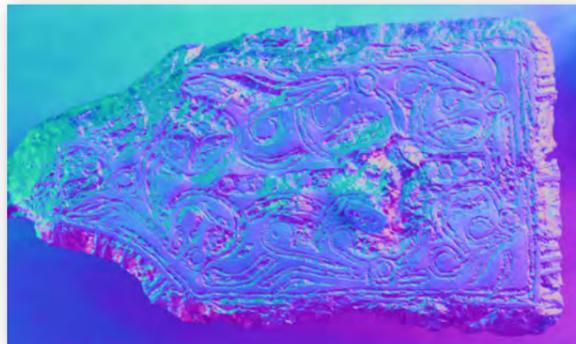


Abb. 4: Bichrom tauschiertes Riemenbeschlag aus dem merowingischen Gräberfeld, Rotweinstraße, Ingelheim. (a) Default-Ansicht; (b) Normals Visualisation- Ansicht, (c) 200 Lichtpunkte auf der glänzenden Kugel. Fotos: Detlef Bach



Datenverwaltung im Archiv 200.000 Funde – wie behält man da den Überblick?

von Holger Warnke

Bei (fast) jeder archäologischen Ausgrabung kommen Fun- de ans Tageslicht: Keramikscherben, Knochenfragmente, Steinartefakte, Bruchstücke von Glas, Metallobjekte. Nicht jeder Fund ist von großer Bedeutung und führt gleich dazu, dass „die Geschichte neu geschrieben werden muss“. Aber: aufbewahrt werden muss er trotzdem, etwa für spätere Ana- lysen. Und so ist im Laufe der Jahre in der Forschungsstelle Kaiserpfalz einiges zusammengekommen. Genauer gesagt lagern in ihrem Depot inzwischen fast 200.000 Fundobjekte, die es auf ein Gesamtgewicht von rund sieben Tonnen brin- gen. Aber wie soll man angesichts einer solchen Menge he- rausfinden, in welchem Karton und in welchem Regal sich das Fundstück XY befindet? Dabei helfen zwei Dinge: ein nachvollziehbares System – und ein Computer mit geeig- neter Software.

Die Fundstücke werden, wenn sie von der Grabung kom- men, zuerst gewaschen, dann beschriftet, gezählt und ge- wogen. Die Beschriftung besteht aus einem Buchstaben- und Zahlencode, der u. a. den genauen Fundort und eine laufende Nummer beinhaltet. Sämtliche Informationen werden anschließend in eine Datenbank eingegeben, die mit dem Programm Access erstellt wurde. Ein großer Vor- teil von Access ist die Möglichkeit, die Datenbank bei sich ändernden Anforderungen entsprechend zu erweitern. Ba- sierend auf den vergebenen Bezeichnungen kann man in der Datenbank nach Kriterien wie z. B. der jeweiligen Gra- bung oder nach einer Materialgruppe filtern und so sehr zügig das gesuchte Objekt finden. Auch eine Suche nach Schlagworten ist möglich, ist aber bei Fundstücken aus frü- heren Grabungen noch nicht vollständig ergänzt.

