

Katharina Peisker/Holger Grewe

Methoden der wissenschaftlichen Mauerwerksuntersuchung am Beispiel der Ingelheimer Pfalz

Abb. 1. Rekonstruktion der Pfalz Ingelheim im Bauzustand um 800, Ansicht von Norden, Volumenmodell M 1:100 (Modell Stadt Ingelheim, Holger Grewe/Thomas Flügel, 2005; Foto: Volker Iserhardt, 2014).



Die Ingelheimer Pfalz¹

Palatium Ingilenheim

[HG] Im „Saal“ von Ingelheim am Rhein sind zumeist untertägig die Reste monumentaler Bauten des Früh- und Hochmittelalters erhalten, deren archäologisch um 800 datierte Gründungsphase mit einem literarisch in den 820er-Jahren bezeugten *Palatium* gleichgesetzt wird: „Auch herrliche Paläste baute er, einen nicht weit von der Stadt Mainz bei dem Hofgut Ingelheim, einen zweiten zu Nimwegen ...“ (*Einhardi, Vita Karoli Magni*, cap. 17). Die Lage der Pfalz auf einer ca. 250 x 300 m großen Hangterrasse am Nordabhang des Rheinhessischen Plateaus (Mainzer Berg) zum Rheingraben verlieh der Architektur eine hervorragende Sichtbarkeit und Fernwirkung. Vom Rhein aus betrachtet war die Pfalzanlage eine auffällige Landmarke, aber auch von der Pfalz aus bot sich ein eindrucksvoller Blick über den Strom sowie in den Rheingau und Taunus. Auf dieser Hangterrasse war der Nordflügel auf einer Breite von 75 m an den Rand der natürlichen Hangkante gerückt (Abb. 1).

Seine innere Raumteilung gliedert sich in eine Abfolge von sechs bis acht Sälen von verschiedener Breite, aber immer derselben Raumtiefe von 11,5 m. Funktionsanzeigende Befunde fehlen, von der Bauausstattung sind wenige Wandputzreste erhalten (rote Floralranken auf weißem Grund). Die Säle wurden hofseitig von einem Säulengang her erschlossen, der dem Nordflügel in der Sicht vom Innenhof her ein antikisierendes Erscheinungsbild verlieh.

Der Gebäuderiegel und sein Säulengang wurden zu gleicher Zeit um 800 als ein Bestandteil der Pfalzgründung Karls des Großen errichtet. Der dem Planideal nach symmetrische Grundriss ist aus zwei einfachen geometrischen Formen zusam-

mengesetzt: einem Quadrat und einem Halbkreis (Abb. 2). Die vier Seiten des Quadrats werden von untereinander verbundenen Gebäudegruppen gebildet. Die westliche Seite ist aus der *Aula regia*, ihrer Vorhalle und einem offenen Vorhof zusammengesetzt. Die nördliche Seite besteht aus einem offenen, 60,5 m langen Gebäuderiegel und einem Querbau, der markant aus der nördlichen Baulinie hervortritt. Ob die Südseite des Quadrats schon in karolingischer Zeit eine geschlossene Bauweise erhielt, ist eine offene Frage, zu deren Beantwortung weitere Ausgrabungen erforderlich sind. Spätestens im 10. Jahrhundert wurde aber auch dort Geschlossenheit hergestellt, indem die Saalkirche die Baulinie zwischen der halbkreisförmigen Exedra und dem kleinen karolingischen Apsidenbau schloss. Die östliche Seite des Quadrats im Inneren der Pfalz war möglicherweise immer geöffnet, um den halbmondförmigen Peristylhof innen vor der *Exedra* optisch zu betonen.

Ein prägendes Merkmal des Ingelheimer Bauplans sind die Innenhöfe. Von der Grundform her verschieden, waren ihre architektonische Gestaltung und Ausstattung jedoch ähnlich: Auf der Innenseite der Exedra ist ein Säulengang klassischer Ordnung nachgewiesen, der bei gleichen Dimensionen auch am Nordflügel existierte. Wiederverwendete kostbare römische Säulen, Säulenbasen und Kapitelle verliehen diesen Gängen und damit den Höfen, deren Rahmung sie waren, wiederum Züge römischer Architektur (Abb. 3).

Aber nicht nur das Phänomen der Spolierung spiegelt die Bezugnahme auf (spät-)antike Ästhetik und Bauideen, sondern auch die Übernahme ganzer Gebäudeformen mitsamt ihrer kennzeichnenden Bauausstattung, wie es hier am Beispiel der *Aula regia* pars pro toto aufgezeigt werden soll.



Abb. 2. Befundplan der Mauerwerke mit Rekonstruktionen (gestrichelt) und Eintragung der Grabungsflächen, M 1:1000.

Braun: Christian Rauch 1909–1914;

rosa: Walter Sage/Hermann Ament 1960–1963;

blau: Walter Sage/Uta Weimann 1965–1970;

grün: Holger Grewe 1993–2012).

1 Aula regia,

1a Vorhalle (Narthex),

2 Nordflügel,

2a Querbau,

3 Bassin der Fernwasserleitung,

4 Saalbrunnen,

5 Trikonchos,

6 Kirche II,

7 Saalkirche (ottonisch),

8 Vorgängerbau Saalkirche,

9 Halbkreisbau,

9a Pfeilerhalle,

9b Heidesheimer Tor,

10 kleiner Apsidenbau.

Die heutige Wohnbebauung ist hellgrau hinterlegt (Stadt Ingelheim, Radoslaw Myszka, 2014/Thomas Raab, 2015).

Rezeption und Innovation: Die Königshalle (Aula regia)

Rechtwinklig zum Nordflügel stehend war am westlichen Rand des großen Innenhofs die *Aula regia* angeordnet. Der Apsidensaal misst 16,5 x 40,5 m, die Traufhöhe lag – rekonstruktiv ermittelt – bei ca. 13,5 m. Der Bau umschloss also das größte Innenraumvolumen aller Pfalzgebäude, das weder vertikal durch Geschossebenen noch horizontal durch eine drei- oder mehrschiffige Binnengliederung unterteilt war. Die leicht eingezogene halbrunde Apsis hatte ein erhöhtes Bodenniveau, das über eine im Befund nachgewiesene Treppe

mit drei Steigungen zu je 0,25 m betreten wurde. Die hier außerordentlich gute Mauerwerkserhaltung lässt eine Belichtung durch vier große nebeneinanderliegende Fenster erkennen. Gerahmt wurde die Apsis von Eckquaderungen aus spolierten Sandsteinblöcken, deren östliche mit einer *in situ* erhaltenen Kämpferplatte abschließt. Diese bildete den Fußpunkt eines Apsisbogens von 4,65 m Radius. Alle drei Merkmale definieren die Südkonche als architektonisch am stärksten akzentuierten Ort der *Aula regia*, vielleicht der

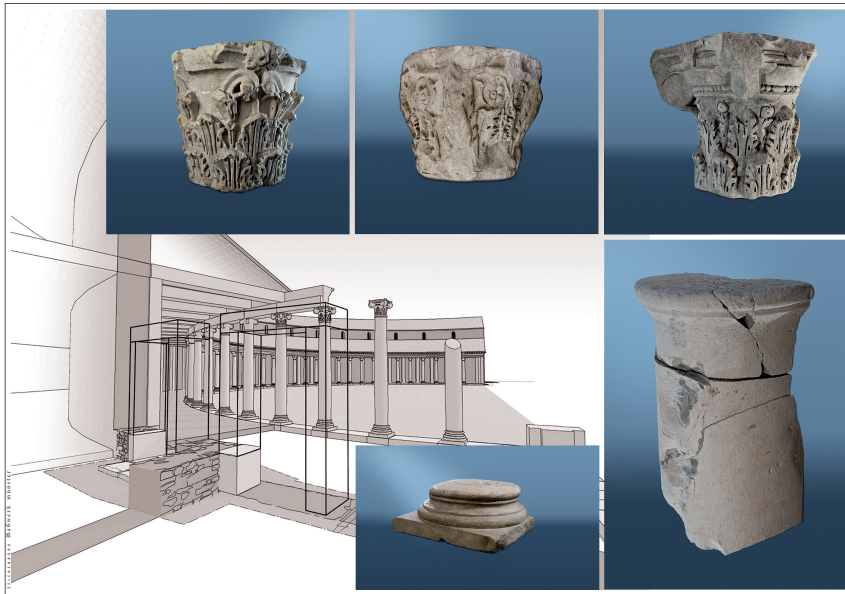


Abb. 3. Rekonstruktions-skizze des Peristylhofes mit Spolien (Rekonstruktion: Maßwerke 2001; Fotos: Dieter Wolf 2009/2010, Montage Stadt Ingelheim, Radek Myszka, 2015).

Pfalz insgesamt (Abb. 4). Ihr gegenüberliegend war der Haupteingang angeordnet. Zwei 1,7 m breite Türen stellten die Verbindung zu einem Narthex mit dreischiffigem Eingangsportal her. Der verzahnte Bauverband belegt die gleichzeitige Entstehung beider Bauglieder, deren Breite und axiale Orientierung einander entsprechen. Zwei weitere Zugänge liegen in den Langseiten exakt in der Querachse der Aula.

Circa 3.000 Fragmente von zum Teil polychrom bemaltem Wandputz belegen keineswegs ein aufwändig komponiertes figürliches Bildprogramm, wie es Ermoldus Nigellus in einem kurz nach 826 verfassten Panegyricus beschreibt (*Ermoldus Nigellus, De honore Hludovici ...*). Vielmehr lassen sich aus den Fragmenten geometrische Farbflächen rekonstruieren, die als illusionistische Imitation von Wandinkrustationen aus farbigem Marmor interpretiert werden können.

Abb. 4. Aula regia. Blick nach Süden in die Apsis mit überlagelter Rekonstruktion (Archimedix Gbr und Stadt Ingelheim; Holger Grewe, 2010).



Die partiell ungestörte Stratigrafie des Innenraums mit ihrer charakteristischen Abfolge von Bauhorizonten, Planierungen und Fußbodenestrichen datiert den ersten Bau Ende des 8. Jahrhunderts bzw. um 800. Zu den Datierungsmitteln aus der Gründungszeit zählt unter anderem eine kostbare Riemenzunge mit Tassilokelchstil-Dekor (Abb. 5). Unter den Pfalzaulen der Karolingerzeit hat der Ingelheimer Saal keine unmittelbare Entsprechung, zeigt aber eine augenfällige Verwandtschaft zur Königshalle der Aachener Pfalz. Die Grundform der beiden Aulen weist den Einfluss (spät-)antiker Apsidensäle auf. Die Übereinstimmung insbesondere mit der konstantinischen Palastaula in Trier (frühes 4. Jahrhundert) erstreckt sich zumal für Ingelheim über die Bauform hinaus auf die Längerschließung, bei der sich Apsis und Eingänge an den Giebelseiten gegenüberliegen und auf den Narthex vor dem Hauptzugang, für dessen Anordnung und Bautypus allerdings unterschiedliche Lösungen gewählt worden sind. Selbst die Praefurnien der Hypokaustenheizung in Trier sind anscheinend in Ingelheim geplant, in Ansätzen realisiert, jedoch nie zu funktionstauglichen Boden- und Wandheizungen ausgebaut worden. Dabei wurde keineswegs die Imitation eines Architekturvorbilds ins Werk gesetzt, sondern eine selektive Übernahme kennzeichnender Merkmale vollzogen, die mit neuen Elementen, etwa den symmetrisch angeordneten Seitenportalen, zu einem eigenständigen Bauprogramm entwickelt wurden, in dem sich Tradition und Innovation verbanden.

