

Veränderungsgeschichten



Untersuchungen an mittelalterlichen Kirchenportalen mittels komplementärer restaurierungswissenschaftlicher Analytik

Inaugural-Dissertation
in der Fakultät Geistes- und Kulturwissenschaften
der Otto-Friedrich-Universität Bamberg

vorgelegt von

Ruth Tenschert

aus

Bamberg

Bamberg, den 08.03.2021



Bamberg, 2023

Dieses Werk ist als freie Onlineversion über das Forschungsinformationssystem (FIS; <https://fis.uni-bamberg.de>) der Universität Bamberg erreichbar. Das Werk steht unter der CC-Lizenz CC-BY.

Lizenzvertrag: Creative Commons Namensnennung 4.0
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>.



URN: urn:nbn:de:bvb:473-irb-596679
DOI: <https://doi.org/10.20378/irb-59667>

Tag der mündlichen Prüfung: 29.11.2021

Dekan: Universitätsprofessor Dr. Markus Behmer

Betreuer: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Rainer Drewello

Weiterer Gutachter: Universitätsprofessor Dr. Stephan Albrecht

Danksagung

Meine Promotion ist von vielen Personen auf vielfältige Art und Weise unterstützt worden. Zuerst bedanke ich mich ganz herzlich bei meinem Doktorvater Prof. Dr.-Ing. Rainer Drewello, nicht nur für die immerwährende Unterstützung, Motivation und die fruchtbaren Diskussionen, sondern auch für sein Vertrauen. Er gab mir die Möglichkeit im BMBF-Projekt „Mittelalterliche Portale als Orte der Transformation“ mitzuarbeiten, diverse Analyse- und Dokumentationsmethoden auszuprobieren und mein Promotionsthema zu finden. Mein großer Dank gilt auch meinem Zweitgutachter Prof. Dr. Stephan Albrecht, der immer ein offener Diskussionspartner war und wertvolle Hinweise gab.

Bedanken möchte ich mich auch bei den weiteren „Portale“-Projektmitarbeitern - besonders bei Magdalena Tebel M.A. und Katharina Arnold M.A. - für die gute Zusammenarbeit, die angeregten Diskussionen auf diversen Gerüsten und anschließend im Büro.

Großer Dank gebührt allen Institutionen, die die Arbeiten vor Ort ermöglichten und unterstützten – ohne sie wäre die Arbeit nicht möglich gewesen: Zuerst die Dombauhütte in Wien, hier vor allem Mag. Franz Zehetner, aber auch alle anderen MitarbeiterInnen, die stets offen und interessiert an unseren Forschungsarbeiten waren. In diesem Zuge sei Dr. Barbara Schedl für die Diskussionen und Hinweise auf Archivalien gedankt, ebenso Mag. Johann Nimmrichter für den fachlichen Austausch, dem Bundesdenkmalamt und Mag. René Schober, der die Bestände der ABK öffnete. Großer Dank gebührt auch der Dombauhütte in Bamberg, vor allem Ulrich Först und Mathias König M.A.. Die Arbeiten in Paris wurden von vielen französischen Kollegen und vor allem Madame Dupas von der Direction Régionale des Affaires Culturelles unterstützt.

Für die Hilfestellung und immer hilfreichen Tipps bei den Laborarbeiten geht mein herzlicher Dank an Dipl. Biol. Ursula Drewello und Dipl. Geol. Martina Pristl. Für die Unterstützung, die vielen fachlichen Diskussionen und wertvollen Anregungen während der Bearbeitung danke ich Dr. Max Rahrig und Prof. Dr. Paul Bellendorf, sowie Dr. John Hindmarch für die Korrektur der englischen Publikation. Meinem Hiwi Leander Pallas M.A. gebührt Dank für die Unterstützung bei der Aufnahme und Bearbeitung der 3D-Daten.

Besonders sei auch meiner Korrekturleserin Franziska Konitzer gedankt.

Abschließend bedanke ich mich ganz herzlich bei meinen Eltern, allen Freunden und Kollegen, die mich immer ermutigt und unterstützt haben.

Ruth Tenschert
Bamberg im Juni 2023

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung: Thematische Einführung, Objektauswahl, Stand der Forschung.....	1
1.1. Objektauswahl und Projektzusammenhang	2
1.2. Problemfeld Kirchenportal im Allgemeinen	6
1.3. Stand der Forschung zur Veränderungsgeschichte mittelalterlicher Portale.....	8
2. Methodik: Restaurierungswissenschaftliche Analytik.....	15
2.1. Objektrecherche, Vor-Ort Untersuchungen, 3D-Analysen.....	17
2.1.1. Archivrecherchen.....	17
2.1.2. Befunderhebung am Objekt.....	18
2.1.3. ndt-Objekterfassung: 3D-Scanning	19
2.1.3.1. <i>Terrestrisches Laserscanning - TLS</i>	19
2.1.3.2. <i>Structured-Light-Scanning – SLS</i>	22
2.1.3.3. <i>Optisch-getrackter, handgeführter Laserscanner</i>	23
2.1.4. Auswertung der Daten aus der ndt-Objekterfassung	24
2.2. Laboruntersuchungen: naturwissenschaftliche Basismethoden	28
2.2.1. Vorgehensweise im Labor	30
2.2.2. Rasterelektronenmikroskopie (REM) und Rasterelektronenmikroskopie mit energiedispersiver Spektralanalyse (REM-EDS)	31
2.2.3. Fourier-Transformation-Infrarotspektroskopie: FT-IR.....	32
2.2.4. Thermogravimetrische Analyse Gaschromatografie mit Massenspektrometrikoppelung TGA-GCMS	33
2.3. Bündelanalyse.....	34
3. Fallstudien und Publikationen.....	36
3.1. Einfluss der zeitgeschichtlichen Entwicklung auf Restaurierungs- und Veränderungsmaßnahmen im 19. Jahrhundert: Fürstentore am Stephansdom in Wien.....	36
3.2. Untersuchungen zur ursprünglichen Gestalt und der Abfolge und Materialität der Restaurierungsmaßnahmen, fragmentarische Erhaltung: Bamberger Gnadenpforte	65
3.3. Digitale Analyse von Zeitschichten: Schriften und Veränderungen, mögliche Rekonstruktionen: Die Inschrift am Pariser Südquerhausportal	84
3.4. Vergleichende Untersuchung der Veränderungsgeschichte an Portalen vom Mittelalter bis ins 20. Jahrhundert am Beispiel der Pariser Querhausportale	101
4. Übergreifende Diskussion und Ausblick.....	187
Zusammenfassung	199
Literaturverzeichnis	201

1. Einleitung: Thematische Einführung, Objektauswahl, Stand der Forschung

Mittelalterliche Kirchenportale sind auf vielfältige Art Orte der Transformation. Mit einem Aspekt der Transformation der Portale, dem der Veränderungsgeschichte, beschäftigt sich die vorgelegte Arbeit. Bei all den Überlegungen zur Entstehung, dem Nutzen und dem Urheber eines historischen Objektes bzw. eines Portals, tritt eine entscheidende Frage häufig gänzlich in den Hintergrund: Warum sehen historische Objekte heute so aus, wie sie aussehen? Diese auf den ersten Blick banale Frage nur mit „weil sie so gemacht/hergestellt wurden“ zu beantworten, wird der Vielschichtigkeit der Frage nicht gerecht. Wir sehen uns bei der Betrachtung eines historischen – beispielsweise mittelalterlichen – Objektes mit mehreren Jahrhunderten an Veränderungsgeschichte konfrontiert. Die Kernfrage, die sich unweigerlich aufdrängt, lautet: Was sehen wir, was nehmen wir wahr? Den originären Zustand, eine Überarbeitung, oder gar das Produkt mehrerer Veränderungsphasen? Daraus leiten sich die Fragen nach der „Lebensgeschichte“ des betrachteten Objektes ab: Was ist mit ihm nach seiner Entstehung geschehen? Welche Phasen haben es geprägt? Welche Ereignisse und Eingriffe bestimmen sein Erscheinungsbild? Zusammengefasst gefragt: Können wir Veränderungen nachweisen und ihren Zeitpunkt bestimmen? Bei der Auseinandersetzung mit dem Objekt ist sein Facettenreichtum anzuerkennen. Die Veränderungen, die wir verstehen wollen, sind nicht vom Objekt zu trennen.¹

Bereits Alois Riegl hat auf den Alterswert von Denkmälern verwiesen und die emotionale Verbundenheit des Betrachters aufgrund der Ablesbarkeit der Altersspuren betont. Der Alterswert bezieht Veränderungen mit ein und richtet sich entschieden gegen den Neuheitswert, der ursprüngliche Zustände herstellen will und Rekonstruktion und Purifizierung Tür und Tor öffnete.² In diesem Sinne ist letztlich auch die Charta von Venedig aus dem Jahr 1964 zu lesen, die die Ablesbarkeit von Ergänzungen, gleichzeitig aber auch den Respekt vor den Zutat der Zeit fordert und stilreine Rekonstruktionen entschieden ablehnt.³

Bezogen auf mittelalterliche Portale ergibt sich eine Reihe von Möglichkeiten, wie Veränderungen erfolgt sein können: Zunächst erscheinen Beschädigungen des Originals möglich, seien es die Effekte von Verwitterungseinflüssen oder anthropogene Einflussnahme. Weitere Veränderungen, ebenfalls anthropogen eingebracht, können bewusst vorgenommene Modifikationen wie Um- oder Anbauten

¹ Drewello 2011, S. 279; Schädler-Saub 2019, S. 122.

² Hubel 2011a, S. 86-94, Alois Riegl zum Denkmalkultus: Huse 1984, S. 131-139. Hierzu und zur Wertschätzung der gealterten Oberfläche zuletzt auch Bäschlin 2020, S. 109-114.

³ Hubel 2011a, S. 146-148; sowie der Originaltext der Charta von Venedig (1964); in der Folge auch: The Nara Document on authenticity (1994), in dem explizit auch die Kenntnis der Veränderung als wichtig für die Beurteilung der Authentizität des Kulturerbes angeführt wird; siehe hierzu auch Schädler-Saub 2019, S. 122, bezogen auf historische Restaurierungen: „Without any doubt, historical restorations with their material and immaterial significance are part of monuments' authenticity“.

sein, oder solche, die auf eine geänderte Nutzung antworten. Auch Reparaturen und Restaurierungen rufen unweigerlich Veränderungen hervor. Bei Figurenportalen ist auch eine Bedeutungsveränderung möglich, beispielsweise, wenn die dargestellte Ikonografie abgewandelt wird. Des Weiteren sind auch Veränderungen des Erscheinungsbildes für die wissenschaftliche Betrachtung von Bedeutung. Zu untersuchen ist zum Beispiel, ob sich die Form und die Farbigkeit gewandelt haben. Häufig ist der Zeitgeschmack⁴ der Vater der Veränderung, gerade wenn die Fragestellung nach der Polychromie oder Monochromie behandelt wird. Im Sinne des Zeitgeschmackes sind die jeweils zeitgenössische Restaurierungsmentalität und -materialität wichtige Faktoren. Die Veränderungsgeschichte eines mittelalterlichen Kirchenportals beinhaltet nicht ausschließlich die Antwort auf eine einzelne Frage (zu einer bestimmten Zeitstellung), sondern erzählt vielschichtig, wie es dem Portal über die Jahrhunderte nach seiner Entstehung ergangen ist. Man sollte sie als nicht abgeschlossene Biographie sehen, die durch die restaurierungswissenschaftliche Analyse differenziert betrachtet und gegebenenfalls ergänzt wird.

Veränderungsgeschichte wird in dieser Arbeit umfassend argumentiert.⁵ Einbezogen werden historische und kulturwissenschaftliche Bezüge, sowie die Restaurierungsgeschichte und Aspekte der Korrosionsgeschichte unter Berücksichtigung der Alterung von Materialien.

1.1. Objektauswahl und Projektzusammenhang

Von März 2015 bis Februar 2018 beschäftigte sich das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt „Mittelalterliche Portale als Orte der Transformation“⁶ mit der interdisziplinären Erforschung mittelalterlicher Portale an europäischen Großkirchen. Beteiligt an dem Verbundprojekt waren die Kunstgeschichte⁷, die Bauforschung⁸ und die Restaurierungswissenschaft⁹ der Otto-Friedrich-Universität Bamberg. In enger Zusammenarbeit mit den jeweiligen Bauhütten und den zuständigen Denkmalbehörden wurden an fünf Kathedralen ausgesuchte Portalanlagen untersucht. Während die entstehungsgeschichtlichen und ikonographischen Aspekte traditionell eher von der Kunstgeschichte beantwortet werden und die Fragen des Entwurfs, der Konstruktion und des Bauablaufs bauforscherische Schwerpunkte darstellen, beschäftigt sich die Restaurierungs-

⁴ Zum Faktor des Zeitgeschmackes in der Restaurierung im 19. und 20. Jahrhundert bezogen auf fragmentarisch erhaltene Wandmalereien: Schädler-Saub 2008, S. 141-158. Schädler-Saub macht nicht nur die Feststellung, dass es im 19. und frühen 20. Jahrhundert Modeerscheinungen in der Restaurierung gab, die stets zwischen Wiederherstellen und der Bewahrung des „historisch Gewordenen“ changierten, sondern schließt auch mit der Bemerkung, dass auch heutige Restaurierungen dem Zeitgeschmack unterworfen sind und künftig anhand dessen bewertet und datiert werden können. S. 143 und 155.

⁵ Zur Definition grundlegend: Drewello 2011, S. 278.

⁶ BMBF-Förderkennzeichen 01 UO 1502.

⁷ Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Lehrstuhl für Kunstgeschichte, insbesondere Mittelalterliche Kunstgeschichte, Prof. Dr. Stephan Albrecht.

⁸ Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Professur für Bauforschung und Baugeschichte, Prof. Dr.-Ing.- Stefan Breitling.

⁹ Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Professur für Restaurierungswissenschaft in der Baudenkmalpflege, Prof. Dr.-Ing. Rainer Drewello.

wissenschaft mit Fragen der Materialität, der ursprünglichen Gestalt, der Machart und der Veränderung der Objekte.¹⁰ Scharf trennbar sind die Zuständigkeiten und Bereiche nicht immer, da sie in der fachübergreifenden Zusammenarbeit Hand in Hand gehen und die Frage der einen Disziplin häufig durch die andere beantwortet werden kann.¹¹ Der interdisziplinäre Projektansatz befeuerte Diskussionen und manch aufgestellte These musste noch vor Ort auf dem Gerüst konkretisiert oder revidiert werden.

Im Projekt waren Untersuchungen mit jeweils einwöchigen Kampagnen an den Domen in Bamberg (Dom St. Peter und St. Georg), Wien (Dom- und Metropolitankirche zu St. Stephan und allen Heiligen) und Köln (Hohe Domkirche St. Petrus), an den Kathedralen Notre-Dame in Paris und Laon (Notre Dame de Laon) geplant. Sie wurden von 2015 bis 2017 durchgeführt. Im Fokus der Untersuchungen standen neben den Bauwerken an sich jeweils einzelne Portale bzw. Portalanlagen oder Portalgruppen mittelalterlichen Ursprungs.

Zu Beginn wurde der Stephansdom in Wien bearbeitet. Dort waren die beiden sich gegenüberliegenden Langhausportale, die sogenannten Fürstentore, von besonderem Interesse: Das Singertor liegt im Süden des Kirchenschiffes, das Bischofstor im Norden. Beide Portale sind an der Außenseite heute durch Vorhallen verdeckt. Eine eingehende kunsthistorische und bauforscherische Untersuchung zur Entstehung und Konstruktion der beiden Portale erfolgt in der Dissertation von Katharina Arnold¹².¹³ In Paris war bereits 2012 das Südportal des Querhauses eingehend untersucht und dokumentiert worden.¹⁴ Auf Grundlage der Ergebnisse zum Südportal konnte in der Projektarbeit aufgebaut werden. In der Kampagne 2016 bestand schließlich die Möglichkeit das dem Stephanusportal gegenüberliegende Querhausportal im Norden zu untersuchen. Dank der Gerüststellung waren erhöhte Bereiche des Portaltrichters erreichbar. Auch die Reversseite im Inneren konnte vom Boden und dem Windfang aus untersucht werden. Im französischen Laon stand ebenfalls 2016 das rechte Westfassadenportal im Vordergrund der Betrachtungen. Das Portal weist in Teilen noch den mittelalterlichen Bestand auf, obwohl es im 19. Jahrhundert¹⁵ stark überarbeitet worden ist. Im weiteren Projektverlauf folgten 2017 die Untersuchungen in Köln und Bamberg. In Köln war eines der Westfassadenportale Untersuchungsobjekt: das mittelalterliche Petersportal, das auf Grundlage der Projektarbeiten seit 2019 in der Dissertation von Anna Chiara Knoblauch¹⁶ eingehend bearbeitet

¹⁰ Drewello 2011; Drewello 2019.

¹¹ Vgl. hierzu auch Kapitel 4.

¹² Arbeitstitel der Dissertation von Katharina Arnold M.A.: Die Fürstenportale des Wiener Stephansdoms. Bereits fertiggestellte Publikationen zur Thematik: Arnold 2018; Albrecht / Arnold 2022; Arnold 2019; Arnold 2022.

¹³ Zu den Wiener Fürstentoren auch: Breitling 2022 und Tenschert 2022.

¹⁴ Die Ergebnisse sind dargelegt in: Albrecht / Breitling 2020, Albrecht / Breitling 2021; Albrecht 2016; Albrecht 2017; Hartmann 2013; Klahr 2016.

¹⁵ Zur Restaurierung des Weltgerichtsportals in Laon im 19. Jahrhundert entstand aus dem Projekt heraus die Publikation von Katja Schröck M.A.: Schröck 2017.

¹⁶ Betreuung: Prof. Dr. Stephan Albrecht.

wird. Am Ende des Untersuchungskatalogs stand der Bamberger Dom. Hier wurde ein bisher erstaunlich wenig bearbeitetes Portal in den Fokus gerückt, die sogenannte Gnadenpforte, der heutige Haupteingang an der Ostfassade des Baues. Im Rahmen des Projektes entstand neben den schon genannten gemeinsamen Untersuchungsobjekten die Dissertation von Magdalena Tebel zu einem weiteren mittelalterlichen Portal, dem Westportal von St. Lorenz in Nürnberg.¹⁷

Die im Projekt bearbeiteten Portale weisen allesamt Eigenheiten auf, lassen aber auch Gemeinsamkeiten erahnen. Sie haben unterschiedliche Fragestellungen aufgeworfen. Durch die Untersuchungen konnten neue Erkenntnisse gewonnen werden. Der Blick auf und unter die Oberfläche, sowie in die überlieferten Quellen trug bei allen Untersuchungsobjekten dazu bei, die jeweilige Veränderungsgeschichte zu präzisieren.¹⁸

Die vorgelegte kumulative Dissertation mit dem Schwerpunkt der Behandlung der Veränderungsgeschichte betrachtet aus dem Projektportfolio eingehend die Portalanlagen in Wien, Bamberg und Paris. Die methodische und systemische Herangehensweise und die Kernfragen lassen sich auf weitere Beispiele mittelalterlicher Portale übertragen. Die Fragestellungen haben zudem maßgeblich die Methodenauswahl¹⁹ bestimmt. Ziel der Arbeit war es, an den behandelten Beispielen aufzuzeigen, dass quellenmäßig greifbare Veränderungen durch Befunde am Objekt selbst verifiziert werden können und, dass es die Befunde darüber hinaus ermöglichen, neue Aspekte der Veränderungsgeschichte zu entdecken und zu belegen. Vom Objekt ausgehend sind nicht nur die Fragen der eigenen Disziplin geklärt worden, sondern es wurden auch die Fragestellungen der angrenzenden Disziplinen neu interpretiert. Es wurde somit ein übergeordneter Beitrag für die interdisziplinäre Arbeit geleistet. Gleichzeitig wird aufgezeigt, welche Fragen potenziell auftauchen können und welche Herangehensweisen und Methoden die Antworten liefern können. Die Verknüpfung der komplementär eingesetzten Methoden bringt den entscheidenden Mehrwert zur Beantwortung der Fragestellungen. Das eingesetzte analytische Instrumentarium ist einerseits auf andere Beispiele übertragbar und eröffnet einen Kanon für den Umgang mit vergleichbaren Untersuchungen. Andererseits wird die Untersuchungspraxis aber auch dem jeweiligen Objekt und der Situation vor Ort gerecht und erlaubt es, für die Kernfragen die möglichst besten Antworten zu finden.

Eine Reihenuntersuchung zahlreicher mittelalterlicher Portale wird nicht angestrebt. Es wird auch keine Eingrenzung nach der Entstehungszeit (zum Beispiel Portale des 13. Jahrhunderts) vorgenommen. Die Auswahl dieser drei Großkirchen mit fünf Portalen erfolgt letztlich aufgrund der besonderen Befunde, Ergebnisse und Erkenntnisse, die die Forschung jeweils weiterbrachten und die

¹⁷ Tebel 2019.

¹⁸ Vgl. zu den Ergebnissen auch Kapitel 4.

¹⁹ Vgl. zu den einzelnen Methoden Kapitel 2.

unterschiedliche methodologische Herangehensweisen illustrieren. Somit sind Anknüpfungspunkte für die weitere wissenschaftliche Auseinandersetzung der behandelten Portale als Prototyp für andere vergleichbare Objekte und Objektgruppen gegeben. Die Betrachtung der Fallbeispiele war unvoreingenommen und nicht auf eine einzige Frage beschränkt. So stand nicht ausschließlich die Datierung, die Skulptur am Portal, die Polychromie oder eine Restaurierungsmaßnahme oder gar die visuelle Rekonstruktion von historischen Zuständen im Zentrum. Einzeldarstellungen zu den fünf Portalen in allen Aspekten der Entstehung, ihrer Konstruktion, des ikonografischen Inhaltes und der weiteren Nutzungsgeschichte sollten ebenfalls nicht erarbeitet werden. Streng schematisch vorzugehen und einen Untersuchungskanon abzuarbeiten, ohne das Objekt und seine Eigenheiten einzubeziehen, war weder das Ziel noch wäre es zielführend gewesen. Darüber hinaus würde dies dem objektorientierten Ansatz des Projektes entgegenstehen. Erst die Offenheit für Fragen aus einem anderen thematischen Spektrum sowie eine gewisse Skepsis dem gegenüber, was überliefert ist, ermöglichen eine unvoreingenommene Auseinandersetzung mit dem Objekt. Gezeigt werden soll auch, dass der Bestand und die Befunde am Portal die Methoden vorgeben und gleichzeitig ihre Grenzen aufzeigen. Allgemein gilt außerdem: Was nicht (mehr) da ist, kann auch nicht gefunden werden. Theorien zur Veränderungsgeschichte sind dazu da, überprüft zu werden. Deswegen gilt umso mehr, bei der Untersuchung die Aufmerksamkeit selbst kleinsten und unscheinbaren Reste vergangener Veränderungsphasen zu widmen. Vor allem sie können Schätze zu Tage fördern.²⁰ Jeder noch so kleine, vielleicht zunächst unspektakulär wirkende Befund bedarf der Interpretation und Kontextualisierung und kann ein entscheidendes Puzzleteil sein.

Aus der Unvoreingenommenheit sich nicht auf eine Fragestellung zu beschränken, ergibt sich ein Füllhorn voll mit Fragen an die Objekte. Als zentrale Frage lässt sich für alle Untersuchungsobjekte diejenige nach der ursprünglichen Gestalt formulieren. In der vorgelegten Studie lautet sie: Wie darf sich der heutige Betrachter das Portal zu seiner Entstehungszeit bzw. unmittelbar nach der Fertigstellung vorstellen? Denn das Erscheinungsbild zu jenem Zeitpunkt bildet zwangsläufig die Grundlage für die weiteren Veränderungen, seien sie anthropogenen oder anderweitigen Ursprungs. Mit der entstehungszeitlichen Gestalt ist unweigerlich die ehemalige und erste Oberflächenbehandlung verknüpft: Heute erscheinen alle betrachteten Portale farblos oder monochrom überfasst, fast steinsichtig. Waren sie das auch zu ihrer Entstehungszeit? Waren sie gar für eine rein monochrome Gestaltung ausgelegt, oder von vornherein „bunt gedacht“? Im Falle einer (teil-)polychromen Gestaltung stellt sich außerdem die Frage nach dem Ausführungszeitpunkt: Hat der Fassmaler sein Werk schon in der Werkstatt vollendet, wie es beispielsweise für die Erstfassung des

²⁰ Selbst wenn vermeintlich nichts mehr da ist, sind beispielsweise dennoch die Spuren der Abarbeitung/Reinigung zu finden. Überarbeitende Maßnahmen tilgen nie völlig den Vorzustand.

Tympanon des Weltgerichtsportals von St. Sebald in Nürnberg festgestellt werden konnte,²¹ oder hat er erst im versetzten Zustand auf der Baustelle gearbeitet?²²

Aufgrund der unterschiedlichen Grundvoraussetzungen und Behandlungen, der Erhaltungszustände, der Archivlage etc. wird es nicht möglich sein, alle Fragen, die an die Untersuchungsobjekte gestellt werden im gleichen Maße zu beantworten. Dennoch lassen sich trotz des teilweise hochfragmentierten Bestandes wertvolle Erkenntnisse über die Objekte und ihre Geschichte gewinnen.

Anhand der vier Publikationen soll das Spektrum an Möglichkeiten aufgezeigt werden, mit dem man sich der Veränderungsgeschichte verschiedener mittelalterlicher Kirchenportale nähern kann. Im Mittelpunkt der Ausführungen stehen exemplarisch ausgewählte, unterschiedliche Herangehensweisen, durch die Fragestellungen beantwortet wurden, die sich aus den Befunden am Bau abgeleitet haben.

1.2. Problemfeld Kirchenportal im Allgemeinen

Das mittelalterliche Figurenportal als Untersuchungsobjekt bietet an sich Eigen- und Besonderheiten, die Einzelobjekten in der Regel fehlen. Zunächst steht die Komplexität des Konzeptes bzw. des Aufbaus des Portals im Vordergrund.²³ Es gibt nicht nur die blanke Architektur, sondern auch die Bauskulptur und den Bauschmuck als Teilbereiche eines Ganzen, die nicht losgelöst voneinander behandelt werden können. Architektur und figural gestaltete Teile gehören bei Kirchenportalen untrennbar zusammen, ebenso wie das Portal nicht ohne die umgebende Architektur gedacht werden kann, mit der es schon allein durch die Gesamtplanung verbunden ist. Eine Eingrenzung der Betrachtung auf den Portaltrichter erscheint daher nicht zielführend.

Des Weiteren ergibt sich aus der Schwellenfunktion²⁴ und der Eingangssituation zwangsläufig eine Unterteilung in Innen und Außen. Daraus lassen sich für die Aspekte der Alterungs- und Verwitterungsprozesse zwei völlig unterschiedliche Grundvoraussetzungen ableiten. Das Revers wird bei der Betrachtung eher dem Innenraum der Kirche zugerechnet und erfuhr seine Gestaltung auch meist in Abhängigkeit zum restlichen Kirchenraum.²⁵ Die Ausgestaltung der Schwelle war stets

²¹ Drewello / Herkner S. 25-26.

²² Die Fassung nach dem Versetzen wird für Figuren des Erfurter Triangel vermutet, siehe hierzu: Drewello / Siart / Wortmann 2005, S. 192. Für den Bamberger Reiter hat Hartleitner belegen können, dass die Erstfassung auf der Fuge des Pferdes nachweisbar ist, folglich nach der Fertigstellung am heutigen Ort erfolgt sein muss: Hartleitner 2011, S. 79. Auch für die Stifterfiguren in Naumburg ist die Fassung nach dem Versetzen belegbar: Karl 2012, S. 179.

²³ Zur Illustration der Komplexität und Vielfalt der Möglichkeiten sich mit Kirchenportalen des Mittelalters zu befassen, bietet nicht zuletzt der Tagungsband der Abschlusstagung des BMBF-Projektes einen variantenreichen Überblick: Albrecht / Breitling / Drewello 2019.

²⁴ Am Beispiel des Bamberger Fürstenportals hat Stephan Albrecht die Schwellenfunktion von der irdischen, realen Welt hin zum Spirituellen herausgearbeitet: Albrecht 2015.

²⁵ Für die Raumfarbigkeit von Kirchenbauten des 13. Jahrhunderts: Lutgen 2016, S. 222-240. Auswertung der Grundtöne und Fugenmalerei, sowie Maltechnik für die Portale speziell mit Fokus auf Trier: Ebd., S. 234-237. Zum Bild des mittelalterlichen Bauwerks auch: Autenrieth 2003 (auch bezogen auf Fassungen des Innenraums und Steinsichtigkeit;

beeinflusst von der Funktion des Portals und des Kirchenbaus im Allgemeinen. War es ein Eingang für die Laien oder das Domkapitel, war es gestiftet worden?²⁶ Die Nutzung und der Zweck der untersuchten Portale spielen in einer restaurierungswissenschaftlichen Analyse allerdings keine maßgebliche Rolle, solange sie keinen entscheidenden Einfluss auf die Veränderungsgeschichte haben.

Den untersuchten Portalen ist gemeinsam, dass das heutige Bild entscheidend durch Veränderungen bestimmt ist. In Wien wurden die ursprünglich frei zugänglichen und sichtbaren Langhausportale durch Vorhallen ergänzt und für die Betrachtung von außen gänzlich verdeckt. Sie waren dadurch vor der freien Bewitterung und einer möglichen Zerstörung durch Umwelteinflüsse geschützt. Das Erscheinungsbild ist allein durch die bauliche Maßnahme ein völlig anderes als das des Originalzustandes. Im 19. Jahrhundert sind die Portaltrichter überarbeitet worden, was das Bild zusätzlich verändert. Es wurde massiv gereinigt und ergänzt. In Paris wiederum griff man in der Zeit der Französischen Revolution entscheidend ästhetisch ein, nahm beispielsweise Figuren aus den Portalen. Im 19. Jahrhundert änderte der, mit der Restaurierung beauftragte, Architekt Eugène Emmanuel Viollet-le-Duc im Inneren das gestalterische Konzept völlig und ergänzte am Südportal die fehlenden Figuren. Damit wurde hier nicht nur materiell und stilistisch modifiziert, sondern auch rekonstruierend vorgegangen. Originale Teile und Ergänzungen ergeben heute dennoch scheinbar wieder eine Einheit. Das Bamberger Beispiel vermittelt hingegen ein Bild, das nicht eindeutig durch eine Veränderungsphase geprägt ist. Es ist vielmehr ein für den Betrachter zunächst unklares Zusammenspiel aus verschiedenen Maßnahmen, die alle ihren Fingerabdruck hinterlassen haben und erst entschlüsselt werden müssen. Auch hier ist der ursprüngliche Zustand nicht mehr direkt ablesbar. Originale Oberflächen sind an allen drei Beispielen nur noch sehr fragmentarisch erhalten. Es gilt daher das entstehungszeitliche Erscheinungsbild zu dechiffrieren.

Was wir sehen, ist das Produkt der Veränderungen und Maßnahmen, die dazu geführt haben, nicht der ursprüngliche Zustand. Die Veränderungen nehmen dem Objekt aber nicht den Charakter eines Originals. Durch seine Geschichte ist es zwar verändert, aber auch zwangsläufig und gleichzeitig Zeugnis einer Entwicklung geworden, die für sich gesehen essentiell für das Objekt ist und den jeweiligen Zeitgeschmack, die dahinterstehenden Mentalitäten und Gewohnheiten abbildet.

darüber hinaus der Versuch einer Zusammenstellung der gefassten Kircheninnenräume: S. 59-61, sowie Michler 1977 mit v. a. französischen Beispielen und dem Versuch einer Abfolge der Gestaltungen mit Fugenstrichen und der Betonung der architektonischen Gliederung. Zur Thematik des farbigen Mittelalters auch: Kurmann 2011. Kurmann verweist auf den Forschungsbedarf, gerade was die Farbigkeit der Flächen am Kathedralbau angeht, sowohl innen als auch außen, da vor allem figurale Teile (Portale) untersucht und auch oft Akzentuierungen gefunden worden sind, aber ein umfassendes Bild schwer möglich ist. Für fehlende Befunde im Innenraum ist demnach nicht nur das 19. Jahrhundert verantwortlich, sondern auch das 20. Jahrhundert. Hier verweist er beispielsweise auf die Arbeiten im Chor von Amiens aus den 1980er Jahren, die die mittelalterlichen Reste tilgten: S. 33-37. Vgl. hierzu auch Kapitel 3.4. Zum Thema Farbigkeit von Architektur im Allgemeinen gibt das Reallexikon für Kunstgeschichte einen Überblick, der mittlerweile gerade für gut erforschte Beispiele ausdifferenziert werden könnte: Kobler / Koller 1975.

²⁶ Als Beispiel für Stifter und ihr Abbild im Portal seien die Wiener Fürstentore genannt. Die Stifterfiguren finden hier im Gewände Platz.

1.3. Stand der Forschung zur Veränderungsgeschichte mittelalterlicher Portale

Bei aller Komplexität ist ein weiteres Phänomen bei der Betrachtung von Portalen in der bisherigen Forschungsgeschichte, dass häufig Teilaspekte oder Teilbereiche untersucht wurden, beispielsweise die Datierungsfrage, die Ikonografie und Architektur, oder die Stilfrage, bzw. stilistische Abhängigkeiten. Selten jedoch ist das Portal vollumfänglich bearbeitet worden.²⁷ Umfassende Untersuchungen der Veränderungsgeschichte stehen beispielsweise für die Portale in Freiburg, das Westportal der Heiliggeistkirche in Landshut²⁸ und die Portalanlagen am Münster in Schwäbisch Gmünd²⁹ zur Verfügung. Außerdem sind die weitreichenden Untersuchungen am Fürstenportal³⁰ in Bamberg und am Riesentor³¹ in Wien zu nennen. Am Riesentor wurden die Objektgeschichte, bauliche Maßnahmen und verschiedene (polychrome) Gestaltungsphasen detailliert aufgearbeitet, aus denen sich mehrere historische Erscheinungsbilder zeichnerisch rekonstruieren ließen. Publiziert sind die Ergebnisse mit Beiträgen zum Forschungsstand, zur Geschichte des Portals, den baulichen Umgestaltungen, der damals aktuellen Restaurierung, der Materialität und der Untersuchung und Rekonstruktion der verschiedenen farblichen Gestaltungsphasen mit zum Teil komplexer Schichtenfolge in einem Sammelband von Friedrich Dahm.³² Für das Fürstenportal ist die Erstfassung und weiterer Überfassungen sowie der Zusammenhang zur Skulptur im Inneren des Doms ermittelt worden.³³ Häufig sind Portale mit augenfällig umfangreichen Resten historischer Farbgestaltungen untersucht worden. In Bezug auf die Veränderungsgeschichte sind die Fassungen und Überfassungen von gesteigertem Wert, da sie die Stratigrafie der Gestaltungsphasen ablesen lassen. Zu den Untersuchungen an Portalen mit umfangreich vorhandener Polychromie zählen die im Rahmen bzw. in Vorbereitung von Restaurierungen in Freiburg³⁴, am Westportal der Heiliggeistkirche³⁵ in Landshut,

²⁷ Zur Bandbreite der Portalforschung zuletzt der Tagungsband: Albrecht / Breitling / Drewello 2019. Am Rande seien die älteren Überblickswerke zum Figurenportal erwähnt: Für Frankreich von 1250-1350 mit Fokus auf die Skulptur: Sauerländer 1953. Zu der stilistischen Entwicklung in Deutschland im selben Zeitraum: Unckenbold 1955. Die Entwicklung im 14. Jahrhundert hat zuletzt Tebel zusammengefasst: Tebel 2019, S. 45-47. Zur Entwicklung vom 13. bis zum 15. Jahrhundert auch: Niehr 2001.

²⁸ Emmerling / Knipping / Niehoff 2001.

²⁹ Reichwald 2001; Strobel 2001; Fiedler 2004.

³⁰ Schuller 1993, darin zur Restaurierungsgeschichte besonders: Breuer 1993, auch: Breuer 2007; Hartleitner 2011.

³¹ Dahm 2008a. Für die Veränderungsgeschichte besonders interessant sind die Beiträge zu den vergangenen Restaurierungen und der restauratorischen Behandlung und Untersuchung: Dahm 2008b und Nimmrichter / Koller / Paschinger 2008.

³² Dahm 2008a. Für die Veränderungsgeschichte besonders interessant sind die Beiträge zu den vergangenen Restaurierungen und der restauratorischen Behandlung und Untersuchung: Dahm 2008b und Nimmrichter / Koller / Paschinger 2008.

³³ Hartleitner 2011.

³⁴ Landesdenkmalamt Baden-Württemberg 2004. Die umfassende Publikation beinhaltet Beiträge zu historischen Quellenlage, den restauratorischen Voruntersuchung, der Abfolge historischer Fassungen, der letzten Restaurierung und dem Maßnahmenkonzept, welches auch die Vorhalle mit einbezieht. Darüber hinaus findet sich ein überblickartig angelegter Aufsatz von Wölbert zu Polychromie auf Stein in Baden-Württemberg der die Breite der Befunde illustriert.

³⁵ Emmerling / Knipping / Niehoff 2001. Mit Beiträgen zu Schwäbisch Gmünd (Heiligkreuzmünster) und auch der Farbigkeit der gotischen Kirchenportale in Österreich Koller und Nimmrichter S. 249-257, sowie einiger Überlegungen von Klaus Niehr zur Entwicklung der Figurenportale im 13.-15. Jahrhundert, S. 161-196.

und Schwäbisch Gmünd³⁶. Interessant ist für die Erforschung von Polychromie an Portalen die unterschiedliche Behandlung in der Erstfassung am Münster in Schwäbisch Gmünd, die zwischen den monochrom gestalteten Chorportalen und den schon in der ersten Fassung polychrom gestalteten Langhausportalen unterscheidet, während die Zweitfassung (um 1500) aller vier untersuchten Portale polychrom ausgeführt wurde.³⁷ Mit den Untersuchungen und der Restaurierungsmaßnahme am Portal der Martinskirche in Landshut liegt ein jüngeres Beispiel für eine grundlegende Betrachtung – auch der Objektgeschichte – und Würdigung eines gotischen Portals mit vielfältigen Polychromieresten aus verschiedenen Zeitstellungen vor.³⁸ Es handelt sich durchgängig um Beispiele für eine nahezu vollständig oder sehr umfassend erhaltene (Original-)Polychromie.

Für Deutschland sind zu den oben schon genannten Beispielen noch die Untersuchungen am Regensburger Hauptportal hinzuzufügen. Hier ist besonders das Verhältnis des weitgehend monochrom gefassten Portals, das lediglich Lippen- und Augenzeichnungen aufweist, zu der zentralen polychromen Skulptur des Petrus am Trumeau zu erwähnen. Die Figur war wohl für den Innenraum gedacht, der in seiner Architekturfarbigkeit ebenfalls erforscht wurde.³⁹ Des Weiteren bilden die Erkenntnisse des DBU-Projektes zur Konservierung und Sicherung des Weltgerichtsportals an St. Sebald in Nürnberg eine wertvolle Grundlage für die quellengestützte und naturwissenschaftlich angelegte Herangehensweise an die Untersuchung eines Portals mit unklarer Restaurierungsgeschichte und restaurierungsbedürftigem Bestand.⁴⁰ Ähnlich verhält es sich mit den Forschungen zum Triangelportal in Erfurt.⁴¹ Hinsichtlich der Farbigkeit und den Aspekten der Steinkonservierung am Südportal in Augsburg sei auf die Publikation des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege von 1984 verwiesen.⁴²

Als ein etwas älteres Beispiel für die Untersuchung eines mittelalterlichen Portals ist die Forschung an der Goldenen Pforte in Freiberg zu nennen. Sie beinhaltet nicht nur veränderungsgeschichtliche Aspekte, wie das Versetzen des Portals an eine neue Stelle sowie Ergänzungen des 19. Jahrhunderts,

³⁶ Strobel 2001, S. 207-216; sowie: Reichwald 2001, S. 217-222. Bereits 1988 waren zeichnerische Rekonstruktionen der 2. Fassungsphase angefertigt worden, Vgl. Abb. 4 und 5 auf Seite 222.

³⁷ Fiedler 2004, S. 261-272. Mit zeichnerischer Rekonstruktion der Zweitfassung: S. 262-265. Bei einer Tagung 2019 in Schwäbisch Gmünd konnte das eingerüstete Südportal mit seiner bemerkenswert erhaltenen Polychromie in Augenschein genommen werden.

³⁸ Birk / Jocher / Erzdiözese München Freising 2017.

³⁹ Hubel 2019, S. 234-238. Beschrieben wird eine Teilpolychromierung mit schwarz akzentuierten Augen und Lippen, bei einem sonst weiß-gelblich lasierten, in Steinfarbe gehaltenen Portal. Es wird eine Art Marmoreffekt angenommen, der den polychromen Trumeau-Petrus (ursprünglich für den Innenraum gedacht) wohl noch zusätzlich herausgestellt hat. Vgl. zur Farbigkeit Regensburg auch: Preis 2001; Fuchs 1990, S. 71; Michler 2014; neuere Erkenntnisse zur Polychromie und Restaurierung des Regensburger Hauptportals: Kühne 2016, S. 347ff. Vgl. auch: Drewello / Tenschert 2022, bzw. Kapitel 3.4. Zur Baugeschichte des Regensburger Doms mit den Restaurierungen allgemein: Hubel / Schuller / Böker 2013.

⁴⁰ Bauhütte Sebald Nürnberg 2009.

⁴¹ Das Portal wird in fünf Beiträgen zu verschiedenen Aspekten im Band Cramer / Schuller / Winghart 2005 gewürdigt, darunter für diese Arbeit besonders interessant: Drewello / Siart/ Wortmann 2005, S. 190-197.

⁴² Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege 1984. Zusammengefasst sind neben der Geschichte und ikonografischen Überlegungen auch die Fassungsbefunde und naturwissenschaftlichen Untersuchungen zur Steinkonservierung.

sondern auch die Ikonografie. Die Untersuchungen in den 1950er und 1960er Jahren hatten noch nicht die heutigen Möglichkeiten, aber es wurden bereits Laboruntersuchungen durchgeführt und die Erkenntnisse der Betrachtung und der Analysen zu Thesen zur möglichen Abfolge der Schichten formuliert. Die Studien können als Grundlagen für weiterführende Untersuchungen genutzt werden.⁴³ Ähnlich verhält es sich auch mit den frühen Materialanalysen zu den verwendeten Pigmenten an der Bamberger Gnadenpforte im Jahr 1931.⁴⁴

Für die Forschung zu gotischen Figurenportalen in Frankreich ist weiterhin der Tagungsband „La couleur et la pierre. Polychromie des portails gothiques“⁴⁵ maßgeblich. Anlässlich einer Restaurierung der Westfassade der Notre-Dame in Paris wurden die Befunde der Westportale und weiterer Portale des Kathedralbaus dargestellt.⁴⁶ Für den französischsprachigen Raum ist außerdem die Betrachtung des Portail Peint in Lausanne⁴⁷ zu nennen.

Für die Schweiz ist darüber hinaus auf die Forschungen zu den Portalen am Basler Münster hinzuweisen. Für die Galluspforte sind die Erkenntnisse – auch zur Veränderungsgeschichte – im Ausstellungskatalog zum Portal zusammengetragen.⁴⁸ Zur bewegten Baugeschichte des Hauptportals des Basler Münsters folgte die Publikation mit einem ähnlichen Konzept, das auch spätere Restaurierungen beinhaltet.⁴⁹ Um die Erkenntnisse zur Polychromie am gesamten Bau zusammenzubringen und systematisch aufzuarbeiten, folgte 2015-2016 das großangelegte, interdisziplinäre Projekt PolyBasel⁵⁰. Es unternahm den Versuch eine umfassende Betrachtung zu allen fassungsbezogenen Befunden am Münster zu machen und diese zu kontextualisieren. Auch hier wurden Portalfragmente behandelt und mit dem analytischen Kanon aus vor-Ort-Methoden und Labormethoden untersucht.⁵¹

Für die Entwicklung der Farbigkeit von Figurenportalen in Österreich gaben Manfred Koller und Johann Nimmrichter einen Überblick. Thematisiert wurden hier auch reinigende Maßnahmen des 19. und 20. Jahrhunderts, die mitunter vorher noch vorhandene Fassungsbefunde negierten. Festgehalten wird

⁴³ Hütter / Magirius 1967. Der Beitrag ist unterteilt in die ersten beiden Abschnitte von Heinrich Magirius zur Geschichte des Portals (S. 179-197) und zur Ikonografie (S. 198-221), sowie den dritten Abschnitt von Elisabeth Hütter zur Polychromie ab S. 222-235.

⁴⁴ Schmuderer 1931 und Stois 1931. Im Rahmen der Untersuchungen gab es erste naturwissenschaftliche Untersuchungen zur Gnadenpforte.

⁴⁵ Verret / Steyaert 2002. Behandelt werden hauptsächlich, aber nicht ausschließlich, französische Figurenportale der Gotik.

⁴⁶ Demailly 2000.

⁴⁷ Deuber-Pauli / Hermanès 1981. Zur Kathedrale in Lausanne und z.T. Aspekten des Portail Peint, aber weniger der Veränderungsgeschichte auch: Kurmann / Rohde 2004.

⁴⁸ Meier / Schwinn Schürmann 2002. Besonders die Aufsätze: Schwinn Schürmann, Dorothea: Bestand, Restaurierungs-/ Forschungsgeschichte, S. 20-31; Meier, Hans-Rudolf: Versetzt oder in situ? Die Galluspforte im baulichen Kontext, S. 32-43; Burkhardt, Bianca: Die Farbgebung der Galluspforte, S. 44-51.

⁴⁹ Meier / Schwinn Schürmann 2011.

⁵⁰ Wörle / Lombardo / Burkhardt / Schwinn Schürmann 2018.

⁵¹ Wörle / Lombardo / Burkhardt / Schwinn Schürmann 2018, S. 61-66 (Beschreibung der verwendeten Methoden), S. 52, 127, 172 (zum Portalfragment).

außerdem, dass Figurenportale in Österreich bis ins 19. Jahrhundert häufig überfasst wurden. Im 16. Jahrhundert wurde hier eher monochrom gearbeitet, im 18. Jahrhundert favorisierte man hingegen eine weiße Marmoroptik der Skulptur mit goldenen Gewandborten.⁵² Die mittelalterliche Ausgangslage für polychrome Steinskulptur fasste Manfred Koller zusammen. Er ging vor allem auch auf die Befunde in und an St. Stephan in Wien ein.⁵³

Wenn auch nicht rein portalbezogen, so lieferte die Tagung „Von Gold zu Blau – Farbfassungen erzählen Münstergeschichte“ dennoch aktuelle und spannende Ergebnisse zur Veränderungsgeschichte des Heiligen Grabes im Münster von Schwäbisch Gmünd und der Polychromie am Münster im Allgemeinen.⁵⁴ Ohne sich auf ein Portal zu beschränken hat Marcus Popp die Restaurierungsgeschichte von St. Lorenz in Nürnberg vor allem bezogen auf die Ereignisse im 19. und 20. Jahrhundert erarbeitet.⁵⁵ Thomas Lutgen betrachtete in seiner Dissertation zur Trierer Liebfrauenkirche hauptsächlich die Innenraumfarbigkeit, konnte aber auch Erkenntnisse zu Portalen liefern und die Innenraumfarbigkeit des 13. Jahrhunderts seines Trierer Beispiels in den deutschen und französischen Kontext stellen.⁵⁶

Übergeordnet interessant und relevant für diese Arbeit war darüber hinaus die Literatur zur polychromen Steinskulptur des 13. Jahrhunderts, die als Grundlage für die Einordnung und Interpretation der vorgefundenen Befunde an den Portalen dienten.⁵⁷ Einen Überblick zur polychromen Steinskulptur in Deutschland, der Forschungsgeschichte und Problematik im Allgemeinen gab Regina Urbanek 2016. Die Zusammenfassung ist nicht ausschließlich auf Portale bezogen, zeigt aber die Historie der forschersichen Auseinandersetzung mit der Polychromie ab dem 20. Jahrhundert auf. Sie verweist auf die Forschungsmeinung, dass gerade Außenbereiche meist verwittert sind und daher steinsichtig gedacht wurden – eine Annahme, die bis in die 1960er hinein als naheliegend und allgemeingültig betrachtet wurde. Danach kamen aber mit den Untersuchungen zum Magdeburger Dom und anderen Großkirchen Erkenntnisse auf, die das Bild ins Wanken brachten. Schließlich rückten dann Walter Hartleitner mit den Untersuchungen in Bamberg, das großangelegte interdisziplinäre Projekt zum Naumburger Dom und die Forschungen am Kölner Dom die Annahme der Steinsichtigkeit zurecht. Seit den 1980er Jahren war die Polychromie mehr im Fokus.⁵⁸ Peter Kurmann sprach von der kunstgeschichtlichen Entdeckung der Polychromie im 20. Jahrhundert nach der Abkehr

⁵² Koller / Nimmrichter 2001.

⁵³ Koller 2016.

⁵⁴ Tagung „Von Gold zu Blau – Farbfassungen erzählen Münstergeschichte“, 19.-20. September 2019, https://www.denkmalpflege-bw.de/uploads/tx_veranstaltungskalender/flyer_von_gold_zu_blau_sgmuend.pdf (Zugriff 20.09.2020; Publikation ausstehend)

⁵⁵ Popp 2014.

⁵⁶ Lutgen 2013.

⁵⁷ Danzl / Herm / Huhn 2012.

⁵⁸ Urbanek 2016. Verwiesen wird hier ferner auf Schwäbisch Gmünd (Großprojekt der Chorportale), Meißen Dom 1990-2003, sowie der Architekturfärbigkeit und Skulptur in Magdeburg, Landshut, Mainz und anderen mittelalterlichen Kirchenbauten.

von einer rein stilistischen Betrachtung der Merkmale von Skulptur. Diese war lange favorisiert, obwohl die Polychromie mittelalterlicher Werke schon im 19. Jahrhundert bekannt war.⁵⁹

Als Beispiel für die detaillierte Aufarbeitung der Erstfassung eines Einzelobjektes – wenn auch aus Holz – ist die Untersuchung der Fassung des Hl. Georg im Germanischen Nationalmuseum (GNM) zu nennen,⁶⁰ die in eine aufwändige Visualisierung⁶¹ der einzelnen Schritte der fasstechnischen Ausgestaltung der Figur resultierte. Eine vertrauenswürdige virtuelle und visuelle Rekonstruktion eines historischen Zustandes, wie den der Originalfassung, ist nur möglich, wenn noch genügend Belege und Fragmente historischer Substanz vorhanden und ablesbar sind. Als Beispiel wie auf der Grundlage einer restauratorischen Befunderhebung in Kombination mit 3D-Daten eine Rekonstruktion der Originalfassung visualisiert werden kann, liegt für das romanische Portal von St. Kastulus in Moosburg vor: Die erste Fassung ist hier entstehungszeitlich zu datieren und das gesamte Portal umfassend aufgebracht worden. Es folgte noch eine weitere mittelalterliche Fassung sowie spätere Gestaltungsphasen.⁶² Die Kunst der Restaurierungswissenschaft liegt darin, diese zeitlich unterschiedlichen Behandlungen und Phasen zu identifizieren und zu trennen. Für die behandelten Projektbeispiele war eine umfassende Rekonstruktion und Visualisierung des entstehungszeitlichen Erscheinungsbildes nicht möglich. Es war auch nicht die Zielsetzung.

Ohne die Thematik der virtuellen, bzw. digitalen Rekonstruktion von Farbfassungen im Detail diskutieren zu wollen, sei an dieser Stelle auf einige Probleme, bzw. Lösungsansätze hingewiesen. Das Projekt „Virtuelle Räume“ befasste sich eingehend mit den verschiedenen Farbfassungen der Figuren (hauptsächlich) im Innenraum des Regensburger Doms und nachweisbaren Fassungen der Raumschale. Die auftretenden Probleme stehen exemplarisch für derartige Vorhaben: Zunächst hatte man sich aus technischen Gründen gegen eine Rekonstruktion in 3D entschieden, sondern ging den 2D-Weg und rekonstruierte auf Fotografien der Skulpturen mittels Adobe Photoshop. Die Bearbeiter plädieren dafür, die Entscheidungsfindung aufgrund des subjektiven Charakters zu dokumentieren.⁶³ Dies ist aus ihrer Sicht notwendig, weil der Farbeindruck personenabhängig abweichend wahrgenommen wird und eine Abschätzung an der gealterten Oberfläche erfolgt. Zudem sollten Untersuchungen zur Maltechnik und Pigmenten voranstellen.⁶⁴ Für Farbrekonstruktionen ist eine

⁵⁹ Kurmann 2011, S. 33.

⁶⁰ Detaillierte, visuelle und virtuell erfahrbare Darstellung der Ergebnisse des Projektes: <https://www.gnm.de/projekte/der-prager-georg/> (letzter Zugriff: 20.08.2020); weiterführende Publikationen: Herkner / Barta / Ulmann 2006; Ulmann 2008.

⁶¹ Detaillierte, visuelle und virtuell erfahrbare Darstellung der Ergebnisse des Projektes: <https://www.gnm.de/projekte/der-prager-georg/> (letzter Zugriff: 20.08.2020).

⁶² Herkner / Marr 2009. Zur Fassung v.a. S. 22-26. Zur Rekonstruktion auch: https://woodford-project.com/?page_id=44 (letzter Zugriff 20.08.2020); sowie das Promotionsprojekt von Sybille Woodford (geb. Herkner) an der Universität Bamberg, Arbeitstitel: Objektpolychromie – Analyse der Maltechnik ausgewählter Architektur und Skulptur sowie Erarbeitung multimedialer Präsentationsmodelle zur Rekonstruktion der Farbigkeit.

⁶³ Zu Minimalstandards bei der Dokumentation der Entscheidungsfindung von Rekonstruktionen (von Architektur) auch: Grellert / Pfarr-Harfst 2019.

⁶⁴ Hubel 2017, S. 74-89; Speckhardt 2019, S. 246-256; Hubel 2011b, S. 67-80.

objektiv nachvollziehbare Entscheidung für eine bestimmte Ausstattungsphase wichtig. Das gilt letztlich für jeden einzelnen Farbton. Eine Rekonstruktion bleibt immer interpretativ und behält einen subjektiven Charakter.

Ein weiteres Beispiel sind die Darstellungen der Gestaltungsphasen der Naumburger Domschulptur. Hier war keine Rekonstruktion angestrebt, sondern Visualisierungen zur Illustration der Befundsituation. Dabei ist man sich des lückenhaften Charakters etwa hinsichtlich der Muster der Kleidung, der Lüster der Kronreife oder des Steinbesatzes bewusst gewesen. Ziel war die Annäherung an einen historischen Zustand und nicht die Rekonstruktion mit Vollständigkeitsanspruch. Auch für den Naumburger Fall wird die Problematik der veränderten Farbwirkung auf Grund der gealterten Oberflächen thematisiert. Man entschied sich hier bewusst für eine gewisse Abstraktion, um sich vom mittelalterlichen Original abzugrenzen. Freiflächen wurden interpretiert.⁶⁵

Problematisch bleibt, wie die beiden Beispiele zeigen, dass sowohl auf der Grundlage von 2D- als auch 3D-Daten, das heutige Abbild vom Original abweicht. Es weist beispielsweise verwitterte Oberflächen auf und Figurenteile sind verloren oder wurden ergänzt. Das Erscheinungsbild des Originals wird nie erreicht. Visualisierungen sind und bleiben dennoch ein gutes Vermittlungsmedium. Dabei sollte aber immer der Befund im Vordergrund stehen und nicht spekulativ vorgegangen werden. Wenn die Befundlage nicht so flächendeckend ist wie in Naumburg, Regensburg oder Schwäbisch Gmünd, sollte von der bildlichen Rekonstruktion historischer Zustände bzgl. der Farbgestaltung abgesehen werden. Dennoch kann die Rekonstruktion veränderungsgeschichtlicher Aspekte, bzw. die Simulation von Varianten⁶⁶ (auch abseits der Polychromie) hilfreich sein, um wissenschaftliche Untersuchungen darzustellen und eine Nachvollziehbarkeit der Theorien und Veränderungen zu erzielen.

Anmerkung Forschungsstand der Beispielportale:

Die Forschungsstände speziell zu den Portalen in Wien, Bamberg und dem Pariser Querhaus sind in den Publikationen gesondert behandelt und werden hier nicht aufgearbeitet und wiederholt. Für die Fürstenportale in Wien ist die Historie der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit der Veränderungsgeschichte und vor allem mit den Restaurierungen im 19. Jahrhundert im Artikel „Die Wiener Fürstentore – Neue Beobachtungen zum Bestand und der Veränderungsgeschichte“ festgehalten.⁶⁷ Für das Pariser Querhaus konnte der Forschungsstand einerseits im Aufsatz mit Rainer Drewello „Portale unter dem Mikroskop: Spurensuche am Pariser Querhaus“⁶⁸ und speziell die

⁶⁵ Karl 2015, S. 21-23.

⁶⁶ Vgl. Tenschert 2019b zur Rekonstruktion verschiedener möglicher Schreibweisen der Inschrift des Südquerhauses.

⁶⁷ Tenschert 2022.

⁶⁸ Drewello / Tenschert 2021.

Inschrift betreffend für die Südteile in den Beiträgen zur Monumentalinschrift⁶⁹ zusammengestellt werden. Der aktuelle Stand der Forschung zur Gnadenpforte in Bamberg ist in „Varianten der Restaurierung – Beobachtungen zu Restaurierungsmaßnahmen an mittelalterlichen Portalen am Beispiel der Gnadenpforte des Bamberger Doms“⁷⁰ dargelegt.

⁶⁹ Tenschert 2019b, sowie zum Forschungsstand zur Inschrift und Südquerhaus auch, aber nicht als Teil dieser Arbeit: Albrecht / Drewello / Tenschert 2021.

⁷⁰ Tenschert 2019a.

2. Methodik: Restaurierungswissenschaftliche Analytik

„Restaurierungswissenschaftler sind als Interpretatoren von Objekten in all ihren Ausprägungen unter Nutzung unterschiedlicher Instrumente zu verstehen.“⁷¹

In diesem Sinne lässt sich auch die methodische Herangehensweise in der vorgelegten Arbeit zusammenfassen. Für die Restaurierungswissenschaft⁷² steht stets das Objekt mit seiner Entstehungs- und Veränderungsgeschichte im Zentrum. Um mehr darüber zu erfahren, werden verschiedene Methoden anderer Wissenschaften genutzt. Die restaurierungswissenschaftliche Betrachtung operiert häufig im Spannungsfeld zwischen Geistes- und Naturwissenschaften und damit zwischen zwei traditionell völlig unterschiedlichen Herangehensweisen.⁷³ Ziel ist es, einen Erkenntnisgewinn gemäß der jeweiligen Fragestellung zu erhalten und nicht die reine systematische Anwendung der immer gleichen Methoden, sondern die begründete Auswahl von z. T. entlehnter Methoden. Die Objektgattung und -größe sind im zweiten Schritt mitentscheidend bei der Frage, welche Methoden gewählt werden (können).⁷⁴ Zum Methodenkanon dieser Arbeit bzw. des „Portale“-Projektes gehört dabei eine möglichst objektivierte (digitale) Dokumentation des Ist-Zustandes des Objektes. Die Spannweite erstreckt sich hier vom Fotografieren über das Zeichnen bis zum 3D-Oberflächenscan im Submillimeterbereich und geht nahtlos in den zweiten großen Strang der restaurierungswissenschaftlichen Analytik über, der Mikroanalyse: Nach der Probennahme vor Ort schließt sich im Labor am Anfang stets die hochauflösende Dokumentation des Probenmaterials mittels (Digital-) Mikroskopie an. Die einleitende fotografische Dokumentation und der weitere Analysegang wird als „minimalinvasive, zerstörungsarme Mikroanalyse“⁷⁵ beschrieben.⁷⁶

Der restaurierungswissenschaftliche Methodenkanon ist nicht auf die reine naturwissenschaftliche Betrachtung und Analyse einzuschränken. Auch (moderne) Dokumentationsmethoden und Archivrecherchen sind bei der umfassenden Erforschung der Veränderungsgeschichte mit einzubeziehen. Sie alle können bei korrekter Auswahl einen immensen Mehrwert offerieren, wenn man sich einem Objekt und dessen Geschichte nähert. Die Untersuchung ist deshalb nicht auf

⁷¹ Drewello 2019, S. 83.

⁷² Zur Definition Restaurierungswissenschaft in Abgrenzung zur Restaurierung: Drewello 2011, S. 274-309 und Drewello 2019; sowie zur Restaurierungswissenschaft als Teil der Kulturerbeforschung: Rahrig 2019, S. 6-11. Zur Restaurierungswissenschaft im Verhältnis zu den Nachbardisziplinen: Janis 2005, S. 82-85. Hier wird die Restaurierungswissenschaft als nicht starr abgegrenzte Disziplin verstanden, der Kern ist demnach die Durchlässigkeit für Kooperationen je nach Aufgabenstellung. Janis bezeichnet die Restaurierungswissenschaft daher als Transdisziplin, die ihre Grenzen nicht als festgelegt definiert.

⁷³ Vgl. hierzu Kapitel 4.

⁷⁴ Hierzu auch Janis 2005, S. 87-89, 183. Demnach sind die Methoden und der Gegenstand zwangsläufig verbunden. Methoden werden nicht 1:1 übernommen, beispielsweise aus der Physik, sondern auf die jeweilige Fragestellung zugeschnitten und genutzt.

⁷⁵ Drewello 2019, S. 84.

⁷⁶ Drewello 2011, S. 278-279, 290; Drewello 2019, S. 84f.

Methoden der naturwissenschaftlichen Analytik beschränkt. Sie ist vielmehr durch ihre Interdisziplinarität geprägt.⁷⁷ Die in der vorliegenden Arbeit vorgestellten Einzelprojekte bzw. Fallstudien zeigen, dass durch die Kombination von geisteswissenschaftlichen und naturwissenschaftlichen Methoden und Sichtweisen wertvolle und bereichernde Diskussionen entstehen. Im gemeinsamen Austausch wurden Fragestellungen verworfen und andere neu gedacht.⁷⁸

Die Auswahl der in dieser Arbeit angewandten restaurierungswissenschaftlichen Methoden begründet sich aus den individuellen Fragestellungen an den jeweiligen Portalen.⁷⁹ Durch den Einsatz der Verfahren und Werkzeuge konnten Theorien verifiziert und Befunde mitunter erst erstellt werden. Als Ergebnis stehen zunächst singuläre Einzelbefunde, die einer Einordnung bedürfen. Insgesamt ist die Herangehensweise bei vergleichbaren Studien nicht auf das hier aufgeführte Spektrum an Methoden begrenzt. Je nach individueller Fragestellung und den Möglichkeiten vor Ort können und müssen weitere oder alternative Techniken und Instrumente hinzugefügt werden.⁸⁰

Ähnliche, komplementäre Analysewege wurden für die Untersuchungen im Naumburger Kolleg praktiziert.⁸¹ Als weiteres Beispiel für eine Kombination von 3D-Technik und Materialuntersuchungen sei die Untersuchung zur Polychromie des Portals von der Kathedrale von Santiago de Compostella genannt.⁸² Das Projekt PolyBasel war methodisch auf die Untersuchungen der Materialien vor Ort in Kombination mit Laboruntersuchungen ausgelegt.⁸³ Die im Folgenden für diese Arbeit vorgestellten Laborroutinen sind in leicht abgewandelter Form beim Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege (BLfD)⁸⁴ sowie dem österreichischen Bundesdenkmalamt (BDA)⁸⁵ üblich. Auch andere Formen der Probenpräparation sind möglich und können je nach Fragestellung genutzt werden.⁸⁶

Den Vorteil einer Untersuchung während einer fortschreitenden Restaurierung haben Koller, Nimmrichter und Paschinger für das Riesentor in Wien formuliert.⁸⁷ Denn es ergeben sich „1000 winzige stratigraphische Fenster“⁸⁸, die beispielsweise auch eine bessere Grundlage für

⁷⁷ Drewello 2011, S. 290, Janis 2005, S. 82-85, 183.

⁷⁸ Vgl. Kapitel 1 und 4.

⁷⁹ Die objektspezifischen Fragestellungen werden in den Aufsätzen ausgeführt. Zur Offenheit der Restaurierungswissenschaft zur Wahl von Methoden bezogen auf die vielfältigen Fragestellungen: Janis 2005, S. 183.

⁸⁰ Vgl. Kapitel 4 Ausblick.

⁸¹ Dissertationen mit kunsttechnologischem Schwerpunkt: Karl 2015; Freysoldt 2015; Menzel 2015. Zur Bauforschung und Verwendung von 3D Modellen: Dudzinski 2018; Jelschewski 2015.

⁸² Laborde Marqueze / Wunderwald 2012, S. 41-51.

⁸³ Analysenkanon des PolyBasel-Projektes: Mobile RFA, handgehaltene und mobile Spektrometer-Variante, für die Laboranalytik sind Querschliffe entstanden. Anwendung fanden auch Raman, FT-IR und RFA; Wörle / Lombardo / Burkhardt / Schwinn Schürmann 2018, S. 60-66.

⁸⁴ Beispielhaft sei hier auf die Untersuchungen des Zentrallabors zur Gnadenpforte von 2010/2011 hingewiesen, Bericht: Mach / Gruber 2011, sowie auf die ergänzenden XRD Untersuchungen im Rahmen der Masterarbeit von Anna Hartmann, beschrieben bei: Hartmann 2013, S. 49.

⁸⁵ Koller / Nimmrichter 2004; Koller / Nimmrichter / Paschinger 2008; geplant ist außerdem ein Aufsatz von Nimmrichter zum Bischofstor, der 2021 im Tagungsband St. Stephan in Wien. Die „Herzogswerkstatt“ erscheinen wird.

⁸⁶ Koller / Nimmrichter / Paschinger 2008, S. 210f.

⁸⁷ Koller / Nimmrichter / Paschinger 2008, S. 212.

⁸⁸ Koller / Nimmrichter / Paschinger 2008, S. 212.

Rekonstruktionen bieten können, als die hier ausgeführten punktuellen, fragestellungsspezifischen Untersuchungen ohne konkreten Zusammenhang mit einer laufenden oder anstehenden Restaurierungsmaßnahme.

Zusammenfassend wird an dieser Stelle festgehalten: Die eine restaurierungswissenschaftliche Methode gibt es nicht. Eine restaurierungswissenschaftliche Analyse ist vielmehr immer ein komplementäres Zusammenspiel aus Einzelmethoden, welche auf die jeweiligen Fragestellungen und methodischen Grenzen abgestimmt sein müssen. Aus diesem Grund wird im Folgenden der für diese Arbeit verwendete methodische Kanon aufgeführt und die Auswahl begründet. Die spezifische methodische Herangehensweise der einzelnen Untersuchungsbeispiele ist in den Publikationen gesondert dargelegt und beschrieben.⁸⁹

2.1. Objektrecherche, Vor-Ort Untersuchungen, 3D-Analysen

2.1.1. Archivrecherchen

Alle Untersuchungen waren von intensiven Literaturrecherchen zum Forschungsstand zu den jeweiligen Portalanlagen begleitet. Diese sind in den Publikationen ausführlich dargelegt.⁹⁰ Für Wien, Bamberg und Paris erfolgte außerdem eine an die Fragestellungen angepasste zielgerichtete Archivrecherche. Eine Aufarbeitung des kompletten archivalischen Bestandes hinsichtlich aller Aspekte der Historie der Portale, beispielsweise ihrer Entstehung, war allerdings nicht zu leisten. Für die beiden Fürstenportale in Wien⁹¹ wurde der Bestand des Domarchivs und des Bundesdenkmalamtes zum Stephansdom gesichtet und die potentiell die Portale betreffenden Archivalien ausgewertet.⁹² Außerdem wurden die überlieferten Planzeichnungen und Risse im Bestand des Wiener Kupferstichkabinetts in Augenschein genommen.⁹³ Die Gnadenpforte in Bamberg betreffend, erfolgte eine umfassende Recherche der Archivalien zur Restaurierungsgeschichte bereits in der Masterarbeit von Anne Regenfus.⁹⁴ Auf diese wurde aufgebaut und die Erkenntnisse im Rahmen der weiteren Untersuchungen verdichtet. Besonders der digitale Bestand des Bamberger Domarchivs⁹⁵ mit den Berichten zu vergangenen Maßnahmen erwies sich als ergiebig.

⁸⁹ Siehe hierzu die Kapitel 3.1., 3.2. und 3.4.

⁹⁰ Die Literatur der Publikationen ist in den Kapiteln zu den jeweiligen Aufsätzen wiedergegeben.

⁹¹ Großer Dank an Mag. Franz Zehetner und das BDA.

⁹² Zu den Erkenntnissen vgl. Tenschert 2022, S. 153-163, hier besonders die Abschnitte zu den Restaurierungen bis zum Ende des 19. und dem 20. Jahrhundert; siehe in dieser Arbeit Kapitel 3.1.

⁹³ Böker 2005, zu den betreffenden Rissen v. a. S. 31-35, sowie S. 89f., S. 124f., S. 199, S. 351f., S. 365-367; siehe auch: Arnold 2019. An dieser Stelle gebührt der Dank Mag. Mag. René Schober, der uns die Möglichkeit gab die Risse im Kupferstichkabinett Wien ausführlich im Original zu begutachten.

⁹⁴ Regenfus 2017.

⁹⁵ Herzlicher Dank an die Bamberger Dombauhütte und vor allem Mathias König M.A. für die Einsicht und die gewinnbringenden Diskussionen.

Die Recherche historischer Ansichten und Fotografien der Portalanlagen, die Aufschluss über vergangene Zustände ermöglichen, wurde zum Teil im Projektrahmen umgesetzt. Für das Pariser Querhaus sei an dieser Stelle die umfassende Recherche in der „La plateforme ouverte du patrimoine“ (POP)⁹⁶ herausgestellt. Durch sie wurde eine Innenansicht des Nordquerhaus aus dem Ende des 19. Jahrhunderts gefunden, welche die aufwändige Gestaltung des Revers am Nordportal bildlich zweifelsfrei belegt.⁹⁷ Besonders einträglich war zudem die Primärquelle zur Neufassung der Chor- und Langhauskapellen mit dem Titel „Peintures Murales des Chapelles de Notre-Dame de Paris“ von Viollet le Duc⁹⁸. Sie umfasst neben der Beschreibung der Konzeption auch Hinweise zur malerischen Ausführung der Neugestaltung der Kapellen der Notre-Dame, sowie umfangreiche Zeichnungen und Planungen.

2.1.2. Befunderhebung am Objekt

Vor Ort schloss sich an die ausführliche Betrachtung des jeweiligen Portals u. a. mit UV-Handlampen⁹⁹ eine Dokumentation der Befunde und der interessanten Phänomene mittels digitaler Fotografie an. Genutzt wurden hierfür handelsübliche Spiegelreflexkameras, eine Nikon D3100 sowie eine Canon EOS 60D, mit verschiedenen (Makro-)Objektiven. Um die Erkenntnisse aus der Betrachtung mit UV-Licht abzubilden, wurden mit demselben Equipment UV-Fluoreszenz-Arbeitsfotos erstellt. Hierbei wurde auf den Einsatz spezieller Filter für die Aufnahme der Fotos verzichtet. Somit handelt es sich nicht um klassische multispektrale Aufnahmen. Dennoch konnten die unter UV-Licht zu beobachtenden Phänomene, wie Materialunterschiede und bestimmte UV-aktive Materialien für die spätere Betrachtung und Auswertung festgehalten werden.¹⁰⁰

Zusätzlich wurden die Beobachtungen und Erkenntnisse auf den Plansätzen vermerkt und verortet. Auch die Stellen der Probenahmen sind hier verzeichnet, um die Befunde später besser einordnen zu können.

⁹⁶ <https://www.pop.culture.gouv.fr/> Letzter Zugriff 31.07.2020; Die Plattform vereint mehrere digitale Archive, beispielsweise die Base Mérimée (Schwerpunkt Architektonisches Erbe) und die Base Mémoire (Fotografie-Archiv) und macht diese online recherchierbar.

⁹⁷ Drewello / Tenschert 2021, S.199, bzw. Kapitel 3.4.

⁹⁸ Viollet-le-Duc 1870. Neben der Druckversion auch online verfügbar (mit allen bibliographischen Angaben): <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b105462094.item> (Zugriff 02.03.2020).

⁹⁹ Modell: UV Handlampe Typ UV-250W, Deffner und Johann.

¹⁰⁰ Als Ergänzung wäre die systematische multispektrale Aufnahme der Portale denkbar, war im Projektzeitraum und der begrenzten Zeit vor Ort aber nicht zu realisieren.

2.1.3. ndt-Objekterfassung: 3D-Scanning

Die Dokumentation von Kulturgut mittels technisch ausgereifter Scanningtechniken ist seit längerem gebräuchlich und erfreut sich großer Beliebtheit, nicht zuletzt, weil die Resultate vielfältig genutzt und visualisiert werden können.

Neben dem terrestrischen Laserscanning (TLS) zur grundlegenden Dokumentation der Portale und ihrer Einbindung in das Gebäude, wurden Teile der untersuchten Portalanlagen auch mit hochauflösendem Weißlichtstreifenprojektionsscanning, für das sich der englische Begriff Structured-Light-Scanning (SLS) durchgesetzt hat, aufgenommen. Neben diesen beiden Techniken wurde auch auf einen optisch-getrackten handgeführten Laserscanner zurückgegriffen. Die Nutzung verschiedener 3D-Scanningtechnologien bietet sich je nach Fragestellung sowie gewünschter und erforderlicher Auflösung an.¹⁰¹ Auch die Zugänglichkeit der zu scannenden Bereiche ist hier ein elementarer Faktor, der in der Entscheidungsfindung und Geräteauswahl berücksichtigt werden musste. Im Folgenden werden die Vorzüge und Grenzen der jeweiligen Scansysteme kurz erläutert und ihr Einsatz für die jeweilige Fragestellung fundiert begründet. Abschließend erfolgt eine Einordnung der Workflows und der Schwierigkeiten bei der Bearbeitung.

2.1.3.1. Terrestrisches Laserscanning - TLS

TLS ist ein mittlerweile etabliertes Vorgehen um Gebäude aller Art – auch Baudenkmale wie Kirchen – in einer effizienten Vorgehensweise in ausreichender Auflösung dreidimensional zu vermessen.¹⁰² Im Projekt wurden die Punktwolken hauptsächlich als Grundlage für 2D-CAD-Zeichnungen genutzt,¹⁰³ die für die Arbeiten vor Ort als Kartierungsgrundlage dienten und für die weiteren Analysen der einzelnen Fachbereiche zur Verfügung standen. Die Erfassung der jeweiligen gesamten Portalanlage macht es dabei möglich, die baulichen Zusammenhänge lagerichtig darzustellen und steingenaue Bestandspläne zu erstellen. In Bezug auf die vorliegende Arbeit wurden auf diesen Plangrundlagen die Befunde und Probenahmestellen vor Ort kartiert und Beobachtungen zum Bestand und den Oberflächenphänomenen festgehalten (Abb. 1). Die spätere Nachvollziehbarkeit der Erkenntnisse in situ wird durch diese Vorgehensweise unterstützt.

¹⁰¹ Zuletzt für die Restaurierungswissenschaft: Rahrig 2019.

¹⁰² Zu TLS und seiner Verwendung im Kulturgutbereich grundlegend: Historic England 2018; mit umfassender Bibliografie außerdem: Grussenmeyer et al 2016; für die Verwendung von TLS in der Restaurierungswissenschaft zuletzt: Rahrig 2019, S. 22-27.

¹⁰³ Die Standards für die Zeichnungen bzw. die einheitliche Layerstruktur und angestrebte Genauigkeiten für die wurden zum Projektbeginn festgelegt, vgl. Abschlussbericht Portale 2018, S. 5.

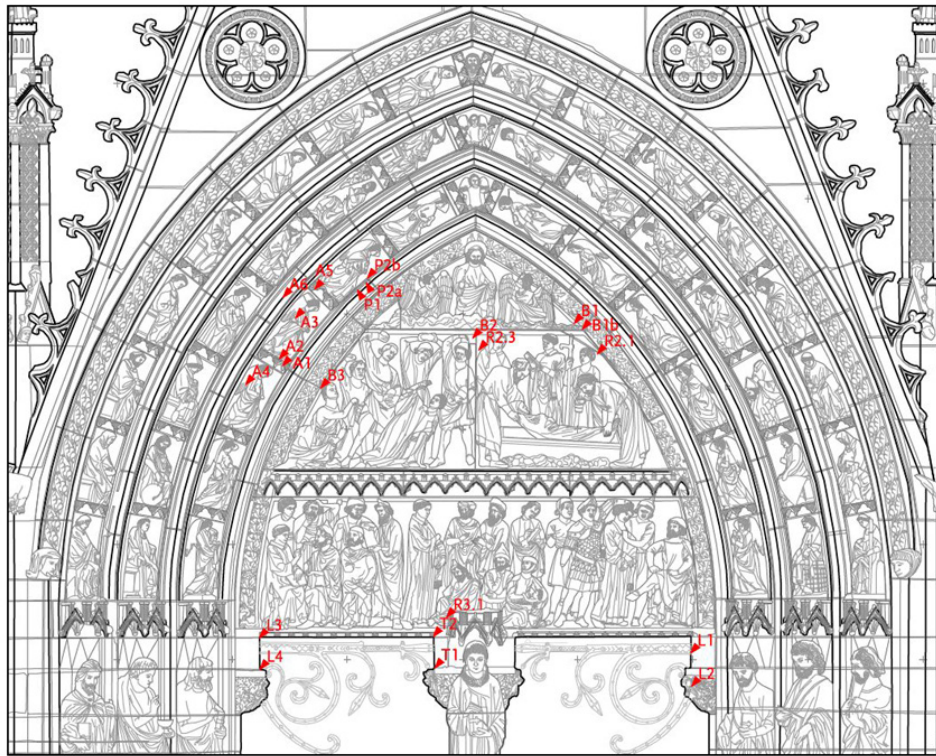


Abb. 1. Paris Probennahme Kartierung, Detail Südportal. (Kartierung Tenschert 2020, Grundlage Menargues, Luib 2020).

Für die Aufnahmen der Portale und ihrer räumlichen Bezüge zueinander wurde ein terrestrischer Laserscanner der Firma Faro verwendet. Das Model Faro Focus 3D 120 war seit 2011 im Fachbereich Restaurierungswissenschaft in Bamberg im Gebrauch. Das Gerät fand Verwendung bei den Vorarbeiten in Paris¹⁰⁴ und Wien¹⁰⁵. Der Faro Focus 3D 120 misst nach dem Phasenvergleichsprinzip.¹⁰⁶ Durch die Positionierung des Laserscanners an verschiedenen Standorten um das Objekt herum lässt sich eine möglichst verschattungsfreie Aufnahme garantieren. Die Auflösung der Einzelscans auf der Wand hängt dabei von den Geräteeinstellungen, der Entfernung des Scanners zum Portal und der gewünschten Punktwolkendichte in Abhängigkeit zum gewünschten Detailgrad der CAD-Zeichnung ab.¹⁰⁷ Zur Referenzierung der Punktwolken der einzelnen Scanpositionen zueinander werden

¹⁰⁴ In Paris bestand der Datensatz aus den Resultaten mehrerer Scankampagnen am Querhaus von 2012 bis 2016 in Vorbereitung und im Rahmen des Portale-Projektes: Zunächst wurde am Südportal gescannt und 2016 am Nordportal im Rahmen vom damaligen Dissertationsvorhaben von Lena Klahr. Die Registrierung der Gesamtpunktwolke des Pariser Querhauses als Grundlage für die Arbeiten an dem Buchbuchprojekt zu den Querhausportalen, Drewello /Tenschert 2021 und für die Verwendung der Daten zum Wiederaufbau erfolgte im April 2019 durch die Verfasserin und liegt als .Isproj (Projektdatei in der Software FaroScene) vor.

¹⁰⁵ In Vorbereitung auf das Portale-Projekt und die Dissertation von Katharina Arnold wurden die beiden Portalanlagen in Wien 2014 von Max Rahrig M.A. und Katharina Arnold M.A. aufgenommen. Um die räumliche Verortung der Portale zueinander zu ermöglichen und die vorhandene Aufnahme zu vervollständigen wurden die vorliegenden Scandaten 2015 durch die Verfasserin um Scans im Innenraum des Langhauses und im Außenbereich vor dem Bischofstor ergänzt und eine Gesamtpunktwolke erstellt. Diese liegt als .Isproj vor.

¹⁰⁶ Weiterführende detaillierte Beschreibung des Messprinzips: Historic England 2018, S. 13-14, Grussenmeyer et al 2016, S. 313-316.

¹⁰⁷ Die Auflösung kann je nach Abstand des Standpunktes des Gerätes variieren. Durch die Kombination und Überlappung mehrerer Scans erhöht sich die Auflösung. Redundante Punkte können rechnerisch entfernt werden.

Passpunkte in Schachbrettmuster oder Kugelform verwendet, die in einem Festpunktnetz verteilt werden (Abb. 2). Zur Überprüfung der Stationierung der Scans und möglichen Georeferenzierung werden in der Regel die Schwarzweißmarken und gegebenenfalls noch natürliche Passpunkte, sowie vor Ort vorhandene Festpunkte (zum Beispiel Vermessungsmarken des örtlichen Vermessungsamtes) zusätzlich zur TLS-Aufnahme mit einem Tachymeter aufgenommen.¹⁰⁸



Abb. 2. Verteilung Messmarken für Vermessung mit Faro Focus in Laon (Tenschert 2016).

Im Pariser Beispiel wurden die TLS-Scans außerdem genutzt, um die Lage der hochauflösenden Scans der Inschrift am Südquerhaus zu verorten und die Geometrie des hochaufgelösten Datensatzes zu überprüfen.¹⁰⁹ Für Paris und Wien ist bei den unterschiedlichen Messkampagnen mit verschiedenen Auflösungen gearbeitet worden, die entweder einen Punktabstand von ca. 6 mm oder ca. 3 mm in 10 m Entfernung garantierten.¹¹⁰ Die Auswahl erfolgte nach dem möglichen Aufstellungsort des Scanners und der erwünschten Detailgenauigkeit der Punktwolke.

Um einen fertigen Plansatz zu erstellen, wurde für das Portale-Projekt folgender Workflow definiert: Aus der stationierten Gesamtpunktwolke eines Portals sind zum einen Orthofotos als Zeichengrundlage generiert worden, zum anderen wurde beispielsweise bei Grundrissen direkt auf der geladenen Punktwolke gezeichnet. Als Hilfsmittel diente hier das Plug-in Pointsense Heritage (ehemals Kubit, jetzt Faro as-built-Modeler) für Autodesk AutoCAD¹¹¹.

¹⁰⁸ Im Projekt, bzw. der Vorbereitung zum BMBF-Projekt ist das nicht bei allen behandelten Objekten passiert.

¹⁰⁹ Zum dafür genutzten hochauflösenden Scanverfahren siehe Kapitel 2.1.3.3. und 2.1.4., sowie: Tenschert 2019b, S. 1142.

¹¹⁰ Die Scan-Parameter bzgl. der Auflösung sind Gerätespezifisch mit $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{2}$ angegeben. Hinweise zu den Faro-Scannern und der Auswirkung der Qualitätseinstellungen beim Scannen: https://de-knowledge.faro.com/Hardware/3D_Scanners/Focus/Quality_Setting_Function_on_the_Focus3D (Zugriff 21.08.2020)

¹¹¹ Der Zeichenaufwand wurde auf verschiedene Projektmitarbeiter verteilt: Die Wiener Pläne stammen alle von Katharina Arnold M.A.. Die Pariser Pläne wurden von einem großen Team erarbeitet, darunter vor allem Dipl.-Ing. Angel Menargues M.A., Lena Klahr M.A., die Verfasserin und Anna Luib M.A.. Die Pläne der Bamberger Gnadenpforte lagen aus dem

2.1.3.2. Structured-Light-Scanning – SLS

Weißlichtstreifenprojektionsscanner oder Structured-Light-Scanner (SLS) arbeiten allesamt mit strukturiertem Licht und einem Messaufbau aus Projektor und Kamera bzw. mehreren Kameras, die in einer festen Entfernung zueinander und in einem definierten Winkel angeordnet sind.¹¹² Scanner, die dieses Messprinzip nutzen, gibt es sowohl als handgeführte als auch als stativgebundene Systeme.

Für die Aufnahmen im Projekt wurden handgeführte Systeme verwendet, da das schwingungsfreie Aufstellen eines fest stehenden/bodenverhafteten Gerätes auf Gerüsten nahezu unmöglich ist, gerade wenn ein ganzes Projektteam parallel zur Aufnahme auf diesem arbeitet. Zunächst war ein Artec MHT im Gebrauch, ab September 2017 schließlich die Modelle Artec Eva und Artec Space Spider. Mit einer Auflösung von 0,5 mm sind die Modelle MHT und Eva vergleichbar. Die mit 0,1 mm angegebene Auflösung des Space Spiders ermöglicht hingegen eine äußerst detaillierte Aufnahme von Oberflächenphänomenen und Hinterschneidungen.¹¹³ Die Nachbearbeitung der Scandaten erfolgte in den Softwarelösungen Artec Studio 12-14 und Geomagic Studio 2014-2017 bzw. Geomagic Wrap 2017.

Die fertigen 3D-Modelle können vielfältig weiterverarbeitet werden, etwa um Vergleiche der Detailformen an den Portalen zu erstellen oder um Schäden klar zu dokumentieren. An den Portalen wurde jeweils vor Ort die Auswahl getroffen, welche Teilbereiche hochauflösend aufgenommen werden sollten: in Wien vor allem die Tympana, in Bamberg ebenfalls das Tympanon und der exponierte Prophetenfries, der an einigen Stellen starke Schäden aufweist. In Paris wurde der handgeführte SLS-Scanner als Ergänzung zum optisch-getrackten, handgeführten Laserscanner verwendet, um mit diesem nicht dokumentierbare Teilbereich der Trumeaumadonna zu ergänzen und ein vollständigeres Ergebnis zu erhalten (Abb. 3a und b).

Bauforschungsprojekt „Bamberger Dom Digital“ (<https://www.uni-bamberg.de/bauforschung/forschung/projekte/bamberger-dom/der-bamberger-dom-digital/>; letzter Zugriff 31.08.2020) vor und konnten weiterverwendet werden. Es wurden verschiedene AutoCAD-Versionen ab AutoCAD2016 und die entsprechenden Plug-in Versionen genutzt.

¹¹² Zur Funktionsweise der Streifenlichtprojektion sehr ausführlich: Gühring 2002. Zur Funktion und Anwendungsbeispielen im Kulturgutbereich zuletzt: Rahrig 2019, S. 28-33. Anwendungsbeispiele sind außerdem fein geritzte Inschriften auf Marmor im Kloster St. Naum: Tenschert et al 2019; Monitoring von Steinoberflächen: Rahrig / Drewello / Lazzeri 2018, auch: Rahrig / Karl / Bellendorf 2020.

¹¹³ Für die technischen Details zu den verwendeten Geräten: <https://www.artec3d.com/de/portable-3d-scanners/artec-eva#specifications> (Zugriff 20.08.2020). Sowie: Booklet Artec Scanner, abrufbar unter <https://www.artec3d.com/files/pdf/ArtecScanners-Booklet-de.pdf> (Zugriff 20.08.2020), S. 18.

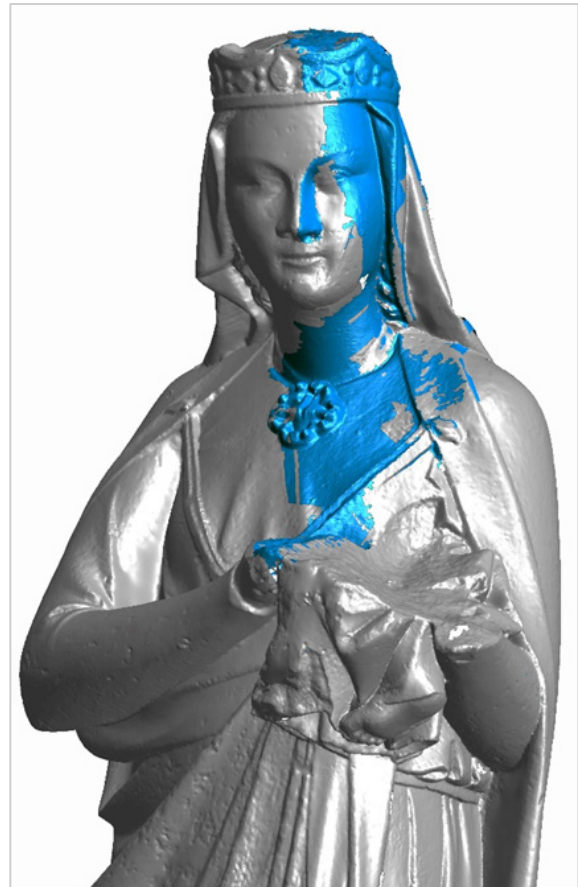


Abb. 3a und b. Links: Trumeaumadonna Paris Notre Dame Nordquerhausportal (Tenschert 2016). Rechts: Kombination der Scandaten der oberen Teile der Madonnenfigur in Geomagic Wrap; Blau: Aufnahme Artec Scanner; Grau: Aufnahme T-Scan (Tenschert 2016).