Nr.	Fundkomplex	Straße/Thor	Datum	Fläche	Planum	Refund	Fundzusammensetzung	Material	Menge	Gewicht g	Angrabe	Datierung	Stationierung	Link	Schlüsser	Wahrzeichen			
32695	IH-09-G0170	BvH Gaensberg Gae	10.10.2017	9	G	9037	Abtiefen Planum G zu H	B	18	111								Edtieren	
32696	IH-09-G0170	BvH Gaensberg Gae	10.10.2017	9	G	9037	Abtiefen Planum G zu H	S	1		Muschel							Edtieren	
32697	IH-09-G0170	BvH Gaensberg Gae	10.10.2017	9	G	9037	Abtiefen Planum G zu H	Z		82								Edtieren	
32698	IH-09-G0170	BvH Gaensberg Gae	10.10.2017	9	G	9037	Abtiefen Planum G zu H	S		22	Brandlehm							Edtieren	
32699	IH-09-G0170	BvH Gaensberg Gae	10.10.2017	9	G	9037	Abtiefen Planum G zu H	Sk		2								Edtieren	
32700	IH-09-G0170	BvH Gaensberg Gae	10.10.2017	9	G	9037	Abtiefen Planum G zu H	G		2								Edtieren	
32701	IH-09-G0170	BvH Gaensberg Gae	10.10.2017	9	G	9037	Abtiefen Planum G zu H	S		345	Weggewichte							Edtieren	
32702	IH-09-G0170	BvH Gaensberg Gae	10.10.2017	9	G	9037	Abtiefen Planum G zu H	Mz		8	Münze	Tresor	Bildc					Edtieren	
32694	IH-09-G0170	BvH Gaensberg Gae	10.10.2017	9	G	9037	Abtiefen Planum G zu H	K		21								Edtieren	
32626	IH-09-G0171	BvH Gaensberg Gae	10.10.2017	9	G	9037	Abtiefen	S		4	50	Brandlehm						Edtieren	
32821	IH-09-G0173	BvH Gaensberg Gae	06.10.2017	9	F	9037	Abtiefen Planum F zu G, Quadrant	S		60	Weggewicht							Edtieren	
32822	IH-09-G0173	BvH Gaensberg Gae	06.10.2017	9	F	9037	Abtiefen Planum F zu G, Quadrant	S		168	Brandlehm							Edtieren	
32820	IH-09-G0173	BvH Gaensberg Gae	06.10.2017	9	F	9037	Abtiefen Planum F zu G, Quadrant	Sk		8								Edtieren	
32819	IH-09-G0173	BvH Gaensberg Gae	06.10.2017	9	F	9037	Abtiefen Planum F zu G, Quadrant	Z		21								Edtieren	
32817	IH-09-G0173	BvH Gaensberg Gae	06.10.2017	9	F	9037	Abtiefen Planum F zu G, Quadrant	Hk			(14C-Datierung 12.2017)	cal AD 64						Edtieren	
32816	IH-09-G0173	BvH Gaensberg Gae	06.10.2017	9	F	9037	Abtiefen Planum F zu G, Quadrant	B		18	29							Edtieren	
32815	IH-09-G0173	BvH Gaensberg Gae	06.10.2017	9	F	9037	Abtiefen Planum F zu G, Quadrant	K		14								Edtieren	
32818	IH-09-G0173	BvH Gaensberg Gae	06.10.2017	9	F	9037	Abtiefen Planum F zu G, Quadrant	St		4								Edtieren	
32823	IH-09-G0173	BvH Gaensberg Gae	06.10.2017	9	F	9037	Abtiefen Planum F zu G, Quadrant	M		1	Messer mit Holzanhaftung	Weinschr	Bildc	Messer				Edtieren	
32762	IH-09-G0174	BvH Gaensberg Gae	06.10.2017	9	F	9037	Abtiefen Planum F zu G	S		24	Brandlehm							Edtieren	
32758	IH-09-G0174	BvH Gaensberg Gae	06.10.2017	9	F	9037	Abtiefen Planum F zu G	B		14	103							Edtieren	
32759	IH-09-G0174	BvH Gaensberg Gae	06.10.2017	9	F	9037	Abtiefen Planum F zu G	Z		47								Edtieren	
32760	IH-09-G0174	BvH Gaensberg Gae	06.10.2017	9	F	9037	Abtiefen Planum F zu G	K		15								Edtieren	
32761	IH-09-G0174	BvH Gaensberg Gae	06.10.2017	9	F	9037	Abtiefen Planum F zu G	S		77	Weggewicht							Edtieren	
34712	IH-09-G0188	BvH Gaensberg Gae	13.10.2017	9	I	9037	Abtiefen Planum I->J, Quadrant	P		36								Edtieren	
34710	IH-09-G0188	BvH Gaensberg Gae	13.10.2017	9	I	9037	Abtiefen Planum I->J, Quadrant	Hk										Edtieren	
34711	IH-09-G0188	BvH Gaensberg Gae	13.10.2017	9	I	9037	Abtiefen Planum I->J, Quadrant	K		3								Edtieren	
33040	IH-09-G0189	BvH Gaensberg Gae	13.10.2017	9	I	9037	Abtiefen Pl. I->J	Z		12								Edtieren	
33041	IH-09-G0189	BvH Gaensberg Gae	13.10.2017	9	I	9037	Abtiefen Pl. I->J	B		4	8							Edtieren	