Wissenschaftliche Mauerwerksuntersuchung

[KP] In der Pfalzenforschung stellen Mauerwerke zentrale Befunde dar. Sie ermöglichen es trotz des im Allgemeinen sehr schlechten Erhaltungszustandes dieser Gattung, Form und Aussehen sowie teilweise die Funktion einzelner Gebäude und der Gesamtanlage zu rekonstruieren, wie auch Aussagen zur Bautechnik zu machen. Die Methoden der wissenschaftlichen Mauerwerksuntersuchung werden hier anhand der Forschungen zur Pfalz Ingelheim erläutert.

Die Disziplinen am Mauerwerk: Archäologie und Bauforschung

Die wissenschaftliche Untersuchung von Mauerwerken umfasst im bestmöglichen Fall das Mauerwerk vom Fundament bis ins Aufgehende und die angrenzenden Erdschichten, d. h. die Fachdisziplinen Archäologie und Bauforschung sind hier gleichermaßen beteiligt. Während die Archäologie die Abfolge der Erdschichten (Stratigrafie) und deren Fundmaterial im Fokus hat, konzentriert sich die Bauforschung auf detaillierte Beobachtun-

gen am Mauerwerk wie z. B. Fügungstechnik, Löcher, Baufugen und Zusetzungen. Gemeinsames Ziel ist es, ein Maximum an historischer Information zu erfassen und zu dokumentieren, um so die Entstehungs- und Nutzungsgeschichte des Mauerwerks zu rekonstruieren.²

Die Arbeitsmethoden der Wissenschaften Archäologie und Bauforschung, die sich ab der Mitte des 19. Jahrhunderts gemeinsam zu entwickeln begannen, werden im Folgenden am Fallbeispiel der Pfalz Ingelheim in ihrer Entwicklung bis hin zu den heutigen Untersuchungsstandards beschrieben. Dies ist deswegen von besonderem Interesse, da die Forschungsgeschichte der Ingelheimer Pfalz genauso alt ist wie die sie erforschenden Wissenschaften.³ Pfalzenforschung in Ingelheim bedeutet eine permanente Auseinandersetzung mit den früheren Methoden, um die damals erzielten Ergebnisse prüfen, bewerten und somit heute nutzbar machen zu können.

Arbeitsmethoden und ihre Entwicklung

Bauaufnahme

Die Grundlage jeder wissenschaftlichen Mauerwerksuntersuchung ist eine umfassende, maßstabgerechte und detailgenaue Bauaufnahme⁴, das heißt die vollständige zeichnerische Erfassung eines bestehenden Bauwerkes. Die Bauaufnahmeformen haben sich seit ihren Anfängen bis heute stark weiterentwickelt. Das Bauwerk wird immer genauer beobachtet, was im zunehmenden Genauigkeitsgrad der Zeichnungen zum Ausdruck kommt.

Zunächst arbeitete man mit Aufmaßskizzen, die anschließend im Büro am Zeichentisch ins Reine gezeichnet wurden⁵. Unregelmäßigkeiten wurden so meist nicht beobachtet, das Bauwerk wurde nur schematisch erfasst. Aus der archäologischen Bauforschung heraus entwickelte sich dann Ende des 19. Jahrhunderts die Methode des Zeichnens direkt vor dem Objekt: Messen, Beobachten und Zeichnen wurden dabei in einem Arbeitsschritt zusammengefasst.⁶ Diese Arbeitsweise führte zu den stein- und verformungsgetreuen Bauaufnahmen, die dem heutigen wissenschaftlichen Standard der Bauforschung entsprechen. Sie haben den Anspruch, alle Einzelheiten eines Bauwerks zu erfassen, also eine vollständige Bestandsaufnahme des Bauwerks zu sein.⁷

Neben dem traditionellen Handaufmaß stehen heute mit der modernen Vermessungs- und Computertechnik und der Fotografie weitere Bauaufnahmeverfahren zur Verfügung, die mit dem Handaufmaß kombiniert werden oder es auch ersetzen können: die Tachymetervermessung mit Einlesen der Messpunkte in ein CAD-Programm, die Fotogrammetrie sowie das Erstellen von digitalen 3D-Modellen mittels Structure from Motion (SfM) oder dem Laser-Scan. Die automatisierten Verfahren machen das



Abb. 5. Riemenzunge mit Tassilokelchstil-Dekor. Fundlage im östlichen Narthex der Aula regia (Volker Iserhardt, 2013).

Aufmaß wirtschaftlicher, ersetzen jedoch nicht das notwendige genaue Beobachten, das im Zeichenprozess bereits inbegriffen ist.

Bei den ersten systematischen Plangrabungen in Ingelheim von 1909–1914⁸ unter der örtlichen Leitung des Kunsthistorikers Christian Rauch wurden Architekten hinzugezogen, um „genaue zeichnerische Aufnahmen in grossem Masstab von allen Teilen“⁹ herzustellen.¹⁰ Gegenstand der Zeichnungen sind hauptsächlich Mauerwerke, die durch einige Tafeln mit Gesamtplänen, Rekonstruktionen und Bauskulptur ergänzt werden.¹¹ Die Mauerwerke wurden in der Regel im Maßstab 1:100 dargestellt, spezielle Bauteile wie Türen, Fenster oder die Fernwasserleitung wurden in den Maßstäben 1:50, 1:25 bzw. 1:20 gezeichnet.¹² Zu ungefähr gleichen Anteilen wurde sowohl mit Aufmaßskizzen als auch mit maßstäblichen Zeichnungen gearbeitet.¹³ Die Art der Mauerwerksdarstellung variiert stark: Quader und Steinplatten wurden sorgfältig aufgemessen und gezeichnet, das Bruchsteinmauerwerk allerdings wurde in der Regel weder vollständig noch steingetreu beobachtet: Die Mauerwerksansichten sind als Materialsignatur und atmosphärische Darstellung zu verstehen. Dies verdeutlichen die in jeder Maueransicht vorkommenden, leer gelassenen Bereiche. Einen deutlichen Nachweis dafür liefert die Tafel 28, die denselben Befund – nämlich den nördlichen Turmzugang am Heidesheimer Tor – in zwei verschiedenen Zeichnungen zeigt: Die Bruchsteindarstellungen weichen voneinander ab, keine stimmt mit dem Original überein. Während des Forschungsabschnitts der 1960er-Jahre wurden in Ingelheim steingetreue Mauerwerksansichten sowie Planums- und Profilzeichnungen im Maßstab 1:20 als Standard etabliert. Diese Zeichnungen wurden auf der Grabungsfläche und vor der Mauer auf Millimeter-Papier erstellt



Abb. 6. Aula regia, Apsis, Mauerwerksuntersuchungen 1965. Uta Weimann (sitzend auf der untersten Gerüstlage) bei der Erstellung einer stein- und verformungsgetreuen Bauaufnahme (Foto: Unbekannt 1965).

(Feldzeichnungen, Abb. 6). Dabei blieb es auch im darauffolgenden Forschungsabschnitt seit 1993, in dem aber insbesondere für Mauerwerksansichten zunehmend fotogrammetrische Aufnahmen als Zeichnungsgrundlage genutzt wurden.

Seit fünf Jahren sind in Ingelheim die Feldzeichnungen Geschichte. Maßstäbliche Darstellungen der Befunde werden nun ausschließlich fotografisch erstellt. Fotogrammetrische Aufnahmen wurden zunächst zur Abbildung von Mauerwerksansichten, dann von Plana und Profilen genutzt, heute dienen sie zur Erzeugung von Punktwolken und 3D-Modellen mittels der SfM-Methode, aus denen im Anschluss Orthofotos generiert werden. Vorteile dieser Methode gegenüber dem Handaufmaß sind die Genauigkeit, die Darstellbarkeit in unterschiedlichen Maßstäben und der deutlich geringere Zeitaufwand, was insbesondere bei Not- und Rettungsgrabungen eine entscheidende Rolle spielt. Im Gegensatz zur Zeichnung, die von Anfang an eine Interpretation darstellt, ist das Orthofoto eine Abbildung, in die die Interpretationen erst in einem zweiten Schritt eingetragen werden und zu der man im Zweifelsfall zurückkehren kann. Das 3D-Modell ersetzt zudem die Tachymetervermessung, da es Höhenangaben zu allen Punkten beinhaltet. Eine Schwierigkeit dieser Methode ist – insbesondere bei großen Grabungsflächen – das Gewährleisten gleichbleibender und gleichmäßiger Lichtverhältnisse für alle Aufnahmen. Überlappungen benachbarter Fotos werden nur bei gleichen Farbigkeiten erkannt.

Die Ausgangsposition bei der Erstellung der zeichnerischen Dokumentation hat sich verändert: Der Forscher tritt nicht mehr mit einem leeren Blatt Millimeterpapier vor den Befund, sondern mit einem maßstäblichen Ausdruck eines Orthofotos. Die Befunde werden genau beobachtet, ihre Grenzen in den Ausdruck eingetragen und im Anschluss mittels GIS- oder CAD-Software digitalisiert. Entscheidend für eine gute und umfassende Dokumentation ist bei dieser Methode – genau wie bei der Handzeichnung – das direkte Arbeiten vor dem Befund.

Fotografie

Während heute im Zuge der Digitalfotografie und neuer softwaretechnischer Möglichkeiten die Fotografie zunehmend als Zeichnungsgrundlage genutzt wird, waren Zeichnung und Fotografie im 19. und 20. Jahrhundert zwei eigenständige und gleichberechtigte Dokumentationsmethoden einer Ausgrabung oder Bauuntersuchung, die in Form einer „Doppeldokumentation“ bei Widersprüchen und Fragen für Klärung sorgen konnte.

In der ersten Ingelheimer Forschungsphase erstellte der Berufsfotograf Wilhelm Huf mehr als 100 Schwarz-Weiß-Fotografien der ergrabenen und oberirdisch erhaltenen historischen Mauerwerke sowie der Grabungsmannschaft und den Bewohnern Nieder-Ingelheims.¹⁴ Neben ihrem Wert als

zeithistorische Dokumente sind sie dann besonders wichtig, wenn Zweifel an der zeichnerischen Dokumentation aufkommen oder sie Grabungssituationen zeigen, die nicht gezeichnet wurden. In den 1960er-Jahren wurden Mauerwerke und Profile mit Zollstock und Nivellierlatte in Farbe abgelichtet, ab 1993 wurden Plana und Profile nach sorgfältiger Reinigung sowohl in Schwarz-Weiß- als auch in Farbfotografien mit Maßstab und Nordpfeil dokumentiert. Anfang des 21. Jahrhunderts löste die Digitalfotografie die analoge Fotografie ab und ist heute Grundlage der Zeichnung (Fotogrammetrie) oder des 3D-Modells (siehe Bauaufnahme).

Befundbeschreibung

Bauaufnahme und Fotografien werden durch eine schriftliche Befundbeschreibung ergänzt. Diese sorgt für eine erste Ansprache des Befundes und eine übersichtliche Katalogisierung aller Bauteile. Sie liefert einen ausführlichen Bericht aller gemachten Beobachtungen und stellt zudem Querverweise zu ähnlichen Befunden, zum dazugehörigen Fund- oder Probenmaterial und zu Befundfotografien her. Zusammen mit der Zeichnung ist die Befundbeschreibung die Arbeitsgrundlage für die spätere Auswertung. Entscheidend für ihre Funktionalität sind die Vollständigkeit der Beschreibung sowie die Einheitlichkeit im Aufbau, insbesondere bei unterschiedlichen Bearbeitern über mehrere Grabungskampagnen hinweg.