2.1.3.3. Optisch-getrackter, handgeführter Laserscanner

Der T-Scan 2 der Firma Steinbichler (Carls Zeiss Optotechnik GmbH) ist ein optisch-getrackter handgeführter Laserscanner. In einem Kamerabalken sind drei Infrarotkameras verbaut, die durch ihre Anordnung zueinander ein Messvolumen aufspannen, in dem die Position des Handgerätes nachverfolgt und bestimmt werden kann. Dafür notwendig sind Infrarot-Dioden, die am Handgerät angeordnet sind und jeweils in einer eindeutig charakterisierbaren Frequenz ein Signal ausgeben (Abb. 4). Durch den Messaufbau ist sichergestellt, dass die einzelnen Scans bei gleichbleibender Position des Kamerabalkens unmittelbar während des Scanvorgangs zueinander ausgerichtet sind. Zudem lässt sich das Messergebnis bereits vor Ort kontrollieren. Diese Aufnahmetechnik mit Ursprung in der industriellen Qualitätssicherung bietet eine effiziente Arbeitsweise, sowie eine hohe Auflösung bis zu 0,3 mm bei einer guten Kantenschärfe. Hierdurch lassen sich auch größere Objekte mit einem vertretbaren Datenvolumen erfassen.¹¹⁴

¹¹⁴ Tenschert 2019b, S. 1142.

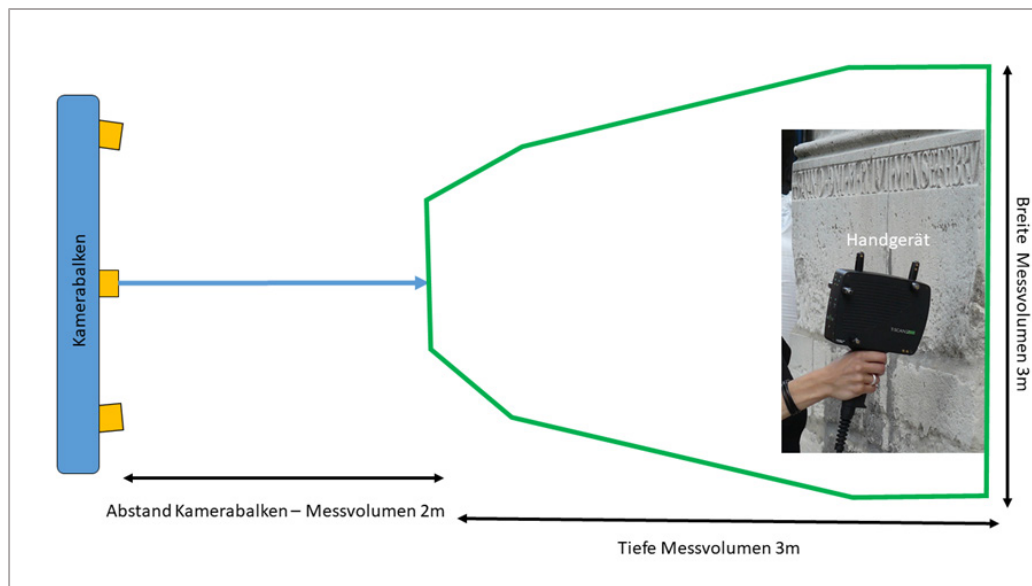


Abb. 4. Messprinzip T-Scan 2. Das System besteht aus einem Kamerabalken mit 3 Infrarotkameras und einem Handgerät. In einem von den Kameras aufgespannten Messvolumen (3m x 3m x 2,3m) in 2 m Entfernung vom Kamerabalken kann das Handgerät (mit Infrarotdioden) geortet werden. Handgerät und aufzunehmendes Objekt müssen im Messvolumen liegen (Grafik: Tenschert 2021, Foto: Drewello 2012).

Die Digitalisierung der Gesamtgeometrie erfordert häufig eine Neupositionierung des Trackingsystems. Für eine zuverlässige, metrisch korrekte Abbildung des Objektes müssen in diesem Fall Datensätze mit ausreichender Überlappung erstellt und anschließend zueinander ausgerichtet und verknüpft werden, wie im Fall der Pariser Inschrift geschehen.¹¹⁵ Das verzerrungsfreie 3D-Modell ermöglicht es, Orthofotos zu generieren. Im Beispiel der Pariser Inschrift wurde hierfür die Software aSPECT 3D v.16.3 verwendet.¹¹⁶

Der Einsatz für die gegebene Fragestellung der detaillierten geometrischen Oberflächenerfassung der Pariser Inschrift zum Vergleich der Begrenzung des Inschriftbandes und der Buchstaben resultiert aus der hohen Auflösung, der Systemstabilität und der Tatsache, dass eine fotorealistische Textur im Modell für die Beantwortung der Fragen unnötig war. Die reine, ungefärbte Topographie bildet mitunter Oberflächendetails besser ab.¹¹⁷

2.1.4. Auswertung der Daten aus der ndt-Objekterfassung

Die Auswertung der ndt¹¹⁸-Objekterfassung von Kulturgut im Allgemeinen und vor allem in hohen Auflösungen birgt einige Herausforderungen. Nicht nur die Tatsache, dass jeder Scannerhersteller

¹¹⁵ Tenschert 2019b, S. 1142, dort aufgeführtes Datasheet, im Text abweichend mit 2013 in References 2012. Die Scanarbeiten vor Ort wurden bereits 2012 von Sören Siebe M.A. und Nadja Fröhlich M.A. ausgeführt. Es erfolgte aber keine umfassende Auswertung. Diese hat die Verfasserin auf Grundlage des unverarbeiteten Datensatz erstellt.

¹¹⁶ Tenschert 2019b.

¹¹⁷ Tenschert et al 2019.

¹¹⁸ ndt = non destructive testing.

seine eigene Softwarelösung nutzt, stellt den Bearbeiter bei der Nachbearbeitung vor Herausforderungen, sondern auch die großen Datenmengen, die sich aus den für viele Fragestellung notwendigen hohen Auflösungen oder der schieren Menge an Einzelscans ergeben. Neben der Kenntnis vielfältiger Softwarelösungen bedarf die Aufarbeitung von qualitativ hochwertigen Scandaten großer Objekte immer auch entsprechender Rechnerleistung.

Bezogen auf die hier vorgestellten Fallstudien kann festgehalten werden, dass die Inschrift am Südquerhaus zwar auch in der Punktwolke der terrestrischen Aufnahme zu sehen ist und auf Orthobildern dargestellt werden kann. Allerdings sind der Detailgrad und das Rauschverhalten der Aufnahmetechnik TLS für die, anhand des hochauflösenden 3D-Modells erfolgte, detaillierte Analyse von kleinsten Abweichungen, Besonderheiten und Geometrien der Buchstaben nicht ausreichend (Abb. 5a und b). Des Weiteren wären die Höhenversätze des Inschriftenbandes und seine Tiefe nicht mit den weit weniger aufgelösten TLS-Daten möglich gewesen. Nur die hochauflösende, in der 3D-Punktgenauigkeit präzisere, Aufnahmetechnik konnte die passende Datengrundlage schaffen.¹¹⁹



Abb. 5a und b. Oben: Ausschnitt der Ansicht der Punktwolke vom Südquerhausportal, TLS-Daten. Die Inschrift ist zu erkennen, aber nicht präzise zu analysieren, dazu ist die Auflösung zu niedrig und das Rauschverhalten zu groß. Unten: Ausschnitt der Ansicht des hochauflösenden 3D-Modells aus der Vermessung mit dem T-Scan 2. Die Buchstaben sind präzise dargestellt und können in ihrer Geometrie analysiert werden (oben: Tenschert 2020, unten: Tenschert 2018).

¹¹⁹ Vgl. Kapitel 2.1.3.3. Die Auflösung des T-Scan 2 liegt bei bis zu 0,3 mm, vgl. Tenschert 2019b, S. 1142.

Um zufriedenstellende Aufnahmen für die weitere Verarbeitung zu bekommen, sind außerdem schon die Zugänglichkeit vor Ort, die Objektgeometrie sowie das Material des Objektes selbst entscheidend. Der Workflow für die Umsetzung der detaillierten Analyse der Inschrift am Südquerhaus ist in Fallstudie 3 beschrieben. Zur Illustration der generellen Schwierigkeiten werden hier das Beispiel der Aufnahme des Friedrichsgrabs¹²⁰ in Wien und der TLS-Daten des Pariser Querhauses betrachtet.



Abb. 6. Aufnahme des Friedrichsgrabs mittels SLS, gut zu erkennen ist die Streifenlichtprojektion des Steinbichler Comet L3D mit blauem LED-Licht (Tenschert 2016).

Mit der Fragestellung der hochauflösenden Dokumentation für die Kopieerstellung mittels 3D-Druck wurde das Friedrichsgrab 2016¹²¹ mit einer Auflösung von 0,5 mm mittels SLS aufgenommen (Abb. 6 und 7). Die Materialproblematik lässt sich bei den Aufnahmen gut beschreiben: Das monumentale Grabmal von Friedrich III. steht im Wiener Stephansdom. Es wurde von Niclaus Gerhaert von Leyden begonnen und ist aus rot geflecktem Adneter Marmor gefertigt. Die stark glänzenden Oberflächen, zahlreichen Hinterschneidungen und der extrem hohe Detaillierungsgrad der Schnitzerei in Stein sind herausfordernd für die Aufnahme mit SLS und erfordern viel Zeit und Expertise (Abb. 8a und b).¹²² Die Seitenreliefs sind außerdem besonders schlecht zugänglich (Abb. 7), da eine das Grab umschließenden Balustrade sie weitgehend verdeckt. Aus der Geometrie des Objektes ergibt sich eine enge und verschattete Ausnahmesituation. Es sind extrem viele einzelne Scans nötig, der finale Datensatz liegt

¹²⁰ Projekt der Format4Plus GmbH und der Uni Bamberg, Bearbeiter: Sören Siebe, Max Rahrig und Ruth Tenschert: <https://format4plus.de/de/projekte/stephansdom,-wien/>.

¹²¹ Weiterführende Literatur zum Friedrichsgrab: Kohn 2017 und Kirchweger et al. 2019.

¹²² Die Datenaufnahme beanspruchte mehrere Wochen vor Ort, die Nachbearbeitung mehrere Monate.

bei über 50 GB. Nachdem die meisten hochauflösenden Scantechniken im Gegensatz zum TLS stärker lichtabhängig/-empfindlich sind, ist auch diese Problematik bei der Aufnahme zu beachten, besonders auch bei Außenbereichen wie an den Portalen. Ein weiterer Faktor, der die Datenbearbeitung beeinflusst, ist die bereits erwähnte Datengröße. Für die Inschrift mit Sockel ergeben sich hochauflösend bereits 2 GB, für die TLS Daten des Querhauses nach der Stationierung der über 50 einzelnen Scanpositionen über 200 GB. Daraus abzuleiten sind entsprechend lange Rechenzeiten, die bei der Nachbearbeitung mit bedacht und eingeplant werden müssen. Die Daten des Pariser Querhauses waren zudem in mehreren Messkampagnen ohne übergreifendes Messnetz aufgenommen worden,¹²³ was die Kombination zusätzlich zur geringen Überlappung zwischen den einigen Einzelscans erschwerte. Wie beschrieben, erfolgte die Registrierung der Daten 2019 nach dem Brand der Kathedrale mit Hilfe der Software FaroScene.¹²⁴

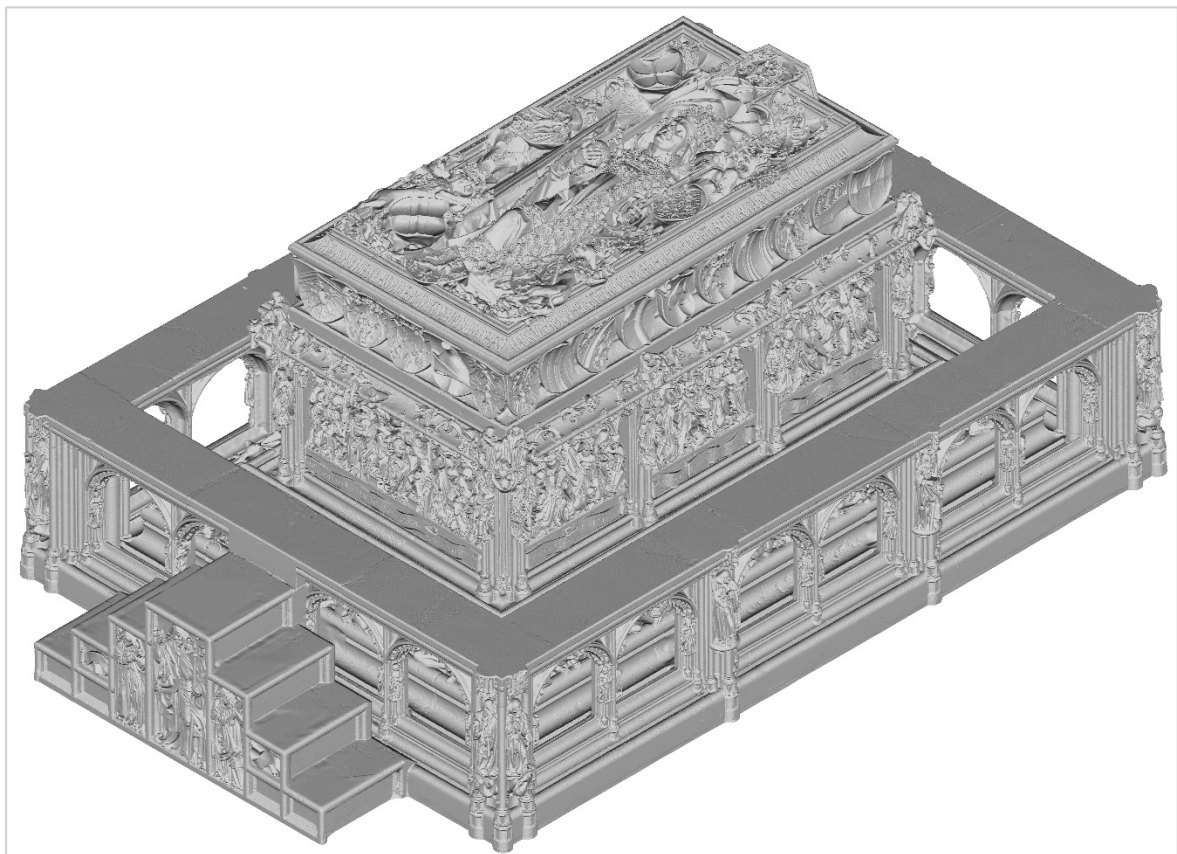


Abb. 7. Gesamtmodell des Friedrichsgrabes mit Balustrade (Siebe 2017).

¹²³ Vgl. Kapitel 2.1.3.1.

¹²⁴ Ebd. besonders Fußnote 104.



Abb. 8a und b. Oben Detail der Deckplatte des Friedrichsgraves aus dem 3D Modell (Tenschert 2017). Unten: Ausschnitt des detailreichen Grabmals mit polierter Adneter Marmoroberfläche und tiefen Hinterschnitten (Tenschert 2016).

2.2. Laboruntersuchungen: naturwissenschaftliche Basismethoden ¹²⁵

Einen Überblick über das breite Spektrum an Untersuchungsmöglichkeiten im Labor der Restaurierungswissenschaft am KDWT in Bamberg gab bereits Drewello 2019: Hier wird der praktizierte Analyseweg als „minimalinvasive, zerstörungsarme Mikroanalyse“ beschrieben und besonders der Weg der „komplementären Mikroanalyse“ betont. ¹²⁶

Bei der Erforschung von Kunst- und Kulturgut ist die möglichst zerstörungsarme Laboranalyse wichtig und anzustreben, da nicht, wie im rein naturwissenschaftlichen Bereich häufig der Fall, Probematerial unendlich verfügbar ist. Eine Probenahme am Kulturgut bedingt immer eine - wenn auch minimale - Schädigung des Objektes mit einer unwiederbringlichen Veränderung verglichen zu seinem

¹²⁵ Hier zusammenfassend dargestellt, für die Fallstudien jeweils separat beschrieben in: Drewello / Tenschert 2021, Tenschert 2019a und Tenschert 2022.

¹²⁶ Drewello 2019, S. 84.

Vorzustand. Dennoch gibt es Fälle, in denen die Probenahme und -analyse nicht durch zerstörungsfreie oder gar berührungslose Methoden ersetzt werden kann. Die Grenzen der Vor-Ort-Untersuchungen mittels mobiler Ramanspektroskopie und mobiler Mikro-Röntgenfluoreszenzanalyse (mobiler μ RFA) hat Menzel für die Arbeiten in Naumburg beschrieben. Trotz der grundsätzlich positiven Ergebnisse und Erkenntnisse wurden die Grenzen der mobilen Gerätschaften offensichtlich. Hauptsächlich beziehen sich die Probleme auf die Einschränkungen durch die Objektgeometrie, die Eindringtiefe der Messung und die Temperatur- und Lichtverhältnisse vor Ort. Fragen der Stratigrafie waren so nicht zu klären und es war nicht immer zweifelsfrei zu entscheiden, auf welche Schicht die gemessene Zusammensetzung zu beziehen ist, etwa bei übereinanderliegenden Metallaufgaben aus zwei Ausstattungsphasen. Ein weiteres Problem stellte die Bindemittelcharakterisierung dar.¹²⁷ Auf die Vor- und Nachteile zerstörungsfreier In-Situ-Messungen, wie beispielsweise mit der mobilen (Mikro-)RFA hat bereits Gilberto Artioli hingewiesen. Er hat diese als sehr nützlich, wenn auch mit Abstrichen bewertet, da sie nicht zwangsläufig verlässliche Ergebnisse liefern, weil die Frage „Was wird gemessen?“ nicht immer eindeutig zu beantworten ist.¹²⁸

Für die drei behandelten Portale wäre die analytische Vor-Ort-Messtechnik (Mobile Ramansonde, mobile μ RFA oder mobile Röntgendiffraktometrie) für die Fassungsuntersuchungen schwer bis gar nicht einsetzbar gewesen. Die im Vergleich zum Naumburger Bestand äußerst geringen Fassungsreste waren meist in schwer zugänglichen Zwickeln oder Hinterschneidungen zu finden. Darüber hinaus wären die Witterungsverhältnisse im Außenbereich sicherlich noch problematischer gewesen als im Innenraum im Naumburger Dom.

Allgemein gilt, dass ein vorsichtiges Vorgehen und kluges Auswählen der Entnahmestellen die entscheidende Voraussetzung für das zu erwartende Ergebnis ist, denn jede Probennahme zerstört und ist nicht reversibel. Auch die Probe wird zerstört, was dem konservatorischen Ansatz des Bewahrens eigentlich entgegensteht. Gerade aber in Vorbereitung auf Restaurierungen ist es immer wieder dringend nötig zu ermitteln, welche Materialien in situ vorhanden sind und ob sie sich mit den neu einzubringenden vertragen. Um die Stratigrafie zu klären bleibt, wie bereits erwähnt, in der Regel auch keine andere Möglichkeit als Proben zu entnehmen. Dennoch ist eine Probenahme nicht immer nötig, und sollte nicht zwangsläufig der Standard der Untersuchung sein.¹²⁹ Es ist wichtig, in Bezug auf

¹²⁷ Menzel 2015, S. 23-67. Beschrieben wird auch die Notwendigkeit, die Stratigraphie zu kennen, um die Messstellen auswählen zu können. Durch die Messfeldgröße und Messkopfgeometrie war zudem die Auswahl der Flächen auf einfach zugänglichen Teilbereichen beschränkt. Die Untersuchungen wurden durch Laboruntersuchungen ergänzt und komplementär eingesetzt und interpretiert. Zu den Untersuchungen im Labor mittels REM-EDS und Raman sowie FT-IR und GC-MS v.a. Menzel 2015, S. 39-67. Zu den Naumburger Untersuchungen auch Freysoldt 2015, S. 14-20 und Karl 2015, S. 16-20.

¹²⁸ Artioli 2010, S. 95-97. Er bezieht sich vor allem auf die Eindringtiefe und zum Teil problematische Objektgeometrien. Eine Beschreibung welche Techniken häufig für verschiedene Fragestellungen im Kulturgutbereich eingesetzt werden gibt Artioli in der Tabelle auf S. 109.

¹²⁹ Artioli 2010, S. 94.

das Objekt und die jeweilige Fragestellung zu entscheiden und abzuwägen. Die vorliegenden Untersuchungen hatten – mit der Kernfragestellung nach der Stratigrafie – nur durch die sensible Probenahme und Untersuchung im Labor mittels Lichtmikroskopie, Rasterelektronenmikroskopie mit energiedispersiver Spektralanalyse (REM-EDS) und Fourier-Transformation- Infrarotspektroskopie (FT-IR) die Möglichkeit, die veränderungsgeschichtlichen Fragen zu beantworten.

Die Probenahme vor Ort erfolgte in Absprache mit den zuständigen Behörden minimalinvasiv mit einem Skalpell. Die Zielsetzung war stets die gesamte Stratigrafie im entnommenen Malschichtpaket abzubilden. Artioli hat schon darauf verwiesen, dass je nach Fragestellung und verwendeter Analysetechniken unterschiedliche Probegrößen notwendig sind und die Probenmenge auch vom Objekt und dem Material abhängt. Beispielsweise ist für eine Mörteluntersuchung mehr Material nötig als für die Einzelpigmentbestimmung. Die fortschreitende Entwicklung der technischen Möglichkeiten erlaubt heute Analytik mit deutlich kleineren Mengen. Bei Fassungsabfolgen ist die Zielsetzung aber immer die gesamte Stratigrafie abbilden zu können.¹³⁰ Dennoch gilt meist, dass nur ein Partikel bzw. sehr wenig Probematerial zur Verfügung steht, die Messungen also nicht beliebig oft wiederholt werden können. Neben den erwähnten Malschichten standen auch (Fugen-)Mörtel und Restaurierungsmaterialien, wie Ergänzungsmassen oder Klebstoffe, im Zentrum der Betrachtung. Anhand der verwendeten Materialien lassen sich auch hier, in Abhängigkeit zur Stratigrafie, Rückschlüsse auf Zeitstellungen ziehen.

2.2.1. Vorgehensweise im Labor¹³¹

Im Labor der Restaurierungswissenschaften erfolgte zunächst die Charakterisierung und Dokumentation des Probenmaterials mittels mikroskopischer Digitalfotografie. Genutzt wurde hierfür ein Keyence Fasermikroskop.¹³² Tiefenscharfe Bilder der Probenpartikel unter Berücksichtigung der Ober- und Unterseite sowie des Querbruchs halfen bei der Auswahl der Partikel für die Querschliffe. Ausgewählt wurde immer das möglichst vollständigste Schichtpaket, um die relative Chronologie möglichst vollständig abzubilden und zu erfassen.

Für die anschließende Schliffpräparation¹³³ wurden die ausgewählten Partikel in Technovit 2000 LC oder Araldit 2020¹³⁴ eingebettet und nach dem Aushärten bis auf die ideale Betrachtungsebene

¹³⁰ Artioli 2010, S. 94-99.

¹³¹ Siehe hierzu auch Drewello / Tenschert 2021, Tenschert 2019a und Tenschert 2022, jeweils auch fallspezifisch mit abweichender Vorgehensweise und Ergänzung des methodischen Spektrums.

¹³² Keyence VHX-5000 mit Makrolinse VH-Z00R (0,1 – 50x), Standardlinse VH-Z20R (20 – 200x) und universeller Zoomlinse VH-Z100R (100 – 1000x). Das Mikroskop bietet den Vorteil, dass die Bilder stufenlos mit Maßstab aufgenommen werden können und somit der Größenbezug immer gegeben ist.

¹³³ Zur Schliffpräparation siehe auch das Kapitel „Herstellung und Auswertung von Querschliffen“ bei Schramm / Hering 1988, S. 131-136, bzw. Wülfert 1999, S. 173-200. Zu Anschliffen auch: Matteini / Moles 1990, S. 21-22.

¹³⁴ 2K EP System Araldit 2020.

geschliffen. Von einigen Proben sind außerdem Dünnschliffe angefertigt worden.¹³⁵ Anschließend folgte die Untersuchung und fotografische Dokumentation der Schliffe mittels Lichtmikroskopie mit polarisiertem Licht, UV-Licht und im Dunkelfeld.¹³⁶ Analysiert wurden bei den Einzelproben die Schichtenabfolge bzw. Stratigrafie, die jeweilige Schichtstärke, die Korngrößen der Pigmente, die Füllstoffe und die Zuschläge, die Farbigkeit der einzelnen Schichten, ihre UV-Aktivität sowie die Struktur der Schichten bzgl. ihrer Rauigkeit, Dichte oder Porenverteilung.¹³⁷ Die Erkenntnisse konnten im Nachgang verglichen werden.¹³⁸

2.2.2. Rasterelektronenmikroskopie (REM) und Rasterelektronenmikroskopie mit energiedispersiver Spektralanalyse (REM-EDS)

Die weitere Untersuchung der Schliffe erfolgte mittels Rasterelektronenmikroskopie (REM) mit anschließender Elementbestimmung mittels REM-EDS (EDS = Energiedispersive Spektralanalyse), einer etablierten Methode¹³⁹ in der Erforschung von Kunst- und Kulturgut. Verwendet wurde ein Rasterelektronenmikroskop der Firma Phillips vom Typ XL40, welches mit einer EDS-Einheit der Firma Bruker (XFlash Detector 5010) gekoppelt ist. Die EDS-Spektren wurden mit der Software Esprit (ebenfalls Firma Bruker) ausgewertet.

Die rasterelektronenmikroskopische Untersuchung erlaubt extrem hohe Auflösungen und, gekoppelt mit einem EDS-Detektor, auch die Bestimmung verschiedener Elemente und deren Verteilung in der Probe. Die Probe, bzw. der besputterte Querschliff, wird in einer Probenkammer platziert, an die Vakuum angelegt wird. Das ist notwendig, um die Streuung und Ablenkung der Elektronen durch Luftbestandteile zu vermeiden. Ein gerichteter Elektronenstrahl rastert nun die Probenoberfläche ab. Dieser ist mit der EDS-Einheit synchronisiert, was wiederum punktgenaue Messungen ermöglicht. Die Bilddarstellung erfolgt über den sogenannten BSE-Modus oder den SE-Modus. BSE bezeichnet die backscattered electrons oder Rückstreuелектronen, SE die secondary electrons oder Sekundärelektronen. Um die Oberfläche abzubilden wird meist der BSE-Modus verwendet. Durch eine hauchdünne Beschichtung mit Gold, Kohlenstoff oder – im vorliegenden Fall auch Nickel – die mit einer Sputteranlage aufgebracht wird, wird die Leitfähigkeit erhöht. Grundsätzlich erscheinen im BSE-Bild schwere Elemente heller als leichte, weil ihre Elektronen stärker rückstreuen. Beispielsweise ist Blei

¹³⁵ Dünnschliffpräparation: Zinkernagel Consulting, Bochum. Zu Dünnschliffen allgemein: Matteini / Moles 1990, S. 22-24.

¹³⁶ Verwendete Mikroskope: Olympus BX51 mit Olympus U-RFT-T-Einheit für UV, sowie Olympus AX 70.

¹³⁷ Zur optischen Lichtmikroskopie grundlegend: Matteini / Moles 1990, S. 26-38, hier mit weiteren bibliographischen Hinweisen; Artioli 2010, S. 64-67; Medenbach / Bernhardt 2000, S. 13-27, Wülfert 1999, S. 65-70, 100-129, 173-200.

¹³⁸ Die fotografische Dokumentation der Lichtmikroskopie hat dankenswerterweise teilweise Dipl.-Geol. Martina Prisl übernommen.

¹³⁹ An dieser Stelle sei nur auf die Tagung im British Museum 2010 verwiesen, die sich nur dem Thema REM und Mikroanalyse im Kulturgutbereich widmete, dazugehörige Publikation: Meeks et al 2012.

(Pb) stets heller im Schwarzweißbild im Vergleich zu Calcium (Ca).¹⁴⁰ Besonders gut sind im rasterelektronenmikroskopischen Bild die Schichten und ihre Struktur zu erkennen, was bei der Charakterisierung der Schliffe hilft. Die Korngrößen und Form der Pigmentpartikel – oder bei Mörteln Zuschlagsstoffe – werden deutlich dargestellt. Unterschiedliche Ausmischungen von optisch zunächst ähnlichen Schichten im Querschliff sind so zu charakterisieren. Außerdem können Beobachtungen aus der Lichtmikroskopie hinsichtlich des Rissbildes über die hochauflösende Rasterelektronenmikroskopie bestätigt werden.

Der EDS-Detektor misst die charakteristischen Röntgenstrahllinien der einzelnen Elemente. Durch die Messungen über die ausgewählte Bildfläche lassen sich Elementverteilungsbilder (Mapping) darstellen. Mittels EDS werden keine chemischen Verbindungen gemessen, sondern einzelne Elemente bestimmt.¹⁴¹ Mit der überlagerten Darstellung im Mapping lassen sich aber Rückschlüsse auf Pigmente oder bestimmte anorganische Bindemittel ziehen. Außerdem sind die Messungen in der Regel qualitativ und nicht quantifizierbar. Daher ist nur im Einzelfall eine exakte Aussage über Mengenverhältnisse der Bestandteile im Probenmaterial möglich. Gemessen werden können in der Regel Elemente mit den Ordnungszahlen 11 (Natrium) bis 92 (Uran) und erst ab einer bestimmten Konzentration¹⁴² in der Probe.¹⁴³

Bei der Entscheidung für die Messmethode ist die Fragestellung wichtig. Will man wissen welche Elemente vorhanden und wo sie in der Probe zu lokalisieren sind, ist die Untersuchung mittels REM-EDS die richtige Wahl. Will man Verbindungen – zum Beispiel zur Phasen- und Bindemittelcharakterisierung – messen, sind andere Methoden, wie beispielsweise FT-IR oder Raman-Spektroskopie erforderlich.¹⁴⁴

2.2.3. Fourier-Transformation-Infrarotspektroskopie: FT-IR

Infrarot-Spektroskopie (IR-Spektroskopie) wird grundlegend und ausführlich behandelt bei Gremlich und Grünzler.¹⁴⁵ Für die Anwendung im Bereich der Erforschung von Kunst- und Kulturgut wird zumeist die Fourier-Transformation Infrarotspektroskopie (FT-IR-Spektroskopie, kurz: FT-IR) verwendet.

¹⁴⁰ Artioli 2010, S. 66-68, 102-106; Blaschke 2000, S. 34, 52-66, hier auch Abgrenzung zu Transmissionselektronenmikroskopie (TEM); Matteini / Moles 1990, S. 40-42; Adriaens / Dowsett 2004, S. 73-128, zur Funktionsweise REM detailliert: S. 75-83, S. 92-101.

¹⁴¹ Artioli 2010, S. 104, Tabelle 2.9. Indicative limits of detection of elements for the most used chemical analysis techniques.

¹⁴² Artioli 2010, S. 102-106, Tabelle 2.9. Indicative limits of detection of elements for the most used chemical analysis techniques (S. 104), Nachweisgrenze ppm [10.000ppm=1%] bei REM-EDS 1000-5000. Mit anderen Methoden liegt die Nachweisgrenze demnach noch tiefer, beispielsweise mittels MS (Massenspektrometrie).

¹⁴³ Artioli 2010, S. 66-68, 102-106; Blaschke 2000, S. 34, 52-66, hier auch Abgrenzung zu TEM; Matteini / Moles 1990, S. 40-42; Adriaens / Dowsett 2004, S. 73-128, zur Funktionsweise REM detailliert: S. 75-83, S. 92-101.

¹⁴⁴ Artioli 2010, S. 104, Tabelle 2.10. „Specific questions to be addressed when planning a scientific investigation“.

¹⁴⁵ Grünzler / Gremlich 2003.

Grundsätzlich werden bei dieser Methode die Schwingungen von Molekülen oder Atomgruppen bei der Absorption infraroter Strahlung gemessen. Die Schwingungsenergien liegen im infraroten Spektralbereich. Jedes Molekül hat ein spezifisches Schwingungsverhalten, dessen charakteristische Absorptionsbanden sich in einem Spektrum abbilden lassen. Anhand der Schwingungsbanden kann ein Material, bzw. eine Materialgruppe eindeutig bestimmt werden. Bei Mischungen gestaltet sich die Interpretation der gemessenen Spektren schwieriger als bei Einzelsubstanzen. Es gibt zudem Substanzen, die IR-inaktiv sind. Hier können komplementär eingesetzte andere Methoden wie beispielsweise Raman oder REM-EDS helfen, den Stoff trotzdem zu bestimmen. Auch können Materialien über gebräuchliche Mischungen bestimmt werden: Ein Beispiel wäre Titandioxid, das im mittleren IR-Bereich keine Aktivität aufweist, aber anhand seiner kommerziell erhältlichen Beimischungen im Pigment charakterisiert werden kann. Es können keine Einzelelemente, sondern ausschließlich Verbindungen gemessen werden und vor allem organische Materialien, aber auch mit Carbonat- oder Silikatgruppen verbundene anorganische Materialien. Der Messvorgang selbst kann in Transmission oder in Reflexion und meist in der FT-IR Variante erfolgen, da hier bei einer schnelleren Messung die Auflösung höher und das Rauschverhalten günstiger ist. Für die Messung wird zudem wenig Probenmaterial benötigt und gerade für den archäologischen und Kulturgutbereich stehen umfangreiche Datenbanken zur Verfügung.¹⁴⁶

Eine ausführliche Publikation des Getty Instituts verweist auf die vielfachen Einsatzmöglichkeiten der IR-Spektroskopie in der Konservierung und Restaurierung und beschreibt Probenvorbereitung, Methodik und Interpretation sowie vielfältige konkrete Anwendungsbeispiele. Außerdem sind hier neben einschlägigen Datenbanken auch die Referenzspektren für einige gängige Materialien angegeben, die häufig auftauchen.¹⁴⁷

Die FT-IR-Analysen im Portale-Projekt übernahm das Referenzlabor des KDWT.¹⁴⁸ Die Interpretation der Ergebnisse erfolgte in Zusammenschau mit denen der anderen Analysemethoden und Befunde.

2.2.4. Thermogravimetrische Analyse Gaschromatografie mit Massenspektrometriekoppelung TGA-GCMS

Bei der thermogravimetrischen Analyse (TGA) handelt es sich um eine thermische Analysemethode.¹⁴⁹ Einfach dargestellt wird die Massenveränderung einer festen Probe in Abhängigkeit von Temperatur und Zeit gemessen. Massenverluste können u.a. durch Verdampfen, Zersetzen oder Reaktionen

¹⁴⁶ Artioli 2010, S. 42-46; Matteini / Moles 1990, S. 146-148; Beran 2001, S. 60-67; Derrick / Stulik / Landry 1999, S. 100-121.

¹⁴⁷ Derrick / Stulik / Landry 1999.

¹⁴⁸ Verwendet wurde ein Gerät von Perkin Elmer: FT-IR-Microscope Spotlight 400.

¹⁴⁹ Am Referenzlabor des KDWT vorhandene Gerätekoppelung: TGA 8000 - Spectrum Two IR - Clarus680/SQ8T GC/MS der Firma PerkinElmer; Siehe zur Anwendung bei Baumharzen: Trinkl / Drewello / Bellendorf 2021, sowie das laufende Promotionsprojekt von Dipl. Chem. Ulrike Trinkl zum Thema (Arbeitstitel): Historische Baumharze und ihre Analyse durch komplementäre Analysetechniken.

zwischen Substanzen zu Stande kommen. Grundsätzlich sind bei Oxidationen auch Massenzunahmen möglich. In einem kleinen Tiegel, der temperaturstabil und inert sein muss, wird die Probe in einem Ofen bis zu 1000 °C erhitzt bzw. verdampft. Nötig sind mindestens 500 Mikrogramm bis zu mehreren Milligramm des Probenmaterials. Außerdem wird eine dreimalige Wiederholung der Messung empfohlen, um ein statistisch gutes Ergebnis zu erhalten. Während der Messung ist der Proben Tiegel mit einer Mikrowaage gekoppelt, die die Massenveränderungen misst. Wichtig sind hierbei konstante Umgebungsbedingungen ebenso wie die heating rate (Aufheizrate), die mit überwacht werden. Die Probe wird während der Messung einem bekannten und geregelten Temperaturprogramm ausgesetzt. Sie folgt dem Aufheizungsprozess, indem sie beispielsweise dekarbonatisiert und entlässt dabei gasförmige Phasen in den Ofenraum. Die Gewichtsveränderung wird registriert. Einzelne Stoffe (beispielsweise Minerale) verhalten sich spezifisch und können so identifiziert werden. Möglich ist auch die Bestimmung von Zusammensetzungen (Reinheit oder Wassergehalt zum Beispiel bei Gips).¹⁵⁰

Die flüchtigen Substanzen bzw. Reaktions- und Zersetzungsprodukte können in weitere Analysegeräte weitergeleitet werden bzw. überführt werden, wie zum Beispiel Massenspektrometer (MS) oder IR-Spektrometer. Zwischen TGA und MS kann auch eine Trennung der Substanzen mittels Gaschromatographie (GC) geschaltet werden. Die gekoppelte Variante von Gaschromatographie, die komplexe organische Stoffmischungen trennen kann, und der Massenspektrometrie, die unbekannte organische Substanzen bestimmen und ihre Konzentration messen kann, ist für den Nachweis organischer Substanzen geläufig.¹⁵¹ Um organische Bindemittel nachzuweisen bietet sich TGA-GCMS neben der FT-IR-Messung an.

Obwohl TGA-GC-MS grundsätzlich für die Anwendungen im Kulturgutbereich geeignet und für viele Fragestellungen hilfreich ist, wurde sie im Fall der Portale nicht durchgängig genutzt.¹⁵² Das Probenmaterial würde zerstört und die benötigten Probenmengen wären zu groß, denn beispielsweise aus Paris stand viel zu wenig Probenmaterial für das gesamte vorhandene Methodenspektrum zur Verfügung.

2.3. Bündelanalyse

Um die vielfältigen Fragen beantworten zu können, bietet sich die Kombination mehrerer Methoden an. Erst der komplementäre Einsatz füllt die Lücken der einzelnen Analysenmethoden. Die Recherchen im Archiv und der vorhandenen Literatur geben erste Hinweise, bzw. werfen Fragen auf und bilden die Grundlage für die Untersuchung und Betrachtung vor Ort. Die Beobachtungen an den Objekten wiederum offenbaren weitere Phänomene, oder Anknüpfungspunkte. Daraus ergibt sich, welche

¹⁵⁰ Artioli 2010, S. 55; Schilling 2010, S. 413f.; Odlyha 2000, S. 289-291; Cemic 2001.

¹⁵¹ Sutherland 2018; Bartle / Myers 2002.

¹⁵² Zur Anwendung: Drewello / Tenschert 2021, S. 161, bzw. Kapitel 3.4.

Proben genommen werden müssen und welche Bereiche hochauflösend vermessen werden sollten, um diese weiter zu untersuchen.

Die eingehende lichtmikroskopische Betrachtung des Probenmaterials im Labor gibt schon erste Hinweise und lässt erste Theorien bzgl. der Stratigrafie und hinsichtlich verwendeter Pigmente (zum Beispiel Azurit) zu. Mit der Betrachtung mittels REM-EDS werden diese weiter ausdifferenziert und Schichten genauer charakterisiert und Elemente gemessen. Häufig ist so schon viel zu klären, aber durch den ergänzenden, komplementären Einsatz von FT-IR können darüber hinaus die Verbindungen und die organischen Zusätze analysiert und bestimmt werden.

Die Ergebnisse sind mitunter widersprüchlich, wodurch das Überprüfen der vor Ort angestellten Vermutungen genauso wichtig ist wie das erneute, iterative Messen. Durch das Zusammenspiel der Methoden und ihrer jeweiligen Vorteile lassen sich die Erkenntnisse so schrittweise verfeinern und Thesen verifizieren. Der Schritt zurück zur Beobachtung vor Ort bzw. in die schriftlichen Quellen ist dabei kein Rückschritt, sondern kann helfen. Beispielsweise ergab sich aus der Messung mittels REM-EDS der unerwartete Befund einer Chloranreicherung am Trumeaupfeiler des Nordquerhausportals in Paris. Der Blick in die schriftlichen Quellen zeigte, dass es Hinweise auf ein „Abwaschen“ gab, was durchaus mit einer sauren Lösung passiert sein kann. Damit war eine plausible Erklärung gefunden.¹⁵³

Je nach Fragestellung ist es nicht immer nötig und zielführend alle Methoden anzuwenden – vor allem wenn wenig Probenmaterial vorhanden ist und man sich entscheiden muss, welche Analyse die besten Ergebnisse erzielen kann. Häufig hat man „nur einen Schuss“ weil nur ein Probenpartikel vorhanden ist. Für die in dieser Arbeit behandelten Fragestellungen rund um die Inschrift wiederum hätten Laboruntersuchungen keinen nennenswerten Mehrwert gehabt. Es hat sich aber gezeigt, dass die digitalen Analysemethoden in Kombination mit den schriftlichen Quellen zielführend waren und gute Resultate liefern können.

Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass erst das Zusammenspiel der Methoden den Mehrwert für die Bearbeitung der Fragestellung ausmacht. Eine Probe oder eine Erkenntnis aus einer der anderen Methoden isoliert betrachtet, ohne sie in den Kontext zu stellen, reicht nicht aus.

¹⁵³ Drewello / Tenschert 2021, bzw. Kapitel 3.4.

3. Fallstudien und Publikationen

Die im Folgenden vorgestellten Fallstudien illustrieren anhand verschiedener Portale und Fragestellungen zur Veränderungsgeschichte das Zusammenspiel der Methoden und den Mehrwert, der sich aus der komplementären Anwendung ergibt.

Vorbemerkungen zur Wiedergabe der publizierten Texte:

- Alle Aufsätze werden in der eingereichten Form wiedergegeben.
- Die verwendete Literatur der einzelnen Aufsätze wird im Literaturverzeichnis wiedergegeben, die Zitierweise wurde – abweichend zu den eingereichten und veröffentlichten Versionen - vereinheitlicht.
- Die Abbildungsnummerierungen der Aufsätze wurden beibehalten.

3.1. Einfluss der zeitgeschichtlichen Entwicklung auf Restaurierungs- und Veränderungsmaßnahmen im 19. Jahrhundert: Fürstentore am Stephansdom in Wien

Publikation: „Die Wiener Fürstentore – Neue Beobachtungen zum Bestand und der Veränderungsgeschichte“

Zitierweise: Tenschert, Ruth: Die Wiener Fürstentore – Neue Beobachtungen zum Bestand und der Veränderungsgeschichte, in: St. Stephan in Wien. Die „Herzogswerkstatt“, hg. von Barbara Schedl und Franz Zehetner, Wien u. a. 2022.

Zusammenfassende Vorbemerkungen:

Schon der erste Eindruck bei der Betrachtung der beiden Fürstenportale wirft Fragen auf: Besonders augenfällig ist das heute völlig unterschiedliche Erscheinungsbild der beiden Portalanlagen. Das Bischofstor wirkt abgearbeitet und verschmutzt, wohingegen das Singertor im Süden frisch, vollständig und geradezu sauber erscheint. Obwohl die beiden Portalanlagen zeitnah ausgeführt wurden, ist gerade das Tympanon des Singertors im Gegensatz zu dem des Bischofstors von großer Belebtheit der Skulptur gezeichnet, während die Darstellung im Tympanon am Bischofstor eher statisch wirkt (Abb. 9a und b).

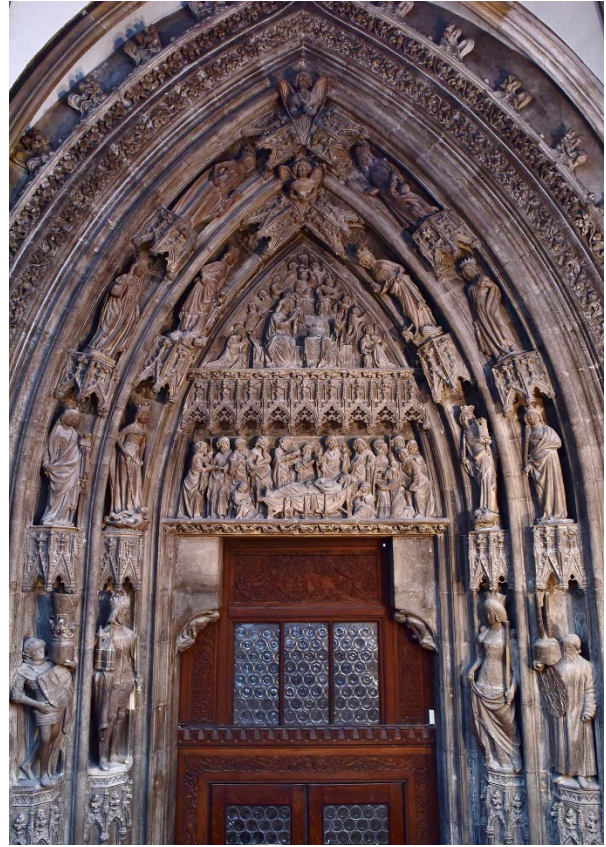
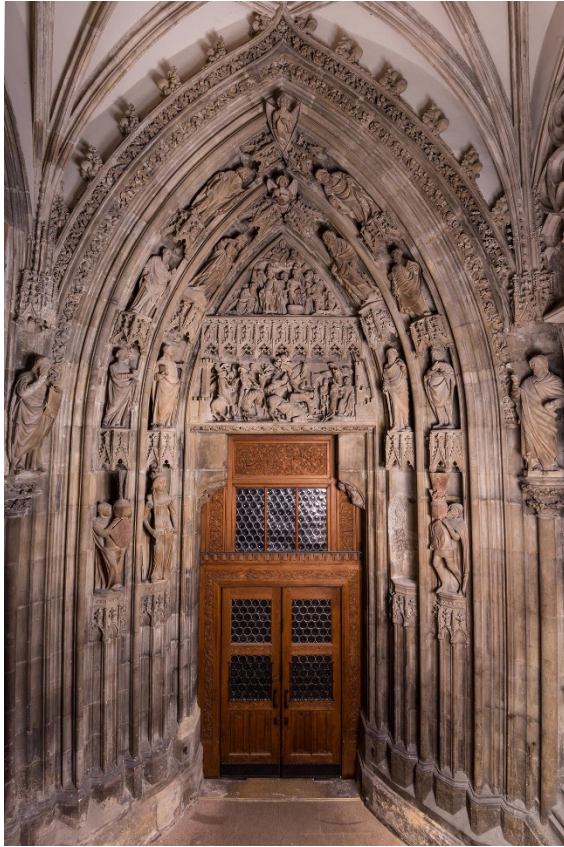


Abb. 9a. Ansicht des Singertors (FWF Projekt P28541 Walter Roschnik 2015).

Abb. 9b. Ansicht des Bischofstors (FWF Projekt P28541 Walter Roschnik 2015).

Lässt sich der heutige Unterschied im Aussehen allein aus der Ausführung der Skulptur und Rahmenarchitektur erklären, oder waren spätere Maßnahmen und Überformungen entscheidend? Aufgrund dieser Frage war es für das Wiener Beispiel in der Untersuchung grundlegend, die vorhandenen Quellen und Berichte für die Zeit nach der Errichtung am heutigen Objekt selbst nachzuvollziehen und zu überprüfen, um die Veränderungsgeschichte dezidiert rekonstruieren zu können. Außerdem sollte geprüft werden, ob es an den Fürstentoren noch originale Oberflächen bzw. Farbigkeit gibt. Darüber hinaus stellte sich auch die Frage: Gibt es überhaupt Hinweise, dass zu einem oder mehreren Zeitpunkten eine polychrome Gestaltung, etwa analog zum Riesentor¹⁵⁴ im Westen bestand, bzw. die in den Quellen erwähnte „fingerdicke Tünche“¹⁵⁵ aufgebracht waren und später abgearbeitet wurden? Entscheidend für die Beurteilung des heutigen Zustandes war auch, wann die beiden Vorhallen hinzukamen, welchen Grad an Überarbeitung die Portale im 19. Jahrhundert erfahren haben und welche zeitgenössischen Entwicklungen die Entscheidungen und Eingriffe beeinflussten. Zudem ist bei genauer Betrachtung am Singertor eine Vielzahl an kleinen, präzise ausgeführten Ergänzungen zu beobachten, deren Ausführungszeitpunkt zunächst unklar war und mit Hilfe von Befunderhebung vor Ort und den anschließenden Laboruntersuchungen in Zusammenschau

¹⁵⁴ Dahm 2008a.

¹⁵⁵ Tenschert 2022; S. 158, bzw. Kapitel 3.1.

mit den schriftlichen Quellen nun ins 19. Jahrhundert datiert werden können. Diese kleinen, perfekt ausgeführten Vierungen fehlen im Norden. Wenn dort ergänzt wurde, ist viel weniger sorgfältig und bestandsschonend vorgegangen worden. Im Norden hat eine Reinigungsmaßnahme des 19. Jahrhunderts deutlich ihre Spuren hinterlassen, allerdings nicht in feinen Steinvierungen und einem sauberen Erscheinungsbild, sondern vielmehr in Gestalt von massiven Kratzern und starken Überarbeitungen, die die Linien von Skulptur und Architektur verunklärten. Die krassen Unterschiede in der Herangehensweise können als Ausdruck eines geänderten Denkmalverständnisses und Zeitgeistes im Laufe des 19. Jahrhunderts gedeutet werden, was sich gut mit der Entwicklung hin zu einer zunehmenden Institutionalisierung der Denkmalpflege in Österreich verbinden lässt. Zudem stieg die Wertschätzung des Gotischen in Europa im Laufe des 19. Jahrhunderts nicht zuletzt auch durch die dezidierte Auseinandersetzung mit der mittelalterlichen Baukunst, die vor allem in Frankreich von Viollet-le-Duc geprägt war und sich auch im deutschen Sprachraum beobachten lässt.¹⁵⁶

Die Untersuchungsergebnisse zu den Wiener Fürstentoren wurden von der Verfasserin im Oktober 2016 auf der internationalen Tagung „St. Stephan in Wien. Die "Herzogswerkstatt"“ vorgestellt. Der Aufsatz ist in der bei den Herausgebern eingereichten Version wiedergegeben. 2022 ist der Band zu oben genannter Tagung erscheinen. Bei der folgenden Wiedergabe sind die schriftlichen Archivquellen in den Fußnoten aufgeführt und werden nicht im Literaturverzeichnis wiederholt. 2022 hat die Verfasserin einen weiteren Aufsatz zum Thema eingereicht.¹⁵⁷

¹⁵⁶ Tenschert 2022.

¹⁵⁷ Der Aufsatz wird voraussichtlich 2023/2024 unter dem Titel „Veränderungsgeschichten – Auf Spurensuche an mittelalterlichen Kirchenportalen“ in der Tagungspublikation zu der VDR-Tagung „Spuren suchen – Geschichte(n) finden“ erscheinen.

Einleitung

Das Erscheinungsbild der mittelalterlichen Langhausportale des Wiener Stephansdoms – das sogenannte Bischofstor auf der Nordseite und das korrespondierende Singertor auf der Südseite – ist in seinem heutigen Äußeren durch mehrere Faktoren geprägt worden: Neben der Konzeption im Entwurfsprozess sind die Fürstentore und ihre architektonische Rahmung Produkte der Restaurierungs- und Veränderungsgeschichte. Ein weiterer wesentlicher Punkt bei der Bewertung des aktuellen Zustands ist der Schutz vor Verwitterung durch die später angebauten Vorhallen. Zu beachten sind neben den baulichen Veränderungen auch die Wandlungen der ornamentalen und figuralen Details des Portalschmucks.

Trotz einer ähnlichen Grundkonzeption¹⁵⁸ unterscheiden sich die beiden Portale heute grundlegend in ihrem Aussehen. Dies resultiert vor allem aus kontrastierenden Oberflächencharakteristika: Während das Bischofstor erstaunlich abgenutzt und verschmutzt erscheint, wirkt das Singertor zwar gealtert, aber nahezu sauber und weitgehend unberührt. Um den Gegensatz zu verstehen, sind ein detailliertes Literatur- und Quellenstudium sowie die Analyse der Veränderungsmaßnahmen, denen die Portale unterzogen wurden, am Bau unerlässlich.

Im Oktober 2015 ergab sich im Rahmen des BMBF-Projektes *Mittelalterliche Portale als Orte der Transformation* die Möglichkeit, die Fürstenportale und ihre Oberflächen in Kooperation mit der Dombauhütte Wien¹⁵⁹ und dem Bundesdenkmal (BDA) eingehender auf Spuren vergangener Eingriffe zu untersuchen. Die Resultate werden im Folgenden zusammenfassend vorgestellt.

Frühe Veränderungen – Anbau der Vorhallen

Die Fürstentore wurden in der Regierungszeit Herzog Rudolfs IV. (1358 – 1365) errichtet.¹⁶⁰ Dabei waren die beiden Langhausportale nicht von Anfang an durch Vorhallen geschützt. Aus der vorhandenen Literatur und anhand der schriftlichen Quellen ist nicht genau zu fassen, wann die polygonalen Anbauten vor die Portale gesetzt wurden. Um ihre Entstehungszeit einzugrenzen, helfen an erster Stelle zeitgenössische Pläne. So haben sich für die Vorhalle am Singertor im Süden ein Grundriss- und ein Aufrissplan erhalten, die näheren Aufschluss über Entwurfs- und Ausführungszeit

¹⁵⁸ Vergleiche den Beitrag von Katharina Arnold in diesem Band (Anm. gemeint ist: Schedl / Zehetner 2022).

¹⁵⁹ Für die hervorragende Unterstützung sei hier allen Mitarbeitern der Dombauhütte gedankt, vor allem aber Franz Zehetner.

¹⁶⁰ Schedl 2018, S. 52-54, 64-74. Zum Bauablauf vgl. die Beiträge von Stefan Breitling und Katharina Arnold in diesem Band (Anm. gemeint ist: Schedl / Zehetner 2022).

liefern können.¹⁶¹ Für die Vorhalle des Bischofstors sind hingegen keine Planungs- oder Umsetzungsunterlagen überliefert.

Nach der vorherrschenden Forschungsmeinung soll die Vorhalle des Singertors vor der des Bischofstors entstanden sein: Tietze nimmt als Entstehungszeit 1440 – 1450 an.¹⁶² Der mittelalterliche Planriss, der im Kupferstichkabinett in Wien¹⁶³ aufbewahrt wird und auf dem die Halle dargestellt ist, wurde von Koepf ebenfalls in die Zeit um 1440 datiert.¹⁶⁴ (Abb. 1) Böker widerspricht der frühen Datierung der Planzeichnung und ordnet den Aufriss der Singertorvorhalle wegen der Wasserzeichen des Papiers in die 1460er Jahre. Aufgrund der von der Planzeichnung abweichenden Ausführung folgerte er, dass eine Errichtung erst nach dem Anfertigen der Zeichnung erfolgt sein kann. Er interpretiert den vorliegenden Riss demnach als Teil des Entwurfsverfahrens; Abänderungen in der Ausführung seien dabei als bewusste Entscheidung der Bauherren beziehungsweise der ausführenden Bauhütte zu interpretieren.¹⁶⁵

Für eine Datierung der Singertorvorhalle in die 1460er Jahre spricht laut Böker zudem der überlieferte Aufriss des Anbaus der Magdalenenkapelle, welche in den Jahren 1473 – 78 entstanden ist und die sich auf die damals bereits bestehende Vorhalle am Singertor beziehen soll.¹⁶⁶ Den Planriss datiert Böker im Gegensatz zu Koepf in die Zeit um 1470.¹⁶⁷

¹⁶¹ Böker 2005, S. 31-35; Koepf 1969, S. 2-5. Aufriss der Singertortorvorhalle ABK Inv.Nr. 17.501; Maßwerkfenster der Singertorvorhalle ABK Inv.Nr. 17.037; Grundriss mit Gewölbekonfiguration der Singertorvorhalle ABK Inv.Nr. 16.826.

¹⁶² Tietze 1931, S. 132-133.

¹⁶³ Aufriss der Singertortorvorhalle ABK Inv.Nr. 17.501; An dieser Stelle sei René Schober herzlich gedankt, der uns dankenswerterweise die Pläne im Original einsehen ließ.

¹⁶⁴ Koepf 1969, S. 2.

¹⁶⁵ Böker 2005, S.365f.

¹⁶⁶ Böker 2005, S. 365-368. Die Vorhalle der Magdalenenkapelle könnte sich allerdings auch auf eine bereits in den 1440er Jahren erbaute Vorhalle am Singertor beziehen. Aufriss der Magdalenenkapelle ABK Inv.Nr. 16.890

¹⁶⁷ Böker 2005, S. 89-90.



Abb. 1. Aufriss der Singertortorvorhalle ABK Inv. Nr. 17.501 (Bildnachweis: Kupferstichkabinett der Akademie der bildenden Künste Wien).

Für das Bischofstor im Norden wird der Anbau an das Portal von Tietze für die Jahre um 1510 – 15 angenommen.¹⁶⁸ Seine These wird nicht nur durch die bereits mehrfach diskutierten¹⁶⁹ stilistischen Unterschiede zur Singertorvorhalle, sondern auch durch einen Holzschnitt im Heiltumsbuch von 1502 unterstützt (Abb. 2). Dort ist die Nordseite des Stephansdoms noch ohne Vorbau gezeigt.¹⁷⁰ Auch Tschischka unterstützt die Annahme eines späteren Anbaus in seiner Beschreibung des Stephansdoms aus der Mitte des 19. Jahrhunderts, in der er festhält, dass Portal und Vorhalle nicht aus derselben Zeit stammen.¹⁷¹ Eine Datierung der Vorhalle am Bischofstor nach 1502 scheint aufgrund der Quellenlage durchaus plausibel, zumal damit zumindest ein terminus post quem für den Anbau im Norden definiert wäre.

¹⁶⁸ Tietze 1931, S. 137.

¹⁶⁹ Tietze 1931, S. 132ff; Koepf 1969, S. 2-5.

¹⁷⁰ Heiltumsbuch 1882, Tafel; Böker 2007, S. 199; Neumann 1897, S. 166; Tietze 1931, S. 156.

¹⁷¹ Tschischka 1843, S. 62.



Abb. 2. Holzschnitt aus dem Wiener Heilighthumsbuch von 1502 (Reproduktion: Institut f. Kunstgeschichte, Uni Wien).

Bauliche Indizien für einen nachträglich angebrachten Vorbau der Vorhallen an beiden Portalen liefern Unregelmäßigkeiten an den Übergängen von der Portalarchitektur zur Architektur der Vorhalle: So schneidet das Gewölbe der Vorhalle in die Kreuzblume ein, die den äußeren, mit Krabben besetzten Kielbogen bekrönt. Dieser massive Eingriff in die eigentliche Portalkonzeption spricht gegen eine gemeinsame Bauphase von Portal und Vorhalle. Ein weiterer Hinweis lässt sich aus dem Übergang des mit Blattranken geschmückten Bogens in die Baldachine der Vorhalle ableiten, der aus den Not geboren und nicht konzeptionell durchdacht zu sein scheint: Die Schmuckformen sind zum Teil abgearbeitet und es wurden jeweils individuelle Lösungen für die Übergänge gefunden, die ebenfalls auf eine Anpassung im Nachhinein schließen lassen. Obwohl diese Besonderheiten an beiden Portalanlagen zu beobachten sind, wird es besonders deutlich am östlichen Wandanschluss des Singertors, bei dem die Blattranken und Baldachin individuell angepasst wurden (Abb. 3).



Abb. 3. Übergang von Portal zu Vorhalle Singertor (Tenschert 2015).

Restaurierungen bis zum Ende des 19. Jahrhunderts

Das Bischofstor

Für die Jahrhunderte nach dem Anbau der Vorhallen berichten die vorhandene Literatur und schriftliche Quellen wenig über das Schicksal der beiden Langhausportale. Erst für die Mitte des 19. Jahrhunderts sind konkrete Eingriffe an den Portalen und in ihrem Umfeld überliefert. Vergleichbar mit anderen europäischen Großkirchen standen auch am Wiener Stephansdom umfangreiche Instandsetzungs- und Restaurierungsmaßnahmen an. Das öffentliche Interesse an der Erhaltung der Domkirche war gestiegen, der Wunsch nach einer Restaurierung des „Nationaldenkmals“ wurde lauter.¹⁷² Diese Willensbekundungen werden u. a. durch großangelegte Pläne zum Ausbau des Nordturms und einer umfangreichen Umgestaltung der Westfassade im rein gotischen Stil unterstrichen. Beide Vorhaben wurden im Gegensatz zum Ausbau der, bis dato fast vollständig fehlenden, Schmuckgiebel am Langhaus jedoch nicht umgesetzt.¹⁷³ Man befasste sich verstärkt mit

¹⁷² Heider 1857, S. 1-7; Weiss 1857, S. 225-227.

¹⁷³ Hierzu ausführlich: Tietze 1931, S. 66-87, Kleindienst 1882-1886, S. 51ff; Kassal-Mikula 1997, S. 400-407.

dem als teilweise desolat empfundenen Zustand des Bauwerks, suchte nach Möglichkeiten zur Erhaltung und konstatierte akuten Handlungs- und Restaurierungsbedarf für nahezu alle Mauerwerks- und Gewölbeabschnitte.¹⁷⁴ Hierfür sollten eigens ein Komitee zur Überwachung der Arbeiten eingerichtet und ein Baumeister bestellt werden.¹⁷⁵

Bezogen auf die Eingangssituationen und Portale beschäftigte man sich hauptsächlich mit dem Riesentor an der Westseite, mit dessen Restaurierung im Jahr 1846 begonnen wurde.¹⁷⁶ Eine Erneuerung der anderen Zugänge, auch der beiden Fürstentore, wurde zunächst zurückgestellt.¹⁷⁷ Dies änderte sich auf Anregung des späteren Dombaumeister Leopold Ernst, der weitergehende Maßnahmen am Bischofstor vorschlug, mit denen 1857 begonnen wurde.¹⁷⁸ Die Leitung der Arbeiten wurde dem Bildhauer Franz Schönthaler übertragen, der zuvor schon andere Bauvorhaben am Dom betreut hatte.¹⁷⁹ Insgesamt war für das Portal ein recht schmaler Finanzrahmen von 770 fl (Gulden) vorgesehen, wovon alleine 170 fl für die Einrüstung eingeplant waren.¹⁸⁰

Die im Nachhinein höchst umstrittenen Arbeiten fallen in eine Zeit, in der die staatlich organisierte Denkmalpflege erst im Entstehen begriffen und der Wille zur Erhaltung zwar groß, die finanziellen Mittel aber gering waren.¹⁸¹ Über die Art und Weise des Herangehens und die Ausführung der Arbeiten gab es von Anfang an erhebliche Meinungsverschiedenheiten: So berichtet der Konservator für Wien, Albert Camesina, nach einem Besuch auf dem Gerüst in der Bischofstorvorhalle in einem Brief an den Präsidenten der k.k. Centralcommission zur Erhaltung und Erforschung der Baudenkmale am 28. April 1857:¹⁸²

„daß zwei Knaben von 12-13 Jahren, ein Junge von 15 Jahren und ein älterer Steinmetzgeselle sich beschäftigten die dort befindlichen herrlichen von allen Kunst Kennern und Archäologen bewunderten Skulpturen, sowohl Ornamente als Figuren und Basreliefs, welche steinerne Überreste sind von der schönen blühenden Kunst in Österreich [des] 14^{ten} Jahrhunderte, von denen wir wenige solch klassische Monument mehr besitzen [...] Abkratzübungen an[zu]stellen.“¹⁸³ Man solle seiner Meinung nach die Kunstwerke schützen und „nicht solchen Individuen zu Kratzübungen überlassen.“¹⁸⁴

¹⁷⁴ Kleindienst 1882-1886; Kassal-Mikula 1997, S. 400.

¹⁷⁵ Archiv des BDA, Wien, St. Stephansdom, überlange Formate, 1857_Z.354.

¹⁷⁶ Dahm 2008b, S. 192f. Bereits 1881 wurde demnach wieder Hand ans Riesentor gelegt.

¹⁷⁷ Schmidt 1882, S. 61.

¹⁷⁸ Kleindienst 1882-1886, S. 63.

¹⁷⁹ Tietze 1931, S. 70; Kleindienst 1882-1886, S. 63; Krause 1999, S. 95.

¹⁸⁰ Kleindienst 1882-1886, S. 63.

¹⁸¹ Frodl 1988, S. 15; Kassal-Mikula 1997, S. 400f.

¹⁸² Im Jahr 1850 war der Startschuss für die Gründung der „Centralcommission zur Erhaltung und Erforschung der Baudenkmale“ gefallen, die drei Jahre später ihre Arbeit aufnahm. Zu Beginn hatte das Gremium lediglich beratende Funktion. Frodl 1988, S. 76ff; Koller 1991, S. 77.

¹⁸³ Archiv des BDA, Wien, St. Stephansdom, überlange Formate, 1857_Z.172.

¹⁸⁴ Ebd.

Auf die Beschwerde Camesinas hin wurden die Arbeiten zunächst eingestellt, um die Centralcommision bezüglich des weiteren Vorgehens zu befragen: Wirklich ernst scheint man seine Einwände nicht genommen zu haben, denn bereits im Oktober desselben Jahres kam es zur Fortsetzung der Maßnahme, die man schließlich 1858 beendete.¹⁸⁵

Aus den 1930er Jahren wissen wir, dass Mitte des 19. Jahrhunderts unter Schönthaler hauptsächlich die Abnahme einer „fingerdicken Tünche“ im Vordergrund stand und Ergänzungen nur in geringem Maße vorgesehen waren.¹⁸⁶ Das Aussehen wird im gleichen Zug wie folgt beschrieben: „*der Eindruck weitgehender Abhäutung, den dieser Portalschmuck heute macht, geht aber doch wohl auf ein damals angewandtes Übermaß von Energie zurück.*“¹⁸⁷

Demnach muss man davon ausgehen, dass vor allem massive mechanische Reinigungsarbeiten zur Abnahme von Anstrichen und Schmutzbelägen durchgeführt wurden. Dies bezeugen die noch heute am Bischofstor unschwer erkennbaren Kratz- und Schleifspuren, die zur Verunklärung des skulpturalen, ornamentalen und profilierten Bestands geführt haben (Abb. 4 und 5) Millimetertiefe Riefen und die Zurundung von Ecken und Kanten durch hand- und werkzeuggerechtes Abschleifen sind am äußeren Portalbogen allorten anzutreffen. Mittelalterliche Originaloberflächen oder Farbreste sucht man hier und am gesamten Portal vergebens. Auch haben sich keinerlei Überreste einer „fingerdicken Tünche“ erhalten, die von Malschichten aus dem Mittelalter und den Zeiten danach künden würden. Wenn überhaupt, sind lediglich einige wenige, kaum zuordenbare Farb- oder Anstrichreste vorhanden.¹⁸⁸

¹⁸⁵ Kleindienst 1882-1886, S. 63/77.

¹⁸⁶ Tietze 1931, S. 70.

¹⁸⁷ Tietze 1931, S. 70.

¹⁸⁸ Vgl. den Beitrag von Johann Nimmrichter in diesem Band (Anm. gemeint ist: Schedl / Zehetner 2022).



Abb. 4. Flächenhafte Überarbeitung der gesamten Portalarchitektur und des figuralen und ornamentalen Schmucks, Bischofstor (Tenschert 2017).

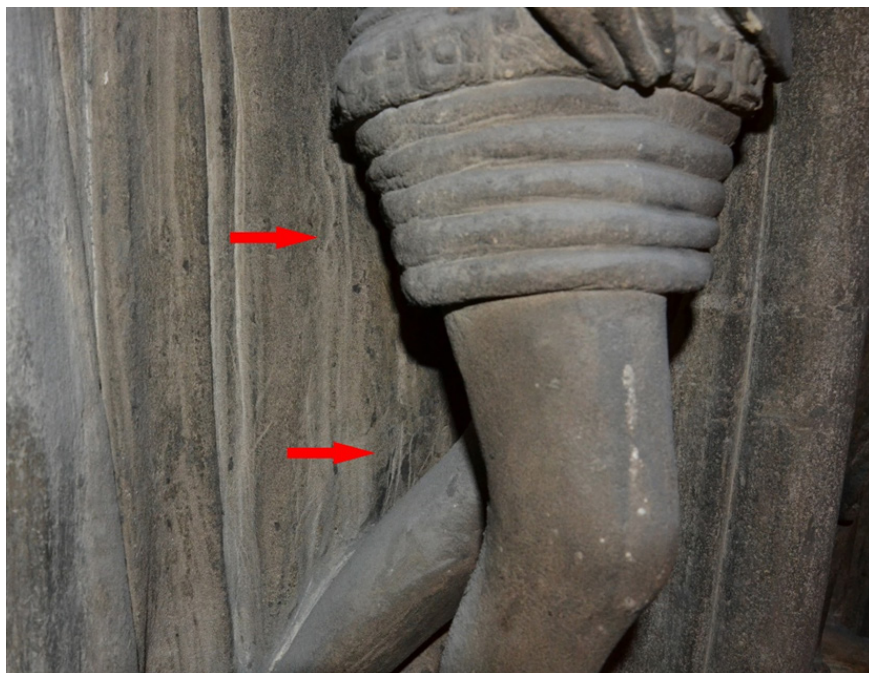


Abb. 5. Detail der Überarbeitungsspuren/Schleifrillen hinter Helmträger, Bischofstor (Tenschert 2017).

Geht man von der beschriebenen „*weitgehenden Abhäutung*“ des Bischofstors aus, sollte das Portal im Anschluss an die Arbeiten unter Schönthaler einen ‚sauberen‘ Anblick geboten haben. Umso befremdlicher ist das heutige Erscheinungsbild, das von Verschwärzungen geprägt ist, die dem Portal einen vernachlässigten und abgenutzten Charakter verleihen. Als mögliche Ursachen für die drastische Verschmutzung des an sich geschützten Innenraums in einem Zeitraum von nur 150 Jahren ließen sich

der zusätzliche Einsatz von Reinigungsmitteln (Schmierseife, Sodalösung) oder die Nachbehandlung mit Ölen oder anderen organischen Bindemitteln anführen.¹⁸⁹ Beides führt zur effektiven Bindung von Feinstaub, Ruß oder Hausbrandpartikeln, welche durch die Nutzung als Verkehrsweg oder Andachtsstätte in die Vorhalle eingebracht worden sein könnten. Besondere Ereignisse (Brandeinwirkung, Bauschäden) werden in der Literatur oder Quellen zumindest nicht erwähnt und sind auch der Bauhütte nicht bekannt.

In der Mitte des 19. Jahrhunderts änderten sich die Zuständigkeits- und Finanzierungsverhältnisse am Dom: Mitte 1857 wurde mit Hilfe staatlicher und städtischer Mittel das Dombau-Komitee gegründet und ab dem 26. April 1858 Leopold Ernst zum ersten Dombaumeister des Wiener Stephansdoms bestellt.¹⁹⁰ Im Jahr 1881 ersetzte der 1880 gegründete Dombau-Verein das Dombau-Komitee.¹⁹¹ Parallel konstituierte sich die österreichische Denkmalpflege: Bereits 1850 wurde vom Kaiser die Gründung der k.k. Central-Commission zur Erforschung und Erhaltung der Baudenkmale genehmigt, anfänglich noch ohne eigenen Etat. Zunächst war sie zudem dem Handelsministerium untergeordnet. 1853 begann man mit der Einsetzung der Konservatoren und veröffentlichte die gesetzlichen Bestimmungen über den Wirkungskreis der k.k. Central-Commission zur Erforschung und Erhaltung der Konservatoren und Baubeamten. 1859 wurde die Kommission schließlich dem Ministerium für Kultus und Unterricht zugeordnet.¹⁹²

Die Restaurierung des Bischofstores fiel damit in eine Umbruchzeit, in der es noch keine einheitliche Haltung in denkmalpflegerischen Fragen hinsichtlich der Restaurierung oder der Konservierung des gebauten Bestands gab.¹⁹³ Dehios Diktum „Konservieren – nicht Restaurieren“ folgte erst einige Jahre später und auch Alois Riegls Denkmalwerte sollten erst zum Beginn des 20. Jahrhunderts veröffentlicht werden.¹⁹⁴

Das Singertor

Als sinnfälligen Ausdruck der Umbruchzeit könnte man das gänzlich andere Vorgehen am Singertor anführen, das circa 40 Jahre nach dem Bischofstor keiner reinigenden Gewaltkur, sondern vielmehr einer peniblen handwerklichen Renovierung unterzogen wurde. Dem Bericht des Dombauvereins von 1893 ist Folgendes zu entnehmen:

¹⁸⁹ Ein zeitgleiches Beispiel ist das Weltgerichtsportal von St. Sebald in Nürnberg, das durch eine Nachbehandlung mit technischem Öl im Jahr 1868 in der Folgezeit extrem verschmutzte. Drewello / Herkner 2009, S. 39-45.

¹⁹⁰ Kleindienst 1882-1886, S. 98-100.

¹⁹¹ Kleindienst 1882-1886, S. 162-163, Kassal-Mikula 1997, S. 400f.

¹⁹² Frodl 1988, S. 76-78, 102ff, 168ff Auszug aus Instruktionen vom 24. Juni 1853: Anhang 11, S.196-204.

¹⁹³ Koller 1991, S. 77, Frodl 1988, S. 98-99.

¹⁹⁴ Hubel 2011a, S. 84-94; Huse 1984, S. 108-115, S. 131-139.

„der figurale Schmuck des Singerthores ist beinahe vollständig renovirt, für die leeren Figurennischen der Vorhalle wurden drei neue Statuen angefertigt, und die Ergänzungen an der reich gegliederten Architektur dieser Vorhalle sind so weit gediehen, daß die Vollendung der Arbeiten zu Beginn des nächsten Jahres zu gewärtigen ist.“¹⁹⁵

Unter *renovirt* hat man zum einen die Neuanfertigung von Figuren und die Komplettierung des Figurenprogramms im neogotischen Stil zu verstehen. Zum anderen gehören *Ergänzungen an der reich gegliederten Architektur* zum Programm, die als präzise steinmetzmäßige Passtücke aus Werkstein in der Bauhütte gefertigt und akkurat an den zurecht gearbeiteten Originalbestand angepasst und dort verklebt wurden. Was unter der *Renovierung des figuralen Schmuckes*¹⁹⁶ zu verstehen ist, bleibt ungewiss und kann sich sowohl auf Passtücke in Naturstein als auch auf plastische Modelliermassen beziehen.

Unabhängig von der Werktechnik muss man von einer durchgeplanten und umfangreichen handwerklichen Ausbesserungs- und Ergänzungsmaßnahme am gesamten Portal ausgehen, für die es vor Ort zweifelsfreie Belege gibt (Abb. 6a und b) Erstaunlicherweise finden sich weder in den Schriftquellen noch auf den renovierten Werkstücken des Portals Hinweise auf das Vorhandensein geschlossener Farbfassungen oder deren mechanische Abnahme. „Fingerdicke“ Tünche- oder Farbschichten, wie sie für das Bischofstor überliefert sind, oder deren Reste, fehlen komplett.



Abb. 6a und b. Baldachin Singertor. Tageslicht links, UV-Anregung rechts. Der Originalbestand ist mit steinmetzmäßigen Passtücke aus Naturstein versehen. Die Passtücke und die Klebefugen sind anhand ihrer UV-Aktivität zu identifizieren (Tenschert 2015).

¹⁹⁵ DVB II, S. 101, vgl. auch: Tietze 1931, S. 80.

¹⁹⁶ Tietze 1931, S. 80.

Folgt man den Angaben in den Quellen, wurden laut den Mitteilungen der Dombauhütte im Jahr 1885 zunächst die Pfeilerbaldachine und Fensterwimperge am Außenbau der Vorhalle erneuert. Die Dachgalerie sollte im darauffolgenden Jahr erneuert werden. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Anmerkung, dass die oberen Teilbereiche des Portals nicht mehr ursprünglich seien. Bezogen auf den Verwitterungsgrad geht man während der Renovierung im 19. Jahrhundert von einer älteren Maßnahme im 18. Jahrhundert aus. Dies würde eine Maßnahme der Barockzeit bedeuten, für die es bislang keine schriftlichen Belege gibt. Ergänzend wird auf eine unsachgemäße Ausführung der älteren Maßnahme hingewiesen, die überarbeitet werden müsse. Zusätzlich seien im Inneren der Vorhalle aus statischen Gründen Teile des Gewölbes zu ertüchtigen. Die baulichen Mängel wurden offenbar beseitigt und der geplante Arbeitsumfang erweitert, was dazu führte, dass man den ursprünglich veranschlagten Betrag um 757 fl und 44 kr überschritt.¹⁹⁷

Im Bericht über die Vereinstätigkeit aus dem Jahr 1893 liest man von einer nicht vollendeten Restaurierung im Inneren, da die wärmere Jahreszeit für die Außenarbeiten genutzt wurde. Die Arbeiten am Figureschmuck des Singertors waren bereits vollständig abgeschlossen und auch die Skulpturen für die bis dahin leeren Figurennischen waren von Franz Erler ausgeführt worden.¹⁹⁸ In der Folgezeit sind für 1896 die Erneuerung des Pfeilersockels und des Hauptgesimses und das Anbringen eines neuen Daches mit Dachrinnen überliefert.¹⁹⁹ Da während der umfassenden Restaurierung der Außenbereiche zahlreiche Steine ausgetauscht und ergänzt wurden, entschied man sich dafür, die erhaltenen Bereiche zugunsten eines einheitlichen Erscheinungsbilds zu überarbeiten. Ausgeschlossen wurden hierbei nur einige Statuen und Wasserspeier.²⁰⁰ Was das Überarbeiten in diesem Zusammenhang bedeutet, bleibt offen. Eine steinmetzmäßige Überarbeitung erscheint möglich. Den Berichten des Dombauvereins zufolge sind die Maßnahmen an der Vorhalle des Singertors im Jahr 1896 abgeschlossen. Weitergehende Erkenntnisse sprechen für eine als mangelhaft empfundene Bauausführung an den Außenpfeilern, in deren Folge der östliche Pfeiler der Vorhalle statisch ertüchtigt werden musste. Dieser war nach außen geneigt wodurch eine Gefährdung für das Gewölbe bestand. Zusätzlich mussten im Zuge der Maßnahme 1896 der schadhafte Türsturz des mittleren Eingangs und einige Pfeiler- und Sockelquader ausgetauscht werden.

Fasst man die Quellenangaben und die Befunde am Objekt zusammen, sollte das Singertor samt Vorhalle Spuren von zumindest zwei Restaurierungsphasen aufweisen, die einerseits ins 17./18. Jahrhundert und andererseits in die Zeit um 1896 datieren. Die letztgenannte Maßnahme kommt einer bildhauerischen und steinmetzmäßigen Komplettrenovierung unter weitgehender Wahrung des

¹⁹⁷ DVB II, S. 125/134.

¹⁹⁸ DVB II, S. 119.

¹⁹⁹ DVB II, S. 137/145/158.

²⁰⁰ DVB II, S. 134/145/149/158/159. Umfangreichere Steinaustauscharbeiten sind auch der petrographischen Untersuchung zu entnehmen, vgl. Kartierung, Petrographische Untersuchung DBH.

mittelalterlichen Bestands gleich. Der signifikante Unterschied zum Bischofstor könnte in einer anderen Farbkonzeption des Portals zu suchen sein.

Das Bischofstor zum Zweiten

Im selben Jahr – 1896 – begann man mit Erneuerungsarbeiten an der Vorhalle des Bischofstors, die 1897 abgeschlossen war. Der Anbau soll *in weit besserem Zustand* gewesen sein als der im Süden.²⁰¹ Für das Singertor überschritt man nämlich aufgrund des höheren Handlungsbedarfs das geplante Budget von 6500 fl deutlich um 1258 fl und 89 kr, während die Renovierung am Bischofstor mit 4715 fl und 44 kr weit günstiger als erwartet ausfiel.²⁰²

Ausgeführt wurden im Innenraum Arbeiten am Gewölbe. Im Außenbereich wurden Wimperge, die Dachgalerie sowie das Hauptgesims und der Pfeilersockel ausgetauscht. Für 1897 war noch geplant, Figuren und Ornamente im Inneren zu ergänzen und das Bodenpflaster zu erneuern. Eine einheitliche Überarbeitung des Äußeren der Vorhalle des Bischofstors war nicht vorgesehen. Probleme, die beim Arbeiten auftauchten und die Kosten²⁰³ für die Sanierung in die Höhe trieben, betrafen den Pfeiler am Anschluss zum Langhauspfeiler, der schadhaft war und bis zum Kämpfer ausgetauscht werden musste. Auch der Langhauspfeiler selbst war in Mitleidenschaft gezogen worden und musste repariert werden. Für die Maßnahmen wurde auch die Vermauerung des dort anschließenden Eingangs geöffnet.²⁰⁴

Bauliche Probleme an den Langhauspfeilern im Anschluss an die Vorhallen traten somit an der Nordseite und der Südseite des Kirchenbaus auf, was auf ein grundlegendes konzeptionelles und konstruktives Problem der beiden Vorhallen schließen lässt. Sie wurden auf beiden Seiten im Zuge der Renovierungsarbeiten gelöst.

Das 20. Jahrhundert

Für das Jahr 1902 gibt es weitere Berichte über Maßnahmen an den Vorhallen. Erwähnt werden Restaurierungen an den Figuren, womit die Skulpturen an der Außenseite der Vorhalle des Singertors gemeint waren, und hier insbesondere die Steinigung des Stephanus und die Figur des Paulus, die durch Bildhauer Franz Erler ergänzt wurden.²⁰⁵

²⁰¹ Tietze 1931, S. 80-81.

²⁰² DVB II, S. 134/145/148/158/159.

²⁰³ Von 2500 fl für 1897 auf 4372 fl 71 kr, siehe: DVB II, S. 177.

²⁰⁴ DVB II, S. 149/159/160/165/176-180.

²⁰⁵ Tietze 1931, S. 83.

In den Jahren danach ist für 1927 die Erneuerung des, bis dahin eventuell noch originalen, Kupferdachs der Vorhalle am Bischofstor überliefert.²⁰⁶ 1934 werden Bauschäden am Bischofstor festgestellt und eine Restaurierung „wie beim bereits restaurierten Singertore“²⁰⁷ empfohlen, womit wohl eine handwerkliche Ausführung in Werkstein und das Arbeiten mit Passstücken gemeint war.²⁰⁸ 1940 spricht man davon, dass der Zustand des Singertors eine Restaurierung erforderlich machen würde, für die man sogar 10.000 RM veranschlagte.²⁰⁹ Welche Arbeiten ausgeführt wurden und ob man überhaupt tätig wurde, ist nicht bekannt.

Während des Zweiten Weltkriegs ergreift man erstmals 1941 konstruktive Maßnahmen zur Verhinderung von Kriegsfolgeschäden am Dom. Insbesondere die Sorge um das Riesentor ist groß, dort begann man bereits im Dezember 1942 mit einer *Ziegelummauerung*. Ebenso sollten die Fürstenportale vor Bombenangriffen geschützt werden.²¹⁰ Vorgesehen war zunächst allerdings nur eine provisorische Verschalung mit Brettern und Sandsäcken, die bis zum Kriegsende 1945 Anlass für Diskussionen gab, ob man sie nicht besser durch eine stabile Ummauerung aus Ziegel ersetzen sollte.²¹¹ Glücklicherweise überstanden die beiden Fürstentore die Teilzerstörung des Doms sowie den Brand des Dachtragwerks weitgehend unbeschadet.

Die Fürstenportale heute - Befunde und Analysen

Auf Grundlage der Berichte aus der vorhandenen Literatur und den Schriftquellen werden im Folgenden die bekannten Veränderungsmaßnahmen mit dem Bestand abgeglichen. Im Oktober 2015 wurden im Zuge der Projekt-Kampagne makroskopische Beobachtungen zur Restaurierungsgeschichte angestellt, hochauflösende 3D-Scans angefertigt und exemplarisch Mörtel- und Kittmassen minimalinvasiv für die zerstörungsarme Laboranalyse entnommen.

Methodisch kamen vor Ort übliche optische Untersuchungstechniken zum Einsatz. Erwähnenswert ist die Verwendung einer UV-Handlampe²¹², mit deren Hilfe Passstücke aus Werkstein (Vierungen) und das benutzte Klebematerial anhand ihrer abweichenden UV-Reaktivität vom Originalbestand unterschieden werden konnten (Abb. 6). Der Kleber ist dabei eindeutig den Steinvierungen

²⁰⁶ Archiv des BDA, Wien, Karton 5a, Wien 1, Sakral 1a, Stephansdom II, 1927-1945, 1927_Z.1715: „Dessen ursprüngliche Spuren und Scaalung infolge Mangel an Luftzuführung in den 400 Jahren des Bestehens erstickt und gänzlich verfault war und durch neues Material ersetzt werden musste.“ Mit den Arbeiten waren 2 Steinmetze 2 Tage beschäftigt.

²⁰⁷ Archiv des BDA, Wien, Karton 5a, Wien 1, Sakral 1a, Stephansdom II, 1927-1945, 1934_Z.542.

²⁰⁸ Archiv des BDA, Wien, Karton 5a, Wien 1, Sakral 1a, Stephansdom II, 1927-1945, 1934_Z.542.

²⁰⁹ Archiv des BDA, Wien, Karton 5a, Wien 1, Sakral 1a, Stephansdom II, 1927-1945, 1940_Z.2580/Z.3019

²¹⁰ Archiv des BDA, Wien, Karton 5a, Wien 1, Sakral 1a, Stephansdom II, 1927-1945, 1941_Z.1015, 1942_ZI.1356/K/41, 1942_ZI.41/Res/42, 1942_ZI.41/17/Res. 42.

²¹¹ Archiv des BDA, Wien, Karton 5a, Wien 1, Sakral 1a, Stephansdom II, 1927-1945, 1944_Z24/Res/44, 1944_ZI.VA-H2-11.251/1944, 1944_ZI.24/Res/44/St. Stefan.

²¹² UV-Handlampe, Typ UV-250W, Deffner und Johann.

zuzuordnen. Anhand der anschließenden Laboranalysen konnten zum einen die verwendeten Materialien identifiziert, zum anderen Rückschlüsse zu den Restaurierungsphasen gezogen werden.

Ausgewählte Teilbereiche der Fürstentore wurden mittels Structured-Light-Scanning (SLS) dreidimensional erfasst. Verwendet wurde hierbei ein transportabler Artec MHT,²¹³ ein handgeführter Scanner, der aufgrund einer 3D-Punktauflösung von bis zu 0,5 mm und seiner flexiblen Handhabung besonders aussagekräftige Resultate liefert. Die resultierenden Modelle²¹⁴ stellen hochauflösend die Topographie der Oberfläche ohne Farbinformation dar. Die Texturierung liefert in diesem Fall keinen nennenswerten Mehrwert. Aufgenommen wurden geometrische Details und Bearbeitungsspuren. Neben einer verzerrungsfreien und hochaufgelösten Dokumentation des figuralen oder architektonischen Bestands kann die Oberflächentopographie für Ähnlichkeitsanalysen herangezogen werden. Eine wichtige Frage war die nach dem Vergleich zentraler Bildausschnitte hinsichtlich ihrer Proportion und Geometrie. Dies betraf gerade die figuralen Teile der Portale, und hier an erster Stelle die beiden Tympanonfelder (Abb. 7). Die Dimensionen der oberen Tympanonplatten lassen darauf schließen, dass ein gemeinsamer Entwurf bezüglich der Dimensionierung der Portale zugrunde liegt.²¹⁵ Die figurale Ausgestaltung hingegen unterscheidet sich grundlegend: Während das Bischofstor in beiden Registern lediglich eine Szene mit Begleitpersonal zeigt – im oberen Teil die rahmenden Engel –, sind die beiden Register des Singertortympanons jeweils mit mehreren Szenen bestückt und wirken insgesamt deutlich lebendiger.

²¹³ Datenaufnahme Ruth Tenschert, Magdalena Tebel, Anne Regenfus 2015.

²¹⁴ Dreidimensionale Modelle als Dreiecksnetz (Format .stl) auf Grundlage der aufgenommenen Punktwolken.

²¹⁵ Zu den Abweichungen in den Dimensionen vgl. den Beitrag von Katharina Arnold in diesem Band (Anm. gemeint ist: Schedl / Zehetner 2022).



Abb.7. Maßhaltiger geometrischer Vergleich der oberen Register der Tympana von Singertor (links) und Bischofstor (rechts) durch Aufnahme der Oberflächentopografie, 3D-Modell auf Grundlage von Structured-Light-Scanning (Tenschert/Pallas 2017).