Fotos der Fundstücke sind ebenfalls Bestandteil der Datenbank und helfen bei der Identifizierung von Objekten. Detaillierte Beschreibungen und Untersuchungsergebnisse vervollständigen den Datenbestand, so dass alle notwendigen Informationen über ein Objekt zielgerichtet auffindbar sind. Zuletzt wird noch der genaue Lagerungsort gespeichert: Nur so ist es möglich, einen Fund im Lager schnell zu finden, wenn er zum Beispiel in die nächste Ausstellung eingebunden werden soll. Auch für die Auswahl und Vorbereitung der Funde für externe Analysen ist die Datenbank unerlässlich. Dazu gehören u. a. die Radiokarbondatierung von Knochen und Holzkohle, Materialanalysen und anthropologische Untersuchungen. Bei den meisten Funden handelt es sich um kleine Bruchstücke. Nur selten haben Archäologen so viel Glück, dass etwa Gefäße im Ganzen geborgen oder wenigstens aus mehreren Bruchstücken wieder rekonstruiert werden können. Im Lager benötigen diese besonderen Objekte etwas mehr Platz, da sie nicht in die allgemeinen Fundkisten eingelagert, sondern sorgfältig in eigenen Kartons und eigenen Regalen aufbewahrt werden.

Ein Problem im Archiv stellt der Zerfall von Funden dar. Eisenobjekte werden zwar vor der Lagerung fachgerecht konserviert, würden aber bei unsachgemäßer Lagerung dennoch weiter rosten. Um dies zu verhindern, wurden Weinschränke abgedichtet und mit einem Trockenmittel ausgerüstet. Dort lagern jetzt die Eisenobjekte bei sehr niedriger relativer Luftfeuchtigkeit bis max. 18%, um auch längerfristig einer weiteren Korrosion vorzubeugen. Bei Knochenmaterial können immer mehrere äußere Faktoren einfließen, die eine speziellere Handhabung und Lagerung notwendig machen. Einige Knochen können Schimmelpilze aufgenommen haben, andere sind so brüchig, dass sie unter dem kleinsten Druck bereits zerbröseln würden. Auch in diesen Fällen muss also vorgesorgt werden, da sonst für spätere Untersuchungen nichts mehr übrigbleiben würde.

Bildnachweise

Umschlag: 3D-Rekonstruktion der frühmittelalterlichen Siedlung: Alexander Slowikow M. A.; Artwork: Ina Meillan, Ingelheim

Seite 4: Porträt E. Breyer: © Stadt Ingelheim

Seite 6: Porträt S. Ristow: © Christoph Hennes, Köln

Seite 7: Rekonstruktion Dom-Baustelle Aachen: © ArchaeoPlanRistow, Narmer | Kubatur der Pfalz Werla: © ArchaeoPlanRistow

Seite 8/9: Rekonstruktion von St. Remigius und der Taufpiscina: © ArchaeoPlanRistow

Seite 10/12: Fotos: © Stadt Ingelheim, Benjamin May

Seite 10/11/12: ©Stadt Ingelheim, Rekonstruktion: Holger Grewe M. A., Umsetzung: Archimedix GmbH, 2010

Seite 13: © Stadt Ingelheim, Rekonstruktion ArchimediX GmbH & Holger Grewe M. A., 2010 | © Stadt Ingelheim, Entwurf: Atelier Hähnel-Bökens, Fotograf Benjamin May | © Stadt Ingelheim, Fotograf Benjamin May

Seite 14/15: © Stadt Ingelheim, Entwurf: Atelier Hähnel-Bökens 2018, nach der Rekonstruktion von ArchimediX GmbH & Holger Grewe M. A., 2010

Seite 16/17: Foto des Rundweg-Schildes: © Stadt Ingelheim, Benjamin May

Seite 17: Entwurf und Grafik von Archimedix GmbH, bearbeitet von Sebastian Ferch, © Stadt Ingelheim

Seite 18: eGuide: © Stadt Ingelheim, eyed GmbH | Broschüre neu: © Stadt Ingelheim, Grafik: Katrin Dreyspring