Der Anteil an textlicher Befundbeschreibung hat sich in Ingelheim im Verlauf der drei Grabungskampagnen konstant erhöht. Während Christian Rauch die Befunde hauptsächlich zeichnerisch und fotografisch dokumentieren ließ und die wenigen, handschriftlich in die Urpläne eingetragenen Kommentare in den publizierten Reinzeichnungen fast vollständig entfernte,¹⁵ wendeten Walter Sage, Hermann Ament und Uta Weimann die Befundbeschreibung systematisch an, d. h. jeder gezeichnete Befund wurde direkt auf der Feldzeichnung beschrieben und in den Grabungsberichten in einen Gesamtzusammenhang gesetzt. Heute handelt es sich bei der Befundbeschreibung um ein separates Dokument, das den Befund in seiner Gesamtheit betrachtet und mit Angaben zur Lage eine erste relative chronologische Einordnung vornimmt und auf sämtliche weitere Dokumentationen, ähnliche Befunde oder Literatur verweist.

Grabungstagebuch

Sehr wertvoll für die spätere Auswertung ist außerdem ein Grabungstagebuch, welches das beteiligte Personal, das Wetter, den Arbeitsort, die Arbeitsabläufe und die gefertigte Dokumentation festhält und somit die Arbeitsweise auf der Grabung im Nachhinein nachvollziehbar macht. So können eventuell nachträgliche Zuordnungen hergestellt oder Fehlerquellen erkannt und eliminiert werden, eine quellenkritische Prüfung vorausgesetzt.

Für die Ingelheimer Grabungen von 1909–1914 führte Christian Rauch Grabungstagebücher. Die offiziellen gingen während des Zweiten Weltkriegs verloren, erhalten haben sich Rauchs persönliche Notizbücher.¹⁶ Informationen zum Personal, den Arbeitsschwerpunkten der einzelnen Kampagnen sowie zu organisatorischen Fragen lassen sich ausschnittshaft den publizierten Vorberichten bzw. den Vorbemerkungen zur Grabungsdokumentation¹⁷ entnehmen.

Die Grabungstagebücher der 1960er-Jahre, wie auch die der seit 1993 laufenden Untersuchungen, befinden sich heute im Dokumentationsarchiv der Forschungsstelle und können zur Auswertung herangezogen werden.

Stratigrafisches Graben

Nicht nur das Mauerwerk, sondern auch der Boden, in dem es gegründet ist, beinhaltet eine Vielzahl von Informationen zur Geschichte eines Bauwerkes. Daher ist die archäologische Ausgrabung zusammen mit der Bauaufnahme die ideale Methodenkombination für eine wissenschaftliche Mauerwerksuntersuchung, die zu einer gesamtheitlichen Betrachtung des Bauwerkes führt. Bei der Pfalzenforschung ist die archäologische Grabung oft notwendige Voraussetzung, da das Mauerwerk in der Regel nur in Form von Fundamentresten im Boden anzutreffen ist.

Das wesentliche Prinzip der modernen Archäologie und Bauforschung ist das der Stratigrafie, d. h. dass die oberen bzw. äußeren Schichten – bei ungestörter Schichtenfolge – jünger als die unteren bzw. inneren sind.¹⁸ Dieses stratigrafische Graben – also das Abtiefen des Bodens unter Beachtung der Abfolge der Erdschichten und das Sammeln des zu den Erdschichten gehörenden Fundmaterials – wurde Ende des 19. Jahrhunderts als Arbeitsmethode der Archäologie entwickelt, setzte sich jedoch nur langsam als konsequent angewandte Arbeitsmethode durch.¹⁹

Christian Rauch verfolgte während seiner Grabungen 1909–1914 Mauerwerke in Form von schmalen Suchgräben²⁰. Sein Hauptaugenmerk galt den Mauerwerksverläufen mit dem Ziel, die Pfalz in ihrer gesamten Ausdehnung zu erfassen. Bodenschichten beobachtete er dabei nur selten, und nur ein Teil dieser Beobachtungen floss in die Ergebnispublikation ein.²¹ Christian Rauch legte eine „erste Scherbensammlung in über hundert Zigarrenkisten“²² an, ließ die Scherben von einem „Fachmann für diese Fundgruppe, Konstantin Koenen“²³, bestimmen und zog sie dann zur Datierung des Bassins der Fernwasserleitung und von Mauerzügen auf dem Saalplatz heran.²⁴ Es wurden Fundzettel geschrieben, manchmal mit rückseitiger Lage-skizze, auf denen der Fundort, manchmal eine relative Höhe, vermerkt wurde.²⁵ Eine Vielzahl von Funden aus den Rauch-Grabungen ist heute ohne Fundzettel. Außer den Zeichnungen der Bauskulp-

tur liegt keine weitere Dokumentation von Fundmaterial vor. Christian Rauch war also das Prinzip des stratigrafischen Arbeitens bekannt, er wendete es jedoch – auf unsere heutigen Standards bezogen – unsystematisch an.

Die systematische Anwendung der stratigrafischen Methode setzte in Ingelheim in der darauffolgenden Forschungsphase in den 1960er-Jahren ein.²⁶ In jeder Fläche wurden nun Erdprofile angelegt, die Schichtenabfolgen in Profilzeichnungen dokumentiert und die Befunde direkt neben der Zeichnung einzeln beschrieben. Planumszeichnungen spielten bei der Dokumentation eine untergeordnete Rolle. Sie zeigen das Schlussplanum oder Mauerwerk ohne Erdbefunde. Funde wurden nun umfänglich gesammelt und stratigrafisch verknüpft, d. h. einer Grabungsfläche, einer Höhenlage und in der Regel einem Befund zugeordnet.

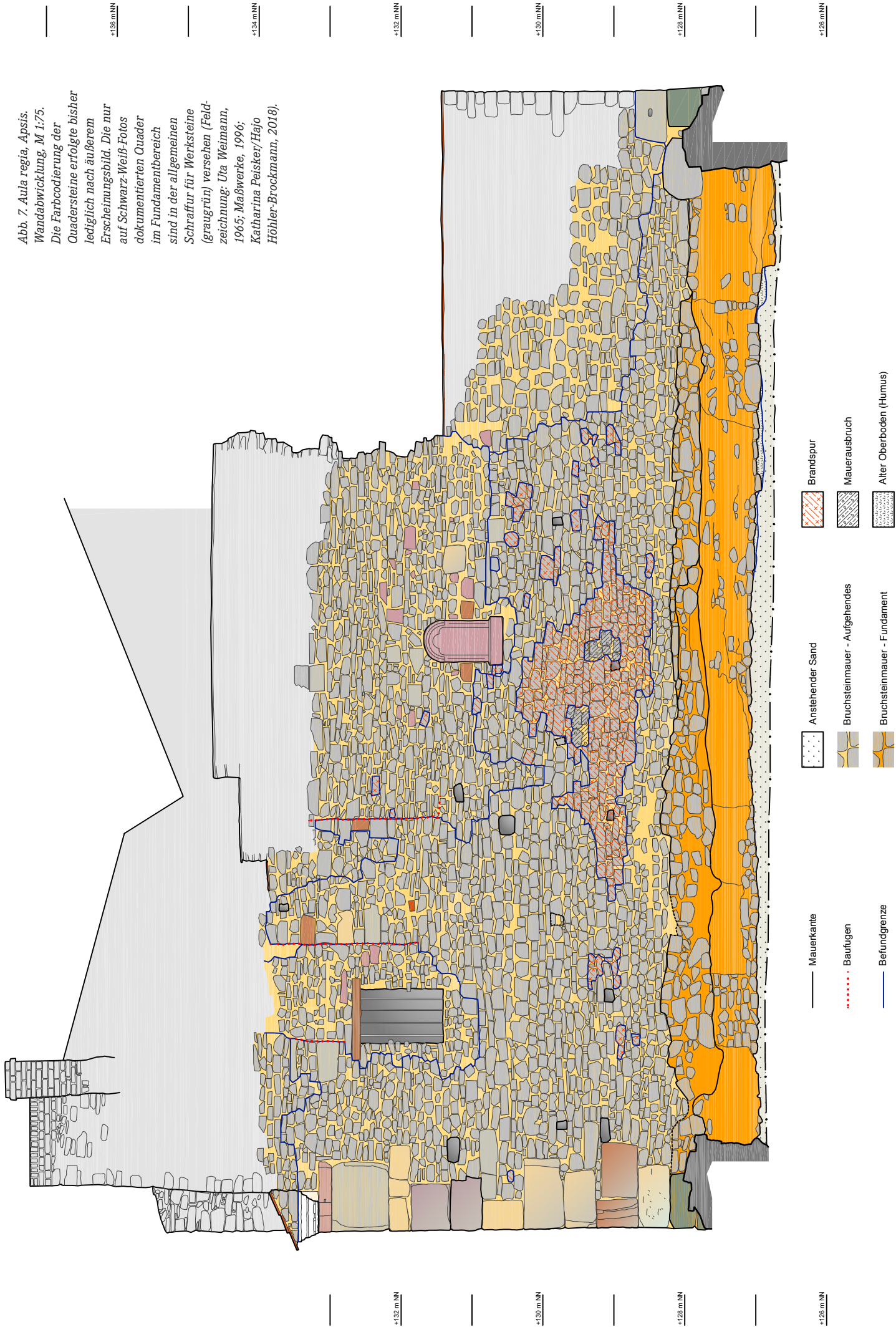
Seit 1993 stehen in Ingelheim Profil- und Planadarstellungen gleichwertig nebeneinander, d. h. auch Zwischenplana werden in maßstäblichen Feldzeichnungen im Maßstab 1:20, skizzenhaft in Schnittprotokollen oder als 3D-Modelle dokumentiert. Es wird sowohl nach künstlichen als auch nach natürlichen Schichten gegraben, jeweils abhängig von der Befundart, der Befunddicke und der Schichtstärke. Die Fundaufnahme erfolgt vollständig und befundbezogen.

Wissenschaftliche Begleitung

Entscheidend für die erfolgreiche Anwendung der beschriebenen Methoden ist die permanente wissenschaftliche Begleitung des gesamten Arbeitsprozesses, der nicht nur die Mauerwerksuntersuchung selbst umfasst, sondern mit der Freilegung des Mauerwerks beginnt. Dieser heute etablierte Standard steht am Ende einer Entwicklung, die anhand der Zusammensetzung der Ingelheimer Grabungsmannschaften deutlich wird.

In Ingelheim wurde die Grabungsleitung in der ersten Forschungsphase von einem Kunsthistoriker übernommen, während seit den 1960er-Jahren Archäologen und Architekten mit dieser Aufgabe betraut waren. Christian Rauch arbeitete neben einem bis zwei Architekten als Zeichner und einem professionellen Fotografen mit einer „Ausgrabungskolonie“ von ca. 18 Mann, die vom Straßenmeister Wilhelm Stritter aus Nieder-Ingelheim geführt wurde.²⁷ Auch der Archäologe Walter Sage und die Architektin Uta Weimann wurden von fachfremdem Personal unterstützt: Bis zu sechs Mitarbeiter örtlicher Baufirmen arbeiteten auf der Grabung, die aber immer wieder – z. B. wegen dringender Betonierarbeiten – von der Grabung abgezogen wurden.²⁸ Ab 1961 kamen einzelne Fachstudenten hinzu, aus denen sich die Grabungsmannschaften seit 1993 fast ausschließlich zusammensetzen. Dabei stellt die Fachrichtung Archäologie den größten Anteil, vertreten sind aber auch Kunstgeschichte und Restaurierungswissenschaften. Heute befin-

Abb. 7. Aula regia, Apsis. Wandabwicklung, M 1:75. Die Farbcodierung der Quadersteine erfolgte bisher lediglich nach äußerem Erscheinungsbild. Die nur auf Schwarz-Weiß-Fotos dokumentierten Quader im Fundamentbereich sind in der allgemeinen Schraffur für Werksteine (graugrün) versehen (Feldzeichnung: Uta Weimann, 1965; Maßwerke, 1996; Katharina Peisker/Hajo Höhler-Brockmann, 2018).



den sich neben den Studenten vier ausgebildete Archäologen im Grabungsteam. Der Anteil an Fachpersonal hat sich konstant erhöht.