Das Ziel der Laboruntersuchung der entnommenen Mikroproben war die Bestimmung der noch nachweisbaren Veränderungs- und Restaurierungsmaßnahmen und die Identifikation der verwendeten Materialien. Nach der fotografischen Dokumentation der Probenahmestellen wurde das Probenmaterial systematisch analysiert, beginnend mit der lichtmikroskopischen Charakterisierung²¹⁶ der entnommenen Partikel. Von ausgewählten Schichtpaketen wurden anschließend einerseits Querschliffe²¹⁷ angefertigt andererseits submillimetergroße Einzelpartikel mittels Infrarot-Spektroskopie²¹⁸ hinsichtlich der Bindemittel, Pigmente, Füllstoffe und Korrosionsprodukte untersucht.²¹⁹ Nach Festlegung der Schichtenabfolge erfolgte mit einem Rasterelektronenmikroskop mit EDS die Bestimmung der Alterungshorizonte und der Verteilung der Elemente.²²⁰ Von zwei Proben wurden Dünnschliffe zur Klärung der Farbanstriche angefertigt.²²¹

²¹⁶ Verwendet wurde ein VHX 5000 digital microscope, Keyence.

²¹⁷ Einbettung in Epoxidharz: 2K EP System, Araldite 2020.

²¹⁸ Verwendet wurde ein FT-IR-Microscope Spotlight 400, PerkinElmer.

²¹⁹ IR-Analysen: Dipl. Geol. Martina Pristl und Prof. Dr. Rainer Drewello, KDWT Bamberg.

²²⁰ Rasterelektronenmikroskopie mit energiedispersiver Spektralanalyse; REM-EDS. Benutzt wurde ein REM XL40 der Fa. Philips, EDS-Einheit: XFlash Detector 5010 Fa. Bruker Quantaxsystem.

²²¹ Dünnschliffpräparation: Zinkernagel Consulting, Bochum.

Der Spezialfrage nach der bauzeitlichen Farbigkeit der Fürstentore und dem Auftrag eventueller Überfassungen ist das Bundesdenkmalamt nachgegangen. Zur ursprünglichen Fassung des Singertors haben Koller und Nimmrichter 2001 festgestellt, dass nur wenige Reste einer zurückgenommenen Polychromie nachweisbar sind, sich aber bei Weitem kein so vollständiges Bild mehrerer aufeinanderfolgender Fassungen wie am Riesentor ergibt. Die Erkenntnisse waren das Ergebnis einer grundlegenden Bestandsuntersuchung des Singertors, bei der die Oberfläche zudem abgesaugt und sensibel nachgereinigt wurde.²²² Neue Erkenntnisse zur Frage der ursprünglichen Fassung und Polychromie am Bischofstor und der Einordnung der Ergebnisse in den Gesamtkontext des Domes sind dem Bericht von Johann Nimmrichter zu entnehmen.²²³

Untersuchungsergebnisse vom Bischofstor

Am Bischofstor sind kaum Farbschichten, aber eine Reihe unterschiedlicher Mörtel sowie Klebe- und Reparaturmassen nachzuweisen. Letztere lassen sich grob in drei Gruppen unterteilen:

Die erste Gruppe von Proben stammt von Figuren, die vermutlich zu keiner Zeit ausgebaut waren – beispielsweise die Helmträger der Fürstenfiguren im Gewände – und wohl mit Mörteln aus der Zeit des Versetzens verfugt sind. Eine zweite Gruppe lässt sich aus Materialproben bilden, die in Zusammenhang mit Ergänzungs- oder Reparaturarbeiten stehen und von Passstücken und Klebungen entnommen wurden, die man in erster Ordnung ins 19. Jahrhundert datieren könnte. In der dritten Gruppe sind Ausbesserungen neueren Datums zusammengefasst (Fußspitze Rudolf des Stifters, etc.). Für die hier behandelten Fragen sind nur die beiden ersten Gruppen von Belang.

Die Materialproben der ersten Gruppe weisen makroskopisch und hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung große Ähnlichkeiten auf. Es handelt sich um bindemittelreiche Kalkmörtel auf der Basis von Dolomitmalk mit hydraulischen Eigenschaften. Vor Ort war keine Schmutzschicht unterhalb der Mörtel zu erkennen, die zwischen den Figuren und der rahmenden Architektur eingebracht sind.²²⁴ Die Massen enthalten splittrigen Kalk, Dolomit,²²⁵ Silikatsand und Ziegelstückchen. Größere Ziegelabschläge wurden als Abstandshalter beim Einsetzen der Figuren verwendet und sind in die Fugmasse eingebunden. Der bindemittelreiche Kalkmörtel ist witterungsstabil und mikrobiell uninteressant. Ein Gipsgradient von der Oberfläche bis in 0,5 mm Tiefe spricht für einen merklichen Alterungsprozess. Fasst man die Befunde zusammen, sollte es sich um Versetz- und Fugmassen aus der Versetzungszeit handeln (Abb. 8).

²²² Koller / Nimmrichter 2004, S. 290ff.

²²³ Vgl. den Beitrag von Johann Nimmrichter in diesem Band (Anm. gemeint ist: Schedl / Zehetner 2022).

²²⁴ In der Projektwoche untersuchte Hans Nimmrichter, Bundesdenkmalamt (BDA) das Bischofstor hinsichtlich der historischen Polychromie. Für die fruchtbaren Diskussionen und gemeinsam erarbeiteten Erkenntnisse sei ihm an dieser Stelle herzlich gedankt.

²²⁵ Kalk, Calciumcarbonat: CaCO_3 ; Dolomit, Calcium-Magnesiumcarbonat: $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.

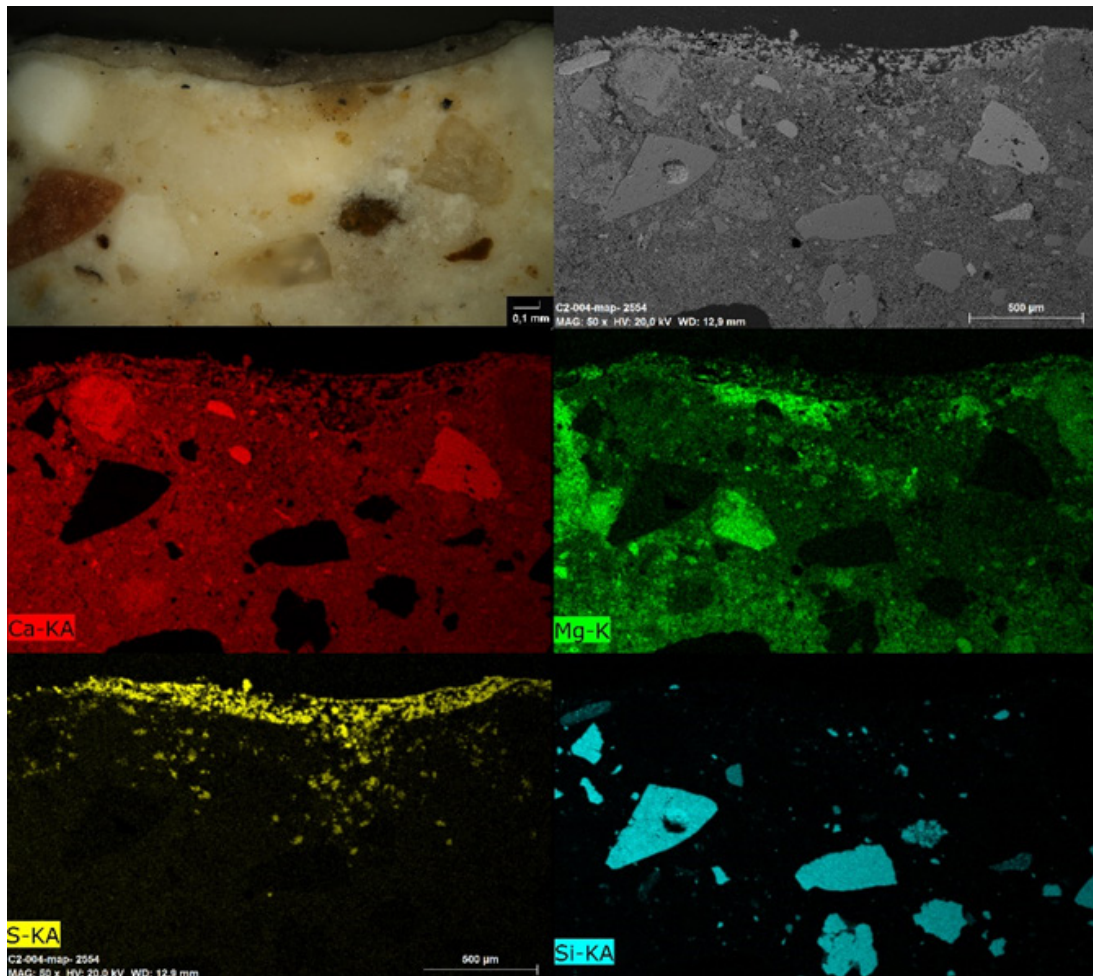


Abb. 8. Querschliff, Bischofstor (Probe B6). Weißer Mörtel mit Farbschicht. Dolomitmalk mit sulfatisierter Oberfläche und gipshaltigem Anstrich. REM-EDS-Elementverteilung (Tenschert 2016).

Auf der Oberfläche und in Hohlstellen unterhalb des Mörtels liegt teilweise eine abgedunkelte graubraune (?) Farbschicht. Sie wurde auf eine UV-aktive Grundierung aufgetragen, die als Lösung Risse und Hohlstellen füllte und mikrobiell stark kontaminiert ist. An exponierten Stellen dominiert die Gipsbildung (Oberfläche), in geschützten Bereichen, etwa in Hohlstellen zwischen Stein und Mörtel, die Oxalatumwandlung. Als Bindemittel ist Kalkkasein sehr wahrscheinlich, dem man eine geringe Menge an Bleiseifen hinzufügte. Die Tränkungslösung ist mit gelbbraunen Ockerphasen, einer Umbra-Sorte²²⁶ und fein geriebener Holzkohle versetzt. Der einlagige Anstrich ist eine vergipste, schwach pigmentierte Kalk-Protein-Fassung, vermutlich ebenfalls Kalkkaseintechnik, mit einem vergleichbaren Pigmentspektrum. Aufgrund der Vergipsung der Versetzmörtel, dem Schmutzbelag unterhalb der Farbschicht und der Anstrichtechnik ist bei der Tränkung von einer Maßnahme des 19. Jahrhunderts auszugehen.

²²⁶ Umbra: anorganisches Pigment aus Brauneisenstein mit Tonanteil.

Bei der zweiten Materialgruppe fallen auf den ersten Blick das hellbraune Erscheinungsbild und eine, im Vergleich mit der ersten Gruppe, erhöhte UV-Aktivität auf. Weitere Unterschiede betreffen das Schwindrissmuster und Grobporen in der Bindemittelmatrix. Das Bindemittel selbst ist ein dolomitischer Kalk, der Zuschlag setzt sich aus Kalk-, Dolomit- und Gipsbröckchen mit Korngrößen bis 0,4 mm zusammen (Abb. 9). Quarzsand ist nur in geringem Umfang und feinkörnigen Fraktionen enthalten.

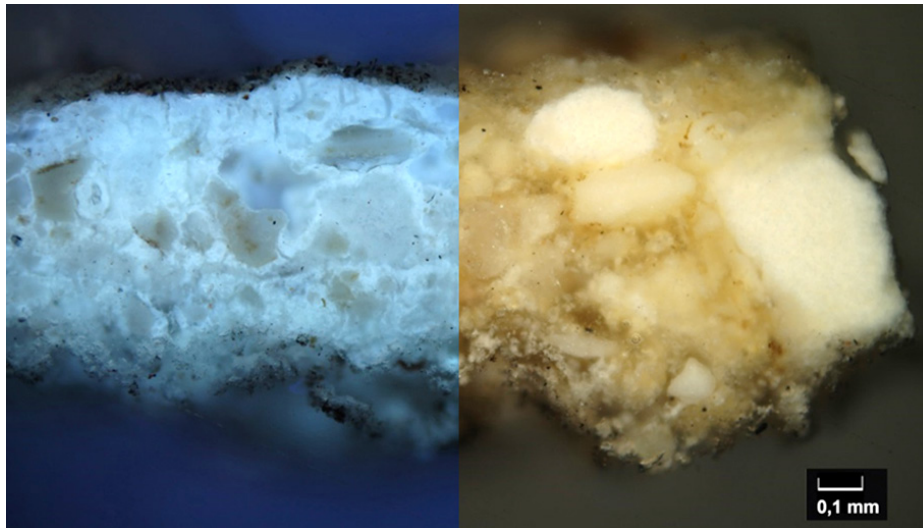


Abb. 9. Mikroskopische Aufnahme einer Probe vom Bischofstor (Probe B4) mit einer pigmentierten Lasur auf der Oberfläche, Lichtmikroskopie am Querschliff; links: LM/UV; rechts: LM/POL (Tenschert 2016).

Die Oberflächen der Proben wirken, wie bei denen der ersten Gruppe, abgedunkelt, was ebenfalls auf eine Behandlung mit einer pigmentierten und bleiweißhaltigen Kalkkaseinlösung zurückgeht. Die Lösung ist in Schwindrisse des Trägermaterials eingedrungen und dahinter gelaufen. Das Pigmentspektrum entspricht dem zuvor beschriebenen, nur ist zusätzlich Bariumsulfat zugegeben – eine Ausmischung, die für Farbaufräge des 19. Jahrhunderts typisch wäre. Im Gegensatz zu definierten Malschichten, die auf den Proben dieser Gruppe nicht vorkommen, ist der abgedunkelte Auftrag allerdings eher als eine Lasur zur Angleichung von Farbunterschieden anzusprechen.

Definierte Mal- oder Anstrichschichten sind nur in geringen Überresten und Fragmenten anzutreffen. Hinweise liefern Fragmente einer bis zu 0,5 mm dicken Kalkfassung auf der rahmenden Architektur des Bischofstors (Abb. 10). Nachweisbar ist eine proteinhaltige Kalkfarbe, die als ein liches Gelbocker auf einem weißen Voranstrich beschrieben werden kann. Ob es sich dabei um den „fingerdicken“ Farbaufrag gehandelt hat, den man 1856/57 abreinigte, sei dahingestellt. Fakt ist, dass die Farbschicht Risse und Alterungsspuren aufweist und mit einer vorgrundierten, einlagig aufgetragenen Kalkkaseinfarbe überstrichen ist. Letztere entspricht sowohl der Farbschicht auf den entstehungs-

zeitlichen Fugmassen als auch den allgegenwärtigen Farbresten auf der übrigen architektonischen Rahmung. Sie könnte somit von einem das gesamte Portal umfassenden Farbkonzept stammen. Grundsätzlich lassen sich Überreste eigentlicher Fassung aber ausschließlich nur auf originalen Teilen finden, nicht auf ausgetauschten Steinen oder Ergänzungen (Abb. 9).

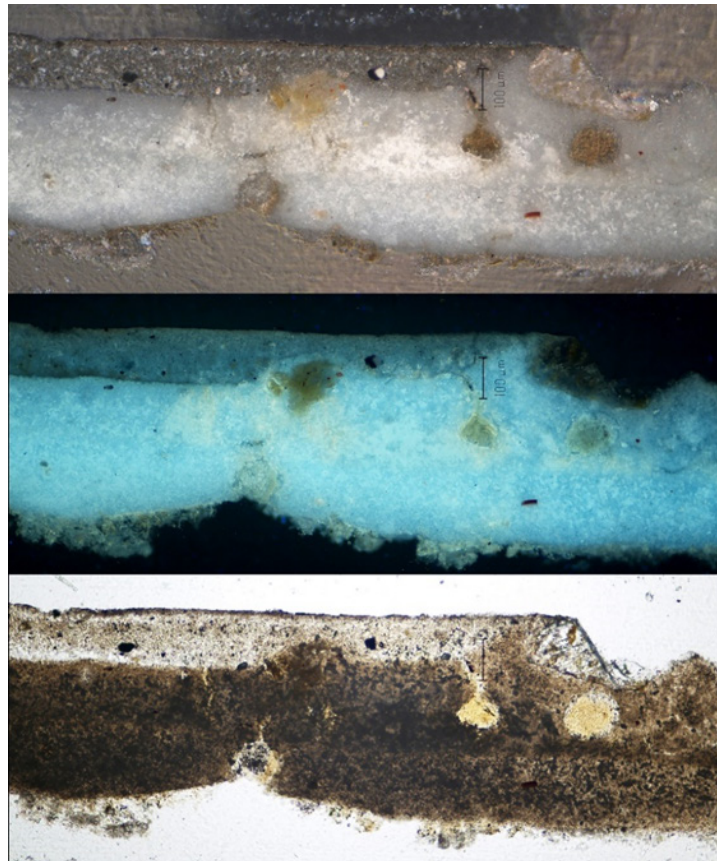


Abb. 10. Dünnschliff von Farbfragmenten auf der portalrahmenden Architektur des Bischofstors. Zersetzte Altfassung, darauf gealterter zweilagiger Kalkanstrich, darüber Tränkung mit Rissfüllung und Kalkkaseinanzstrich. Oben: LM/Auflicht, Mitte: LM/UV, Unten: LM/Durchlicht (Tenschert 2017).

Die Art und Weise des Auftrags von Klebemitteln und Neuverfugungen am Bischofstor ist nicht anders als grob und ungelenk zu bezeichnen; die Massen wurden unsauber appliziert und nicht korrigierend überarbeitet. Hinsichtlich der Ausführungsqualität passen sie zu der rabiaten mechanischen Abarbeitung, die überdeutliche Spuren in der Gesteinsoberfläche hinterlassen hat. Profilkanten, Ornamente und figurale Formen wirken verwaschen, Details schwammig aufgelöst (Abb. 7). Überhaupt wirkt die Portaloberfläche grau bis schwarzbraun, fleckig verschmutzt und übermäßig stark gealtert.

Aus den Analyseergebnissen lässt sich für das Bischofstor nur eine größere, aber massive Maßnahme ableiten, zu welcher Ausbesserungen in Werkstein und das Einfügen einiger Passstücke gehört. Eine etwas später ausgeführte retuschierende Oberflächenbehandlung, verbunden mit einem Teilanstrich

in Kalkkaseintechnik, scheint ebenfalls das gesamte Portal umfasst zu haben. Die Lasur sollte den ungleichmäßig gereinigten und teilrenovierten Werksteinbestand wohl farblich angleichen. Als Datierungsvorschlag für die beiden Zeitstellungen sind die aus der Literatur bekannten Maßnahmen des 19. Jahrhunderts zu postulieren (1856/57, 1896/97). Für das 19. Jahrhundert spricht zudem die Verwendung von St. Margarethener Kalksandstein für Vierungen und Austauschstücke. Das Material war in jener Zeit am gesamten Dom in Gebrauch.²²⁷ Üblich war im Übrigen auch eine Nachbehandlung geschlagener Werkstücke mit heißem Leinöl, was für die Fertigstellung der Langhausgiebel 1854 aktenkundig ist.²²⁸

Der Wechsel in den Gesteinen (violette UV-Reaktivität des Austauschmaterials), Leinöltränkungen (Löschung der UV-Aktivität) und leimhaltige Klebmassen auf Basis von Dolomitmalk (hohe UV-Reaktivität) vermögen die Unterschiede in den UV-Aktivitäten am Bischofs- und Singertor zu erklären. Schwierig ist es, substantielle Hinweise auf den Zustand des Bischofstors vor der Maßnahme der 1850er Jahre zu finden. Einzig eine dick aufgetragene Kalkfassung ist für die Portalrahmung zu belegen. Sie wurde auf eine komplett zersetzte Altfassung aufgetragen und war vermutlich eine lichte Gelbockerfassung der Barockzeit.

Untersuchungsergebnisse vom Singertor

Geht man von den Auswirkungen der Renovierungsmaßnahmen am Bischofstor aus, trifft man beim Singertor auf ein gänzlich anderes Erscheinungsbild. Der erste Eindruck ist der von einer klaren und bis ins kleinste Detail ausgearbeiteten Portalarchitektur mit einem hochwertigen Figurenprogramm und einem unglaublich qualitätsvollen Tympanon. Die Ergänzungen und Überarbeitungen springen dem Betrachter nicht sofort ins Auge. Erst bei genauerer Untersuchung fällt die, im Vergleich zum Bischofstor, „saubere“, scharfkantige und fein geglättete Oberfläche auf (Abb. 11). Weitaus umfangreicher ist die Anzahl an steinmetzmäßigen Passstücken und plastischen Ergänzungsmassen. Ein weiterer Unterschied betrifft die präzise und detailreiche Renovierung, die sich grundlegend von der rustikalen Herangehensweise am nördlichen Portal abhebt. Klebefugen sind extrem dünn ausgeführt und überflüssige Klebmasse wurde nicht stehen gelassen, sondern akkurat abgenommen. Die gesamte Maßnahme grenzt ans Perfektionistische (Abb. 6a und b, Abb. 11).

²²⁷ Kieslinger 1949, S. 53 u. S. 241. Für das Singertor korrigierten Koller und Nimmrichter die Aussage Kieslingers, dass St. Margarethener verwendet worden sei. Sie bestimmten das Steinmaterial als Leithakalk (Auerstein). Koller / Nimmrichter 2004, S. 290-291.

²²⁸ Kleindienst 1882-1886, S. 51-52. Berichtet wird von einem Versetzen der Werkstücke mit einer Mischung aus Portlandzement und Sand und einer dreimaligen Tränkung mit heißem Leinöl um die Widerstandsfähigkeit des empfindlichen Gesteins gegen Verwitterungseinflüsse zu erhöhen. Die Praxis des Versetzens mit Portlandzement hat sich nicht bewährt, bereits Ende des 19. Jahrhunderts mussten die Giebel erneut saniert werden, vgl. Kleindienst 1882-1886, Fußnote S. 52.



Abb. 11. Ausschnitte der Tympana vom Bischofstor (oben) und dem Singertor (unten), UV-Licht (Tenschert 2015).

Grundsätzlich fallen am südlichen Portal zwei Arten von Ergänzungen auf, die sich bei UV-Anregung gut separieren lassen: Einerseits Passstücke unterschiedlichster Größe mit dünnen Klebefugen; andererseits plastische Antragsmassen (Abb. 12). Die steinmetzmäßigen Vierungen aus St. Margarethener Material sind quantitativ in der Überzahl und über das gesamte Portal verteilt.

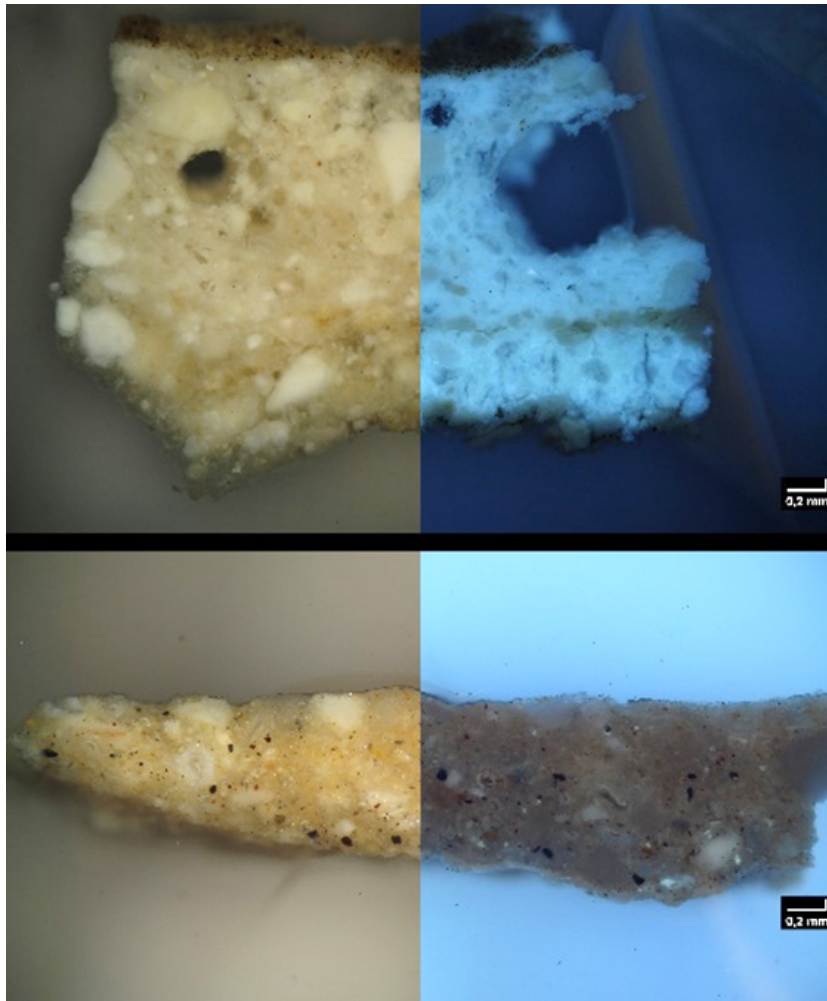


Abb. 12. Lichtmikroskopischer Vergleich von Querschliffen der unterschiedlichen Kittmassen am Singertor, links: LM/POL; rechts: LM/UV (Tenschert 2016).

Der für die Verklebung benutzte Kitt ist stark UV-reaktiv und eine Mixtur aus Dolomitmalk mit organischen Bindemitteln, deren Hauptbestandteil ein Protein ist (Leim); ein klebender Sonderzusatz ist wahrscheinlich (Gummiharz). Die Masse ähnelt in ihrer Zusammensetzung den Klebmassen am Bischofstor und sollte ins 19. Jahrhundert datieren.

Analog zum Bischofstor ist auch am Singertor eine retuschierende Behandlung mit einer UV-reaktiven Kalkkaseinlasur nachzuweisen. Dem Bindemittel ist verseiftes Bleiweiß mit Resten von Bleikarbonat zugemischt; die Pigmentierung besteht aus Eisenoxiden mit fein geriebener Holzkohle.

Aus den Laboruntersuchungen geht außerdem der Unterschied zwischen den UV-inaktiven plastischen Modelliermassen und den UV-aktiven Klebern der Steinverierungen hervor: Die Antragsmasse besteht aus Gips mit Proteinzusatz und Zugabe von Dolomitmalk; zur farblichen Eintönung wurden Holzkohle und Eisenocker zugemischt. Die abweichende Zusammensetzung und die gänzlich andere Struktur können Indizien für eine andere Zeitstellung sein. Befunde zur Festlegung der relativen

Stratigraphie waren im Projektzeitraum jedoch nicht zu finden. Insofern kann die Modelliermasse auch ein Bestandteil der handwerklichen Renovierung von 1893-96 sein, denn nicht jedes schadhafte Detail war mit einer Vierung zu füllen.

Hinweise auf besondere Farbgebungen oder Anstriche sind selten. Was man jedoch auf nicht renovierten Krabben des äußeren Kielbogens und den Gewölberippen findet, sind zwei Gelbockerfassungen. Die ältere von beiden liegt auf einer Kalkgrundierung, die von einer Schlämme aus Dolomitkalk mit Protein (Leimzusatz) überzogen ist. Der Zuschlag setzt sich aus Kalk- und Dolomitbröckchen, feinkörnigem Quarzsand und Gipskreide zusammen. Dann folgt eine farbintensive Gelbockerfassung in Kalktechnik mit Gipskreide und Protein. Das benutzte Gelbbraunpigment ist Eisenocker. Beide Schichten sind gealtert (Calciumoxalatbildung). Ein dünner Schmutzhorizont trennt die erste von der zweiten Weiß-Gelbockerfassung. Auch an dieser Stelle des Portals folgt nun eine intensive Tränkung mit einer pigmentierten, UV-aktiven Kalk-Proteinlösung. Sie füllt Risse, Hohlräume und Hohlstellen der Gelbockerfassung und der Schlämme darunter und bildete einen idealen Nährboden für die Besiedelung durch fadenförmig wachsende Pilze (Abb. 13 und 14). Es folgt ein Anstrich in Kalktechnik mit Gipskreidezusatz, der optisch kaum von der Vorgängerfassung zu unterscheiden ist. Seine Kennzeichen sind grobe Eisenockeragglomerate und eine dünne Gipskruste.

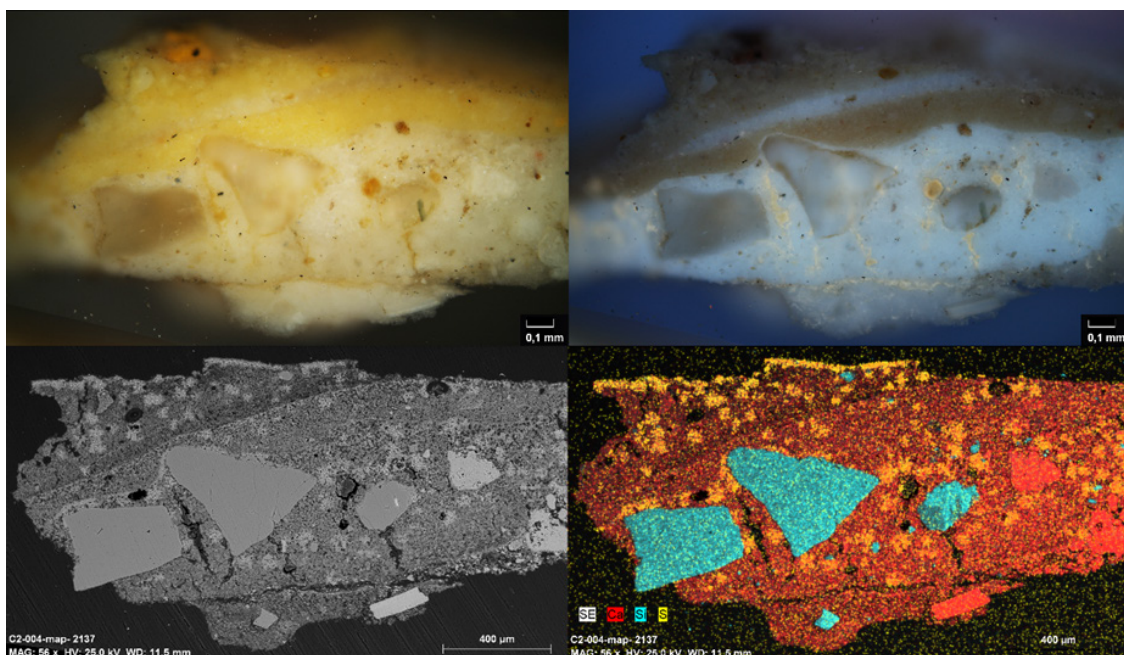


Abb. 13. Querschliff einer Probe vom Singertor (Probe S1) oben: L/POL – UV, REM BSE– REM-Elementverteilung (Ca-Si-S) (Tenschert 2017).

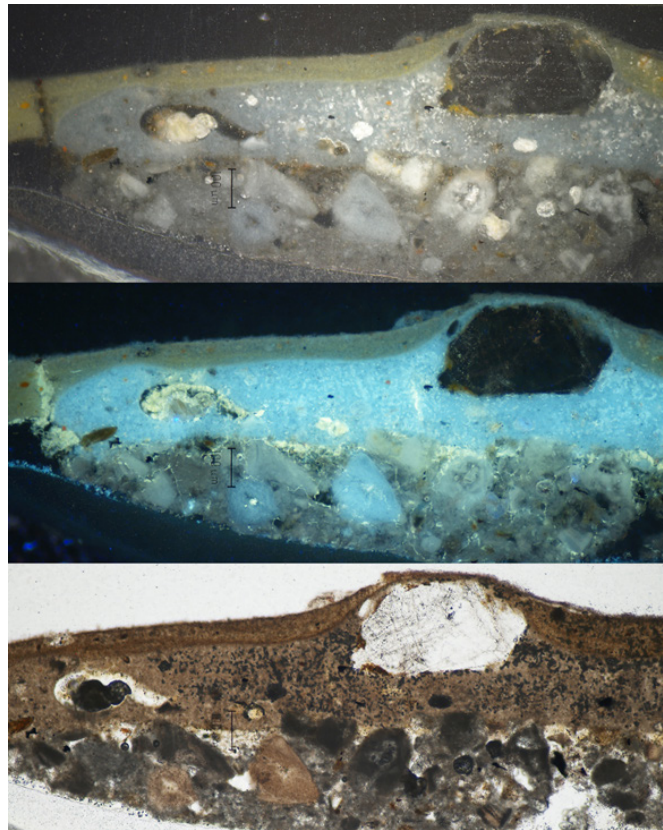


Abb. 14. Singertor, Dünnschliff von Farbfragmenten auf einer der äußeren Krabben. Kalkanstrich mit Gelbockerfassung, Behandlung mit einer UV-aktiven pigmentierten Kalkkaseinlösung. Oben: LM/Auflicht, Mitte: LM/UV, Unten: LM/Durchlicht (Tenschert 2017).

Nimmt man die Kalkkaseingrundierung als Leitschicht für die Maßnahme von 1896, so ist die Gelbockerfassung darunter als eine ältere Vorgängerfassung einzustufen. Im Vergleich mit der Portalrahmung am Bischofstor kann es sich um Reste eines Anstrichs der Barockzeit handeln. Hinsichtlich der Zeitstellung des Auftrags der zweiten Gelbockerschicht scheint die Renovierung um 1900 die wahrscheinlichste Variante zu sein.

Es sind also für das Singertor ebenfalls wenige größere Restaurierungsphasen nachzuweisen. Diese Beobachtung entspricht weitgehend der schriftlichen Überlieferung.

Fazit

Wenn auch die Anzahl an Restaurierungsmaßnahmen und die dabei verwendeten Materialien für beide Portale recht ähnlich erscheinen, unterscheidet sich die Herangehensweise am Singertor entscheidend von der am Bischofstor. Wie bereits Comesina anmerkte,²²⁹ ist am Bischofstor rübig und sorglos gearbeitet worden. Illustrieren lässt sich die differierende Ausführung am Vergleich von ornamentalen Details und den figürlichen Darstellungen. Die ornamentalen Teilbereiche betreffend,

²²⁹ Tietze 1931, S. 70.

werden zwei Elemente exemplarisch beleuchtet: die Maßwerke in den Gewölben der Baldachinfriesen und die Übergänge von den Tympana zur rahmenden architektonischen Gliederung. Am Bischofstor sind die Nasen der Maßwerke ausgeschlagen, die Gewölbekappen verkratzt, die Linien der Architektur abgerundet. Für die Reinigung wurden wohl feste Bürsten und Kratzwerkzeuge aller Art verwendet. Eine Zuhilfenahme von Schmierseife oder anderen Reinigungsmitteln der Zeit ist nicht auszuschließen. An den Konsolen kam auch der Stockhammer zum Einsatz.

Am Singertor ist man weit umsichtiger gewesen. Die Enden der Maßwerke im Gewölbe des Baldachinfrieses sind erhalten, Gewölbekappen wurden sorgsam gereinigt und die Architektur präzise und handwerklich exakt überarbeitet. Bei der Betrachtung der Übergänge vom Tympanon zum anschließenden Birnstab fallen wiederum Unterschiede ins Auge.

Noch deutlicher werden die Auswirkungen bei der Darstellung der reinen Oberflächengeometrie. Während der Kampagne vor Ort wurde die Topografie von Teilbereichen der Tympana der Fürstentore verzerrungsfrei als dreidimensionales Datenmodell aufgenommen. Die Modelle illustrieren die rabiaten Eingriffe in die Oberfläche beim Bischofstor, die die Architektur- und Figurenlinien verunklärten und zeigen andererseits die Präzision der Überarbeitung am Singertor (Abb. 5 und 7).

Die bereits anhand der Maßwerkdetails dargestellte Art der Verluste an kleinen Details, vor allem der Krabben, entspricht der Praxis die von Dombaumeister Friedrich Schmidt als *„gewaltsame Reinigung der Kirche mittels einer aus zusammengebundenen Fuchsschwänzen gebildeten Klopfpeitsche diese Beschädigungen der feineren Details verursacht habe“*²³⁰ beschrieben wird. Auch wenn von den Baldachinen und Architekturgliedern des Langhauses berichtet wird, ist nachvollziehbar, was eine vergleichbare Behandlung für die filigranen Details der Fürstentore bedeutet haben mag. Die rigiden Abarbeitungsspuren am Bischofstor rühren sicherlich nicht nur von Fuchsschwänzen her, sondern sind dem zusätzlichen Einsatz von anderen mechanischen Werkzeugen geschuldet. Am Singertor werden vergleichbar massive Eingriffe wie am Bischofstor nicht offenkundig; sichtbare Überarbeitungsspuren sind auf ein Minimum und sehr wenige Stellen beschränkt. Lediglich am Baldachinfries sind wenige Schlagspuren eines Spitz Eisens zu erkennen. Die Oberflächen wurden vielmehr geschliffen und die figuralen Details vorsichtig und rücksichtsvoll überarbeitet, allein das spricht für eine geplante, überlegte und professionelle Herangehensweise. Besonders gut ist das bei den feinen Details der Gesichter und Gewänder der Figuren zu sehen (Abb. 7). Außerdem sind die Ergänzungen am Singertor bis ins Detail ausgearbeitet und zeugen von großer Sensibilität für den Bestand.

²³⁰ Tietze 1931, S. 75. Beschrieben wird die Praxis und ihre Auswirkungen bei: Schmidt 1882, S. 61.

Die sorgsam angebrachten Kleinst-Vierungen an architektonischen Details und Blattranken sprechen von einem anderen Verständnis für die vorgefundene Bauornamentik und figurale Details. Selbst an nicht einsichtigen Bereichen sind abgebrochene Werksteinpartien ergänzt worden.

Gemeinsam ist den Portalen, dass sie heute nur noch in geringem Maße originale Oberflächen aufweisen. Rückwitterungsphänomene durch jahrhundertelange freie Exposition sind nicht nachweisbar. Nach ihrer Errichtung haben die Vorhallen die Tore vor Bewitterung und den damit verbundenen negativen Einflüssen geschützt.

Die Restaurierungen der Fürstentore lassen sich nicht gänzlich losgelöst vom Zeitgeist und anderen Maßnahmen am Dom beurteilen. Ab der Mitte des 19. Jahrhunderts gab es vermehrt Bestrebungen den Stephansdom stilrein umzugestalten. Die Wertschätzung des Gotischen stieg. Dem Zeitgeschmack folgend, gab es Pläne zur Regotisierung des gesamten Doms, die neben Plänen zum Ausbau des Nordturms auch in einem Modell resultiert, das die Purifizierung illustriert. Gerade die Renovierung des Singertores lässt sich gut mit dem von Viollet-le-Duc herrührenden Perfektionismus und Vollendungsdrang zum Ende des 19. Jahrhunderts vereinbaren. In Frankreich wird der Zeitgeist im Großen umgesetzt, in Köln wird ihm mit der Vollendung des mittelalterlichen Doms ein Denkmal gesetzt.²³¹

Das Singertor mag ein Beispiel für die Umsetzung des Gedankens im Kleinen sein. Bei der sorgfältigen Umsetzung verwendete man ähnliche Materialien wie noch zur Mitte des Jahrhunderts, dennoch trieb man den Perfektionismus mit einer nahezu vollständigen Reinigung und dem Anbringen von fingernagelgroßen Steinvierungen selbst an den dem Betrachter verborgenen Stellen auf die Spitze.

Bei der Restaurierung der Bauskulptur und ornamentalen Ausstattung der beiden Portale ist man auf ganz unterschiedliche Weise vorgegangen. Konservatorische Kriterien nach heutiger Lesart spielten keine Rolle. Man schwankte zwischen einer rüchard gedachten Restaurierung und dem Wiederlesbarmachen verlorener Inhalte und einer Renovierung als der vermeintlichen Wiedergeburt gotischer Perfektion. Das Vorgehen zeugt von grundlegend auseinanderliegenden Restaurierungsphilosophien im Verlauf des 19. Jahrhunderts.

²³¹ Frodl 1988, S. 38-48, Kassal-Mikula 1997, S. 400-407.

3.2. Untersuchungen zur ursprünglichen Gestalt und der Abfolge und Materialität der Restaurierungsmaßnahmen, fragmentarische Erhaltung: Bamberger Gnadenpforte

Publikation: Varianten der Restaurierung, Beobachtungen zu Restaurierungsmaßnahmen an mittelalterlichen Portalen am Beispiel der Gnadenpforte des Bamberger Doms

Zitierweise des bereits veröffentlichten Aufsatzes: Tenschert, Ruth: Varianten der Restaurierung, Beobachtungen zu Restaurierungsmaßnahmen an mittelalterlichen Portalen am Beispiel der Gnadenpforte des Bamberger Doms, in: Das Kirchenportal im Mittelalter, hg. von Stephan Albrecht, Stefan Breitling und Rainer Drewello, Petersberg 2019, S. 250-261.

Zusammenfassende Vorbemerkungen:

Der Betrachtungszeitraum der Veränderungen des Portals in Bamberg bezieht sich auch auf den Zeitpunkt nach seiner Errichtung. Allerdings spielen hier Aspekte des Bauablaufs eine Rolle, beispielsweise wann der Fassmaler seine Arbeit aufnahm. Im Fokus des Interesses stand auch, wann die das Erscheinungsbild prägende Ockerfassung erfolgte.²³² Aufgrund der fragmentarischen Erhaltung der Fassungen war es erforderlich, die Quellen und Literaturberichte zu überprüfen und die bisher erfolgten naturwissenschaftlichen Untersuchungen von 1931 und 2011 zu ergänzen. Die Entstehungs- und Restaurierungsgeschichte konnte so weiter ausdifferenziert werden. Entscheidend war der Ausgangspunkt der Betrachtung sowie die Frage, warum die Gnadenpforte heute so aussieht wie sie aussieht, welche Veränderungsmaßnahmen dazu führten und wann das augenfällig dominierende Ocker hinzukam. Dazu war es nötig, stratigrafisch vorzugehen und die Ursachen bzw. Veränderungsphasen zu suchen.

Die auffälligen „schwarzen Flecken“ können als Reste zweier mittelalterlicher Fassungen angesprochen werden, die nach dem Versatz erfolgten und mit wenig zeitlichem Abstand aufgebracht wurden. Die erste war wohl recht zurückhaltend in der Farbigkeit und ist kurz nach der Aufrichtung des Portals aufgebracht worden. Die Zweite wurde deutlich prachtvoller und mit teureren Pigmenten und Blattgold ausgeführt, möglicherweise zur Domweihe 1237. Als Ausführungszeitpunkt für das dominierende Ocker können zwei Maßnahmen im 17. Jahrhundert verantwortlich zeichnen, die das Äußere des Doms möglicherweise optisch homogenisieren sollten. Weitere kleinere Maßnahmen erfolgten im 19. und frühen 20. Jahrhundert. Noch heute besonders ablesbar ist auch der Steinaustausch der Säulen der rechten Portallaibung in den 1960er Jahren. Möglich war die Rekonstruktion der Veränderungsgeschichte nur durch die methodische Kombination verschiedener Analysetechniken, von der Beobachtung vor Ort ausgehend, über die dezidierte Archivrecherche und

²³² Tenschert 2019a, S. 253.

die Laboruntersuchungen. Der Einsatz der sich ergänzenden Methoden war gewinnbringend und ermöglichte es, die Geschichte eines bisher weniger betrachteten Portals aufzuarbeiten.²³³

Die Untersuchungsergebnisse zur Bamberger Gnadenpforte sind von der Verfasserin im Januar 2018 auf der internationalen Tagung „Mittelalterliche Portale als Orte der Transformation“ (= Tagung im Rahmen des gleichnamigen Projektes) vorgestellt worden. Der dazugehörige Aufsatz ist hier in der dabei eingereichten Version wiedergegeben und wurde 2019 im Tagungsband²³⁴ veröffentlicht. 2023 wird eine weitere Publikation basierend auf den Erkenntnissen zur Gnadenpforte erscheinen.²³⁵

²³³ Tenschert 2019a.

²³⁴ Albrecht / Breitling / Drewello 2019.

²³⁵ Titel: Von der Einzelgestaltung zum Gesamtkonzept? Beobachtungen zur Gnadenpforte des Bamberger Domes, in: Kunstgeschichte(n). Festschrift für Stephan Albrecht, hg. v. Katharina Christa Schüppel und Magdalena Tebel, geplant: Bamberg 2023.

Varianten der Restaurierung – Beobachtungen zu Restaurierungsmaßnahmen an mittelalterlichen Portalen am Beispiel der Gnadenpforte des Bamberger Doms

Die Gnadenpforte

Die Gnadenpforte, auch Marienpforte genannt, ist das nordöstliche Portal des Bamberger Doms und der heutige Haupteingang (Abb. 1). Das Portal am Fuße des Nordostturms flankiert mit der Adamspforte im Süden die Ostapsis. Die beiden Portalanlagen sind gemeinsam mit den Ostteilen des Doms in der ersten Bauphase Ende des 12. beziehungsweise Anfang des 13. Jahrhunderts errichtet worden. Hierbei kann der Brand von 1185 als *terminus post quem* für die Entstehung gesehen werden. Der Bauverlauf des neuen Kirchenbaus erfolgte von Ost nach West außerhalb der Mauern des Vorgängerbaus. Bezüglich der Erbauungszeit einigten sich zuletzt Hubel/Schuller und Suckale auf eine Frühdatierung des Marienportals kurz nach dem verheerenden Brand und damit um beziehungsweise kurz vor 1200.²³⁶



Abb. 1. Ansicht der Gnadenpforte, heutiger Zustand (Tenschert 2018).

²³⁶ Weilandt 2015, S. S. 187-190; Hubel / Schuller 2003, S. 310-325, Hubel 2015, S. 7ff.; Suckale 2007, S. 203ff.; Zusammenfassend zur Forschungsdiskussion Diemer 2015, S. 391-410; Hartleitner 2011, S. 11: 1200/05 Marienpforte Skulptur.

Das rundbogig angelegte Säulenstufenportal wird besonders durch ein figural ausgestaltetes Tympanon und an beiden Seiten einem filigran ausgearbeiteten Kapitell- und Kämpferfries geschmückt. Das Portal lässt sich in die profilierte Sockelzone, die Gewände mit eingestellten profilierten Säulen, den reich geschmückten Übergangsbereich mit den beiden Friesen sowie den oberen Portalbereich mit Tympanon und den ebenfalls profilierten Archivolten gliedern. Im September 2017 konnten im Rahmen des BMBF-Projektes „Mittelalterliche Portale als Orte der Transformation“²³⁷ umfassende Untersuchungen am Portal durchgeführt werden. Die Erkenntnisse der restaurierungswissenschaftlichen Betrachtung werden im Folgenden dargestellt. Zentral waren hierfür sowohl detaillierte Untersuchungen des Be- und Zustandes vor Ort mit dem Fokus auf Restaurierungen und Veränderungsmaßnahmen als auch ein ausführliches Literatur- und Quellenstudium.²³⁸

Vorangegangene Untersuchungen und bekannte Veränderungsmaßnahmen

Der gesamte Bamberger Dom stand zuletzt im Zentrum einer umfassenden Untersuchung für den 2015 erschienenen Inventarband, der sowohl die Entstehungs- und Baugeschichte des Doms als auch seiner Ausstattung ausführlich darstellt und die Veränderungen des ursprünglichen Baukörpers über die Jahrhunderte thematisiert.²³⁹

Detailliertere Untersuchungen zur Polychromie des Bamberger Doms, hier vor allem für die der Skulptur von Fürstenportal und den östlichen Chorschranken, liegen in der Dissertation von Walter Hartleitner vor.²⁴⁰ Eine umfassende Betrachtung der Farbigkeit des Außenbaues ist bisher nicht vorhanden. Die Untersuchung der Restaurierungsarbeiten des 19. Jahrhunderts im Inneren stellte Christine Hans-Schuller ausführlich dar.²⁴¹

Die Quellenlage ist bezogen auf die Gnadenpforte und deren Veränderungen, im Gegensatz zu anderen Teilbereichen des Bamberger Doms, eher spärlich. Erst zu Beginn des 16. Jahrhunderts sind Berichte zur Neugestaltung des Domkranzes überliefert,²⁴² der dem Portal vorgelagert ist. Das Portal war nicht direkt betroffen. 1645/46 könnte das Türblatt ausgetauscht worden sein,²⁴³ im gleichen Jahr erhielt ein Malermeister 17fl 1Pfd 20Pfg dafür, die Kirche zu weißeln und „wo es vonnöthen gewesen, wieder mit Steinfarb anzustreichen“.²⁴⁴ Eine genauere Beschreibung der ausgeführten Arbeiten ist nicht

²³⁷ BMBF-Projekt „Mittelalterliche Portale als Orte der Transformation“, Verbundprojekt unter Beteiligung der mittelalterlichen Kunstgeschichte, der Bauforschung und den Restaurierungswissenschaften, Projektleitung Prof. Dr. Albrecht, Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Laufzeit: 2015–2018.

²³⁸ Grundlegendes Literatur- und Quellenstudium: Anne Regenfus im Rahmen ihrer Masterarbeit (= Regenfus 2017).

²³⁹ Exner 2015.

²⁴⁰ Hartleitner 2011.

²⁴¹ Hans-Schuller 2000.

²⁴² Paschke 1972, S. 55; Michl 2014, S. 156.

²⁴³ Pfister 1896, S. 6. Ob hier allerdings tatsächlich die Gnadenpforte gemeint war, bleibt unklar.

²⁴⁴ Pfister 1896, S. 5-6.

vorhanden, es ist aber davon auszugehen, dass eine homogenisierende Lasur im Grundton des verwendeten Steinmaterials gemeint ist, hier ein Ockerton. 1664/65 wiederum erhält der Tüncher Adam Breuning 16 fl 25 Pfd für die Renovierung von vier Domtüren und deren Zierrat.²⁴⁵ Anschließend sind bis ins 19. Jahrhundert keine Nachrichten über Veränderungsmaßnahmen an der Gnadenpforte bekannt. Erst 1835 wird erwähnt, dass das Türblatt versteigert und die offene Tür bewacht wird.²⁴⁶ Kurz darauf wird eine reich geschmückte Tür eingesetzt,²⁴⁷ die noch heute zu sehen ist. Wenige Jahre später, 1838, werden Wiederherstellungen an den unteren Teilen des Portals erwähnt.²⁴⁸ Schon 1840/41 waren weitere umfangreiche Arbeiten geplant, dabei wurden die angedachten strukturellen Maßnahmen – wie etwa der Austausch von Apostelfiguren – aber nicht ausgeführt.²⁴⁹ Die den Innenraum betreffende „Restauration“ unter Rupprecht in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts²⁵⁰ hatte wohl keine purifizierenden Auswirkungen auf den Außenbau.

An der Gnadenpforte wiederum erfolgten erst 1930 unter der Leitung von Josef Schmuderer Konservierungsmaßnahmen, die dem Bamberger Bildhauer Hans Leitherer übertragen wurden. Erstmals beauftragte man auch naturwissenschaftliche Untersuchungen zur Polychromie des Portals, welche von Alois Stois durchgeführt wurden, einem Chemiker der Steinschutzabteilung des mineralogisch-geologischen Instituts der Technischen Hochschule in München. Die konservierenden Maßnahmen umfassten vor allem eine Reinigung, Ergänzungen und Reparaturen.²⁵¹ Um den Bestand zu konsolidieren und vor Feuchteeinwirkung zu schützen, wurden Teile des Portals im Jahr 1939, wie im Hüttentagebuch vermerkt, zweimal mit gebleichtem Leinöl²⁵² getränkt.²⁵³ Nach dem Zweiten Weltkrieg sind um 1950 Austauscharbeiten am Bogenfries über dem Portal erwähnt.²⁵⁴ Die Säulen des rechten Gewändes wurden schließlich 1967 ausgebaut und durch rekonstruierte Neuteile steinmetzmäßig ersetzt. Im Zuge dieser Maßnahme wurden auch die unteren Gewändeabschnitte sowie einige Steine am Portalbogen ausgetauscht und retuschiert.²⁵⁵ 1977 wurden die Säulen des linken Gewändes gefestigt.²⁵⁶

Grundlegende Untersuchungen zur ursprünglichen Farbigkeit der Gnadenpforte erfolgten also bereits 1930. Den Ausführungen von Stois ist zu entnehmen, dass hierbei einige Proben von der linken Seite

²⁴⁵ Pfister 1896, S. 10.

²⁴⁶ Paschke 1972, S. 57.

²⁴⁷ Pfister 1896, S. 13-14.

²⁴⁸ StaBA, K 210, Nr. 893.

²⁴⁹ StaBA, Rep., KG3G II Nr 14319 Bd V, Blatt 64/65; Pfister 1896, S. 16.

²⁵⁰ Hans-Schuller 2000, S. 33-35, 94.

²⁵¹ Schmuderer 1931, S. 121-126; Stois 1931, S. 127-128.

²⁵² Mit gebleichtem Leinöl kann sonnengebleichtes und voroxidiert Leinöl gemeint sein, das z. T. in Bleigefäßen angesetzt wurde und/oder zur besseren Trocknung mit Metallseifen (z. B. verseiftes Bleiweiß) versetzt wurde, um die Polymerisation zu fördern. Vgl. dazu: Doerner 2010, S. 103-107; Schönburg 2010, S. 54.

²⁵³ StaBA, Rep. K25, Nr. 256, HT 1938-1940.

²⁵⁴ Dombauhütte, HT01 10/1944-03/1960, hier: 10, 11/1953 und 03/1960, Auskunft Mathias König 2018.

²⁵⁵ Diemer 2015, S. 395-396; Fürst 1997, S. 126; Hans-Schuller 2015, S. 297. Geplant war auch der Austausch der linken Gewändeteile, die Maßnahme wurde nicht ausgeführt, vgl. hierzu: Hans-Schuller 2015, S. 297.

²⁵⁶ Dombauhütte, HT04 01/1975-09/1988, hier: 02/1977. Das Festigungsmittel ist nicht bekannt.

des Tympanons, in der Umgebung des Heiligen Georg und der knienden Bischofsfigur daneben, entnommen und untersucht wurden. Mit Hilfe mikroskopischer und chemischer Analyseverfahren konnte er auf der Tympanonrückwand einen Schichtenaufbau feststellen, der zuunterst eine Grundierung aus Bleiweiß mit zwei darüber liegenden, voneinander divergierenden roten Malschichten aufweist. Die farbgebenden Pigmente bestimmt er als Mennige und darüber Zinnober. Eine Probe wies auf einer Grundierung mit Bleiweiß unregelmäßig gekörntes Blaupigment auf, das Stois als natürliches Lapislazuli anspricht und aufgrund seiner Analysen klar von Azurit oder anderen Blaupigmenten abgrenzt. Weiterhin konnte eine zusätzliche Ausschmückung der Portalfassung mit Blattgold nachgewiesen werden. Stois fand die Blattvergoldung auf unterschiedlichen Untergründen. Anhand seiner Ergebnisse nimmt er eine frühe polychrome Ausgestaltung des Tympanons im 13. Jahrhundert an und vermutet aufgrund der übereinanderliegenden Schichten mehrere Farbkonzepte und Ausstattungs- oder Ausbesserungsphasen, ohne diese genauer zu differenzieren.²⁵⁷

Eine eingehendere Betrachtung der Polychromie der Bamberger Gnadenpforte erfolgte erst wieder 2010 durch Martin Mach, dem Leiter des Zentrallabors am Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege in München (BLfD). Anhand mehrerer Proben vom Tympanon und den Archivoltten führte er weiterführende naturwissenschaftliche Analysen durch, die sowohl die mikroskopische Betrachtung als auch die Untersuchung mit Hilfe der analytischen Rasterelektronenmikroskopie beinhalteten. Die Analyseergebnisse konnten die von Stois gewonnenen Erkenntnisse bestätigen und deutlich machen, dass eine umfassende Untersuchung der Polychromie zu neuen Erkenntnissen über die Entstehungs- und Veränderungsgeschichte des Portals führen würde und wünschenswert wäre. Mach konnte außer den vermutlich mittelalterlichen Malschichten weitere Überfassungen nachweisen – unter anderem eine homogenisierende Ockerfassung sowie eine graufarbene Ausbesserung oder Retusche, die dem Bildhauer Leitherer zugeschrieben wird.²⁵⁸

Befunde

Die Untersuchungen im Rahmen des Portale-Projekts schließen sich an die vorangegangenen Betrachtungen an, orientieren sich an der von Mach vorgeschlagenen naturwissenschaftlichen Untersuchungsroutine und ergänzen die bisherigen Untersuchungsergebnisse um weitere Aspekte. Die zentralen Fragestellungen der hier vorgestellten Beobachtungen beziehen sich auf den Bauablauf und die historischen Veränderungsmaßnahmen am Portal. Dabei soll geklärt werden, wann die Erstfassung aufgetragen wurde und zu welchem Zeitpunkt die heute das äußere Erscheinungsbild prägende, homogenisierende Ockerfassung des Portals folgte. Eine umfassende Rekonstruktion der mittelalterlichen Polychromie der Gnadenpforte, wie etwa beim Riesentor des Wiener

²⁵⁷ Stois 1931, S. 127-128.

²⁵⁸ Mach / Gruber 2011, S. 1-12; Diemer 2015, S. 396.

Stephansdoms,²⁵⁹ des Weltgerichtsportals der Nürnberger Kirche St. Sebald²⁶⁰ oder in den Forschungsarbeiten zu den Stifterfiguren²⁶¹ und dem Lettner²⁶² im Naumburger Dom war nicht das Ziel. Hierfür wären weit umfassendere Untersuchungen nötig, mit ungewissem Ausgang.

Zur Klärung der Fragestellungen und zur Verifizierung der Beobachtungen und Befunde vor Ort wurden im Anschluss an eine optische Untersuchung und in Ergänzung der Befundung durch Mach 2010 mikroskopisch kleine Materialproben entnommen. Ziel der sich anschließenden Laboruntersuchung war die Bestimmung nachweisbarer Veränderungs- und Restaurierungsmaßnahmen und die Ansprache und Identifikation der dabei verwendeten Materialien. Die Erkenntnisse sollten helfen, Rückschlüsse auf die Schichtenabfolge und zeitlich unterschiedliche Farbkonzepte ziehen zu können. Methodisch wurde zunächst das Portal detailliert hinsichtlich der Reste von Farbfassungen in Augenschein genommen, Befundstellen notiert und eine fotografische Dokumentation der Probenahmestellen durchgeführt. Die minimalinvasiv entnommenen Partikel wurden dann im Labor der Restaurierungswissenschaften an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg systematisch analysiert. Am Anfang stand die lichtmikroskopische Charakterisierung.²⁶³ Von ausgewählten, besonders aussagekräftigen Schichtpaketen wurden daraufhin einerseits Querschliffe²⁶⁴ angefertigt, andererseits submillimetergroße Einzelpartikel mittels Infrarot-Spektroskopie²⁶⁵ hinsichtlich der vorhandenen Bindemittel, Pigmente, Füllstoffe und Korrosionsprodukte untersucht.²⁶⁶ Nach der Festlegung der Schichtenabfolge anhand der Querschliffe erfolgte die Bestimmung der Alterungshorizonte und die Charakterisierung der maßgeblichen Pigmente durch punktgenaue Analyse ihrer elementaren Bestandteile mit Hilfe des Rasterelektronenmikroskops (REM), gekoppelt mit energiedispersiver Röntgenspektralanalyse (EDS).²⁶⁷

Neben den Erkenntnissen zu den verwendeten Materialien und der Klärung der Schichtenabfolge lassen sich aufgrund der Analysen zusätzlich Aussagen über historische Arbeitsprozesse treffen und Veränderungsmaßnahmen des Portals festhalten, für die keine durch Quellen belegten Daten vorliegen. Anhand der Untersuchungen konnten zunächst zwei mittelalterliche Fassungssysteme charakterisiert werden.

²⁵⁹ Koller / Nimmrichter / Paschinger 2008, S. 199-337; Dahm 2008b, S. 179-195.

²⁶⁰ Drewello / Herkner 2009, S. 25-47; Thomas 2009, S. 13-25.

²⁶¹ Freysoldt 2015.

²⁶² Karl 2015.

²⁶³ Verwendet wurde ein VHX 5000 digital microscope, Keyence.

²⁶⁴ Einbettung in Epoxidharz: 2K EP System, Araldite 2020.

²⁶⁵ Verwendet wurde ein FT-IR-Microscope Spotlight 400, PerkinElmer.

²⁶⁶ IR-Analysen: Dipl. Geol. Martina Pristl und Prof. Dr. Rainer Drewello, KDWT Bamberg.

²⁶⁷ Verwendet wurde ein REM der Fa. Philips, Typ XL40, gekoppelt mit einer EDS-Einheit der Fa. Bruker Typ: XFlash Detector 5010, EDS: energiedispersive Spektralanalyse (Röntgenanalytik am Rasterelektronenmikroskop zur Elementbestimmung).

Erstfassung

Die Erstfassung liegt direkt auf einer organischen Sperrschicht auf dem Stein- beziehungsweise Fugenmaterial (Abb. 2). Die Sperrschicht ist extrem verbräunt und zum Teil von fädigen Organismen besiedelt, deren Ausbreitung sich auch in den Fugenmörtel darunter und die darüber liegenden Bleiweißschichten erstreckt. Die angetroffenen Mikroben gehören zu fadenförmig wachsenden Pilzen (Hyphomyceten) der Gattungen *Cladosporium*, *Penicillium* und *Aspergillus*. Das Wachstum dieser Pilze ist an das Vorhandensein von Kohlenstoffquellen gebunden, die gut verstoffwechselt werden können. Das als Sperrschicht verwendete Tränkungsmittel ist in diese Kategorie einzuordnen und konnte mittels Infrarot-Mikroskopie (IR) als Protein identifiziert werden. Eine Leimlösung ist anzunehmen, die mit einiger Wahrscheinlichkeit durch den Zusatz von verseiftem Bleiweiß an das nachfolgende Farbsystem angepasst wurde.

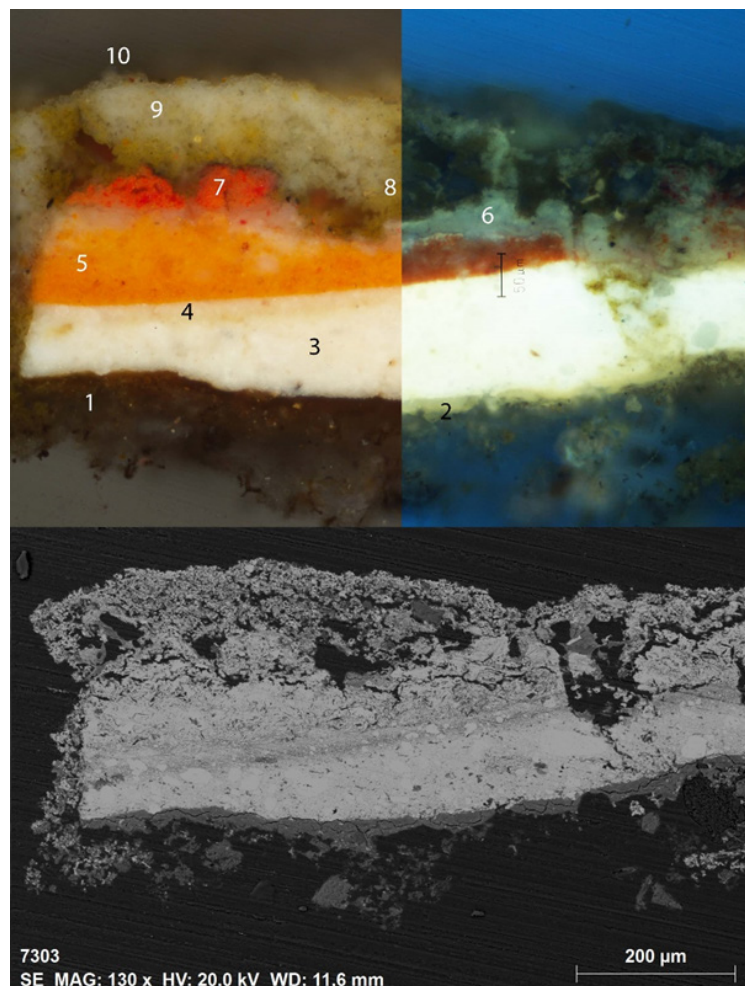


Abb. 2. Querschliff, Fassung Fuge zwischen Kapitell und Kämpfer, linke Portalseite: 1 Trägermaterial, 2-5 Erstfassung, 6-7 Zweite Fassung, 8-9 Dritte Fassung, 10 partielle Überfassung. LM/Pol, LM/UV (oben), REM/EDS (unten). (Tenschert 2018).

Über dieser vorbehandelnden Schicht ist zweilagig eine weiße, ölhaltige Bleiweißfassung ausgeführt. Als Leitpigmente konnten Bleiweiß mit wenig Kalk nachgewiesen werden. Diese beiden unterschiedlich dick aufgetragenen und unterschiedlich bindemittelreichen Schichten können als Grundierung für eine darüber liegende orangefarbene Schicht gesehen werden. Auch diese ist in Öltechnik ausgeführt und ebenfalls in zwei Lagen aufgetragen. Es sind fast ausschließlich Bleipigmente nachweisbar, hier vor allem Bleimennige sowie Bleiweiß und Bleisulfat, das vermutlich ein Korrosionsprodukt ist. Die orangerote Schicht, der auch etwas Eisenocker beigemischt ist, fehlt zum Teil. Man kann annehmen, dass sie wohl im ursprünglichen Farbsystem nicht durchgängig vorgesehen war und nur akzentuierend eingesetzt wurde. Im Querschliff ist zu erkennen, dass die orangenen Pigmentkörner zum Teil nicht ganz durchgefärbt sind (Abb. 4). Der Befund liefert einen Hinweis auf die Pigmentherstellung, nämlich dem unvollständigen Rösten von Bleiweiß, einem basischen Bleikarbonat (PbCO_3)₂- Pb(OH)_2 , und dessen temperaturabhängiger Umwandlung zu Bleimennige, einem gemischten Bleioxid (Pb_3O_4). Die Technik des Röstens ist seit der Antike bekannt und wird fürs Mittelalter von Theophilus Presbyter für die Bleipigmentherstellung beschrieben.²⁶⁸ Auffällig ist zudem, dass in den beiden weißen Schichten der Abbau von Bleiweiß zu Bleisulfat zu beobachten ist, was auf eine expositionsbedingte Alterung der Malschicht und ihre Zugänglichkeit für Luftschadstoffe schließen lässt.

Neben dem geschilderten Schichtaufbau aus zwei Bleiweißschichten ist im Bereich der Archivolten – besonders bei der Dekorationsmalerei – parallel ein weiteres, davon abweichendes Anstrichsystem zu beobachten:

Auf eine mit Holzkohle und Ockerphasen (Eisenalumosilikate) leicht pigmentierte, bindemittelarme Bleiweißfarbe, die an dieser Stelle die Sperrschicht zum Naturstein darstellt, folgt eine orange Bleiweiß-Bleimennige-Fassung analog zu dem zuvor beschriebenen orangeroten Anstrich (Abb. 3). Abweichend dazu ist hier aber eine rot-transparente Schicht zu beobachten. Deren leuchtend rote Farbe ist auf ein verlacktes Rotpigment, höchstwahrscheinlich Karmin²⁶⁹ zurückzuführen. In der Bleiweiß/Bleisulfatmatrix sind außerdem Kalkkreidepartikel nachweisbar. Auf dem Lack ist zudem eine gelbe Schicht zu erkennen, die reliefartig ausgebildet ist. Auch hier ist ein Öl-Bleiweiß-Protein-Gemisch als Bindemittel nachweisbar, das zusätzlich mit Bleiweiß und Ocker, vielleicht auch gelbem Blei(II)oxid („Bleiglätte“) ausgemischt ist. Diese nicht flächig angelegte Malschicht könnte als plastische Akzentuierung oder Höhung der Dekorationen auf dem Lack interpretiert werden und somit auf eine frühe ornamentale Ausgestaltung hinweisen.

²⁶⁸ Brehol 2013, S. 78.

²⁶⁹ Karmin: Roter Farblack. Die Verwendung von Farblacken ist bspw. auch in Naumburg nachweisbar, so bereits 1249 in der Erstfassung. Hierzu: Karl 2015, S. 43-45, 67-69.

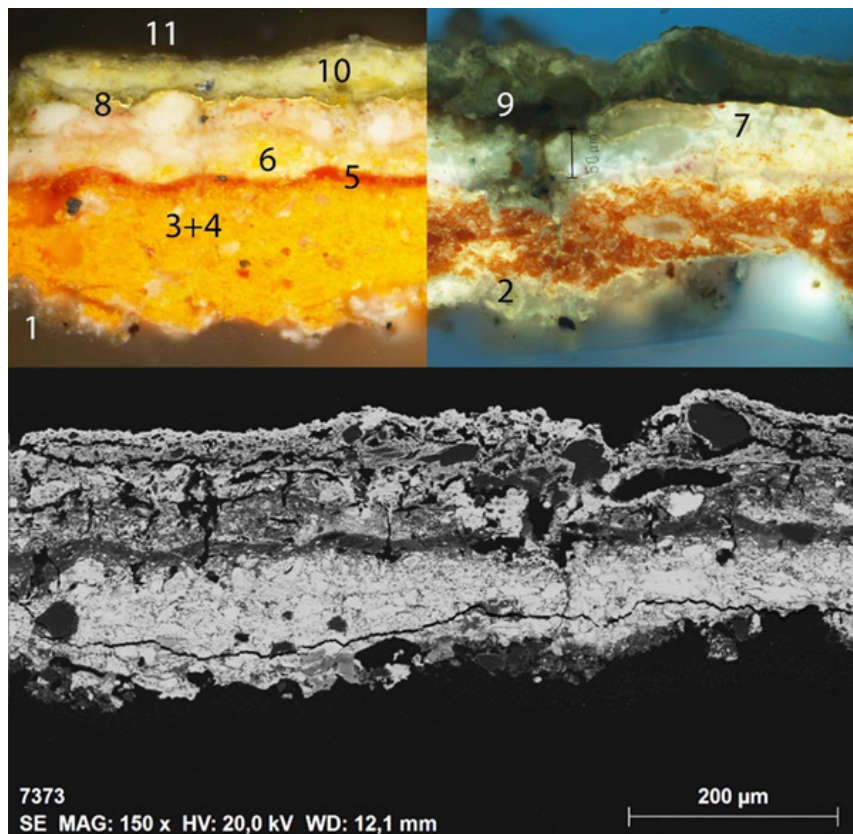


Abb. 3. Dekorationsmalerei Archivolten, Querschliff: 1 Träger (nicht im Bild), 2-6 Erste Fassung, 7-8, Zweite Fassung, 9-10 Dritte Fassung, 11 Partielle Überfassung, LM/DF, LM/UV (oben) REM/EDS (unten) (Tenschert 2018).

Zweitfassung

Von den darüber liegenden Farbaufträgen ist die orangerote Schicht der Erstfassung nicht nur durch ihre unregelmäßig erscheinende, raue Oberfläche getrennt: Vielmehr ergab die REM/EDS-Analyse zusätzlich ein deutliches Schwindrissmuster, welches die beiden Schichten voneinander trennt und zweifelsfrei einen Alterungs- und Schichtenhorizont nahelegt (Abb. 2 und 3). Die nun folgende weiße Schicht enthält vereinzelt Rotpigmente, besteht aber wieder hauptsächlich aus Bleiweiß und Bleisulfat mit etwas Gips und Calciumoxalat (alterungsbedingte Korrosionsprodukte).²⁷⁰ Als Farbschicht folgt eine leuchtend rote, gänzlich UV-inaktive, ehemals proteingebundene Malschicht, deren Hauptpigmente Zinnober und Bleipigmente sind. Aufgrund der Alterungserscheinungen, des Rissbildes und der unterschiedlichen Bindemittelmischung lassen sich die beiden letzten Schichten einer neuen Fassung mit hochrangigen und teuren Pigmenten zuordnen.

²⁷⁰ Beides sind Umwandlungsprodukte von Kalk (CaCO_3): a) Kalk + schwefelsaure Luftschadstoffe ergibt Gips ($\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); b) Kalk + Oxalsäure produzierende Mikroorganismen ergibt Calciumoxalat (CaC_2O_4).

Neben der roten Farbschicht aus Zinnober sind im Bereich der Archivolten blaue Farbreste zu beobachten (Abb. 4). Sie liegen wiederum auf einer weißen, bindemittelreichen Schicht auf. Diese von Schwindrissen durchzogene Schicht enthält Protein und Bleiseifen. Die darüber liegende blaue Farbschicht ist ebenfalls proteingebunden und besteht aus einem körnigen Blaupigment – ein Alumosilikat – in weißer Matrix. In zweilagigem Auftrag wurde hier Lapislazuli mit Bleiweiß und etwas Kreide vermischt aufgetragen. Für die Charakterisierung als natürliches Lapislazuli sprechen sowohl die unregelmäßige Körnung (Korngrößen bis 40 µm) als auch die charakteristischen Verunreinigungen durch Begleitminerale.

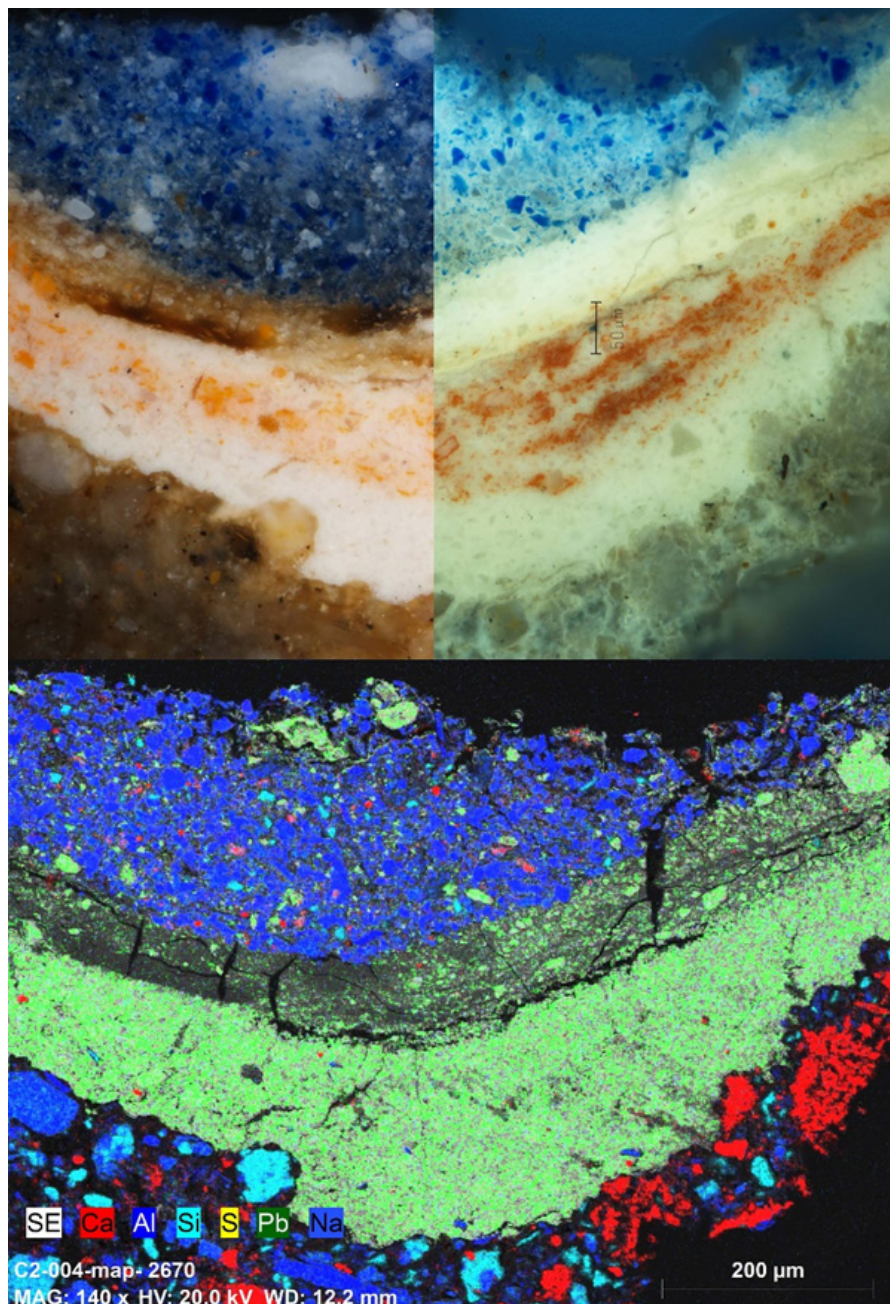


Abb. 4. Malschichtprobe Ansatz Archivolten, Querschliff und Elementverteilung, LM/DF, LM/UV (oben), REM/EDS (unten) (Tenschert 2018).

Die zweite Fassung weist außerdem Metallauflagen auf (Abb. 2 und 3). Zu finden sind diese sowohl am Tympanon als auch im Bereich der Kämpferfriese an Nimbren und Gewändern sowie im Bereich der Dekorationsmalereien in den Archivolten. Gemäß der Elementanalyse handelt es sich nicht um Zwischgold, sondern um reine dünne Goldfolien mit geringem Silberanteil. Sie liegen ohne Anlegesicht direkt auf einer inkarnatähnlichen, bleiweißhaltigen, zurückhaltend rot pigmentierten Schicht. Die roten Farbmittel in dieser Schicht variieren von Lack bis Zinnober, zusätzlich wurde ab und zu geriebene Holzkohle zugesetzt. Als Bindemittel lässt sich eine Tempera nachweisen, die ein Gemisch aus Protein mit Öl und Bleiseifen ist. Dadurch, dass die Goldfolie direkt auf die Bleiweißschicht aufgelegt wurde, ist ein Polieren nicht möglich und es ergibt sich ein mattes, aber dennoch glanzvolles Erscheinungsbild der Blattvergoldung.

Ockerfassung

Aufgrund der erheblichen Alterungserscheinungen der zweiten mittelalterlichen Fassung, deren obere Malschichten und Metallauflagen nur noch in Resten erhalten geblieben sind, ist von einer längeren Standzeit nicht unter 150 Jahren auszugehen (Abb. 2 und 3). Die Annahme wird durch einen deutlichen Schmutzhorizont unterstrichen, der die lückenhaften Befunde des Mittelalters überzieht. Bevor man einen Neuanstrich angehen konnte, musste die gealterte Oberfläche aus arbeitstechnischen Gründen vorbehandelt werden. Dies geschah in aller Regel durch eine Tränkung mit einem organischen Bindemittel (Öl- oder Proteinlösungen). Leider ist eine derartige Maßnahme aufgrund späterer Tränkungen aber nicht eindeutig greifbar. Es gibt Hinweise auf eine verbräunte Öltränkung als Haftgrund, auf den anschließend eine ockerfarbene Überfassung in zwei Schichten aufgebaut wurde.

Die untere Schicht ist gelbockerfarben, die obere hat einen eher weißlichen Gelbockerfarbton. Beide Schichten enthalten vor allem Bleisulfat und ein Gelbockerpigment. Als Bindemittel sind Reste von Protein und Calciumoxalat nachweisbar. Der Befund spricht für einen mikrobiell rasch abgebauten Anstrich in Kalktechnik, dessen Bleipigmentzusatz durch schwefelsaure Umweltfaktoren zu Bleisulfat abgebaut wurde. Hinweise auf den bewussten Zusatz von Bleisulfat als Pigment fehlen, zumal auch bei dieser Farbschicht ein Schwefelgradient nachzuweisen ist (sekundäre Sulfatbildung). Das mikroskopische Bild und Hinweise auf das Vorhandensein eines Phosphorproteids im Kalk (EDS) sprechen für einen Anstrich in Kalkkaseintechnik mit Bleiweißzusatz.

Die Ockerfassung ist bei allen Proben nachweisbar, rührt also von einer das gesamte Portal umfassenden Maßnahme her. Die beiden Schichten der Fassung sind nicht deutlich voneinander zu trennen, was wiederum nahelegt, dass sie nass in nass aufgetragen worden sind. Die variierenden Schichtdicken und Unterschiede in der Pigmentierung lassen außerdem ein harmonisches,

marmoriertes Erscheinungsbild vermuten, wie es an anderer Stelle im Außenbereich des Bamberger Doms noch zu beobachten ist (siehe Veitspforte).

An einigen Stellen ist über der Ockerfassung eine graue, sehr dünne Schicht zu erkennen. Ob diese ein bewusster Farbauftrag ist, der zur Akzentuierung der Ockerfassung diente, oder eine spätere Retusche, oder nichts Anderes als eine fest gebundene Schmutzschicht, ließ sich nicht zweifelsfrei feststellen (Abb. 2 und 3). Am wahrscheinlichsten scheint eine partielle Retusche mit bleiweißhaltiger Farbe, die nachträglich durch umweltbedingte Einflüsse verschwärzt ist, beziehungsweise zu Bleisulfat umgewandelt wurde.

Reparaturen

Neben der farblichen Einstimmung durch die flächenhafte Ockerfassung sind weitere, teilweise ältere Reparaturmaßnahmen am Portal wahrzunehmen, beispielsweise eine Klebung im Tympanon (Abb. 5). So wurde der offenkundige Riss auf der vom Betrachter aus gesehen linken Seite des Bildfelds, der zu einem sehr frühen Zeitpunkt aufgetreten sein muss, des Öfteren repariert.²⁷¹ Der heute verlorene Teil des mehrfach gebrochenen Spruchbandes wurde spätestens in der Barockzeit erneut verklebt. Eine an der Klebefläche des verbleibenden Spruchbandteiles entnommene Probe ergab, dass die hierbei verwendete Klebmasse aus Kolophonium mit feinkörnigem Ziegelbruch besteht und exakt dieselbe Klebmasse für andere Reparaturmaßnahmen am Dom genutzt wurde. Diese sind zeitlich fassbar und barockzeitlich zu datieren.²⁷²



Abb. 5. 3D-Flächenmodell des Tympanons der Gnadenpforte, Riss dunkelgrau hervorgehoben (Tenschert/Pallas 2017).

²⁷¹ Nach Beobachtung vor Ort liegt die Hypothese nahe, dass erste Schäden direkt nach dem Einbau auftraten. Auch Leitherer geht von früheren Reparaturen aus: Leitherer 1931, S. 1-3 und 5.

²⁷² Klebungen an den Grabplatten des Bischofs Gunter von Bamberg und des Bischof Ekbert von Andechs-Meranien, Untersuchung der Universität Bamberg Prof. Drewello: Drewello 2012.

Als bereits aus der Literatur bekannte Maßnahmen lassen sich eine Überarbeitung der Sockelzone 1838,²⁷³ die Maßnahmen 1930²⁷⁴ und der Austausch der Säulen im Gewände 1967²⁷⁵ festhalten. Heute noch ersichtlich sind von der Überarbeitung der Sockelzone Abspitzungen des verwitterten Bestandes, einzelne ausgetauschte Steine sowie Aufputzungen (Abb. 6). Die mit Kalkmörtel angeputzten Flächen nahmen die ornamentale Ausgestaltung auf und wurden mit Rotocker farblich eingetönt. Der verwendete Kalkmörtel enthielt Dolomit und einen Ziegelsplittzusatz, der dem Mörtel hydraulische Eigenschaften verleihen sollte. Der Kalk ist mittlerweile zu großen Teilen in Gips umgewandelt, was als Ausdruck für eine beträchtliche Standzeit der Reparatur interpretiert werden kann. Auch dass die Maßnahme witterungs- und expositionsbedingt nur zu einem geringen Teil erhalten ist und hohlstehende Ergänzungen zu einem späteren Zeitpunkt nachträglich mit Gips hinterfüllt wurden, spricht für eine lange Standzeit.



Abb. 6. Ansicht der Sockelzone des linken Gewändes (links), Querbruch einer Mörtelprobe (LM, Stacking) (Tenschert 2017).

Die Maßnahmen von Leitherer aus den 1930er Jahren sind nur noch fragmentarisch erhalten aber dennoch ansatzweise nachvollziehbar. Während dieser Zeit wurde auch der Riss im Tympanon neu verschlossen und weitere Fehlstellen oder Abplatzungen in der figuralen Ausgestaltung mit Kalkmörtel oder Kalkmörtel mit geringem Portlandzementzusatz gekittet. Die geschlossenen Stellen wurden farblich an den Bestand angeglichen. Um einen besseren Wasserablauf zu gewährleisten, wurden Teilbereiche mit Kalkmörtel angeböscht. Dass nur wenige Indizien der Arbeiten Leitherers erhalten sind,²⁷⁶ ist sicherlich der exponierten Lage der behandelten Bereiche und der freien Bewitterung der herausragenden Frieze geschuldet, deren erneute Restaurierung und Konservierung notwendig erscheint.

²⁷³ StaBA, K 210, Nr. 893.

²⁷⁴ Leitherer 1930, S. 1-5; Stois 1931, S. 127-128; Schmuderer 1931, S. 121-126.

²⁷⁵ Diemer 2015, S. 395-396; Fürst 1997, S. 126; Hans-Schuller 2015, S. 297.

²⁷⁶ Schmuderer 1931, S. 121-126.

1967 erfolgte dann der bereits erwähnte steinmetzmäßige Austausch der Säulen des rechten Gewändes.²⁷⁷ Nachweisbar sind außerdem noch jüngere, nicht exakt datierbare Ausbesserungen in den Archivolten mit zementgebundener Steinersatzmasse, die den 1980er Jahren zuzurechnen sind.²⁷⁸

Fazit

Es finden sich an der Gnadenpforte Hinweise auf zwei mittelalterliche Farbfassungen, eine farblich zurückgenommene, wahrscheinlich bald nach der Fertigstellung des Portals ausgeführte, und eine zweite, die zwar zeitnah, aber doch mit zeitlichem Abstand zur ersten erfolgt sein muss. Es gibt Hinweise, dass die erste womöglich aufgrund eines Baustopps nicht vollständig ausgeführt wurde. Besonders die Risse und die verschobenen Steinblöcke in den Archivolten könnten von einem Nachrutschen aufgrund eines eingestürzten Lehrgerüsts herrühren. Ein derartiger Vorfall könnte auch den gravierenden Riss im Tympanon und den Einbau eines Eisenwinkels unterhalb der Tympanonplatte sowie das damit verbundene teilweise Abspitzen des rechten Kämpfersteins der inneren Portallaubung erklären.²⁷⁹ Ein weiteres Indiz, dass die Gnadenpforte zunächst in unfertigem Zustand belassen wurde, sind die zahlreichen roh als Bildhauerbossen belassenen Teilbereiche am Portal (Abb. 7). Zum Teil ist unterhalb der Sperrschicht der Erstfassung sogar eine Art Kitt zu finden, der zum Ausgleichen von nicht sauber ausgearbeiteten Schmuckformen gedient haben dürfte.



Abb. 7. Detail 3D-Flächenmodell des linken Frieses mit Ansatz der Archivolten, Pfeile: angezeichnete, nicht ausgearbeitete, bzw. in Bosse gelassene Teilbereiche (Tenschert/Pallas 2018).

²⁷⁷ Diemer 2015, S. 396.

²⁷⁸ Unterschiedlich getönt, wahrscheinlich Grasamit, Auskunft Mathias König 2018.

²⁷⁹ Beobachtungen vor Ort im Rahmen der Projektkampagne im September 2017 mit allen Projektbeteiligten.

Bis auf die dekorativen Malereien in den Archivolten sind in der ersten Fassung bisher nur wenige farbige Akzente nachweisbar. Die ursprünglich zahlreichen gemalten ornamentalen Schmuckformen sind zum großen Teil nur noch als Verfärbungen auf der Steinoberfläche nachweisbar (Abb. 8). Aufgrund der Tatsache, dass sich die Erstfassung über Fugen und Steingrenzen zieht, ist auszuschließen, dass der farbige Anstrich mit seinen Dekorationen vor dem Versetzen der Werkstücke in der Werkstatt aufgebracht worden sein kann: Es muss sich somit um eine vor Ort angebrachte Bemalung gehandelt haben.



Abb. 8. Beispiele für Dekorationsmalereien in den Archivolten, verschiedene Rapporte (Tenschert 2017).

Der Arbeitsablauf erst nach dem Versatz zu fassen, wurde bereits für den Bamberger Reiter²⁸⁰ festgehalten und kann auch für die Stifterfiguren²⁸¹ des Naumburger Doms nachgewiesen werden. Auch die Art der Grundierung ist mit Naumburg vergleichbar,²⁸² ebenso die zwar in der Schichtenfolge parallel liegenden, aber in den Ausprägungen variierenden Arten der Grundierung der Erstfassung.²⁸³ In Bamberg zeigt sich dieses Phänomen besonders im Bereich der Dekorationsmalereien in den Archivolten: Hier treten eine weiße und eine orangerote Malschicht stratigraphisch betrachtet nebeneinander auf und sind derselben Zeitstellung zuzuordnen.