Seite 19: App: © Stadt Ingelheim, eyed GmbH

Seite 20: Karte und Tafel neu: ©Stadt Ingelheim, Grafik: Katrin Dreyspring

Seite 21: Forschungsprojekt Ortsbefestigungen Ingelheim

Seite 22/23: © Stadt Ingelheim, Forschungsstelle Kaiserpfalz

Seite 24: Forschungsprojekt Ortsbefestigungen Ingelheim

Seite 25: Hologramm-Vitrine Trifels: © Stadt Ingelheim, Benjamin May

Seite 26: Hologramm-Vitrine „Der charismatische Ort“: © Stadt Ingelheim, Benjamin May | Animierte Karte: Prof. Dr. Caspar Ehlers und Ulrich Haarlammert (maßwerke, Münster), 2019

Seite 27/28: © Stadt Ingelheim, Benjamin May

Seite 28/29: Laserscan der heutigen Burg Trifels: © Medienatelier Darmstadt

Seite 30/31: Screenshots von der Seite der Kaiserpfalz Ingelheim bei Facebook

Seite 32: Piotr Noszczyński M. A./M.Sc.

Seite 34–37: Nr. 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9: Piotr Noszczyński M. A./M.Sc.; Nr. 6, 10: Alexander Slowikow M. A.

Seite 38: © Madlen Engel

Seite 39: © Thomas Hartmann/Johannis Gutenberg-Universität Mainz

Seite 40: beide Bilder: © PD Dr. phil. Peter Haupt

Seite 41: beide Bilder: © Dominic Rieth

Seite 43: © Stadt Ingelheim, Christoph Bassler M. A. (Foto), Piotr Noszczyński M. A./M.Sc. (Bearbeitung)

Seite 44/45: © Stadt Ingelheim, Piotr Noszczyński M. A./M.Sc.

Seite 46: Grundrissplan wahrscheinlich aus dem 17. Jh., (© Europäisches Burgeninstitut in Braubach), Stadtkataster (Stadtverwaltung Ingelheim), Ausschnitt aus dem Französischen Kataster 1812 (Stadtarchiv Ingelheim)

Seite 47: **Grafik:** © Stadt Ingelheim, Matylda Gierszewska-Noszczyńska M. A./M.Sc.

Seite 48: Befunde „Gebraannter Hof“: © Stadt Ingelheim, Piotr Noszczyński M. A./M.Sc.

Seite 49: Ausschnitt aus dem Großherzoglich-Hessischen Kataster 1842 (Stadtarchiv Ingelheim) (oben); Engelhart-Plan im Original, Engelhart 1621 (unten)

Seite 51: Karte mit 3D-Perspektive: „Plan der Umgegend von Mainz“ a. d. J. 1858, aufgenommen und gezeichnet von A. v. Wittich und J. Lehnhardt, © SLUB / Deutsche Fotothek, Deutsche Fotothek: <http://www.deutschefotothek.de/documents/obj/90008274> (Stand 27.09.2021)

Seite 52: Rekonstruktion: Alexander Slowikow M. A.

Seite 53: © Stadt Ingelheim, Alexander Slowikow M. A.

Seite 54: Digitale Rekonstruktion des Grubenhauses: Alexander Slowikow M. A.

Seite 54: Grabungsplan „Gebraannter Hof“ mit Modellen: Alexander Slowikow M. A.

Seite 55–58: Eigenbau und Fotos: Detlef Bach

Seite 59: Foto: Ines Birk

Seite 60: Screenshot: Holger Warnke

Stadtverwaltung
Ingelheim am Rhein

Forschungsstelle Kaiserpfalz

Mainzer Straße 68
55218 Ingelheim
Telefon 06132 782-0
info@ingelheim.de
www.kaiserpfalz-ingelheim.de

1. Auflage (Oktober 2021)

Ihr Ansprechpartner

André Madaus

Telefon 06132 782-392

andre.madaus@ingelheim.de

Schutzgebühr 2,50 €

1. Auflage (Oktober 2021)

Stadtverwaltung Ingelheim am Rhein



Forschungsstelle
Kaiserpfalz

Mainzer Straße 68

55218 Ingelheim am Rhein

www.kaiserpfalz-ingelheim.de