Arbeitsablauf einer Mauerwerksuntersuchung

Freilegen des Mauerwerks und Bestandsaufnahme

In Ingelheim ist das historische Mauerwerk in der Regel nicht frei zugänglich. Es steckt teilweise oder vollständig im Erdboden oder wurde überbaut und umgenutzt, sodass es zunächst freigelegt werden muss. Die wissenschaftliche Untersuchung beginnt direkt mit diesem Freilegungsprozess. Das bedeutet für die Bodeneingriffe, dass sie in stratigrafischer Methode erfolgen, und für die Mauerwerkseingriffe, dass eine erste bauhistorische Begutachtung hinsichtlich der Bauphasen erfolgt, um über den Erhalt bzw. (Teil-)Abbau von (modernen) Bauteilen entscheiden zu können. Ziel ist es, möglichst substanzschonend zu arbeiten, um so ein Maximum an historischen Informationen zu erfassen. Die Bestandsaufnahme, also die Dokumentation des Freigelegten in Form von Zeichnungen, Fotografien und Befundbeschreibungen, erfolgt abhängig vom Objekt und der Grabungsmethode parallel zum Freilegungsprozess oder schließt sich an diesen an.

Wie an vielen anderen Stellen im Saalgebiet, wurden auch an die Apsis der *Aula regia*, die im Folgenden als Fallbeispiel vorgestellt werden soll, Wohnhäuser angebaut, allerdings nur von außen. Der halbrunde Innenraum hingegen blieb frei von Einbauten, und das aufgehende Bruchsteinmauerwerk war – von Pflanzenbewuchs abgesehen – immer sichtbar.²⁹ Christian Rauch ergrub den nur im Fundament erhaltenen westlichen Bereich der Apsis und legte einen Suchgraben in ihrer Mitte an.³⁰ Im Rahmen der Untersuchungen von 1965 in der *Aula regia* wurde innerhalb der Grabungsschnitte 27, 28 und 29 ein an das Mauerwerk anschließendes Erdprofil in dem von Rauch unangetasteten Bereich angelegt, das Fundamentmauerwerk im Anschluss vollständig freigelegt und steingetreu dokumentiert (Abb. 6, 7).³¹ In den Jahren von 1993–2000 wurde die Außenseite der Apsis untersucht und in diesem Zusammenhang die sich dort befindenden Wohnhäuser abgerissen.

Beobachtungen am Mauerwerk (Abb. 7)

Auf der Zeichnung fällt zunächst ein deutlicher Unterschied zwischen dem aufgehenden Mauerwerk und dem Fundamentbereich auf. Das Fundamentmauerwerk ist stark mörtel- und erdverkrustet, sodass die Bruchsteine nur teilweise zu sehen sind. Es hat zwei Vorsprünge in Form von zwei umlaufenden Wülsten von bis zu 10 cm. Der obere verläuft relativ gleichmäßig bei ca. 128,20 m, darüber setzt dann das aufgehende Mauerwerk an.³²

Dieselben Beobachtungen kann man auf der Außenseite machen: Auch hier gibt es in ungefähr derselben Höhe einen Fundamentvorsprung von ca. 10 cm, und in der Befundbeschreibung werden „viel Mörtel“ und „Erdabdrücke“ auf der Maueroberfläche genannt. Die festgestellten Fundamentunter- bzw. -oberkanten liegen außen wie innen zwischen 126,90–127,10 m bzw. 127,95–128,25 m. Die ersten zweieinhalb Meter des aufgehenden Mauerwerks sind – im Vergleich zum Fundament – aus deutlich einheitlicheren Steingrößen zusammengesetzt, ihre Formen jedoch variieren. Sie sind sowohl rechteckig als auch polygonal und reichen von eher plattenartigen über rechteckige bis hin zu annähernd quadratischen Formaten. Es finden sich auch immer wieder senkrecht verbaute Steine. Die Lagerfugen sind wellig und werden nach wenigen Metern durch Lagensprünge unterbrochen. Oft liegen die Stoßfugen über mehrere Steinlagen hinweg übereinander. Das Mauerwerk besteht aus Kalkstein, der vermutlich aus den am Mainzer Berg gelegenen Kalksteinvorkommen stammt.³³ Der Originalstein hat eine gelbliche Färbung, die jedoch in der Mitte des Mauerwerks einen Rot- bzw. einen dunklen Branton angenommen hat. In einigen Bereichen sind die Steinoberflächen abgeplatzt. Auf der Außenseite lassen sich Brandspuren auf den Steinen beobachten.

Der darüberliegende Mauerwerksbereich ist deutlich heterogener. Ins Auge fallen zunächst mehrere moderne Ein- und Aufbauten: ein vergittertes Fenster, das dem dahinterliegenden Haus mit Kamin zuzuordnen ist, sowie eine Gedenktafel, die in der Feldzeichnung mit der Jahreszahl 1888 versehen wurde. Das Baumaterial ist zwar ebenfalls Kalkstein, dieser ist nun aber mit anderen Steinsorten, vor allem Rotsandstein, aber auch mit einzelnen Ziegeln durchmischt. Die Spanne an verbauten Steingrößen wird größer: Im Vergleich zum direkt darunterliegenden Bereich wurden sehr viel mehr kleine und sehr viel mehr große Steine verbaut. Uta Weimann beobachtete in diesem Bereich außerdem eine Veränderung des Mörtelmaterials. Die Beschaffenheit war pulvrig und der Zuschlag deutlich feiner.³⁴

Das gesamte Mauerwerk weist an verschiedenen Stellen Öffnungen in der Größe eines Mauersteines auf, die in der Regel durch einen längeren Stein in der Art eines Sturzes gebildet werden. In der Höhe von ca. 129,15 m bzw. 129,75 m ü. NN liegen jeweils vier Öffnungen in einer Reihe. Die horizontalen Abstände der unteren Reihe betragen zwischen ca. 1,90 m und 2,60 m, die der oberen zwischen 2,90 m und 3,10 m.³⁵ Die mittleren Öffnungen der oberen Reihe waren durch Steine verschlossen, die Öffnungen haben eine Tiefe von 0,9 m.³⁶

An den Ecken wurde das Bruchsteinmauerwerk durch große Quadersteine aus verschiedenfarbigem Sand- und Kalkstein gefasst. Verbaut wurden stehende und liegende Formate, die mit dem Bruch-

steinmauerwerk verzahnt wurden. Unterschiedliche Quaderhöhen glich man durch kleinformatige Kalksteine aus. Im Bereich von 130,85 m und 131,30 m befindet sich eine Nische von 68 cm Tiefe, 24 cm Breite und 40 cm Höhe. Auf zwei Quadern (Apsisecke Ost oben direkt unter dem Kämpfer und Apsisecke West unten) sind rechteckige Löcher zu erkennen, die sich nach innen konisch verbreitern. Die beiden unteren Quader der Apsisecken liegen auf ihrer Nordseite in einer Flucht mit den darüberliegenden Quadern, stehen aber in Richtung

Apsismitte um 20 cm vor. Ihre Oberkanten liegen mit 128,23 m bzw. 128,35 m auf derselben Höhe wie der obere Fundamentwulst des Apsismauerwerks.³⁷ Den oberen Abschluss der östlichen Quaderecke bildet ein Kämpfer aus weißem Kalkstein. Nicht nur an den Ecken, sondern auch innerhalb des Bruchsteinmauerwerks sind Quader – wenn auch deutlich kleinere – aus Sand- und Kalkstein zu erkennen. An drei Stellen liegen mehrere dieser mittelgroßen Steine übereinander und bilden jeweils eine Vertikalfuge von 0,75 m, 2,00 m bzw. 1,60 m Länge. Die geraden Kanten der linken beiden Steinreihen liegen sich gegenüber, an ihrem oberen Ende finden sich jeweils zwei schräg versetzte Steine.



Beobachtungen im Boden (Abb. 8)

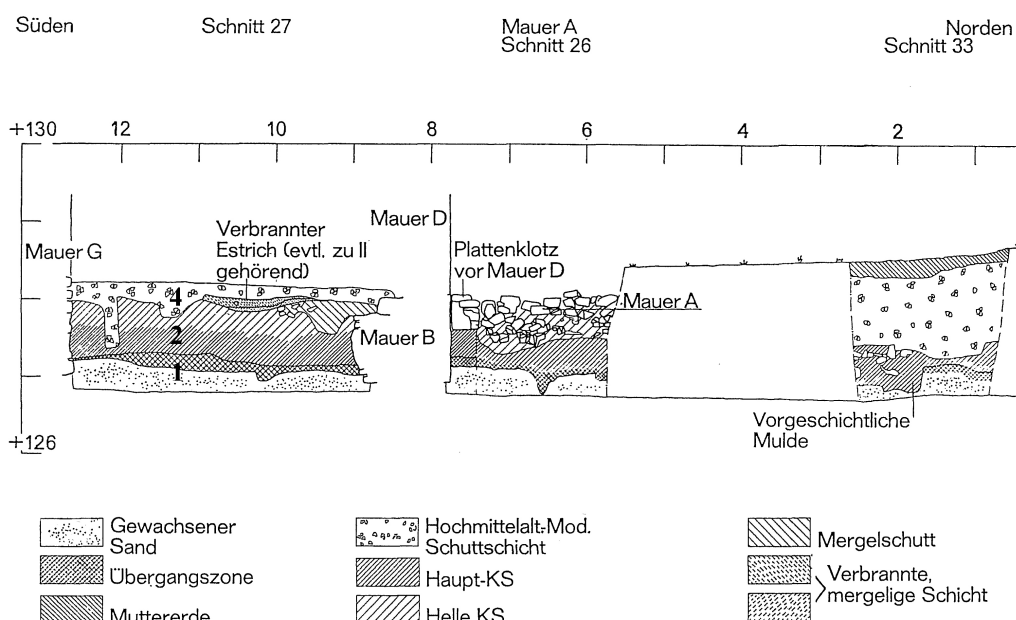
Innen an das Apsismauerwerk anschließende Erdschichten wurden 1965 in einem Profil der Fläche 27 beobachtet,³⁸ die bis zur Spannmauer reichte, Beobachtungen am äußeren Apsismauerwerk erfolgten Ende der 1990er-Jahre.

In beiden Profilen zeichnet sich keine Baugrube ab. Die Fundamentmauer sitzt ca. 20 cm im gewachsenen Boden aus Sand und Mergel (Abb. 8 oben, 1) und in einer darüberliegenden, ca. 70 cm starken mittel- bis dunkelbraunen humosen Schicht, die mit Holzkohle, etwas Mörtel und einigen Mergelsteinen durchsetzt ist (Abb. 8 oben, 2).³⁹ Auf der Außenseite ist darüber ein schmaler Mörtelhorizont (Abb. 8 oben, 3) zu erkennen, der auf Höhe der Fundamentoberkante bei 128,30 m ü. NN liegt. Darüber liegt ein dickes Schichtpaket aus schutthaltigen Auffüllschichten (Abb. 8 oben, 4). Im Inneren liegt auf dieser humosen Schicht (Abb. 8 rechts, 2) eine ca. 10 cm starke Schicht „aus verbranntem Estrich“, bzw. in diese Schicht eingetieft eine ca. 0,45 m tiefe Grube mit „Mergelschutt“⁴⁰.