Mit der zweiten mittelalterlichen Fassung am Portal kann bereits eine frühe Veränderungsmaßnahme am Portal ausgemacht werden. Wann diese genau erfolgte, muss vorerst dahingestellt bleiben. Annehmen könnte man aufgrund der Ähnlichkeiten in der Vergoldungstechnik mit Synagoge und Ecclesia des Fürstenportals eine ähnliche Zeitstellung mit der Fassung des 1224/25 errichteten Fürstenportals.²⁸⁴ Auch für die Marienskulptur an den nordöstlichen Chorschränken sind laut

²⁸⁰ Hartleitner 2011, S. 89.

²⁸¹ Karl 2015, S. 43-45.

²⁸² Karl 2015, S. 47f. auch für Bamberg: Marienstatue nordöstliche Chorschränken, Hartleitner 2011, S. 32-35.

²⁸³ Variierende Grundierungen zeitgleich nebeneinander: Karl 2015, S. 49, 52, 57-58, farbige Grundierungen: Karl 2015, S. 58.

²⁸⁴ Hartleitner 2011, S. 112. Blattmetall, das direkt auf Bleiweiß angelegt wurde ist auch in Naumburg nachweisbar: Karl 2015, S. 57, 59-66. Zur Datierung: Weilandt 2015, S. 203; Breuer 1993, S. 7; Breuer 2007, S. 212.

Hartleitner zwei mittelalterliche Fassungen anzunehmen: Die Figur steht seit dem 13. Jahrhundert an ihrem heutigen Standort und zeigt in ihrer ersten Fassung, ähnlich wie Ecclesia und Synagoge, eine Vergoldung direkt auf einem Bleiweißgrund. Die Zweitfassung soll zeitnah erfolgt sein, brachte aber kein neues Farbkonzept mit sich.²⁸⁵ Da eine zeitliche Nähe der beiden ersten Fassungen an der Gnadenpforte wahrscheinlich ist, wäre auch eine Neufassung anlässlich der Weihe und weitgehenden Fertigstellung des Doms 1237²⁸⁶ möglich und scheint aufgrund der hochwertigen farbigen Ausgestaltung als die plausibelste Variante.

Die für die beiden frühen Fassungen verwendete Pigmentpalette ist für mittelalterliche Fassungen durchaus üblich.²⁸⁷ Die Verwendung von natürlichem Lapislazuli ist nicht ungewöhnlich.²⁸⁸ Im Farbauftrag ist die Blaufassung an der Bamberger Gnadenpforte vergleichbar im Auftrag mit der farblichen Gestaltung am Gewand der Trumeau-Madonna des Nordquerhausportals der Kathedrale Notre Dame in Paris.²⁸⁹ Die Ausgestaltung der zweiten Fassung mit Lapislazuli, Goldauflagen und Zinnober zeugt von einer aufwändigen, hochwertigen und auch kostenintensiveren Fassung, die über den finanziellen und gestalterischen Aufwand der ersten hinausgeht.

Während der Untersuchungen bot sich außerdem die Möglichkeit, das Portal mit Hilfe von UV-Lampen²⁹⁰ zu betrachten, um weiterführende Erkenntnisse zu den Schriftresten in den Archivolten zu gewinnen. Zu beobachten war, dass sich fast ausschließlich im oberen Teil des Portals UV-aktive Fassungsreste finden. Aufgrund ihrer Zusammensetzung und Eigenschaften sind ausschließlich die mittelalterlichen Fassungsfragmente deutlich UV-aktiv. Besonders auffällig ist eine überraschend klare Grenze der UV-aktiven Reste: Diese findet sich zwischen der Kapitell- und der Kämpferzone und zieht sich beidseitig über die Türleibungen. Sie orientiert sich nicht am Steinschnitt und nimmt den die Kapitellzone abschließenden Abakus, aber nicht das restliche Kapitell mit auf. Aufgrund dieser Befundlage könnte für das Mittelalter von einer Teilpolychromie, beziehungsweise zumindest von einer deutlichen Betonung der oberen Bauteile ausgegangen werden.²⁹¹

Die offenkundigen Goldreste der reich gestalteten Zweitfassung könnten der Gnadenpforte den Namen *Güllten Porten*²⁹² eingebracht haben. Allerdings ist die Zuschreibung an die Gnadenpforte eher zweifelhaft, bei Pfister ist damit Ende des 19. Jahrhunderts noch das Fürstenportal gemeint,²⁹³ erst

²⁸⁵ Hartleitner 2011, S. 32-45. Vgl. auch Magdeburg: Groll / Böttcher 2012, S. 104.

²⁸⁶ Weilandt 2015, S. 211.

²⁸⁷ Karl 2015, S. 67-78.

²⁸⁸ Vor allem für Frankreich ist die Verwendung von Lapislazuli an Portalen mehrfach nachgewiesen: Pallot-Frossard 2002, S. 73-90.

²⁸⁹ Untersuchung im Rahmen des BMBF-Projektes, unveröffentlichter Analyse-Bericht Tenschert / Drewello 2017.

²⁹⁰ UV-Handlampen, Deffner & Johann.

²⁹¹ Um diese Hypothese zu verifizieren sollten weitere Untersuchungen erfolgen. Vergleichsbeispiele fehlen bislang.

²⁹² Kroos 1976, S. 112.

²⁹³ Pfister 1896, S. 21-22; Pfister 1896, S. 5.

Renate Kroos äußert die Vermutung, dass aufgrund der gefundenen Farb-/Goldreste die Gnadenpforte gemeint sein könnte.²⁹⁴ Es könnte insgesamt auch das ockerfarbene Erscheinungsbild als *güllten* angesprochen worden sein, damit käme aber nicht nur die Gnadenpforte in Frage.



Abb. 9. Ansicht der Archivolten der Veitspforte mit marmorierter Ockerfassung (Tenschert 2018).

Zu klären bleibt schließlich der Zeitpunkt der Ausführung dieser flächenhaften Ockerfassung. Betrachtet man die Veitspforte des Bamberger Doms – das Nordquerhausportal –, werden dort vor allem in den Archivolten Reste einer changierenden Ockerfassung augenfällig (Abb. 9). Wie auch für die Gnadenpforte ist nicht belegt, wann genau diese farbliche Gestaltung ausgeführt wurde. Naheliegend wäre auch hier eine Farbgebung des 17. Jahrhunderts. Mögliche Zeitpunkte wären die Arbeiten um 1644/45²⁹⁵ oder die wenig später ausgeführten Maßnahmen des Tünchers Adam Breuning, der 1664/65 für das Renovieren von vier Domtüren bezahlt wurde.²⁹⁶ Hartleitner wies für diese Zeit am Fürstenportal eine graue Zweitfassung mit ockerfarbenen Bestandteilen nach, die auf einer ockerfarbenen Schicht aufliegt.²⁹⁷ Ähnliche Befunde – grau auf ocker – sind auch an der Gnadenpforte zu beobachten, möglicherweise stammt die dünne graue Sicht über der Ockerfassung hier aber von einer nachträglich verschwärzten Bleißweißeintönung, bedingt durch Bleisulfidbildung

²⁹⁴ Kroos 1976, S. 112; Diemer 2015, S. 396.

²⁹⁵ Pfister 1896, S. 5-6.

²⁹⁶ Pfister 1896, S. 10.

²⁹⁷ Hartleitner 2012, S. 116; Hartleitner 2011, S. 93ff.

aufgrund von Umwelteinflüssen. Die Ockerfassung bestimmt auch heute noch das äußere Erscheinungsbild der Gnadenpforte und wurde bis auf die partielle bleiweißhaltige dünne Eintönung nicht durch ein neues, umfassendes Farbsystem überfasst. Größere gestaltende Veränderungsmaßnahmen am Portal erfolgten danach nicht mehr.

Auf der Grundlage ausführlicher Beobachtungen vor Ort, kombiniert mit ausgewählten naturwissenschaftlichen Analysen, konnte die Forschung zur Bamberger Gnadenpforte durch neue Erkenntnisse zur Veränderungsgeschichte der Gnadenpforte am Bamberger Dom bereichert werden. Zwei frühe mittelalterliche Farbkonzepte und darüber hinaus auch weitere Restaurierungs- und Reparaturmaßnahmen sind nachweisbar. Die vorliegenden Untersuchungen analysieren das Portal sowohl im Kontext der Nachbarportale am Dom selbst als auch überregional und tragen dazu bei, die Entwicklungen im objektübergreifenden Kontext einzuordnen.

Danksagung

Besonderer Dank gilt Dr. Norbert Jung (Erzbistum Bamberg), der die Untersuchungen im Rahmen des BMBF-Projektes „Mittelalterliche Portale als Orte der Transformation“ genehmigte und unterstützte. Auch der Dombauhütte Bamberg – besonders Mathias König M.A. – sei für die hervorragende Unterstützung gedankt. Ausdrücklich danken möchte ich auch Prof. Dr. Rainer Drewello und Dipl. Geol. Martina Prisl für die Unterstützung und Hilfe bei den Laboruntersuchungen. Für die Vorarbeiten und Recherchen im Rahmen ihrer Masterarbeit (Titel: „Mittelalterliche Kirchenportale im Wandel ihrer Restaurierungs- und Veränderungsgeschichte“, unveröffentlichte Masterarbeit im Masterstudiengang Denkmalpflege, Otto-Friedrich-Universität Bamberg, 2017) bedanke ich mich bei Anne Regenfus.

3.3. Digitale Analyse von Zeitschichten: Schriften und Veränderungen, mögliche Rekonstruktionen: Die Inschrift am Pariser Südquerhausportal

Publikation: Cathedral Notre²⁹⁸ Dame in Paris – Inscription of the south transepts façade: Medieval relict or 19th century recreation?

Zitierweise der bereits veröffentlichten Version: Tenschert, Ruth: Cathedral Notre Dame in Paris – Inscription of the south transepts façade: Medieval relict or 19th century recreation?, in: Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLII-2/W15, 1141–1147, 2019, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-1141-2019>.

Zusammenfassende Vorbemerkungen:

Im Mittelpunkt der Untersuchung stand die Analyse der Veränderungsgeschichte anhand eines hochauflösenden 3D-Oberflächenmodells, das eine detaillierte Gegenüberstellung der einzelnen Buchstaben der Inschrift erlaubte und darüber hinaus Rückschlüsse auf die Arbeitstechniken im 13. und 19. Jahrhundert zuließ. Mögliche historische Schreibweisen konnten rekonstruiert und visualisiert werden. Das Ziel einer Verifizierung von den vor Ort gemachten Beobachtungen mit objektiven Aufnahmemethoden ohne Zuhilfenahme von Laboranalysen wurde über die rein digitale Analyse und Vergleiche der Buchstaben erreicht. Auch eine Antwort auf die Frage, ob die Inschrift vor oder nach dem Versatz der Quader gehauen wurde, konnte mit Hilfe der hochauflösenden 3D-Daten geleistet werden, da kleine Versätze in den Grundlinien des Schriftbandes nachgewiesen werden konnten. Diese hätten sich nicht ergeben, hätte man die Begrenzung vor Ort mit dem Lineal angezeichnet und gehauen. Erstaunlich war auch die Präzision mit der sowohl die Steinmetze des 13. Jahrhunderts als auch die des 19. Jahrhunderts die Buchstaben ausarbeiteten und durchgängig nur minimal von der durchschnittlichen Schriftbandtiefe von 6 mm abwichen. Die ausführliche Analyse der Buchstaben selbst zeigte deutlich die unterschiedliche Herangehensweise der zwei Zeitstellungen: Während die mittelalterlichen Buchstaben freier gestaltet und zum Teil spielerisch ausgestaltet wurden, sind die des 19. Jahrhunderts mitunter sogar geometrisch konstruiert und muten auch sonst eher starr an. Da die Buchstaben auf dem zweiten westlichen Stein äußerst gedrungen wirken, sind Überlegungen zu anderen Schreibweisen angestellt und visualisiert worden, die aus historisch überlieferten Schreibweisen resultieren. Favorisiert wird nach der Rekonstruktion mit Hilfe der mittelalterlichen Buchstaben die übliche, verkürzte Wiedergabe MS für „Mense“ auf dem originalen Stein, was im 19. Jahrhundert beim Austausch zu den ausgeschriebenen „Mense“ verändert wurde und so weniger Platz für die übrigen Buchstaben blieb.²⁹⁹ Damit ist ein wichtiger Beitrag zur Veränderungsgeschichte der Monumentalinschrift und der Südquerhausportalanlage geleistet worden.

²⁹⁸ Im veröffentlichten Original abweichend mit Tippfehler „Norte“ statt „Notre“.

²⁹⁹ Die hier zusammenfassend dargestellten Erkenntnisse sind ausführlich in Tenschert 2019b und Albrecht / Drewello / Tenschert 2021 aufgeführt.

Für die Analyse war das aus der hochauflösenden, dreidimensionalen Aufnahme resultierende 3D Modell entscheidend. Dieses Modell und die digitalen Analysemöglichkeiten waren der Schlüssel, um die Hypothesen untersuchen zu können. Mit Hilfe eines oder mehrerer Fotos und den klassischen rein kunsthistorischen Betrachtungen der Buchstaben hätten die notwendigen, präzisen geometrischen Messungen und Untersuchungen nicht umgesetzt werden können. Auch ein weniger hochauflöstes Modell hätte aufgrund der geringen Abweichungen der Maße nicht ausgereicht.³⁰⁰ Nur verzerrungsfreie, maßhaltige und orthogonale Darstellungen der Buchstaben in der durch das Modell gegebenen Auflösung machte den Vergleich miteinander und die Erkenntnisse zur Geometrie und Gestalt der Buchstaben möglich. In diesem Fallbeispiel war die Methodik daher essentiell, um ein Ergebnis erzielen und die neuen Erkenntnisse überhaupt gewinnen und visualisieren zu können.

Die Ergebnisse der Analyse der Inschrift am Südquerhaus der Kathedrale Notre Dame in Paris wurden von der Verfasserin auf der internationalen Leittagung der CIPA Heritage Documentation Gruppe von ICOMOS und ISPRS vorgestellt. Die Tagung unter dem Titel „27th International Symposium CIPA Avila 2019. Documenting the past for a better future“ fand im September 2019 statt. Die open access, double blind peer-reviewed Veröffentlichung des Beitrags erfolgte zeitgleich zur Tagung.

Anmerkung zum Forschungsstand:

Im Nachgang an die Veröffentlichung des Aufsatzes wurde im Rahmen der Arbeiten für die umfangreiche, neue Publikation zum Querhaus der Notre-Dame ein Foto aus dem 19. Jahrhundert vor der Restaurierung der Inschrift unter Viollet-le-Duc gefunden, welches die ursprüngliche Schreibweise der fraglichen vorderen Teile der Inschrift, besonders des ersten Steins, zeigt. Der Zweite war zu diesem Zeitpunkt schon stark fast bis zur Unkenntlichkeit verwittert. Diese neue Erkenntnis wird im Aufsatz „Die mittelalterliche Bauinschrift am Südquerhausportal von Notre Dame in Paris“³⁰¹ erläutert.

³⁰⁰ Vgl. Hinweis auf Genauigkeiten und Auflösung in Kapitel 2.1.3.3. und 2.1.4.

³⁰¹ Albrecht / Drewello / Tenschert 2021.

Cathedral Notre³⁰² Dame in Paris – The inscription of the south transepts façade: medieval relict or 19th century recreation?

Key Words: 3D Documentation, historic restoration, handheld optical tracked laser scanning, 3D analysing

Abstract:

While non-destructive 3D technologies offer outstanding possibilities for analysing shape and similarities in architectural details, and for the monitoring of weathering effects, it has so far been used only rarely for these purposes. This paper shows the application and analysis of high resolution, handheld, optical tracked laser scanning on an inscription at the cathedral of Notre Dame in Paris. The transept's south façade carries a latin inscription dating from 1258, and the common research opinion is that the inscription was copied and renewed during the mid-19th century restoration. In the course of an on-site research campaign, some doubt as to the veracity of this theory arose. Essential questions regarding the inscription concern the workflows of both medieval craftsmen and those from the 19th century. The project's aim was to analyse the inscription for its shape and for any traces left by the craftsmen. Another key question focussed on the originality and authenticity of the inscription. The analysis of the high-resolution 3D data set has confirmed the initial visual impression of differences between the stones and shown that most of the inscription is the 13th century original with only a few parts replaced. The analysis also revealed that the ribbon and the letters must have been carved before the stones were placed. An investigation using historical transcripts, comparative examples and contextual reflections with a detailed analysis of the individual letters also revealed possible changes in the wording of the inscription made during the restoration. A discussion of the possible variants supported by virtual visualisations is also presented.

Introduction

Non-destructive high resolution 3D-recording technologies offer outstanding possibilities for analysing the shape and similarities of building decorations such as sculptures or inscriptions. These methods are especially useful for monitoring weathering effects, but have so far been used only rarely for these purposes. This case study focusses on the application and analysis of high resolution, handheld, optical tracked laser scanning of an inscription at the cathedral of Notre Dame in Paris. The cathedral is one of the most famous UNESCO World Heritage sites in France and one of the few whose building history is well known. As part of the research project "Mittelalterliche Portale als Orte der Transformation", funded by the German Federal Ministry of Education and Research, the portals of the cathedral's transept have been investigated along with portals of several other European cathedrals.

³⁰² Im veröffentlichten Original abweichend mit Tippfehler „Norte“ statt „Notre“.

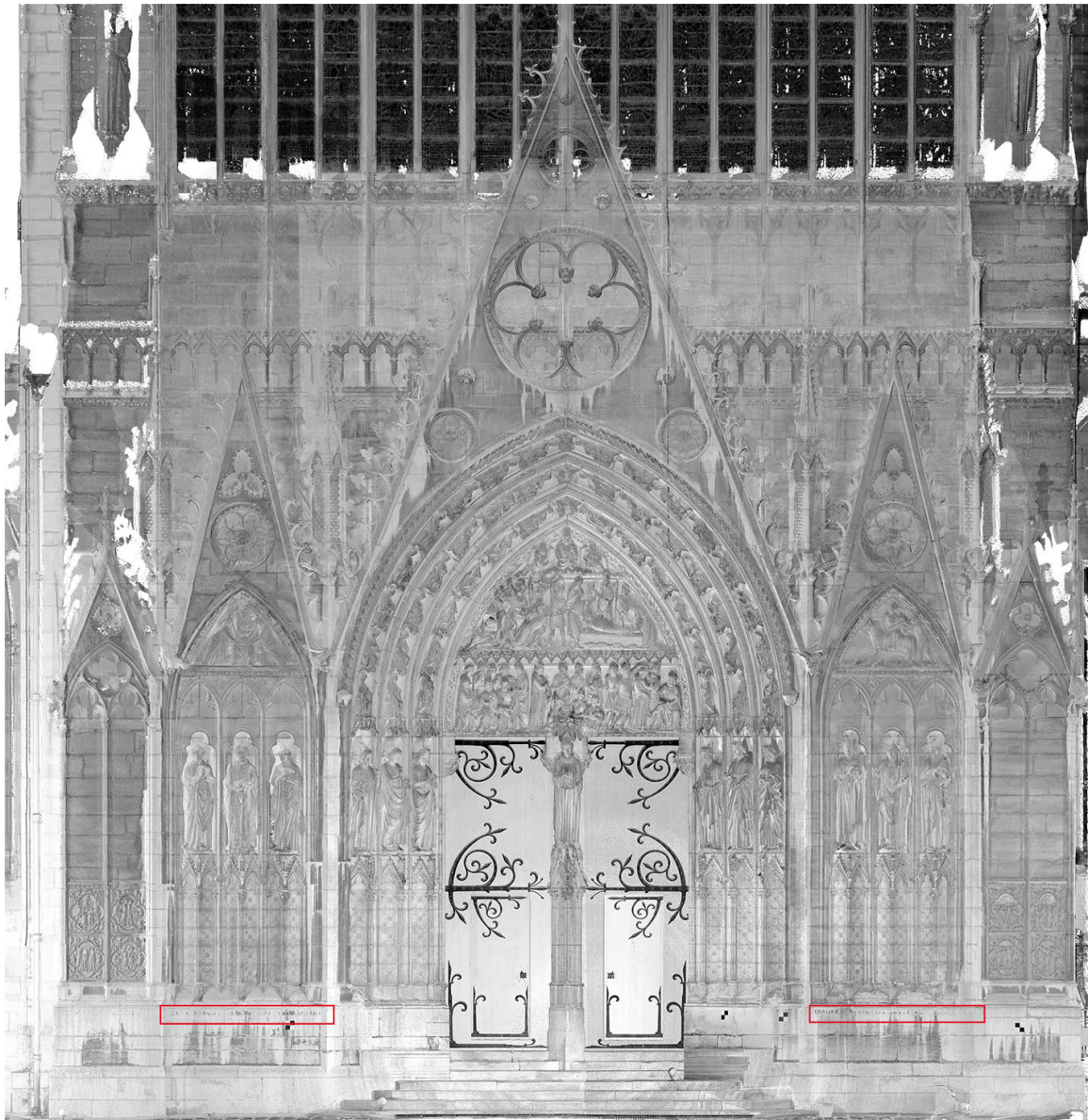


Figure 1. Orthoimage South Transepts Portal, Notre Dame.

The transept's south façade reveals a unique characteristic: the pedestal carries a Latin inscription dating from the time of construction, 1258 (Fig.1). The inscription shows not only the date and the master architect's name – unusual for medieval times – but it is also in a prominent location and quite elaborately crafted. The inscription itself is approximately 8.9m long and 8 cm high, and the depth of the ribbon itself is 6mm. The 110 letters are carved in relief on to ten ashlar stones (Fig. 2), and the latin wording is + ANNO . DNI . M . CC LVII . MENSE FEBRVARIO . IDVS SECVNDO [H]OC . FVIT . INCEPTVM CRISTI . GENIT CIS HONORE KALLENSI LATHOMO . VIVENTE . JOHANNE . MAGISTRO.



Figure 2. Orthoimages of the high-resolution models of the ten stones of the inscription. Red framed stones: 19th century replacement; yellow framed stones: medieval original.

According to current research,³⁰³ it was previously believed that the inscription was copied and renewed during the mid-19th century restoration campaign carried out by Eugène Viollet le Duc.³⁰⁴ However, during an on-site research campaign which also involved a detailed visual analysis of the inscription, some doubt as to the veracity of the replacement theory arose: The craftsmen's traces differ between the stones and only a few of them show evidence of typical 19th century tools. Essential questions regarding the inscription therefore concern the workflows of medieval and 19th century stonemasons: are there differences in how the stones were treated and carved, and were the stones carved before or after they were placed?

By the middle of the 19th century, knowledge of medieval tools and manufacturing and construction techniques was already advanced.³⁰⁵ A better understanding of the construction workflow, however, can still help to answer further questions regarding not only the inscription, but also the transept as a whole. The project's aim was therefore to analyse the inscription for its shape, and also for any traces left by the craftsmen. Another key question focusses on the originality and authenticity of the inscription.

Documentation workflow and postprocessing

To ensure the aims of the project were achieved, a precise 3D documentation with a submillimetre resolution was needed. A resolution of 0.3 mm was provided by the T-Scan2 handheld optical tracked laser scanning system from Steinbichler Optotechnik GmbH (now: Carl Zeiss Optotechnik GmbH).

³⁰³ Albrecht et al. 2019 (Anm. veröffentlicht als: Albrecht / Drewello / Tenschert 2021)

³⁰⁴ Kimpel 1971, S.30-31, 70-77.

³⁰⁵ Hubel 2011a, S.53-57; Völkle 2017; Viollet le Duc 1854–1868, Volume 1, S. 116-166, Volume 2, S. 279-392.



Figure 3. Steinbichler T-Scan 2: Optotrak Tracking system and handheld laser scanner.
(Rahrig/Drewello 2012)

The scanning device has two parts, an optical tracking system and a handheld scanner. The tracking system consists of a camera beam incorporating three infrared cameras, whilst the handheld laser scanner features several infrared diodes which enable tracking (Fig. 3). In addition a controller and computer are necessary. The software used to operate the system is T-ScanPlus 9.00. The tracking system's three cameras define a measuring volume (ca. 2.00 x 3.00 x 2.30m) in which the handheld scanner can be tracked. By scanning the surface in 90mm wide stripes the entire object can be recorded without the need to register every single scan.³⁰⁶ Due to its length, scanning of the inscription and surrounding parts of the base of the south transept's facade had to be carried out in several sections. For each position, the tracking system was moved so that overlapping areas could be scanned, enabling each data set to be registered together. The two parts of the inscription, the western and the eastern part were recorded separately and later aligned to the point cloud from a terrestrial laser scanner (Faro Focus3D), thus ensuring that the accuracy the overall geometry is correct. The data sets were later postprocessed using the scanner's own software, T-ScanPlus 9.00, to do a best fit constrained matching. After the matching and filtering (outliers), the point cloud was triangulated with a max. triangle edge length of 0.5mm. The resulting models, one for each side (east and west), were exported as .stl files and imported into Geomagic Studio 2017 for curvature-dependent small hole filling. For further analysis the resulting .stl files were imported into aSPECT 3D v.16.3 to create cross sections and orthoimages. The base plane was defined for each model on the surface of the pedestal zone.

³⁰⁶ Steinbichler 2012, Anm.: In der veröffentlichten Version abweichend mit 2013 angegeben.

3D data analysis

Unlike previous studies conducted on inscriptions or graffiti, the main focus of this investigation was not simply on reading the inscription,³⁰⁷ but answering questions concerning the medieval and 19th century production and setting workflows, and the craftsmen's choices in tools and the shape of letters.

To find answers to these initial questions, the 3D data sets were analysed using multiple approaches: The textureless surface geometry was used to visualize letter shapes as well as differences in stone variety and surface treatment, particularly the stonemasons' tool traces. High resolution orthoimages were generated from the surface geometry models in aSPECT 3D v.16.3 to give distortion free and dimensionally stable views of both the entire models and single letters. These orthoimages were also used to define and analyse the base lines of the ribbon.

Inscription's framework: the ribbon

To further analyse the dimensions of the ribbon, cross sections (horizontal and vertical) and a deviation mapping from the base plane were created in aSPECT 3D v.16.3 using a level mapping in 1 mm steps. This helped to see if the stones are set correctly or slightly rotated, if the ribbon is the same depth throughout the inscription, and how the location of the stones compares to the surrounding areas (i.e., is the location precise or are there significant deviations between the stones). The sections also help answer questions of working technique, positioning of the stones and the overall precision of execution. To gain information about the depth and shape of the ribbon, a vertical cross section was made every 5mm. The resulting vector lines were exported from aSPECT 3D in .dxf format and used in AutoCAD 2019 to define the average depth of the ribbon for each stone. The inscription's background's level is approximately 6.0mm (Fig. 4).

³⁰⁷ Tenschert et al. 2019; Papadaki et al. 2015, S. 237-243.

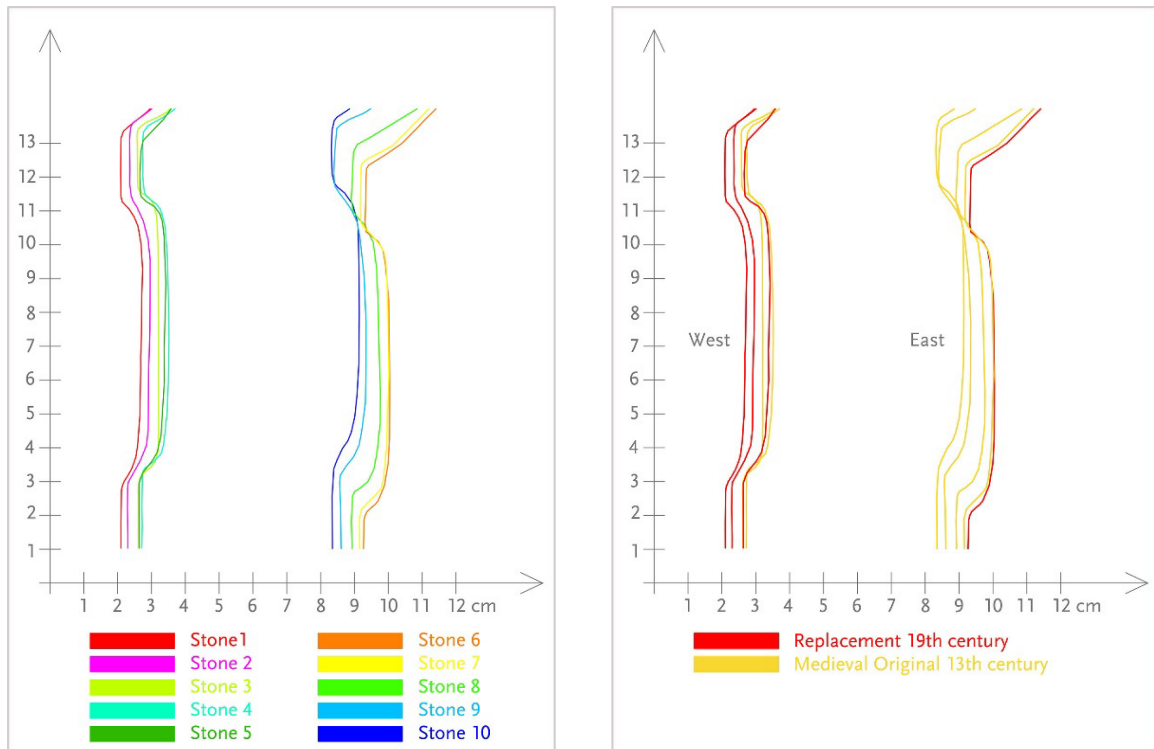


Figure 4. Average vertical cross sections of every stone, comparison between Middle Ages and 19th century.

This depth varies only slightly, in the submillimetre range, on single stones, but bigger deviations in the millimetre range can be detected in areas where weathering has caused greater damage. No significant differences in the depth and shape of the ribbon can be detected between the replaced and the original stones. The letters themselves take up the base level of the stone blocks, and there are minimal differences in the levels between the stones due to the positioning process. Some stones are a little twisted relative to the base level, or are set back a few millimetres from the base level of the pedestal. These deviations are visualised in Figure 5, which shows a 3D model of the entire inscription using coloured contour lines as a depth map.

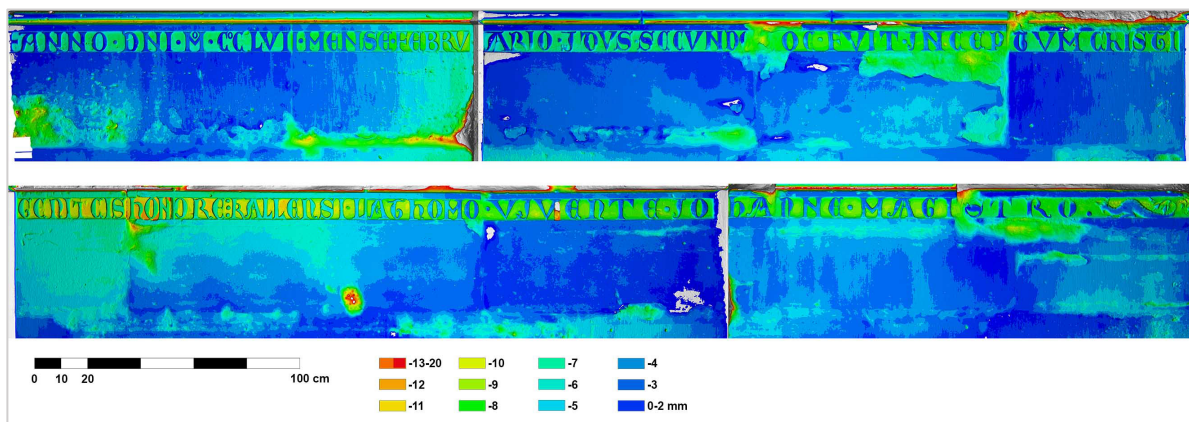


Figure 5. Depth map: western area (above), and eastern area (below). The colours show the deviation from the pedestal surface's base level (dark blue) in 1mm steps to a depth of 2cm (red).

As seen in the orthoimages and vertical cross sections, there are small differences between the heights of the base lines of the ribbon, for example stones 8 and 9 show a difference of 3 mm (Fig. 6). If the inscription had been carved after the stones had been positioned on the construction site, and the ribbon initially sketched with a ruler and then carved not just on a single stone but across the stones' borders, these differences would not be visible.

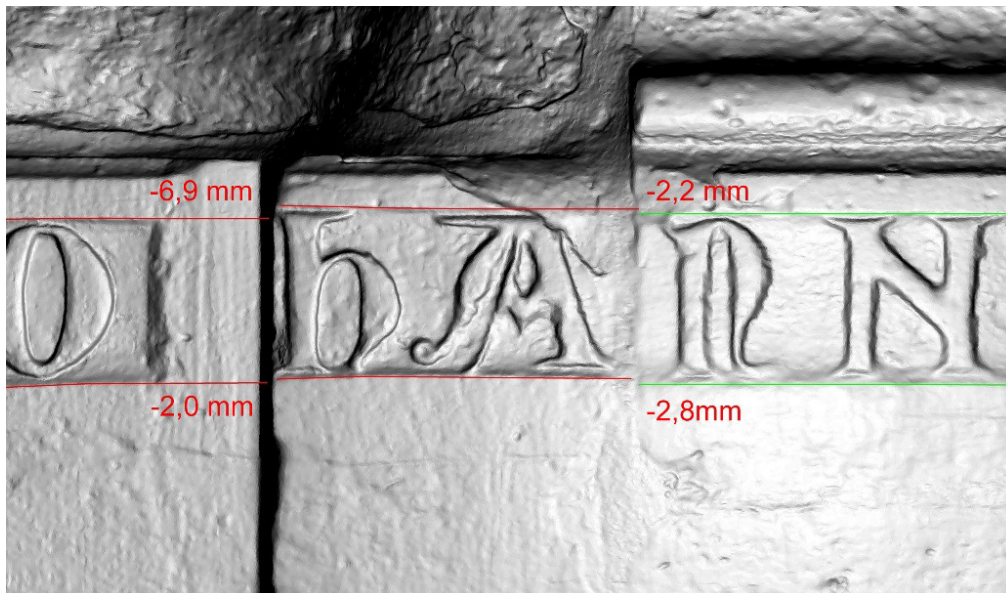


Figure 6. Deviation in the ribbon's base lines between two stones.

Therefore the stone blocks with the inscription must have been premanufactured in the workshop and positioned afterwards. Stones 1 and 2 are positioned very precisely regarding the base lines of the ribbon, which show almost no deviation in height. This observation supports the initial on-site impression - due to the different stone type and the differences in the letters - that these two stones might have been replaced. The lack of deviation might be because of precise levelling in 19th century.

Craftmen's tool traces and shape of letters

The textureless 3D model reveals traces of the craftsmen's tools far clearer than photographs. With appropriate raking light applied virtually, some of the stones show traces of typical 19th century stonemason's tools, for example the vertically ordered lines are evidence of the use of a drove chisel.³⁰⁸ To discuss the design and manufacturing technique of the inscription properly it is necessary to examine the object in detail. The characters are spread over the entire pedestal and sit on an engraved base ribbon. The surrounding material has been carved out leaving the letters protruding and creating a ribbon. The angle between the characters and the background is not strictly 90 degrees, which would have made the optical contrast much bigger and inorganic. Instead, the letters are carved with a slight and smooth transition to the background, making them appear more organic and natural (Fig.7). It

³⁰⁸ Völkle 2017, S. 4-6, 134-139.

would have been considerably easier to notch the letters into the stone and indeed, this technique is much more common, so the approach chosen by the stonemasons in Paris distinguishes the Notre Dame inscription as something extraordinary.³⁰⁹

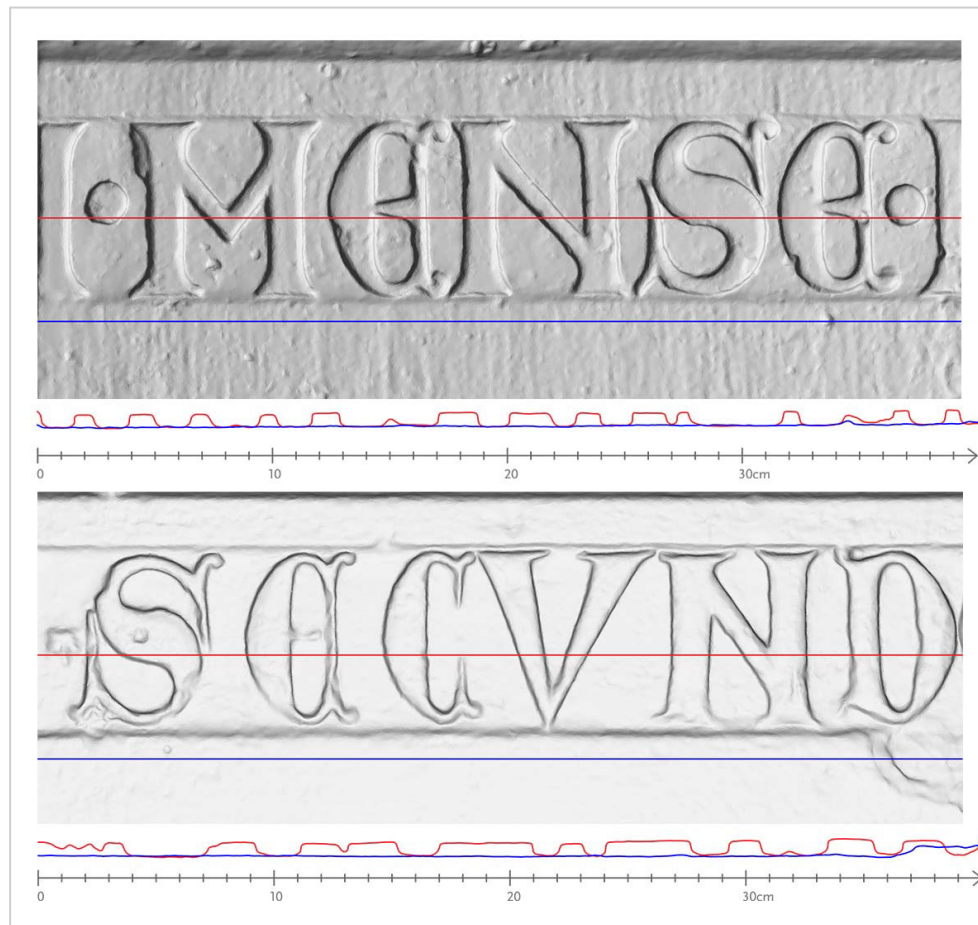


Figure 7. Horizontal cross-section, red through letters, blue base level of stone, 19th century above, medieval below.

On site it was quite obvious that a variety of different limestone types have been used in the pedestal. Some contain round inclusions, which can be seen clearly in the 3D model. These stones also show surface processing which seems typically 19th century, as mentioned above. Therefore the hypothesis after the on-site campaign was: The only original medieval stones are 3,4,7,8,9 and 10 (see also Fig. 2). To verify this theory a further analysis of the letters was necessary. To find differences and characteristics in style of the gothic majuscules and their processing, the letters were grouped according to their location on either medieval or replaced stones. Afterwards the characters were sorted alphabetically and arranged in tables.

All of the letters fit perfectly within the ribbon's borders, with none of them intersecting the base lines, so the letters are all quite similar in height. However, the medieval letters vary tremendously in width

³⁰⁹ Netz 1982, S. 215-216.

whereas the 19th century examples stay within a much more limited size range. For all types of letter it can be observed that there are differences in the shapes of the strokes and serifs between the medieval and newer 19th century letters. Especially fruitful were the comparisons of the A, E and V characters.



Figure 8. Table of As, red frame: 19th century, yellow frame: medieval originals.

The As show significantly different sizes and shapes (Fig. 8). The only 19th century A is very static and geometric compared to the medieval ones. It has a broken central beam and its top beam is hook-shaped to the left. The left stroke is curved and has an arched swelling, and the inner contour is rounded towards the central beam. The medieval As are all very different; all except one are designed with a double left shaft, the outer one with an arched and curved swelling and the inner one with only a thin line. The swashes have varying hook-shapes and do not resemble each other in detail. One A is also executed with a broken central beam. The A which has no second left beam has a peculiarity in the design of the central beam. It has been replaced by a vertical arch, leaning against a short horizontal attachment. The widths of the As dated to the Middle Ages range from 6.69 to 10.73cm, with a largely constant height of 8cm.

The 19th century Es are constructed geometrically, the ones on the replaced stones can be mirrored along the middle axis, as shown in Fig. 9. The central beams are wedge-shaped and the letters are closed. At the ends there are hook-shaped, curved and knot-like endings which can be connected with a vertical line. The inner contours above and below the central beam are carved uniformly. The widths

of the 19th century Es differ by only a few millimetres (between 5.20cm and 5.42cm), a variation of just 4%. In contrast, the medieval letters are clearly designed differently: Their swashes and ends are all distinctive, they protrude differing distances and do not have the same knot-shaped terminations as the 19th century characters. The variance in letter width is 22% (4.91cm to 6.33cm).

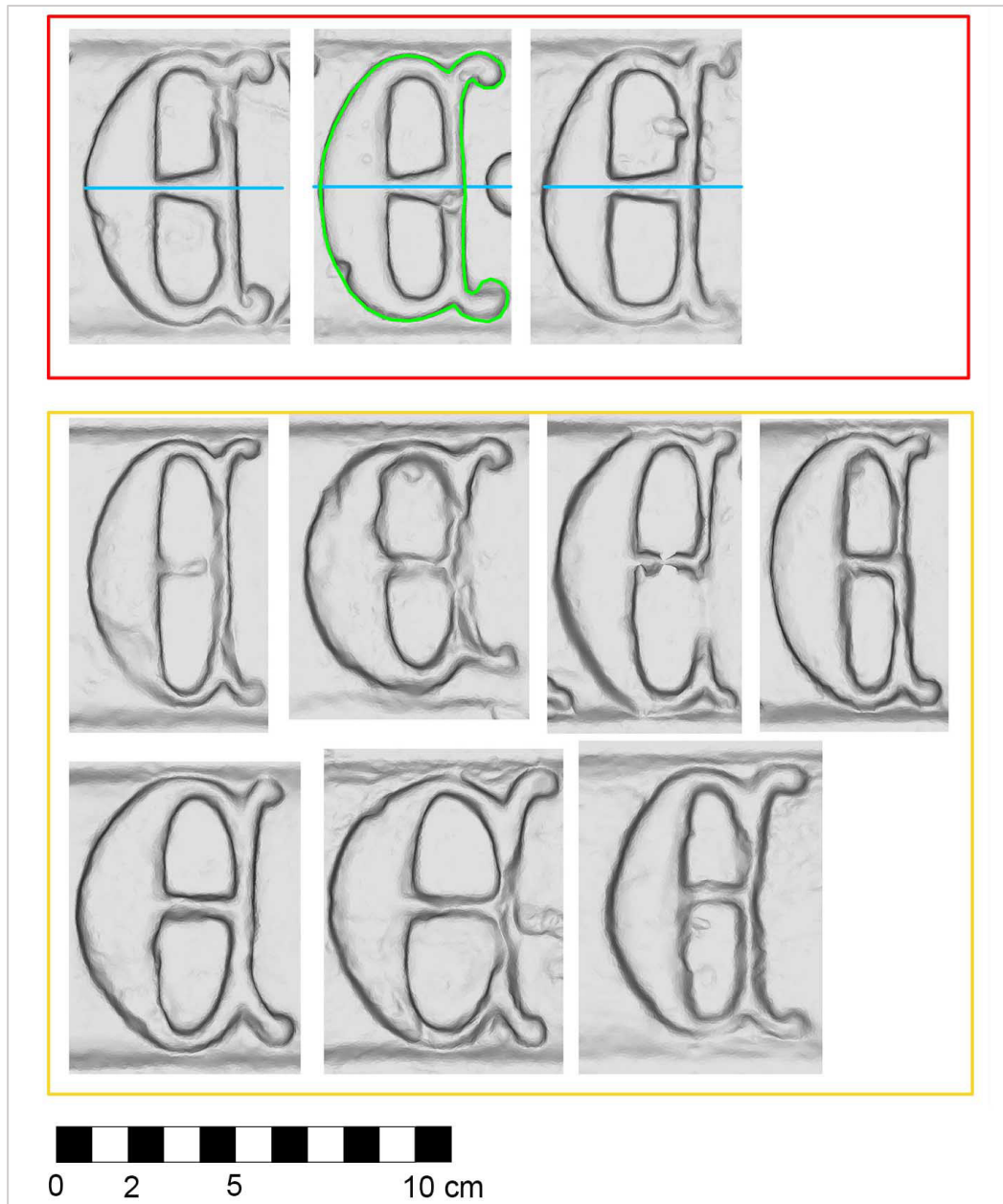


Figure 9. Letter Es: above in red frame 19th century Es; blue: middle axis; green: mirrored parts; below in yellow frame: medieval Es.

The 19th century Vs are constructed comparably strictly around the vertical middle axis and the variation in width (19%) is only half that of the medieval characters (40%, between 7.50cm and 12.52cm) (Fig 10). The transition from the angled strokes to the serif is also curved on the newer stones, whereas in the medieval examples it is asymmetrical, the legs are not curved and the transition from the bevel to the top strokes is triangular.

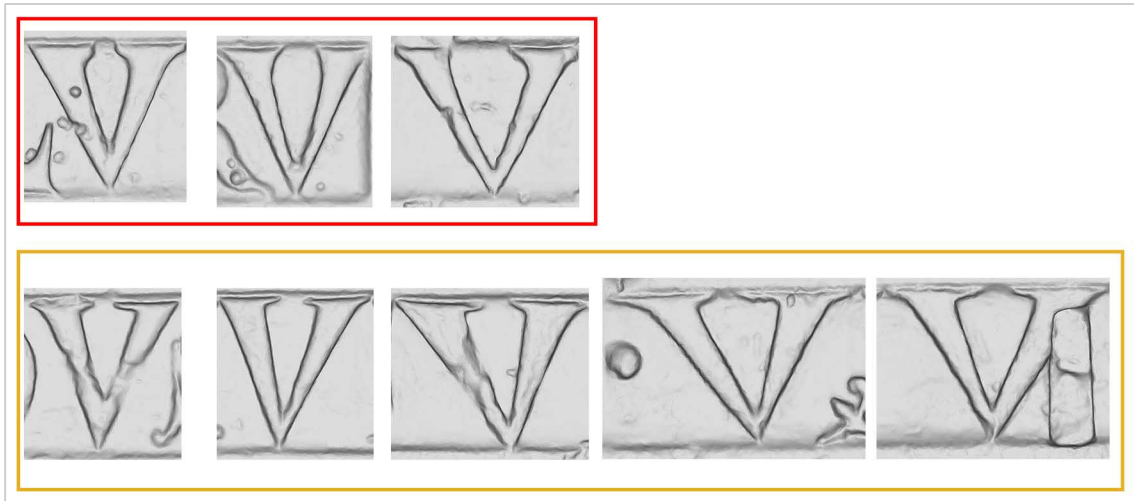


Figure 10. Table of Vs, red frame: 19th century; yellow frame: medieval.

Another characteristic of the medieval letters are the “lettre fleuries”, small floral details. These playful details can be found on the As, Is and Rs and correspond in style to the small dragon at the end of the eastern ribbon (Fig. 11). These decorative characteristics are derived from images found in illuminated medieval manuscripts. Overall, it is clear that the medieval letters are carved in a much freer manner than the 19th century ones. The newer letters have shafts that are strictly perpendicular to the ribbon’s base line, while the originals vary around that 90° angle. These variations make the medieval letters look more natural and individual than the ones on the replaced stones. Here, too, the findings suggest a painted and subsequently elaborated medieval font design, in contrast to the geometrical font of the 19th century, for which it is obvious stencils were used.



Figure 11. Medieval “Lettre Fleuries” and dragon.

Inscription's content

Further observations from the precise analysis raise further questions about the 19th century approach to the content. The letters on stone 2 are arranged tightly and become narrower towards the portal, and the spaces between them become almost non-existent (Fig. 12). The I at the beginning of the stone even had to lose its left serifs during the stone positioning process. Why are the letters so crowded, when the medieval ones are so much more spacious and freely distributed along the length? Did the 19th century craftsmen simply make the letters of the first stone too wide and the spaces between them too generous? Were there abbreviations in the original not included in the replacement? Was there a different number, or even different numerals used? (Fig. 12)

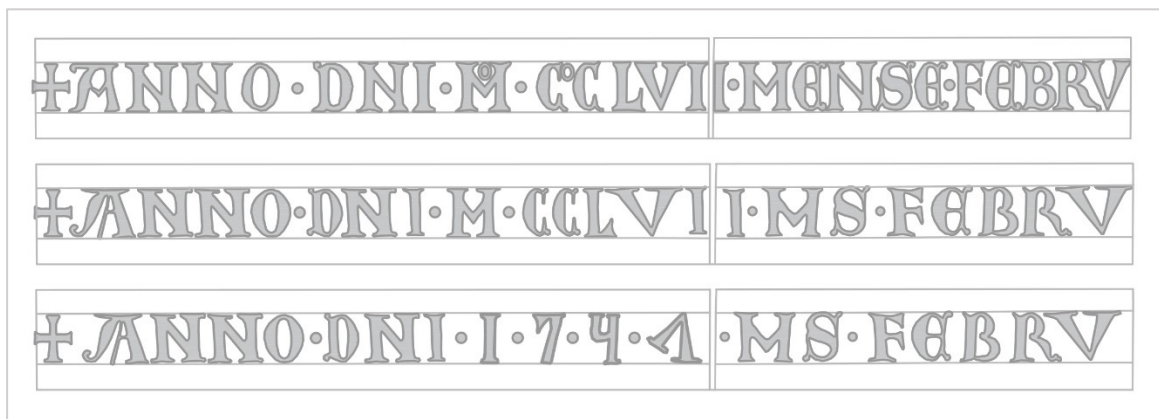


Figure 12. Graphical reconstruction of the inscription's first two stones; above: existing stock of the 19th century replacement, middle: Reconstruction of the medieval stock using the medieval letters and the abbreviation MS instead of MENSE, below: Reconstruction of the medieval stock using Arabic numerals.

The theory that the letters of the first stone are too wide can be dismissed, and the distances between them are also not significantly different from those on the medieval stones 3 and 4. It is possible that the phrase Anno Domini was originally abbreviated differently, for example AD, however, the abbreviation DNI was just as common in medieval times.³¹⁰ Considering the hypothesis that the original might have shown a different number or used other numerals, it must be noted that old written transcripts of the inscription also mention the number 1257.³¹¹ Also, while Roman numerals were still commonly used in the 13th century, it would certainly have been more space-saving to use Arabic numerals. These had already been known in Europe for about two centuries in medieval writing rooms, and used in their handwritten manuscripts. Kunitzsch refers here to the two Isidor manuscripts, the Codex Vigilanus of 976 and the Codex Emilianus of 922, which were the first to illustrate Arabic numerals in the West Arabian form and makes convincing arguments as to their use in 12th century

³¹⁰ Cappelli 1928, S. XIV, 105, 208, 217, 227, 482, 483, 485, 488.

³¹¹ Corrozet 1581, S. 87.

manuscripts.³¹² However, Arabic numerals have not been found in building inscription dates before the 15th century. It must therefore be assumed that since the problem of space is not due to the content or shape of the first stone, it must be due to the two words on the second stone. The first part of FEBRVARIO can be assumed to be correct because it is adapted to the medieval stock ARIO on the third stone; the word MENSE remains. In the manuscripts and inscriptions of the Middle Ages it was not unusual to abbreviate mense as m or ms.³¹³ For example, a contemporary and content-related building inscription on a gothic parish church in Audenarde, Belgium, from 1234 uses M to abbreviate MENSE.³¹⁴

There are some sources that may support the thesis that the known transcripts of the inscription before restoration are not epigraphically correct. For example they wrote out Anno Domini completely, Corrozet in the 16th century wrote domini instead of dni for clarity, cristi is transcribed with an H, and genitricis is written out in full.³¹⁵ The last two examples were changed in the 19th century and could therefore also have differed in spelling in the 16th century, but the missing H in Johanne from a medieval stone confirms that the 16th century transcriptions were not always correct. The situation is similar with transcriptions from the early 19th century, which ignores the abbreviation Dni for Domini or abbreviate Secundo.³¹⁶ This is why it seems at least possible that the word mense was abbreviated in the medieval inscription and that this gave rise to the problem: using the abbreviation, with the average width of the medieval letters and a wider space between them, the letters could still be distributed well on the stone without having to crowd each other (Fig. 12).

Given the historical tradition and the possible abbreviations, which of the variants is the most convincing? To investigate possible solutions, reconstructions have been made using the actual size of stones 1 and 2 and examples of medieval letters taken from other parts of the inscription. To reconstruct the variation with Arabic numerals, models from the handwritten manuscripts were used, customised in the overall style of the medieval inscription.

Figure 12 shows, at the top, the existing stones with the 19th century letters. In the middle a version using medieval letters and an abbreviation is displayed. It shows that the text, with the slight change from MENSE to MS, fits very naturally in the available space, and the letters don't seem so tightly arranged as in the 19th century piece. To ensure the letters fit into the given space the widest medieval letters of each type were used for the virtual reconstruction. The reconstruction below goes one step further and uses Arabic instead of Roman numerals. It fits quite satisfyingly according to the space and dimensions of the ribbon, but using Arabic numerals in the middle of the 13th century would have been revolutionary and contradicts the prevailing research that says they weren't used on building

³¹² Kunitzsch 2005, S. 20-29.

³¹³ Cappelli 1928, S. XIV, 105, 208, 217, 227, 482, 483, 485, 488.

³¹⁴ Stein 1909, S. 44; De Borchgrave d'Altena 1962, S. 143-152; Devos 1978, fig. 65/66; Van den Abeele-Bellon 1979, S. 1.

³¹⁵ Corrozet 1581, S. 87.

³¹⁶ Whittington 1809, S. 118; Galignani 1846, S. 291.

inscriptions until the 15th century. Considering these facts and the historical traditions the reconstruction of the original wording “ANNO DNI M LCCII MS FEBRU[...]” appears the most convincing option.

Conclusion

The detailed analysis of this high resolution 3D documentation of a medieval inscription has made a huge contribution to answering questions of the history of the cathedral of Notre Dame in Paris; in particular regarding the effects of the 19th century restoration on the south transept inscription. The analysis of the 3D data set has not only confirmed the initial visual impression of certain differences between the stones, but has also shown that most of the inscription is still the 13th century original and that only a few parts were replaced during the restoration. The 19th century stones show significantly different characteristics in both the appearance of the letters and surface treatments; these tool traces are only visible in the 3D data. Although the 19th century stonemasons closely imitated the manufacturing technology and workflow of the medieval craftsmen regarding the geometry of the ribbon, the high resolution 3D surface model reveals small differences in the surface due to the use of more modern tools such as the drove chisel. In addition, the shape of the ribbon and the letters have also been analysed using the 3D data, with virtual raking light revealing the variety of tools used to work the stone surface.

Analysing the depth of the ribbon and the letters using virtual contour lines and cross sections was fruitful in providing insights regarding deviations between the single stones and the precision of the craftsmen in staying within a very limited deviation range from the 6mm frame. These findings enable conclusions to be drawn regarding the differences in manufacturing processes and techniques used in medieval times and the 19th century.

The close analysis also revealed important findings regarding the precise location/positioning of the inscription. Small differences in the ribbon framing the letters at the joins between stones show clearly that the ribbon and the letters must have been premanufactured in the cathedral’s workshop before the stones were placed on the medieval construction site. An investigation using historical transcripts, comparative examples, building archaeology and contextual reflections, combined with a detailed analysis of the individual letters in the 3D data have also revealed possible changes in the wording of the inscription made during the restoration in the mid-19th century. Subsequently, a discussion of the possible variants supported by visualisations led to a convincing result that the wording of the medieval original might have been changed in 19th century and therefore led to the tightly arranged letters on stone 2.

Acknowledgements

First of all the author gratefully acknowledges the DRAC Île de France, especially Mde. Dupas in supporting the research project “Mittelalterliche Portale als Orte der Transformation” funded by the German Ministry of Education and Research and led by Stephan Albrecht, Rainer Drewello and Stefan Breitling (University of Bamberg). I would also like to thank my colleagues Sören Siebe and Nadja Fröhlich, Leander Pallas, John Hindmarch and Max Rahrig for their support and Estelle Ingrand Varenne (CNRS-CESCM) for her great advice on medieval inscriptions in France.

3.4. Vergleichende Untersuchung der Veränderungsgeschichte an Portalen vom Mittelalter bis ins 20. Jahrhundert am Beispiel der Pariser Querhausportale

Publikation 4: Portale unter dem Mikroskop: Spurensuche am Pariser Querhaus

Zitierweise: Drewello, Rainer / Tenschert, Ruth: Portale unter dem Mikroskop: Spurensuche am Pariser Querhaus, in: Die Querhausportale der Kathedrale Notre Dame in Paris, hg. von Stephan Albrecht, Stefan Breitling und Rainer Drewello, Petersberg 2021.

Zusammenfassende Vorbemerkungen:

Die beiden Querhausportale der Notre-Dame in Paris waren das Thema der vergleichenden Untersuchung. Von Interesse war neben dem ursprünglichen Erscheinungsbild auch die Veränderungsgeschichte, die spannende Parallelen in der Entwicklung und Behandlung der Portale und Innenräume der beiden Querhausarme aufwarfen. Das mittelalterliche Bild der Außenseiten mit den figuralen Trichterportalen war den Befunden zufolge deutlich unterschiedlich gestaltet: im Norden gibt es mehrere Befunde, die auf eine bzw. mehrere mittelalterliche polychrome Gestaltungen hinweisen. Im Süden hingegen fehlen diese völlig, hier ist eine monochrome bis grisailleartige Gestaltung mit einer Lasur und mit der leichten Betonung einzelner architektonischer Elemente sowie einer Augenzeichnung der Figuren nachzuweisen. Entscheidend für das heutige Erscheinungsbild waren Veränderungen, die zum Teil synchron erfolgt sein müssen, etwa Maßnahmen um 1725 und die Neufassung des Revers unter Viollet-le-Duc, sowie letztlich die letzte einschneidende Reinigung im Innenraum im 20. Jahrhundert.³¹⁷

Die Kampagne im 18. Jahrhundert konnte mit der schriftlichen Überlieferung in Einklang gebracht werden. Die quellentechnisch bekannten, gestalterischen Eingriffe des 19. Jahrhunderts im Süden am Außenbau konnten ebenfalls bestätigt werden. Für die Fassade im Süden ist die Verwendung des neuen für die Konservierung von Stein eingesetzten Wasserglases greifbar geworden. Für das Innere ist die Verwendung neuer Materialien für die neugotische Fassung nachgewiesen. Neue Pigmente, die verwendet wurden, belegen den Ausführungszeitpunkt im 19. Jahrhundert. Die Reste der polychromen Gestaltung am Blendmaßwerk des Portalrevers beweisen, dass auch die Reverswände in die umfassende Neugestaltung des Innenraums, die die bildlichen und schriftlichen Quellen zur Planung der Kapellenfassung zeigen, einbezogen wurden, auch wenn sie in den Planungen Viollet-le-Ducs nicht gesondert erwähnt oder beschrieben sind. In ihrem Ausmaß werden die gestalterischen Maßnahmen unter Viollet-le-Duc im Inneren deutlich, wenn man das Foto von Médéric Mieusement aus dem Jahr 1892 mit Blick ins nördliche Querhaus betrachtet: Von der gemalten Wimpergarchitektur, über die gleichmäßige Quadermalerei, die bis unter das Gesims des Triforiums gezogen ist, bis hin zu den

³¹⁷ Dazu ausführliche Ausführungen in der Publikation: Drewello / Tenschert 2021.

floralen und figuralen Ausmalungen in den Lanzetten und Abschlüssen des Blendmaßwerks wird das Gesamtkonzept greifbar, das auch die angrenzenden Querhauswände mit einschloss. Von diesem Zeugnis einer umfassenden, prachtvollen Kircheninnenraumgestaltung des 19. Jahrhunderts ist heute nach einer Reinigung im 20. Jahrhundert aus der Ferne nichts mehr zu erkennen. Bei genauer Betrachtung finden sich in den Zwickeln und Kehlen der Blendarkatur wie bereits erwähnt noch heute kleine Inseln der Fassung des 19. Jahrhunderts.³¹⁸

Der Aufsatz zur Polychromie und Veränderungsgeschichte am Pariser Querhaus wurde gemeinsam mit Prof. Dr. Rainer Drewello erarbeitet. Die Autoren sind alphabetisch genannt. Die Verfasserin hat im Projektverlauf am Nordquerhausportal und am nördlichen Querhausrevers die Untersuchung vor Ort und die Probennahme vorgenommen und für die Proben auch die mikroskopische sowie REM-EDS-Analyse durchgeführt.³¹⁹ Die hochauflösende 3D-Aufnahme der Trumeaumadonna ist in enger Absprache mit der Verfasserin von Leander Pallas (Hiwi) und Magdalena Tebel (Projektmitarbeiterin) gemacht worden. Die weitere Bearbeitung des Datensatzes hin zum fertigen 3D-Modell übernahm die Verfasserin. Durch sie erfolgten außerdem die Recherchen zu historischen Fotografien, schriftlichen Quellen (v. a. die Zusammenstellung von Viollet-le-Duc zu der Konzeption der Kapellen), der Kontextualisierung zur zeitgeschichtlichen Entwicklung hinsichtlich verwendeter Pigmente und Materialien sowie des Zeitgeschmacks. Auch erfolgte die Bearbeitung des bisherigen Forschungsstandes unter Einbeziehung der Masterarbeit von Anna Hartmann, die 2013 angefertigt wurde. Rainer Drewello hat 2012 das Stephanusportal im Süden und die Figuren im Musée de Cluny untersucht und die FT-IR-Auswertung aller Proben (auch des Nordportals) übernommen. In der gemeinsamen Diskussion wurde die Kontextualisierung der Erkenntnisse des Nord- und Südquerhauses erbracht, sowie die übergreifende Interpretation der Befunde.

³¹⁸ Siehe dazu ausführlich: Drewello / Tenschert 2021.

³¹⁹ Einige Messungen hat Dipl. Geol. Martina Pristl übernommen.

1 Einführung

Das Südquerhausportal von Notre-Dame in Paris ist im Gegensatz zu vielen anderen Portalen gotischer Kathedralen zeitlich recht genau einzuordnen. Im zweigeteilten Sockel der Fassade befindet sich eine Inschrift, die seine Entstehung mit den Worten angibt: + ANNO . DNI . M . CC LVII . MENSE FEBRVARIO . IDVS SECVNDO [H]OC . FVIT . INCEPTVM CRISTI . GENIT CIS HONORE KALLENSI LATHOMO . VIVENTE . JOHANNE. MAGISTRO. Zwar sind die beiden Werksteine mit der Jahresangabe AD 1258 Austauschstücke der Renovierung der 1860er Jahre, dennoch sprechen gute Gründe für eine getreue Wiedergabe des Textes aus dem 13. Jahrhundert (Abb. 1 und 2).



Abb. 1: Inschrift Südquerhaus Ost; entstehungszeitliche Inschrift, 13. Jahrhundert (Breitling 2012).



Abb. 2: Inschrift Südquerhaus West; neu geschlagene Inschrift, um 1860 (Breitling 2012).

Auf der Grundlage der fachübergreifenden Untersuchung der beiden Querhauseingänge im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts „Mittelalterliche Portale als Orte der Transformation“³²⁰ in den Jahren 2012, 2013 und 2016 lassen sich mehrere Thesen ableiten. So ist die Datierung des Südportals und seine Entstehung im Jahr 1258 im Kontext der Entstehungsgeschichte anderer Kirchenportale im Grunde als verlässlich einzustufen. Die zeitliche Einordnung des Nordportals hängt mit der des Südportals zusammen und kann nicht getrennt von dieser betrachtet werden.³²¹ Des Weiteren zeichnet sich das Südportal im Außenbereich durch ein puristisches Erscheinungsbild aus, das es von den polychromen Gestaltungen im Westen und im Norden unterscheidet. Änderungen hat es an der Außenfront gegeben, nicht nur mit der Teilerneuerung des Sockels und der Archivolten, sondern auch durch die Kompletterneuerung der Standfiguren einschließlich des Stephanus vom Trumeaufeiler. Eine Wiederverwendung der fragmentarisch erhaltenen und im Musée de Cluny aufbewahrten Originale scheint nicht näher diskutiert worden zu sein.

³²⁰BMBF-Projekt „Mittelalterliche Portale als Orte der Transformation“ 2015–2018, Koordination und Projektleitung: Prof. Dr. Stephan Albrecht, Mittelalterliche Kunstgeschichte. Fachbereich Bauforschung: Prof. Dr.-Ing. Stefan Breitling. Fachbereich Restaurierungswissenschaften: Prof. Dr.-Ing. Rainer Drewello.

³²¹Tenschert 2019b. Vgl. auch die Beiträge von Stephan Albrecht, Rainer Drewello und Ruth Tenschert sowie von Stephan Albrecht und Stefan Breitling in diesem Band (*Anm.* Gemeint ist Albrecht / Breitling / Drewello 2021).

Die Eingriffe am Außenbau und dem Revers werfen die Frage auf, welchen Veränderungen der mittelalterliche Bestand in den vergangenen 750 Jahren unterzogen war und was vom mittelalterlichen Geist bis heute überdauerte. Fasst man die Problemstellung zusammen, ergeben sich drei Fragekomplexe: Sind die unterschiedlichen Farbgebungen von Süd- und Nordportal intentionell begründet oder ein Ergebnis der Restaurierungsgeschichte? Wie erklärt sich das Erscheinungsbild der Portale an den Außen- und Innenseiten? Wie belastbar sind die Hinweise zur Datierung des Portals? Und schließlich: Welche Indizien zur Veränderung der Architektur lassen sich aus den materiellen Befunden ableiten? An diesem Punkt setzte das restaurierungswissenschaftliche Untersuchungsprogramm im Jahr 2012 an.

2 *Untersuchungskonzept und Arbeitsmethodik*

2.1 *Begutachtung, Vermessung und Laborroutinen*

Am Anfang der Untersuchung stand eine optische Begutachtung der Portale in den Jahren 2012 und 2016. Sie war verknüpft mit einer ersten Fotodokumentation und orientierenden Vermessung des Querhauses, welche die Portalaußen- und Innenseiten und die Gewölbeunterseiten beinhaltet und mit berührungslosen 3D-Scan-Techniken erfolgte.³²² Ergänzend wurde die teils noch entstehungszeitliche Bauinschrift des Südportals durch berührungsloses und zerstörungsfreies 3D-Laserscanning erfasst.³²³ Sämtliche weiteren Dokumentations- und Untersuchungsarbeiten unterlagen der Beschränkung auf einen Zeitraum von drei Wochen, hatten die laufende Nutzung des Kircheninnenraums zu respektieren und fanden nur im Umfeld der in den Portaltrichtern errichteten Gerüste und dem begehbaren hölzernen Windfang statt. Der eingeschränkte Untersuchungsbereich erklärt die Konzentration der beidseitig vorgenommenen Befunderhebung auf zwei horizontale Achsen bis oberhalb der Kämpferzone. Zu suchen war nach den noch erkennbaren, zeitlich unterschiedlichen Veränderungen und Farbgestaltungen. Die Ergebnisse vom Südquerhaus sollten bilanziert und nach Abschluss der Untersuchung am Nordquerhaus mit den dort gewonnenen Erkenntnissen abgeglichen werden (Abb. 3a und b; Abb. 4a und b).

³²²3D-Scan Architektur: Faro Focus 120; mehrere Kampagnen zwischen 2012 und 2016; Umzeichnung Autodesk AutoCAD mit Kubit-Plugins (jetzt Faro As-built).

³²³3D-Scan Bauinschrift: Steinbichler T-Scan, optisch getrackter Laserscanner. Siehe hierzu: Tenschert 2019b.

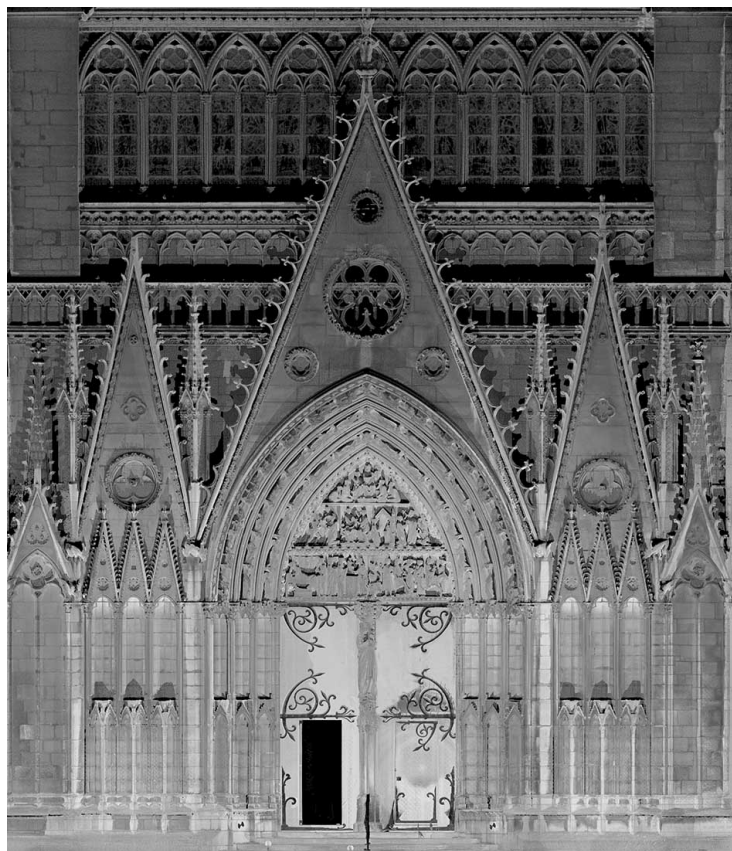
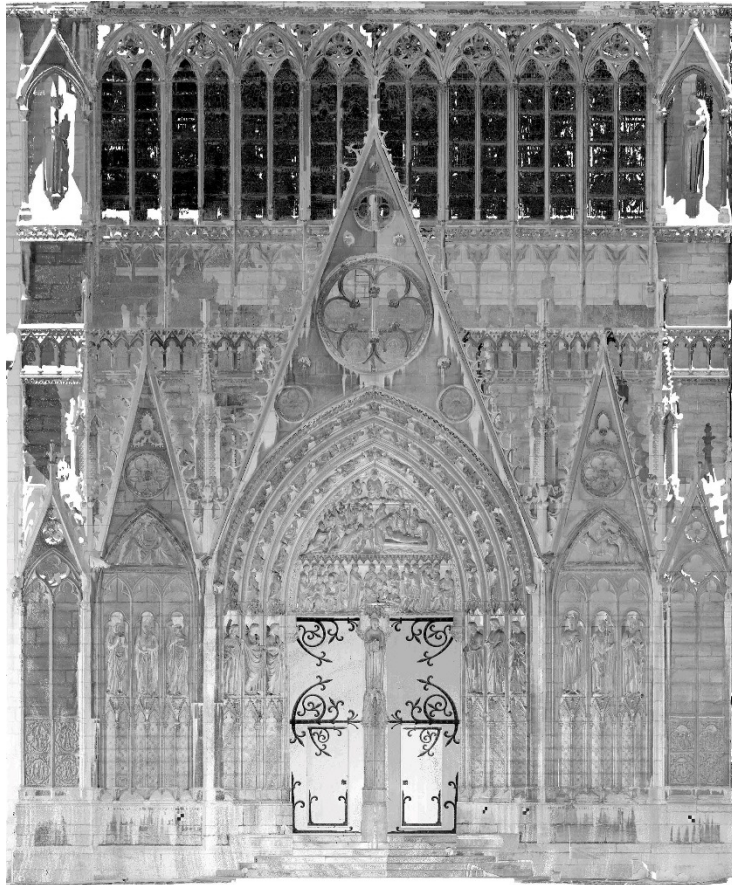
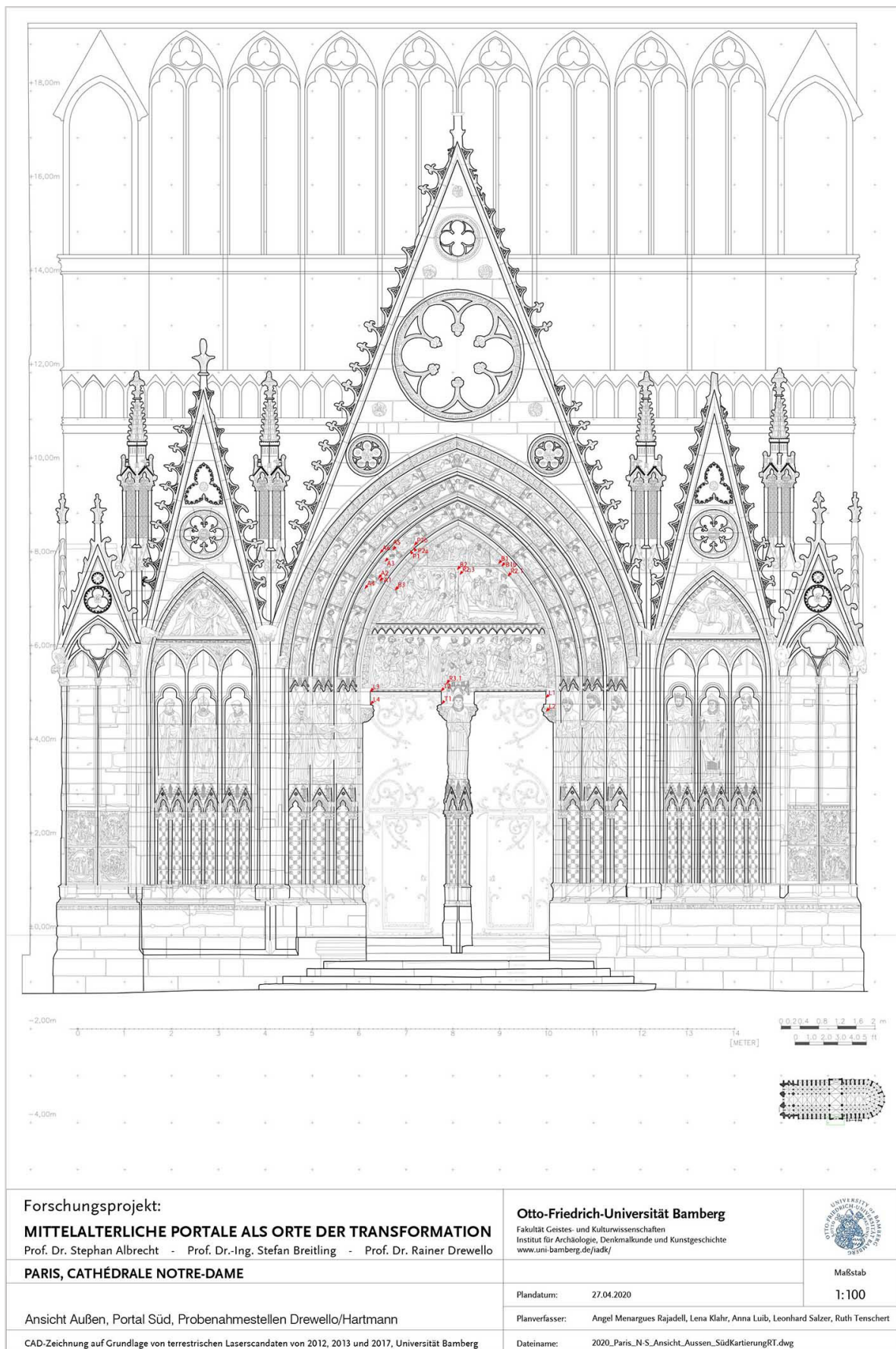


Abb. 3a und b: Scan Querhaus mit Süd- und Nordportal, Orthophotos der Portale aus der Punktwolke (Tenschert 2019).



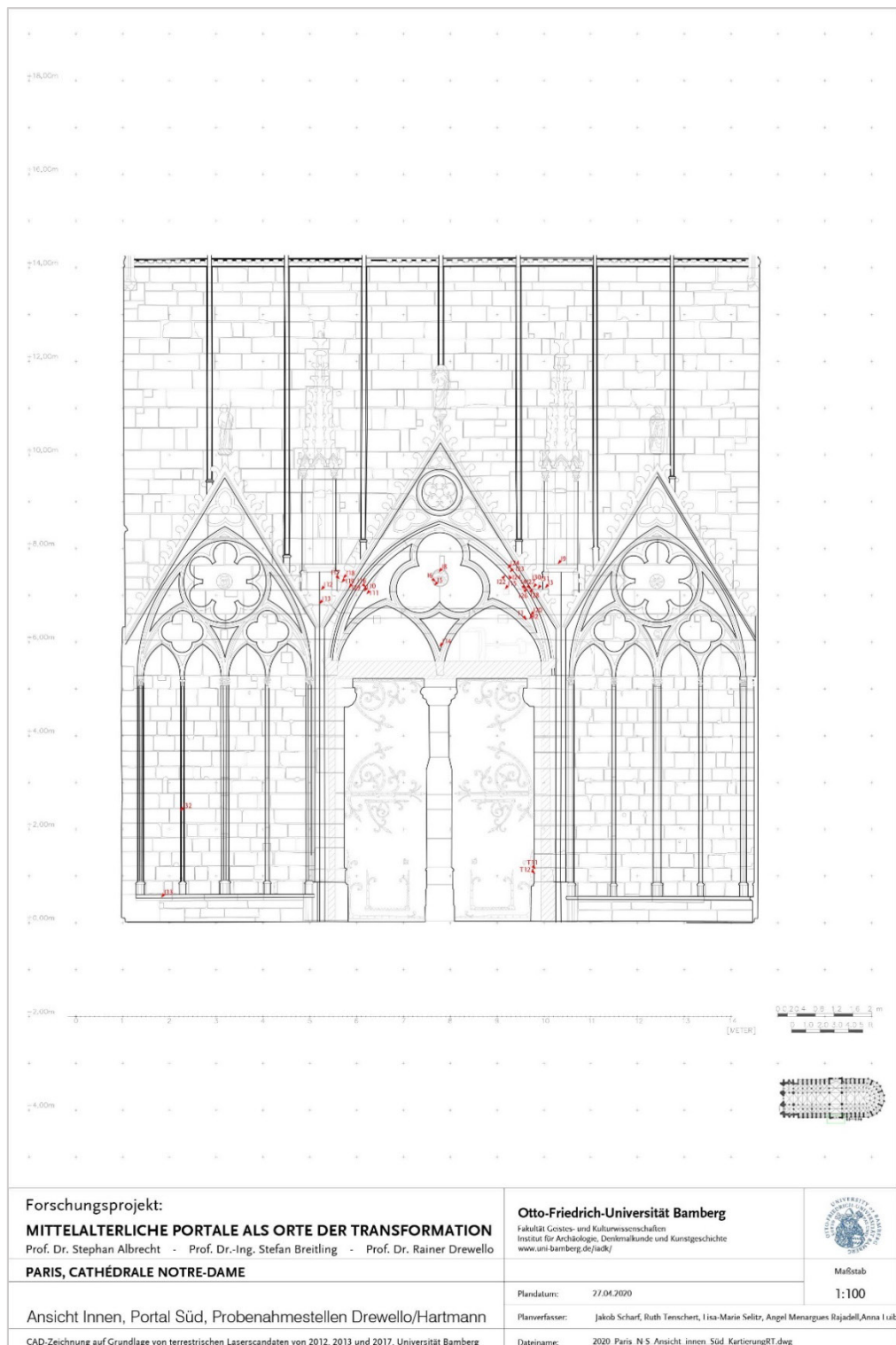


Abb. 4 a³²⁴ und b: Planzeichnungen M 1:100 Südportal Außen und Innen mit Angabe der Befundstellen (Kartierung Tenschert 2019).

Die Kernaufgabe der Einzeluntersuchungen war die Analyse von Schlüsselbefunden zur Interpretation des komplexen Erscheinungsbilds, das sich als Überlagerung natürlich gealterter, restaurierter und durch Umwelteinflüsse korrodierter Grenzflächen beschreiben lässt. Soweit denkmalpflegerisch

³²⁴ Anm. Abb. 4a Seite zuvor.

akzeptabel und von der Bauleitung genehmigt, wurden Mikropartikel für materialtechnische Analysen entnommen. Ziel der Partikelentnahme war die Charakterisierung der substanziellen Beschaffenheit von Mörteln, Ersatzmassen, Belägen und Farbaufträgen. Am Anfang der labortechnischen Analyse stand eine Partikeldokumentation mit optischer Lichtmikroskopie (OM) und konfokaler Digitalmikroskopie (DM).³²⁵ Zur Analyse der Schichtenabfolge sind Querschliffpräparate angefertigt worden,³²⁶ an denen die Einzelschichten zunächst mit Lichtmikroskopie untersucht und nach der Selektion vielversprechender Proben mit analytischer Elektronenmikroskopie (REM-EDS) charakterisiert wurden.³²⁷ Im Einzelfall dienten Dünnschliffe (DS) zur Präzisierung der Stratigraphie.³²⁸ Das Hauptaugenmerk der optischen Detailanalyse lag auf den Alterungshorizonten, den Korrosionsprodukten und den Pigmenten, Füllstoffen und späteren Behandlungen der Einzelschichten. Zur Bestimmung der Verbindungen dienten FTIR-Mikroskopiemessungen (IR),³²⁹ zur Kategorisierung der Mörtel die Messung der Staubfraktion ausgewählter Proben mit Röntgendiffraktometrie (XRD).³³⁰ Ausgewählte Einzelergebnisse zur Untersuchungskampagne am Südportal im Jahr 2012 liegen als restaurierungswissenschaftliche Masterarbeit der Universität Bamberg, Studiengang Denkmalpflege – Heritage Conservation vor.³³¹ Mit den ergänzenden Analysen zur Klärung der wissenschaftlichen Fragestellungen war das Labor des Kompetenzzentrums für Denkmalwissenschaften und -technologien (KDWT) bis Mitte April 2020 befasst.³³²

Zur Einordnung der Beobachtungen vor Ort und zur Bewertung der Labordaten sind im Rahmen des Forschungsvorhabens die im Musée de Cluny Paris seit 1844 aufbewahrten Fragmente der teilzerstörten Standfiguren vom Südportal³³³ in Augenschein genommen worden.³³⁴ Aus kunsthistorischen Gründen wurde ergänzend ein 3D-Scan der ehemals am Portalrevers aufgestellten Kalksteinskulptur des Adam erstellt.³³⁵ Die aus feinkörnigem Kalkstein gefertigte und freistehende Figur mit Resten von Polychromien war mit einer Skulptur der Eva als Symbolisierung des ersten

³²⁵Lichtmikroskopie: Olympus AX 70. Digitalmikroskopie: Keyence. VHX 5000 digital microscope.

³²⁶Einbettungen: a) Cyclododecan (Fugmassen); b) Acrylat Technovit (Farbschichtpakete); c) Epoxidharz Araldit 2020 (Fugmassen); d) Dünnschliffe in Epoxidharz /ausgewählte Farbschichten).

³²⁷Rasterelektronenmikroskopie mit energiedispersiver Spektralanalyse (REM-EDS); REM der Fa. Philips, Typ XL40, gekoppelt mit einer EDS-Einheit (EDS: energiedispersive Spektralanalyse) der Fa. Bruker (XFlash Detector 5010), Sputtermaterial: Nickel oder Gold.

³²⁸Labor Ulf Zinkernagel, Bochum. Einbettung in Glaskeramiktträgern und Epoxidharz.

³²⁹Schichtanalyse: FTIR-Mikroskopie, PerkinElmer, Spektrum 2000; Diamantzellenpräparate; Messung in Transmission nach Mikroextraktion (HCl, MeOH, CHCl₃). Labor Drewello und Weißmann GmbH, Bamberg.

³³⁰Zentrallabor des Bayerischen Landesamts für Denkmalpflege München (BLfD); Philips PW1800 mit Xenon-Proportional-Zähler-Detektor, Software: SemiQuant.

³³¹Siehe: Anna Hartmann, Dipl.-Rest., M.A.: Untersuchung zur historischen Farbigkeit des südlichen Querhausportals von Notre-Dame in Paris unter Einbeziehung der mittelalterlichen Portalskulpturen. Masterarbeit im Masterstudiengang Denkmalpflege – Heritage Conservation. Band 1: Textband, 93 Seiten; Band 2: Anhang 1 (Bildband): 75 Seiten; Anhang 2 (Untersuchungsprotokolle Proben): 119 Seiten. Anhang 3: Planzeichnungen. Universität Bamberg 2013 (*Anm.* =Hartmann 2013).

³³²Die Untersuchungsergebnisse liegen als Bericht des KDWT vor: KDWT AN 2007 vom 15. April 2020. Kompetenzzentrum für Denkmalwissenschaften und Denkmaltechnologien, Universität Bamberg 2020.

³³³Sauerländer 1977.

³³⁴Hartmann 2013.

³³⁵Vgl. den Aufsatz zur Adamskulptur in diesem Band (*Anm.* Gemeint ist Albrecht / Breitling / Drewello 2021).

Menschenpaars in eigenen Figurennischen hoch über dem Eingang zu beiden Seiten des Portals im Innenraum platziert. Im Gegensatz zur Eva, die seit der Französischen Revolution verschollen ist, hat die Adamsfigur die Wirren der damaligen Zeit weitgehend unbeschadet überstanden. Mit den vorhandenen Resten an Polychromie nimmt die Skulptur samt ihrer architektonischen Rahmung eine Schlüsselstellung bei der zeitlichen Einordnung der Befunde auf den angrenzenden Wandflächen ein (Abb. 5).



Abb. 05: 3D-Scan des Adam, Abwicklung der Ansichten (Tenschert 2020).

2.2 Auswertung der Befunderhebung

Analoge Schlussfolgerungen

Grundlage der Auswertung und des Vergleichs der stichprobenartig und repräsentativ entnommenen Partikelproben war an erster Stelle die Festlegung der stratigraphischen Abfolge und der Zeithorizonte, die als relative, in einem zweiten und dritten Schritt als absolute Schichtenabfolge für vielversprechende Probepartikel festgehalten wurden. Im Gegensatz zur relativen Schichtenabfolge an einzelnen Untersuchungsstellen, ist es bei historischem Probematerial nur in begrenztem Umfang möglich die absolute Abfolge über alle Proben hinweg zu ermitteln. Unterschiede im Fall der Querhausportale betreffen das gravierend andere Vorgehen für den Außen- und den Innenbereich mit

voneinander abweichenden Gestaltungskonzepten. Weitere Unterschiede betreffen die Restaurierungen in den Jahrhunderten nach der Errichtung des Querhauses im 13. Jahrhundert, die in aller Regel der Notwendigkeit gehorchten, punktuell durchgeführt wurden und im Innenraum einen anderen Charakter hatten als im Außenbereich. Zu diesem Zweck wurde die Schichtenabfolge anhand repräsentativer Querschliffe ermittelt. Die Nachteile jeder repräsentativen Auswahl sind in der methodisch bedingten Unvollständigkeit der Schichtenabfolge begründet, im Fall von Objekten der Denkmalpflege kommen als weitere Unsicherheiten die zerstörungsarme Probeentnahme mit der Fokussierung auf Mikroproben und der stichprobenhafte Charakter hinzu. Vollständigkeit ist deshalb ausgeschlossen und das Ziehen von analogen Schlüssen die logische Konsequenz.

Schichtenabfolgen

Zur Unterscheidung der Alterungshorizonte einer abgeschlossenen Zeitphase von werktechnisch begründeten Arbeitshorizonten wurde die jeweilige Grenzflächensituation charakterisiert. Merkmale waren mikrobiell veränderte Oberflächen, Rissbildungen, Korrosionsprodukte oder luftgetragene Schmutz- und Staubbeläge. Im Fall der aus Kalkstein erstellten Querhausportale von Notre-Dame kam dem Vorkommen von Oxalaten und Sulfaten sowie dem sich über die Jahrhunderte ändernden Verhältnis von Calciumoxalat ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \times aq$) zu Gips ($\text{Ca}_2\text{SO}_4 \times 2aq$) und dessen Auswirkung auf die Formierung von Schmutzkrusten eine besondere Bedeutung zu. Insbesondere die Ausbildung von Schmutzkrusten war ein wiederkehrendes Problem und Gegenstand unterschiedlichster Reinigungsbemühungen.

Ein weiteres Kriterium zur Differenzierung der Schichtenabfolge waren die noch nachweisbaren Schutz- und Festigungsmittel. Im Fall der Querhausportale haben sie sich vor allem in der Veränderung der Grenzfläche niedergeschlagen. So erklärt sich die teils ruinöse Schalenbildung des Kalksteins und seine enorme Verschwärzung aus der Überlagerung der Veränderungs- und Behandlungsgeschichte. Zu Letztgenannter gehören Proteinlösungen, Wasserglas und Fluat als an der Pariser Kathedrale Notre-Dame an erster Stelle nachweisbare Konservierungsmittel.