Abb. 8 Aula regia, Apsismauerwerk und anschließende Erdschichten.

Von außen (oben): K2, Sondage, 1998. Deutlich erkennbar ist ein Mörtelhorizont (3), der auf der Höhe des Fundamentvorsprungs liegt (Bauhorizont). Bei dem Mauerrücksprung oben rechts handelt es sich um einen (wohl neuzeitlichen) Mauerausbruch (Stadt Ingelheim, Przemek Sikora, 1998).

Von innen (rechts): Ament/Sage/Weimann, Ausgrabungen 1963-1965 (wie Anm. 29), Abb. 5, Ausschnitt, M 1:100. Mauer B = Spannmauer Apsis; Mauer D = Aulasüdwand, östlicher Teil; Mauer G = Apsismauer.



Die oberste Schicht bildet eine ca. 0,25 m starke Schuttschicht aus Mörtel- und Mergelbrocken (Abb. 8 rechts, 4).

Auswertung/Interpretationen und Hypothesen

Der sich an die Feldarbeit anschließende Schritt ist die Auswertung und Interpretation des Materials. Anhand der hier beispielhaft vorgestellten Beobachtungen am Apsismauerwerk lassen sich eine Reihe von Interpretationen und Hypothesen formulieren. Die Mörtel- und Erdverkrustungen des Fundamentmauerwerks sowie das Fehlen einer Baugrube zeigen an, dass keine Baugrube mit Arbeitsraum, sondern lediglich eine Grube in Fundamentbreite hergestellt wurde. Kleine und große Bruchsteine wurden relativ unsortiert in den Graben geschüttet und mit Mörtel vergossen. Der Mörtel floss teilweise über die Steinoberflächen, die Erde blieb an dem frischen Mörtel haften. Der Mörtelhorizont auf der Außenseite (Abb. 8 oben, 3) zeigt deutlich das Bauniveau bei ca. 128,30 m auf der Höhe der Fundamentoberkante an, das sich im Inneren nicht erhalten hat. Die Fundamentgrube hatte also eine Tiefe von ca. 1,30 m.

Die Oberkante des innen umlaufenden Fundamentwulstes (ca. 128,25 m) sowie die Oberkante der beiden auskragenden Eckquader in derselben Höhe (128,23 m bzw. 128,25 m) lassen – eine Fußbodenunterkonstruktion eingerechnet – das Fußbodenniveau in der Apsis bei ca. 128,35 m annehmen. Die 10 cm hohe Mergelschicht bei ca. 128,00 m (Abb. 8 rechts, Schnitt 27) könnte als Rest einer Fußbodenunterkonstruktion angesprochen werden.

Im Gegensatz zum Fundament wurde das aufgehende Mauerwerk lageweise geschichtet (Schichtenmauerwerk).⁴¹ Das Steinmaterial wurde vorsortiert, um sowohl für das gesamte Mauerwerk als auch innerhalb einer Steinlage ähnliche Größen verwenden zu können, allerdings nicht so weit, um konsequent ein Übereinanderliegen der Stoßfugen zu vermeiden.

Die abgeplatzten Steinoberflächen sowie die rotbraun-schwarze Einfärbung der Bruchsteine innen wie außen weisen auf einen Brand hin, der auch die 10 cm dicke verbrannte, mergelige Schicht (Abb. 8 rechts, Schnitt 27) im Apsisinneren erfasst haben könnte. Die Brandspuren auf der Außenmauer der Apsis ziehen über die Wand eines Ofens, der im 12. bzw. frühen 13. Jahrhundert als Teil einer Warmluftheizung an die Außenseite der Apsis angebaut wurde; der Ofen liefert somit einen *Terminus post quem* für den Brand.

Die innen festgestellten Baufugen sowie die darüber schräg ansetzenden Steine weisen auf zwei Fensteröffnungen mit Rundbogen hin. Die Sohlbankhöhe lässt sich anhand des unteren Endes der westlichen Vertikalfuge bei 131,40 m ü. NN (Abb. 7) festmachen, sodass sich für die Apsis Fenster – gleiche Größe und Form vorausgesetzt – mit einer Brei-

te von 1,35 m und einer Höhe von 2,80 m rekonstruieren lassen. Beim westlichen (auf der Abb. 7 rechten) der beiden Fenster haben sich Teile des Gewändes bis auf die Maueraußenseite erhalten.

Aus der Rekonstruktion der Fenster geben sich nun die jüngeren Fensterzusetzungen zu erkennen, sodass originales Aulamauerwerk von späteren Nutzungsphasen unterschieden werden kann (dunkelblaue Befundgrenze, Abb. 7). Weitere Anhaltspunkte liefern der Kämpfer in Originallage und die darüber liegende moderne Biberschwanzdeckung, das moderne Fenster und die Gedenktafel, außerdem bei der Maueruntersuchung festgestellte Mörtelunterschiede, Fotos von früheren Zuständen⁴² sowie die oberhalb der Gedenktafel beobachtete Heterogenität des Steinmaterials und der Steinformate.

Die kleinformatischen Mauerwerksöffnungen können aufgrund ihrer Größe und Tiefe sowie der relativ regelmäßigen horizontalen Abstände als Rüstbalkenlöcher eines Arbeitsgerüsts angesprochen werden. Typisch für solche Arbeitsgerüste sind untermannshohe Abstände der Gerüstlagen (ca. 1,40 m), die das Vermauern der Rüstbalken für die neue Arbeitsebene von der aktuellen Arbeitsebene aus erlaubten, sowie das Übereinanderliegen der Öffnungen in der Vertikale, das sich im Fall eines Stangengerüsts aus der Anbindung der horizontalen Rüstriegel an die vertikale Rüststange ergibt. Diese Charakteristika treffen auf die beiden beobachteten Rüstbalkenlochreihen nicht zu, sodass diese vermutlich zwei unterschiedlichen Arbeitsgerüsten zugeordnet werden müssen. Die obere Lochreihe des Apsismauerwerks in der Höhe von ca. 129,75 m ü. NN passt zu dem an der Außenseite der Apsis festgestellten Bauniveau von 128,30 m wie auch zu der an der Aulaostwand festgestellten unteren Gerüstlage.⁴³ Die untere Gerüstlage in der Höhe von ca. 129,15 m passt zu der Höhe der Rüstbalkenlöcher in der Westwand. Wie ein solches Arbeitsgerüst ausgesehen haben könnte, zeigt das Arbeitsfoto von 1965 (Abb. 6).

Die Quadersteine geben sich durch zahlreiche Hinweise als Spolien, als Baumaterial in Zweitverwendung, zu erkennen (Abb. 7, 9). Die Einschübe aus Kalkbruchsteinen bei 129,15 m und 130,30 m ü. NN zeigen an, dass die Quader nicht für diesen Zweck zugeschlagen wurden. Bei den zwei konisch zulaufenden Löchern handelt es sich um sogenannte Wolfslöcher, d. h. Löcher, die zum Fixieren des Wolfes, eines mechanischen Hebewerkzeugs, benutzt wurden. Wird ein Wolf verwendet, befindet sich das Wolfsloch auf dem Oberlager (Oberseite) des Quaders. Die beiden Wolfslöcher der Apsisecken befinden sich jedoch auf der Ansichtsseite des Quaders, d. h., er wurde auf andere Art und Weise an seine Position gehoben und das Wolfsloch entstammt einer anderen Nutzung. Beobachtungen an anderer Stelle zeigen eindeutig, dass beim Bau der Pfalz Quaderspolien für den Bau von Gebäudeecken und Fundamenten verwendet wurden. Ein Bei-

Abb. 9. *Aula regia*, Apsis. Quaderspolien an der Ostecke (Foto: Stadt Ingelheim, Holger Grewe, 2011).



spiel ist ein Quader mit Inschriftrest aus der Südwestecke der *Aula regia*.⁴⁴ Anhand des Kämpfers in Originallage⁴⁵ lässt sich die Innenraumhöhe der *Aula* rekonstruieren (siehe Unterkapitel Rezeption und Innovation S. 203 f. und Abb. 4).

Weitere Partner: Natur- und Geschichtswissenschaften

Archäologie und Bauforschung nutzen seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts ergänzend naturwissenschaftliche Methoden (Archäometrie). Die Luftbildarchäologie, wie auch geophysikalische Methoden, können noch vor der Bodenöffnung ersten Aufschluss über bauliche Strukturen liefern. Petrografische Analysen liefern Hinweise auf die Herkunftsorte der Gesteine, chemische Analysen der Mauermörtel bestimmen Eigenschaften und Verhältnis der verwendeten Rohstoffe. Besonders wichtig sind heute die Datierungsmethoden Dendrochronologie, Radiokohlenstoff- und Thermolumineszenzdatierung, die für die im Mauerwerk vorkommenden Materialien Holz, Holzkohle, Ziegel und Kalk numerische Zeitangaben liefern. Die Geschichtswissenschaft begleitete die Archäologie und Bauforschung von Beginn an, oft ging die Quellenarbeit der Grabung voraus.⁴⁶ Sie erschließt zusätzliche Informationen ohne Kontakt zum Mauerwerk: die historischen Schriftquellen. Texte, wie Urkunden, Annalen und Chroniken, Herrscherbiografien und Gedichte, aber auch historische Karten

können Angaben zu Entstehungs- und Nutzungszeiten eines Bauwerks sowie Hinweise auf Umbauten, Renovierungen oder räumliche Ausstattungen liefern. Entscheidend hierbei ist quellenkritisches Rüstzeug, um die Glaubwürdigkeit einer Quelle zu bewerten. Die Natur- und Geschichtswissenschaften ergänzen die Beobachtungen am Mauerwerk und im Boden um weitere historische Informationen, insbesondere zur Datierung.

Datierung des Mauerwerks

Die Datierung gehört zusammen mit Fragen zu Bautechnik und Funktion eines Bauwerkes zu den Kernfragen einer Mauerwerksuntersuchung. Anhand der Beobachtungen im Mauerwerk und im Boden wird zunächst eine relative Chronologie erarbeitet, die im Rahmen der Auswertung nach und nach mit absolut chronologischen Daten angereichert wird. Zusammen ergeben sie eine stimmige Datierungstheorie für das Bauwerk.

Datierung durch Mauersteine

Bei dem hier besprochenen Beispiel des Apsismauerwerks konnte das dem Bau der *Aula* zugehörige Mauerwerk von dem späteren Hausanbauten unterschieden werden (Abb. 7, blaue Befundgrenzen). Das mittelalterliche Bruchsteinmauerwerk zeichnet sich nicht durch besondere Fügetechniken⁴⁷ aus, die beschriebenen Merkmale finden sich auch beim Mauerwerk des Halbkreisbaus und des Nordflügels wieder. Festzustellen ist lediglich eine sorgfältigere Auswahl des Steinmaterials im Aufgehenden im Gegensatz zum Fundament, wenn dieses mittels eines Fundamentgrabens – und nicht einer Baugrube – hergestellt wurde.⁴⁸ Auch der Mörtel liefert keine sichtbaren Hinweise. Für die Pfalzgebäude wurde ein Kalkmörtel verwendet, der sich zwar durch die Verwendung unterschiedlicher Zuschlagsande und ihrer Korngrößen unterscheidet. Bestimmte Sande oder Bindemittel-Zuschlags-Verhältnisse konnten aber bisher weder einzelnen Bauwerken noch Bauphasen zugeordnet werden.⁴⁹ Der charakteristische Zuschlag Ziegelsplitt bzw. Ziegelmehl, der die karolingische Bauphase der Aachener Pfalz kennzeichnet⁵⁰, ist in der Ingelheimer Pfalz hauptsächlich im Zusammenhang mit wasserführenden Einrichtungen beobachtet worden.⁵¹

Hinweise auf eine zeitliche Einordnung der *Aula regia* liefert jedoch das Quadermauerwerk. Während sich schon die unverzierten Steinquader der Apsisecken als zweitverwendet zu erkennen gegeben haben, liefert nun der in der Südwestecke der *Aula* verbaute Quader mit Inschriftrest und Ranke dazu eine konkrete Zeitangabe: Entstanden im 1. Jh. n. Chr. wurde er nach Ablauf seines ursprünglichen Verwendungszweckes – dem Ende der römischen Provinz *Germania superior* Ende des 3. Jh. n. Chr. – in neuer Funktion in der *Aula regia* verbaut. Dasselbe Phänomen ist innerhalb des Halbkreisbaus zu beobachten. Zwei römische Weihesteine

wurden in offensichtlicher Zweitverwendung als Fußbodenplatten in einem der Radialräume verbaut.⁵² Sie datieren in das 1.–2. Jh. n. Chr.⁵³ und liefern – analog zum Inschriftstein der Aula – einen *Terminus post quem* für die Bauzeit des Halbkreisbaus (Abb. 10).

Datierung durch Erdschichten

Das Bodenarchiv erbrachte den Nachweis der Mehrphasigkeit der mittelalterlichen Aula: Im Inneren des Rechtecksaals lagen zwischen den Resten zweier Fußbodenkonstruktionen große Mengen abgeschlagenen Putzes, die einer Renovierungsphase der Aula zuzurechnen sind.⁵⁴ Östlich, in geringem Abstand zur Ostmauer der Aula wurde in einer Grube die Riemenzunge geborgen (Abb. 5). Das Laufniveau, in das die Grube eingetieft war, überlagerte den ersten zur *Aula regia* gehörenden Bauhorizont. Die Riemenzunge, die aufgrund ihres Dekors in die zweite Hälfte des 8. Jahrhunderts zu datieren ist,⁵⁵ konkretisiert so die nachrömische Entstehung der Aula.

Datierung durch naturwissenschaftliche Methoden

Naturwissenschaftliche Methoden haben sowohl die Mehrphasigkeit als auch den Datierungsansatz für die Gründungszeit des Baus bestätigt. Holzkohle aus einer Mörtelprobe der Aulaostwand wurde mit Hilfe der Radiokarbonmethode in die Zeit von 775–869 n. Chr. (sigma 1) bzw. 719–937 n. Chr. (sigma 2) datiert.⁵⁶ Holzstücke aus einem Rüstbalkenloch, von denen eines noch nicht entrindet war, konnten dendrochronologisch dem Ende des 10. Jahrhunderts zugeordnet werden und verweisen so auf die bereits anhand der Erdschichten festgestellte Renovierungsphase.⁵⁷

Auch die 6,8 km lange Fernwasserleitung aus dem Quellgebiet „Karlsquelle“ bei Heidesheim konnte mit Hilfe der Radiokarbonmethode in das letzte Viertel des 8. Jahrhunderts datiert werden.⁵⁸ Sie liefert außerdem einen Datierungsansatz für den Halbkreisbau, durch dessen Vorlagetürme sie verläuft.

Datierung durch Schriftquellen

Auch wenn der archäologische Befund der Beschreibung eines figürlichen Bildprogramms des *Ermoldus Nigellus* entgegen steht, so ist das Epos, das um 829 entstanden ist, dennoch als Nachweis für die Existenz sowie als Hinweis auf die Bedeutung der Pfalz zu werten. Dies wird durch weitere Quellen gestützt, von denen hier noch die Biografie von Ein-



hard über Karl den Großen, die *Vita Karoli Magni*, erwähnt sei. Sie nennt neben der Aachener Marienkirche und der Rheinbrücke bei Mainz die Pfälzen Ingelheim und Nimwegen als die wichtigsten Bauleistungen Karls des Großen.⁵⁹

Resümee

Die Datierungsansätze ergeben ein stimmiges Gesamtbild: Die *Aula regia* ist Ende des 8. Jahrhunderts bzw. um 800 entstanden und wurde Ende des 10. Jahrhunderts renoviert. Diese Renovierungsarbeiten könnten im Zusammenhang mit dem Bau der Saalkirche stehen, die sicher nicht vor Ende des 9. Jahrhunderts und wohl erst nach 948 entstanden ist.⁶⁰

Zwischen *Aula regia*, Halbkreisbau und Nordflügel sind eine Reihe von Gemeinsamkeiten zu beobachten, die eine gleichzeitige Entstehungszeit nahelegen: Das Phänomen der römischen Spoliennutzung konnte an allen drei Gebäuden nachgewiesen werden,⁶¹ römische Befunde hingegen fehlen.⁶² Zudem geben sich alle drei Gebäude als Teil einer Gesamtplanung zu erkennen, gemäß derer sie entlang eines Quadrates und eines Halbkreises angeordnet wurden. Zwischen Nordflügel und Halbkreisbau besteht durch den jeweils innen vorgelegten Säulengang eine enge formale Verwandtschaft.⁶³

Die Datierungen ergeben sich aus Beobachtungen am Mauerwerk sowie der anschließenden Erdschichten und ihrer Funde, die durch naturwissenschaftliche Analysen und Schriftquellen gestützt werden. Eine wissenschaftliche Mauerwerksuntersuchung ist eine interdisziplinäre Forschungsaufgabe.⁶⁴

Abb. 10. Halbkreisbau, Nordende. Ausgrabung 1970, Fl. 47. Zwei römische Weihesteine als Fußbodenplatten direkt an einer Türschwelle in einem Radialraum verbaut (Foto: Uta Weimann, 1970).

Anmerkungen

- ¹ Günther Binding, Antike Säulen als Spolien in früh- und hochmittelalterlichen Kirchen und Pfalzen – Materialspolie oder Bedeutungsträger? In: Sitzungsberichte der wissenschaftlichen Gesellschaft der Johann-Wolfgang-Goethe Universität Frankfurt am Main XLV 1, Stuttgart 2007, S. 4–49; Hugo Brandenburg, Zwei Marmor-Kapitelle aus der karolingischen Pfalz Ingelheim im Landesmuseum zu Mainz. Zur Frage der Spolienverwendung im frühen Mittelalter. In: *Torsten Mattern* (Hrsg.), *Munus. Festschrift für Hans Wiegartz*, Münster 2000, S. 47–60; Britta Schulze-Böhm, Bauskulptur. In: *Holger Grewe* (Hrsg.), *Auf den Spuren Karls des Großen in Ingelheim. Entdeckungen – Deutungen – Wandlungen*, Petersberg 2014, S. 45–49; Caspar Ehlers, Pfalzenforschung heute. Eine Einführung in das Repertorium der deutschen Königspfalzen. In: *Ders.* (Hrsg.), *Orte der Herrschaft. Mittelalterliche Königspfalzen*, Göttingen 2002, S. 25–54; Uwe Lobbedey, Carolingian royal palaces: The state of research from an architectural historians viewpoint. In: *Catherine Cubitt* (Hrsg.), *Court culture in the early middle ages*, Turnhout 2003, S. 129–154; Harald Müller/Judith Ley/Frank Pohle/Andreas Schaub, Pfalz und Vicus Aachen in karolingischer Zeit. In: *Thomas R. Krause* (Hrsg.), *Aachen von den Anfängen bis zur Gegenwart*, Bd. 2. Karolinger – Ottonen – Salier 765–1137, Aachen 2013, S. 1–408; Sebastian Ristow, Bauphasen der Kernpfalz nach den archäologischen Befunden. Ein Exkurs. In: Ebd., S. 119–122; Hans Schmitz, Pfalz und Fiskus Ingelheim. Untersuchungen und Materialien zur Verfassungs- und Landesgeschichte, Marburg 1974; Britta Schulze-Böhm, Bauskulptur. In: *Holger Grewe* (Hrsg.), *Auf den Spuren Karls des Großen in Ingelheim. Entdeckungen – Deutungen – Wandlungen*, Petersberg 2014, S. 45–49; Dies., Die Bauskulptur der karolingischen Pfalz Ingelheim. Zur Ausstattung frühmittelalterlicher Herrschaftsarchitektur. In: *Holger Grewe* (Hrsg.), *Bauskulptur und Steinbearbeitung im Frühmittelalter. Archäologie und Bauforschung in der Pfalz Ingelheim am Rhein*, Bd. 1 (in Vorbereitung); Einhard, *Vita Caroli Magni*. In: *Oswald Holder-Egger* (Hrsg.), *MGH Scriptores rerum Germanicarum 25*, München 1911; *Ermoldus Nigellus*, In honorem Hludowici christianissimi Caesaris Augusti Ermoldi Nigelli exulis elegiacum carmen. In: *Ernst Dümmler* (Hrsg.), *MGH Poetae 2*, München 1864, S. 4–79.
- ² Die Bauforschung galt zu Beginn des 20. Jahrhunderts als Hilfswissenschaft der Archäologie. Ihren Status als selbstständige wissenschaftliche Disziplin musste sie sich zu diesem Zeitpunkt noch erkämpfen. *Armin von Gerkan*, Die gegenwärtige Lage der archäologischen Bauforschung in Deutschland. In: *Zentralblatt der Bauverwaltung* 44, 1924, S. 375–377 (Wiederabdruck in: *Von antiker Architektur und Topographie*, Stuttgart 1959, S. 9–13). Erste Lehrstühle für Baugeschichte in Deutschland wurden in den 1920er-Jahren an den Technischen Hochschulen Karlsruhe und Charlottenburg eingerichtet. *Ulrike Wulf-Rheidt*, Zur Lage der Bauforschung an den Universitäten in Deutschland, Vortrag 15.07.2002 in Greifswald, S. 1. <https://www.koldewey-gesellschaft.de/de/bauforschung/ulrike-wulf-rheidt.html> (23.07.2018).
- ³ In Ingelheim wurden erste Bodenöffnungen in der *Aula regia* 1852 von August von Cohausen und 1888–1889 von Paul Clemen vorgenommen. Clemen stieß dann Anfang des 20. Jahrhunderts die „systematische Untersuchung des ganzen Bodens“ mit an. *Carl-August von Cohausen*, Der Palast Karls des Grossen in Ingelheim und die Bauten seiner Nachfolger daselbst, Abbildungen von Mainzer Alterthümern 5, Mainz 1852, S. 9; *Paul Clemen*, Der karolingische Kaiserpalast zu Ingelheim. In: *Westdeutsche Zeitschrift für Geschichte und Kunst*, Jg. 9, Trier 1890, S. 65, 68–69; *Christian Rauch*, mit einem Vorwort von *Paul Clemen*, *Nieder-Ingelheim. Ausgrabungen in der Kaiserpfalz, Römisch-germanisches Korrespondenzblatt*, Jg. III, Nr. 5, 1910, S. 65–71.
- ⁴ Zur Begriffsbestimmung der Bauaufnahme und ihrer Entwicklung siehe *Hartwig Schmidt*, *Bauaufnahme*. Die Entwicklung der Methoden im 19. Jahrhundert. In: *Fritz Wenzel* (Hrsg.), *Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke. Sonderforschungsbereich 315, Universität Karlsruhe*, Jb. 1986, Berlin, 1987, S. 22–69, und *Karl Staatsmann*, *Das Aufnehmen von Architekturen. Eine allgemeine Übersicht über das Aufnehmen von Architekturen und die Hilfsmittel*, im Zusammenhang mit der Entwicklung und Darstellung der Architektur im Bilde der Geschichte, Leipzig 1910. Die verschiedenen Bauaufnahmeformen waren Thema mittlerweile dreier Kolloquien unter dem Motto „Von Handaufmaß bis High Tech“ 2000, 2005 und 2010, deren Vorträge jeweils in einem Tagungsband veröffentlicht wurden. *Ulrich Weferling/Katja Heine/Ulrike Wulf* (Hrsg.), *Von Handaufmaß bis High Tech*, Mainz 2001. *Alexandra Riedel/Katja Heine/Frank Henze* (Hrsg.), *Von Handaufmaß bis High Tech II, Informationssysteme in der historischen Bauforschung*, Mainz 2006; *Katja Heine/Klaus Rheidt/Frank Henze/Alexandra Riedel* (Hrsg.), *Von Handaufmaß bis High Tech III. 3D in der historischen Bauforschung*, Mainz 2011.
- ⁵ Zum Beispiel die Aufmaßskizzen zur Marienburg von Friedrich Gilly 1794 bei *Schmidt*, *Bauaufnahme Methoden* (wie Anm. 4), S. 47 und Abb. 13, oder zur Bauaufnahme des Heidelberger Schlosses 1883–1889 ebd., S. 66 und *Georg Ulrich Großmann*, *Einführung in die historische Bauforschung*, Darmstadt 1993, S. 29.
- ⁶ Diese Methode wurde maßgeblich von Robert Koldewey (1855–1925) entwickelt, der zusammen mit Wilhelm Dörpfeld (1853–1940) die archäologische Bauforschung begründete. *Schmidt*, *Bauaufnahme Methoden* (wie Anm. 4), S. 38–41, 66.
- ⁷ Definition Bauforschung: „Die Bauforschung versteht das Bauwerk selbst als Quelle seiner Geschichte; ihre Methoden sind die Bauaufnahme, das Vermessen und Zeichnen aller, auch unbedeutend erscheinender Einzelheiten, und die Beschreibung auf der Grundlage genauer Beobachtung.“ <https://www.koldewey-gesellschaft.de/de/bauforschung.html> (Stand 05.11.2018).
- ⁸ Vorangegangen waren einzelne Bodenöffnungen. Siehe Anm. 3.
- ⁹ *Rauch*, *Ausgrabungen Kaiserpfalz* (wie Anm. 3), S. 65.
- ¹⁰ Es zeichnete der Großherzogliche Regierungsbaumeister Johann Hieronymi in der 1. und 2. Kampagne unter Beteiligung des Architekten Julius Müller (1. Kampagne). In der 3. Kampagne zeichnete der Großherzogliche Regierungsbaumeister Haas. In der 4. und 5. Kampagne wurden die Zeichenarbeiten von Franz Krause (1872–1944), einem Architekten der Rheinischen Denkmalpflege, weitergeführt. *Rauch*, *Ausgrabungen Kaiserpfalz* (wie Anm. 3), S. 65; *Ders.*, Die Ausgrabung der karolingischen Kaiserpfalz zu Nieder-Ingelheim am Rhein 1909 und 1910. In: *Quartalsblätter des Historischen Vereins für das Großherzogtum Hessen*, 5. Bd. (Jg. 1911–1915), Darmstadt 1915, S. 27; *Christian Rauch/Hans Jörg Jacobi*, Die Ausgrabungen in der Königspfalz Ingelheim 1909–1914 (Beiträge zur Ingelheimer Geschichte, 24/25; Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Bd. 2), Mainz 1976, S. 1. Hieronymi starb im Oktober 1914 in Frankreich in Folge von Kriegsverletzungen. <https://archivewk1.hypothesen.org/tag/johann-hieronymi> (05.11.2018).
- ¹¹ *Rauch/Jacobi*, *Ausgrabungen 1909–1914* (wie Anm. 10), Taf. 1–39.
- ¹² Zum Beispiel Ebd., Taf. 17, 20, 22, 23, 26, 30, 32.
- ¹³ Durchsicht der Urpläne nach Maßstabsnennung. Aufmaßskizzen aus den Urplänen 20/235, 20/129, 30/113, 30/122, 30/129 wurden in *Rauch/Jacobi*, *Ausgrabungen 1909–1914* (wie Anm. 9), Taf. 7, 8, 37, 38, 39 veröffentlicht. Als Urpläne werden die ältesten bekannten Zeichnungen der Ingelheimer Ausgrabungen von 1909–1914 bezeichnet, die in der Forschungsstelle heute als Abzüge von Glasplattennegativen vorliegen. Ein Großteil dieser Zeichnungen wurde in