Das im kunsthandwerklichen und kunsttechnischen Bereich aussagekräftigste Unterscheidungskriterium stratigraphischer Fragestellungen sind die Farbsysteme. Sie lassen sich in aller Regel aufgrund der Bindemittel, der Pigmente und Füllstoffe unterscheiden. Eine exakte Charakterisierung historischer Farben mit Angabe einer reproduzierbaren Rezeptur ist auszuschließen, dazu ist die Bandbreite an Mischungen und Materialunterschieden zu komplex und die Vorliebe der Ausführenden für spezielle Mixturen zu unbestimmt. Man hat es mit individuellen Entscheidungen, nicht mit industriell konfektionierten Systemen zu tun. Im Nachhinein ist eine Auflistung von Unterschieden und zeittypischen Charakteristika möglich, beides diene der Festlegung von Restaurierungsepochen.

Komplementäres Auswerten

Zur Auswertung der Stratigraphie kleiner Probegrößen – und nur diese waren im Fall der Pariser Kathedrale erlaubt – und zur Klärung der Fragestellungen war ein komplementärer Analysegang die Methode der Wahl. Er beruhte auf einer systematischen Abfolge von mikroskopischen Verfahren und ergänzenden Messungen. Instrumentell wurde eine Kombination aus Digital- und Lichtmikroskopie, gekoppelt mit der Elementbestimmung mit analytischer Elektronenmikroskopie genutzt. Parallel erfolgte an vergleichbaren Zweitpartikeln die Bestimmung organischer und anorganischer Verbindungen mittels Infrarotmikroskopie. In interessanten Fällen wurde der Analysegang durch Röntgendiffraktometrische Phasenanalyse (XRD) und Thermogravimetrische Analyse (TGA) ergänzt, letztere gekoppelt mit einer gaschromatographischen Einheit mit Massenspektrometer (GC-MS). Das Auswerten der Einzeldaten geschah komplementär als iterativer Prozess, der im wiederholten Durchgang eine Präzisierung der Resultate erlaubte.³³⁶

Als Endergebnis der ca. 70 untersuchten Stichproben von den Pariser Querhausportalen liegt eine Zusammenstellung von Schlüsselbefunden vor, die dabei helfen soll, kunsttechnische Details und Datierungsfragen einer Klärung näher zu bringen. Eine der Grundfragen war die nach der Verlässlichkeit der Datierungsangabe von „1258“, die einer Lösung nähergebracht werden konnte.

2.3 Thesenbildung zu Datierungsfragen

Quellengestützte Belege

Eine quellengestützte Veränderungsgeschichte des Querhauses und dessen Südquerhausfassade samt Trichterportal hat Kimpel in den 1970er Jahren zusammengestellt.³³⁷ Seine Angaben über Reparaturen und Restaurierungen basieren auf Einträgen in Kapitelregistern und beginnen mit einer Errichtung des Bauteils in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts. Bald darauf scheint es zu Bauschäden gekommen zu sein. Er berichtet, dass „das neue Querhausjoch und die Fassade schon im ausgehenden Mittelalter in einem recht ruinösen Zustand“³³⁸ gewesen seien. Bauliche Maßnahmen, das Südquerhaus betreffend, sind schriftlich für das 16. Jahrhundert überliefert, erwähnt sind Reparaturen im Innenraum und am Gewölbe. Im Jahr 1725 entscheidet man sich für eine Erneuerung der Fensterrose und des angrenzenden Gewölbes. Die Wirren der Französischen Revolution 1789 haben ihre Spuren hinterlassen. Dazu zählen der Verlust der Standfiguren an den Außenfassaden im Süden und Norden, das Abarbeiten der Symbole des französischen Königshauses auf der Steinmetzrahmung der

³³⁶ Die Detailanalysen sind in fünf Untersuchungsberichten des Kompetenzzentrums für Denkmalwissenschaften und -technologien (KDWT) der Universität Bamberg abgelegt. Siehe KDWT Analysenergebnis: KDWT AN 1007/1 Paris, Notre-Dame. Querhausportale – Südportal Innenseite, 65 Seiten. KDWT AN 1007/2 Paris, Notre-Dame. Querhausportale – Südportal Innenseite, 76 Seiten. KDWT AN 1007/3 Paris, Notre-Dame. Querhausportale – Südportal Außenseite, 70 Seiten. KDWT AN 1007/4 Paris, Notre-Dame. Querhausportale – Südportal Musée de Cluny, 20 Seiten. KDWT AN 1007/5 Paris, Notre-Dame. Querhausportale – Nordportal, 30 Seiten. KDWT Universität Bamberg 2020.

³³⁷ Kimpel 1971, S. 71–86, 98, 113–122.

³³⁸ Kimpel 1971, S. 71.

Portalaußenseiten (um 1790) und die Entfernung des ersten Menschenpaares vom Portalrevers. Kimpel berichtet weiter über Maßnahmen am Südportal im Außenbereich, die ins 19. Jahrhundert datieren und zunächst nur kleinere Ausbesserungen zum Ziel hatten, später aber in eine umfassende Maßnahme einmündeten. Unter der Leitung der Architekten J. B. Lassus und E. E. Viollet-le-Duc wird die Portalarchitektur einer Restaurierung unterzogen und das fehlende Standfigurenprogramm erneuert. Man beginnt von Mai bis Juni 1860 mit der Aufstellung eines Flächengerüsts an der Fassade, baut dann den Giebel und Teile der oberen Bauskulptur des Portals ab und die Fensterrose aus. Die Arbeiten werden schnell ausgeführt, das Versetzen der neu gefertigten Teile erfolgt bereits im folgenden Jahr. Nach dem Abrüsten wird der Portaltrichter eingerüstet und seine Oberflächen rekonstruierend instandgesetzt. Erneuert werden einige Gewändepostamente, der Trumeaufeiler und das äußere Archivoltenprofil. In den Jahren danach werden die Detailformen im sogenannten Inkrustationsverfahren³³⁹ restauriert und die Standfiguren in den Gewändenischen sowie die für den Trumeaufeiler vorgesehene Stephanusfigur neu hergestellt. Erst nach der Weihe der Kathedrale am 31.05.1864 wird das Südportal ausgerüstet, schadhafte Werksteine des Sockels werden mitsamt der Sockelinschrift³⁴⁰ in Kalkstein ersetzt (vgl. Abb. 1-2). Für die Jahre nach dem Zweiten Weltkrieg gibt es Hinweise, dass eine weitere Restaurierung am Portal stattfand,³⁴¹ allerdings dürften die neuerlichen Reparaturen nicht so gravierend in den Baubestand eingegriffen haben wie die Maßnahme der 1860er Jahre, die an der Präzision der ausgetauschten Werksteine bis heute nachvollzogen werden kann. Um 1970 gab es nach Kimpel nochmals Instandsetzungsarbeiten, deren Umfang jedoch nicht genau beschrieben wird. Über weitere Maßnahmen wird für den Innenraum des Querhauses erst wieder für die 1980er Jahre berichtet. Von zumindest einer nach 1900 stattgefundenen Ent-Restaurierung des südlichen Querhauses ist jedoch auszugehen, die zum fast kompletten Verlust der Wandgestaltung des 19. Jahrhunderts geführt hat und das steinsichtige Aussehen des Innenraums zur Folge hatte.³⁴²

Werkstoffe und Materialien als begleitende Datierungshilfen

Hinweise zur zeitlichen Einordnung von Maßnahmen und zur Rekonstruktion der Restaurierungs- und Veränderungsgeschichte liefern synthetische, ab dem 19. Jahrhundert in Gebrauch befindliche Konservierungsmittel und Materialmischungen, die sich im Rückgriff auf die Quellenlage zuordnen lassen. Eine weitere Datierungsoption bieten die verwendeten Farb- und Bindemittelsysteme. Von besonderer Bedeutung im Fall der Pariser Kathedrale ist der Wechsel im 19. Jahrhundert unter Viollet-le-Duc mit der Nutzung von Zinkweißfarben (ab 1850 industriell produziert) und dem Einsatz einer

³³⁹ Inkrustation beschreibt in diesem Zusammenhang steinmetzmäßige und rechtwinklig gearbeitete Passstücke aus Kalkstein, die in den artähnlichen Untergrund eingefügt wurden (Ergänzung in Naturstein, Gesteinsvierung).

³⁴⁰ Zu den neuen Erkenntnissen zur Bauinschrift: Tenschert 2019b sowie der Beitrag von Stephan Albrecht, Rainer Drewello und Ruth Tenschert in diesem Band (*Anm.* Gemeint ist Albrecht / Breitling / Drewello 2021).

³⁴¹ Kimpel 1971, S. 30–31, 71–73.

³⁴² Fonquernie 1985, S. 65–66; Bruzelius 1987, S. 540–569, vor allem: S. 542.

zeittypischen Pigmentpalette, die in ihrer Kombination paradigmatisch für die 1860er Jahre ist. Relative Angaben zur Datierung sind möglich und im weiteren Text als *terminus ante quem* (taq) und *terminus post quem* (tpq) einer Maßnahme angegeben.

3 *Zum Erscheinungsbild des Südportals an seiner Außenseite*

Werktechnik und Korrosionsphänomene

Die aus dem 13. Jahrhundert erhaltenen Oberflächen am Südquerhausportal sind durchweg als Belege für eine hochstehende Werksteintechnik einzustufen. Qualitätsmerkmale sind eine handwerklich perfekte Ausführung der Bildhauerflächen und eine ans Perfektionistische grenzende Glättetechnik. Der Detailreichtum und die bildhauerische Formensprache des Tympanons sind herausragend, die Ausarbeitung selbst kleinster Details ist kaum zu übertreffen. Gesteinsfehler oder arbeitsbedingte Schadstellen bleiben auf den Ausnahmefall begrenzt und kommen, wenn überhaupt, lediglich an Fugenanschlüssen vor. Überständige Bossen gibt es nicht, selbst nicht in schwer zugänglichen Hinterschneidungen. Falls trotz aller Umsicht Teile des Blattwerks oder des Figureschmucks verloren gingen oder Rohblöcke das gewünschte Format nicht hergaben, hat man Fehlstellen durch glattes Absägen und Ansetzen einer passgenauen Kalksteinvierung oder das Einpassen eines eigens gefertigten Passstücks in eine vorbereitete Öffnung vervollständigt. Vierungen sind in der Regel mit einer Eisenarmierung fixiert und einem Klebekitt gesichert. Beispiele finden sich im Blattwerk und bei größeren Auskragungen wie der Hand eines Schächers oder einzelnen Hände von Sitzfiguren in den Archivolten. Die bauzeitlichen Reparaturen sind so exakt ausgeführt, dass ihre Lokalisierung schwerfällt.

Dass einige der Reparaturstellen heute offen zu Tage treten, hat seinen Grund entweder im kompletten Verlust des Passstücks oder einer Reparatur der Reparatur, die man mehr schlecht als recht mit Gips ausführte. Reparaturbedarf hat es am Tympanon und seinem Umfeld offenkundig des Öfteren gegeben. Dies bezeugen Rissbildungen, die statische Ursachen (westlicher Konsolstein) oder mit Setzungen zu tun haben. Letztere hat man u.a. an der Fuge des Tympanons zum Blattwerkrahmen und am Spitzbogen teils mit Gips und Blei, teils mit Zementmörtel verschlossen. Dagegen sind klaffende Risse im sekundären Quellen des feinkörnigen Kalksteins begründet und äußern sich als offene Schadstellen an freistehenden Gliedmaßen oder im Komplettverlust zurückgewitterter Details. Der Gesamteindruck des Tympanons und der es einfassenden Archivolten wird zum gegenwärtigen Zeitpunkt vom inselartigen Verlust einer meist schwarzen Oberflächenschale getrübt, die sich bevorzugt auf frei exponierten, der Witterung ausgesetzten Bereichen findet. In Verschmutzungszonen geht die Kalksteintextur von den Vorder- zu den Rückseiten sukzessive von kariös zersetzten und folienartig sich ablösenden Schalen in vorzüglich erhaltende Oberflächen über. Letztere sind in ihrer originalen Substanz praktisch unverändert, während die unmittelbar

angrenzenden Bereiche abgepellten Rohblöcken gleichen. Das unausgewogene Rückwitterungsmuster ist als ungewöhnlich einzustufen (Abb. 6).



Abb. 06: Sitzender männlicher Beobachter und sitzende weibliche Figur mit Kind, unteres Register (Drewello 2012).

Weitere Beeinträchtigungen des Tympanons und der Archivolten gehen auf das Konto eines weit überdurchschnittlich einzustufenden Feinstaubaufkommens, das auf nahezu allen senkrechten Flächen anzutreffen und für den grauen Gesamteindruck verantwortlich zu machen ist. Ernstnehmen sollte man die immer noch fortschreitende Bildung schwarzer Krusten, welche das Resultat einer hohen Staub-, Gummiabrieb-, Ruß- und Schadstoffbelastung sind. Ihr Fortschreiten kann in Echtzeit an der Genese von Gipskrusten und Kalksteinschalen in Regenschattenzonen verfolgt werden. Weitere Schäden betreffen die Zermürbung von Profilstäben durch Quellvorgänge und die Zerrüttung von Werksteinen in durchfeuchteten und dauerfeuchten Bauwerksabschnitten wie in der Umgebung der Fallrohre.

Anmerkungen zur Restaurierungsgeschichte

Verwunderlich ist das fast vollkommene Fehlen von Gipskrusten auf den im 19. Jahrhundert restaurierten Kernbereichen des Südportals, dessen Aussehen vor der Restaurierung kaum vorstellbar ist. Nur an einer nicht zu Ende gereinigten Kleinarchitektur der westlichen Archivolten ist der vormalige Zustand nachzuvollziehen. Der innen liegende Kleinwimperg eines Baldachins, der als Sockel für eine sitzende Figur dient, wäre als Schlüsselbefund aus der Mitte des 19. Jahrhunderts einzustufen. Dort

überzieht eine rußgeschwärzte, von Pusteln geprägte und tiefschwarze Kruste jedes Detail der feinziselierten Steinmetzarbeit. Der Belag geht auf das Konto eines ehemals hochgradig mit schwefelhaltigem Staub und Ruß belasteten Umfelds und ist alles andere als eine schützende Patina. Diese Art gipsgestützter Krusten wird als substanzgefährdend für den darunter befindlichen Kalkstein klassifiziert, der umso empfindlicher reagiert je feinkörniger er ist (Abb. 7 und 8).



Abb. 07: Archivolten (West); Baldachin einer der Standfiguren mit sitzendem Heiligen (Drewello 2012).

Abb. 08: Kleinwimperg mit mechanisch gereinigter Oberfläche und einer in der Dreiecksfläche mit Dreipass nicht abgenommenen schwarzen Gipskruste. Detail aus Abb. 07 (Drewello 2012).

Dass man gründlich reinigte, darf also nicht verwundern; ebenso wenig, dass man sich mechanischer Verfahren bediente und auch das Absäuern von Oberflächen in Erwägung zog. Beide Verfahren entsprachen der handwerklichen Tradition der Bauhütten im 19. Jahrhundert. Einer Erhaltung der gestalteten und profilierten Oberflächen war das Vorgehen nicht förderlich. Das in die Oberfläche eingravierte Kratzmuster und das Schadensbild sprechen für eine Kombination aus dem Abschaben mit Stahlbürsten, dem Absäuern der Restbeläge, der teilweisen Überarbeitung von Details mit Beiz- und Schlageisen und dem vollständigen Nacharbeiten von ebenen Flächen mit gezahnten Werkzeugen (Innenseiten der Portallaubung). Für das Finish benutzte man Schleifsteine, deren Körnung im Fugenbereich erkennbar wird. Bildhauerarbeiten sind an Ort und Stelle verblieben, während man die Profil- und Ornamentstücke der Steinmetze und Laubschläger häufig austauschte.

Aus der Beurteilung der Innen- und Außenseiten des Südportals kann man auf drei, wenn nicht vier Reinigungsaktionen schließen, von denen drei genauer zu datieren sind: Die erste muss um 1725 als Teil der Erneuerung der Fensterrose stattgefunden haben, die zweite um 1860 als Arbeitsschwerpunkt der Restaurierung des Portals unter Viollet-le-Duc, und die dritte zu einem noch unbekannten Zeitpunkt, eine Ent-Restaurierung der Maßnahme der 1860er Jahre. Letztere betraf fast ausschließlich den Werksteinbestand des Portalrevers (mechanisches Überarbeiten mit glattem Pressluftwerkzeug). Nicht vorteilhaft hat sich eine zur Harmonisierung des Bestands gedachte Ockerlasur im Außenbereich ausgewirkt. Ob der Anstrich der Zeit um 1864 oder einer späteren Restaurierung zuzurechnen ist, kann

nicht abschließend beurteilt werden. Tatsache ist, dass sich die kalkhaltige Farbe innerhalb von Risshorizonten einlagerte und durch schwefelsaure Umwandlung zu Gips zu einer fortschreitenden Zermürbung der Grenzflächen des Kalksteins führte.

Das gegenwärtige Erscheinungsbild leitet sich deshalb aus den vorgenommenen Reinigungen, Reparaturen und Verschönerungen ab. Die Bemühungen haben zur Verdichtung einer vorgeschädigten Oberflächenschale durch Einlagerung silikatischer und organischer Substanzen geführt und die plastische Verformung exponierter, schwarzer, in geschützten Abschnitten brauner Oberflächenschalen befördert. Der Schadensprozess wird durch die Anreicherung bauschädlicher Salze in oberflächennahen Bereichen katalysiert, die auf ein Absäuern oder Ablaugen zurückgehen und stellenweise als Salzsäume an Kanten auskristallisieren.

Nicht exakt einzuordnen sind tiefbraune Beläge auf entstehungszeitlichen Oberflächen. Sie können auf das chemische Reinigen zurückgehen, den Abbau älterer Konservierungsmittel anzeigen oder in der situations- und umweltbedingten Alterung einer lokal behandelten Oberfläche begründet sein. Für jede einzelne Überlegung gibt es Hinweise: So lassen sich in der Gesteinsoberfläche Chloride (Behandlung mit Salzsäure) ebenso wie abgebautes Protein (Behandlung mit Kalkkaseinlösung) nachweisen. Was das Alterungsverhalten des Kalksteins betrifft, kann natürlichen Alterungsprozessen und der Bildung von Oxalatfilmen an bestimmten Orten eine Sonderrolle zukommen (Abb. 9).

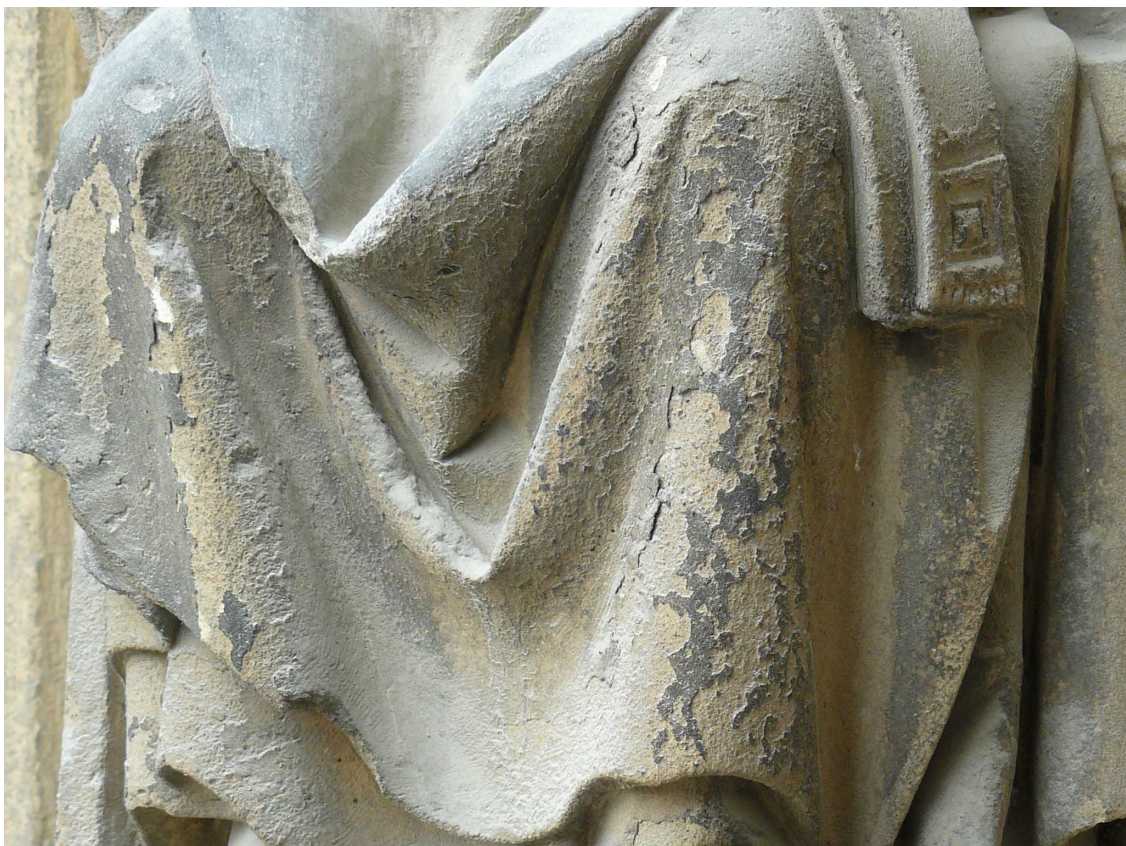


Abb. 09: Archivolten (West); Gewand des sitzenden Heiligen; verschwärzte Oberflächenschale, die sich in frei exponierten Bereichen ablöst (Drewello 2012).

Steinaustausch und Kalksteinvierungen

Dass in den 1860er Jahren die Rekonstruktion und Instandsetzung des Südportals und seiner Kalksteine die Hauptanliegen der Restaurierung waren, äußert sich im Umfang an ausgetauschten Werkstücken. Dabei war die Gesteinswahl von der jeweiligen Umgebung bestimmt. So verwendete man für die aus muschelreichem Kalkstein errichtete Sockelzone eine grobe Kalksteinvarietät, für Passtücke in der Architekturgliederung hingegen eine auf das Umfeld abgestimmte feine Gesteinssorte. Beim Austausch achtete man auf das Setzen passgenauer Vierungen. Ersatzmassen waren die absolute Ausnahme und sind nur an einer einzigen Stelle nachweisbar: dem Fugenanschluss an einem Neuteil in der rückseitigen Fläche des Tympanons. Dort ist eine hellbraune Masse ausgezogen worden, die man aber gleichzeitig als Gleitmörtel beim Versetzen der Passtücke verwendete. Das generelle Vorgehen beim Steinaustausch und der Werksteinreparatur gehört in die Kategorie der rekonstruierenden Instandsetzung des spätgotischen Werksteinbestands durch eine technisch versierte Hütte. Es unterscheidet sich kaum von der bis heute üblichen Arbeitspraxis der Bauhütten von Domkirchen (Abb. 10).

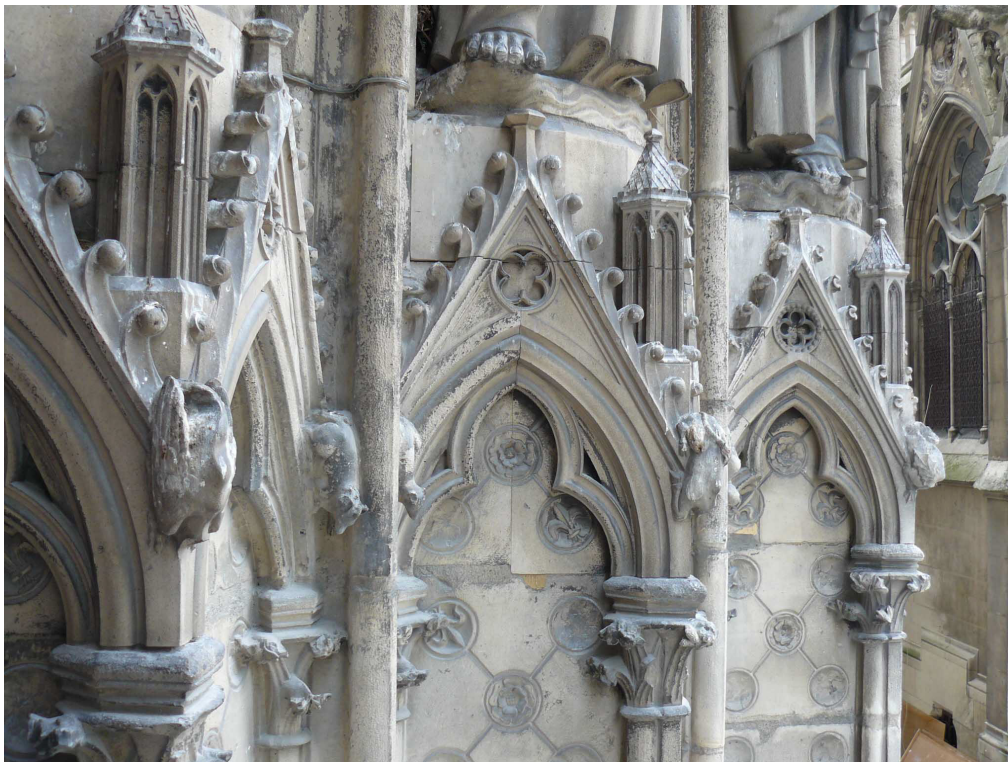


Abb. 10: Die Ausbesserungspraxis der Werksteinarchitektur unterhalb der Standfiguren (Ost) zeichnet sich aus durch passgenaue Werksteinvierungen neben Originalen und rekonstruierten Details neben dem historischen Bestand (Drewello 2012).

Erwähnung verdient der Umgang mit verlorenen Formen und Details, die man im Zuge der Erneuerung der Werksteine in der Regel im Sinn einer optimierten Darstellung rekonstruierte. Als Beispiel sei auf die Rekonstruktion der Bauinschrift im Sockel verwiesen.³⁴³ Ein weiteres Beispiel für die zwischen

³⁴³Tenschert 2019b.

Rekonstruktion und Restaurierung pendelnde Vorgehensweise ist der Umgang mit dem heraldischen Lilienornament als dem Herrschaftszeichen des französischen Königshauses, welches man um 1790 im Zuge der Französischen Revolution ziemlich umfassend, doch nicht mit letzter Konsequenz ausradierte. Bei der Anfertigung von Neuteilen und Passstücken übernahm man getreu das Symbol der umgürteten Lilie als gestielte Blume, deren Abmeißeln auf einzelnen originalen Werkstücken vergessen wurde. Beibehalten hat man auch die zentral angeordnete Blütendarstellung, die eine Rose mit Kelchblättern und Stempel ist und ebenso frei gestaltet wurde wie zur Entstehungszeit. Eine Besonderheit ist die nicht ins Perfektionistische abgleitende Rekonstruktion des Bestands. Vielmehr herrschte eine gewisse Unentschiedenheit (oder Offenheit) bei der Ausführung von Steinvierungen und Neuteilen vor: Auf der einen Seite übernahm man den abgearbeiteten Zustand der 1790er Jahre, auf der anderen Seite rekonstruierte man vollständig das vorrevolutionäre Aussehen. Gleichzeitig gibt es auf ein und demselben Passstück ein Nebeneinander von Rekonstruktion und Fehlstelle, und gleich daneben ideal rekonstruierte Neuteile in der unmittelbaren Nachbarschaft von Originalen mit abgearbeiteten Symbolen. Eine einheitliche Linie ist nicht so recht zu erkennen, man hat eher den Eindruck, als ob am Südportal das Sowohl-als-auch zum Prinzip erhoben worden wäre.

Ockerlasur mit Hauptlinien- und Fugenbetonung

Zur Harmonisierung der restaurierten Werksteine und des gereinigten Bestands übertünchte man das gesamte Portal mit einer gelblichen Lasur, die 2012 komplett vergipst war. Der Anstrich überzieht alle Architekturoberflächen – den Bildhauerbestand, das Tympanon sowie Neuteile und Schadstellen. Die ockerfarbene Flächengestaltung ist mit einer Betonung einzelner Profile und Grate und mit der schwarzen Akzentuierung von Leitfugen des Fugennetzes kombiniert, gelegentlich finden sich auf Rundstabprofilen und Grätgewölben hauchdünne dunkle Schichten, die sich vom gelbockerfarbenen Untergrund abheben. In größere Fehlstellen im Fugenbereich wurden Ersatzmassen aus einem hydraulischen Kalkmörtel eingebracht, die teilweise mit einer Anputzung als erhabener Fugenstrich versehen und dunkel abgesetzt sind. An anderer Stelle sind Fugenstege aufgetragen, die heller als der Untergrund sind und bei denen die Farblasur fehlen kann.

Von der Ockerfarbgebung ausgespart blieben die neu geschlagenen Standfiguren, die trotz einer hauchdünnen Farblasur ein graues Aussehen haben (und vermutlich auch haben sollten). Ein weiterer Unterschied betrifft den Kalksteinsockel mit der Inschriftenzeile, der weder Gelbocker übertüncht noch andersfarbig behandelt ist, sondern in seinem hellen Kalksteinton belassen wurde. Das Vorgehen scheint von der Entstehungszeit bis in die Jetztzeit überdauert zu haben, denn an keiner Stelle des Sockels sind irgendwelche Farbspuren zu finden (Abb. 11a und b).

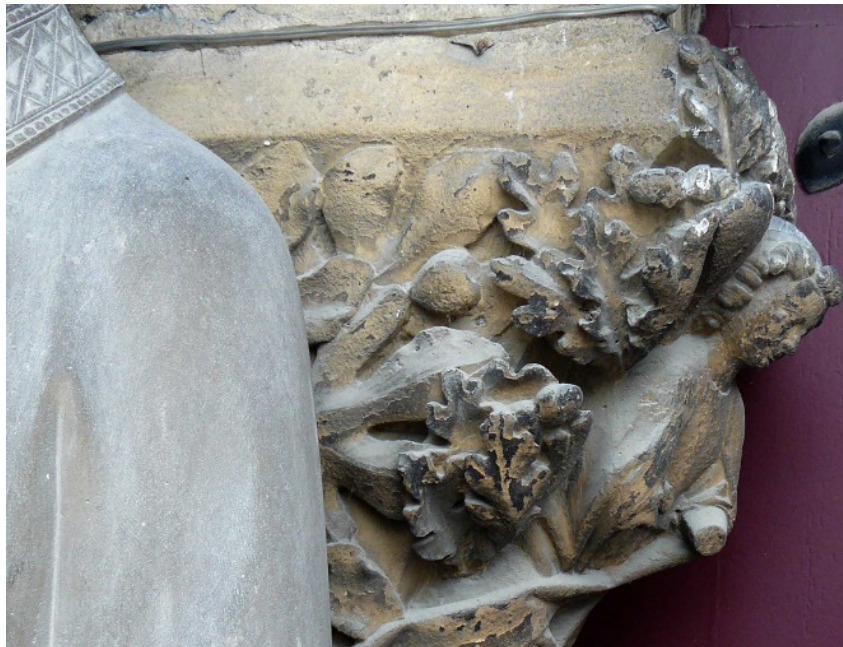


Abb. 11a: Standfigurennische in den Archivolten (West), dessen Fuge aufgeputzte, schwarz abgesetzte Fugenstege besitzt (Drewello 2012).

Abb. 11b: Gelbockerfarben übertünchtes Kapitell am Trumeau; davor die Werksteinkopie des Stephanus (1860er Jahre); hauchdünne Ockerlasur auf dem grauen Kalkstein (Drewello 2012).

Das Gesamtkonzept der 1860er Jahre war im Außenbereich von einer Gelbockerfassung mit hervorgehobenen Fugen und Leitprofilen mit anders farbigen, von der Grundfläche abgesetzten grauen Standfiguren und einem hellen Kalksteinsockel bestimmt. Ob die Betonung des Fugennetzes die gesamte Fassade oder nur die Trichterrahmung umfasste, ist nicht mehr zu entscheiden. Bei späteren Maßnahmen wurde das Fugennetz nur repariert und der Ockeranstrich im Außenbereich punktuell ergänzt.

Das Portalrevers wurde gänzlich anders behandelt. Der bis zum Zeitpunkt der Untersuchung im Jahr 2012 vorherrschende steinsichtige und fleckig-braune Charakter fast aller Oberflächen wirft Fragen auf, die ohne Detailuntersuchung nicht zu beantworten sind. Was ist mit der archivalisch nachgewiesenen Neugestaltung unter Viollet-le-Duc geschehen? Und: Haben sich Befunde aus den Zeiten vorher erhalten? Die Resultate der Untersuchungskampagne der Jahre 2012 und 2016 sollen im Folgenden eingehender vorgestellt werden.

4 *Untersuchungsergebnisse zum Südportal*

4.1 *Skulpturenfragmente im Musée de Cluny*

Vorderseiten und Rückseiten

Im Zusammenhang mit den Fragen nach der Erstfassung der Portalskulptur und der Datierung späterer Restaurierungsmaßnahmen kommt den Skulpturenfragmenten im Musée de Cluny und der Skulptur des Adam eine Sonderstellung zu, die um 1790 aus ihrem Kontext am Bauwerk entfernt und im 19. Jahrhundert nicht weiter verändert wurden. An erster Stelle ist ihre fleckig-braune Verfärbung an den Vorderseiten in Gewandvertiefungen und Schattenzonen anzusprechen. Das Phänomen kommt mehr oder weniger ausgeprägt auf dem gesamten Skulpturenbestand vor und ist sowohl auf glatt geschliffenen als auch mit Schmuckornamenten reliefierten Figurenabschnitten anzutreffen. Ausgenommen sind lediglich exponierte Bereiche, die Sockelumgebung, die Seitenflächen der Figuren und ihre Rückseiten. An den Seitenflächen ist eine stufenweise Abnahme der Fleckenbildung bis zu ihrem vollständigen Verschwinden zu beobachten. Der Befund ist von Interesse, weil man es mit einer eigenständigen Behandlung und dem Auftrag einer pigmentierten Lasur zu tun haben kann, die noch zum Zeitpunkt der Aufstellung der Figuren in ihren Wandnischen von den Vorderseiten aus erfolgt sein muss. Der unterschiedlich ausgeprägte Farbumschlag deutet hin auf ein abgebautes organisches Bindemittel, der Farbton auf eine gelb bis braun mit Erdfarben pigmentierte Lasur. Bei genauem Hinsehen ist festzustellen, dass vor dem Farbauftrag eine mechanische Reinigung mit fein gezahnten und schabenden Werkzeugen stattgefunden hat. Durch sie wurde ein grauer Belag entfernt, der an exponierten Stellen in eine graue Kruste überging, wie man sie jetzt noch an einzelnen Gewandabschnitten findet. Die Reinigung kann von der Reinigung vor der Aufstellung im Museum nach 1888 exakt unterschieden werden, die zwar mit ähnlichen Werkzeugen erfolgte, aber Kratzspuren in der braunen Schicht bis zum Kalkstein darunter hinterließ. Ältere Schabespuren sind dagegen gänzlich von der braunen Schicht überzogen (Abb. 12a-c).



Abb. 12a bis Abb. 12c: Fragment einer Apostelfigur; Abfolge von Vorderseite, rechter Figurenseite und Rückseite; Farbwechsel von einem weiß-braun gefleckten Aussehen (vorne) über eine seitliche Übergangszone bis zur dunkelgrauen und unbearbeiteten Figurenrückseite (Inventarnummer 203) (Drewello 2012).

Mit dem Braun auf den Fragmenten hat man ein untrügliches Indiz für eine Behandlung der Portalskulptur vor 1790 und ein klassisches *terminus ante quem*-Kriterium (taq).³⁴⁴ Was unterhalb der braunen Schicht als sekundärer Überzug fehlt, sind Relikte einer als Farbauftrag anzusprechenden

³⁴⁴*Terminus ante quem* (TAQ): Zeitpunkt, vor dem ein gesuchtes Ereignis geschehen sein muss.

Oberflächenbehandlung. Optisch erkennt man lediglich eine vormals eventuell weißliche bis graue, dünn aufgetragene Farbe. Farbflächen oder kompakte Farbinseln sind an keiner Stelle zu beobachten – mit einer Ausnahme bei einem Skulpturenfragment, dessen Zuweisung zum Südportal von Notre-Dame ungewiss ist (Abb. 13a und b).

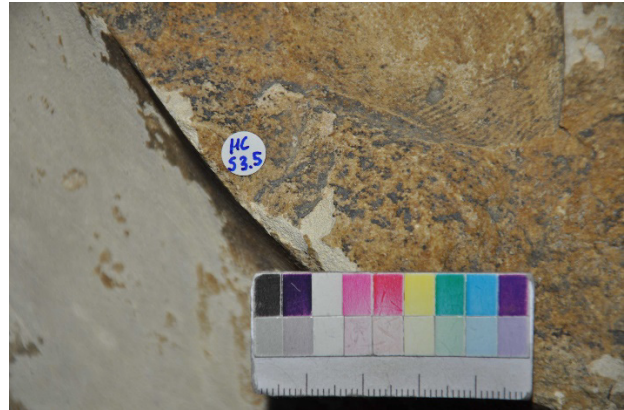


Abb. 13a: Gereinigter Brustkorb einer Apostelfigur mit Spuren der Erdlagerung und einer Reinigung (Inventarnummer 203) (Drewello 2012).

Abb. 13b: Apostelfigur, Gewandfalte; braune Schicht auf gealterter Oberfläche (ohne Nr.) (Hartmann 2012).

Ein zweiter Befund betrifft die als Rohbossen belassenen Figurenrückseiten und den dreiviertelrunden Fertigstellungsgrad der Skulpturen. Eine dünne grauschwarze Schmutz- und Korrosionskruste spiegelt die Umweltbelastung bis 1793 wider, die weder durch Anstriche oder sonstige Behandlungen verändert ist. Für eine Standzeit von ca. 450 Jahren ist die Kruste geringfügig, unmittelbar darunter ist optisch nur eine schwache Gipsbildung wahrzunehmen. Der Befund steht im Gegensatz zu den dick aufgewachsenen schwarzen Krusten an den Außenseiten des Südportals und – in abgeschwächter Form – den Figurenvorderseiten. Dort sind dendritenartigen Pusteln und Krusteninseln verblieben, die in einen dünnen grauen Belag eingebunden sind und Kratzspuren durch Bürsten oder fein gezahnte Eisen im Zuge der Reinigung der Fragmente nach ihrer Bergung aufweisen.

Der Belag könnte Gegenstand einer weiterführenden Untersuchung sein. Sein flächenhaftes Auftreten und die pudernde und feinkörnige Beschaffenheit sprechen am ehesten für eine Schmutzauflage aus der Bodenlagerung, eine korrodierte und in dunkles Bleisulfid umgeschlagene dünne Bleiweißfassung ist jedoch nicht auszuschließen. Wenn sich ein Farbauftrag nachweisen ließe, hätte man ggf. einen Bezug zum Farbauftrag an der Schwelle des Südportals, der im Weiteren näher ausgeführt wird.

Als Resultat der optischen Visite im Museum bleibt festzuhalten, dass die Skulpturen vom Südportal der Kathedrale Notre-Dame eine Sonderstellung einnehmen und als Quelle für den Vorzustand vor den Maßnahmen im 19. und 20. Jahrhundert einzuordnen sind. Festzuhalten bleibt darüber hinaus eine Reinigung und ein Überzug mit einer pigmentierten Lasur vor der Zerstörung in den 1790er Jahren und damit vor der Aufstellung im Museum. Fragt sich, wann genau diese Maßnahme stattgefunden hat und

ob es nicht doch unterhalb des braunen Überzugs Hinweise und Befunde für eine frühere Farbgebung gibt, die an den Portalen in situ nicht mehr vorhanden ist.

Farbgebungen

In diesem Zusammenhang kommt den Resten einer rosa Schicht auf einem weißen Grundanstrich eine gewisse Bedeutung zu, die auf einem der Objekte im Museum anzutreffen sind.³⁴⁵ Der Farbauftrag ist nur auf einem der Figurenfragmente eindeutig als solcher zu identifizieren. Sein rötlicher Charakter sollte keine mikrobielle Ursache haben (weder Pilze noch rosa Bakteriencluster sind mit einfachen optischen Methoden erkennbar). Die an Craquelé-Strukturen gebundene Farbe ist zudem Teil des Schwindrissnetzes, dessen Verschmutzung und Belegung mit schwarzen Krusten auf eine längere Standzeit schließen lassen. Bemerkenswert ist der unmittelbare Auftrag einer weißen Schicht auf dem gelblichen Kalkstein, die weitaus dicker ist als das folgende Rosa und der rauen, kreideartigen Oberfläche ein porzellanartiges Aussehen verliehen hat. Welcher Zeitstellung er zugeordnet werden kann, muss offenbleiben. Das Fehlen von Schmutzeinlagen unterhalb des Farbauftrags spricht für einen frühen, wenn nicht entstehungszeitlichen Zusammenhang, der Farbcharakter für eine ölgebundene Bleiweißfarbe. Bleibt zu klären, ob das Steinfragment überhaupt zum Figurenprogramm des Südportals gehört.

Der Sonderfall des Adam

Vergleicht man die Oberflächencharakteristika der dreiviertelrunden Standfiguren der Portalaußenseite mit dem vortrefflich hergestellten, fast vollständig ausgearbeiteten Adam aus dem Innenraum, fällt an erster Stelle die abweichende Farbgestaltung ins Auge. Auf dem malerisch grün angelegten Feigenblatt und der gelockten Haartracht haften Reste von polychromen Anstrichen. Der Unterschied in der Art und Verteilung der Farbakzente und die Mehrfarbigkeit der Farbinseln sind im Vergleich zu den höchst sparsam bemalten Skulpturen des Außenbereichs Merkmale einer komplett anderen ästhetischen oder ikonographischen Ausrichtung. Ob die Erstfassung des Adam polychrom war oder als Teilpolychromierung zu interpretieren bleibt, wird die Untersuchung des Musée de Cluny erbringen. In der Figurennische des Adam vor Ort waren zumindest bis 2012 keine eindeutigen Farbreste zu erkennen. Anders verhält es sich mit dem Sockel und dem exquisit gearbeiteten und skulptierten Baldachin, die beide polychrome Reste aufweisen. Zum Großteil ist die ansichtige Polychromie allerdings der Restaurierung unter Viollet-le-Duc zuzuschreiben. Die Figurennische samt Baldachin befand sich leider außerhalb des zugänglichen Untersuchungsbereichs, nur der Bodenanschluss der rückseitigen Wandfläche hinter dem Sockel des Adam und der Sockel selbst waren bedingt zugänglich. Als erster Befund lässt sich eine erste Wandfassung der Nische vor dem Versetzen

³⁴⁵Inv.-Nr. CL 1513.

des Adam belegen, der vor eine weißlich-graue, mit Kalkfarbe gestrichene Rücklage platziert wurde. Der Anstrich findet sich auch auf dem Baldachinsockel, der zu einem etwas späteren Zeitpunkt mit einer farbintensiven Gelbockerfassung überzogen wurde. Weitere Befunde gibt es bis dato nicht.

Schlüsselbefunde

Die Sammlung der Skulpturenfragmente im Musée de Cluny stellt einen TAQ-Befundkomplex dar, der eine sparsame Farbgebung der dreiviertelrund gearbeiteten Freifiguren aus Kalkstein impliziert. Aussagen über die entstehungszeitliche Farbgebung sind nur mit Einschränkungen möglich. Zu bedenken bleibt, dass die Figuren nicht als Vollfiguren gedacht und nur die Vorderseiten durchgearbeitet waren und eine mechanische Reinigung der Fragmente vor ihrer musealen Aufstellung erfolgte. Regelhaft vorhanden sind Reste grauweißer Beläge, die eine gealterte Bleiweißfassung sein können. Im Gegensatz zu den wenigen Indizien der optischen Untersuchung zur Farbigkeit sprechen die braun-gefleckten Bereiche auf den Vorderseiten der Fragmente für eine sekundäre Behandlung einer gealterten und gereinigten Oberfläche. Am wahrscheinlichsten ist der Auftrag einer pigmentierten Lasur an Ort und Stelle vor 1790. Das Verteilungsbild und die Intensität des Farbumschlags von Hellbraun nach Dunkelbraun deuten auf den oxidativen Abbau eines labilen Bindemittels und eine Expositionszeit von mehreren Jahrzehnten. Anders verhält es sich mit der Figur des Adam aus dem Kircheninnenraum, der Reste mehrerer polychromer Gestaltungen aufweist und von keinen braunen Bindemittelresten verunziert ist. Der Zusammenhang der Farbgebung des Adam mit der Farbgestaltung der Nischenarchitektur wäre ein lohnendes Forschungsthema zum Wechsel der Polychromie bis 1790.

4.2 Zum Steinmaterial, den Mörteln und Fug- und Ersatzmassen

Kalksteine

Zur Klassifizierung der verwendeten Kalksteine wird auf die Literatur verwiesen, Gesteinsanalysen waren nicht Teil des Untersuchungsprogramms. Rein optisch lassen sich die zur Entstehungszeit des Südportals verwendeten Werksteine gut unterscheiden. Aus der Forschungsliteratur³⁴⁶ und petrografischen Untersuchungen geht hervor, dass das Steinmaterial aus der Gegend um Paris stammt. Für das aufgehende Mauerwerk wird ein grober Kalkstein verwendet, den man im Süden und Südosten von Paris abgebaut hat. Die figuralen Teile an den Westportalen der Kirche sind hauptsächlich aus einer anderen Kalksteinvarietät desselben Steinbruchs gehauen. Dieser ist feiner, dichter und härter und nur in begrenztem Umfang vorhanden, die abbaufähige Schicht hatte lediglich eine Dicke von ca. 30 cm.

³⁴⁶ Blanc / Lorenz 1990, S. 132–138.

Die Wände der Portalinnenseite sind wie die der Außenseite in der gröberen Kalksteinvarietät ausgeführt.³⁴⁷

Nach der ersten Inaugenscheinnahme der Fragmente des entstehungszeitlichen Figurenprogramms im Musée de Cluny scheint für die Standfiguren im Süden nur die feinere Kalksteinvarietät verwendet worden zu sein. Viollet-le-Duc hatte sich vor der Renovierung mit dem im 13. Jahrhundert verbauten Steinmaterial des Kathedralbaus beschäftigt und von den gut geeigneten Kalksteinvorkommen in der Nähe von Paris berichtet. Für die Renovierung musste er auf andere Standorte zurückgreifen, weil keine ausreichenden Mengen mehr lieferbar waren.³⁴⁸

Mörtel, Fug- und Ersatzmassen

Offen zutage liegende bauzeitliche Mörtel sind an einigen wenigen Stellen nachzuweisen, Befunde mit aufeinander folgenden Mörtelphasen jedoch eine Seltenheit. Zumindest in den Archivolten sind an einer Horizontalfuge mehrere Fugmassen übereinander erkennbar, wobei die unterste Schicht ein Mörtel mit besonderen Eigenschaften ist. Er zeichnet sich durch seine mechanische Beständigkeit und die Zugabe hydraulischer Komponenten sowie eines kantigen Silikatsands aus. Als Hydraulefaktor kam Ziegelmehl zum Einsatz, welches die Mörtelmasse härter und witterungsbeständiger machte. Der Mörtel ist unterhalb seiner Grenzfläche vergipst und oberflächlich stark verschmutzt. Es kann sich um eine bewusst hergestellte Mischung zum Verfugen der Außenseiten gehandelt haben. Das Vorgehen steht in der Tradition römischer Bauwerke, eine Rezeption für Notre-Dame wäre denkbar.

Des Weiteren findet sich an einer geschützten Stelle des Portalrevers ein offen zutage liegender und nicht überputzter Versetzmörtel, der als bindemittelreicher und weicher Kalk mit eingestreutem Gipsklümpchen und gut gerundetem Sand anzusprechen ist (Flusssand mit Quarz, Kalifeldspat und Karbonaten). In die Bindemittelmatrix sind Kalkspatzen als Beleg für die Herstellung eines trocken gelöschten Baustellenkalks eingebunden, was der Bautradition im 13. Jahrhundert entspricht und auf einen entstehungszeitlichen Kontext hindeutet.

Weiterhin hat sich am Portalrevers in einer Fuge des Wimpergs ein Mörtel erhalten, den man bautechnisch als entstehungszeitlich einzuordnen hat oder einer sehr frühen Reparaturphase zuweisen sollte. Seine Zusammensetzung ist bemerkenswert, weil man einen zweilagigen Auftrag wählte, beide Mörtel einander ähnlich sind und aus trocken gelöschtem Kalk, Flusssand und verstreut vorkommenden Gipsklümpchen zusammengemischt sind. Die Deckschicht enthält gelbes Ockerpigment, das die Farbe der Fugmasse bestimmt. Ein weiteres Merkmal des Mörtels sind Reste eines weißen Fugenstrichs auf seiner Oberfläche, was einer Betonung des Fugennetzes vor einer

³⁴⁷ Blanc / Lorenz 1990, S. 132–138.

³⁴⁸ Viollet-le-Duc 1864b, S. 121–130.

gelbockerfarbenen Werksteingliederung gleichkommt. Allen drei Mörteln ist der Charakter von Schlüsselbefunden für die Bauzeit im 13. und 14. Jahrhundert zuzuschreiben.

Von Interesse sind sehr spezielle kalkgebundene Mischungen für Anstragsmassen, die man u. a. zur Ergänzung einer Krabbe unterhalb der Adamsnische aus reinem muscheligem Kalksteinbruch mittlerer Kornfraktionen herstellte. Bemerkenswert ist die hochwertige Anpassung der Ersatzmasse an die Werksteinumgebung und die qualitativ ausgefeilte Bearbeitung des Krabbenmotivs. Nur die etwas grauere Farbe unterscheidet die Masse vom Kalkstein des angrenzenden Pilasters der Figurennische, der eine gelb-braun gefleckte Oberfläche besitzt. Hinweise auf die Datierung der Masse liefern ein verschmutzter dünner Farbauftrag in Kalktechnik mit Anteilen von Gips und Holzkohle, der sich in ähnlicher Form als unterste Schicht auf der rückseitigen Wandfläche der Adamnische findet. Die Verwendung einer ähnlichen Masse lässt sich in Spitzspuren der Rücklage des Wimpergs auf der Portalinnenseite direkt auf dem Kalkstein belegen. Als Zeitraum kommt die Entstehungszeit in Betracht, als Bindemittel Kalkkasein (Phosphorprotein ist nachweisbar). Angrenzend an die Krabbe, diese jedoch aussparend, folgen dicke Fragmente einer farbintensiven Gelbockerschicht auf dem Sockel der Figurennische und der im Weiteren zu thematisierende braune Überzug. Aufgrund der Stratigraphie, der Karbonatsandmischung und der hochwertigen Qualität der Ausführung ist eine entstehungszeitliche Anstragung an diesem bautechnisch komplexen Übergang sehr wahrscheinlich. Alternativ kommt eine erste Reparaturphase in Betracht, die in Zusammenhang mit dem Auftrag der Gelbockerfassung steht.

Für Mörtelmischungen zur Überfugung und Überdeckung von Metallhalterungen bei Anstückungen sind bereits zu einem frühen Zeitpunkt Gipsmassen zum Einsatz gekommen. Die Mischungen verfügen über einen geringen Kalkanteil, etwas Feinsand (Quarz, Feldspäte, Calcitplitter) und die Zugabe eines organischen Bindemittels (Protein mit verseiften öligen Komponenten, in der Regel Calciumseifen). Merkmale der Gipsmassen sind ihre weiße Farbe, das Fehlen schwarzer Krusten und die Abwesenheit anderer Korrosionsprodukte als der Oxalate. Zusammensetzungen, die auf unterschiedliche Reparaturphasen hindeuten, lassen sich anhand von Anstrichresten, der Zumischung von Kalk und Anhydrit oder von anderen Füllstoffen festmachen (insbesondere Holzkohle).

Bei einigen Gipsmassen ist eine entstehungszeitliche Reparatur sehr wahrscheinlich. Zeitliche Marker sind Kalkanstriche auf den Gipsoberflächen, die quantitativ in Oxalat umgewandelt oder ein deutlich zum Oxalat verschobenes Oxalat/Gips-Verhältnis aufweisen und sich von den vergipsten Aufstrichen aus späteren Zeiten unterscheiden. Ein paradigmatisches Beispiel mit Schlüsselbefundcharakter ist eine Reparatur im Blattwerk der Tympanonrahmung. Dabei handelt es sich um eine mit einem Eisendübelchen am Untergrund befestigte Kalksteinvierung eines Blattmotivs, die eine kleine Gipsplombe zur Füllung des Bohrlochs aufweist. Dort sind auf dem Gips in Oxalat umgewandelte Kalkschichten vorhanden, die den abgebauten Kalklasuren auf der Innenseite der Baldachinarchitektur

entsprechen. Auch in diesem Fall weisen die Qualität des Passstücks, das aus derselben Kalksteinvarietät wie das angrenzende Blattwerk besteht, der braune Oberflächenbelag und die Strukturierung der Beläge auf dem Gips auf eine Reparatur hin. Arbeitstechnisch steht das Kalksteinpassstück und nicht Gips im Vordergrund. Letzterer wird erst im 18. Jahrhundert zur bestimmenden Reparaturmasse (Abb. 14a und b).



Abb. 14a: Befund B1; Kalksteinvierung mit Gipsplombe (Tympanon, Blattwerkrahmen Ost) (Hartmann 2012).



Abb. 14b: Befund B2; Gipsantragung, Hand eines Steinigers (Tympanon, mittleres Register) (Fuhrmann 2012).

Von Interesse ist eine weitere gipshaltige Überfugung einer Setzfuge an der Türleibung, die als Indiz für eine Reparatur am Auflager des Tympanons mit einer Änderung des Farbkonzepts und dem Überstreichen mit einer farbkraftigen Gelbockerfassung einzustufen ist (siehe hierzu das Kapitel zum Sonderfall der Portalschwelle in diesem Artikel).

Parallel finden sich mehrere, teils unbeholfen angetragene Gipsmassen an Händen, an einer Hand mit Buch, in Fugen und Rissen des Tympanons und auf einer zuvor mit Blei vergossenen Fuge. Eine entstehungszeitliche Datierung der rustikal ausgeführten Ergänzungen scheidet ebenso aus, wie die erwähnte Gipsergänzung an der Türleibung mit der Gelbockerfassung. Dagegen unterstreichen der schiere Umfang der Antragungen und ihre lokale Verteilung eine Instandsetzung, für die eine umfangreiche Gerüststellung erforderlich war. Denn die Massen finden sich sowohl auf der Außenseite des Portals als auch auf seiner Innenseite, und zwar vom Sockel bis zu den Figurennischen. Als Schlüsselkriterium der großangelegten Sanierung kann die Zusammensetzung der Massen angeführt werden. Sie bestehen aus einem weißlich-braunen, porenreichen Gemenge aus Gips mit Anhydrit und Holzkohle, das man sowohl als Glätteschicht, Ersatzmasse als auch Überfugungsmaterial benutzte. Typisch sind die grobstückige Beschaffenheit und ein Gips-Anhydrit-Verhältnis von etwa 2:1 bei einem Kalkgehalt von etwa 7 Ma.-%. Die Reparaturen werden im Innenraum von einem Anstrich begleitet, der teils weiß, teils braun war. Seine Schichtdicke spricht eher für eine pigmentierte Lasur als für eine körperhafte Farbe. Ein bindemittelreicher Kalkkaseinanstrich ist die wahrscheinlichste Variante.

Von Bedeutung für die Datierung sind Parallelen zu den braungefleckten Skulpturenfragmenten im Musée de Cluny und die Einordnung der Maßnahme als letzte Schicht unterhalb des Neuanstrichs des Innenraums unter Viollet-le-Duc in den 1860er Jahren. In Anbetracht der Alterung des Bindemittels und des außerordentlichen Maßnahmenumfangs kommt als Zeitpunkt der Maßnahme die Erneuerung der Fensterrose mit dem angrenzenden Gewölbe um 1725-1727 in Betracht. Unterstützt wird diese Annahme durch die Schichtenanalyse, aus denen sich eine Weißelung der glatten Wände ableiten lässt, und Quellenhinweise, aus denen ein Ausweißeln im Chorbereich hervorgeht.³⁴⁹

Schlüsselbefund zur Farbabfolge am Revers

Zur Veranschaulichung der Befundlage sei ein Schichtenpaket von der Wandfläche des Portalrevers erläutert, das eine Schlüsselstellung einnimmt. Nachweisbar sind dort vier zeitlich unterschiedliche Anstriche, wobei die Sichtfassung eine reine Zinkweißfarbe ist (These zur Datierung: 1860er Jahre). Jene überdeckt die des öfteren erwähnte Weiß- bzw. Hellbraunfassung, die auf einen Gips-Anhydrit-Untergrund aufgetragen wurde, der als Füllmaterial das angrenzenden Stabprofil überzieht (These zur Datierung: 1725). Darunter befinden sich an dieser Stelle noch zwei weitere Anstriche, nämlich eine dünne Gelbfassung und eine ebenso dünne rosa erscheinende Fassung. Letztere wäre der erste

³⁴⁹ Mündliche Mitteilung Prof. Stephan Albrecht.

nachweisbare Anstrich des Revers. Er bestünde aus einem weißlichen Voranstrich, der Holzkohle, Gips und bröckeligen Kalk enthält, als Sichtfassung wäre eine rosa Schicht aus reinem Kalk zur Ausführung gekommen. Auf eine größere Fläche übertragen würde der Befund eine weißliche Wandfassung, eventuell mit einer rosa Absetzung des aufgesetzten Stabprofils oder eine insgesamt lichte Rosafassung bedeuten. Zu klären bleibt, ob das Rosa ein originärer Farbton oder nicht eine mikrobiell induzierte Umwandlung der Kalkfarbe durch rosa Bakterien ist. Fest steht die Ähnlichkeit des weißen Anstrichs mit der Kalkfarbe auf der Rückwand der Adamsnische, was im Analogieschluss für beide Orte einen entstehungszeitlichen Zusammenhang nahelegt (These zur Datierung: 13. Jh.; Abb. 15a und b).



Abb. 15a: Befund I32; Probepartikel vom Anschluss des Stabprofils am Revers, Wandfläche (Ost) in Höhe der sechsten Steinlage (Hartmann 2012).

Abb. 15b: Unterseite Probepartikel; Rosafassung, dann lichte Gelbockerfassung. Die Farbaufträge werden überdeckt von einer Gipsmasse mit brauner Oberfläche und einem Ölkreidekitt von ca. 1860 (Hartmann 2012).

Die folgende zweilagige Überfassung entspricht einem Farbwechsel zu einem lichten Gelbocker. Typisch für den Kalkanstrich ist sein zweilagiger Aufbau, eine geringe Schichtdicke und die Verwendung eines feinstteiligen, reinen Kalks (Sumpfkalk). Die Deckschicht ist zweifelsfrei gelblich pigmentiert, das Pigment eisenhaltig (schluffiger Gelbocker). Als Farbsystem ist in diesem Fall von einem gipsfreien Kalkanstrich auszugehen mit der möglichen Option einer zweifarbigen Wandgestaltung mit einer in Gelbocker abgesetzten Architekturgliederung. Der Anstrich war hinsichtlich des Bindemittels optimiert und beständiger als der gipshaltige Anstrich darunter; ein Kaseinzusatz ist als gesichert anzunehmen. Zu einer ins lichte Gelbocker tendierenden Raumfassung könnten die gelbockerfarbene Absetzung der Figurennische des Adam (Sockel) und die Gelbockerfassung der Portallaibung passen. Hinsichtlich der Datierung würde die an der Wand angetroffenen schwachen Schmutzeinlagerungen für einen zeitnahen Neuanstrich sprechen, der noch ins 13. Jahrhundert datieren kann (Fertigstellung des Bauteils). Ein Beleg wären die beiden Gelbockerbefunde an der Nische des Adam und der Portallaibung. Ohne weitere Befunde aus dem Kircheninnraum oder Belege aus den Schriftquellen, und ohne Vergleich mit anderen Kirchenbauten in Nordfrankreich bleibt die Annahme noch im Bereich des Spekultativen.

Bei der folgenden Überformung mit Gips-Anhydrit scheint man das Farbschema der Vorgänger übernommen zu haben, denn der Braunocker des Anstrichs ist in der Nähe des Stabprofils intensiver und die Farblasur dort dicker aufgetragen. Vorstellbar wären für den Neuanstrich des 18. Jahrhunderts teilüberputzte Rücklagen mit einer weißlichen Lasur und einer davor gestellten, gelb oder braunocker abgesetzten Architekturgliederung. Als Farbsystem kommen für die Rücklagen und die Architekturgliederung eine Leim- oder Kalkkasein-Ölfarbe in Betracht, als Pigment Ockerphasen. Als irritierend ist die ausgeprägte Verbräunung des Bindemittels einzustufen, das noch tief im Gefüge der Gipsmasse nachgewiesen werden kann (Abb. 16-18).

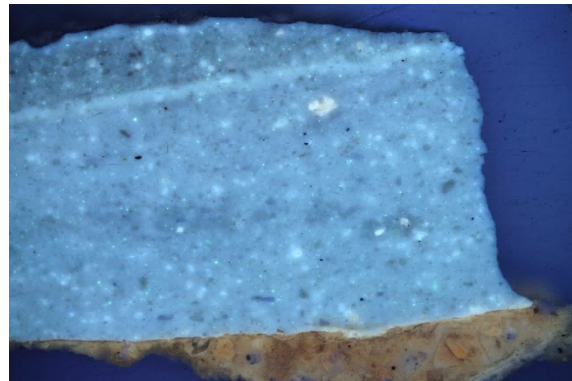


Abb. 16a und 16b: Befund I 32; Schichtenpakets vom Revers des südlichen Querhauses. Der Querschliff (POL/UV) zeigt an erster Stelle den mehrlagigen Ölkreidekitt der 1860er Jahre (im Bild oben), der eine braun erscheinende Gipsmasse überdeckt (im Bild unten) (Pristl 2020).



Abb. 17a und 17b: Befund I 32. Querschliffdetail der braunen Gips-Anhydrit-Masse mit einer braunen Deckschicht. Die Ersatzmasse überdeckt zwei jeweils zweilagige Kalkanstriche (Pristl 2020).

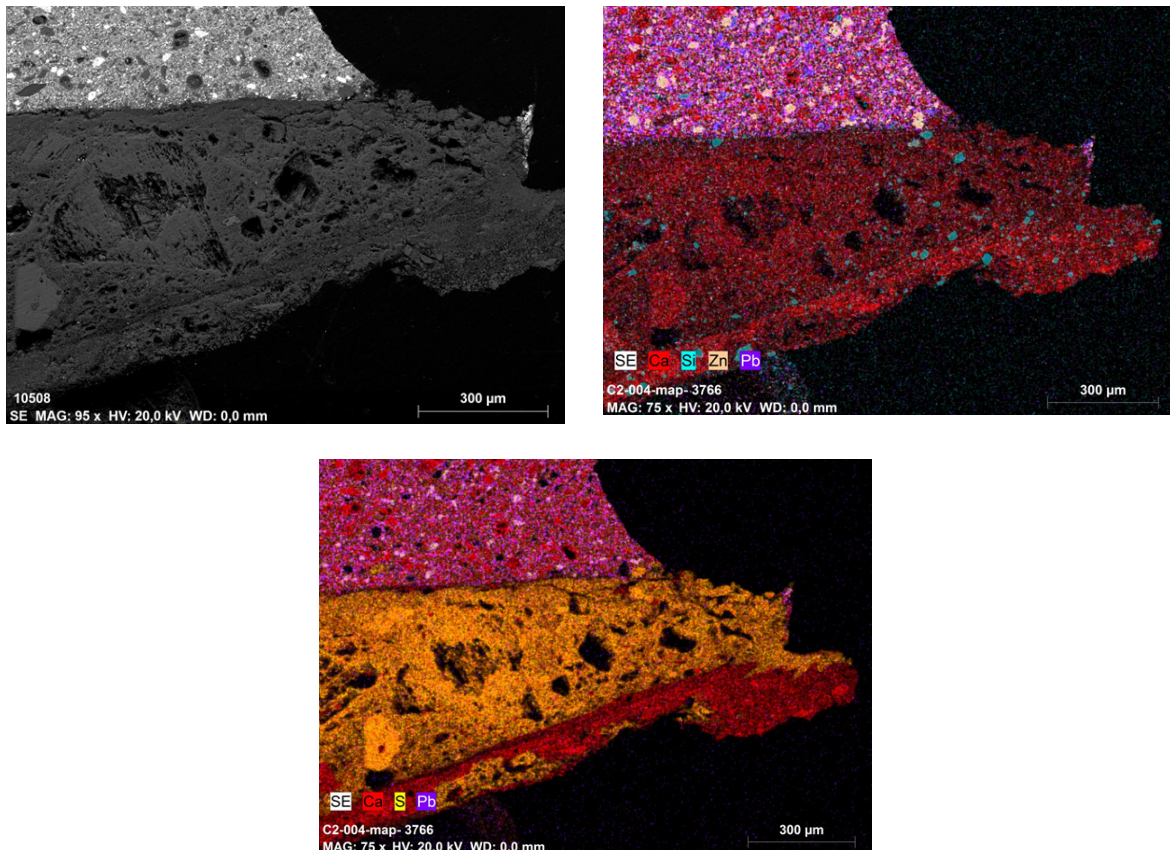


Abb. 18a bis 18c: Befund I 32. REM-EDS-Detail der Anstrichschichten. Unterscheidung lassen sich vier Zeitphasen: zuoberst befindet sich eine Bleiweiß-Zinkweiß-Fassung (Pb blau, Zn hellbraun), sie überdeckt eine mit Ocker überstrichene Gipsmasse (S gelb), die wiederum zwei Kalkanstriche überdeckt; der erste enthält einen Gipszusatz (Ca rot) (Pristl 2020).

Der Großteil der 2012 noch angetroffenen Überarbeitungen ist jedoch zweifelsohne der massiven Restaurierung der 1860er Jahre zuzuschreiben. Kennzeichen jener Maßnahme sind gut ausgemischte, dichte weiße bis hellbeige Massen aus fast reinem Calciumcarbonat (gesiebtetes Kalksteinmehl mit Kreidepartikeln) mit einer Spur Gips. Ein organischer Bindemittelzusatz ist regelhaft vorhanden, er besteht aus Öl mit reichlich Blei- und Zinkseifen und einem thermisch veränderten Protein. Wie man sich die Bindemittelherstellung vorzustellen hat und ob reproduzierbare Rezepturen vorliegen, wäre der Recherche wert – prinzipiell kann man die Mischung als geschmeidige und seifenhaltige Öl-Wachskreide beschreiben, welcher man ab und zu in den oberflächennahen Bereichen ein harzhaltiges Wachs beimischte. Die Grundmischung war eine Vielzweckmasse zur Egalisierung schadhafter Profilbereiche (weiß bis beige), zur Grundierung für die folgenden Anstriche (weiß) und diente als Gleitmittel zum Versetzen von Werkstücken (hellbraun).

4.3 Zur Farbgebung des Revers des südlichen Querhauses

Während der Kampagne im Jahr 2012 war die Innenseite vom Boden aus und mit Leitern oberhalb des hölzernen Windfangs zugänglich. Auffallend sind der für einen geschützten Innenraum hohe Anteil an Anstragsmassen an den Krabbenaufsätzen und die zahllosen Glätteschichten auf den Kalksteinprofilen.

Sortiert man die vorhandenen Befundinseln nach Farben, überwiegen Gelb- und Rottöne, die teils von blauen Farbflächen überlagert werden. Der Bestand wird von Resten schwarzer Linien überzogen, die keine reine Abbildung des tatsächlichen Fugennetzes darstellen, sondern markante Profillinien ohne Fugenbezug nachzeichnen. Das Gros der Linierung gehört der jüngsten und polychromen Bemalung der Architekturoberflächen um 1860 an. Separiert man die Befunde und ordnet sie Zeitschichten zu, lassen sich folgende Aussagen treffen:

Der Großteil der Wandflächen ist überarbeitet; betroffen waren die auf Steinsichtigkeit getrimmten Rücklagen ebenso wie sämtliche aus Kalkstein gefertigten und der Wandfläche vorgeblendeten Profilierungen. Farbbefunde sind nur in Vertiefungen verblieben, vor allem in bildhauerischen Details wie Blütenranken, Knospen von Krabben oder den zentralen Schmucksteinen. Für den Zustand im Jahr 2012 ist die in Ent-Restauration des Revers im 20. Jahrhundert verantwortlich, für die man u.a. Pressluftwerkzeug, Stahlbürsten, Säuren oder Laugen benutzt haben muss (Abb. 19a-b).

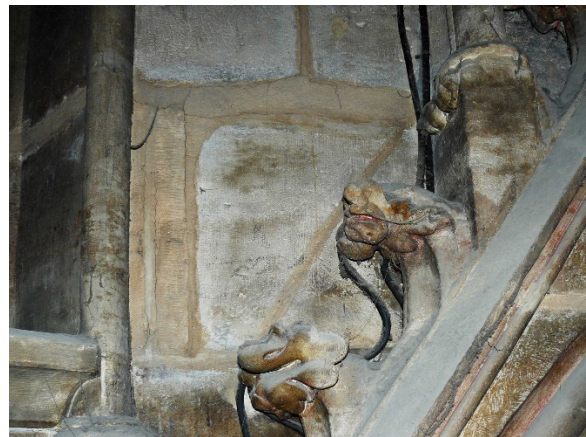


Abb. 19a: Revers, Wimbergarchitektur (Mitte). Mechanisch überarbeitete Werksteinoberflächen mit purifiziertem Blütenband; gelbocker und rote Farbreste in schwer zugänglichen Details (Drewello 2012).

Abb. 19b: Revers, Figurennische des Adam mit anschließender krabbenbesetzter Wimbergverdachung; weiße und braune Rückstände prägen Laubarbeiten, Profilierung und Wandflächen (Drewello 2012).

Das natursteinsichtige Gesamtbild entspricht dem Zeitgeist der 1920er oder 1950/60er Jahre und hat prominente Parallelen in der Re-Romanisierung des Doms zu Speyer (1957 bis 1961), bei der die im Auftrag des bayerischen Königs Ludwig I. gefertigten Wandmalereien von 1854 bis 1858 samt dem Putz bis zur Steinsichtigkeit abgenommen wurden.³⁵⁰ Für die Pariser Kathedrale Notre-Dame ist das Datum der Purifizierung ungewiss.³⁵¹ Beim Reinigen hat man eine Differenzierung zwischen Steinmetz- und Bildhauerarbeiten vorgenommen. Profilierungen wurden teilweise wenig rücksichtsvoll überarbeitet. Besonders hart ist man mit Kehlen- und Stabprofilen verfahren, die mit Stahlbürsten gesäubert und

³⁵⁰ Siehe hierzu: Bohlender 1979.

³⁵¹ Fonquernie spricht von Maßnahmen in den 1980er Jahren, vgl. Fonquernie 1985, S. 65–66. Allerdings ist für eine Purifizierung ein früherer Zeitraum anzunehmen, möglich wären die 1960er Jahre (freundlicher Hinweis von Marie-Hélène Didier).

mit Halb- und Beizeisen komplett und höchst dilettantisch zurückarbeitet wurden. Bei Ornamentbändern und Krabbenaufsätzen hat man größere Umsicht walten lassen und Beläge und Anstriche mit Bürsten und ohne Zuhilfenahme von schlagenden Werkzeugen abgeschabt. Als Beispiel seien die im Jahr 1725 ergänzten Krabben der Wimpergverdachung angesprochen. Zum Zeitpunkt der Untersuchung 2012 war noch sowohl die plastische Masse mit Spuren der Modelliereisen als auch die braune Farbgebung des 18. Jahrhunderts mit Resten der Überfassung des 19. Jahrhunderts erhalten. Ein ähnlicher Befund ist für den Figurenbaldachin des Adam zu konstatieren, dessen Farbkleid weitgehend reduziert ist, ohne die vorzüglichen Masken- und Gesichtsdarstellungen, das Blattwerk in den Baldachinfüßchen mit eingeritzten Konstruktionslinien oder den krabbenbesetzten Turmaufsatz zerstört zu haben. Die erhaltenen Fragmente von Weiß, Blau, Ocker, Grün, Rot gehören zum Farbkonzept der 1860er Jahre (Abb. 20a und b). Wenn man nach der mittelalterlichen Farbgebung sucht, ist man gut beraten mit den Figurenbaldachinen zu beginnen.³⁵²



Abb. 20a: Revers, Nische des Adam; Blick in die Baldachinarchitektur mit Farbresten (Drewello 2012).

Abb. 20b: Detail eines Baldachinfüßchens mit Blütendarstellung; rote und blaue Farbreste und Reste Konstruktionslinien sind erkennbar (Drewello 2012).

Suche nach der Erstfassung: Nische des Adam

Zumindest einen Befund gilt es festzuhalten. Vor der Aufstellung der vollplastischen Adamfigur wurde die rückseitige Wandfläche der Figurennische mit einer weißlichen Farbe gestrichen. Dies erschließt sich aus einer Stelle an der Bodenplatte, die mit dem Ölkreidekitt der 1860er Jahre, und nur von diesem, überstrichen ist (Abb. 21). Auf seiner Rückseite haften Resten der verwendeten Kalkfarbe (Abb. 22 a und b). Ihre Charakteristika lassen sich festmachen an einer geringen Schichtdicke (ca. 0,04 mm) und einem offenbar nur einmaligen Aufstrich; des Weiteren am signifikanten Gehalt an feiner Holzkohle, der eher auf eine Pigmentierung denn eine beiläufig erfolgte Verschmutzung schließen

³⁵² Welche Auswirkungen die Brandkatastrophe vom 15. April 2019 hatte, bei der das Querhaus von Notre-Dame im besonderen Maße betroffen war und die zum Teilabsturz der Gewölbe mit der Verteilung aufgeschmolzener Bleipartikel der Dachkonstruktion führte, ist nicht bekannt. Bei späteren Befundungen ist die mögliche Kontamination mit Bleiverbindungen zu berücksichtigen.

lässt, und auf Gips, der aus kristallinen Partikeln und nicht aus sekundär gebildetem Gips besteht. Mit den beigemischten Silikaten (Quarz, etwas braunrotes Eisensilikat), den Kalkbröckchen in der Matrix und der auffallend porenreichen Beschaffenheit der Farbe, ist in der Summe von einem Anstrich unter Verwendung von trocken gelöschtem Baustellenkalk ohne weitere Zusätze auszugehen – ein simpler, aber effektiver Erstanstrich.

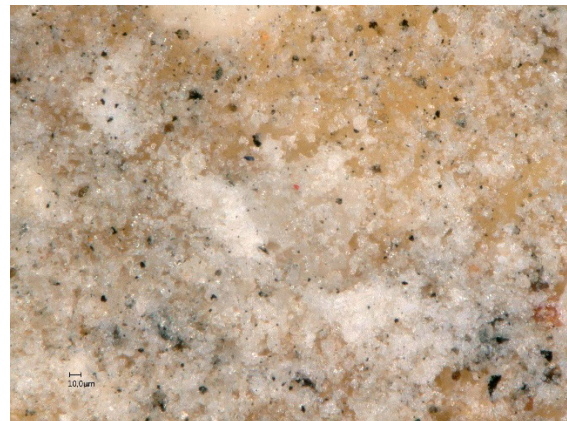


Abb. 21: Revers, Nische des Adam, rückseitige Wandfläche an der Bodenplatte. Befund I 09. Überzug mit braun überstrichenem Ölkreidekitt, darunter weißliche Wandfarbe auf Kalkstein (Hartmann 2012). (Anm. oben links)

Abb. 22a: Befund I 09, Rückseite des Ölkreidekitts mit Resten einer Kalkfarbe, die von Poren durchsetzt ist und neben zahllosen Holzkohlepartikeln etwas rotgelbes Eisenpigment enthält (Drewello 2020).

Abb. 22b: Detail der Kalkfarbe mit Holzkohlepigmentierung (Drewello 2020).

Der Ort an der Nischenrückwand war bis zur Abnahme der Adamfigur um 1790 vom Figurensockel zugestellt. Veränderungen gab es erst unter Viollet-le-Duc, bei denen die leere Nische grundiert und im unteren Bereich mit dem beschriebenen Ölkreidekitt überzogen wird. In der Kombination aus den Bestandteilen der Kalkfarbe und der besonderen Exposition kommt der Nische deshalb die Funktion eines Schlüsselbefunds für den ersten Wandanstrich im Innenraum des Querhauses zu.

Das ominöse Braun

Zur Rekonstruktion der Veränderungsgeschichte des südlichen Revers bedarf es einer Erklärung des braunen und gefleckten Erscheinungsbilds unterhalb der Fassung des 19. Jahrhunderts. Die ergänzten Krabbenaufsätze sind in dieser Hinsicht von zentraler Bedeutung. Zum einen bestehen sie aus Kalkstein, was zu erwarten war, zum anderen aber aus Ersatzmasse, die zwei Mischungen zuzuordnen ist:

Ersatzmasse aus Karbonatsand, die zu einem sehr frühen Zeitpunkt angetragen wird (13. Jahrhundert).
Ersatzmasse aus Gips mit Anhydrit der Instandsetzung im 18. Jahrhundert (Abb. 23-26).

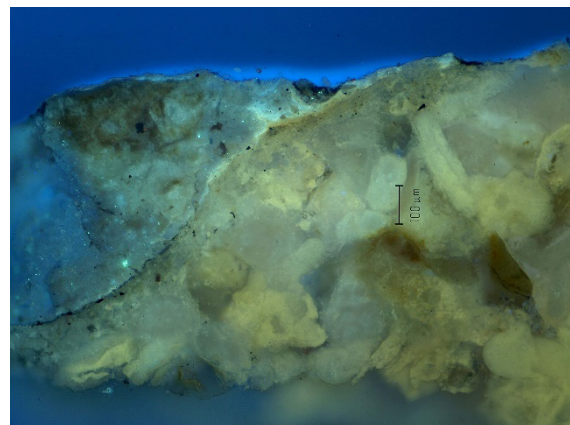
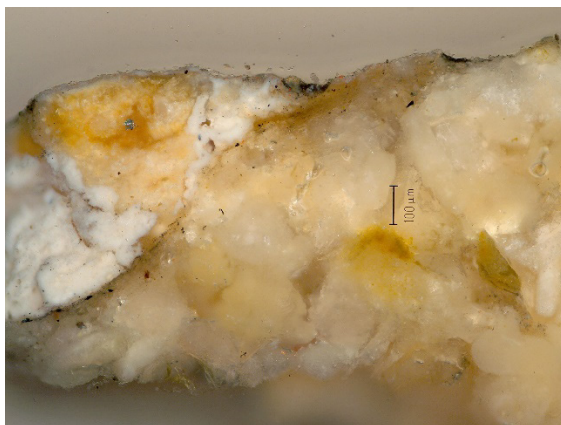


Abb. 23: Revers, Verdachung des Wimpergs. An das Nischenpfeilerchen angetragene Ersatzmasse mit Krabbe (graue Oberfläche); das Pfeilerchen war Gelbocker überstrichen. Befund I 03 (Hartmann 2012)

Abb. 24a und Abb. 24b: Befund I 03; Querschliffdetail der Masse aus Karbonatsand mit den Anstrichen: Grauweiß – Goldocker – 1860 (Pristl 2020).



Abb. 25: Revers, Verdachung des Wimpergs; frei anmodellierte Krabbe mit brauner Oberfläche, Eisennagelfixierung und grünen und roten Farbresten (Drewello 2012).

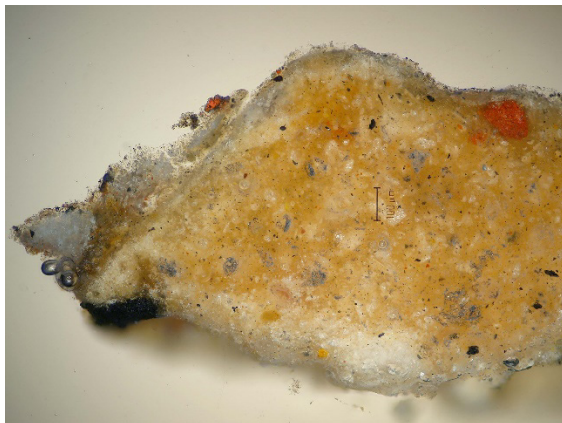


Abb. 26a und Abb. 26b: Befund I 19; Querschliffdetail der Ersatzmasse aus Gips-Anhydrit mit groben roten und gelben Farbkümpen. Abfolge der Anstriche: Braun (18. Jh.) – 1860 (Pristl 2020).

Die grundverschiedene Zusammensetzung der Anstragsmassen und die andere Anstragstechnik erlauben eine eindeutige Zuordnung. So sind die Massen aus Karbonatsand mit meisterlich an die Werksteinumgebung angepassten Oberflächen versehen und mit ihrem dünnen weißlichen Anstrich und einer späteren Goldockerüberfassung der Entstehungszeit des Portalrevers oder einer frühen Reparatur zuzuschreiben. Die Gips-Anhydrit-Ergänzungen gehören hingegen der Instandsetzung um 1725 an. Ob aus Kalkstein oder einer der beiden Ersatzmassen: Sämtliche Oberflächen tragen einen gelbbraunen Überzug, ein in den Untergrund eingedrungenes braunes Bindemittel ist allgegenwärtig, welches eine Leim- oder Kaseinlösung gewesen sein muss. Es ist dieser Anstrich, der für die Fleckenhaftigkeit auch der entrestaurierten und abgelagten Oberflächen verantwortlich ist.

Übermalung mit Gelbocker und Rotbraun

Für glatte oder die um 1725 mit Gips-Anhydrit-Masse ausgebesserten Bereiche begnügte man sich mit einem dünn aufgetragenen Gelbockeranstrich oder einem darüber gestrichenen Rotbraunocker. Befunde für Gelb- bzw. Rotbraunocker finden sich in den Rücklagen des Wimpergs und auf dem umlaufenden Sockelprofil. Aus den noch erhaltenen Befunden auf der östlichen Wandfläche ist auf eine Weißelung der Rücklagen zu schließen. Damit hätte man ein klares Farbkonzept, das durch die farbkünftig abgesetzte Wimperarchitektur betont wird. Jene setzt sich aus einer kalksteinrauen Werksteingliederung mit einem dicken Farbanstrich aus roh gemischten Ockerfarbtönen zusammen. Bleipigmente sind darin wie zufällig beigemischt, haben jedoch keine tragende Funktion. Das Bindemittel des Anstrichs auf der Wimpergarchitektur ist auch kein Sumpfkalk, sondern ein gesiebter, nicht vollständig abreagierter Baustellenkalk mit Calciumoxidbröckchen, dem man zur Verbesserung der Hafteigenschaften und Streichfähigkeit mit einer Mischung aus Öl und Protein versetzte. Die Rücklagen des Wimpergs sind von Spitzhieben übersäte Kalksteinoberflächen, die offenbar in einem unfertigen Zustand belassen blieben. Technisch erinnern sie an einen Untergrund für eine nie aufgetragene Überputzung. Am Boden der Eintiefungen finden sich nur weißlich-graue Reste eines gealterten Kalkanstrichs mit Holzkohle und Reste einer Ersatzmasse oder eines Putzes aus Karbonatsand, die beide der Entstehungszeit zuzurechnen sind und dem Befund in der Adamsnische entsprechen. Der Anstrich wird hier überdeckt von einem Füllmörtel mit Resten des gelbockerfarbenen und braunroten Anstrichs mit etwas Gipskreide und sporadisch vorkommenden Bleipigmenten. Damit würde die Rücklage des Wimpergs nicht denen der angrenzenden und geweißelten Wandflächen entsprechen, sondern in Gelb- oder Rotocker ausgemalt gewesen sein. Dieser Befund korrespondiert mit dem Anstrich auf der Werksteingliederung des Wimpergs. Dort haften auf nahezu allen Kalksteinen gelbliche und rötliche Farbinseln oder eingedrungene Farbpakete sind im Untergrund des muschel- und schneckenreichen Trägers verankert (Abb. 27a und b).

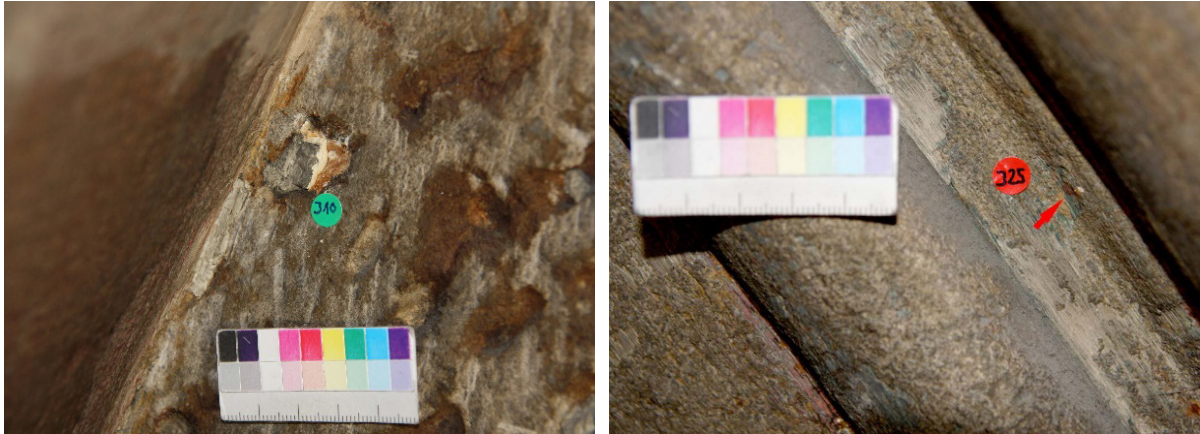


Abb. 27a: Revers, Rücklage des Wimpergs. Aufgespitzte Oberfläche mit Resten eines weißlichen Ölkreidekitts mit grauer Oberfläche, darunter: gelbocker und rotbraune Farbschichten. Befunde I 10 und I 11 (Hartmann 2012).

Abb. 27b: Revers, Profilierung des Wimpergs (West); Oberfläche mit Resten eines weißlichen Ölkreidekitts mit Polychromie, darunter: Farbinseln aus Rotbraun auf Gelbocker. Befund I 12 (Hartmann 2012).

Bei den kompakten Farbresten hat man es mit einem Rot- und Rotbraunockeranstrichen auf einer Gelbockergrundierung oder nur mit Gelbocker zu tun. Sämtliche Farbschichten auf den Profilen zeichnen sich durch ihre außergewöhnliche Schichtdicke aus (0,40 bis 0,70 mm), gepaart mit einer unausgewogenen Mischung aus einer feinkörnigen Matrix mit Grobpartikeln aus Quarzsand, Gips oder Bleiweiß. In der rotockerfarbenen und rotbraunen Schicht kommen Bleipigmente vor, die in der Regel in der Gelbockerschicht fehlen, während in der Gelbockerschicht Kalkbröckchen enthalten sind, die den rötlichen Schichten abgehen (Abb. 28a und b). Die Farbwahl selbst war abhängig von der Profilkategorie, bislang hat es den Anschein, als ob man Rund- und Halbstäbe in Gelbocker belassen hat, während Kehlen- und Karniesprofile rot überstrichen wurden. Für Platten und Schrägen und die Rücklagen lässt sich keine Farbzuordnung treffen.

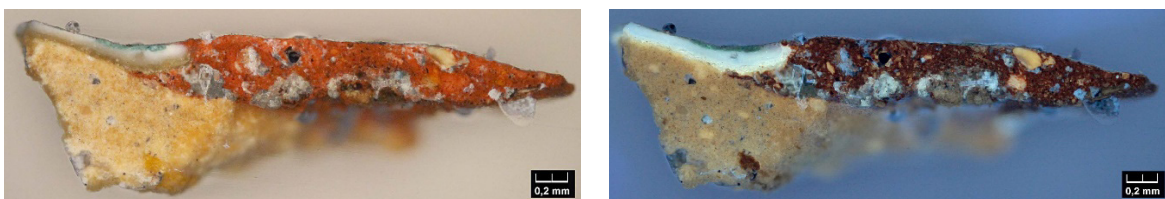


Abb. 28a und Abb. 28b: Befund I 25; Querschliffpräparat (POL/UV) der inhomogenen Gelbockerschicht mit einer noch inhomogeneren Rotbraunockerschicht; überdeckt werden beide Schichten von der polychromen Überfassung der 1860er Jahre (Grünfassung auf Weiß) (Hartmann 2012).