- überarbeiteter Form in *Rauch/Jacobi*, Ausgrabungen 1909–1914 (wie Anm. 9) publiziert.
- ¹⁴ *Rauch/Jacobi*, Ausgrabungen 1909–1914 (wie Anm. 9), Abb. 1–136.
- ¹⁵ Siehe dazu im Detail Anm. 21.
- ¹⁶ *Rauch/Jacobi*, Ausgrabungen 1909–1914 (wie Anm. 10), S. 2. Zitate aus diesen Notizbüchern ebd., S. 13–14.
- ¹⁷ *Rauch*, Ausgrabungen Kaiserpfalz (wie Anm. 3). *Ders.*, Ausgrabungen 1909 und 1910 (wie Anm. 9). *Rauch/Jacobi*, Ausgrabungen 1909–1914 (wie Anm. 10), S. 1–20.
- ¹⁸ Das Prinzip stammt aus der Geologie und wurde 1669 von Nicolaus Steno für Sedimentgesteine erkannt. Um 1793 folgte die Entdeckung von William Smith, dass die verschiedenen Schichten der Sedimentgesteine durch Fossilien charakterisiert und dadurch relativ chronologisch datiert werden können. Im 19. Jahrhundert wurde begonnen, diese Prinzipien auch für Kulturschichten und ihre Funde zu nutzen. Christian Rauch nennt „die Kleinfunde, vor allem die Scherben, (...) die Leitfossilien der zeitlichen Bestimmung“. *Rauch*, Ausgrabungen Kaiserpfalz (wie Anm. 3), S. 69; *Rauch/Jacobi*, Ausgrabungen 1909–1914 (wie Anm. 10), S. 7.
- ¹⁹ Wilhelm Dörpfeld entwickelte in Olympia (seit 1875) „neue Ausgrabungsmethoden, die [...] zu einer genauen Beobachtung der freigelegten Ruinen und zur Schichtgrabung führten.“ *Schmidt*, Bauaufnahme Methoden (wie Anm. 4), S. 37. Heinrich Schliemann legte während seiner Grabungstätigkeit in Troia (1870–1873) zunächst eine 40 m lange und 20 m breite und zuletzt 17 m tiefe Schneise durch den Siedlungshügel an – bekannt als „Schliemann-Graben“ –, bevor er anfangs stratigrafisch zu graben. *Rüstem Aslan/Diane Thumm*, Ein Traum und seine Auswirkungen. Troia und die Anfänge der Archäologie. In: *Archäologisches Landesmuseum Baden-Württemberg u. a.* (Hrsg.), Troia. Traum und Wirklichkeit, Stuttgart 2001, S. 327.
- ²⁰ Siehe z. B. *Rauch/Jacobi*, Ausgrabungen 1909–1914 (wie Anm. 10), Abb. 25, 29, 34, 47.
- ²¹ Die ebd. vorgelegten 39 Tafeln zeigen neben einigen Gesamtplänen, Rekonstruktionen und Zeichnungen der Bauskulptur fast ausschließlich Mauerwerk. Daneben wurden regelmäßig Estrichschichten dokumentiert, selten Schutt- und Brandschichten, eine Rollierung, Steinmehl- und -splittkonzentrationen sowie Sand, Lette und Humus. Letztere wurden meist als Einzelbeobachtung im geschnittenen Erdreich dargestellt (z. B. Taf. 24 oben links, Taf. 25 unten rechts, Taf. 30 oben rechts). Drei Tafeln zeigen die Abfolge mehrerer Bodenschichten (Taf. 12, 26, 37). Ein Großteil der handschriftlichen Kommentare in den Urplänen wurden bei den Reinzeichnungen für die Publikationen entfernt, z. B. Urplan 20/16 und Taf. 12.
- ²² *Rauch/Jacobi*, Ausgrabungen 1909–1914 (wie Anm. 9), S. 9.
- ²³ Ebd., S. 2.
- ²⁴ Zum Beispiel *Rauch*, Ausgrabungen 1909 und 1910 (wie Anm. 9), S. 26 bzw. *Rauch/Jacobi*, Ausgrabungen 1909–1914 (wie Anm. 9), S. 8–10.
- ²⁵ Fundarchiv Forschungsstelle Kaiserpfalz: Z. B. „romanische Scherben aus der Basilika“ (Ing-K3/K8-R33) oder „Nordmauer Hillesheimer, 0,20 m tief. Die große Platte ursprünglich im Schutt gefunden“ (Ing-K1-R76).
- ²⁶ Zum Vergleich: In Aachen geschah dies in den 1920er- und 1930er-Jahren unter dem Archäologen Otto Eugen Mayer und dem Kunsthistoriker Carl Ernst Köhne. *Frank Pohle*, Erforscht, ergraben und erdeutet. Zweihundert Jahre Forschungsgeschichte der karolingischen Pfalz Aachen, Darmstadt 2015, S. 47.
- ²⁷ *Rauch/Jacobi*, Ausgrabungen 1909–1914 (wie Anm. 9), S. 1–2, Abb. 1.
- ²⁸ Z. B. Grabungstagebücher (unpubliziert). Eintrag von W. Sage, 20.10.1960: „3 Mann vormittags von der Baufirma für gut 1 Stunde für dringende Arbeiten weggeholt.“ Eintrag von U. Weimann vom 6.9.1965: „Kahlert und Schlendermann zum Betonieren beurlaubt.“
- ²⁹ *Rauch/Jacobi*, Ausgrabungen 1909–1914 (wie Anm. 9), Abb. 2–6; *Hermann Ament/Walter Sage/Uta Weimann*, Die Ausgrabungen in der Pfalz zu Ingelheim am Rhein in den Jahren 1963 und 1965. In: *Germania* 46, 1968, S. 291–312, Taf. 36.
- ³⁰ *Rauch/Jacobi*, Ausgrabungen 1909–1914 (wie Anm. 10), Abb. 1 und 6.
- ³¹ *Ament/Sage/Weimann*, Ausgrabungen 1963–1965 (wie Anm. 29), Abb. 4 und 5.
- ³² Grabungsberichte Uta Weimann (unpubliziert), S. 20. Kommentierte Wandabwicklung der Apsis, 1965, Maßstab 1:20. *Ament/Sage/Weimann*, Ausgrabungen 1963–1965 (wie Anm. 29), S. 308.
- ³³ Zur Herkunft des Ingelheimer Steinmaterials, *Katharina Peisker*, Ingelheim, Pfalz. In: *Katarina Papajanni/Judith Ley* (Hrsg.), Karolingerzeitliche Mauertechnik in Deutschland und in der Schweiz, S. 112. Sie wurden vermutlich für den Bau der Pfalz, als auch für die spätmittelalterliche Ortsbefestigung Ober-Ingelheim wie auch für viele Ingelheimer Wohnhäuser verwendet. Von 1863–1907 wurde der Kalkstein in Ingelheim industriell abgebaut und zur Zementherstellung genutzt. Zwischen den Steinbrüchen auf und an der Karolinenhöhe des Mainzer Berges und der Zementfabrik Nieder-Ingelheim auf dem Gelände des älteren der beiden Boehringer Verwaltungsgebäude wurde eine Seilbahn eingerichtet, deren Schutzbrücke die Grundstraße überspannte. *Peter Weiland/Angelika Schulz-Parthu*, Alte Fotos von Ingelheim 1865–1939. Die Sammlung Peter Weiland, Ingelheim 1998. S. 55; *Karl Heinz Henn*, Aus der Geschichte der Industrie-Entwicklung im Ingelheimer Raum während des 19. und 20. Jahrhunderts. Vortrag vom 22.02.2001. In: *Kleine Schriften – Ingelheimer Geschichtsthemen*, Nr. 1, 2003, S. 5–6.
- ³⁴ In der Feldzeichnung sind die Fugen bestimmter Mauerwerksbereiche gelb bzw. hellbraun markiert worden. Zwei Textnotizen auf der Feldzeichnung und der Grabungsbericht beschreiben Mörtelunterschiede. Die Grenze zwischen gelben und nicht eingefärbten Mauerbereichen entspricht fast vollständig der in *Ament/Sage/Weimann*, Ausgrabungen 1963–1965 (wie Anm. 29), S. 307, Abb. 9 eingetragenen Grenze des Aulamauerwerks. *Ament/Sage/Weimann*, Ausgrabungen 1963–1965 (wie Anm. 29), S. 309, nennen zwei Mörtel: einen karolingischen, weißen Mörtel mit feinem bis mittelgrobem Kieszuschlag, sowie einen jüngeren, mehlig-pulvrigen „mit kleinem Beischlag“ (Feldzeichnung). Somit ist die gelbe Einfärbung wohl dem jüngeren Mörtel zuzuordnen, die Bedeutung der hellbraunen Schraffur bleibt der Verfasserin unklar. Das Aulamauerwerk wurde im Anschluss an die Untersuchungen in den 1960er-Jahren neu verfügt, Überprüfungen sind deshalb aktuell nicht möglich.
- ³⁵ Die Rüstbalkenlöcher sind heute zugemauert und deswegen nur auf den zweiten Blick erkennbar. *Ament/Sage/Weimann*, Ausgrabungen 1963–1965 (wie Anm. 29), S. 310: „... und fast immer durch lose Steine verschlossen.“
- ³⁶ Grabungsbericht Uta Weimann 1965, S. 21 (unpubliziert).
- ³⁷ Ebd., S. 20; *Ament/Sage/Weimann*, Ausgrabungen 1963–1965 (wie Anm. 29), S. 208, Taf. 37.2.
- ³⁸ *Ament/Sage/Weimann*, Ausgrabungen 1963–1965 (wie Anm. 29), Abb. 5.
- ³⁹ Ebd., S. 304.
- ⁴⁰ Ebd., Abb. 5, S. 303.
- ⁴¹ Schön beschrieben von *Uta Weimann*, Grabungsbericht Aula regia 1965, S. 20–21 (unpubliziert): „Nicht immer lässt sich die Lagerfuge klar verfolgen, doch spürt man das Bemühen, vom wahllos gesetzten zum regelmäßigen Mauerwerk zu gelangen.“
- ⁴² In *Rauch/Jacobi*, Ausgrabungen 1909–1914 (wie Anm. 9), Abb. 3 und 7, ist erkennbar, dass das aufgehende Mauerwerk im Bereich der westlichen Apsisecke 1909–1914 bereits zerstört war. Das in Abb. 9 in diesem Beitrag dargestellte Mauerwerk über der Westecke muss also jüngeren Ursprungs sein.
- ⁴³ *Peisker*, Ingelheim, Pfalz (wie Anm. 33), Abb. 7.