Instandsetzungsarbeiten am südlichen Querhaus im 18. Jahrhundert

Resümiert man die Ergebnisse zur „Braunen Phase“ am Revers und der farbintensiven Gelb- und Rotockerbemalung am Wimperg, ergibt sich das folgende Bild: Zum Zeitpunkt der Instandsetzung waren größere Schäden an der Werksteingliederung zu reparieren. Betroffen waren der zurückgewitterte Sockel, statisch bedingte Verformungen in der Werksteingliederung des Wimpergs und mechanische Abbrüche von Schmuckdetails. Das Schadensbild kann in Zusammenhang stehen mit den in den Schriftquellen überlieferten Schäden im 16. Jahrhundert oder den baulichen Problemen am Gewölbe und der Fensterrose um 1725. Tatsache ist, dass repariert wurde und ein geschlossenes Gesamtbild, das auch die beiden Seiten des Querhauses umfasste, das Ziel der Instandsetzung war. Ein Beleg für die Maßnahme ist eine Ersatzmasse aus grobkörnigem Gips mit Anhydrit, die Zugabe eines Proteins als Bindemittel und die Zusammensetzung der Mischungen. Hinsichtlich des Farbkonzepts im Innenraum ist von einem weißen Anstrich der Wandflächen mit einer in Gelb- und Rot(braun)ocker abgesetzten Werksteingliederung auszugehen. Im Gegensatz zu den glatt überputzten Wandflächen waren die Farbanstriche für die Kalksteinprofilierung am Wimperg und seinen Rücklagen dick aufgetragen und teils mit Bleiweiß versetzt, ohne dass das Pigment eine maßgebliche Rolle gespielt hätte. Dies mag die zunächst unverständlichen Unterschiede zwischen den dünnen Anstrichen auf den Wänden des Revers und der Wimpergkonstruktion erklären.

Unter Berücksichtigung der Befunde vom Außenbereich, der Alterung des Bindemittels und der im Schichtenaufbau anschließenden Maßnahme unter Viollet-le-Duc; unter Berücksichtigung des baulichen Umfangs der Instandsetzung; und unter Verweis auf die in Schriftquellen belegte Erneuerung der Fensterrose wird die „Braune Phase“ in einen Zusammenhang mit der Gelbocker-Rot(braun)ocker-Fassung der Architekturgliederung im Innenraum gestellt und der Instandsetzung um 1725 zugeordnet. Derselben Zeitstellung sollten die mechanische Reinigung der Standfiguren im Außenbereich und die auch dort angetroffene ockerfarbene Eintönung mit der später sichtbar gewordenen Verbräunung angehören. Über das farbliche Gesamtkonzept der Außenseiten des Querhauses im 18. Jahrhundert kann nur spekuliert werden, dazu war die Überformung durch das 19. Jahrhundert zu intensiv.

Polychrome Gestaltung des Revers - Schlüsselbefunde der Restaurierung unter Viollet-le-Duc

Das um 1860 realisierte Farbkonzept ist aus material- und maltechnischer Sicht als ein besonderes einzustufen. Es zeichnet sich durch eine ausgewiesene kunsthandwerkliche Könnerschaft und ein hohes Maß an Materialkenntnis aus. Grundpfeiler des Konzepts ist eine hochartifizielle, polychrome und idealisierende Ausmalung. Beispiele für die Güte der Maltechnik liefern die Anlage der Polychromie, die meisterliche Anstrichtechnik und die Zusammensetzung und Ausmischung der Malschichten. Schwarz ist nicht gleich Schwarz, noch sind Blau, Rot oder Grün immergleiche und

identisch konfektionierte Anstrichfarben. Der jeweils gewählte Farbton sorgte für einen als harmonisch empfundenen Farbklang, die firnisartige Schattierung für eine Steigerung der plastischen Wirkung der gotischen Profilabwicklung.

Als Beispiel für den Aufbau eines an sich schlichten Details an einem Ort von untergeordneter Bedeutung sei das östliche Sockelprofil des Portalrevers angesprochen. Auf dem zurückgewitterten (und überstockten) Kalkstein finden sich nur zwei Farbanstriche: Zuunterst das auf einer Gips-Anhydritmasse applizierte „Braun“ (These: 1725, hier noch mit Zugabe von Pottasche als Gleitmittel), zuoberst der Anstrich der 1860er Jahre, dessen maltechnischer Aufbau paradigmatisch für die gesamte Wandfläche ist. Arbeitstechnisch startet man mit dem Auftrag einer Sperrschicht aus Öl mit reichlich Zinkseifen, macht weiter mit einem Überzug aus Ölkreidekitt mit reichlich Bleiweiß und endet mit einer fast reinen Zinkweißfassung in Öltechnik (Öl-Zinkseifentempera). Das Bindemittel ist nicht einfach Kalk oder Kalkkasein, sondern eine öl- und seifenhaltige Tempera mit Zinkseifen als hochwirksamem Trockenhilfsmittel, dessen Verwendung als Novum des 19. Jahrhundert bezeichnet werden kann.³⁵³ Was dann folgt, ist eine raffinierte Schwarzfassung, die mit dünnen Lasuren über einer schwarzbraunen Linierung spielt (Abb. 29-30).

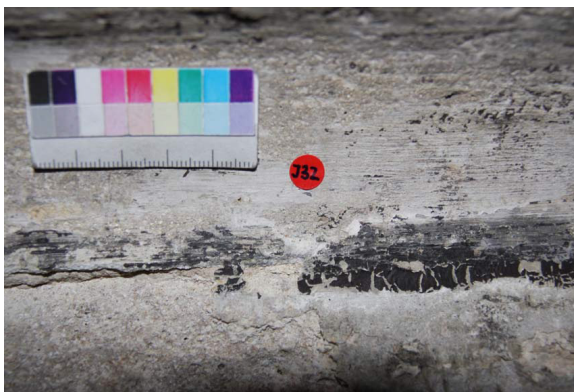


Abb. 29a: Revers, Wand (Ost), Sockelprofil, Befund I 33. Kompakte Schwarzfassung mit Schwindrissen, überlagert von dünnen schwarzen Schattierungslinien (Hartmann 2012).

Abb. 29b: Befund I 33. Partikel mit einer tiefdunklen Schwarzfassung auf helleren Schichten und dem Kalksteinträger (Hartmann 2012).

³⁵³ Zur Entwicklung der Temperamalerei: Reinkowski-Häfner 2014. Zur Wandmalerei mit Tempera im 19. Jahrhundert vor allem: S. 80–127.

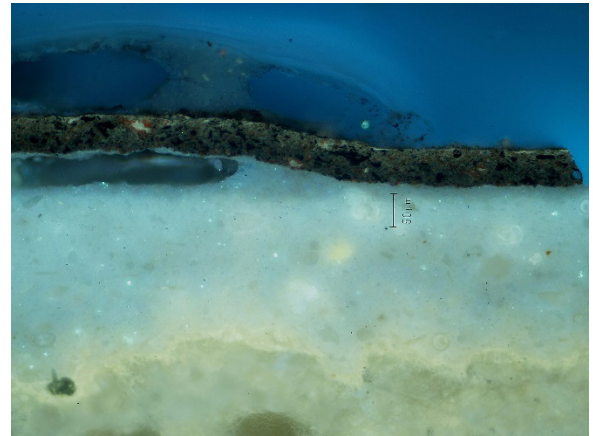
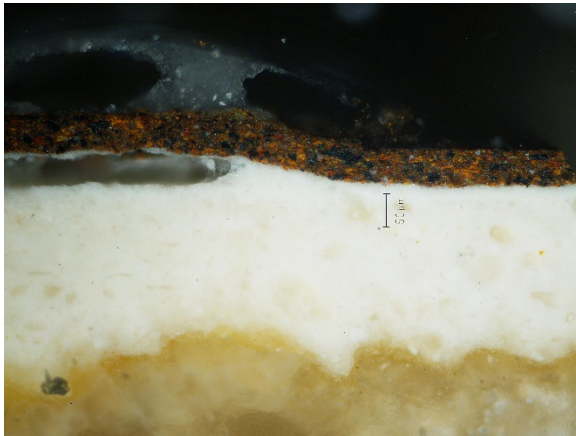


Abb. 30a: Befund I 33. Querschliffpräparat mit dem verschmutzten Kalksteinuntergrund und einer Ersatzmasse aus Gips-Anhydrit mit einer dünnen Gelbockerfassung, es folgt die mehrlagige weißliche Überarbeitung der 1860er Jahre mit einer Schwarzfassung (Hartmann 2012).

Abb. 30b: Befund I 33. Querschliffdetail mit REM-EDS-Auswertung. Die Schwarzfassung ist eine komplexe Ausmischung verschiedener Pigmente (Pristl 2020).
(Anm. UV Bild rechts, links DF)

Der Anstrich kann aufgrund seines Leitpigments – dem Zinkweiß, ZnO – als Schlüsselbefund für die Ausmalung unter Viollet-le-Duc eingestuft werden, denn die massenhafte Verwendung von Zinkweiß als Ersatz für Bleiweiß in Ölfarben ist erst ab der Mitte des 19. Jahrhunderts möglich.³⁵⁴ Ein zweites Merkmal ist die aufwändige Maltechnik bis hin zur weißen Sichtfassung, ein drittes die schattierende Maltechnik. Das vierte Merkmal betrifft die spezielle Zusammensetzung der schwarzen Linierung, die Pigmentmischung ist nämlich kein einfaches Ruß- oder Holzkohleschwarz, sondern eine komplexe Ausmischung aus Bleiweiß mit Mennige und gebrannten Gelbockerphasen einerseits (Antizipation des Mittelalters) und andererseits einem exotischen Schwarzpigment, das an Schmirgel erinnert

³⁵⁴ Zinkweiß war zwar seit 1782 bekannt und wurde am Ende des 18. Jahrhundert vereinzelt für Gemälde benutzt, dennoch war es aber zunächst zu teuer, um Bleiweiß in der Malerei gänzlich abzulösen. In Frankreich wurde Zinkweiß bereits Ende des 18. Jahrhunderts vielfach hergestellt und auch verkauft, in Deutschland ist es etwa zur Jahrhundertwende in Katalogen greifbar. Endgültig durchgesetzt hat es sich wohl erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Was auch auf die schlechteren Trocknungseigenschaften im Vergleich zum Bleiweiß zurückzuführen sein mag. Zur Quellenlage: Speckhardt 2014, S. 68–71. Zur Verwendung von Zinkweiß allgemein: Kühn 1986, S. 169–186. Die industrielle Herstellung von Zinkweiß – zu erschwinglichem Preis – in Frankreich wird hier um 1845 angegeben. Vgl. auch: Hering 2000, S. 235–246.

(Mischung aus Korund mit Hämatit und Quarz, die eine Neuheit der 1860er Jahre sein kann). Abgetönt ist das Feststoffgemenge mit etwas Blanc fixe (Bariumsulfat) und der damals hochmodernen Zinkweiß-Ölfarbe. Zum Schlüsselbefundcharakter der Schwarzfassung gehört die dünn aufgetragene Abschattierung, die mit fein geriebenem Beinschwarz (Knochenkohle) ausgemischt ist. Da man diese Mischung auf allen abgeschattierten Partikeln antrifft, muss das Pigment bewusst eingesetzt worden und ggf. käuflich leicht zu erwerben gewesen sein.

Das eine ist die Farbe, die als warmes Schwarz beschrieben und im 19. Jahrhundert gerne verwendet wird, das andere die zur damaligen Zeit ans Industrielle heranreichende Produktion von „Tierkohle“.³⁵⁵ In der Summe ist festzuhalten: Eine schlichte Schwarzfassung für den Sockel wäre auch einfacher herzustellen gewesen. Im Nachhinein kann man dem 19. Jahrhundert nur Respekt zollen (und Abbitte bei den versierten Kunsthandwerkern für die blind vorgenommene Ent-Restaurierung leisten).

Vom Sockelprofil ausgehend fragt man sich, was an Raffinesse für den mittig im Portalwimperg positionierten und fein geglätteten Maskenstein noch kommen kann. Es sei erwähnt, dass ausschließlich Befunde des 19. Jahrhunderts auf dem handwerklich perfekt hergestellten Bildhauerstück vorkommen und die feinkörnige Sorte des Werksteins den Kalksteinen der nach 1860 hergestellten Standfiguren im Außenbereich ähnlich ist. Da sich keine eindeutigen Indizien für eine frühere Herstellung finden lassen, sollte man überprüfen, ob das zentral platzierte, in einer Vertikalfuge versetzte Einzelstück des Maskensteins (Abb. 31a) nicht eine idealisierte Neuanfertigung unter Viollet-le-Duc ist.



Abb. 31a: Südportal, Revers, Wimperg, mittig platzierter Maskenstein in einer Vertikalfuge, Umfeld: mechanisch überarbeitete Rücklage (Hartmann 2012).

³⁵⁵ Siehe hierzu: Thorpe 1912, S. 264.



Abb. 31b: Befund I 08, Maskenstein mit Grundierung und weißer, roter und grüner Schicht (Hartmann 2012).

Das polychrome Konzept der Maske ist auf extreme Farbintensität angelegt und steht im krassen Gegensatz zur monochromen Gestaltung des Umfelds in Weiß oder Grau. Der Farbaufbau startet mit einer bindemittelreichen, zink- und bleiseifenhaltigen Grundierung ähnlich der am Sockelprofil (Abb. 31b). Im Unterschied zum Sockel finden sich gebrannte Partikel, die sich von der Grundierung bis in die folgenden Farbschichten fortsetzen und Portlandzementphasen zuzuordnen sind (Reste der umgebenden Fugmasse). Es folgen ein zweilagiger weißer Farbauftrag mit Bleiweiß und Zinkweiß in der erwähnten Zinkseifen-Öltechnik mit einer Zinkweißfassung als letzter Schicht, dann eine leuchtende Rotfassung mit feinkörnigem Zinnober und eine Grünfassung (Bleiweißfassung) mit Pariser Grün als Leitpigment (Kupferarsenit), ausgemischt mit Blanc fixe (Bariumsulfat), Bleiweiß und Zinkweiß. Nicht zuletzt das an dieser Stelle benutzte „Pariser Grün“³⁵⁶ hilft bei der Datierung in die Mitte des 19. Jahrhunderts und ist ein klassisches *terminus post quem*-Kriterium für die Ausführung der polychromen Gestaltung (Abb. 32a und b).

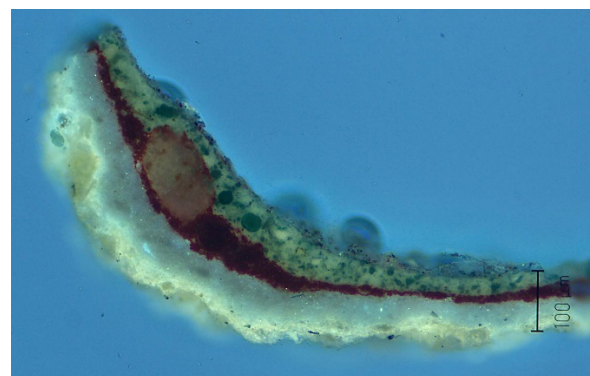
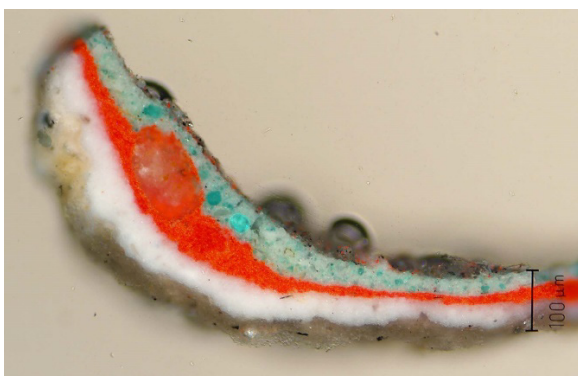


Abb. 32a und Abb. 32b: Befund I 08. Querschliffpräparat (POL/UV). Abfolge aus transparent-brauner Grundierung, weißem Voranstrich, Rotfassung (Zinnober), Grünfassung (Pariser Grün), schattierende Lasur (Pristl 2020).

³⁵⁶ Grundlegend zu arsenhaltigen Kupferpigmenten des 19. Jahrhunderts: Fiedler / Bayard 1997, S. 219–271.

Man kann zur Malerei des 19. Jahrhunderts stehen, wie man will – ihre kunsttechnische Qualität steht außer Frage. Eine intensive Auseinandersetzung mit der Polychromie der Querhauswände wäre der Sache dienlich. In der Summe kann den Farbbefunden am Portalrevers der Status eines idealtypischen Beispiels für die Verschmelzung alter und neuer Kunsttechniken im Geist des 19. Jahrhunderts mit Schlüsselbefundcharakter zugeschrieben werden.

4.4 *Die Farbigkeit der Außenseite des Südportals*

Zur bauzeitlichen Farbgebung der Außenseiten des Südportals lassen sich keine gesicherten Angaben machen. Makroskopisch sind weder für die architektonische Gliederung noch für die Bauskulptur Farbflächen, Farbschichtenpakete oder Fassungsreste vorhanden, die mehr als die Ockerlasuren des 19. und 20. Jahrhunderts umfassen. Dass es Oberflächenbehandlungen vor dem 19. Jahrhundert gegeben hat, davon ist auszugehen. Hinweise liefern ungewöhnliche Schalenbildungen und Verdunkelungen auf bildhauerisch betonten oder ausgefeilten Partien. Auffallend viele Gesichter, inklusive der Haartrachten, Gewandborten, Engelsflügel und Attribute haben eine Behandlung erfahren, sei es in Form einer pigmentierten Lasur oder als Auftrag eines heute transparent erscheinenden, ehemals hauchdünn aufgetragenen Anstrichs.

Ungewöhnliche Oberflächenphänomene überziehen die zentrale Gottes- und Engelsdarstellung im Tympanon oder die Gesichtspartien von Engelsfiguren in den inneren Archivolten. Typisch sind abgedunkelte Überzüge mit Craquelé, die zu einem Bestandteil der Oberflächen geworden sind (Abb. 33a). Im Detail kann man direkt oder indirekt Aufmalungen wahrnehmen, so in Augen und auf Lippenpartien, weil gerade dort die bildhauerische Epidermis besonders gut erhalten oder eben verloren ist (Abb. 33b). Die Existenz oder der Verlust an diesen ausgewählten Orten kann als Hinweis auf eine Bemalung interpretiert werden, obwohl es auf dem gesamten Tympanon und den Archivolten keine dicker geschichteten Farbauflagen gibt, selbst nicht in geschützten, schädigenden Umwelteinflüssen entzogenen Bereichen.



Abb. 33a: Östl. Archivolt, innere Reihe; Engelsdarstellung, dunkles Craquelé der Gesichtspartie mit Irisausmalung (Drewello 2012).



Abb. 33b: Tympanon, unteres Register.; Gesicht eines Beobachters mit Irisausmalung und ggf. Lippenbetonung (Drewello 2012).

Erstfassung und Folgeanstriche

Sucht man nach Indizien für frühere Gestaltungen, bleibt man auf hinterschnittene, mechanischen Reinigungen kaum zugängliche Bereiche beschränkt. Dazu zählen u.a. die nur mit Mühe erreichbaren vorderen Gewölbe der Kleinbaldachine im Baldachinfries des Tympanons, in denen sich eine braune Oberflächenschicht erhalten hat, die durch punktuelle Verluste ein kariöses Erscheinungsbild aufweist, aber nicht durch Ablaugen oder mechanisches Abarbeiten komplett verloren ging (Abb. 34).



Abb. 34: Tympanon, Baldachinfries (West), Rippengewölbe mit brauner Schicht (Drewello 2012).

Bei genauer Betrachtung des Belags erkennt man eine Art Kalklasur und einen ähnlich gearteten zweiten Anstrich. Die Schichtdicken sind mit 0,01 bis 0,02 mm minimal, der Gehalt an Calciumcarbonat geht gegen Null. Bemerkenswert ist auch das Fehlen von Gips – Sulfate haben sich in den Krusten darüber und der Kalksteinoberfläche darunter gebildet – und die Dominanz von Calciumoxalat. Mit zunehmendem Abstand von der Oberfläche des Kalksteins nimmt der Gipsgehalt in den weiteren Schichten stark zu. Während der erste zweilagige Farb- oder Lasurauftrag quantitativ in Oxalat umgewandelt und der zweite reich an Oxalat ist, werden die weiteren Beläge von Gips bestimmt, mit Ausnahme der unmittelbaren Oberfläche, die synthetisch hergestellte Silikate enthält.

Aus der Detailuntersuchung geht hervor, dass die laminare Struktur der beiden ersten oxalatreichen Schichten zum Bestandteil des Kalksteins geworden und nicht von diesem zu trennen ist. Optisch sind die dünnen Schichten als braunschwarz getönter, transparenter Film wahrzunehmen (Abb. 35a und b). An sich sind Oxalathäutchen der perfekte Oberflächenschutz für den Kalkstein darunter, weil Calciumoxalate um Größenordnungen geringer auf schwefelsaure Wässer reagieren als das Calciumcarbonat des Kalksteins. Nur beschädigen sollte man sie nicht. Und man muss sich mit dem abdunkelnden, ins Bräunliche tendierenden Farbton arrangieren.³⁵⁷

³⁵⁷Zur stratigraphischen Unterscheidung von Gips- und Oxalatkrusten im innerstädtischen Bereich siehe: Dallmeier / Drewello 2002, S. 27–38; Dallmeier / Drewello / Koch 2004, S. 22–53. Siehe auch zum Weltgerichtsportal in Nürnberg: Bauhütte St. Sebald Nürnberg e.V. 2009. Vor allem: Drewello / Herkner 2009, S. 25–46.

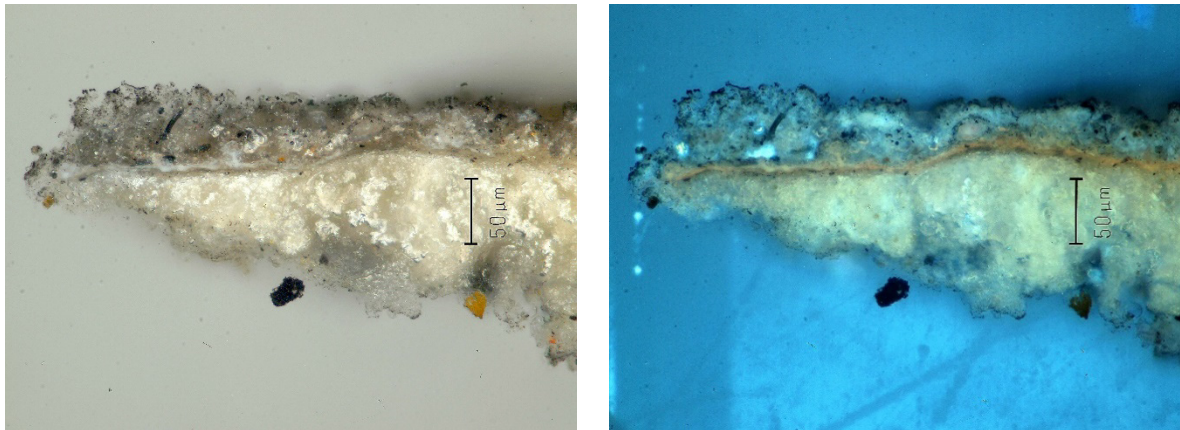


Abb. 35a und Abb. 35b: Befund A2; Querschliffpräparat (POL/UV). Die Abfolge besteht aus der Kalksteingrenzfläche, zwei dünnen, im UV gelbbraun erscheinenden Kalkanstrichen (Oxalatschichten) und zwei weiteren vergipsten Anstrichen mit dunkler Oberfläche (Pristl 2020).

Als Ursache der lokal begrenzten Oxalatbildung auf dem Kalkstein kommen in der Regel Oxalsäure bildende Mikroorganismen in Betracht (Pilze, Bakterien), sie benötigen eine probate Nährstoffquelle für ihren Stoffwechsel, indirekt liefert der Layer den Hinweis auf die ehemalige Anwesenheit einer nahrhaften, meist proteinhaltigen Lösung. Kalk sollte Bestandteil der Lösung gewesen sein, ansonsten hätte sich keine zusätzliche Schicht auf dem Kalkstein abgesondert, vielmehr wäre die Grenzfläche in eine Oxalatschale innerhalb des Kalksteins umgewandelt worden. Für die erste Schicht auf den Kalksteingrenzflächen des Südportals ist der Übergang fließend (Absonderung auf der Grenzfläche als Oberflächenkruste, verbunden mit einer dünnen Schalenbildung im Gestein). Im Detail lassen sich zwei erste Aufträge unterscheiden, bei denen der erste Überzug hauchdünn ist und einen geschlossenen Oxalatfilm bildet, während der zweite Oxalatüberzug Restpartikel von Branntkalk enthält. Die verschiedenartige Zusammensetzung ist das Ergebnis zweier Anstriche aus unterschiedlichen Kalksorten: eine Feinkalk oder Kalkmilch enthaltende Proteinlösung als erster Auftrag und eine Lösung mit etwas Stückkalk in einem zweiten Schritt. Erst der dritte Anstrich ist eine eigens pigmentierte Kalkschicht mit feinkörnigem Gelbbraunpigment, Holzkohle, etwas Gips und Kalkbröckchen – eine Mischung, die dem Wandanstrich in der Figurennische des Adam auffallend ähnlich ist und einen zeitlich koordinierten Auftrag impliziert. Der Befund würde im Analogieschluss einen ersten Anstrich des Tympanons anzeigen, der als Erstfassung zu interpretieren ist und vor dem ersten Wandanstrich des Revers in der Figurennische des Adam aufgetragen wurde. Bei beiden hätte man es mit zwei sehr frühen Kalkanstrichen zu tun, die mit großer Wahrscheinlichkeit in einem baulichen Kontext stehen und den Baufortschritt anzeigen.

Für die weitere Interpretation sind die Einordnung und Deutung der Schmutzaufgaben von Bedeutung. Sie lassen sich zweifelsfrei zwischen dem zweiten und dritten bzw. dem dritten und vierten Farbauftrag nachweisen. Zwischen den ersten beiden Schichten fehlt ein entsprechender Befund, was als zeitnahe Auftrag der beiden ersten Lasuren zu interpretieren ist. Die folgende dritte Kalkschicht scheint mit der

Fertigstellung des Querhauses einherzugehen (Anstrich in der Adamsnische), während die stark verschmutzte und braune vierte Schicht in Kalkkaseintechnik erstellt ist und mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit der Instandsetzung um 1725 angehört. Das Pendant zum Baldachinfries am Tympanon des Südportals wären die Skulpturenfragmente der Standfiguren im Musée de Cluny, für die unterhalb des braunen Layers ein zweilagiger, in Oxalat umgewandelter Kalkanstrich zu erwarten wäre.

Zur Datierung des Südportals

Ungewöhnlich ist ein zusätzlicher Schmutzhorizont unmittelbar auf dem Kalkstein und unterhalb der ersten beiden Anstriche. Er enthält mikroskopisch kleine schwarze Partikel und silikatischen Feinstaub. Neben Silicium sind überdurchschnittlich hohe Anreicherungen von Aluminium, Kalium, Eisen, Chlor und etwas Natrium zu registrieren – ein Elementspektrum, das natürlichen Gläsern sehr ähnlich ist. Mehr als ungewöhnlich ist die beigeordnete Ablagerung von Schwefel einzuordnen, dessen Vorkommen in dieser Konzentration an dieser Stelle nicht mit normalen Korrosionsbelägen zu erklären ist. Dass der Belag in den Mikroschliffen bis dato identifiziert werden kann, hat seinen Grund in der Formierung der Oxalatschichten. Das Oxalat hat den Layer aus silikatischem Staub ummantelt und quasi einbalsamiert. Nachteilig ausgewirkt hat sich die mit den Jahren zunehmende Transparenz der Schichten, was zu einer überdurchschnittlichen Farbvertiefung des Kalksteins durch die Tönung der Oxalat-Ablagerungskruste führte. Die sehr eigen aufgebaute Kruste ist als hauptverantwortlich für die dunkle Tönung der Epidermis exponierter, bildhauerisch gestalteter Oberflächen (Gesichtsbereiche etc.) anzusprechen (Abb. 36a-d).

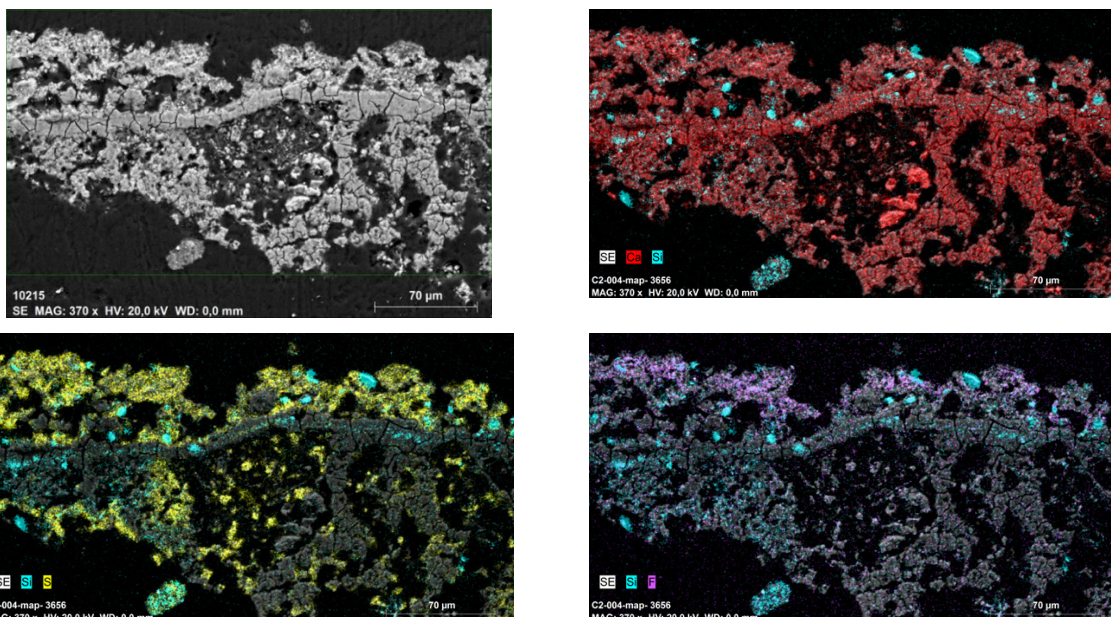


Abb. 36a bis Abb. 36d: Befund A2; REM-EDS: Aufgelöste Kalksteinstruktur mit Oxalatschichten (Ca rot). Silicium (Si hellblau) und Schwefel (S gelb) sind innerhalb der Oxalatschichten eingelagert, Gips ist in den Schichten darüber und dem Kalkstein darunter abgeschieden. Fluorbehandlung der Oberfläche (F violett) (Pristl 2020).

Zur Oberflächenreinigung der 1860er Jahre

Für Bereiche, die in einer überarbeitenden Reinigung problemlos zugänglich waren, sind zwei Phänomene zu registrieren: Zum einen lassen sich trotz der erfolgten massiven Eingriffe die zwei miteinander verwobenen Oxalatschichten nachweisen, zum anderen ist in den oberflächennahen Schichten eine signifikant erhöhte Anreicherung von Salzen zu messen. Die Oxalathaut hat ohne Zweifel zum Schutz der Kalksteinoberfläche beigetragen, und die mechanische Reinigung mit gezahnten Eisen überstanden. Bei allzu großem Krafteintrag wurde sie durchbrochen und das Eindringen der Reinigungslösung in den Untergrund ermöglicht. Aufgrund der Befundlage ist gesichert von einer Säurebehandlung auszugehen. Sie hat unterhalb der aufgerissenen Oxalathaut das calcitische Gefüges zersetzt und Quellprozesse der Kalksteingrenzfläche angestoßen. Als Resultat verblieb eine wellenförmige Deformierung des Steinuntergrunds samt seiner Oxalathaut. Mit der forcierten Schalenbildung prägt sie bis heute das Erscheinungsbild der bildhauerischen Epidermis (Abb. 37 und 38).



Abb. 37a: Innere Archivolte (West), 4. Engelsfigur; Baldachin, Frontleiste mit schwarzer, mit dem gezahnten Werkzeug überarbeitete Oberfläche. Befund A1 (Hartmann 2012).



Abb. 37b: Innere Archivolte (West), Engelsfigur; Gewand mit schwarzer, mit einem gezahnten Werkzeug überarbeiteter Oberfläche. Befund A3 (Hartmann 2012).

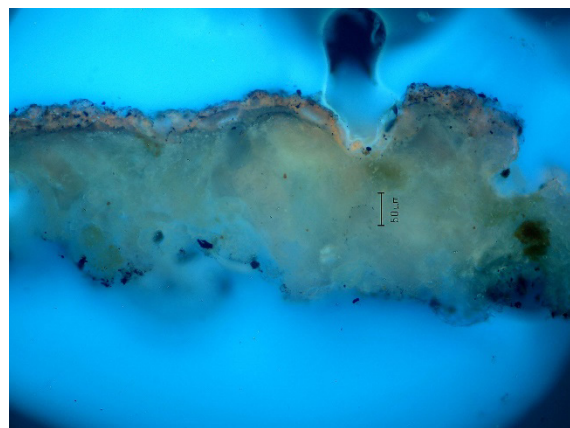
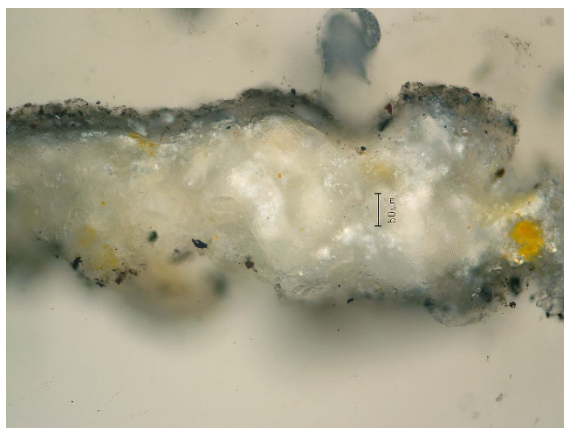


Abb. 38a und Abb. 38b: Befund A3; Querschliffpräparat (POL/UV); Abfolge: Kalksteingrenzfläche mit Schmutzbelag, darauf zwei Oxalatschichten mit dunkler Grenzfläche; wellenförmig deformierte Grenzfläche (POL/UV) (Pristl 2020).

Ziel der Säurereinigung war eine chemische Aufhellung der schwarzen Oberfläche und die Farbangleichung an den erdigen Ton des Kalksteins. Das Vorhaben ist misslungen, weil die Säure es nicht vermochte, die dunkle Oxalatkruste auf dem Kalkstein zu lösen. Der Untergrund aus Kalk wurde jedoch oberflächennah zersetzt und die Schalenbildung durch Quellen und sekundäres Gipstreiben beschleunigt. Unmittelbare Folgen sind die Deformierung und der Verlust der bildhauerischen Epidermis durch Abplatzen.

Als Reinigungsreagenz ist mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit von verdünnter Salzsäure (HCl) auszugehen, denn nur durch ihre Anwendung kann man die ungewöhnlich hohe Anreicherung von Chlor als Chlorid in der gequollenen, nicht vollständig zersetzten Epidermis aus Calciumoxalat erklären. Das beschädigte karbonatische Gefüge wurde durch die Säure aufgelöst und in Calciumchlorid, später in Gips umgewandelt. Was bleibt, sind abgesprengte Bruchstücke der Oberflächenschale und ein in der Summe kariöses Erscheinungsbild des bildhauerischen Bestands (Abb. 39a-c).

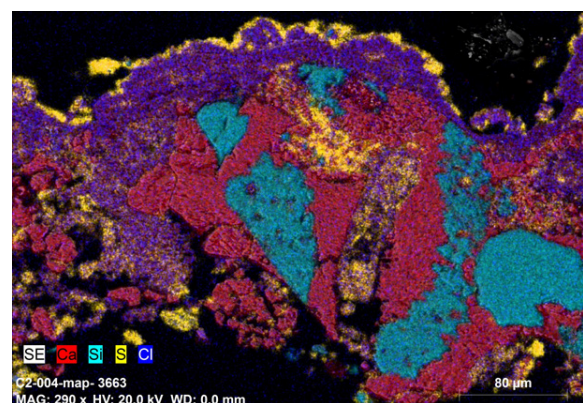
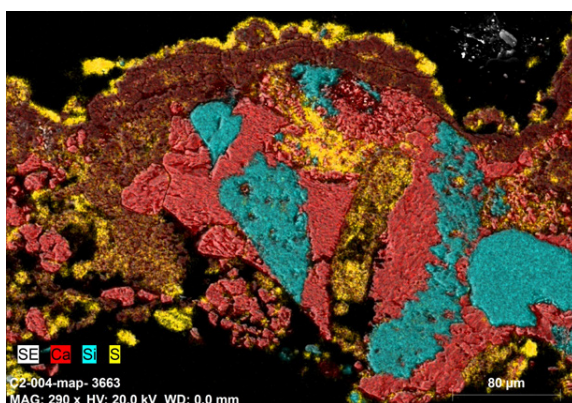
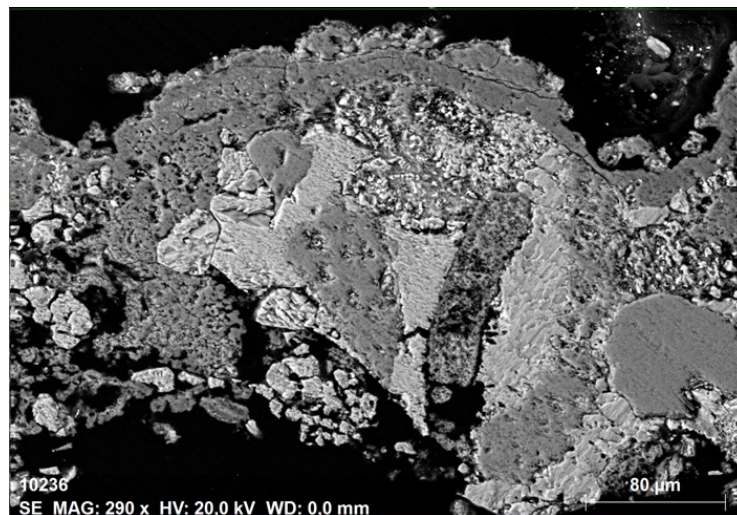


Abb. 39a bis 39c: Befund A3; REM-EDS: Deformierte Kalksteinstruktur mit Oxalatschichten (Ca rot), die von Chlorid und Schwefel durchsetzt sind (Cl blau, S gelb). Auf der Oberfläche hat sich eine Sulfatkruste abgeschieden (S gelb) (Drewello 2020).

Die Säurereinigung erfolgte nach der mechanischen Abnahme der Gipskrusten, von einem direkten zeitlichen Zusammenhang ist auszugehen. Da man 1725 Instandsetzungsarbeiten in den Vordergrund rückte und das äußere Erscheinungsbild mit Ausbesserungen und lasierenden Überzügen zu verbessern suchte (Figurenfragmente im Musée de Cluny), sind die Abnahme der Gipskrusten, das chemische Reinigen, der Einbau von Neuteilen, das Setzen von Vierungen und das Neuverfugen als Einzelpositionen eines geschlossenen Arbeitsablaufs zu interpretieren: der Renovierung der 1860er Jahre.

Besonderheiten des 19. Jahrhunderts: Wasserglas und Fluat

Dass man keinen überzeugenden Erfolg mit dem Ätzen hatte, ist der Schutzfunktion des Oxalatlayers zuzuschreiben und sollte nach den ersten Versuchen offenkundig gewesen sein. Dass man die Oberfläche dennoch mit Säure behandelte, kann aber mit einer weiteren, arbeitstechnisch notwendigen Maßnahme in Zusammenhang stehen: Der Behandlung mit Kaliwasserglas, dessen Verwendung durch Viollet-le-Duc legendär und durch unmittelbare Befunde an den Portalen belegt ist. Silikatschichten finden sich sowohl auf den Innenseiten der Portallaibung als auch im Außenbereich auf zahlreichen inneren Portalabschnitten; vor ihrem Auftrag wurde von Anbeginn zu einem Absäuern der Oberflächen geraten, das bis heute ein fester Bestandteil von Behandlungen mit Kaliwasserglas und in den Datenblättern des Herstellers festgeschrieben ist.

Zu einer weiteren, nur den bildhauerischen Bestand betreffenden Konservierung gehört die Behandlung mit einer synthetischen Fluorverbindung. Man findet sie bevorzugt direkt auf den schwarzen Krusten. Einzig schlüssige Erklärung ist die Tränkung mit einem Fluorosilicat. Entsprechende Produkte gehören von 1900 bis in die 1960er Jahre zu den am häufigsten verwendeten Chemikalien in der Baustoffbranche, sie werden unter der Bezeichnung „Fluat“ im Handel angeboten und dienen der Imprägnierung von Naturstein. „Fluatierungen“ haben seit dem 19. Jahrhundert ihren festen Platz im Portfolio des Handwerks. Sie galten als ideal zur Härtung von Kalkstein. Die bekanntesten Produkte kamen um 1883 mit den sogenannten Keßler'schen Fluaten in den Handel.³⁵⁸ Sie waren in Fachkreisen für Großobjekte der Denkmalpflege angesagt und fanden u. a. Anwendung am Fürstenportal des Bamberger Doms.³⁵⁹ Wann die Fluat-Behandlung in Paris erfolgte, ist unklar. Frühestmöglicher Zeitpunkt wären die 1860er Jahre gewesen, in denen Fluorosilicate auf den Markt kamen (u.a. das Bariumfluat nach dem Rust-Verfahren). Ein Experimentieren mit Fluaten wäre also zu diesem frühen Zeitpunkt im Bereich des Möglichen.

Das Bemühen um einen sorgfältigen Umgang mit dem historischen Bestand durch Viollet-le-Duc ist offenkundig, dabei verlief die Trennungslinie zwischen Steinmetz- und Bildhauerarbeiten. Erstere

³⁵⁸ Fluate werden bereits erwähnt in der Encyclopaedia Londinensis. Vgl. Wilkes 1810, S. 255–256. Kessler'sche Fluate werden erstmals 1883 erwähnt. Siehe hierzu: Riederer 1977, S. 92–93.

³⁵⁹ Siehe hierzu: Schuller 1993.

wurden als austausch- und kopierbar eingestuft, letztere galten als Unikate und waren mit Umsicht zu konservieren. Insofern nimmt das am Südportal praktizierte Vorgehen eine um Jahrzehnte später, hitzig geführte Debatte zwischen Handwerk und Denkmalpflege vorweg, die mit dem Diktum von Georg Dehio und Alois Riegl „Konservieren – nicht restaurieren“ trefflich beschrieben wird.³⁶⁰ Der Baustelle der Pariser Kathedrale Notre-Dame kommt auch in dieser Frage eine Vorreiterrolle in dem bis in unsere Tage andauernden Streit um den richtigen Weg bei der Erhaltung von Objekten der Bau- und Kunstdenkmalpflege zu.

4.5 Die Portalschwelle –Schlüsselbefunde der Entstehungs- und Veränderungsgeschichte

Die für die Geschichte des Südportals aussagekräftigen Befunde sind an der Schwelle vom Außen- zum Innenraum erhalten. Dazu gehören die Rückseiten der Kämpfersteine unterhalb des Tympanons und die Portallaibung: Dort sind Farbreste vorhanden, aus denen sich die frühen, zeitlich unterschiedlichen Konzeptänderungen ableiten lassen. Ein gutes Beispiel liefert der Konsolstein der inneren westlichen Türlaibung mit einem sehr speziellen, ins Goldocker tendierenden Befund, dessen Hauptbestandteile eine farbintensive Ockerfassung mit Gelbocker, gebranntem Rotocker und Bleiweiß in Temperabindung sind. Der Farbauftrag ist auf keinen Kalkmörtel, sondern auf Gips zwischen der Konsole und dem Sturz aufgetragen. Daraus lässt sich auf eine erste Reparatur im Portalbereich schließen. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Abfolge auf der Figur des Adam mit einem Gelbockerton als erster Farbgebung unterhalb der ansichtigen Grünfassung des Blattwerks und ein entsprechender Goldockerbefund auf dem Nischensockel (Abb. 40a und b). Für eine erste Datierung der Gelbockerphase bleibt das Resultat der französischen Kollegen zur Polychromie des Adam abzuwarten.



Abb. 40a: Südportal, Konsolstein; Befund L4 (Hartmann 2012).



Abb. 40b: Südportal, Türlaibung, Innenseite West; Befunde T11, T12 (Drewello 2012).

³⁶⁰Dehio / Riegl 1988.

Eine darüberhinausgehende Befundstelle findet sich auf der Türlaibung des Portals. Auf den mit einer gezahnten Steinfläche grob geglätteten Kalkstein ist eine grob gemischte Grundierung in Kalktechnik aufgetragen. Die Besonderheit der Farbe ist der hohe Anteil an Kalkbröckchen und Kreidepartikeln und die Zumischung von Protein. Eine Sumpfkalkfarbe ist damit ausgeschlossen, vielmehr hat man es mit einer körperhaften weißen Tünche mit Proteinzugabe zu tun. Damit wäre von einem ersten Anstrich in Kalktechnik auszugehen. Auf einer gealterten Oberfläche folgt als Zweitfassung die erwähnte Goldockerfarbe, die von einer organischen Trennschicht aus Protein mit Naturharz und dem Auftrag einer rotbraunen Farbe mit einem nochmaligen Bindemittelüberzug überdeckt wird. Leitzpigmente sind Ockerphasen (Gelb- und Rotbraunocker) mit einer wie zufälligen Zumischung von Bleiweiß, ähnlich den Befunden auf der Wimpergkonstruktion am Revers. Das Bindemittel ist auch hier eine Emulsion aus Öl mit Bleiseifen und Protein, an dieser Stelle in der Nähe des hölzernen Türstocks noch mit einem Zusatz von Naturharz. Der Anstrich kann prinzipiell mit dem hölzernen Türrahmen zusammenhängen. In der Zusammenschau mit der am Revers angetroffenen Farbgestaltung der Wände und der Natursteinprofilierung ist seine Zuordnung zur Sanierung um 1725 sehr wahrscheinlich. Beide, die rotbraune Farbe auf der Türlaibung und die Ockerfarbe auf dem gipshaltigen Mörtel, werden von der Viollet-le-Duc'schen Kaliwasserglasbehandlung überzogen.³⁶¹ Was noch folgt, ist eine schlichte vergipste und verschmutzte Kalkfarbe des 20. Jahrhunderts (Abb. 41-42).

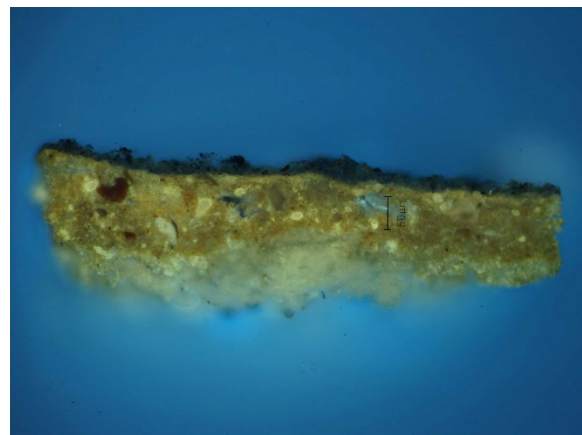


Abb. 41a und Abb. 41b: Konsolstein; Gelbockerfassung auf einem Gipsmörtel; Befund L4 (Pristl 2020).

³⁶¹ Timbert 2014, S. 137–143.; Viollet-le-Duc 1864b, S. 121–130.

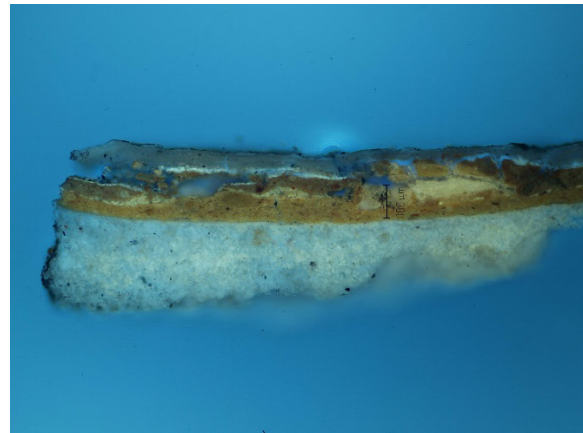


Abb. 42a und Abb. 42b: Befund T12. Kalktünche, darauf Gelbockerfassung, dann Rotockerfassung mit Kaliwasserglasauflage und rezente Weißfassung (Pristl 2020).

Von herausragendem Interesse ist eine zweite Stelle auf der Portallaibung mit dem seltenen Befund einer ersten Bleiweißfarbe auf einer darunterliegenden Kalktünche. Es handelt sich zweifelsfrei um eine dünn aufgetragene Farbschicht in einem gebrochenen Weißton, der als elfenbeinfarben eingestuft werden kann. Leitpigment ist ausdrücklich nicht Kalk, sondern ein feinkörniges und hochwertiges Bleiweiß, das in Protein mit Öl als Bindemittel vermalt ist. Die Fassung ist definitiv als Erstfassung an dieser Stelle zu deklarieren und der Bauzeit bzw. der Überarbeitung der inneren Portallaibung zuzurechnen (13. Jahrhundert). Ihre Oberfläche ist geringfügig verschmutzt und von der angesprochenen Gelbockerfassung überdeckt, die unzweideutig als Folgefassung einzustufen ist (Abb. 43-44).

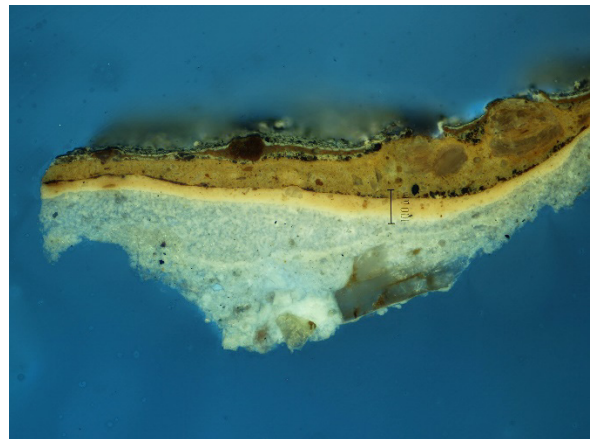


Abb. 43a und Abb. 43b: Auf dem Kalksteinuntergrund ist eine zweilagige Kalktünche aufgetragen. Sie ist unmittelbar von einer edlen Bleiweißfassung überzogen, gefolgt von einer ersten dünnen Schmutzschicht und einer Gelbockerfassung. Diese ist erheblich verschmutzt, mit einer Rotockerfassung und schließlich noch mit Wasserglas überzogen. Befund T11 (Pristl 2020).

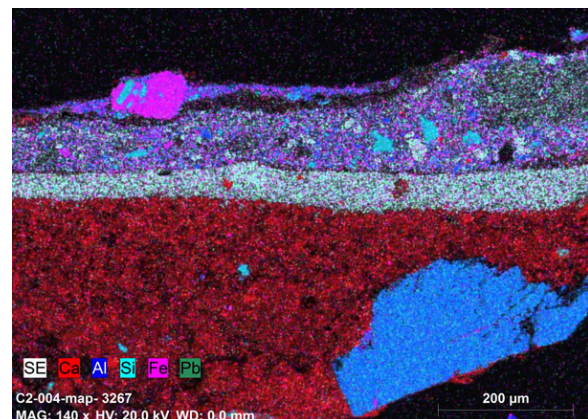
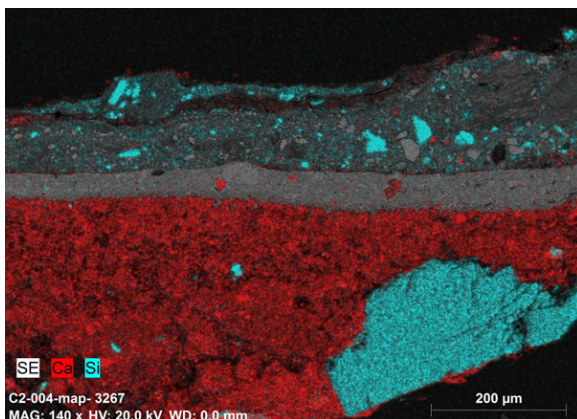
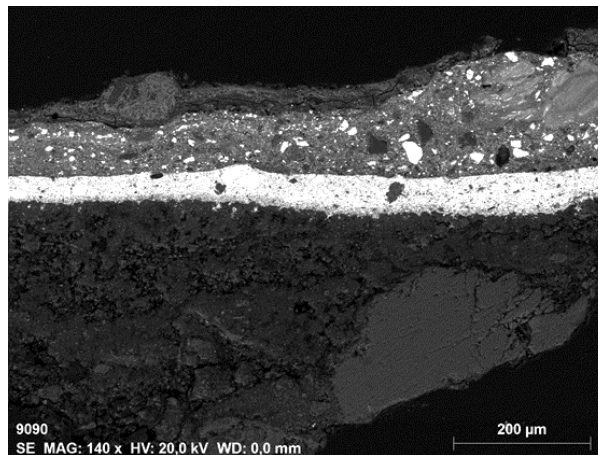


Abb. 44a bis 44c: Befund T11; REM-EDS: Feinkörnige und schwach pigmentierte Bleiweißfarbe (Pb grau) auf einer Kalkpartikel und Sand enthaltenen Kalktünche (Erstfassung) (Ca rot). Die Bleiweißfassung wird überdeckt von einem Goldockeranstrich (Drewello 2020).

5 Zusammenfassung der Befunde an der südlichen Querhauswand

Als erste nachweisbare Oberflächenbehandlung ist das Aufbringen einer hauchdünnen Kalkschicht anzuführen, die in zwei Stufen erfolgte. Die Behandlung steht in Einklang mit der Datierung „1258“ im Sockel des südlichen Querhauses. Indizien sind zwei in Oxalat umgewandelte Kalklasuren, die über einen ungewöhnlichen inneren Ablagerungshorizont aus schwefelhaltigen und staubfeinen Silikaten verfügen, der durch den in Quellenschriften dokumentierten Ausbruch des Vulkans Samalas im Jahr 1257 erklärt wird. Damit wird die Datumsangabe in der Sockelinschrift „AD 1258“ naturwissenschaftlich verifiziert.

Ein dritter, etwas Holzkohle und Gips enthaltender Anstrich auf der Basis von Baustellenkalk steht aller Voraussicht nach in Zusammenhang mit der Fertigstellung des Querhauses und der Ausmalung der Wände, die Figurennische des Adam und seine Umgebung eingeschlossen. Der Anstrich sollte ins 13. Jahrhundert datieren, kann auf Wandflächen und Rücklagen rosa und von einer farbig akzentuierten Betonung von Schlüsselstellen unterstützt gewesen sein. Ein vermutlich dazu gehöriger Befund hat sich als weißlich-beiger Farbton („elfenbeinfarben“) auf der Portallaibung der Schwelle erhalten. Es handelt sich zweifelsfrei um eine fein ausgemischte Bleiweißfarbe auf einem mit einer dicken Kalkfarbe

überstrichenen Kalksteinuntergrund. Der Untergrund ist an dieser Stelle abgearbeitet worden, was auf eine entstehungszeitliche Planänderung hindeuten kann.

Auf den Außenseiten lässt sich ebenfalls der dritte Kalkanstrich nachweisen, der die erwähnten hauchdünnen Kalklasuren überdeckt. Jene sind als Lasuren zur lokalen Betonung des Figurenprogramms zu interpretieren und finden sich auf der Gottesdarstellung und den Archivoltenskulpturen mit der Betonung von Gesichtern, der Iris, der Lippen, eventuell der Haartracht und Attributen. Metallaufgaben oder dickere und mehrlagige Farbaufträge mit anderen Pigmenten, u.a. mit Bleiweiß, sind nicht nachweisbar. Bezüglich ihrer stratigraphischen Zuordnung wären sie einige Zeit vor den allseitig aufgetragenen weißen Kalkanstrich zu datieren, anders ist die fast komplette Oxalatbildung der dünnen Überzüge nicht zu erklären.

Was sich anschließt und außen wie innen an mehreren Stellen nachweisbar ist, sind Reparaturen mit einem speziellen Kalkmörtel und mit fast reinem Gips, begleitet von einer am Revers aufgetragenen Gelbockerfassung prominenter Architekturteile (Figurennische des Adam, Portallaubung der Schwelle). Zu dieser Neugestaltung mit einer farbintensiven Gelbockerbetonung wichtiger Bauteile kann ein Kalkanstrich der Wandflächen gehören, der als weiße Raumfassung mit einer gelbockerfarbenen Deckschicht oder einer Absetzung des Stabwerks beschrieben werden kann. Vergleichbare Befunde sind für die Außenseite des Südportals nicht zu erbringen.

Für die folgenden Jahrhunderte sind für beide Seiten des südlichen Querhauses keine weiteren substanziellen Veränderungen zu notieren. Erst im 18. Jahrhundert kommt es zu einer Instandsetzung, bei der Ersatzmassen in großem Umfang zur Anwendung kommen und die Gebäudehülle im südlichen Querhaus neu gefasst wird. Technisch handelte es sich im Innenraum um einen weißen, gips- und kaseinhaltigen Farbauftrag für Wandflächen und Rücklagen und eine Farbfassung in Gelb- und Rotbraunocker für die Architekturgliederung. Reparaturen und ein Farbauftrag sind auch an der Außenseite des Portals zu registrieren. Sie beinhalten auch die dort aufgestellten Standfiguren. Als Datierung der Maßnahme ist die Erneuerung der Fensterrose am südlichen Querhaus mit Reparaturen am Gewölbe im Jahr 1725 gesetzt. Bestätigt wird die These durch die Verbräunung der Standfiguren vom Südportal, die im Jahr 1790 vom Portal entfernt, demoliert, vergraben und erst um 1888 im Pariser Musée de Cluny wieder aufgestellt werden.

Die nächste sich anschließende größere Maßnahme ist die Renovierung unter Viollet-le-Duc in den Jahren 1860 bis 1864, bei der man beide Querhausseiten umfassend reinigte, die Außenseite des Portals steinmetzmäßig restaurierte und Bildhauerflächen konservierte. Den Abschluss im Außenbereich bildete ein lasierender Anstrich als Gelbockerlasur mit Betonung führender Stabprofile ohne Anstrich des Sockels und der neu angefertigten Standfiguren. Der Innenraum wird konzeptionell im Stil des 19. Jahrhunderts unter Viollet-le-Duc polychrom gefasst. Zu einem späteren Zeitpunkt

entfernte man die Innenraumfassung vollständig und kehrte zur Natursteinsichtigkeit zurück, während an der Außenseite lediglich kleinere Reparaturarbeiten zur Ausführung kamen.

6 *Aspekte der Entstehungs- und Veränderungsgeschichte des nördlichen Querhausportals*

Das nördliche Querhausportal (vgl. Abb. 3) steht in engem entstehungszeitlichem Zusammenhang mit dem gegenüberliegenden Stephanusportal. Die eingehenden Untersuchungen 2016 im Rahmen des BMBF-Projektes „Mittelalterliche Portale als Orte der Transformation“ knüpften an die zuvor gewonnenen Erkenntnisse zum Südportal an. Der Fokus lag dabei auf den Unterschieden in der ursprünglichen farblichen Gestaltung der beiden Portalanlagen und ihren Restaurierungen.

Kimpel schreibt die Errichtung der Nordfassade Jean de Chelles zu, allerdings geht er von der baulichen Abfolge des Querhauses von Nord nach Süd aus, wonach das Nordportal das ältere wäre.³⁶² Kimpel stellte 1971 zudem fest, dass die Umgestaltung der beiden Portalfassaden des Querhauses in Zusammenhang mit dem Einbau der Langhauskapellen stand: Neue vorgesetzte Portale waren notwendig geworden, die Querhausarme wurden in diesem Zuge beide erweitert.³⁶³ Quellenmäßig nachweisbar sind für das Nordportal im Vergleich zur Südfassade keine größeren Eingriffe. Selbst in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts scheint Godde demnach – wenn überhaupt – nur recht oberflächlich in den Bestand eingegriffen zu haben. Auch die anschließenden Maßnahmen Viollet-le-Ducs fielen weit sparsamer aus als im Süden. Schon die Kostenvoranschläge waren dabei wesentlich geringer dimensioniert und später geplante, weit kostspieligere Maßnahmen kamen nicht zur Ausführung. 1821 wurde berichtet, dass das Kind der Marienfigur am Trumeau wiederhergestellt werden muss.³⁶⁴ Es ist in diesem Zuge auch ein Auftrag vergeben worden, das Jesuskind neu zu hauen.³⁶⁵ Dieser scheint aber entweder nie ausgeführt, bzw. das neue Teilstück nie versetzt worden zu sein. Es weisen keine Spuren auf der Bruchfläche darauf hin, dass eine Vierung versetzt worden ist und somit eine Ergänzung, die heute wieder verloren gegangen wäre, belegt werden könnte. 1824/25 soll eine weitere Restaurierung am Portal stattgefunden haben,³⁶⁶ deren Auswirkungen aber unklar sind. Zwar wird 1862 die gesamte Fassadenanlage innen und außen eingerüstet, Arbeiten im Bereich der figuralen Teile des Portals außen sind allerdings nicht vermerkt. 1864 erfolgten Maßnahmen am zentralen Portalwimperg, seinen seitlichen Begleitern, den Fialen und dem ersten Gesims. Die Portalwimperge werden bis zum Ersten Weltkrieg erneut Gegenstand von Restaurierungen, über weitere Arbeiten ist nichts bekannt. Ein verlässlicher Aufriss im nichtrestaurierten Zustand, also vor

³⁶² Kimpel 1971, S. 92. Vgl. zu Entwurfsprozess und Ausführung: Klahr 2016, S. 59–71; zu den neuesten Erkenntnissen zum Bauablauf und Abhängigkeiten der Querhausportale vgl. den Beitrag von Stephan Albrecht und Stefan Breitling in diesem Band (*Anm.* Gemeint ist Albrecht / Breitling / Drewello 2021).

³⁶³ Zur Baugeschichte vgl. Albrecht/Breitling im vorliegenden Band (*Anm.* Albrecht / Breitling 2021).

³⁶⁴ Gilbert 1821, S. 120.

³⁶⁵ Erlande-Brandenburg / Kimpel 1978, S. 230f.

³⁶⁶ Erlande-Brandenburg / Kimpel 1978, S. 262.

Viollet-le-Ducs Eingriffen, liegt Kimpel nicht vor. Im Bereich des Portals selbst gab es, der Quellenlage folgend, neben kleineren Veränderungen, solche am Sockel und an der äußeren Archivoltenkehle, allerdings keine größeren gestalterischen Eingriffe wie im Süden, etwa die Neuschöpfung des Figurenprogramms betreffend.³⁶⁷



Abb. 45: Ansicht der Trumeaumadonna am Nordquerhausportal (Klahr 2016) und aus dem hochauflösendes 3D-Modell (Tenschert 2016).

Sinnbildlich für die auch zur Entstehungszeit unterschiedliche Behandlung der Portalanlagen erscheinen die beiden originalen Trumeaufiguren: der Stephanus im Süden – heute im Musée de Cluny - und die Madonna mit Kind im Norden (Abb. 45) – heute noch an Ort und Stelle. Wie bereits oben festgestellt, tragen die originalen Fragmente des Südportals keinerlei belastbare Hinweise auf Polychromie. Ganz anders zeigt sich die Befundlage im Norden. Auf der korrodierten und verschmutzten Oberfläche der Trumeaumadonna sind selbst mit bloßem Auge unschwer Reste einer oder mehrerer farblicher Gestaltungen nachzuvollziehen (Abb. 46).

³⁶⁷ Kimpel 1971, S. 43–48.



Abb. 46: Reste von Polychromie auf der Madonnenfigur (Tenschert 2016).

Weinberger datierte die Pariser Trumeaumadonna in Abhängigkeit zur Vierge Dorée in Amiens, die nicht vor 1258 angesetzt wird. Er nimmt an, dass die Pariser Figur vor derjenigen in Amiens entstand. Adolph Goldschmidt hatte in den 1920er Jahren noch abweichend dazu die umgekehrte Reihenfolge konstatiert und das herausragende Werk für Notre-Dame in die 1290er Jahre datiert. Die Baugeschichte des Querhauses³⁶⁸ hilft bei der Datierung der Marienfigur nur am Rande, denn die Figur ist zwar mit der Plinthe gemeinsam gearbeitet, aber sonst nicht mit dem Trumeaupfeiler verbunden. Somit kann sie im Entstehungsprozess des Portals in der Werkstatt vorfabriziert und später hinzugefügt worden sein.

Es wurden bereits stilistische Unterschiede zum Tympanon festgestellt,³⁶⁹ diese dürfen aber gerade das obere Register betreffend nicht überbewertet werden, da dieses deutlich zurückgewittert wenn nicht gar überarbeitet zu sein scheint. Was substantielle Veränderungen am Portal angeht, ist sicherlich anzumerken, dass das Kapitell des Trumeaupfeilers in der Französischen Revolution mit anderen Figuren vom Unternehmer Varin ausgebaut wurde und an seiner Stelle eine Kopie des 19. Jahrhunderts steht. Das Original befindet sich im Musée de Cluny (Cl. 23186).³⁷⁰

³⁶⁸ Vgl. den Beitrag Albrecht/Breitling in diesem Band (Anm. Albrecht / Breitling 2021).

³⁶⁹ Weinberger 1930/1931, S. 2–3.

³⁷⁰ Klahr 2016, S. 70, Anmerkung 6; Erlange-Brandenburg / Thibaudat 1982, Nr. 265; Sauerländer 1977, S. 297–302.

Stilistisch betrachtet ist die Figur also in die Zeit zwischen 1250 und 1260 und zu datieren.³⁷¹ Dies wird noch deutlicher im Vergleich mit der Mantelgestaltung weiterer Fragmente des Südportals im Musée de Cluny und vor allem mit dem Skulpturenblock der Könige von der Nordseite von Notre-Dame (Cl. 18644 Cl. 12578). Der Faltenwurf – gerade der der zentralen Figur – ähnelt dem der Marienfigur in auffälliger Weise,³⁷² auch die Haltung des Oberkörpers der beiden Darstellungen erscheint stilistisch verwandt.

In der Qualität der Ausarbeitung ist die Marienstandfigur durchaus mit den Figuren des Südportals zu vergleichen, auch wenn ihre Oberflächen expositionsbedingt abgetragen sind und Spuren einer mechanischen Reinigung aufweisen. Gerade im Gesicht, an der Unterseite ihres linken Armes und an den Füßen des heute nicht mehr vollständig erhaltenen Kindes ist die Feinheit der Oberfläche trotz der Verschmutzungen noch deutlich abzulesen. Insgesamt finden sich am Portal ähnliche Verwitterungsphänomene wie im Süden mit fast schwarzen, inselartigen Krusten (Abb. 47-48). Auch sind über das gesamte Portal Spuren von mechanischen Reinigungen – in Form von Kratzspuren- und Überarbeitungen, etwa an mehreren Archivoltenfiguren, zu finden.



Abb. 47: Gesicht mit Korrosionsspuren und Krusten, Tympanon, Nordportal (Tenschert 2016).

³⁷¹ Suckale verweist in seiner Dissertation auch auf die Abhängigkeiten zwischen den Marienfiguren in Amiens und am Nordquerhausportal von Notre-Dame. Er charakterisiert beide als „Stehmadonnen der Jahrhundertmitte“. Suckale 1971, S. 101f.

³⁷² Weinberger 1930, S. 3. Der Könige-Block war ursprünglich am Strebebfeiler östlich des Nordquerschiffs aufgestellt. Weinberger begründet mit den stilistischen Übereinstimmungen mit der Königsdarstellung eine zeitliche Abfolge. Ein Mitglied der Süd-Werkstatt habe die Madonna als Vorbild genommen um die Könige zu schaffen. Hierzu argumentativ abweichend auch: Kimpel 1971, S. 147f., 283–284. Kimpel leitet die stilistische Verwandtschaft nicht vom der Südportal-Werkstatt her.



Abb. 48: Reste von Polychromie und Krusten, Archivolten, Nordportal (Tenschert 2016).

Außerdem ist ein übergeordnet wirkendes, gelbockerfarbiges Gesamterscheinungsbild des Portals festzustellen. Dieses scheint aber die Trumeaumadonna auszusparen. Augenfällig sind bei genauerer Betrachtung der stark verschmutzten Standfigur Kratzspuren von einer Stahlbürste (?) auf dem Untergewand und dem Schleier der Maria. Sie ziehen sich nicht vollflächig über die gesamte Skulptur. Der Mantel scheint bei diesem „Reinigungsversuch“ weitgehend ausgespart worden zu sein, die Faltenwürfe im vorderen Bereich über ihrem rechten Knie zeigen keine Abarbeitungsspuren (Abb. 49 a und b).

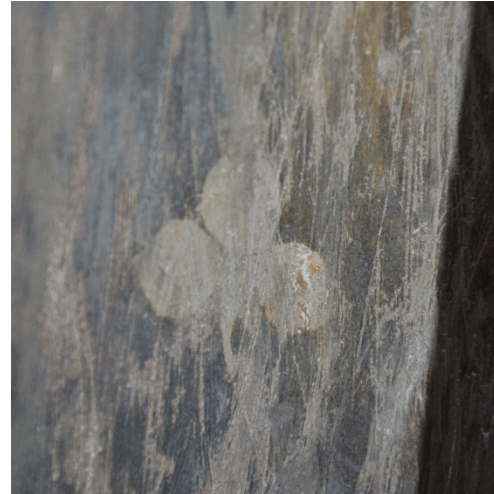
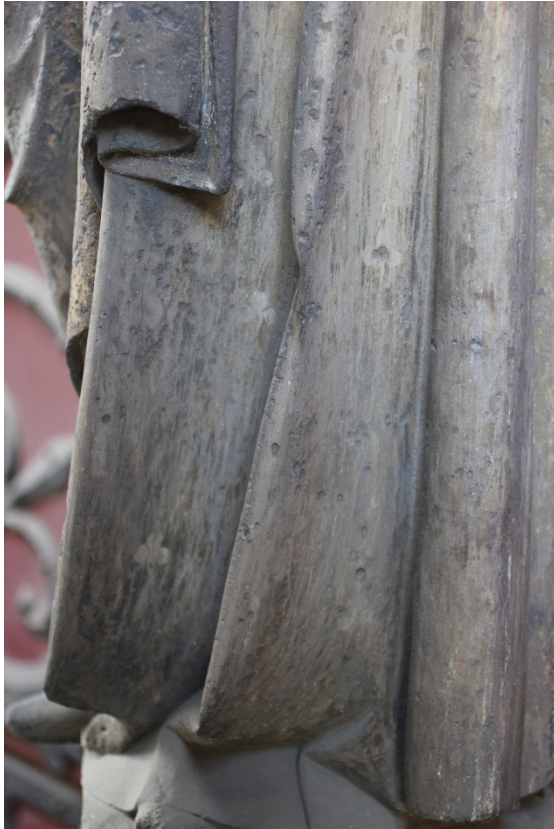


Abb. 49a und b: Gewand der Trumeaumadonna Reste einer Kleeblattgestaltung am Gewand, Kratzspuren einer mechanischen Reinigung (a) Klahr 2016 und b) Tenschert 2016).

Das Untergewand offenbart bei genauer Betrachtung ein unregelmäßiges Kleeblattmuster, das wie der Negativabdruck einer ursprünglich dekorativen, ornamentalen Farbgestaltung wirkt. Im Detail sind in den Vertiefungen der Falten, aber auch an nicht so stark exponierten Teilbereichen in der Fläche, Spuren von Polychromie zu finden. Besonders augenfällig sind dabei strahlende Blautöne in den seitlichen Gewandfalten. Im Bereich des Mantels sind darüber hinaus bereits mit bloßem Auge Metallauflagen und Ornamente zu erkennen. In welchem gestalterischen Zusammenhang die verschiedenen Dekorationsformen zu sehen sind, kann vorerst nicht abschließend geklärt werden, aufgrund der Beobachtungen vor Ort sind aber an anderen Teilen der Portalanlage mehr Zeitstellungen nachzuweisen als auf der Marienfigur selbst. Die „Sonderbehandlung“ kann dabei verschiedene Ursachen haben (Abb. 50).



Abb. 50: Fassungsreste am Gewand der Marienfigur (Tenschert 2016).

Um die Befunde genau verorten und für weitere Untersuchungen bspw. die Textur der Marienfigur ausblenden zu können, wurde während der Kampagne 2016 ein 3D-Scan mit einer Auflösung von bis zu 0,5 mm angefertigt. Genutzt wurden hierfür berührungsloses Laser- und Structured Light Scanning (SLS). Die beiden Datensätze wurden anschließend kombiniert. Das Ergebnis ist ein hochauflösendes, texturloses 3D-Modell (vgl. Abb. 45), das für weitere Untersuchungen und zur Analyse der Oberflächentopographie herangezogen werden kann. Es eignet sich auch für Simulationen hinsichtlich der Dekorationsformen. Aufgrund der vermutlich dem ursprünglichen Dekor³⁷³ des Mantels folgenden, lochartigen Korrosion wäre ein Schmucksteinbesatz denkbar (Abb. 51a und b).

³⁷³ Schon Kimpel hat 1971 festgestellt, dass unterschiedliche Reste vorhanden sind, postuliert aber, dass man auf dieser Grundlage nicht auf die ursprüngliche Farbigkeit schließen könne. Er beschreibt für den Mantel zwei unterschiedliche Muster, die er als Rankmuster am rechten Unterschenkel und ein symmetrisches Muster (aus „Kreuzen und Kreisen“) am linken Mantelteil charakterisiert. Die Tunika scheint im Brustbereich damals noch ein Rankenmuster in breiten Streifen gezeigt zu haben. Ein Befund, der 2016 nicht zu verifizieren war. Kimpel 1971, S. 254. Von weiteren Überresten einer polychromen Gestaltung berichtet Kimpel nicht.

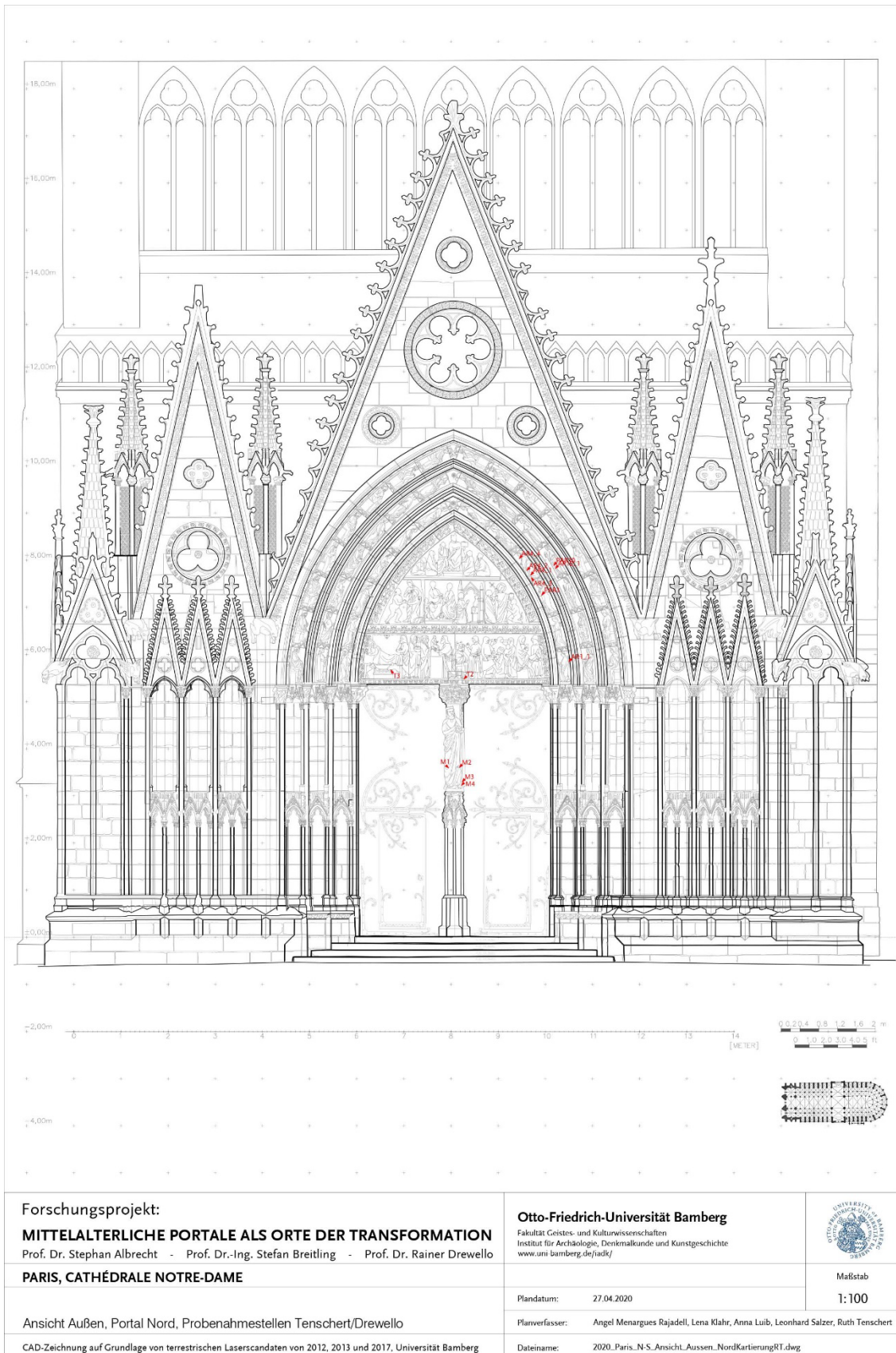


Abb. 51 a: Kartierung Probenahmestellen außen Nordquerhausportal (Grundlage: Menargues et al. 2020, Kartierung: Tenschert 2020).

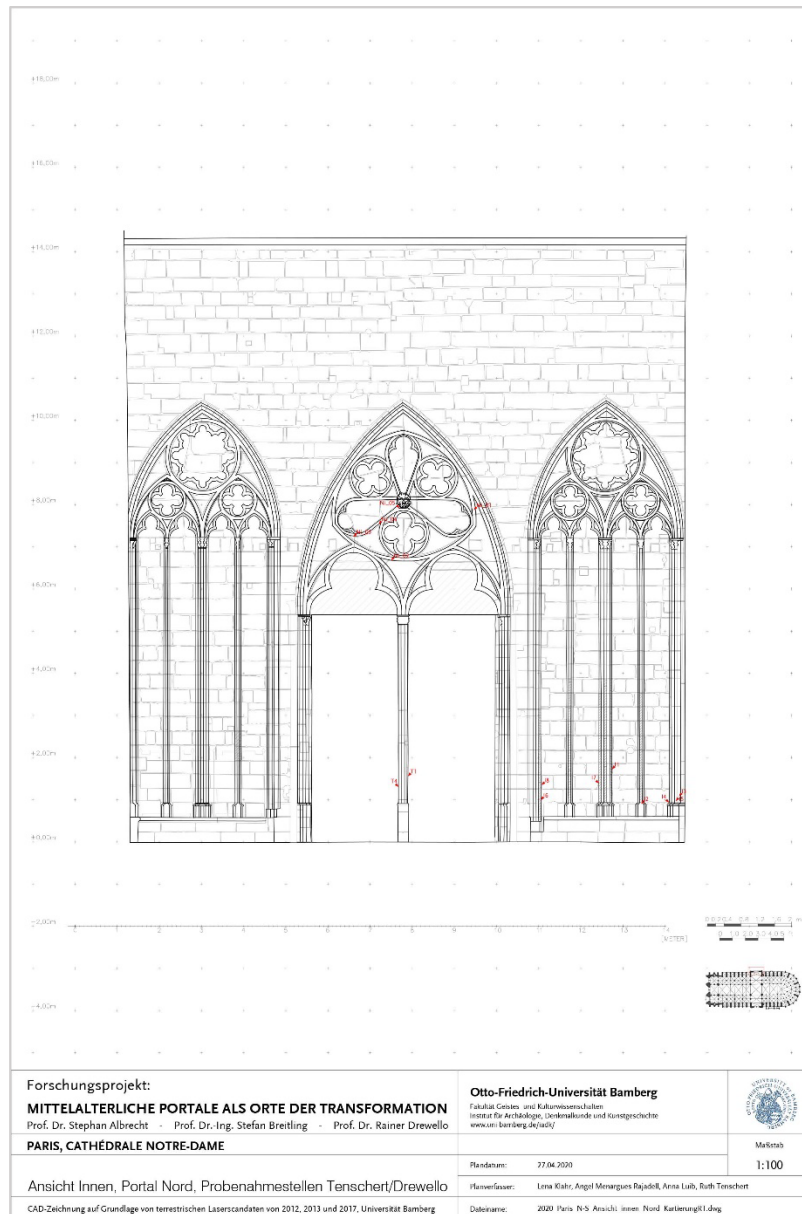


Abb. 51 b: Kartierung Probenahmestellen innen Nordquerhausportal (Grundlage: Menargues et al. 2020, Bearbeitung: Tenschert 2020).

Die vor Ort zusätzlich genommenen Mikroproben legen eine bis zwei frühe Dekorationsphasen der Marienfigur nahe: Der Mantel weist im Vergleich zum Untergewand eine abweichende Gestaltung auf, ebenso die Gewandreeste des Kindes. In der Fläche dürfte der Mantel der Maria mit einem aufwändigen Brokatmuster geschmückt gewesen sein. Die Goldauflage ist dabei auf einem mehrschichtigen Grundierungsaufbau aufgebracht worden, der aus mehreren weiß bis beige Schichten und einer sich direkt unter der Metallaufgabe befindlichen ockerfarbigen Schicht besteht. Diese Anlegeschicht ist mit verschiedenen Ockersorten und einem grobkörnigen Schwarzpigment (Holzkohle) ausgemischt. Ihr warmer Ockerton beeinflusste sicherlich die Wirkung der hauchdünnen Goldfolie. Die weißen Grundierungsschichten beinhalten unten viel Kalk, die weiter oben liegende Schicht auch Bleiweiß.

Insgesamt sind beide Schichten stark gealtert und enthalten Gips und Calciumoxalat. Die beiden Korrosionsprodukte sind auch in der ockerfarbenen Schicht nachweisbar.

Die über der Goldauflage aufgebrachte gräuliche Kalkmalschicht ist stark korrodiert und haftet schlecht auf dem Blattmetall. Möglich wäre, dass die Malschicht als Abtönung oder Ornament auf die Goldfolie aufgebracht worden ist, wahrscheinlich ist sie aber eine Überfassung. Dafür spricht die korrodierte, nur fragmentarisch erhaltene Oberfläche der Metallaufgabe und der Ockerschicht, in deren Risse die graue Malschicht eingedrungen ist. Insgesamt liegt eine stark gealterte Fassungsfolge vor, die mehrere Jahrhunderte gestanden haben muss und ggf. sogar entstehungszeitlich zu datieren ist (Abb. 52a-c).

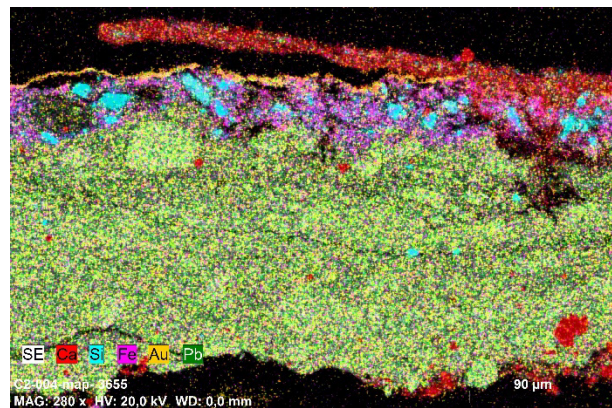
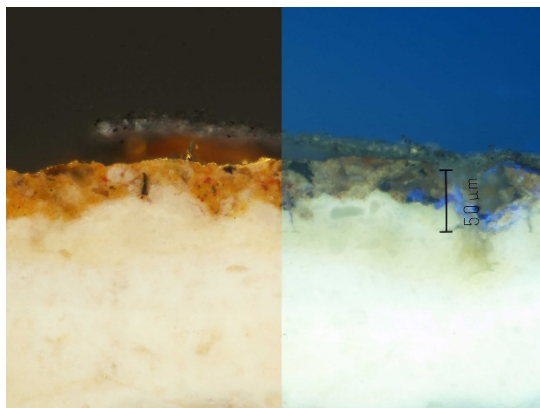
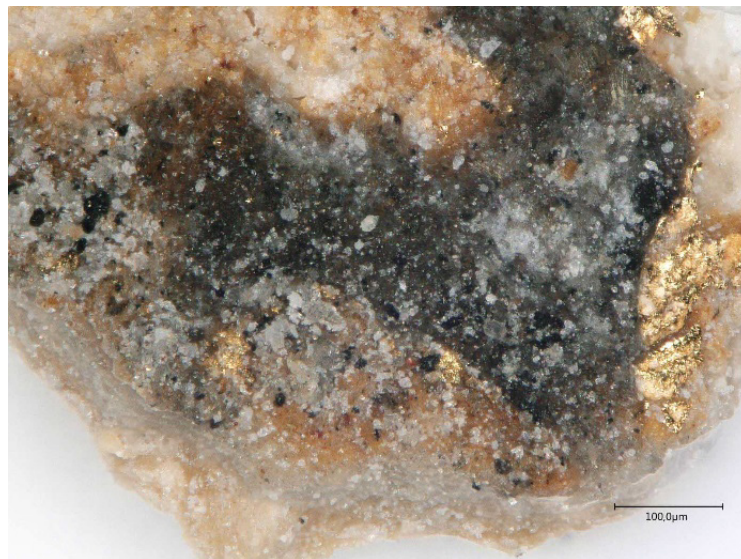


Abb. 52a, b und c: Mikroskopische Aufnahme der Probe M1 oben DM (Tenschert 2019) und des Querschliffes Mitte LM DF/UV (Pristl 2016) sowie der Elementverteilung REM-EDS (Ca-Si-Fe-Au-Pb) (Tenschert 2020).

Am Saum des Marienmantels ist neben einer dunkelockerfarbigen, wohl ebenfalls vergoldeten Randbetonung eine zurückhaltend pigmentierte Gestaltung nachzuweisen. Unter einer wiederum gräulichen Oberflächenschicht ist eine hellblaue Malschicht zu erkennen, die ihrerseits auf mehreren beigen und weißlichen Grundierungen aufliegt. Neben der blauen Schicht gibt es Hinweise auf eine hellgraue Schicht, die in ihrer Zusammensetzung und Struktur der bläulichen ähnelt. Bindemittel ist bei beiden eine Mischung aus Öl und Protein. Es lassen sich die Abbauprodukte Gips, etwas

Calciumoxalat und Bleisulfat nachweisen. Weder der Gips noch das Bleisulfat sind bewusst gewählte Ausmischungs- oder Pigmentzusätze. Ähnlich ist auch die gräuliche Oberflächenschicht charakterisiert (Abb. 53).

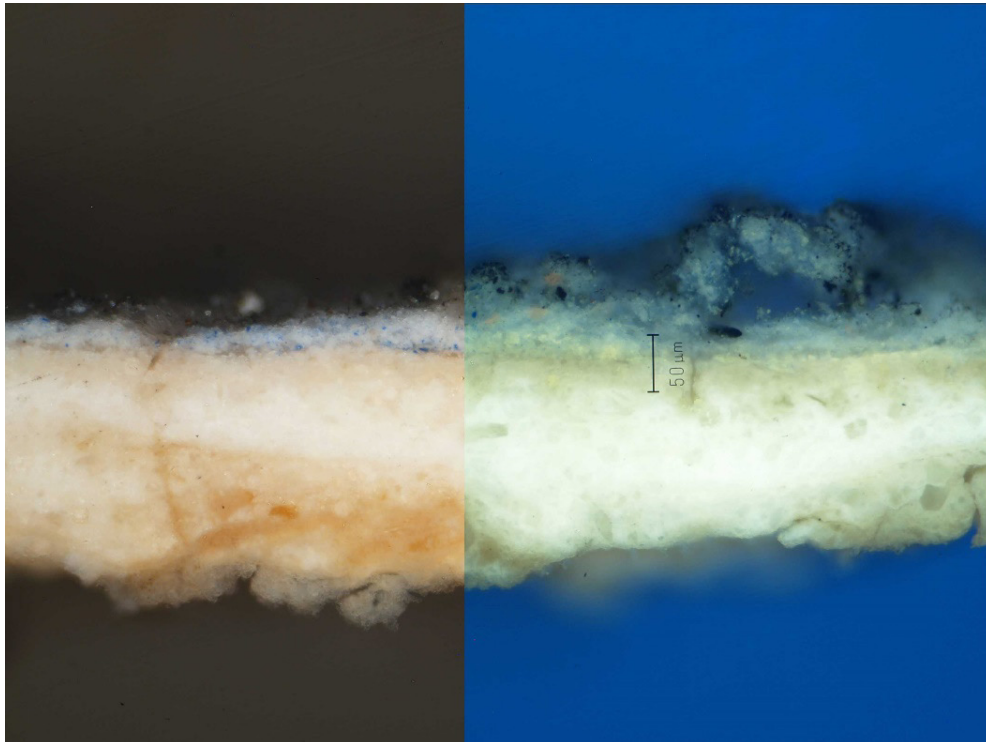


Abb. 53: Lichtmikroskopische Aufnahme des Querschliffs von Probe M2 (LM DF/UV) (Pristl 2016).