- ⁴⁴ Siehe hierzu auch *Schulze-Böhm*, Bauskulptur und Herrschaftsarchitektur (wie Anm. 1), Kap. 4.10, Exkurs 2, Kat.-Nr. 1.1.116 sowie *Thomas Flügen*, Spuren der Steinbearbeitung. In: *Holger Grewe* (Hrsg.), Bauskulptur und Steinbearbeitung im Frühmittelalter. Archäologie und Bauforschung in der Pfalz Ingelheim am Rhein, Bd. 1 (in Vorbereitung), Tab. 7.
- ⁴⁵ Der Mörtel, in dem der Kämpfer saß, zeigte keine Anzeichen sekundärer Einfügung. *Ament/Sage/Weimann*, Ausgrabungen 1963–1965 (wie Anm. 29), S. 306.
- ⁴⁶ Ein Beispiel aus Aachen ist eine Erhebung des Sachstands des Altertumswissenschaftlers Cornelius Peter Bock, die mittelalterliche Quellen und rezente Beobachtungen zusammenfasste und den neuen Grabungen in der Marienkapelle 1843 vorgeschaltet wurde. *Pohle*, Forschungsgeschichte (wie Anm. 26), S. 21–22.
- ⁴⁷ Im österreichischen Burgenbau ist es gelungen, die Burgen über besondere Fügetechniken, wie z. B. das Netz- oder Kompartimentmauerwerk, zu datieren. Für das Erstellen einer solchen Chronologie ist eine Vielzahl von Vergleichsbeispielen notwendig. Z. B. *Thomas Kühnreiter*, Handwerks-geschichtliche und ideologische Aspekte mittelalterlichen Mauerwerks am Beispiel Ostösterreichs. In: *Walter Melzer* (Hrsg.), Mittelalterarchäologie und Bauhandwerk, Soest 2005, S. 187–208.
- ⁴⁸ *Katharina Peisker*, Mauer, Mörtel, Baustelle. Ausgewählte Befunde zur Mauertechnik der karolingischen Pfalz in Ingelheim. In: *Koldewey-Gesellschaft, Vereinigung für Baugeschichtliche Forschung e. V.* (Hrsg.), Bericht über die 49. Tagung für Ausgrabungswissenschaft und Bauforschung vom 4.–8. Mai in Innsbruck, Dresden, S. 182–183 und Abb. 3.
- ⁴⁹ Mörtelanalysen der Verfasserin. Teil eines laufenden Promotionsvorhabens am Karlsruher Institut für Technologie. Außerdem *Peisker*, Ingelheim, Pfalz (wie Anm. 33), S. 114.
- ⁵⁰ *Ulrike Heckner/Christoph Schaab*, Aachen, Pfalzkirche St. Marien – Mauerwerk. In: *Katharina Papajanni/Judith Ley* (Hrsg.), Karolingerzeitliche Mauertechnik in Deutschland und in der Schweiz, S. 21–24, Abb. 9–11. *Judith Ley*, Aachen, Königshalle. In: Ebd., S. 49.
- ⁵¹ *Holger Grewe*, Die Wasserversorgung der Kaiserpfalz Ingelheim am Rhein im 8./9. Jahrhundert. In: *Frontinus-Gesellschaft e. V.* (Hrsg.), Wasser auf Burgen im Mittelalter. Geschichte der Wasserversorgung, Bd. 7, Mainz 2007, S. 191–199.
- ⁵² *Walter Sage*, Die Ausgrabungen in der Pfalz zu Ingelheim am Rhein 1960–1970. In: *Francia* 4, 1976, S. 154, 155.
- ⁵³ *Schulze-Böhm*, Bauskulptur und Herrschaftsarchitektur (wie Anm. 1), Kat.-Nr. 1.1.113 und 1.1.114. *Peter Haupt*, Vicus, Villae, Vinum. Der Ingelheimer Raum in der Römerzeit, Ingelheim 1996, S. 89.
- ⁵⁴ *Ament/Sage/Weimann*, Ausgrabungen 1963–1965 (wie Anm. 29), Abb. 5. *Holger Grewe*, Die Ausgrabungen in der Königspfalz zu Ingelheim am Rhein. In: *Lutz Fenske/Jörg Jarnut/Matthias Wemhoff* (Hrsg.), Splendor palatii. Neue Forschungen zu Paderborn und anderen Pfalzen der Karolingerzeit, Göttingen 2001, S. 158.
- ⁵⁵ *Holger Grewe*, Eine Riemenzunge mit Tassilokelchstil-Dekor aus der Königspfalz zu Ingelheim am Rhein. In: *Ingolf Ericsson/Hans Losert* (Hrsg.), Aspekte der Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit. Festschrift für Walter Sage, Bonn 2003, S. 168.
- ⁵⁶ Mörtelprobe aus dem Fundkomplex IH-K3-W65. Sie stammt aus einem Rüstbalkenloch der Aulaostwand. Die 14C-Datierung wurde im März 2017 im Klaus-Tschira-Archäometrie-Zentrum in Mannheim durchgeführt.
- ⁵⁷ *Ament/Sage/Weimann*, Ausgrabungen 1963–1965 (wie Anm. 29), S. 310.
- ⁵⁸ *Grewe*, Wasserversorgung (wie Anm. 51).
- ⁵⁹ *Caspar Ehlers*, „Auch herrliche Paläste baute er...“. Karl der Große in Ingelheim nach den Schriftquellen. In: *Holger Grewe* (Hrsg.), Auf den Spuren Karls des Großen in Ingelheim. Entdeckungen, Deutungen, Wandlungen, Petersberg 2014, S. 20–28.
- ⁶⁰ *Sage*, Ausgrabungen 1960–1970 (wie Anm. 52), S. 150: In der vermörtelten Steinpackung des Fußbodens fand sich Pingsdorfer Ware. Die Ingelheimer Synode von 948 tagte in der Remigiuskirche.
- ⁶¹ Für den Nordflügel: *Rauch/Jacobi*, Ausgrabungen 1909–1914 (wie Anm. 9), Taf. 23 unten.
- ⁶² Die archäologischen Grabungen im Saalgebiet wie auch in der Peripherie lieferten bis 2015 keine römischen Befunde, sondern lediglich römische Streufunde. Zur Nichtexistenz römischer Befunde siehe *Sage*, Ausgrabungen 1960–1970, S. 148, 155, *Matylda Gierszewska-Noszczyńska*, Archäologische Untersuchung des mittelalterlichen Grabens in Nieder-Ingelheim. Eine Referenzstudie zur Auswertung der Keramik aus der Kaiserpfalz und ihrer Peripherie, in: *H. Stadler/L. Obojes* (Hrsg.), Keramik zwischen Werbung, Propaganda und praktischem Gebrauch, Beiträge vom 50. Internationalen Symposium Keramikforschung in Innsbruck 2017, S. 231–251 (2018, im Druck) und *Matylda Gierszewska-Noszczyńska/Piotr Noszczyński*, Kartographische Quellen als ein relevanter Bestandteil archäologischer Forschung. In: *Historischer Verein Ingelheim e. V.* (Hrsg.), Das Bild des Ingelheimers Saales im 17. Jahrhundert (Beiträge zur Ingelheimer Geschichte, 58), S. 151–208 (2018, im Druck). Die römischen Streufunde erklärt Haupt durch einen *Vicus* entlang der Binger und der Mainzer Straße, der sich zwischen dem Winzerkeller und dem Alten Rathaus von Nieder-Ingelheim befunden haben könnte. Er stützt sich dabei auf zwei Münzschätze und Nachrichten von Bauspuren (*Haupt*, *Vicus*, *villae*, *vinum* [wie Anm. 53], S. 25–26, 28, 59–61). Die ersten römischen Befunde einer archäologischen Ausgrabung in Ingelheim wurden seit 2017 Am Gänsberg ca. 500 m nordwestlich des Pfalz-Geländes aufgedeckt.
- ⁶³ *Grewe*, Ausgrabungen Königspfalz (wie Anm. 54), S. 161.
- ⁶⁴ Verfasserin dankt sehr herzlich den Kolleg(inn)en in Ingelheim und Aachen, Barbara Gaertner, Matylda Gierszewska-Noszczyńska, Piotr Noszczyński, Judith Ley und Frank Pohle, die das Entstehen dieses Manuskriptes durch zahlreiche Diskussionen, fachliche Hinweise und ihre jeweils eigene Sicht auf die Pfalzen Ingelheim und Aachen tatkräftig befördert haben.