Unter den drei dünnen, zum Teil nebeneinanderliegenden Aufträgen findet sich eine beige bis ockerfarbige Schicht, die bindemittelreich ist und möglicherweise eine Alterungsschicht darstellt. Darunter liegen weitere weiß-beige Schichten unterschiedlicher Ausmischungen, die sich hinsichtlich ihrer Elementverteilung unterscheiden.

Des Weiteren sind auf der Trumeaufigur zwei Varianten von Blaufassungen in den Gewandfalten nachweisbar. Beide Malschichtpakete wurden an der westlichen Seite der Figur in unterschiedlichen Falten entnommen. Zunächst unterscheiden sie sich in Aufbau und Zusammensetzung der untersten Schicht. Eine Probe zeigt in einem dünnen Auftrag zuunterst eine Kalkfassung, die in Gips und Oxalat umgewandelt ist. Als Bindemittel sind hier Protein und Öl nachweisbar, pigmentiert ist die Schicht mit Kalkkreide und wenig Bleiweiß.

Über dieser Schicht ist bei beiden Proben ein übergreifender, beigefarbener Farbauftrag vorhanden, der spröde und bindemittelreich ist. Es handelt sich um eine Bleiweißfassung mit einer Bindemittelmischung aus Öl mit Protein und Bleiseifen. Die Schicht ist als Grundierung für den darüber liegenden Farbauftrag gedacht und enthält überdurchschnittlich viel Bleisulfat, PbSO_4 , das mit großer Wahrscheinlichkeit als Pigment zugesetzt ist. An Korrosionsprodukten sind daneben Gips und Calciumoxalat bestimmbar.

Variante eins zeigt zunächst ein strahlendes Hell- bis Dunkelblau, das wahrscheinlich in mehreren Schichten aufgetragen wurde. Es ist ein Farbverlauf von dunkel nach hell von unten nach oben zu beobachten. Das verwendete Lapislazuli-Pigment zeigt durchgängig eine unregelmäßige Körnung. Das Bindemittel besteht wiederum aus Öl mit Bleiseifen und Protein, nach oben hin nimmt der Ölzusatz ab. Nachzuweisen sind auch Gips, Calciumoxalat und Bleisulfat. Besonders oberflächennah ist dabei viel Gips vorhanden, der an dieser Stelle ein Korrosionsprodukt ist. Der Farbverlauf mag seine Ursache im Vorliegen eines Korrosionsgradienten haben. Dennoch ist eine malerisch intendierte, geringfügig andere Ausmischung der ein bis drei Farbaufträge im Bereich des Möglichen (Abb. 54).

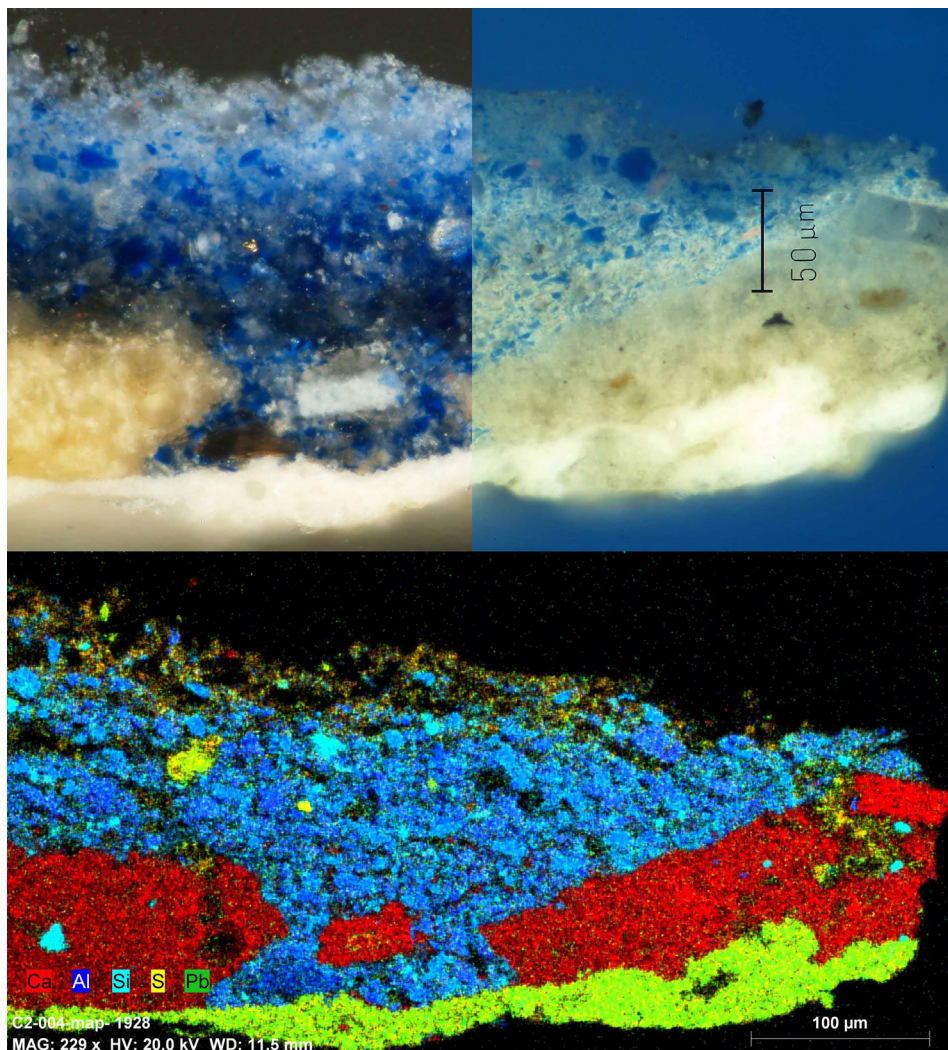


Abb. 54: Querschliff der Probe M3 oben LM DF/UV unten Elementverteilung (Ca-Al-Si-S-Pb) (REM-EDS) (Pristl/Tenschert 2016).

Bei der zweiten Variante folgt auf die Bleiweißgrundierung vor einer blauen Malschicht noch eine ockerfarbene Schicht, die mit feinkörnigem braunem Eisenocker pigmentiert ist. Sie enthält zudem Gips, Calciumoxalat und wiederum reichlich Bleisulfat. Die Ockerschicht ist dabei in Risse in der Bleiweißgrundierung gelaufen, was Hinweis auf eine zeitliche Differenzierung sein kann. Über die ockerfarbene Schicht ist eine mit 0,150 mm relativ dicke Blaufassung aufgebracht. Das grobkörnige

Blaupigment ist als basisches Kupfercarbonat – Azurit – anzusprechen. Ausgemischt ist das Azurit mit Bleiweiß und Kalk. Daraus erklären sich auch die Korrosionsprodukte Gips, Calciumoxalat und Bleisulfat. Die gräuliche Oberfläche lässt sich als korrodierte Azuritfassung ansprechen, bei der Schmutz in die Gips- und Oxalatkruste eingelagert ist (Abb. 55). Die gemeinsame Bleiweißgrundierung und das Fehlen deutlicher Alterungshorizonte legen nahe, dass die beiden Blautöne zeitnah aufgetragen wurden, bzw. es sich um eine zeitnahe Retusche mit Azurit handeln könnte.

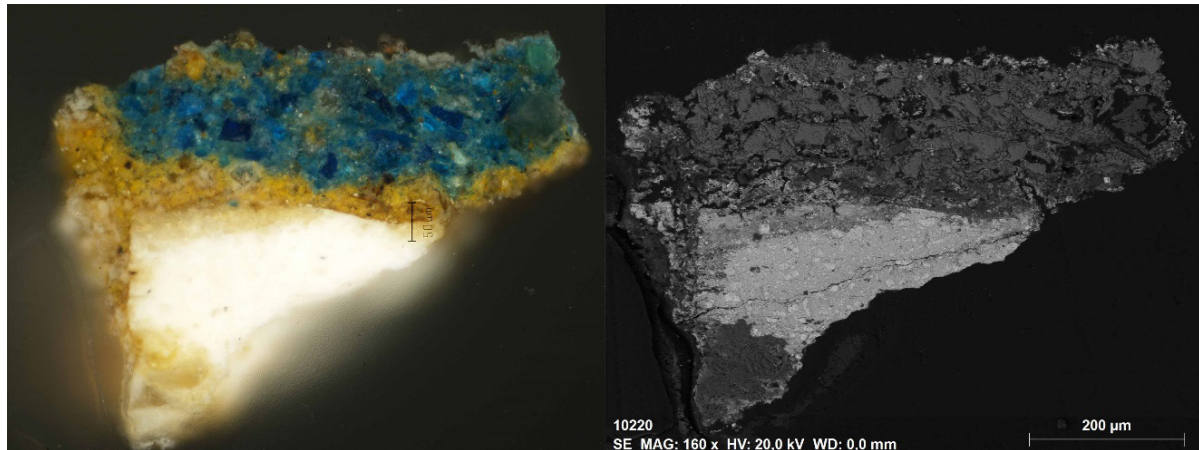


Abb. 55: Querschliff der Probe M4, rechts LM DF links REM (Pristl 2016/Tenschert 2020).

Das teure Blaupigment aus Lapislazuli ist nicht nur an anderen Portalen der von Notre-Dame in Paris nachweisbar, sondern fand häufig Verwendung bei mittelalterlichen Portalgestaltungen. Pallot-Frossard hat 2002 bereits für 14 französische Portale die Verwendung von Lapislazuli und/oder Azurit in verschiedenen Ausmischungen und auf unterschiedlichem Untergrund beschrieben.³⁷⁴ Auch an weiteren Portalen von Notre-Dame und der Königsgalerie ist bereits die Verwendung von Lapislazuli und Azurit zu belegen.³⁷⁵ Interessant sind die Beobachtungen aus Bourges, hier gab es zwei kurz aufeinander folgende mittelalterliche Fassungen, datiert 1225 und 1255: Während die Erstfassung als Blaupigment ausschließlich Lapislazuli auf Bleiweiß mit Ölbindemittel zeigt, ist die zweite Fassung in Kaseintechnik mit Azurit als Blaupigment ausgeführt.³⁷⁶ Dass für die Trumeaumadonna der Kathedrale Notre-Dame ein analoger Schluss gilt, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, da die Verwendung der Pigmente hier nicht abschließend einzuordnen ist. Vermutlich geht der Pigmentwechsel auf eine zeitnahe Neufassung zurück, wie eine verlorengegangene Inschrift nahelegt: 1326 seien die Figuren am Portal abgewaschen und neu bemalt worden.³⁷⁷

³⁷⁴ Pallot-Frossard 2002, S. 73–90. Die Zusammenstellung nimmt jeweils nur die Beobachtungen zur jeweiligen Erstfassung auf. Neben den dort aufgeführten Portalen ist für den französischsprachigen Raum sicherlich das Portail Peint der Kathedrale von Lausanne in der Schweiz – bekannt für seine beeindruckenden Reste mittelalterlicher Polychromie – zu ergänzen. Die Verwendung von Lapislazuli (allerdings auf schwarzem Grund) ist hier belegt: Deuber-Pauli / Hermanès 1981, S. 262–274.

³⁷⁵ Pallot-Frossard 2000, S. 82–86.

³⁷⁶ Koller / Nimmrichter / Paschinger 2008, S. 234; Rossi-Manaresi / Tucci 1984, S. 84.5.1–84.5.4.

³⁷⁷ Erlande-Brandenburg / Kimpel 1978, S. 235. Ganz gesichert ist die Jahreszahl den Verfassern zufolge nicht, da auch die Lesart 1426 überliefert ist. Vgl. auch: Gilbert 1821, S. 124. Hier wird 1326 als Jahreszahl angegeben.

Warum sowohl Lapislazuli als auch Azurit genutzt wurden, muss offenbleiben, kann sich aber aus der unterschiedlichen Farbwirkung der resultierenden Blautöne oder den Vorlieben der Maler erklären. Die Gestaltung von Portalanlagen mit Lapislazuli ist dabei kein rein französisches Phänomen, als prominente Beispiele aus dem deutschsprachigen Raum genannt seien hier nur das Riesentor in Wien³⁷⁸ und die Gnadenpforte des Bamberger Doms³⁷⁹.

Für die Außenbereiche von Notre-Dame sind nach Demailly bisher vier Arten polychromer Fassungsstratigrafie nachweisbar. Die ersten beiden unterscheiden sich lediglich in einer ockerhaltigen „Zwischenschicht“ zwischen Bleiweißgrundierung und pigmentierter Malschicht, die bei der zweiten Variante fehlt. Die Maltechnik ohne ockerfarbene Schicht ist am Weltgerichtsportal beobachtet worden, die erste Technik an der Königsgalerie und dem Annenportal. Als dritte Variante gilt der Auftrag der farbigen Malschicht auf einer Grundierung aus Bleiweiß mit einem Kalkanteil (Annenportal und Marienportal). Die vierte Möglichkeit ist der Auftrag direkt auf den Stein, wie bei den restaurierten Teilen des Weltgerichtsportals. Damit ist diese Variante als jüngste anzusprechen und der Restaurierung Viollet-le-Ducs im 19. Jahrhundert zuzuordnen. Die anderen Abfolgen werden deutlich früher angesetzt, Typ 1 ist demnach die älteste Variante und ins 13. Jahrhundert zu datieren.³⁸⁰

Den vorgefundenen Stratigrafien zufolge sollten mit den Befunden an der Trumeaumadonna für das Nordportal – abweichend zum südlichen Pendant – Spuren einer reich ausgestalteten, polychromen Erstfassung vorliegen. Datiert werden kann sie wohl als entstehungszeitlich, vermutlich sind sogar zwei mittelalterliche Fassungen, aber keine weitere Übermalung nachweisbar. Lediglich ein grauer Belag bzw. eine vereinheitlichende dünne Lasur ist auf der Oberfläche zu beobachten. Abweichend dazu sind an der Portalanlage und dem Trumeaufeiler noch weitere fassungstechnische polychrome Veränderungen anzutreffen. Auf eine eisenoxidfarbene Grundierung folgen eine graue, mit Holzkohle pigmentierte Bleiweißschicht und eine dickere, mit grobkörniger blauer Smalte, Ocker und Holzkohle getönte Bleiweißschicht. Darauf ist – wohl nach einer Säurenreinigung³⁸¹ – eine bindemittelreiche Tränkung aufgebracht worden. Darüber ist eine gelbocker pigmentierte Malschicht mit Bleiweiß und Gips nachzuweisen. Auch am Portalrevers ist analog zum Südportal die Polychromie des 19. Jahrhunderts nachweisbar.³⁸²

³⁷⁸ Koller / Nimmrichter / Paschinger 2008, S. 229.

³⁷⁹ Zu den Befunden an der Bamberger Gnadenpforte: Tenschert 2019a, S. 250–261.

³⁸⁰ Demailly 2000, S. 30–36. Stratigrafien: Tabelle S. 35.

³⁸¹ An den Schichtgrenzen ist eine auffällige Chloridkonzentration festzustellen.

³⁸² Siehe oben.

Neben der Marienfigur weisen auch die übrigen Bereiche am Portaltrichter selbst Reste einer oder mehrerer polychromer Ausstattungen auf.³⁸³ Neben den noch am Portal befindlichen Skulpturen in den Archivolten und dem Tympanon sind auch an den dem Nordportal zugeschriebenen Fragmenten im Musée de Cluny durchgängig Spuren von polychromer Gestaltung zu sehen.³⁸⁴

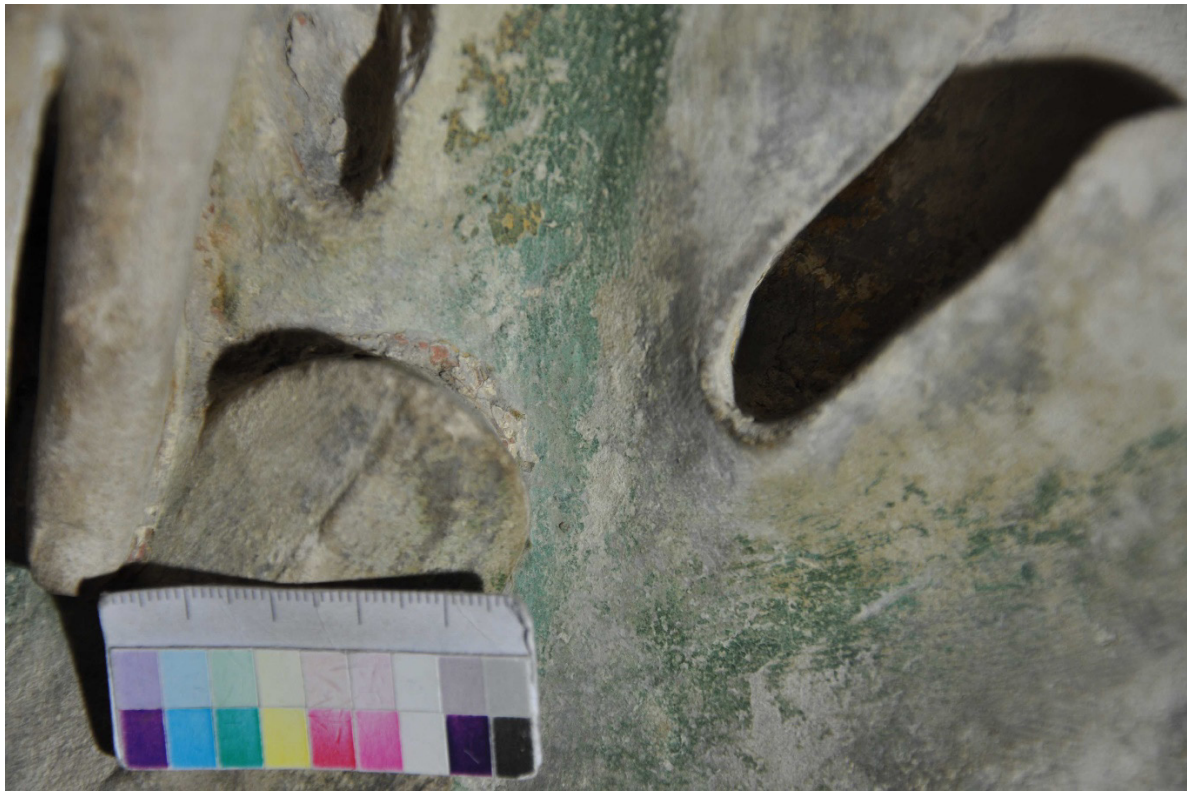


Abb. 56: Detail Adamsfigur im Musée Cluny (Hartmann 2012).

Auffällige Ähnlichkeiten lassen sich aber auch hinsichtlich der Befundlage am Adam³⁸⁵ als einer der Figuren aus dem Innenraum und den Archivolten vom Nordportal feststellen. Eine augenscheinlich vergleichbare Fassungsabfolge ist auf der vierten Figur³⁸⁶ der zweiten Archivolte im rechten Bereich des Portals zu finden. Das Gewand der weiblichen Figur – nach Kimpel eine umgearbeitete Jungfrau³⁸⁷ – weist in seinen Falten größere Inseln von roten Farbresten auf ockerfarbigem Untergrund auf. Der entnommene Partikel zeigt im Querschliff eine ähnliche Stratigrafie, wie sie für den Adam beschrieben wird (Abb. 56-58)³⁸⁸: Auf den Stein ist zunächst eine gelbe Schicht mit Gelbocker als Leitpigment aufgetragen worden. Darüber folgt eine weiße, gipshaltige Schicht, die bindemittelreich (Protein, Öl

³⁸³ Untersuchung vor Ort im April 2016 im Rahmen des BMBF-Projektes „Mittelalterliche Portale als Orte der Transformation“ mit minimalinvasiver Probenahme (vgl. Südportal). Erste Ergebnisse lassen eine umfangreiche entstehungszeitliche Polychromie vermuten; seit 2016 weitere Untersuchung und Auswertung des Probenmaterials.

³⁸⁴ Beispielsweise der dem Nordportal zugeordnete Königskopf Inv.-Nr. Cl. 23127 sowie das Fragment des ehemaligen Trumeaukapitell Inv.-Nr. Cl. 23186.

³⁸⁵ Inv.-Nr. Cl. 11657; Befunde des Musée de Cluny: <https://www.sculpturesmedievales-cluny.fr/notices/notice.php?id=3>.

³⁸⁶ Nach Kimpel 1971: AR 10, Tafel S. 295.

³⁸⁷ Kimpel 1971, S. 262–263, hier Anmerkung 78. Die Figur ist nach Kimpel überarbeitet: Die Lampe wurde zum Herz-Jesu umgewandelt, der Palmwedel blieb erhalten. Auch der Kopf erfuhr Überarbeitungen.

³⁸⁸ Mündliche Auskunft im Musée de Cluny 2012/2013 und Beobachtungen vor Ort.

mit Bleiseifen) ist und das mehrfach am Portal nachgewiesene Bleisulfat, vermengt mit Bleichchlorid enthält, eine Mischung, die als Zeigerfunktion Bedeutung erlangen kann, da es sich nicht um Korrosionsprodukte oder die Reste einer Säurereinigung handeln kann. An eindeutigen Korrosionsprodukten ist nur eine geringe Menge an Oxalaten nachzuweisen.



Abb. 57: Die Figur der Archivolte AR10 (Tenschert 2016).

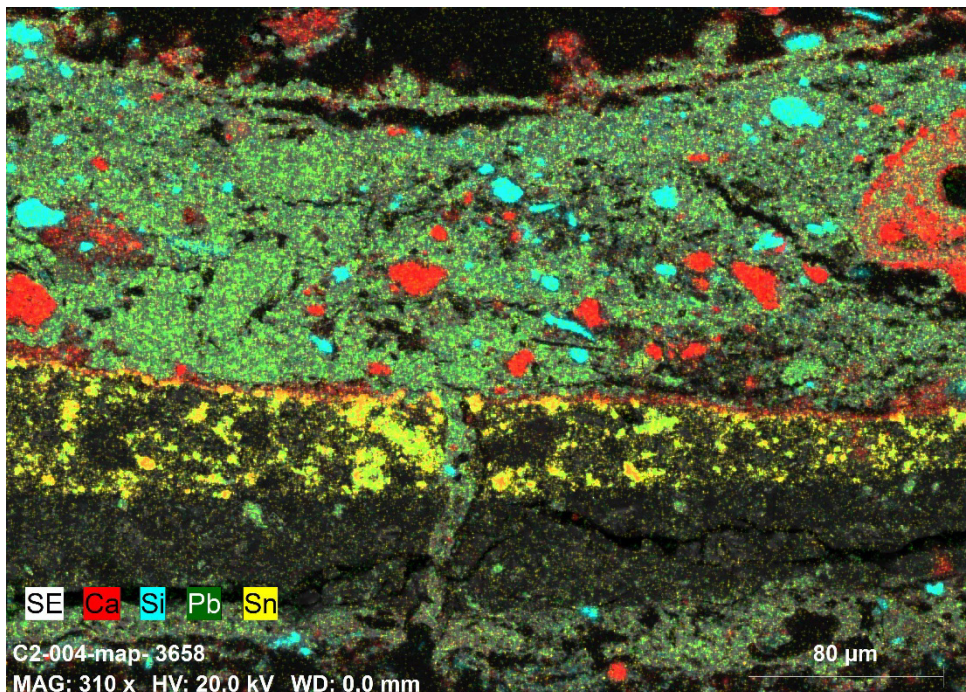
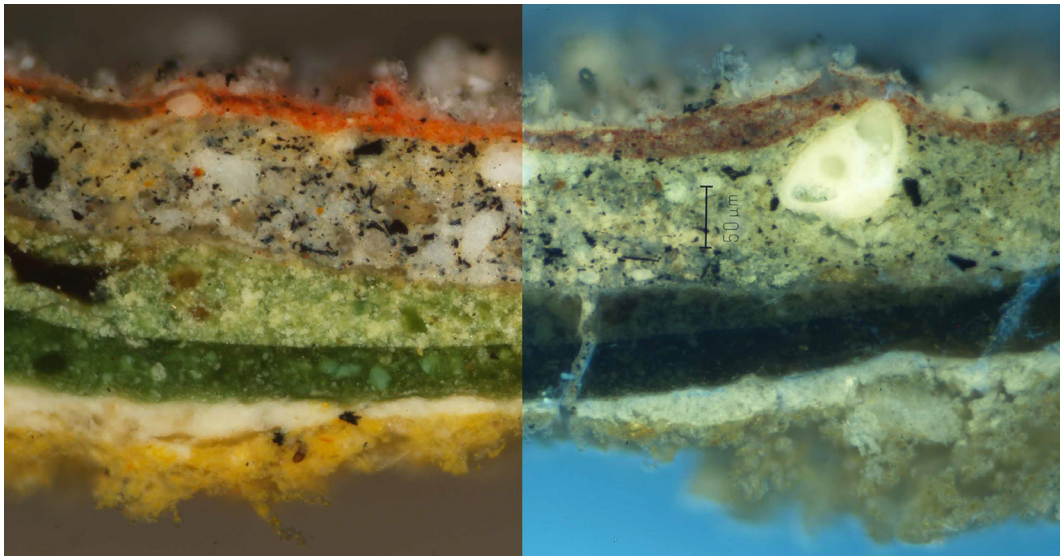


Abb. 58a und b: Querschliff Probe AR10_1 (Gewandfalte der Figur) rechts LM Pol/UV links Elementverteilung (Ca-Si-Pb-Sn) REM-EDS (Pristl/Tenschert 2020).

Über dem dünnen weißen Auftrag folgt eine dunkelgrüne Schicht, die in eine sehr dünne rötlich braune Schicht ausläuft. Farblich bestimmt wird sie über das verarbeitete grüne Kupferpigment. Sie ist hauptsächlich proteingebunden. Die darüber liegende hellgrüne Malschicht enthält neben einem grünen Kupferpigment noch Bleiweiß und ein Gelbpigment – Bleizinngelb.³⁸⁹ Es sind in beiden grünen Schichten Oxalate und Bleiseifen nachweisbar. Die hellgrüne Schicht schließt mit einem stark vergipsten und verfärbten Alterungshorizont nach oben hin ab. Dieser Befund spricht für eine gewisse Standzeit, bevor weitere Farbaufträge folgten. Die darüber liegende graue Malschicht ist zudem in die Risse der hellgrünen Schicht hineingelaufen: Ein weiteres Indiz dafür, dass die Grünfassung bereits zu

³⁸⁹ Zu Bleizinngelb: Kühn 1993, S. 83–112.

einem gewissen Grad korrodiert war, bevor ein weiterer Farbauftrag erfolgte. Die dicke graue Schicht (ca. 0,1 mm) selbst kann in zwei Lagen aufgebracht worden sein. Sie enthält grobkörniges Bleiweiß, Kalk und Holzkohle. Im Querschliff ist außerdem ein relativ feinkörniges ockerfarbiges Pigment zu erkennen. Gebunden ist diese hellgraue Grundierung mit Öl, gemischt mit Bleiseifen und etwas Protein. Darüber folgt eine dünne rote Malschicht, die zu einer weiteren gräulichen Oberflächenschicht hin abreißt. Die rote Malschicht ist mit rotem Eisenocker pigmentiert und mit etwas Bleiweiß ausgemischt. Auch sie ist korrodiert und war ursprünglich mit einem Protein-Öl-Bindemittel gebunden.

Vorgefunden wurden hier demnach mindestens zwei Zeitstellungen: Die unterste ockerfarbene Malschicht könnte die Erstfassung markieren. Die weiteren drei Malschichten bis zur abschließenden hellgrünen dürften einer Gestaltungsphase angehören und weisen in ihrem Auftrag auf eine aufwändige, wahrscheinlich sogar ornamentale, Gewandgestaltung hin. Die grünen Malschichten sind in einem ähnlichen Erscheinungsbild nicht nur am Adam zu finden, Pallot-Frossard verweist bereits auf die Verwendung von Bleizinn gelb und Kupfergrün am Annenportal und Königsgalerie.³⁹⁰ Demailly stellte zudem den Zusammenhang zwischen (Blei-)Zinn gelb und Kupfergrün an der Königsgalerie (Architektur) und am Weltgerichtportal dar.³⁹¹

Der dicke graue Auftrag und die rote Malschicht auf dem Gewand der Archivoltenfigur markieren ihrerseits eine derzeit anhand des Einzelbefundes nicht näher datierbare Veränderungsphase. Mögliche Zeitpunkte hierfür wären einige Zeit nach der angenommenen Überarbeitung der Fassung von 1326, aber vor dem 19. Jahrhundert zu suchen.

Nachzuweisen war auf Archivoltenfigur AR4 eine ockerfarbige Erstfassung mit gebranntem Ocker und Holzkohle auf einer weißen Grundierung. Sie ist vergleichbar mit der Ockerschicht auf einer weiteren untersuchten Figur. Des Weiteren ist eine ebenfalls ockerfarbige Zweitfassung mit einem dicken Schichtauftrag von bis zu 0,2 mm und abweichender Zusammensetzung mit grobkörnigem Bleiweiß (bis zu 0,1mm Korngröße) festzustellen. Darauf folgt eine wiederum auch ockerfarbene, sehr fragile Malschicht mit Holzkohle und feiner Ockerpigmentkörnung (Bolus?), die zusätzlich mit Goldauflagen belegt ist. Abgeschlossen wird das Schichtpaket von einer dünnen weißen Malschicht und einer grauen Oberflächenschicht, die die verschmutzte, gipshaltige Korrosionsschicht der weißen Malschicht darstellen dürfte (Abb. 59a und b). Der Grund für die unterschiedliche Behandlung der Archivoltenfiguren – Ocker mit Goldauflage oder aufwändige Farbgestaltung – könnte in der Ikonografie zu finden sein. Die Farbfassung würde dabei den Unterschied zwischen Engeln als himmlischen Wesen und den irdischen (törichten und klugen) Jungfrauen sowie den Charakter des Dargestellten unterstreichen.³⁹²

³⁹⁰ Pallot-Frossard 2000, S. 88–89.

³⁹¹ Demailly 2000, S. 34–35.

³⁹² Um diese Hypothese zu unterstützen wären weitere, umfangreichere Untersuchungen nötig.

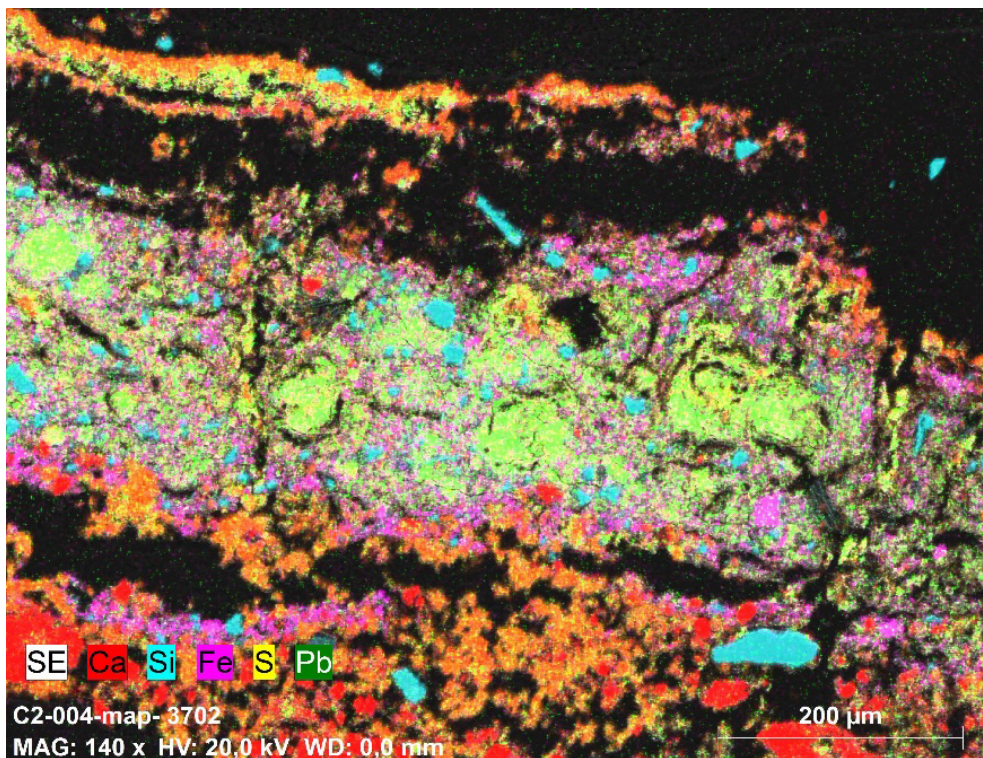
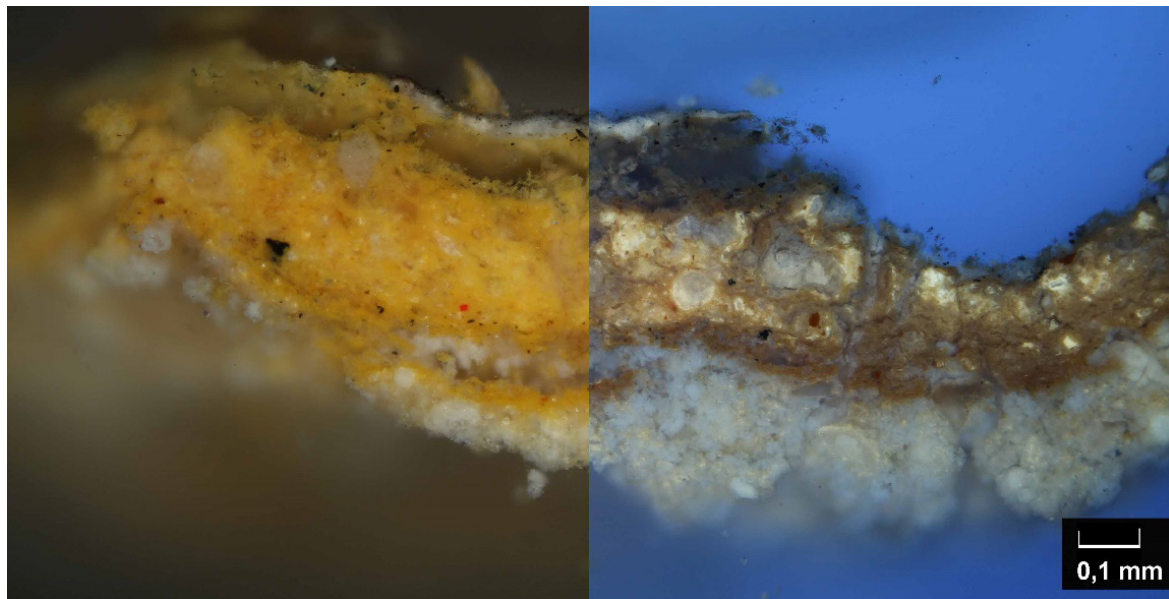


Abb. 59 a und b: Querschliff Probe AR4_2 (Gewandfalte der Figur) LM Pol/UV (Tenschert 2016) sowie Detail mit Elementverteilung (Ca-Si-Fe-S-Pb) REM-EDS (Tenschert 2020).

8 Zusammenfassende Interpretation der Veränderungsgeschichte

Die konträre mittelalterliche Gestalt

Bei der mittelalterlichen Gestaltung der Portalfassade des südlichen Querhauses gilt es nach den neugewonnenen Erkenntnissen grundsätzlich zwischen der Portalaußenseite und dem Portalrevers zu unterscheiden. Für die Außenseite ist als erste Fassung der Auftrag von zwei hauchdünnen Lasuren in Kalktechnik zu konstatieren, die jedoch nur ausgewählte Partien der bildhauerischen Bereiche umfasste. Auf Werksteinen und Profilarbeiten sind die beiden Schichten nicht nachweisbar. Die erste

der beiden Lasuren muss reich an organischem Bindemittel gewesen sein, die zweite war ein dünner Kalkanstrich. Beide Aufträge sind vollständig in Calciumoxalat umgewandelt und überziehen, einer Haut vergleichbar, die bildhauerische Epidermis. Auf die beiden Oxalatschichten folgt eine dünne Kalkfarbe auf der Basis eines trocken gelöschten Kalks mit zahlreichen Holzkohlepartikel und einer geringen Menge an Ockerpigment. Diese Schicht kommt sowohl auf der Portalausseite als auch auf dem Revers vor. Dort ist sie u.a. als erste Schicht in der Nische der Adamsfigur und auf den Rücklagen der Stabwerkgliederung anzutreffen.

Was auf der südlichen Außenseite fehlt und diese vom Nordportal maßgeblich unterscheidet, sind Hinweise auf eine polychrome Gestaltung. Innerhalb des Tympanons und auf den in den Archivolten platzierten Sitzfiguren und Engelsdarstellungen ist lediglich eine lasierende Betonung von Gesichtspartien mit der Ausmalung der Augen, hier vor allem der Iris und der Lippen, und weiterer maßgeblicher Details wahrscheinlich. Zu identifizieren sind die zurückhaltenden Betonungen an einem dunkleren Farbton, der mit den sekundär gebildeten Oxalatschichten einhergeht. Die fein ausgearbeitete mittelalterliche Oberfläche der Bildhauerarbeiten ist vermutlich als das eigentliche Finish anzusehen. Beispiele für eine derartige Grisaille-Gestaltung von Portalen sind in Deutschland das mittelalterliche Petersportal am Kölner Dom (1370/80) und das Hauptportal des Regensburger Doms. In Köln sind an den originalen Figuren des Portals – den ausgebauten Archivoltenfiguren und am Tympanon – Reste einer Augenzeichnung und eine feine steinmetzmäßige Oberflächenbearbeitung zu beobachten. Möglich wäre auch hier eine dünne Lasur.³⁹³ Für Regensburg wird davon ausgegangen, dass das Portal weitgehend steinsichtig war, auch hier mit der Betonung von Augenpartien und Engelsflügeln. Das ubiquitäre Vorkommen von verschiedenfarbigen Steinen spricht ebenfalls für eine, die Gesteinsunterschiede vereinheitlichende Lasur. Optisch erkennbar sind eine Betonung der Lippen und Augen bei den meisten Figuren und eine weiße Lasur auf einzelnen Rücklagen.³⁹⁴ Mikroskopisch belegt ist eine mit Eisenpigmenten und fein geriebener Holzkohle pigmentierte Lasur in Kalktechnik, die fast vollkommen in eine Calciumoxalathaut umwandelt ist.³⁹⁵ Als Farbakzent ist dem Triangelportal nachweislich eine polychrome Figur des hl. Petrus vorangestellt, die zwar nicht für diesen Platz gefertigt worden ist, dort aber aufgestellt wurde.³⁹⁶ Zu klären bleibt ein erster Befund auf der Portallaibung als Übergang zum Außenbereich, die in der ersten Farbgebung im Innenraum einen gebrochen weißen Ton auf Grundlage einer hochfeinen und reinen Bleiweißfassung

³⁹³ Eine detaillierte Betrachtung der Archivoltenfiguren war 2017 während der Ausstellung im Columba Museum möglich. Auch die drei Archivoltenfiguren in der Dom-Schatzkammer zeigen die Augenbetonung. Das Tympanon konnte während der Projektkampagne des BMBF-Projektes „Mittelalterliche Portale als Orte der Transformation“ ausführlich begutachtet werden.

³⁹⁴ Preis 2001, S. 67-70; Fuchs 1990, S. 71; neuere Erkenntnisse zur Polychromie und Restaurierung des Regensburger Hauptportals: Kühne 2016, S. 347ff.

³⁹⁵ Labor Drewello & Weißmann: Untersuchungsbericht zur Farbfassung am Hauptportal des Regensburger Doms, nicht publiziert, Bamberg 2005.

³⁹⁶ Labor Drewello & Weißmann 2005. Vgl. auch: Kühne 2016, S. 341–375.

auf einem rustikalen Kalkanstrich getragen hat. Der monochrome weißlich-beige Farbeindruck könnte für das Standfigurenprogramm der Außenseiten gewählt worden sein. Insbesondere die zentrale Stephansfigur am Trumeaupfeiler kann eine an Porzellan erinnernde, weißliche Fassung getragen haben. Zur Bestätigung bedarf es einer Untersuchung der noch erhaltenen Figurenfragmente im Musée de Cluny.

Hinzuweisen ist auf eine zwischen den beiden ersten Oxalatschichten befindliche hauchdünne Ablagerungsschicht aus staubfeinen Silikaten mit einer überdurchschnittlichen Anreicherung von Schwefelverbindungen, die nicht mit einer herkömmlich auftretenden Vergipsung zu interpretieren ist. Eine plausible Erklärung für die unübliche Elementanreicherung auf dem Kalkstein ist das Zusammentreffen der Errichtung des Südportals der Kathedrale Notre-Dame – laut Stiftungsinschrift 1258 – mit dem in historischen Quellen erwähnten Ausbruch des Vulkans Samalas im Jahr 1257, der als einer der stärksten Eruptionen des Holozäns mit dem größten vulkanischen Schwefeleintrag der letzten 2000 Jahre beschrieben wird. Der Ausbruch und die Sulfatverschleppung sind anhand von Eisbohrkernen belegt.³⁹⁷ In indonesischen Palmbblattmanuskripten und europäischen Schriften, die auf den Mönch Matthew Paris von St. Albans in London und das Jahr 1258 zurückgehen, werden die Folgen des Ereignisses beschrieben, für Nordwesteuropa spricht der Mönch von einem „Dunkeljahr“ mit katastrophalen Folgen für die Bevölkerung Londons und Nordwesteuropas.³⁹⁸ Der innere Schmutzbelag auf dem Kalkstein von Notre-Dame würde ein zusätzliches Indiz für das weltumspannende Ereignis liefern und gleichzeitig die Fertigstellung des Portals um 1258 durch einen materiellen Befund untermauern. Als klassisches tpq-Kriterium übernimmt die schwefel- und silikatreiche Zwischenschicht darüber hinaus eine besondere Rolle in der Frage der Datierung des Südportals. Zum einen kann der Wahrheitsgehalt der Jahresangabe auf dem in den 1860er Jahren renovierten Inschriftenband bestätigt werden, zum anderen wird die Datierung auf ein naturwissenschaftliches Fundament gestellt und eine absolute Datierung des Ereignisses ermöglicht. Für Frankreich hat sich das Bild einer mittelalterlich farbig gefassten Portalanlage³⁹⁹ verfestigt, das sich in den Untersuchungen des nördlichen Querhausportals widerspiegelt. Auch die übrigen Portale von Notre-Dame in Paris zeigen – wie bereits erwähnt – eine polychrome Mittelalterfassung: Sylvie

³⁹⁷ Siehe: Sigl 2014, S. 693–697.

³⁹⁸ Siehe hierzu: „Aus Berichten des Jahres 1258 in Frankreich und England geht hervor, dass ein trockener Nebel das Land bedeckte, der bei ortsansässigen Beobachtern den Eindruck einer ständigen Wolkenbedeckung hinterließ. (...) Hinzu gesellten sich stürmische, kalte und strenge Wetterlagen. Das verregnete Wetter beschädigte die Ernten, was seinerseits zu Hungersnöten und Epidemien führte. Nordwesteuropa scheint hiervon stark betroffen worden zu sein und so können Missernten und eine Hungersnot in London mit dem Ausbruch des Samalas korreliert werden. In London starben damals 15.000 bis 20.000 Menschen an der Hungersnot. So berichtet Matthäus Paris aus Saint Albans, dass das Wetter bis mitten in den August hinein zwischen Kälte und starken Regenfällen abwechselte und so die Sterblichkeitsrate in die Höhe trieb.“ https://de.wikipedia.org/wiki/Ausbruch_des_Samalas_1257; Letzter Abruf 20.04.2020. Siehe auch: ARTE France, Kurzbeitrag:

<https://www.ardmediathek.de/wdr/player/Y3JpZDovL3dkci5kZS9CZWl0cmFnLTdkNGJhNDFjLWEwYTYtNDFiYy04MTRjLTNjOGZiMWlwNNTVkJw/der-ausbruch-des-supervulkans-samalas>. Letzter Abruf 20.04.2020.

³⁹⁹ Zu den nachweisbaren mittelalterlichen Polychromien an zahlreichen gotischen Figurenportalen in Frankreich: Pallot-Frossard 2002, S. 73–90.

Demailly hat zuletzt im Jahr 2000 die Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Untersuchungen der Farbgestaltung der Königsgalerie und der Portale an der Westfassade zusammengefasst. Für alle Bereiche konnten vielfältige Polychromien nachgewiesen werden.⁴⁰⁰ Das nördliche Querhausportal zeigt im Außenbereich mittelalterlich zu datierende Reste einer üppigen, farbigen ersten Ausgestaltung des Portals, auch weitere polychrome Gestaltungen erscheinen möglich.⁴⁰¹ Das Portal am Südquerhaus ist offenbar eine der seltenen Ausnahmen.

Für die weitere Innengestaltung des Südquerhauses ist eine monochrom angelegte Wandfassung zu belegen, die unter Umständen in einem hellen Rosa abgesetzt war und in einem zweiten Schritt eine beigefarbene lichte Ockerfassung der Architekturgliederung mit aufgemaltem weißem Fugenstrich und in Goldocker abgesetzten zentralen Gestaltungselementen erhielt.⁴⁰² Für diese Annahmen gibt es an mehreren Stellen Hinweise. Überliefert sind ähnliche Farbkonzepte bereits für das 12. Jahrhundert am Beispiel der in der nahegelegenen Picardie beliebten beigefarbenen Fassungen mit weißem Fugenstrich. Ein sehr früher auf der aufgesetzten Architekturgliederung nachweisbarer Farbauftrag ist ein in Gelbocker abgesetztes Farbkonzept mit weißen Fugenstrichen, das sich von den weißen Wandrücklagen absetzt und eine mittelalterliche Zweitfassung oder eine Reparatur bzw. Vervollständigung des ersten Anstrichs sein kann. Für eine Weiß-Gelbockerfassung sprechen die gefundenen Schichtenabfolgen in der Umgebung der Türleibung und die als Zweitfassung identifizierbaren Reste einer zweilagigen Farbgebung auf den Wandflächen. Ab der Mitte des 13. Jahrhunderts bis etwa in die Mitte des 14. Jahrhunderts bzw. Anfang des 15. Jahrhunderts wurde auch in Noyon und Chartres eine ockerfarbige monochrome Gestaltung mit weißem Fugenstrich ausgeführt. Weniger ausgeprägt in der Intensität des Grundtons findet man diese Variante auch in Amiens, Meaux und Beauvais.⁴⁰³

1725

Hinsichtlich der Farbgebung ist für beide Portalseiten die Restaurierung um 1725 zu thematisieren, für die man am Portalrevers von weißen Wandflächen und einer Absetzung der Architekturgliederung in Gelbocker und Rotbraun mit gelbockerfarbenen Schmuckaufsätzen ausgehen kann. Besonders betont waren die Rücklagen der Wimpergarchitektur, die in das gelbocker-rotbraune Farbkonzept integriert waren. Wie man sich die Außenseite des Südportals vorzustellen hat, lässt sich nicht mehr rekonstruieren. Eindeutige Farbbefunde fehlen, sieht man von den braun verfärbten Frontseiten der

⁴⁰⁰ Demailly 2000, S. 30–36; siehe auch: Fonquernie 2000, S. 20–30; Taralon 1991, S. 342–432.

⁴⁰¹ Erste Untersuchung vor Ort im April 2016 im Rahmen des BMBF-Projektes „Mittelalterliche Portale als Orte der Transformation“ mit minimalinvasiver Probenahme. Erste Ergebnisse lassen eine umfangreiche Polychromie vermuten; seit 2016 weitere Untersuchung und Auswertung des Probenmaterials.

⁴⁰² Die rosa Farbe ist mit Vorsicht zu interpretieren; es kann sich um einen rosa Farbton aufgrund eines mikrobiell induzierten Farbumschlag an den untersuchten Stellen handeln („rosa Bakterien“).

⁴⁰³ Timbert 2017, S. 41–59.

gereinigten und flüchtig überstrichenen Skulpturenfragmente ab, die im Musée de Cluny aufbewahrt werden. Archivalisch ist eine umfassende Bau- und Restaurierungsmaßnahme am Südquerhaus mit dem Ausbau der Fensterrose und Reparaturen am Gewölbe um 1725 datiert.

Viollet-le-Duc und das 19. Jahrhundert

Als besonderes Ergebnis der Analysen des Südportals kann der Nachweis von Wasserglas⁴⁰⁴ in Form einer nicht pigmentierten, siliciumreichen Schicht der Restaurierung im 19. Jahrhundert gewertet werden. Die Wasserglasbehandlung wird neben der Homogenisierung des Erscheinungsbildes auch als Steinfestigungsmaßnahme gedacht gewesen sein. Es ist bekannt, dass Viollet-le-Duc mit Wasserglas experimentierte, Timbert hat festgestellt, dass er dabei optimistischer war als sein Kollege J.-B. Lassus: Er glaubte an die Wirkung von Kali-Silikat.⁴⁰⁵ In seinem Dictionnaire schrieb er zusammengefasst, dass eine gut ausgeführte „Silikatisierung“ geeignet sei, um einen Zustand wiederherzustellen, da sie dem Stein eine haltbare Hülle verleihe. Die Behandlung sollte vor allem nach mechanischer Abarbeitung und auch nach der Restaurierung verwendet werden.⁴⁰⁶ In einem Brief an den Kultusminister schreibt er, dass die Behandlung poröse Steine widerstandsfähiger und weniger anfällig für Umwelteinflüsse, wie Frost und Feuchtigkeit macht.⁴⁰⁷

Ob Viollet-le-Duc die Behandlung mit Wasserglas am Südportal im Außenbereich auf eine reine Steinfestigung beschränkte oder Wasserglas mit Kalk und Pigment als Farbanstrich verwendete, bleibt zu klären. Es gibt mehr Indizien für einen pigmentierten Gelbockeranstrich mit abgesetztem Fugennetz als dagegen. Und ob er auch im Norden eine Wasserglasbehandlung ausführte, muss offen bleiben, allerdings nutzte er die Wasserglasfestigung neben Paris auch bei den Projekten in Rouen, Chartres und Amiens.⁴⁰⁸ In Amiens erfolgte der Einsatz von Wasserglas als Konsolidierungsmittel an der Westfassade zwischen 1856 und 1860.⁴⁰⁹ Mit Wasserglas wird im 19. Jahrhundert viel gearbeitet, seit es Anfang des Jahrhunderts von Johann Nepomuk von Fuchs (wieder-) entdeckt worden war. Wird das weitgehend farbneutrale Kaliwasserglas mit Pigmenten versetzt, werden diese beim Abtrocknen des Bindemittels fest in die entstehende, beständige Quarzschicht eingebunden.⁴¹⁰ Dass man mit Wasserglas ab der Mitte des 19. Jahrhunderts gemalt hat, belegen die umfangreichen Versuche ab 1846 in München unter Josef Schlotthauer⁴¹¹ und die sich über Jahrzehnte hinstreckende Ausmalung der Nibelungensäle in der Münchner Residenz, bei denen man mit Tempera-Bindemitteln unter Zugabe von Wasserglas experimentierte und für die 1867 zuletzt ausgemalten Räumen nur noch

⁴⁰⁴ Weyer et al. 2015, S. 403. Falbe / Regitz 1999, S. 4939–4940.

⁴⁰⁵ Timbert 2014, S. 137–143.

⁴⁰⁶ Viollet-le-Duc 1864b, S. 121–130.

⁴⁰⁷ Timbert 2014, S. 141.

⁴⁰⁸ Bromblet 2002, S. 201–211.

⁴⁰⁹ Weeks 1998, S. 101–108.

⁴¹⁰ Doerner 2015, S. 119–121; Falbe/Regitz 1999, S. 4939–4940.

⁴¹¹ Zur Stereochromie Literatur grundlegend: Reinkowski-Häfner 2014, S. 258, Anmerkung 1017.

Kaliwasserglas als Bindemittel benutzte.⁴¹² Marktreif machte die Konsolidierungs- und Maltechnik mit Kaliwasserglas Friedrich Karl Kuhlmann Mitte des Jahrhunderts.

Im Innenraum verfolgte man während der Restaurierung in den 1860er Jahren offensichtlich ein konträres Konzept im Vergleich zum Außenbau, nicht die Konsolidierung und Homogenisierung standen hier im Vordergrund, vielmehr bemühte man sich um die Umsetzung einer rekonstruierend gedachten mittelalterlichen Polychromie. Viollet-le-Duc spricht in seinem Dictionnaire davon, dass die farbliche Fassung von Architektur der schwierigste Teil sei, da zeitgenössisch nicht mehr bekannt sei, wie man das am besten bewerkstelligt. Mittelalterlich gehen demnach alle Teile der Kathedrale eine Harmonie ein, und weil die farbigen Fenster den Innenraum dominierten, sollte sich vor allem die Architekturfassung diesem Diktum unterordnen.⁴¹³

In seiner Konzeption und Erläuterung der Arbeiten an der Fassung⁴¹⁴ der Langhaus-Kapellen geht Viollet-le-Duc weiter ins Detail und bezieht in die Entwürfen auch das Querhaus mit ein. Er verweist erneut auf die anzustrebende Harmonie des gesamten Innenraums, die fundamental durch die Lichtwirkung⁴¹⁵ bestimmt ist. Den (bunten) Fenstern kommt eine übergeordnete Rolle zu, da ihr Licht die Gestaltungsprinzipien des Innenraums bestimmen wird. Die Farbgebung der Fenster und ihre Wirkung auf der architektonischen Oberfläche beeinflussen dabei die Wirkung der zur Fassung verwendeten Farben und Farbtöne. Auf diese Veränderungen ist nach Viollet-le-Duc dringend Rücksicht zu nehmen und selbst seine Vorschläge und Konzepte seien der tatsächlichen Situation im Bauwerk im Einzelfall anzupassen. Die übergeordnete Vorgabe muss demnach sein, die verwendeten Farbtöne so zu wählen, dass im Zusammenspiel mit den Fenstern eine Harmonie⁴¹⁶ entsteht, die der Betrachter wahrnehme. Da der Betrachter selbst aber polychrome Kathedralinnenräume nicht mehr gewohnt ist,⁴¹⁷ muss der Künstler bedacht vorgehen um etwas „Überraschendes“ zu schaffen, denn „jede Tonart zählt, jeder Ton trägt zur allgemeinen Zustimmung bei oder zerstört sie“⁴¹⁸. Zu Grunde liegt den Ideen das Verständnis, dass Kathedralen des 12. Jahrhunderts auch im Innenraum polychrom gefasst geplant waren, dies aber – aus unterschiedlichen Gründen – vielfach nicht (mehr) ausgeführt wurde. Auch sind die nackten Langhauswände nicht so problematisch wie die der Seitenkapellen (und wohl auch des Querhauses), da sie durch die Fensterwände der Obergaden ohnehin farbig illuminiert werden. Für die neu zu gestalteten Bereiche sei weiter zu beachten, dass im Süden ein anderes Licht

⁴¹² Nibelungensäle 2018; Zusätzlich: Unveröffentlichte Untersuchungsberichte zu den Nibelungensälen, Drewello 2018.

⁴¹³ Viollet-le-Duc 1864a, S. 56–110.

⁴¹⁴ Viollet-le-Duc 1870.

⁴¹⁵ Zur Herleitung des Vorranges der farbigen Fenster in der mittelalterlichen Kathedrale aus Mittelalter und Antike: Binding 2003, S. 42–51.

⁴¹⁶ Viollet-le-Duc bezog sich in seiner Farbtheorie auch auf die Studien zur Farbe von Michel-Eugene Chevreul in der Publikation: Chevreul 1855. Vgl. dazu Quattrocchi 1 2017, S. 159.

⁴¹⁷ Als Hintergrund sei hier der Polychromiestreit ab dem 18. Jahrhundert nur am Rande erwähnt, infolge dessen die dekorative Wandmalerei im 19. Jhd. einen beeindruckenden Aufschwung erfuhr. Dieser manifestierte sich im Profanbereich, aber auch bei Kirchenneubauten. Hierzu: Reinkowski-Häfner 2014, S. 80f.

⁴¹⁸ Viollet-le-Duc 1870, S. 13–14.

vorherrschende als im Norden und das berücksichtigt werden muss, um das angestrebte harmonische Gesamtbild zu erzeugen.⁴¹⁹

Der Schlüssel zum Erfolg liegt dabei in der Verwendung gebrochener Farben, die Viollet-le-Duc dezidiert von den „schmutzigen Farben“ abgrenzt. Bei der Beschreibung hält er sich mit der Benennung bestimmter Pigmente bzw. Mischungen zurück; es scheint, dass überlässt er den Ausführenden. Er umschreibt vielmehr die Farbtöne. Beispiele für gebrochene Farben sind demnach: Türkisblau, Indigo, Gelborange, ein Gelbton den er als Jaune Nankin⁴²⁰ bezeichnet, Schwefel(gelb), Bleiglätte (Massicot, PbO), das Grün von Olivenbaumblättern, dasjenige von Kohl, sowie das Violett einiger Blüten, Trauben, Wein und Rotbuchenblätter, weiter spricht er von Rotocker, und ein Flieder-Grau ähnlich der Leinblume oder der Blüte der Wiesenskabiose.⁴²¹ Viele Farben erfordern seinen Ausführungen zufolge eine schwarze Rahmung, etwa bei Ornamenten oder allgemein an Farbgrenzen. Lediglich Rotbraun und Rotocker sind davon ausgenommen.⁴²² Die beschriebenen Prinzipien spiegeln sich in den 60 illustrierenden Tafeln mit Konzepten für jede Kapelle wider.⁴²³

Für die Arbeiten, die unter seiner Führung ausgeführt wurden, hält er zudem fest, dass vorab die Entscheidung getroffen wurde, die Zutaten des 13. Jahrhunderts (Kapellen) nicht rückzubauen, sondern sie zu dekorieren. Die Kosten beliefen sich auf 3400 Franc pro Kapelle, vom Staat wurden die vorbereitenden Arbeiten und die Gerüststellung finanziert. Um die inhomogenen Wände – der Kapellen – vorzubereiten wurden diese 2 mm abgeschabt und mit einem leichten Putzüberzug versehen, der keine eigene Stärke aufweisen sollte, sondern die Unebenheiten ausgleichen. Darüber wurde eine Grundierung nach dem Courtin-Verfahren⁴²⁴ aufgetragen, die die Schlämme und den Stein durchdringen und eine harte unempfindliche Kruste bilden sollte.⁴²⁵

Es ist davon auszugehen, dass im Querhaus, nachdem die Seitenflächen hin zum Chor in den Planungen mit behandelt werden, die reinigenden Maßnahmen auch umgesetzt wurden. Das Revers wird nicht explizit genannt oder auf den Tafeln dargestellt, aber auch hier ist davon auszugehen, dass die Stirnwände des Querhauses mit ins Konzept einbezogen wurden. Die vorgefundenen Farbbefunde und

⁴¹⁹ Viollet-le-Duc 1870, S. 1–12.

⁴²⁰ Ein Farbton der ins Gelb-Beige-Orange gehen soll und in der Textilfärbung bekannt ist. Trésor de la langue française informatisé, Onlineausgabe: <http://atilf.atilf.fr/> Schlagwort: Nankin. Zugriff: 19.03.2020.

⁴²¹ Viollet-le-Duc 1870, S. 8.

⁴²² Viollet-le-Duc 1870, S. 1.

⁴²³ Viollet-le-Duc 1870, Tafelanhang.

⁴²⁴ An anderer Stelle in seinen Ausführungen hatte er die Vorteile des Verfahrens beschrieben, ohne auf verwendete Materialien einzugehen. Der Vorteil der Methode sei, dass sie die Frische und Transparenz der Farben wie bei Temperamalerei offeriere, aber gleichzeitig der Festigkeit von Wachsfarben ähnele. Viollet-le-Duc 1870, S. 3. Dazu außerdem: Quattrocchi 2017, S. 140–163. Es wird darauf verwiesen, dass die Firma Courtin&Bérail die Arbeiten in der zweiten Hälfte 1864 in Notre-Dame ausführte. Dabei soll eine Mischung aus Wachs-, Öl-, und Öl-Wachsmalerei genutzt worden sein. Die Technik soll sich auf die bei Mérimée beschriebene Technik der Wachsmalerei beziehen, die in der Tradition der Enkaustik wie sie Plinius beschreibt steht. Untersuchungen der Apsiskapellen (1992–2000) bestätigen die Verwendung verschiedener Techniken: Tempera mit Leim, Öltechnik, sowie Wachsmalerei und eine Öl-Wachsmischtechnik.

⁴²⁵ Viollet-le-Duc 1870, S. 10. Beschrieben wird hier auch, dass es keine Probleme (Flecken oder Blasen) aufgrund der heterogenen Oberfläche aus Stein(-varietäten) und Fugen gab.

eine historische Fotografie von 1892 (Abb. 60)⁴²⁶ sprechen hier eine deutliche Sprache. Die Fotografie zeigt die aufwändige Gestaltung, die neben einer ausgeklügelten Architekturdarstellung auch figürliche Teile beinhaltet.

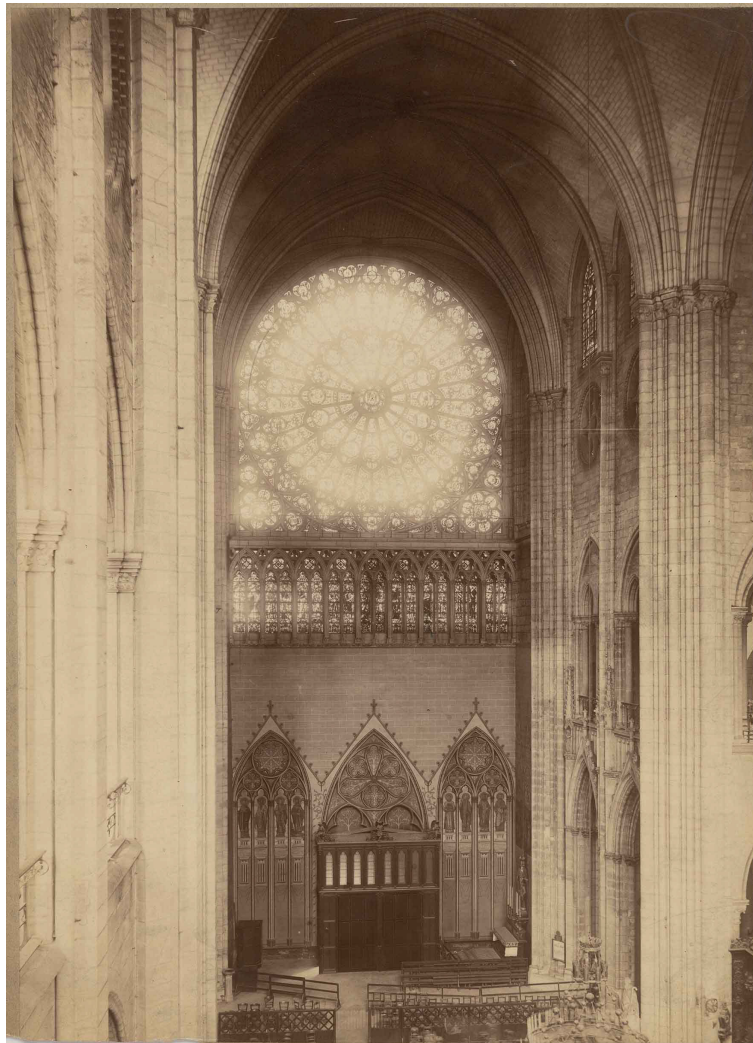


Abb. 60: Fotografie mit Blick ins Nordquerhaus 1892 von Médéric Mieusement. (Bildnachweis: bpk / Ministère de la Culture - Médiathèque du Patrimoine, Dist. RMN-Grand Palais / Séraphin Médéric Mieusement).

Die Tonalität der vorgefundenen Reste der Gestaltung passt dabei in die oben ausgeführten theoretischen Überlegungen. Die polychrome Fassung gliederte die Maßwerkdekorationen mit ihren hierarchisierten, gebündelten Wandvorlagen zusätzlich. Die beschriebenen gebrochenen Töne sind durch schwarze Begleitstriche unterstützt, z.T. sind auch einige Architekturglieder gesondert abgesetzt. Beispielsweise an den Sockeln der Basen an der westlichen Seite des Revers des Nordquerhauses sind Reste einer braunen Fassung mit einem schwarzen Begleiter hin zu den Basen der Wandvorlagen zu beobachten.

⁴²⁶ Ministère de la Culture (France), Médiathèque de l'architecture et du patrimoine, diffusion RMN-GP, Fotografie mit Blick ins Nordquerhaus 1892 von Médéric Mieusement (1840–1905), Referenz: APMDP062865; <https://www.pop.culture.gouv.fr/notice/memoire/APMDP062865>.

Die Reste der Fassung des 19. Jahrhunderts sind bei den untersuchten Bereichen des Querhauses alles andere als flächendeckend überliefert. Der vor Ort zu beobachtende und anhand der Mikroproben nachgewiesene Farbkanon fügt sich aber gut ins Gesamtkonzept von Viollet-le-Ducs umfangreicher Kampagne zur Kapellenneugestaltung und ist dabei nahe an den Vorschlägen für die Pfeiler- und Wandvorlagenfassungen einiger Kapellen⁴²⁷. Bei den Wandvorlagen des Querhauses lassen sich durchgängig Reste beobachten, die auf vergleichbare Fassungen schließen lassen: Konkret sind Abfolgen aus Schattierungen von Türkis- und Taubenblau, über Grüntöne und strahlende Rottöne zu finden. Auch schwarze Begleitstriche sind nachweisbar. Aber nicht nur die Wandvorlagen der Revers zeigen Polychromie, sondern auch die Wimperge, Blendmaßwerke und Blattmasken. Auch hier ist das Farbkonzept des 19. Jahrhunderts noch zu erahnen (Abb. 61a-c).



Abb. 61 a, b und c: Vorhandene Spuren der Fassung von Viollet le Duc: Blattmaske am Nordportalrevers oben, unten Detail (Apfel 2016).

⁴²⁷ Beispiele: Chapelle St. Landry (Gestaltung der Wandvorlagen, bspw. die roten Kehlen der Söckelchen und das Farbschema der Dienste) Tafel XIII; Chapelle St. Louis (Wandvorlagen und Sockelgestaltung mit braun und schwarzem Begleitstrich) Tafeln XXXVIII, XXXIX, XXXL; Chapelle St. Marcel (Pfeiler, Farbkanon und schwarze Begleiter) Tafeln XLII und XLI; Chapelle n. d. des Sept. Douleurs (Wandvorlagen-, Pfeiler- und Sockelgestaltung) Tafeln XLIV und XLX; Chapelle St. Georges (Pfeiler) Tafel XLVI; Chapelle St. Guillaume (Pfeiler) Tafel XLIX. Tafelbenennung beziehen sich auf die Tafeln in: Viollet-le-Duc 1870.

Auffällig ist, dass das Querhaus auch der Prämisse folgt, dass das Licht im Norden anders sei als im Süden und daher andere Farbtöne nötig seien. Zwar finden sich auf beiden Seiten zum Teil dieselben Pigmente, aber durchaus in anderen Mischungen bzw. wohl auch anderen Intensitäten in ihrer Farbwirkung. Der Fassungsaufbau ist hingegen gleich: Die farbtönengebenden Malschichten liegen alle auf einer weißen Grundierung, die aufgrund der Verwendung von Zinkweiß als Schlüsselbefund für die Maßnahmen Viollet-le-Ducs gilt (Abb. 62 a-d). Das aufwändige polychrome Gestaltungskonzept Viollet-le-Ducs wurde im Querhaus – im Gegensatz zu den Chorkapellen – nachträglich im 20. Jahrhundert wieder negiert und bis auf die vorgefundenen Reste abgearbeitet.⁴²⁸

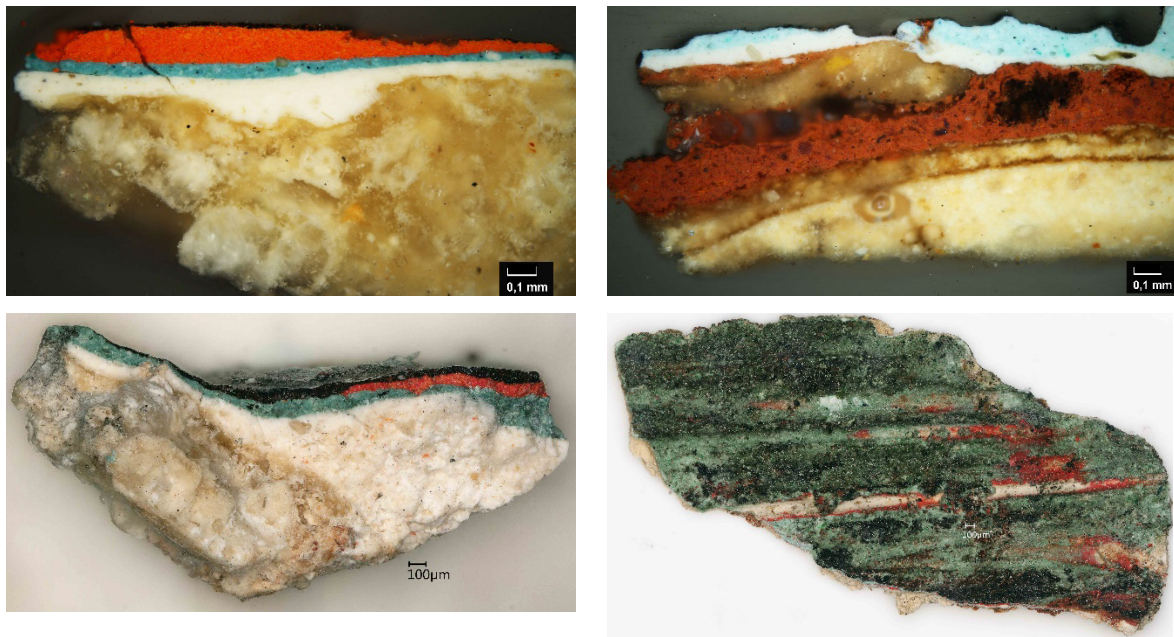


Abb. 62 a, b, c und d: Beispiele Querschliffe bzw. Partikel aufnehmen der Fassung des 19. Jhd. am Nordportalrevers (Tenschert 2019/20).

Zusammenfassung

Die Südportalanlage des Querhauses von Notre-Dame in Paris nimmt fassungsgeschichtlich eine Sonderstellung unter den Portalen der Kathedrale ein. Den eingehenden Untersuchungen zufolge ist sie definitiv um 1258 entstanden und war nie polychrom gefasst. Sowohl die Erst- als auch die Zweitfassung waren kalkhaltige Lasuren ohne oder mit zurückhaltender Pigmentierung. Für den Außenbereich ist eine monochrome Gestaltung mit leicht abgesetzten Bereichen bildnerisch sprechender oder ikonographisch bedeutsamer Details innerhalb des Tympanons und der Archivolten denkbar. Der Innenraum ist in einem Folgeschritt mit einer lichten Gelbockerfassung mit weißen Rücklagen überfasst worden, dabei erfolgte eine kräftige gelbockerfarbene Absetzung von Schlüsselpunkten in der Fassadengliederung (Portallaubung, Baldachinnischen). Für den Innenraum ist für 1725 ein Ausweißeln und eine mehrfarbige Gestaltung der Architekturgliederung in Gelbocker und

⁴²⁸ Fonquernie 1985, S. 65–66; Bruzelius 1987, S. 540–569, zu den Maßnahmen S. 542; sowie freundlicher Hinweis von Marie-Hélène Didier zu möglichen Maßnahmen in den 1960er Jahren.

Rotbraunocker zu belegen, gefolgt von einer polychromen Fassung des 19. Jahrhunderts. Die farbliche Hierarchisierung der Blendarkatur am Portalrevers ähnelt den Konzepten, die Viollet-le-Duc für die architektonischen Teile der Kapellen der Kirche vorgeschlagen hat. Am Außenbau entschied man sich hingegen im 19. Jahrhundert nicht für eine bunte Gestaltung, man griff im Süden vielmehr die verhalten ausgeführten historischen Konzepte auf, veränderte sie aber hin zu einer gelbockerfarbigen Lasur mit dunkel abgesetzten Leitprofilen und Fugen auf einem vollständig ungefassten Sockel und dezent abgesetzten Standfiguren. Die Ergänzungen der Figuren und weiterer Teile des beschädigten Portals vervollständigten dennoch das Erscheinungsbild.

Im Norden hat es im Vergleich zum Süden im Außenbereich früh eine polychrome Gestaltung des Portaltrichters gegeben. Reste davon sind vor allem auf den skulpturalen Teilen nachweisbar. Auch im Innenraum sind Reste einer polychromen Gestaltung zu finden, die aber kein schlüssiges Bild oder gar eine exakte Datierung erlauben. Wahrscheinlich schon 1725 werden Nord- und Südquerhaus aber vergleichbar behandelt und gestaltet. Spätestens mit dem umfassenden Innenraumkonzept von Viollet-le-Duc und den Umsetzungsmaßnahmen ist nach der Errichtung wieder ein gemeinsamer Zeitschnitt gefunden. Die Negierung der 19. Jahrhundertgestaltung und ihre Abnahme im 20. Jahrhundert betrifft wieder den ganzen inneren Querhausbereich. Maßnahmen des 19. Jahrhunderts wie sie im Süden zu finden sind, sind hingegen im Außenbereich im Norden (noch) nicht nachweisbar, aber auch hier erfolgte keine neuerliche polychrome Ausgestaltung des Figurenportals.

Danksagung

Die Autoren danken an erster Stelle der DRAC Île-de-France (Monuments Historiques) für die Möglichkeit zur Untersuchung der Portale des Querhauses im Rahmen des BMBF-Projekts „Mittelalterliche Portale als Orte der Transformation“. Ausdrücklicher Dank gilt Anna Hartmann, M.A. für die Mitarbeit im Rahmen ihrer Masterarbeit „Untersuchung zur historischen Farbigkeit des südlichen Querhausportals von Notre-Dame unter Einbeziehung der mittelalterlichen Portalskulpturen“, Universität Bamberg 2013, unveröffentlicht. Eine weitere Danksagung geht an das Zentrallabor des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege München für die Durchführung der XRD-Analysen und das Mitarbeiter- und Laborteam des Kompetenzzentrums für Denkmalwissenschaften und Denkmaltechnologien der Universität Bamberg, hier an erster Stelle an Martina Pristl, Leander Pallas, Max Rahrig und Anna Luib.

4. Übergreifende Diskussion und Ausblick

Zusammenfassend lassen sich trotz der grundlegenden Unterschiede der im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Portale an ihnen auch viele Gemeinsamkeiten feststellen. An erster Stelle zu erwähnen ist, dass an allen drei Kathedralbauten Zeugnisse der mittelalterlichen Entstehungszeit entdeckt und nachgewiesen werden konnten:

Am Wiener Bischofstor ist die Annahme bestätigt worden, dass einige Figuren im Gewände noch nie ausgebaut waren. In diesem Zusammenhang gelang auch der Nachweis des ursprünglich verwendeten mittelalterlichen Kalkmörtels zum Versetzen der Figuren. Unter dieser verstrichenen Vermörtelung waren weder auf der Skulptur noch auf der angrenzenden Architektur ein Schmutzhorizont, oder eine – wie auch immer geartete – frühere Oberflächengestaltung zu beobachten. Befunde für eine entstehungszeitlich polychrome, flächendeckende Fassung wie am Riesentor lassen sich an beiden Fürstentoren nicht antreffen.⁴²⁹

Die nachweisbare mittelalterliche Erstfassung der Bamberger Gnadenpforte der oberen Portalbereiche wurde erst nach dem Versetzen der Blöcke ausgeführt. Dafür spricht, dass sich die der ersten Fassungsphase zuzuordnenden Grundierungs- und Malschichten über die Fugen zwischen den Steinblöcken ziehen. Die erste Fassung scheint in der Farbigkeit zurückhaltend gewesen zu sein. Des Weiteren konnten bei den neuerlichen Analysen die bisher angestellten Untersuchungen von 1931 und 2011 hinsichtlich der Fassungsfolgen und verwendeten Materialien verifiziert und ergänzt werden. Für das Mittelalter ist außerdem eine zweite, weit aufwändigere Fassung belegbar. Die verwendeten Materialien – neben Goldauflagen beispielsweise auch natürlicher Lapislazuli als Blaupigment – decken sich mit der gängigen mittelalterlichen Fasstechnik.⁴³⁰ Als Datierung wird der Zeitraum um die Domweihe 1237 vorgeschlagen.⁴³¹

Für die beiden Querhausportale der Notre-Dame in Paris ist ein konträres Erscheinungsbild für die mittelalterliche Entstehungszeit nachzuweisen. Das Nordportal war im Gegensatz zur Südseite polychrom gestaltet. Deutliche Hinweise und Belege dafür sind noch an der Trumeumadonna, aber auch für andere Teilbereiche, etwa den Archivolten, festzustellen. Ähnlich wie an der Gnadenpforte, erscheinen hier zwei mittelalterlichen Gestaltungsphasen denkbar. Die stofflichen Charakteristika der Polychromie am Portal sind bisher nicht vollständig erforscht. Im Süden am Stephanusportal ist nach den Untersuchungen seit 2012 lediglich eine grisailleartige Erstfassung zu belegen. Für den Innenraum lassen die Befunde keine völlig schlüssige Interpretation des mittelalterlichen Aussehens zu. Hierzu

⁴²⁹ Hierzu: Tenschert 2022, Abschnitte „Untersuchungsergebnisse vom Bischofstor“, S. 165-168, und „Untersuchungsergebnisse vom Singertor“, S. 168-171, siehe auch Kapitel 3.1.

⁴³⁰ Tenschert 2019a, S. 257-259.

⁴³¹ Tenschert 2019a, S. 258.

trägt nicht zuletzt auch die Reinigung der Querschiffwände im 20. Jahrhundert bei.⁴³² Die Datierung des Südportals mittels der monumentalen Bauinschrift ist anhand der digitalen Rekonstruktion der möglichen Wortlaute der Inschrift bestätigt. Außerdem wurde die Vermutung bewiesen, dass es sich bei der Restaurierungsmaßnahme der Inschrift im 19. Jahrhundert nur um einen teilweisen und keinen völligen Austausch der Schriftsteine handelte und noch heute originale Steine vorhanden sind.⁴³³ Die Datierung wird aber nicht nur durch die digitale Analyse gestützt, sondern konnte auch anhand eines Einzelbefundes, der den Zusammenhang zu einem Vulkanausbruch des Jahres 1257 nahe legt, bestätigt werden.⁴³⁴

Bezogen auf die Veränderungsgeschichten lässt sich festhalten, dass alle Portale neben der üblichen Alterung über die Jahrhunderte einschneidende Veränderungen erfahren haben. Zunächst wurde nachgewiesen, dass alle Portale zumindest teilweise noch vor dem 19. Jahrhundert überfasst wurden. In Wien kann das schon mit dem Anbau der Vorhallen erfolgt zu sein. Zu beobachten sind aber auch barockzeitliche (Teil-)Überfassung an den beiden Fürstentoren in Wien: Eine lichte Gelbocker-Fassung auf einer weißen Grundierung ist an Teilbereichen der Portale nachzuweisen. Wie umfangreich diese Maßnahme war, muss dahingestellt bleiben, umfassende Befunde fehlen. Dies kann wiederum an den belegbaren Reinigungen des 19. Jahrhunderts liegen. Es scheint aber womöglich zur Zeit der Gelbockerfassung eine farbliche Gleichbehandlung der beiden Portalanlagen gegeben zu haben.⁴³⁵ Für die Gnadenpforte in Bamberg ist ebenfalls eine ockerfarbige Kalkkaseinüberfassung nachgewiesen, die hier barockzeitlich aufgebracht worden sein muss. Ihre Pigmentierung und Zusammensetzung lassen sich mit weiteren Befunden an anderen Teilbereichen des Bamberger Doms korrelieren, weswegen von einer umfassenderen, homogenisierenden Maßnahme am Außenbau ausgegangen werden kann. Anhand der schriftlichen Quellen ließen sich zwei Zeitpunkte im 17. Jahrhundert finden, die in Frage kommen.⁴³⁶ Für das Querhaus in Paris sind beide Flügel vor allem innen übergreifende Maßnahmen im 18. Jahrhundert nachgewiesen. Für die Zeit sind Ergänzungen und ein neues Farbkonzept greifbar geworden. Möglich erscheinen auch zeitgleiche Arbeiten außen. Es folgten dann aber gerade im Süden starke Überformungen im 19. Jahrhundert. Im Norden scheint das 19. Jahrhundert nach den Figurenabnahmen der Revolution den Portaltrichter betreffend nicht großartig substantiell eingegriffen zu haben.⁴³⁷

⁴³² Drewello / Tenschert 2021, S. 92, 136. Von einer ähnlich radikalen Reinigung berichtet Kurmann für den Chor der Kathedrale von Amiens 1980, Kurmann 2011, S. 35. Bezogen auf die Innenraumfarbigkeit zur Bauzeit bzw. der Ähnlichkeit in der Materialität der Polychromie des Nordportals wäre sicher auch die vergleichende Untersuchung der Fassungen der Adamfigur im Musée de Cluny erfolgsversprechend, die ursprünglich am Südquerhausportalrevers aufgestellt war. Zum Adam: Albrecht / Berné / Boursier / Dreyfus 2021.

⁴³³ Tenschert 2019b.

⁴³⁴ Drewello / Tenschert 2021, S. 181, 185, 197-198, bzw. Kapitel 3.4.

⁴³⁵ Tenschert 2022, S. 165-171, bzw. Kapitel 3.1.

⁴³⁶ Tenschert 2019a, S. 255-256, 258.

⁴³⁷ Drewello / Tenschert 2021; Maßnahmen des 20. Jahrhunderts sind bei Kimpel beschrieben, es muss sich um massive Reinigungen – gerade am Tympanon – gehandelt haben. Kimpel 1971, S. 93 und Fußnote 387, S. 234.

Entscheidend für das heutige Erscheinungsbild sind bei allen Portalen letztlich Maßnahmen im 19. und 20. Jahrhundert, die belegbar und am Bau nachzuvollziehen sind. In Wien stehen hier die völlig gegensätzlich ausgeführten Reinigungen im Vordergrund. Für das Querhaus in Paris sind es erst die Auswirkungen der Revolution Ende des 18. Jahrhunderts und danach die umfassenden und einschneidenden Maßnahmen unter Viollet-le-Duc im 19. Jahrhundert, die vor allem den Innenraum und das Südportal betrafen. Im 20. Jahrhundert folgen die radikale Reinigung im Inneren und wohl auch Reinigungen am Nordportal. Man hatte sich gerade im Innenraum des Querhauses für ein einheitlich steinsichtiges Bild entschieden.⁴³⁸ An der Bamberger Gnadenpforte hingegen erfolgten im 20. Jahrhundert keine großangelegten Reinigungen, die den fragmentierten Erhaltungszustand der Farbaufträge negiert hätten, wie es bei großen Teilen des Innenraumes geschehen ist. Die in den 1960er Jahren ausgetauschten Säulen und Quader am rechten Gewände wurden nicht etwa homogenisierend zum restlichen Bestand am Portal Ocker eingetönt.

Gezeigt hat sich zudem, wie eingangs postuliert, dass es für die Untersuchung der Veränderungsgeschichte unerlässlich ist, den Ausgangszustand zur Entstehungszeit zu kennen. Die ursprüngliche Gestalt des Objektes in seiner Materialität, seiner Machart und seinem Aussehen bildet die Basis für alle späteren Veränderungen. Die verwendeten Materialien und künstlerischen Techniken spielen dabei eine große Rolle. Ihre Charakteristika sind entscheidend, um Veränderungen erkennen zu können, die abweichend ausgeführt wurden und wiederum eigene charakteristische Eigenschaften aufweisen.

Darüber hinaus hat sich der interdisziplinäre Ansatz des Projektes bewährt. Während sich die anderen Teilprojekte im Portale-Projekt mit der Planung und Ausführung, der Konstruktion, also vor allem mit der Zeit vor und während der Errichtung, und der Bedeutung der ikonografischen Zusammenhänge auseinandersetzen, knüpfte die restaurierungswissenschaftliche Betrachtung der Veränderungsgeschichte an. Durch diese Ergänzung zur ganzheitlichen Betrachtung des Untersuchungsobjektes ergibt sich für das gesamte Projekt ein Mehrwert, der die Deutungen und Erkenntnisse der anderen Teildisziplinen mit beeinflussen kann. Ein Hauptaspekt ist der stratigrafische Ablauf von Veränderungen und deren Auswirkungen auf den heute vorliegenden Bestand.

Kirchenportale haben sich für die veränderungsgeschichtliche Betrachtung als besonders interessant erwiesen, da sie anders als etwa archäologische Funde in Museen⁴³⁹ nicht eine Zeit lang gänzlich dem Zugriff entzogen waren. Sie verblieben vor Ort und waren dadurch stetig Veränderungen unterworfen, je nach Zeitgeschmack und zeitgenössischer Wertschätzung. Diese können mit den vielfältigen methodischen Möglichkeiten der Restaurierungswissenschaft untersucht werden. Besonders ist dabei

⁴³⁸ Drewello / Tenschert 2021; Kimpel 1971, S. 93 und Fußnote 387, S. 234.

⁴³⁹ Greco 2019.

- ähnlich wie in der modernen archäologischen Forschung⁴⁴⁰ - das Zusammenspiel der geistes- und naturwissenschaftlichen Betrachtung und Herangehensweise. Der interdisziplinäre Ansatz trägt immens zum Erkenntnisgewinn bei.

Artioli hatte schon festgehalten, dass es problematisch sein kann, einerseits die Übersetzung der geisteswissenschaftlichen Wünsche in Fragen für die naturwissenschaftlichen Methoden und Geräte bearbeitbare Fragen zu gewährleisten und andererseits die naturwissenschaftliche Methodik und Betrachtungsweise flexibel an die Anforderung „Kulturgut“ anzugleichen.⁴⁴¹ Häufig steht ein „alles wissen wollen“ dem viel zu geringen Probenmaterial gegenüber, oder der Wunsch nach Bestätigung einer Annahme einem völlig anderen – dann erst recht – interpretationsbedürftigen Analyseergebnis. Außerdem müssen mitunter Untersuchungsprotokolle und -routinen auf die Sonderfälle angepasst werden.⁴⁴² Dies gilt vor allem, aber nicht nur bei Untersuchungen vor Ort, bei denen der Blick aufs Objekt entscheidend ist.

Man könnte meinen, das Problem der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Geistes- und Naturwissenschaft sei gelöst, da sie doch so vielfach praktiziert wird. Zurecht hat Christian Greco aber zuletzt erneut den Ruf nach einer gemeinsamen Sprache formuliert und wieder auf die Kommunikationsprobleme zwischen den Disziplinen verwiesen.⁴⁴³ Er warf die provokante Frage auf, ob der Geisteswissenschaftler nicht eigentlich dem Naturwissenschaftler untergeordnet ist.⁴⁴⁴ Man möchte an der Stelle fast weitergehen und sagen, der Geisteswissenschaftler wäre überflüssig – was sind schon Beschreibungen und historische Zusammenhänge, wenn es doch den Naturwissenschaftler mit seinen überprüfbaren Ergebnissen zum Material gibt? Aber die rein naturwissenschaftliche Herangehensweise hat auch ihre Tücken: Dem methodenbegeisterten Naturwissenschaftler fehlt mitunter der „Blick fürs Kulturgut“. Dazu kommt, dass die Bedingungen nie denen eines Labors oder Reinraumes entsprechen und (vor Ort) nie ideale Messbedingungen herrschen. Die Untersuchung von Kulturgut ist nie der Regel- sondern immer der Sonderfall. Mit Unschärfen, wie einer nicht ganz eindeutigen Messung oder einem unklaren, nicht gesichert einer Phase zuzuordnenden Befund, und den damit verbundenen Unsicherheiten muss umgegangen werden.

Anhand einer antiken Vase beschreibt Greco das vorherrschende Verhältnis der „Humanities“ und „Sciences“. Für das Fallbeispiel trennt sich traditionell die Betrachtungsweise in die beschreibende, typologisierende des Archäologen, der Vermutungen über Machart und den Gebrauch anstellt, und die des Naturwissenschaftlers, der vorrangig wissen will, aus was das Objekt besteht und welche

⁴⁴⁰ Verhältnis Archäologie und Archäometrie ausführlich dargelegt bei: Kucera 2017, S. 11-27.

⁴⁴¹ Artioli 2010, S. 104.

⁴⁴² Artioli 2010, S. 104; Janis 2005, S. 87-89, 183.

⁴⁴³ Greco 2019; Artioli 2010, S. 106.

⁴⁴⁴ Greco 2019, S. 5.

Substanz darin aufbewahrt wurde. Weiter beschreibt er, dass man viel mehr über die Biographie eines Objektes lernen kann, wenn man es nicht nur aus einem Blickwinkel betrachtet, zum Beispiel rein materialbezogen oder urheberbezogen. Es wird möglich das erste Leben des Objekts – bevor es Museumsstück wurde – viel umfassender zu untersuchen. Der Geisteswissenschaftler interessiert sich für die Komposition, nicht vordergründig fürs Material, sondern eher für Typologie und Phänomenologie. Der Naturwissenschaftler hingegen möchte möglichst genau die chemisch-physikalischen Eigenschaften definieren. Gegenüber stehen sich also zunächst die soziale und historische Betrachtung und die der exakten Eigenschaften des Objektes. Das sind zwei gegensätzliche Wege, die zunächst parallel verlaufen, nicht verbunden sein müssen und somit nicht zwangsläufig kommunizieren. Greco folgert: Nur wenn beide Seiten zusammenarbeiten und sowohl die Kommunikation als auch die gegenseitige Anerkennung verbessern, bringt das einen Mehrwert für die Forschung am Objekt. So können Interpretationen in der Deutung da vorangebracht werden, wo die Einzeldisziplin nicht vorangekommen wäre.⁴⁴⁵ Ähnlich, aber noch etwas differenzierter, beschreibt Kucera das Verhältnis, indem er darauf verweist, dass aber gerade die Unterscheidung der Disziplinen in ihrer Methodik wichtig ist, um am Ende die Beliebigkeit der Ergebnisse auszuschließen. Die zunächst scharfe Trennung führt in der notwendigen, zusammenfassenden Interpretation zu besseren, fundierten Erkenntnissen, die von der Diskussion profitieren. Essentiell ist dafür das gegenseitige Verständnis der teilhabenden Disziplinen und die fachübergreifende Kommunikation.⁴⁴⁶ Bezogen auf die aufgeworfene Frage nach der Rangordnung lässt sich aus den Abwägungen der Schluss ziehen, dass in der interdisziplinären Zusammenarbeit ein Nebeneinander mit gegenseitigem, wertschätzenden Verständnis anzustreben ist.

Ein Problem bleibt: Für den Naturwissenschaftler ist der Einzelbefund kein Befund, denn jeder Befund muss überprüfbar und reproduzierbar sein. Die Schwierigkeit der Untersuchung von Kulturgut ist der Sonderfall, der nie ideal ist und häufig sogar auf Zufall bzw. zufälligen Entdeckungen basiert. Aber gerade bei der Forschung an historischen Objekten ist zudem das Probenmaterial sehr begrenzt.⁴⁴⁷ Daher gilt bei diesen Untersuchungen auch die Wertschätzung der Einzelbefunde. Trotz ihrer mitunter auftretenden Singularität lassen sie sich oft nicht nur durch beispielsweise komplementäre Untersuchungen und Analysen bestätigen, sondern durch Quellen, und/oder weitere Befunde am Bau (an anderen Teilstück) gezielt einordnen. Daraus ergibt sich, dass viele der singulär und ortgebunden gemachten Beobachtungen und Ergebnisse im Gesamtbild und der Interpretation aller Erkenntnisse ein schlüssiges Bild ergeben und nicht (mehr) wegzudiskutieren sind. Im selben Maße werfen sie häufig neue Fragen auf, die zum Teil unbeantwortet bleiben müssen, da sich die vorgefundenen Phänomene

⁴⁴⁵ Greco 2019.

⁴⁴⁶ Kucera 2017, S. 214-215.

⁴⁴⁷ Vgl. Kapitel 2. zu Methoden, besonders 2.2. (mit Unterkapiteln) und 2.3.

(noch) nicht kontextualisieren lassen. Damit sind, positiv betrachtet, wieder neue Anknüpfungspunkte für künftige Forschungen gefunden und die Grundlage für die weitere Beschäftigung mit dem Objekt gelegt.

Aus der methodischen Offenheit ergibt sich aber auch, dass nicht immer alle gestellten Fragen direkt zu beantworten sind. Häufig müssen Analogieschlüsse herhalten. Aber auch diese sind mitunter gerade nicht Mittel zum Zweck: Ein Beispiel, welches das gut illustriert, ist in der Kathedrale von Avila zu finden. Eine Gestaltung eines Teilbereichs der Fugen im Langhaus, vermutlich aus dem 19. Jahrhundert, zeigt einen weißen Fugenstrich mit zwei schwarzen Begleitern. Diese Kombination ist an vielen Stellen im Bau noch heute anzutreffen und legt nahe, dass die gesamte Gestaltung so ausgeführt wurde. Bei genauerer Betrachtung stimmt diese analoge Annahme aber nicht. Es gibt auch Teilbereiche, die rote Begleitstriche aufweisen. Das Nebeneinander der Befunde an sich ist unproblematisch. Hätte man aber nur Stellen an den Pfeilern, Sockeln und großen Teilen der Wandfläche (Abb. 10a und b) untersucht und nicht auch die Stellen auf den Abbildungen 11a und b hätte man die abweichende Gestaltung, die abhängig vom Steinmaterial zu sein scheint, nicht mit in die interpretierende Schlussfolgerung einbezogen. Aus diesem einfachen Beispiel ergibt sich die Frage, ob es ein ausreichendes Maß an Proben gibt, und ob aus wenigen, ortsgebundenen Probenahmen wirklich Rückschlüsse auf das gesamte Objekt gezogen werden dürfen. Zunächst muss festgehalten werden, dass die Anzahl an Proben immer von der Fragestellung und den Möglichkeiten der Probenahme abhängt und keine konkrete Anzahl vorgeschrieben werden kann. Überspitzt formuliert: Würde man alles untersuchen, wäre am Ende nichts mehr da. Wichtig ist die Auswahl der richtigen Stellen, und den Bezug zur Frage an das Objekt.



Abb. 10a und b. Überblick und Detail Kathedrale Avila (Spanien) weißer Fugenstrich mit schwarzen Begleitstrichen als Gestaltung der Quader an den Pfeilern (Tenschert 2019).



Abb. 11a und b. Kathedrale Avila (Spanien) Gestaltung der Wandfläche mit weißen Fugenstrichen und schwarzen oder roten Begleitstrichen abhängig vom Steinmaterial (Tenschert 2019).

Wichtig ist zudem, dass die Ergebnisse immer orts- und objektbezogen sind, und die Gefahr der Verallgemeinerung besteht.⁴⁴⁸ Man mag geneigt sein, schöne Erkenntnisse, die an einer Stelle zu belegen sind, optimistisch auf größere Zusammenhänge, vielleicht den ganzen Bau, zu beziehen. Entscheidend ist, bei der Interpretation Vorsicht walten lassen und zwar objektbezogen zu interpretieren, aber nicht zu fantasieren. Nur weil eine ockerfarben gefasste Architekturgliederung einen roten Fugenstrich hat, heißt das beispielsweise noch nicht, dass das für die weiße Wandfläche daneben ebenso gilt. Ein Befund und auch eine Probe sollten nie losgelöst von ihrer Herkunft und dem Zusammenhang betrachtet werden. Dabei ist die Stratigrafie der Veränderungsmaßnahmen genauso entscheidend, wie das „was wurde gemessen?“.⁴⁴⁹

Bei der Untersuchung der Veränderungsgeschichte von großen Objekten wie Portalen muss man sich der Lücken bewusst sein. Es werden nie genug Proben sein, um alle Fragen zu beantworten und alles zu erfassen. Eine gewisse Unschärfe und Unsicherheit sind nicht zu vermeiden. Vergleichbar ist das vielleicht mit Biografien. Auch sie sind nie völlig eindeutig, da sie einerseits von der Zeit gefärbt werden, in der sie geschrieben werden und andererseits ein Bemühen um Objektivität beim Verfasser vorauszusetzen ist, um ein objektives Bild zu zeigen – ein Anspruch der nicht immer gehalten wird. In der restaurierungswissenschaftlichen Analyse ist das Bemühen um Objektivität und Klarheit vor allem durch die Kenntnis der Grenzen, das kritische Hinterfragen von Ergebnissen und das ständige

⁴⁴⁸ Drewello 2019, S. 85.

⁴⁴⁹ Vgl. Kapitel 2.2. (mit Unterkapiteln) und 2.3.

Überprüfen der eigenen Rückschlüsse in der Interpretation zu gewährleisten. Es hilft die Fragen an die Methoden konkret zu formulieren, die angewandten Techniken genau zu kennen und klug auszuwählen. Essentiell für eine objektivere Interpretation ist auch das Verständnis für die Aussagen einer Methode.⁴⁵⁰

Trotz aller formulierten Einschränkungen und Grenzen sollten daher auch die angetroffenen Einzelbefunde Wertschätzung erfahren, da sie die Einordnung kleiner Phänomene ins große Ganze ermöglichen. Anhand einzelner Schlüsselbefunde lässt sich beispielsweise vielleicht nicht die gesamte Fassung des Innenraumes des Querhauses der Notre-Dame bildlich rekonstruieren. Aber die Maßnahme an sich, dass eine Fassung erfolgte und welche Materialien Verwendung fanden, kann nachgewiesen und zur Veränderungsgeschichte hinzugefügt werden, ohne dabei Vollständigkeit der Erkenntnisse postulieren zu müssen. Kurzgefasst: Man weiß am Ende nicht alles, aber man weiß etwas (mehr) und kann damit zum besseren Verständnis und der Wertschätzung des Objektes beitragen.

Zur Illustration der Wichtigkeit einzelner Befunde, seien an dieser Stelle einige Highlights an Schlüsselbefunden und ihrer Bedeutung für die Veränderungsgeschichte der Portale aus dieser Arbeit näher erläutert:

Ein besonders eingängiges Beispiel für einen entscheidenden Schlüsselbefund ist die Verwendung von Zinkweiß in der Grundierung der letzten Innenraumpolychromie des Querhauses der Notre-Dame. Das erst seit dem 19. Jahrhundert industriell hergestellte und dann vielfach angewendete Pigment weist deutlich auf einen Datierungszeitpunkt im 19. Jahrhundert. Hierdurch bietet sich die Möglichkeit der Einordnung der Stratigrafie. Das wiederum hilft bei der Einordnung der anderen angetroffenen Befunde. Der deutliche materialtechnische Hinweis auf das 19. Jahrhundert ist zudem in Korrelation mit einer bekannten, quellentechnisch fassbaren Veränderungsmaßnahme zu bringen: der umfassenden Neugestaltung der Kapellen im Innenraum unter Viollet-le-Duc. Aufgrund des fragmentarischen Erhaltungszustandes ist zwar nicht exakt rekonstruierbar, wie das Querhaus genau aussah, aber es gibt gute Hinweise auf die Bandbreite der verwendeten Materialien und Techniken. Darüber hinaus ist es durch die historische Planung und Zeichnungen sowie ein Foto des Nordquerhauses von 1892 auch noch möglich, einen Eindruck zu gewinnen, wie die Reversseite der Querhausportale ausgesehen haben könnte. Durch das Auftreten der Zinkweißgrundierung auf beiden Seiten des Querhauses ist schließlich auch das übergreifende Gesamtkonzept der Gestaltungsphase unstrittig. Es ergibt sich also ein schlüssiges Bild, ohne es visualisieren zu müssen – letztlich auf Grundlage der Einordnung und Eindeutigkeit eines Befundes des Zustandes zu einer gewissen Zeit, hier des späteren 19. Jahrhunderts.⁴⁵¹

⁴⁵⁰ Vgl. Kapitel 2.

⁴⁵¹ Drewello / Tenschert 2021; bzw. Kapitel 3.4.

Hat man den ersten mehrfach belegten Schlüsselbefund eingeordnet, kann man sich der Fassung des 19. Jahrhunderts zuwenden, die als sinnbildlich für Herangehensweise im 19. Jahrhundert insgesamt zu sehen ist: Unabhängig vom Farbton ist sie innovativ, schon allein, weil neue Pigmente genutzt worden sind, und gleichzeitig traditionell, weil sie Techniken des Mittelalters übernimmt. Ein Beispiel hierfür ist in der Ausmischung einer Schwarzfassung die Verwendung von geröstetem Bleiweiß, einer mittelalterlichen Technik, die etwa auch in Bamberg zu beobachten war. Diese althergebrachten Techniken wurden dann im 19. Jahrhundert mit neuen Pigmenten kombiniert. Neben Zinkweiß wurden Preußisch Blau und Grün nachgewiesen, weitere synthetisch hergestellte Pigmente.⁴⁵²

Nicht anders, als als Schlüsselbefund kann auch der Nachweis von Wasserglas am Südportal gewertet werden. Bekannt war bisher, dass Viollet-le-Duc das neue Mittel gerne zur Steinkonservierung einsetzte, aber der Nachweis am Südportal war bislang nicht erbracht. In diesem Zusammenhang wäre interessant, in der weiteren Beschäftigung mit dem Nordportal dort gezielt nach Hinweisen auf das Konservierungsmittel zu suchen.⁴⁵³

Wichtig für die Geschichte der Wiener Fürstentore ist sicherlich die Identifikation des Versetzmörtels der Figuren am Bischofstor. Einige Figuren im Gewände waren der Quellen- und Kenntnislage nach nie ausgebaut worden. Unterstützt wird die These, dass es sich bei dem hier vorgefundenen Kalkmörtel um den zum Versatz verwendeten handelt dadurch, dass sich nicht nur kleine Ziegelstücke als Abstandhalter fanden, sondern vor allem dass auch unterhalb der Masse keinerlei Schmutz- oder Staubschichten auf dem Stein der Figuren und Rahmungsarchitektur zu finden waren.⁴⁵⁴

Eine weitere Leitschicht zur Bestimmung eines Davor und Danach an den Wiener Fürstentoren ist in einer UV-aktiven Kalkkaseintränkung des 19. Jahrhunderts zu sehen. Sie ist nicht nur auf beiden Portalen nachzuweisen, sie ist auch auf den ausgetauschten und ergänzten Details aufgebracht worden. Wichtig für die Identifikation war der UV-aktive Kleber, der die Steinverierungen begleitet. Die steinernen Passstücke selbst gaben schon den Hinweis auf das 19. Jahrhundert als Datierung der Maßnahmen, da die verwendete Steinsorte der üblichen für Maßnahmen im 19. Jahrhundert am Stephansdom entsprach. Die Kombination aus der Tränkung als Grundierung, einer „Lasur zur Steinfarbe“, mit dem UV-aktiven Kleber und dem abweichenden Steinmaterial erlaubten eine Identifikation von späteren Zutaten, ohne jede Stelle materialtechnisch untersuchen zu müssen. Das Zusammenspiel der am Bau gemachten Befunde und der schriftlichen Quellen bestätigte die Datierung der Maßnahmen ins 19. Jahrhundert zusätzlich. Durch die Stratigrafie und die Kenntnis der Leitschicht

⁴⁵² Ebd.

⁴⁵³ Drewello / Tenschert 2021, S. 182-183, bzw. Kapitel 3.4.

⁴⁵⁴ Tenschert 2022, S. 165, bzw. Kapitel 3.1.

„Grundierung des 19. Jahrhunderts“ konnten darüber hinaus die spärlichen Farbbefunde in den zeitlichen Ablauf der Veränderungen eingehängt werden.⁴⁵⁵

Letztlich kann auch die unterschiedliche, gar konträre Behandlung der beiden Portale in Wien im 19. Jahrhundert als Schlüsselbefund für die fortschreitende Entwicklung der denkmalpflegerischen Auffassung und Mentalität hin zur Institutionalisierung der Disziplin betrachtet werden. Das lässt sich nicht direkt in der Verwendung eines bestimmten Materials oder einer Technik festmachen, sondern manifestiert sich in Handlungen, die die Haltung zum Objekt zu einer bestimmten Zeit ausdrücken.⁴⁵⁶

Ein weiteres Beispiel für einen eher mentalitätsverhafteten und nicht nur durch das Material abzubildenden Befund ist an den Buchstaben der Inschrift am Pariser Südquerhaus auszumachen. Sie markiert dabei nicht nur den Bauzeitpunkt. Die neueren Steine und Buchstaben grenzen sich in ihrer Machart nicht völlig von den alten ab. Auch wurde nicht der Einfachheit halber die gesamte Inschrift getauscht. Man bemühte sich vielmehr, den noch zu rettenden Bestand zu erhalten, auch wenn das ein Angleichen der alten Quader etwa bei zu sehr geschädigten Bereichen erforderte und man bei den Ersatzsteinen Rücksicht auf die Bestandssteine nehmen musste. Hier lässt sich eine Form der Wertschätzung ablesen. In den neuen Buchstaben wiederum manifestiert sich deutlich ein weiteres Phänomen des Umgangs des 19. Jahrhunderts mit dem Mittelalter, bzw. dessen Technik: Man übernahm die Machart der Schrift und des Schriftbandes, die Buchstaben allerdings wirken wie der Versuch eines „verbesserten Mittelalters“, da sie weniger frei gestaltet sind und „ordentlicher“ wirken. Kein Schaft kippt, keine spielerische Schmuckform wird eingesetzt. Zum Teil sind die Buchstaben konstruiert und werden statischer ausgeführt. Dennoch stehen sie nicht unangenehm im Kontrast zum mittelalterlichen Bestand, sondern fügen sich ein.⁴⁵⁷ Die Herangehensweise passt daher gut in das Verständnis der Zeit Viollet-le-Ducs, das Vorhandene „schöner als es war“ zu machen.⁴⁵⁸

Als Schlüsselbefund der hingegen eindeutig auf das Mittelalter weist, ist die Verwendung von unregelmäßig gekörntem, natürlichem Lapislazuli als Blaupigment zu werten. Das seltene und teure Pigment wird in seiner Anwendung bereits in mittelalterlichen Quellen beschrieben.⁴⁵⁹ Die unregelmäßige Körnung und die natürlich vorkommenden Begleitminerale unterscheiden das aus dem natürlich vorkommende Mineral gewonnene Pigment von dem seit dem 19. Jahrhundert synthetisch hergestellten Ultramarin⁴⁶⁰. Der mikroskopische Nachweis verbunden mit der Stratigrafie weist bei den Malschichten deutlich auf eine mittelalterliche Entstehungszeit hin. An den untersuchten Objekten in Bamberg und am Nordquerhausportal der Notre-Dame fanden sich die Lapislazuli-

⁴⁵⁵ Tenschert 2022, S. 163-172, bzw. Kapitel 3.1.

⁴⁵⁶ Tenschert 2022, bzw. Kapitel 3.1.

⁴⁵⁷ Tenschert 2019b.

⁴⁵⁸ Zu der Restaurierungspraxis Viollet-le-Ducs und weiteren Vertretern der Zeit zusammenfassend: Hubel 2011, S. 53-64.

⁴⁵⁹ Brehol 1999, S. 58-64, S. 90; sowie: Raft 1968.

⁴⁶⁰ Plesters 1993.

Malschichten neben Vergoldungen und anderen teuren, ebenfalls fürs Mittelalter typischen Pigmenten wie Zinnober. Die beiden Untersuchungsgegenstände zeigen auch die Bandbreite der Anwendung. In Bamberg fand sich das leuchtende Blau auf der rahmenden Architektur in den Archivolten, in Paris hingegen zierte das außergewöhnlich strahlende Blau das Gewand der Marienfigur am Trumeau.⁴⁶¹

Bemerkenswert ist, dass die Datierung des Südquerhauses durch einen einzelnen Befund mit einem Megaereignis der Erdgeschichte verknüpft werden konnte. Am Südquerhausportal – datiert über die Inschrift 1258⁴⁶² – weist eine ungewöhnliche Anreicherung von Silikaten mit Schwefelverbindungen zwischen den ersten beiden Oxalatschichten der ersten Anstriche auf dem Stein auf. Diese kann nicht nur mit der normalerweise vorkommenden Vergipsung erklärt werden. Interpretiert man die naturwissenschaftlich gemessenen Ergebnisse aber im Zusammenhang mit den Erkenntnissen aus der Forschung um den Vulkanausbruch und seinen Auswirkungen auf Europa, lässt sich dieser verwunderliche Einzelbefund erklären und die Datierung zusätzlich belegen.⁴⁶³

Ausblick

Die Untersuchung der Veränderungsgeschichten mittelalterlicher Portale hat einen Mehrwert für die Kenntnis des jeweiligen Objektes und seiner Veränderungen gebracht sowie einen Beitrag für die Erforschung mittelalterlicher Portale geleistet. Die Portale bleiben dabei immer Teil des Gesamtbaues. Die bisherigen Veränderungen und ihre Befunde korrelieren meist mit anderen am Baukörper. Im Gegensatz zu archäologischen Objekten waren die Portale nie weg, nicht vergraben und mussten neu entdeckt werden. Sie sind noch in ihrem originalen Zusammenhang und waren daher mehr Veränderungen unterworfen. Bei den vorliegenden Analysen wurden aber nicht abgeschlossene Biographien eines Objektes geschrieben, sondern die bisherige Geschichte bereichert. Die Objekte bestehen weiter und werden weiteren Veränderungen unterworfen sein. Es handelt sich bei den hier geschriebenen Veränderungsgeschichten um Momentaufnahmen, die etwa durch weitere einschneidende Ereignisse – es sei an den Brand der Notre Dame 2019 erinnert – neue Kapitel hinzubekommen werden. Der interdisziplinäre, methodisch nicht starr festgelegte Ansatz zwischen Geistes- und Naturwissenschaft hat sich als tragfähig und richtig erwiesen. Je nach Fragestellung sind zudem Anknüpfungspunkte für künftige Forschungen gefunden worden.

⁴⁶¹ Tenschert 2019a, S. 255, 257-259 und Drewello / Tenschert 2021, bzw. Kapitel 3.4. S. 124f.

⁴⁶² Eigentlich ist die Zahl 1257 wiedergegeben, die nach dem gregorianischen Kalender 1258 zu datieren ist.

⁴⁶³ Drewello / Tenschert 2021, S. 181, 185, 197-198, bzw. Kapitel 3.4. Zum Eruptionseignis an sich auch: Vidal et al. 2016.

Sinnbildlich dafür steht auch der Nachweis der Auswirkungen des Vulkanausbruchs des Samalas⁴⁶⁴ auf Europa. Durch den Nachweis der Schwefelverbindungen in Paris können sich auch für weitere Bauten neue Möglichkeiten zur gesicherteren Datierung ergeben. Wenn man nun weiß, wonach man sucht, können so möglicherweise Bauten mit unklarer Datierung durch Erkenntnisse aus völlig anderen Disziplinen und Forschungszusammenhängen datiert werden. Durch die offene Herangehensweise wurden die Auswirkungen bzw. Spuren von Naturgroßereignissen in Folge von Vulkanausbrüchen schon mehrfach nachgewiesen.⁴⁶⁵ Mit dem Nachweis in Paris ist ein erster Schritt getan, der zwar beispielsweise am Nordportal überprüft werden sollte, aber unter Umständen für die Datierung anderer Bauten hilfreich werden kann. Blickt man weiter in die Geschichte der Megaereignisse, findet sich kein solches mit einem so großen Impact wie der Ausbruch des Samalas 1257. Aber die Beschreibungen des „Jahres ohne Sommer“ 1816 in Folge des Ausbruchs des Tambora 1815⁴⁶⁶ könnten auf ähnliche, wenn auch schwächere Ereignisse und Auswirkungen wie 1257 hinweisen.

Essentiell ist und bleibt für die veränderungsgeschichtliche Betrachtung die Wertschätzung von Einzelbefunden und kleinen Erkenntnissen. Sie alle fügen sich wie Mosaiksteinchen zusammen und differenzieren erst in der Kombination ein Bild aus. Der einzelne Befund ist dabei schon wertvoll, aber noch nicht so viel wert, wie er es im Zusammenspiel mit anderen sein kann. Die Einzelbefunde sind bei bedachter Interpretation der Schlüssel um Historie greifbar und Veränderungen verständlich zu machen. Das gilt nicht nur für das einzelne Objekt, sondern auch für das große Ganze, wenn man sich die Offenheit bewahrt, ungewöhnliche Methoden und Zusammenhänge miteinzubeziehen.

⁴⁶⁴ Zu den chemischen Auswirkungen der Eruption auf die Stratosphäre: Vidal et al. 2016.

⁴⁶⁵ Beispielsweise für den archäologischen Bereich: Es gelang archäologisch Spuren des Minoischen Ausbruchs des Santorini Vulkans und der darauffolgenden Tsunamis in Palaikastro nachzuweisen. Kucera 2017, S. 220. Mit Verweis auf: Bruins et al 2008.

⁴⁶⁶ Oppenheimer 2003.

Zusammenfassung

Die vorliegende publikationsbasierte Arbeit beschäftigt sich mit der übergeordneten Frage nach der Veränderungsgeschichte mittelalterlicher Kirchenportale. Die Kernfrage war dabei: Warum sieht ein Portal heute so aus wie es aussieht, welche Veränderungen haben dazu beigetragen? Der Untersuchungsgegenstand „Portal“ ergab sich auch dem BMBF-Projekt „Mittelalterliche Portale als Orte der Transformation“. Eingehender betrachtet wurden die Portale in Paris (Kathedrale Notre-Dame, Querhausportale), Bamberg (Dom, Gnadenpforte) und Wien (Stephansdom, Fürstenportale). Die Objekte wurden gewählt, weil es jeweils neue Erkenntnisse durch die vorliegenden Untersuchungen gab.

Das Spektrum an Möglichkeiten, mit dem man sich der Veränderungsgeschichte verschiedener mittelalterlicher Kirchenportale nähern kann, wird aufgezeigt. Im Mittelpunkt der Ausführungen stehen exemplarisch ausgewählte, unterschiedliche Herangehensweisen, durch die Fragestellungen beantwortet wurden, die sich aus den Befunden am Bau abgeleitet haben. Portale sind komplexe Untersuchungsobjekte. Ihr Aufbau aus Architektur, Bauschmuck und Skulptur, sowie ihre Verbindung mit der umgebenden Architektur allein lassen eine Einschränkung der Betrachtung auf den Portaltrichter nicht ausreichend erscheinen. Allen untersuchten Portalen ist indes gemeinsam, dass ihr heutiges Erscheinungsbild entscheidend durch Veränderungen geprägt ist. Wir sehen das Produkt dieser Veränderungen und keinen ursprünglichen Zustand. Deswegen ist das Untersuchungsobjekt aber nicht weniger Original, seine Geschichte gehört dazu, ist geradezu essentiell. Um die in den Fallstudien aufgeworfenen Fragen zu beantworten, musste die Methodik vielfältig sein. Das Festlegen einer starren Methodik war weder Ziel noch wäre es zielführend gewesen. Vielmehr wurden die Untersuchungsmethoden so gewählt, dass sie helfen die Fragestellungen zu beantworten, um bspw. schriftlich Überliefertes zu verifizieren oder die Veränderungsgeschichte durch neue Aspekte zu präzisieren. Das Objekt ist immer im Zentrum der Fragen als Zeugnis seiner Geschichte. Aus der Fragestellung begründet sich die Auswahl der richtigen Methoden.

Veränderungsgeschichten beantworten nicht nur eine Frage an das Objekt, die zum Beispiel nur auf eine bestimmte Zeitstellung abzielt, sie sind vielmehr nicht abgeschlossene Biographien, die durch die restaurierungswissenschaftliche Analyse differenziert betrachtet und ggf. ergänzt werden. An allen Portalen konnten indes Hinweise auf die Entstehungszeit gefunden werden, auch wenn diese unterschiedlich ausgeprägt waren. Alle untersuchten Portale erlebten außerdem neben der Alterung weitere einschneidende Veränderungen, die verifiziert und differenziert werden konnten.⁴⁶⁷

⁴⁶⁷ Siehe zu den Erkenntnissen zu den einzelnen Objekten die zusammenfassenden Vorbemerkungen vor den Aufsätzen in Kapitel 3.

Zentral ist bei der Betrachtung die Wertschätzung des Einzelbefundes mit gleichzeitigem Bewusstsein, dass eine Generalisierung nicht möglich ist. Ortsgebunden und kontextabhängig sind dennoch Schlüsse für das jeweilige Objekt ableitbar. Auch zunächst Unscheinbares kann im Kontext ein wichtiges Puzzleteil sein. Die Zusammenschau aller Erkenntnisse aller Methoden ergibt ein schlüssiges Bild, in dem auch der Einzelbefund nicht nur Daseinsberechtigung hat, sondern elementar wichtig ist. Es ist bei den Untersuchungen nicht immer alles zu lösen, oder noch nicht zu lösen. Diese neuen oder unbeantworteten Fragen sind Anknüpfungspunkte für künftige Auseinandersetzung mit dem Objekt. In der restaurierungswissenschaftlichen Analyse ist das Bemühen um Objektivität und Klarheit vor allem durch die Kenntnis der Grenzen, das kritische Hinterfragen von Ergebnissen und das ständige Überprüfen der eigenen Rückschlüsse in der Interpretation zu gewährleisten. Es hilft die Fragen an die Methoden konkret zu formulieren, die angewandten Techniken genau zu kennen und bedacht auszuwählen. Essentiell für eine objektivere Interpretation ist auch das Verständnis für die Aussagen einer Methode. Dabei kann ein Einzelbefund zum Schlüsselbefund werden. Einzelbefunde an sich sind nicht so wertvoll, wie sie im Zusammenspiel werden können. Erst das akribische Zusammensetzen des Mosaiks und die Interpretationen sind der entscheidende Schritt. So machen letztlich aber doch Einzelbefunde Historie greifbar und Veränderungen nachvollziehbar und verständlich. Veränderungsgeschichten bleiben aber dennoch Momentaufnahmen, man denke an den Brand in Paris 2019, es kommen immer neue Kapitel dazu, sei es durch derartige Ereignisse oder durch neue Forschung.

Literaturverzeichnis

Literatur und Internetquellen:⁴⁶⁸

Abschlussbericht Portale 2018

Albrecht et al: Abschlussbericht BMBF-Projekt „Mittelalterliche Portale als Orte der Transformation“, eingereicht 2018, unveröffentlicht.

Adriaens / Dowsett 2004

Adriaens, A. / Dowsett, M.G.: Chapter 3 Electron microscopy and its role in cultural heritage studies, in: Non-destructive microanalyses of cultural heritage materials (= Wilson & Wilsons Comprehensive Analytical Chemistry Volume XLII), hg. von K. Janssens und R. van Grieken, Amsterdam u.a. 2004, S. 73-128.

Albrecht 2015

Albrecht, Stephan: Das Portal als Ort der Transformation: Ein neuer Blick auf das Bamberger Fürstenportal, in: Der Bamberg Dom im europäischen Kontext, hg. von Stephan Albrecht, Bamberg 2015, S. 243-289.

Albrecht 2016

Albrecht, Stephan: Das sichtbar werdende Unsichtbare. Das Südquerhausportal der Kathedrale von Paris, in: Skulptur um 1300, Zwischen Paris und Köln, hg. von Michael Grandmontagne und Tobias Kurz, Petersberg 2016, S. 32-57.

Albrecht 2017

Albrecht, Stephan: Le portail Saint-Étienne de la cathédrale de Meaux et son prototype parisien: un "copier-collier", in: Bulletin monumental Vol. 175, 2017, S. 3-20.

Albrecht / Arnold 2022

Albrecht, Stephan / Arnold, Katharina: Die Wiener Fürstenportale. Architektur und Skulptur als Synthese, in: St. Stephan in Wien. „Die Herzogswerkstatt.“, hg. von Barbara Schedl und Franz Zehetner, Wien/Köln/Weimar 2022.

Albrecht / Berné / Boursier / Dreyfus 2021

Albrecht, Stephan / Berné, Damien / Boursier, Hubert / Dreyfus, Hélène: Die Adamsskulptur vom Querhaus der Kathedrale Notre-Dame in Paris: Wiederauferstehung eines Vertriebenen, in: Die Querhausportale der Kathedrale Notre Dame in Paris, hg. von Stephan Albrecht, Stefan Breitling und Rainer Drewello, Petersberg 2021.

Albrecht / Breitling / Drewello 2019

Albrecht, Stephan / Breitling, Stefan / Drewello, Rainer (Hg.): Das Kirchenportal im Mittelalter, Petersberg 2019.

⁴⁶⁸ Die aufgeführte Literatur ist zum Teil (auch) online verfügbar. In dem Fall ist das jeweils durch den DOI oder einen Link angegeben. Archivalische Quellen sind jeweils direkt in den Fußnoten vermerkt.

Albrecht / Breitling 2020

Stephan Albrecht / Stefan Breitling: Die Querhausportale der Kathedrale in Paris. Architektur und Skulptur, in: Komplexität und Diversität des kulturellen Erbes, Forschungsbeiträge aus dem Institut für Archäologische Wissenschaften, Denkmalwissenschaften und Kunstgeschichte (= Forschungen des Instituts für Archäologische Wissenschaften, Denkmalwissenschaften und Kunstgeschichte 10), hg. von Wolfgang Brassat, Bamberg 2020, S. 53-108, DOI: [10.20378/irb-48742](https://doi.org/10.20378/irb-48742).

Albrecht / Breitling 2021

Albrecht, Stephan / Breitling, Stefan: Die Querhausportale der Kathedrale in Paris – Architektur und Skulptur, in: Die Querhausportale der Kathedrale Notre Dame in Paris, hg. von Stephan Albrecht, Stefan Breitling und Rainer Drewello, Petersberg 2021.

Albrecht / Drewello / Tenschert 2021

Albrecht, Stephan / Drewello, Rainer / Tenschert, Ruth: Die mittelalterliche Bauinschrift am Südquerhausportal von Notre Dame in Paris, in: Die Querhausportale der Kathedrale Notre-Dame in Paris, hg. von Stephan Albrecht, Stefan Breitling und Rainer Drewello, Petersberg 2021.

Arnold 2018

Arnold, Katharina: Ein altbekannter Werkriss neu interpretiert. Überlegungen zu Entwurfstechniken von Portalen im 14. Jahrhundert am Beispiel des Singertors von St. Stephan in Wien, in: Österreichische Zeitschrift für Kunst und Denkmalpflege 72/1 (2018), S. 120-135.

Arnold 2019

Arnold, Katharina: Ein Blick durch die Lupe. Der Werkriss 17.037v aus der Akademie der Bildenden Künste, in: Das Kirchenportal im Mittelalter, hg. von: Stephan Albrecht, Stefan Breitling, Rainer Drewello, Petersberg 2019, S. 58-69.

Arnold 2022

Arnold, Katharina: Arbeit nach Maß – Beobachtungen zum Planungs- und Entwurfsprozess der Fürstenportale von St. Stephan in Wien, in: St. Stephan in Wien. Die „Herzogswerkstatt“, hg. von Barbara Schedl und Franz Zehetner, Wien/Köln/Weimar 2022.

Artioli 2010

Artioli, Gilberto: Scientific Methods and Cultural Heritage, An introduction to the application of material science to archeometry and conservation science, Oxford 2010.

Bauhütte Sebald Nürnberg 2009

Bauhütte St. Sebald Nürnberg e.V. (Hg.): Das Weltgerichtsportal der Sebalduskirche in Nürnberg, Konservierung kalk- und ölgebundener, umweltgeschädigter Malschichten auf frei bewitterten Natursteinoberflächen, Stuttgart 2009.

Autenrieth 2003

Autenrieth, Hans Peter: Unser Bild vom mittelalterlichen Bauwerk (Oberflächen, Farbfassung, Wandmalerei). Zum Stand der Forschung, in: Historische Architekturoberflächen, Kalk – Putz – Farbe, hg. von Jürgen Pursche, München 2003, S. 52-75.

Bartle / Myers 2002

Bartle, Keith und Myers, Peter, History of gas chromatography, in: Trends in analytical chemistry, Band 21 (2002), S. 547-557.

Bäschlin 2020

Bäschlin, Nathalie: Fragile Werte – Diskurs und Praxis der Restaurierungswissenschaften 1913-2014, Regensburg 2020, DOI: doi.org/10.14361/9783839451212.

Bauhütte St. Sebald Nürnberg 2009

Bauhütte St. Sebald Nürnberg e.V. (Hg.): Das Weltgerichtsportal der Sebalduskirche in Nürnberg, Stuttgart 2009.

Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege 1984

Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege (Hg.): Das Südportal des Augsburger Doms, Geschichte und Konservierung, München 1984.

Beran 2001

Beran, Anton: Infrarot-Spektroskopie, in: Physikalisch-chemische Untersuchungsmethoden in den Geowissenschaften, Band 2, hg. von Georg Amthauer und Miodrag K. Pavicevic, Stuttgart 2001, S. 60-67.

Blanc / Lorenz 1990

Blanc, Annie / Lorenz, Claude: Observations sur la nature des matériaux de la cathédrale Notre-Dame de Paris, in: Gesta 29.1 (1990), S. 132-138.

Blaschke 2000

Blaschke, Rochus: Rasterelektronenmikroskopie, in: Physikalisch-chemische Untersuchungsmethoden in den Geowissenschaften, Band 1, hg. von Miodrag K. Pavicevic und Georg Amthauer, Stuttgart 2000, S. 52-66.

Binding 2003

Binding, Günther: Die Bedeutung von Licht und Farbe für den mittelalterlichen Kirchenbau, in: Historische Architekturoberflächen, Kalk-Farbe-Putz. Internationale Fachtagung von DNK ICOMOS und BLfD, 20.–22.11.2002, hg. von Jürgen Pursche, München 2003, S. 42-51.

Birk / Jocher / Erzdiözese München Freising 2017

Birk, Susanne / Jocher, Norbert / Erzdiözese München und Freising (Hg.): Den Himmel eröffnen, Das Portal der Landshuter St. Martinskirche, München 2017.

Böker 2005

Böker, Johann Josef: Architektur der Gotik, München 2005.

Böker 2007

Böker, Johann Josef: Der Wiener Stephansdom, Architektur als Sinnbild für das Haus Österreich, Salzburg 2007.

Bohlender 1979

Bohlender, Rolf: Dom und Bistum Speyer. Eine Bibliographie. 2., erg. und überarb. Aufl., Speyer 1979 (Pfälzische Arbeiten zum Buch- und Bibliothekswesen und zur Bibliographie 8).

Breitling 2022

Breitling, Stefan, Die Wiener Fürstenportale – Beobachtungen zur Baukonstruktion und zum Bauablauf, in: St. Stephan in Wien. Die „Herzogswerkstatt“, hg. von Barbara Schedl und Franz Zehetner, Wien/Köln/Weimar 2022.

Brepohl 1999

Brepohl, Erhard: Theophilus Presbyter und das mittelalterliche Kunsthandwerk, Gesamtausgabe der Schrift De Diveris Artibus in zwei Bänden, Band 1 Malerei und Glas, Köln u.a. 1999.

Brepohl 2013

Brepohl, Erhard: Theophilus Presbyter und das mittelalterliche Kunsthandwerk, Köln 2013.

Breuer 1993

Breuer, Tilmann: Das Fürstenportal. Geschichte seiner Instandsetzung bis 1980, in: Das Fürstenportal des Bamberger Doms, hg. von Manfred Schuller, Bamberg 1993, S. 7-19.

Breuer 2007

Breuer, Tilmann: Grundlagen und Grundzüge des Umgangs mit dem Fürstenportal des Bamberger Doms in der Vergangenheit, in: Bericht des historischen Vereins Bamberg 2007 (Band 143), Bamberg 2007, S. 211-227.

Bromblet 2002

Bromblet, Philippe, Jean-Didier Mertz, Véronique Vergès-Belmin und Lise Leroux: Consolidation et hydrofugation de la pierre, Chapitre I, Les produits consolidants et hydrofuges: passé, présent, future, in: Monumental 2002, S. 201-211.

Bruins et al 2008

Bruins, H. J. / MacGillivray, J. A. / Synolakis, C. E. / Benjamini, C. / Keller, J. / Kisch, H. J. / et al.: Geoarchaeological tsunami deposits at Palaikastro (Crete) and the Late Minoan IA eruption of Santorini, in: Journal of Archaeological Science, 35 (2008), S. 191-21, DOI: [10.1016/j.jas.2007.08.017](https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.08.017).

Bruzellius 1987

Bruzellius, Caroline: The Construction of Notre-Dame in Paris, in: The Art Bulletin 69 (1987), S. 540-569.

Cappelli 1928

Cappelli, A.: Lexicon Abbreviaturarum, Leipzig 1928.

url: <https://archive.org/details/LexiconAbbreviaturarum> (letzter Zugriff 20.02.2020)

Cemic 2001

Cemic, Lado: Thermische Analyseverfahren, in: Physikalisch-chemische Untersuchungsmethoden in den Geowissenschaften, Band 2, hg. von Georg Amthauer und Miodrag K. Pavicevic, Stuttgart 2001, S. 218-227.

Ciliberto / Spoto 2000

Ciliberti, Enrico und Spoto, Guiseppe (Hg.), Modern analytical methods in art and archeology, New York u.a. 2000.

Chevreul 1855

Chevreul, Michel-Eugène: Cercles Chromatiques de M.E. Chevreul reproduits au moyen de la chromocalcographie, Paris 1855.

Corrozet 1581

Corrozet, Gilles: Les antiquitez, chroniques et singularitez de Paris, Paris 1581.

Cramer / Schuller / Winghart 2005

Cramer, Johannes / Schuller, Manfred / Winghart, Stefan (Hg.): Forschungen zum Erfurter Dom, Erfurt 2005.

Dahm 2008a

Dahm, Friedrich: Das Riesentor, Archäologie Bau- und Kunstgeschichte Naturwissenschaften Restaurierung, Wien 2008.

Dahm 2008b

Dahm, Friedrich: Die „historischen“ Restaurierungen des Riesentores vom Mittelalter bis 1943, in: Das Riesentor, Archäologie Bau- und Kunstgeschichte Naturwissenschaften Restaurierung, hg. von Friedrich Dahm, Wien 2008, S. 179-194.

Dallmeier / Drewello 2022

Dallmeier, Lutz-Michael / Drewello, Rainer: Neue Konzepte in der Kalksteinkonservierung an der römischen Porta Praetoria in Regensburg, in: Denkmalpflege in Regensburg 8 (1999-2000 [2002]), S. 27-38.

Dallmeier / Drewello / Koch 2004

Dallmeier, Lutz-Michael / Drewello, Rainer / Koch, Roman: Konservierungskonzepte für die römische porta praetoria in Regensburg – Zusammenfassung der Ergebnisse eines Forschungsprojektes der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, in: Denkmalpflege in Regensburg 9 (2001-2002 [2004]), S. 22-53.

Danzl / Herm / Huhn 2012

Danzl, Thomas / Herm, Christoph / Huhn, Annemarie (Hg.): Polychrome Steinskulptur des 13. Jahrhunderts, Zittau 2012.

De Borchgrave d'Altena 1962

De Borchgrave d'Altena, J.: Église Notre-Dame-de-Pamele, in: Congrès Archéologique de France CXX Session 1962 Flandre, Volume CXX, S. 143-152.

Dehio / Riegl 1988

Dehio, Georg / Riegl, Alois: Konservieren, nicht restaurieren. Streitschriften zur Denkmalpflege um 1900, hg. von Marion Wohlleben und Georg Mörsch, Braunschweig 1988 (Bauwelt Fundamente 80).

Demailly 2000

Demailly, Sylvie: L'étude de la polychromie de la façade occidentale, in: Monumental 2000, S. 30-36.

Deuber-Pauli / Hermanès 1981

Deuber-Pauli, Erica / Hermanès, Théo-Antoine: Le portail peint de la cathédrale de Lausanne. Histoire, iconographie, sculpture et polychromie, in: Unsere Kunstdenkmäler. Mitteilungsblatt für die Mitglieder der Gesellschaft für Schweizerische Kunstgeschichte 32.2 (1981), S. 262-274.

Derrick / Stulik / Landry 1999

Derrick, Michele R. / Stulik, Dusan / Landry, James M.: Infrared Spectroscopy in Conservation Science, Los Angeles 1999.

Deuber-Pauli / Hermanès 1981

Deuber-Pauli, Erica / Hermanès, Théo-Antoine: Le portail peint de la cathédrale de Lausanne: histoire, iconographie, sculpture et polychromie, in: Unsere Kunstdenkmäler: Mitteilungsblatt für die Mitglieder der Gesellschaft für Schweizerische Kunstgeschichte, Band 32 (1981, Heft 2), S. 262-274.

Devos 1978

Devos, Patrick: De Onze-Lieve-Vrouwekerk van Pamele te Oudenaarde, Gent 1978.

Diemer 2015

Diemer, Dorothea: Die Gnadenpforte, in: Die Kunstdenkmäler von Oberfranken; IV, Stadt Bamberg 2 – Domberg; 1. Drittelband: Stadt Bamberg, Domberg, 1. Das Domstift, Teil 1: Baugeschichte, Baubeschreibung, Analyse, hrsg. v. Matthias Exner, Bamberg 2015, S. 391-410.

Doerner 2010

Max Doerner: Malmaterial und seine Verwendung im Bilde, Freiburg ²⁵2010.

Doerner 2015

Doerner, Max: Malmaterial und seine Verwendung im Bilde, hg. von Thomas Hoppe, Wiesbaden ²⁵2015.

Drewello 2011

Drewello, Rainer: Exkurs 3: Restaurierungswissenschaft und Denkmalpflege, in: Denkmalpflege, hg. von Achim Hubel, Stuttgart 2011, S. 274-309.

Drewello 2012

Drewello, Rainer: Bamberg, Dom, Bischofsgräber. Untersuchungsbericht vom 7. August 2012, unveröffentlicht: BLfD (Dokumentationsarchiv), Bamberg 2012.

Drewello 2019

Drewello, Rainer: Restaurierungswissenschaft, in: Kompetenzzentrum Denkmalwissenschaften und Denkmaltechnologien 2016-2018 (= Berichte des KDWT 1), hg. von Tobias Arera-Rütenik, Stefan Breitling, Rainer Drewello, Mona Hess und Gerhard Vinken, Bamberg 2019, S. 82-85.

Drewello / Siart / Wortmann 2005

Drewello, Rainer / Siart, Olaf / Wortmann, Martin: Das Triangel – Farbige Fassungen der Skulpturen, in: Forschungen zum Erfurter Dom, hg. von Thüringisches Landesamt für Denkmalpflege, Erfurt 2005, S. 190-198.

Drewello / Herkner 2009

Drewello, Rainer / Herkner, Sybille: Zwischen Diagnose und Therapie: Der Wandel historischer Anstrichsysteme am Weltgerichtportal und Optionen der Erhaltung, in: Das Weltgerichtportal der Sebalduskirche in Nürnberg, Konservierung kalk- und ölgebundener, umweltgeschädigter Malschichten auf frei bewitterten Natursteinoberflächen, hg. von Bauhütte St. Sebald Nürnberg e.V. und Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, Stuttgart 2009, S. 25-47.

Drewello / Tenschert 2021

Drewello, Rainer / Tenschert, Ruth: Portale unter dem Mikroskop: Spurensuche am Pariser Querhaus, in: Die Querhausportale der Kathedrale Notre Dame in Paris, hg. von Stephan Albrecht, Stefan Breitling und Rainer Drewello (voraussichtliches Erscheinen: Petersberg 2021).

Dudzinski 2018

Dudzinski, Ilona: Der Westlettner des Naumburger Doms - Historische Bauforschung an Architektur und Skulptur (Diss. München 2016), Regensburg 2018.

DVB II

Dombauverein zu St. Stephan (Hg.): Wiener Dombauvereinsblatt 2. Serie, Wien 1889-1899.

Emmerling / Knipping / Niehoff 2001

Emmerling, Erwin, Knipping, Detlef, Niehoff, Franz (Hg.): Das Westportal der Heiliggeistkirche in Landshut, Ein Symposium zur Geschichte und Farbigkeit des spätgotischen Figurenportals, München 2001.

Erlande-Brandenburg, Alain / Kimpel, Dieter 1978

Erlande-Brandenburg, Alain / Kimpel, Dieter: La statuaire de Notre-Dame de Paris avant les destructions révolutionnaires, in: Bulletin monumental 136 (1978), S. 213-266.

Erlande-Brandenburg / Thibaudat 1982

Erlande-Brandenburg, Alain / Thibaudat, Dominique: Les sculptures de Notre-Dame de Paris au musée de Cluny, Paris 1982.

Exner 2015

Exner, Matthias (Hg.): Die Kunstdenkmäler von Oberfranken; IV, Stadt Bamberg 2 – Domberg; 1. Drittelband: Stadt Bamberg, Domberg, 1. Das Domstift, Teil 1: Baugeschichte, Baubeschreibung, Analyse, Bamberg 2015.

Falbe / Regitz 1999

Falbe, Jürgen und Manfred Regitz (Hg.): Wasserglas und Wasserglasfarben, in: Römpp Lexikon Chemie, Bd. 6, 10., völlig überarb. Aufl., Stuttgart, New York 1999, S. 4939-4940.

Fiedler 2004

Fiedler, Karl: Heiligkreuzmünster Schwäbisch Gmünd, Portalskulptur, Malschichtuntersuchung und Konservierung, in: Parlerbauten, Architektur, Skulptur, Restaurierung, hg. von Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, Stuttgart 2004, S. 261-272.

Fiedler / Bayard 1997

Fiedler, Inge / Bayard, Michael: Emerald Green and Scheele's Green, in: Artists' Pigments. A Handbook of Their History and Characteristics, Bd. 3, hg. von Elisabeth West Fitzhugh, Washington 1997, S. 219-271.

Fonquernie 1985

Fonquernie, Bernard: Seine. Cathédrale Notre-Dame de Paris, existence d'un décor polychrome sur les murs des bras nord et sud du transept, In: Bulletin Monumental 143 (1985), S. 65-66.

Fonquernie 2000

Fonquernie, Bernard: La restauration de la façade occidentale, in: Monumental 2000, S. 20-30.

Freysoldt 2015

Freysoldt, Bernadett: Kunsttechnologische Untersuchung der Polychromie der Bildwerke des Naumburger Westlettners, Erhebung, Sicherung und Interpretation der Befunde (Diss. Dresden 2014) Regensburg 2015.

Frodl 1988

Frodl, Walter: Idee und Verwirklichung, Das Werden in der staatlichen Denkmalpflege in Österreich, Wien 1988.

Fuchs 1990

Fuchs, Friedrich: Das Hauptportal des Regensburger Domes. Portal, Vorhalle, Skulptur, München 1990.

Fürst 1997

Fürst, Manfred: Der Bamberger Dom. Eine geowissenschaftliche Untersuchung seiner Werksteine, in: Internationale Tagung der Dombaumeister, Münsterbaumeister und Hüttenmeister. Dokumentation 10. September - 14. September 1996, hg. von Olaf Struck, Bamberg 1997, S. 121-131.

Galigani 1846

Galignani Anthony / William (Hg.): Galignani's New Paris Guide, Paris 1846.

Gilbert 1821

Gilbert, Antoine Pierre Marie: Description historique de la Basilique métropolitaine de Paris ornée de gravures, Paris 1821.

Greco 2019

Greco, Christian: The biography of objects, in: Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLII-2/W11, 2019, S. 5-10, DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W11-5-2019>.

Greller / Pfarr-Harfst 2019

Grellert, Marc / Pfarr-Harfst, Mieke: Die Rekonstruktion-Argument-Methode – Minimaler Dokumentationsstandard im Kontext digitaler Rekonstruktionen, in: Der Modelle Tugend 2.0: Digitale 3D-Rekonstruktion als virtueller Raum der architekturhistorischen Forschung (= Computing in Art and Architecture, Band 2), hg. von Piotr Kuroczyński, Mieke Pfarr-Harfst und Sander Münster, Heidelberg 2019, S. 263-280, DOI: <https://doi.org/10.11588/arthistoricum.515.c7573>.

Groll / Böttcher 2012

Groll, Ernst Thomas / Böttcher, Claudia: Die Farbfassung der „Jüngeren Magdeburger Werkstatt“ im Magdeburger Dom – einige ausgewählte Aspekte der bisherigen Untersuchungen, in: Polychrome Steinskulptur des 13. Jahrhunderts, Beiträge zur Tagung des Naumburger Kollegs vom 13.-15. Oktober 2011 in Naumburg/Saale, hrsg. v. Thomas Danzl, Christoph Herm und Annemarie Huhn, Zittau 2012, S. 87-106.

Grussenmeyer et al 2016

Grussenmeyer, Pierre et al: Basics of Range-Based Modelling Techniques in Cultural Heritage 3D Recording, in: 3D Recording, Documentation and Management of Cultural Heritage, hg. von Efstratios Stylianidis und Fabio Remondino, Dunbeath 2016, S. 305-368.

Gühning 2002

Gühning, Jens: 3D-Erfassung und Objektrekonstruktion mittels Streifenprojektion (Diss. Stuttgart 2002), Stuttgart 2002.

Grünzler / Gremlich 2003

Günzler, Helmut / Gremlich, Hans-Ulrich: IR-Spektroskopie: Eine Einführung, Weinheim 2003.

Hans-Schuller 2000

Hans-Schuller, Christine: Der Bamberger Dom, seine „Restauration“ unter König Ludwig I. von Bayern (1826-31), Petersberg 2000.

Hans-Schuller 2015

Hans-Schuller, Christine: Von der Säkularisation bis zur Gegenwart, in: Die Kunstdenkmäler von Oberfranken; IV, Stadt Bamberg 2 – Domberg; 1. Drittelband: Stadt Bamberg, Domberg, 1. Das

Domstift, Teil 1: Baugeschichte, Baubeschreibung, Analyse, hg. von Matthias Exner, Bamberg 2015, S. 259-303.

Hartleitner 2011

Hartleitner, Walter: Zur Polychromie der Bamberger Domskulptur (Diss. Bamberg 2007), Bamberg 2011.

Hartleitner 2012

Hartleitner, Walter: Zur Polychromie der Bamberger Domskulptur, in: Polychrome Steinskulptur des 13. Jahrhunderts, Beiträge zur Tagung des Naumburger Kollegs vom 13.-15. Oktober 2011 in Naumburg/Saale, hg. von Thomas Danzl, Christoph Herm und Annemarie Huhn, Zittau 2012, S. 107-120.

Hartmann 2013

Hartmann, Anna: Untersuchung zur historischen Farbigkeit des südlichen Querhausportals von Notre-Dame in Paris unter Einbeziehung der mittelalterlichen Portalskulpturen. Masterarbeit im Masterstudiengang Denkmalpflege – Heritage Conservation. Otto-Friedrich-Universität Bamberg und Hochschule für angewandte Wissenschaften Coburg. Band 1: Textband, 93 Seiten; Band 2: Anhang 1 (Bildband): 75 Seiten; Anhang 2 (Untersuchungsprotokolle Proben): 119 Seiten. Anhang 3: Planzeichnungen. Universität Bamberg 2013, nicht publizierte Masterarbeit.

Heider 1857

Heider, Gustav: Die Restauration des St. Stephans-Domes in Wien, in: Mittheilungen der k.k. Central-Commission zur Erforschung und Erhaltung der Baudenkmale, hg. von Carl Czoernig, Wien 1857, S. 1-7.

Heiltumsbuch 1882

K.K. Österr. Museum für Kunst und Industrie (Hg.): Das Wiener Heiligthumbuch, nach der Ausgabe von 1502, Reprint, Wien 1882.

Hering 2000

Hering, Bernd: Weiße Farbmittel, Fürth 2000.

Herkner / Barta / Ulmann 2006

Herkner, Sybille / Barta, Christian / von Ulmann, Arnulf: Virtuelle Farbrekonstruktion einer mittelalterlichen Skulptur, in: Konferenzband EVA 2006 Berlin Elektronische Bildverarbeitung & Kunst, Kultur, Historie hg. von Gerd Stanke et al, Heidelberg 2017, S. 84-88, DOI: <https://doi.org/10.11588/arthistoricum.179.235>.

Herkner / Marr 2009

Herkner, Sybille, Marr, Bernd: Das romanische Portal der Pfarrkirche St. Kastulus in Moosburg: Ergebnisse aus der Bauforschung, in: Jahrbuch des Vereins für Christliche Kunst in München, Band 24 (2009), S. 22-31.

Historic England 2018

Historic England (Hg.): 3D Laser Scanning for Heritage, Swindon 2018.

Hubel 2011a

Hubel, Achim: Denkmalpflege, Stuttgart 2011.

Hubel 2011b

Hubel, Achim: Das Phänomen der farbigen Fassungen von Steinskulpturen in mittelalterlichen Kirchenräumen, in: Farbe im Mittelalter, Materialität – Medialität – Semantik Band 1, hg. von Ingrid Bennewitz und Andrea Schindler, Berlin 2011, S. 67-80.

Hubel / Schuller 2003

Hubel, Achim / Schuller, Manfred: Überlegungen zur frühen Baugeschichte des Bamberger Doms, in: Das Münster 53(2003), Sonderheft Bamberger Dom, S. 310-325.

Hubel / Schuller / Böker 2013

Hubel, Achim / Schuller, Manfred / Böker, Hans Josef (Hg.): Der Dom zu Regensburg, Textband 1, Regensburg 2013.

Hubel 2015

Hubel, Achim: Überlegungen zur älteren Bildhauerwerkstatt des Bamberger Doms und zum Stand der Forschung, in: Der Bamberger Dom im europäischen Kontext, hg. von Stephan Albrecht, Bamberg 2015, S. 7-42.

Hubel 2017

Hubel, Achim: Überlegungen zur digitalen Rekonstruktion farbiger Fassungen von Architektur und Skulptur, in: Das Digitale und die Denkmalpflege, Bestandserfassung – Denkmalvermittlung – Datenarchivierung – Rekonstruktion verlorener Objekte, Chancen und Grenzen im Einsatz digitaler Technologien, Veränderungen in der Praxis von Denkmalpflege und Kulturgutsicherung, hg. von Birgit Franz und Gerhard Vinken, Holzminden 2017, S. 74-89.

Hubel 2019

Hubel, Achim: 6. Die Farbigkeit des Außenbaus, in: Die farbige Kathedrale, 700 Jahre Farbgestaltung im Regensburger Dom, hg. von Achim Hubel und Friedrich Fuchs, Regensburg 2019, S. 225-245.

Hütter /Magirius 1967

Hütter, Elisabeth / Magirius, Heinrich: Studien zur Goldenen Pforte am Dom zu Freiberg, in: Kunst des Mittelalters in Sachsen, Festschrift Wolf Schubert, hg. von Elisabeth Hütter, Fritz Löffler, Heinrich Magirius, Weimar 1967, S. 179-235.

Huse 1984:

Huse, Norbert (Hg.): Denkmalpflege, Deutsche Texte aus drei Jahrhunderten, München 1984.

Janis 2005

Janis, Katrin: Restaurierungsethik im Kontext von Wissenschaft und Praxis (Diss. Bamberg 2003), München 2005.

Jelschewski 2015

Jelschewski, Dominik, Skulptur, Architektur und Bautechnik des Naumburger Westchors (Diss. München 2014), Regensburg 2015.

Karl 2012

Karl, Daniela: Zur Farbigkeit der Stifterfigur des Grafen Syzzo im Naumburger Westchor, in: Polychrome Steinskulptur des 13. Jahrhunderts, hg. von Thomas Danzl, Christoph Herm und Annemarie Huhn, Görlitz und Zittau 2012, S. 177-192.

Karl 2015

Karl, Daniela: Die Polychromie der Naumburger Stifterfiguren, Kunsttechnologische Untersuchung der Farbfassungen des 13. und 16. Jahrhunderts (Diss. Dresden 2014), Regensburg 2015.

Kassal-Mikula 1997

Kassal-Mikula, Renata: St. Stephan im 19. Jahrhundert – Praxis und Ästhetik, in: 850 Jahre St. Stephan, Symbol und Mitte in Wien 1147-1997, hg. von Renata Kassal-Mikula, Wien 1997, S. 400-407.

Kieslinger 1949

Kieslinger, Alois: Die Steine von St. Stephan, Wien 1949.

Klahr 2016

Klahr, Lena: Entwurf von Figurenportalen als kooperatives Werk? Architektur und Bildhauerkunst am Nordquerhausportal von Paris, in: Skulptur um 1300 zwischen Paris und Köln, hg. von Michael Grandmontagne und Tobias Kunz, Petersberg 2016, S. 59-71.

Kleindienst 1882-1886

Kleindienst, F. X.: Die Restauration des Stephansdomes in Wien in den Jahren 1853-1880, in: Wiener Domvereinsblatt, I, hg. von Dombauverein St. Stephan, 1882-1886.

Kimpel 1971

Kimpel, Dieter: Die Querhausarme von Notre-Dame zu Paris und ihre Skulpturen (Diss. Bonn 1971), Bonn 1971.

Kirchweger et al. 2019

Kirchweger, Franz / Schmitz-von Ledebur, Katja / Winter, Heinz / Zehetner, Franz (Hg.): »in hoc precioso monomemento«. Die Bestattung Kaiser Friedrichs III. im Wiener Stephansdom (= Schriften des Kunsthistorischen Museums. Band 20), Wien 2019.

Kobler / Koller 1975

Kobler, Friedrich / Koller, Manfred: Farbigkeit der Architektur, in: RDK (= Reallexikon der Kunstgeschichte) VII, 1975, S. 274-428.

Online verfügbar unter: http://www.rdklabor.de/wiki/Farbigkeit_der_Architektur (Letzter Zugriff: 20.09.2020)

Koepf 1969

Koepf, Hans: Die gotischen Planrisse der Wiener Sammlungen (= Studien zur österreichischen Kunstgeschichte, hg. von Institut für Österreichische Kunstforschung am Bundesdenkmalamt, Band 4) Wien 1969.

Kohn 2017

Renate Kohn (Hg.): Der Kaiser und sein Grabmal. Interdisziplinäre Forschungen zum Hochgrab Kaiser Friedrichs III. im Wiener Stephansdom, Wien 2017.

Koller 1991

Koller, Manfred: Zur Geschichte der Restaurierung in Österreich, in: Geschichte der Restaurierung in Europa, Band 1, hg. von Schweizerischer Verband für Konservierung und Restaurierung u.a., Worms 1991, S. 65-84.

Koller 2016

Koller, Manfred: Auch Fassung kleidet! Gefasste Steinskulpturen des Mittelalters in Österreich, in: Österreichische Zeitschrift für Kunst und Denkmalpflege, 2016, Heft 3/4, S. 292-307.

Koller / Nimmrichter / Paschinger 2008

Koller, Manfred / Nimmrichter, Johann / Paschinger, Hubert: Konservierung und Restaurierung des Riesentores von St. Stephan, in: Das Riesentor, Archäologie Bau- und Kunstgeschichte Naturwissenschaften Restaurierung, hg. von Friedrich Dahm, Wien 2008, S. 199-336.

Koller / Nimmrichter 2001

Koller, Manfred / Nimmrichter, Johann: Gotische Kirchenportale in Österreich – Monochromie und Polychromie, in: Das Westportal der Heiliggeistkirche in Landshut, Ein Symposium zur Geschichte und Farbigkeit des spätgotischen Figurenportals, hg. von Erwin Emmerling, Detlef Knipping und Franz Niehoff, München 2001, S. 249-259.

Koller / Nimmrichter 2004

Koller, Manfred / Nimmrichter, Johann: Das Singertor von St. Stephan in Wien – Befunde zu Form und Farbe, in: Parlerbauten, Architektur, Skulptur, Restaurierung, hg. von Richard Strobel, Stuttgart 2004, S. 287-295.

Krause 1999

Krause, Walter: Schönthaler Franz, in: Österreichisch Biographisches Lexikon 1815-1950, Band 11, Wien 1999, S. 95.

Kroos 1976

Kroos, Renate: Liturgische Quellen zum Bamberger Dom, in: Zeitschrift für Kunstgeschichte, Band 39, München 1976, S. 105-146.

Kühn 1986

Kühn, Hermann: Zinc White, in: Artists' Pigments. A Handbook of Their History and Characteristics, Bd. 1, hg. von Robert L. Feller, Washington 1986, S. 169-186.

Kühn 1993

Kühn, Hermann: Lead Tin Yellow, in: Artists' Pigments. A Handbook of Their History and Characteristics, Bd. 2, hg. von Ashok Roy, Washington 1993, S. 83-112.

Kühne 2016

Kühne, Markus: Das Hauptportal des Regensburger Doms und seine Restaurierung, in: Der Dom zu Regensburg, Textband 3, hg. von Achim Hubel und Manfred Schuller, Regensburg 2016, S. 341-375.

Kucera 2017

Kucera, Matthias: Extending the archaeometry toolbox through multidisciplinary data interpretation (Diss. Wien 2017), Wien 2017.

Kunitzsch 2005

Kunitzsch, Paul: Zur Geschichte der „arabischen“ Ziffern, in: Bayerische Akademie der Wissenschaften Philosophisch-historische Klasse. Sitzungsberichte 2005(3), S. 20-29.

Kurmann / Rohde 2004

Kurmann, Peter / Rohde, Martin (Hg.): Die Kathedrale von Lausanne und ihr Marienportal im Kontext der europäischen Gotik, Berlin 2004.

Kurmann 2011

Kurmann, Peter: Als die Kathedralen farbig waren, in: Farbe im Mittelalter, Materialität – Medialität – Semantik, Band 1, hg. von Ingrid Bennewitz und Andrea Schindler, Berlin 2011, S. 31-46.

Laborde Marqueze / Wunderwald 2012

Laborde Marqueze, Ana / Wunderwald, Anke: Der Pórtico de la Gloria der Kathedrale von Santiago de Compostela: Studien zur Polychromie, in: Polychrome Steinskulptur des 13. Jahrhunderts, hg. von Thomas Danzl, Christoph Herm und Annemarie Huhn, Görlitz und Zittau 2012, S. 41-51.

Labor Drewello & Weißmann 2005

Labor Drewello & Weißmann: Untersuchungsbericht zur Farbfassung am Hauptportal des Regensburger Doms, nicht publiziert, Bamberg 2005.

Landesdenkmalamt Baden-Württemberg 2004

Landesdenkmalamt Baden-Württemberg (Hg.): „Edle Faltenwürfe, abentheuerlich bemalt...“, Die Turmvorhalle des Freiburger Münsters, Untersuchung und Konservierung der Polychromie, Stuttgart 2004.

Leitherer 1931

Leitherer, Hans: Die Marienfiguren am Dom zu Bamberg, Bamberg 1931, in: Bamberger Blätter für fränkische Kunst und Geschichte, 8. Jg., Bamberg 1931, S. 1-5.

Lutgen 2016

Lutgen, Thomas: Die ursprüngliche Raumfarbigkeit von Sakralbauten des 13. Jahrhunderts, Studien unter besonderer Berücksichtigung der Liebfrauenkirche in Trier (Diss. Berlin 2015), Petersberg 2016.

Mach / Gruber 2011

Mach, Martin / Gruber, Martin: Materialkundliche Untersuchungen an Malschichtproben von Archivolten und Tympanon, Bericht vom 31.03.2011, unveröffentlicht: BLfD (Dokumentationsarchiv), München 2011.

Matteini / Moles 1990

Matteini, Mauro / Moles, Arcangelo: Naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden in der Restaurierung (Bearbeitet von Andreas Burmester), München 1990.

Meeks et al 2012

Meeks et al 2012 (Hg.): Historical Technology, Materials and Conservation, SEM and Microanalysis, London 2012.

Menzel 2015

Menzel, Jaqueline: Identifikation der Pigmente polychromer Skulpturen, Kombination von mobiler Raman-Mikrosonde und Labormethoden (Diss. Dresden 2015), Regensburg 2015.

Medenbach / Bernhardt 2000

Medenbach, Olaf / Bernhardt, Hans-Jürgen: Optische Mikroskopie, in: Physikalisch-chemische Untersuchungsmethoden in den Geowissenschaften, Band 1, hg. von Miodrag K. Pavicevic und Georg Amthauer, Stuttgart 2000, S. 13-27.

Meier /Schwinn Schürmann 2002

Meier, Hans-Rudolf / Schwinn Schürmann, Dorothea (Hg.): Schwelle zum Paradies, Die Galluspforte des Basler Münsters, Basel 2002.

Meier / Schwinn Schürmann 2011

Meier, Hans-Rudolf / Schwinn Schürmann, Dorothea (Hg.): Himmelstür – Das Hauptportal des Basler Münsters, Basel 2011.

Michl 2014

Michl, Eike H.: Der Bamberger Domkranz und die mittelalterlichen Friedhöfe am Ostchor der Bischofskirche, in: Das archäologische Jahr in Bayern 2013, hg. von Mathias Pfeil, Sebastian C. Sommer, Bernd Päffgen, Darmstadt 2014, S. 155-157.

Michler 1977

Michler, Jürgen: Über Farbfassungen hochgotischer Sakralräume, in: Wallraf-Richartz-Jahrbuch, Vol. 39 (1977), S. 29-68.

Michler 2014

Michler, Jürgen: Über die Farbigkeit der Architektur des Regensburger Dom, in: Der Dom zu Regensburg, Textband Band 2, hg. von Achim Hubel / Manfred Schuller / Friedrich Fuchs, Regensburg 2014, S. 595-622.

Niehr 2001

Niehr, Klaus: Vorüberlegungen zu einer Geschichte des Figurenportals in Deutschland vom 13. bis zum 15. Jahrhundert, in: Das Westportal der Heiliggeistkirche in Landshut, ein Symposium zur Geschichte und Farbigkeit des spätgotischen Figurenportals, hg. von Erwin Emmerling / Detlef Knipping / Franz Niehoff, München 2001, S. 161-196.

Netz 1982

Netz, J.: Der Steinmetz, München 1982.

Neumann 1897

Neumann, W.: Das Singer- und das Bischofthor, in: Wiener Dombauvereinsblatt, II, hg. von Dombauverein St. Stephan, 1897, S. 162-167.

Odlyha 2000

Odlyha, Marianne, Chapter 11: Thermal Analysis, in: Modern analytical methods in art and archaeology, hg. v. Enrico Ciliberto and Giuseppe Spoto, New York u.a. 2000, S. 279-319.

Oppenheimer 2003

Oppenheimer, Clive: Climatic, environmental and human consequences of the largest known historic eruption: Tambora volcano (Indonesia) 1815, in: Physical Geography 27, Band 2 (2003), S. 230-259, DOI: <https://doi.org/10.1191/0309133303pp379ra>.

Pallot-Frossard 2002

Pallot-Frossard, Isabelle: Polychromie des portails sculptés médiévaux en France, Contributions et Limites des analyses scientifiques, in: La couleur et la pierre: polychromie des portails gothiques, actes du colloque, Amiens 12-14. Oktober 200, hg. von Denis Verret, Paris 2002, S.73-90.

Papadaki et al 2015

Papadaki, A. I., Agrafiotis, P., Georgopoulos, A., and Prignitz, S.: Accurate 3D scanning of damaged ancient greek inscriptions for revealing weathered letters. In: Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. 2015, Vol. XL-5/W4, S. 237-243, <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-5-W4-237-2015>

Paschke 1972

Paschke, Hans: Das Domstift zu Bamberg in seinen Bauwendungen, Teil IV (N-Z), in: Studien zur Bamberger Geschichte und Topographie, Heft 47, Bamberg 1972.

Pfister 1896

Pfister, Michael, Der Dom zu Bamberg, Bamberg 1896.

Plesters 1993

Plesters, Joyce: Ultramarine Blue, Natural and Artificial, in: Artist's Pigments, A Handbook of Their History and Characteristics, Band 2, hg. von Ashok Roy, Washington 1993, S. 37-66.

Popp 2014

Popp, Marcus: Die Lorenzkirche in Nürnberg, Restaurierungsgeschichte im 19. und 20. Jahrhundert (Diss. Bamberg 2011), Regensburg 2014.

Preis 2001

Preis, Rainer: Untersuchungsergebnisse zur Farbfassung am Hauptportal des Regensburger Doms, in: Turm – Fassade – Portal. Colloquium zur Bauforschung, Kunstwissenschaft und Denkmalpflege an den Domen von Wien, Prag und Regensburg; Fachtagung im Rahmen des Raphael-Programmes der EU; veranstaltet vom Staatlichen Hochbauamt/Dombauhütte Regensburg, Regensburg, 27.–30. September 2000, hg. von der Domstiftung Regensburg, Regensburg 2001, S. 67-70.

Quattrochi 2017

Quattrochi, Angela: Viollet-le-Duc e la decorazione policroma nell'architettura neogotica. Le cappelle di Notre-Dame de Paris, in: Viollet-le-Duc e l'Ottocento. Contributi a margine di una celebrazione (1814–2014), hg. von Annunziata Maria Oteri, in: ArchHistoR EXTRA 1 2017, S. 140-163.

Raft 1968

Raft, Adam: About Theophilus' Blue Colour, 'Lazur', in: Studies in Conservation, Vol. 13/1 (1968), S. 1-6.

Rahrig / Drewello / Lazzeri 2018

Rahrig, Max / Drewello, Rainer / Lazzeri, Andrea: „Opto-Technical Monitoring – A standardized methodology to assess the treatment of historical stone surfaces.” In: Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLII-2, 2018, S. 945-952, DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-945-2018>.

Rahrig 2019

Rahrig, Max: Bildgebende zerstörungsfreie Prüfmethode in der Kulturerbeforschung (Diss. Bamberg 2019), unveröffentlichtes Manuskript der gleichnamigen Dissertation, Bamberg 2019.

Rahrig / Karl / Bellendorf 2020

Rahrig, Max / Karl, Anne / Bellendorf, Paul: Evaluation of conservation measures for historical stone surfaces by using Opto-Technical Monitoring, in: Monument Future: Decay and Conservation of Stone, hg. von Siegfried Siegmund und Bernhard Middendorf, Halle 2020, S. 971-976.

Reichwald 2001

Reichwald, Helmut: Schwäbisch Gmünd, Heiligkreuzmünster – Restaurierungen der Chorportale, in: Das Westportal der Heiliggeistkirche in Landshut, ein Symposium zur Geschichte und Farbigkeit des spätgotischen Figurenportals, hg. von Erwin Emmerling, Detlef Knipping und Franz Niehoff, München 2001, S. 217-222.

Reinkowski-Häfner 2014

Reinkowski-Häfner, Eva: Die Entdeckung der Temperamalerei im 19. Jahrhundert. Erforschung, Anwendung und Weiterentwicklung einer historischen Maltechnik, Petersberg 2014.

Regenfus 2017

Regenfus, Anne: Mittelalterliche Kirchenportale im Wandel ihrer Restaurierungs- und Veränderungsgeschichte. Masterarbeit im Masterstudiengang Denkmalpflege – Heritage Conservation. Otto-Friedrich-Universität Bamberg und Hochschule für angewandte Wissenschaften Coburg. Universität Bamberg 2017, Betreuung: Ralf Kilian, Rainer Drewello, unveröffentlichte Masterarbeit.

Riederer 1977

Riederer, Josef: Kunst und Chemie – das Unersetzliche bewahren. Ausst.Kat. Berlin 1997/1978, Staatliche Museen zu Berlin und Rathgen-Forschungslabor, Berlin 1977, S. 92-93.

Rossi-Manaresi / Tucci 1984

Rossi-Manaresi, Raffaella / Tucci, Antonella: The Polychromy of the Portals of the Gothic Cathedral of Bourges, in: Preprint ICOM Committee for Conservation, 7th Triennial Meeting, Copenhagen, 10–14 September 1984, Paris 1984, S. 84.5.1-84.5.4. (https://archive.org/details/gri_33125001015953).

Sauerländer 1953

Sauerländer, Willibald: Das gotische Figurenportal in Frankreich, Studien zur Französischen Portalskulptur von Chartres West bis zum Reimser Josephsmeister (Diss. München 1953), maschinengeschriebene Dissertation.

Sauerländer 1977

Sauerländer, Willibald: Zu den neu gefundenen Fragmenten von Notre-Dame in Paris, in: Kunstchronik 7 (1977), S. 297-302.

Schädler-Saub 2008

Schädler-Saub, Ursula: Restaurierung und Zeitgeschmack: Vom Umgang mit Fehlstellen, in: Das Denkmal als Fragment – das Fragment als Denkmal, Denkmale als Attraktion, hg. von: Regierungspräsidium Stuttgart Landesamt für Denkmalpflege, Esslingen 2008, S. 141-158.

Schädler-Saub 2019

Schädler-Saub, Ursula: Dealing with Authenticity in the Conservation-Restoration of Wall Paintings and Architectural Surfaces, in: Conservation Ethics Today: Are our conservation-restoration theories and practice ready for the 21st century?, hg. von Ursula Schädler-Saub und Boguslaw Smygin, Florenz und Lubin 2019, S. 115-141.

Schedl 2018

Schedl, Barbara: St. Stephan in Wien: Der Bau der gotischen Kirche (1200-1500), Wien 2018.

Schedl / Zehetner 2022

Schedl, Barbara / Zehetner, Franz (Hg.): St. Stephan in Wien. Die „Herzogswerkstatt“, Wien/Köln 2022.

Schilling 2010

Schilling, M.: GC/MS Principles of gas chromatography/massspectrometry, in: SCIENTIFIC METHODS AND CULTURAL HERITAGE, An introduction to the application of materials science to archaeometry and conservation science, hg. von Gilberto Artioli, Oxford 2010, S. 413-415.

Schmidt 1882

Schmidt, Friedrich: Mitteilungen aus der Dombauhütte, in: Wiener Domvereinsblatt, I, hg. von Dombauverein St. Stephan, 1882, S. 61-61.

Schmuderer 1931

Schmuderer, Joseph: Konservierungsmaßnahmen am Bamberger Dom im Jahre 1930, in: Die Denkmalpflege – 33, Jahrgang 1931, Heft 4, S. 121-126.

Schönburg 2010

Schönburg, Kurt: Historische Beschichtungstechniken: Erhalten, Bewerten und Anwenden, Berlin 2010.

Schramm / Hering 1988

Schramm, Hans-Peter / Hering, Bernd: Historische Baumaterialien und ihre Identifizierung, Graz 1988.

Schröck 2017

Schröck, Katja: Arrangieren und restaurieren, in: In situ, Heft 2 (2017), S. 163-174.

Schuller 1993

Schuller, Manfred: Das Fürstenportal des Bamberger Doms, Bamberg 1993.

Sigl 2014

Sigl, Michael, et al.: Insights from Antarctica on Volcanic Forcing During the Common Era, in: Nature Climate Change 4 (2014), S. 693-697.

Speckhardt 2014

Speckhardt, Melissa: Weiß gefasste Skulpturen und Ausstattungen. Technologie – Quellen – Bedeutung, Petersberg 2014.

Speckhardt 2019

Speckhardt, Melissa: 7.1 Methodische und technische Vorbereitungen auf das Projekt, in: Die farbige Kathedrale, 700 Jahre Farbgestaltung im Regensburger Dom, hg. von Achim Hubel und Friedrich Fuchs, Regensburg 2019, S. 246-256.

Suckale 1971

Suckale, Robert: Studien zu Stilbildung und Stilwandel der Madonnenstatuen der Ile-de-France zwischen 1230 und 1300, München 1971.

Suckale 2007

Suckale, Robert: Die Bamberger Domsulpturen "revisited", in: Bericht des historischen Vereins Bamberg 2007 (Band 143), hg. von Robert Zink, Bamberg 2007, S. 185-211.

Stein 1909

Stein, Henri: Les Architectes des cathédrales gothiques, Paris 1909(?).

url: https://fr.wikisource.org/wiki/Les_Architectes_des_cath%C3%A9drales_gothiques (Letzter Zugriff: 20.02.2021)

Steinbichler Optotechnik 2012

Steinbichler Optotechnik (jetzt: Carl Zeiss Optotechnik): T-Scan 2, optical tracked handheld laser scanner, technical data sheet, 2012.

Stois 1931

Stois, Alois: Bericht über die Untersuchung von Farbresten an den Figurengruppen der Gnadenpforte des Bamberger Domes, in: Die Denkmalpflege – 33, Jahrgang 1931, Heft 4, S. 127-128.

Strobel 2001

Strobel, Richard: Die Chorportale des Heiligkreuzmünsters in Schwäbisch Gmünd, in: Das Westportal der Heiliggeistkirche in Landshut, ein Symposium zur Geschichte und Farbigkeit des spätgotischen Figurenportals, hg. von Erwin Emmerling, Detlef Knipping und Franz Niehoff, München 2001, S. 207-216.

Sutherland 2018

Sutherland, Ken: Gas chromatography/mass spectrometry techniques for the characterisation of organic materials in works of art, in: Physical Sciences Reviews, Band 4, Heft 6 (2018), DOI: [10.1515/psr-2018-0010](https://doi.org/10.1515/psr-2018-0010).

Taralon 1991

Taralon, Jean: Observations sur le portail central et sur la façade occidentale de Notre-Dame de Paris, in: Bulletin Monumental 149 (1991), S. 342-432.

Tebel 2019

Tebel, Magdalena: St. Lorenz in Nürnberg: Das Westportal und seine Skulptur – Konzept ist Programm, Unveröffentlichtes Manuskript der gleichnamigen Dissertation, Bamberg 2019.

Tenschert 2019a

Tenschert, Ruth: Varianten der Restaurierung - Beobachtungen zu Restaurierungsmaßnahmen an mittelalterlichen Portalen am Beispiel der Gnadenpforte des Bamberger Doms, in: Das Kirchenportal im Mittelalter, hg. von Stephan Albrecht, Stefan Breitling und Rainer Drewello, Petersberg 2019, S. 250-261.

Tenschert 2019b

Tenschert, Ruth: Cathedral Notre Dame in Paris – The inscription of the south transepts façade: Medieval relict or 19th century recreation?, in: Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLII-2/W15, 2019, S. 1141-1147, DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2 W15-1141-2019>.

Tenschert et al 2019

Tenschert, Ruth / Rahrig, Max / Drewello, Rainer / Kempgen, Sebastian: Scratches? Scribbles? Scripture! Revealing the unseen – 3D scanning of Glagolitic graffiti of the 10th century at Saint Naum, in: Proceedings of the 23th CHNT Vienna 2018, hg. von Museen der Stadt Wien / Stadtarchäologie Wien, Wien 2019, DOI: https://archiv.chnt.at/ebook_chnt23_tenschert/ (letzter Zugriff 04.01.2023)

Tenschert 2022

Tenschert, Ruth: Die Wiener Fürstentore – Neue Beobachtungen zum Bestand und der Veränderungsgeschichte, in: St. Stephan in Wien. Die „Herzogswerkstatt“, hg. von Barbara Schedl und Franz Zehetner, Wien/Köln/Weimar 2022.

Thomas 2009

Thomas, Cynthia: Das Weltgerichtsportal der Sebalduskirche in Nürnberg: Restaurierungs- und Entwicklungsgeschichte, in: Das Weltgerichtsportal der Sebalduskirche in Nürnberg, hg. von Bauhütte St. Sebald Nürnberg e.V., Stuttgart 2009, S. 13-25.

Thorpe 1912

Thorpe, Thomas Edward: A Dictionary of Applied Chemistry, Bd. 1, London 1912.

Tietze 1931

Tietze, Hans: Geschichte und Beschreibung des St. Stephansdomes in Wien (= Österreichische Kunsttopographie, hg. von Kunsthistorisches Institut des Bundesdenkmalamtes, Band 23), Wien 1931.

Timbert 2014

Timbert, Arnaud: Un procédé novateur. La silicatisation, in: Chartres. Construire et restaurer la cathédrale (XIe–XXIe siècle), hg. von Arnaud Timbert, Villeneuve d'Ascq 2014, S. 137-143.

Timbert 2017

Timbert, Arnaud: Remarques sur la polychromie d'architecture dans la France septentrionale des XIIe et XIIIe siècles, in: Anastasis. Research in Medieval Culture and Art 4.2 (2017), S. 41-59.

Trinkl / Drewello / Bellendorf 2021

Trinkl, Ulrike / Drewello, Rainer / Bellendorf, Paul: TGA(-IR-)GCMS-Kopplung für eine direkte Bestimmung historischer Baumharze, in: Sonderband Metalla 2021 zur Jahrestagung Archäometrie und Denkmalpflege, 2021, S. 71-73.

Tschischka 1843

Tschischka, Franz: Die Metropolitankirche zu St. Stephan in Wien, Wien 1843.

Ulmann 2008

von Ulmann, Arnulf: The Virtual Reconstruction of Mediaeval Polychromy, in: Circumlitio, The Polychromy of Antique and Mediaeval Sculpture, hg. von Vinzenz Brinkman, Oliver Primavesi und Max Hollein, Frankfurt am Main, 2008, S. 382-392.

Unckenbold 1955

Unckenbold, Dieter: Untersuchungen zur Entwicklung des Deutschen Kirchenportals von ca. 1250 bis 1350 (Diss. Göttingen 1955), maschinengeschriebene Dissertation.

Urbanek 2016

Urbanek, Regina: zur Untersuchung polychromierter Steinskulptur in Deutschland, in: Österreichische Zeitschrift für Kunst und Denkmalpflege, Heft 3/4 (2016), S. 308-317.

Van den Abeele-Bellon 1979

Van den Abeele-Bellon, Rosa: De Onze-Lieve-Vrouwkerk van Pamele te Oudenaarde, Gent 1979.

Verret / Steyaert 2002

Verret, Denis / Steyaert, Delphine: La couleur et la pierre. Polychromie des portails gothiques, Actes du Colloque Amiens 12-14 octobre 2000, Amiens, Paris 2002.

Vidal et al. 2016

Vidal, Céline M. / Métrich, Nicole / Komorowski, Jean-Christophe / Pratomo, Indyo / Michel, Agnès / Kartadinata, Nugraha / Robert, Vincent / Lavigne, Franck: The 1257 Samalas eruption (Lombok, Indonesia): the single greatest stratospheric gas release of the Common Era, in: Nature, Scientific Reports, 6, 2016. DOI: [10.1038/srep34868](https://doi.org/10.1038/srep34868).

Viollet le Duc 1845-1868

Viollet le Duc, Eugène: Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle, Edition Bance-Morel, Paris 1854-1868, Volume 1, S. 116-166, Volume 2, S. 279-392.

Viollet-le-Duc 1864a

Viollet-le-Duc, Eugène: Peinture, in: Ders., Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle, Bd. 7, Paris 1864, S. 56-110.

Viollet-le-Duc 1864b

Viollet-le-Duc, Eugène: Pierre, in: Ders., Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle, Bd. 7, Paris 1864, S. 121-130.

Viollet-le-Duc 1870

Viollet-le-Duc, Eugène: Peintures Murales des Chapelles de Notre-Dame de Paris. Exécutées sur les cartons de E. Viollet-le-duc, relevées par Maurice Ouradou, Paris 1870.

Online verfügbar: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b105462094.item> (letzter Zugriff 02.03.2020)

Völkle 2016

Völkle, P.: Werkplanung und Steinbearbeitung im Mittelalter, Grundlagen der handwerklichen Arbeitstechniken im mittleren Europa von 1000 bis 1500, Ulm 2016.

Weeks 1998

Weeks, Christopher: The ‚Portail de la Mère‘ of Amiens Cathedral. Its Polychromy and Conservation. In: Studies in Conservation, 43 (1998), S. 101-108.

Weilandt 2015

Weilandt, Gerhard: Das Domstift des 13. Jahrhunderts, in: Die Kunstdenkmäler von Oberfranken; IV, Stadt Bamberg 2 – Domberg; 1. Drittelband: Stadt Bamberg, Domberg, 1. Das Domstift, Teil 1: Baugeschichte, Baubeschreibung, Analyse, hg. von Matthias Exner, Bamberg 2015, S. 187-215.

Weinberger 1930/1931

Weinberger, Martin: Die Madonna am Nordportal von Notre-Dame, in: Zeitschrift für bildende Kunst 64 (1930/1931), S. 1-6.

Weiss 1857

Weiss, Karl: Die Restauration des St. Stephans-Domes in Wien, in: Mittheilungen der k.k. Central-Commission zur Erforschung und Erhaltung der Baudenkmale, hg. von Carl Czoernig, Wien 1857, S. 225-227.

Weyer et al. 2015

Weyer, Angela, Pilar Roig Picazo et al. (Hg.): EwaGlos. European Illustrated Glossary of Conservation Terms for Wall Paintings and Architectural Surfaces. Documentation, Petersberg 2015.

Wilkes 1810

Wilkes, John: Encyclopaedia Londinensis. Or, Universal Dictionary of Arts, Sciences, and Literature, Bd. 4, London 1810, S. 255–256.

Whittington 1809

Whittington, George Downing: An Historical Survey of the Ecclesiastical Antiquities of France, London 1809.

Wörle / Lombardo / Burkhardt /Schwinn Schürmann 2018

Wörle, Marie / Lombardo, Tiziana / Burkhardt, Bianca / Schwinn Schürmann, Dorothea: PolyBasel - Interdisziplinäre Studien der historischen Malschichten des Basler Münsters (= Abschlussbericht des gleichnamigen Projektes von 2015/16), Basel 2018.

Wülfert 1999

Wülfert, Stefan: Der Blick ins Bild, Lichtmikroskopische Methoden zur Untersuchung von Bildaufbau, Fasern und Pigmenten, Ravensburg 1999.

Internetquellen:

Artec Scanner Spezifikationen: <https://www.artec3d.com/de/portable-3d-scanners/artec-eva#specifications> (Letzter Zugriff 20.08.2020).

Booklet Artec Scanner: <https://www.artec3d.com/files/pdf/ArtecScanners-Booklet-de.pdf> (Letzter Zugriff 20.08.2020).

Bamberger Dom Digital: <https://www.uni-bamberg.de/bauforschung/forschung/projekte/bamberger-dom/der-bamberger-dom-digital/>
(Letzter Zugriff: 09.10.2020).

Nibelungensäle 2018

Bayerische Verwaltung der Staatlichen Schlösser, Seen und Gärten: Die Nibelungensäle im Königsbau der Residenz München. Fachtagung zum Abschluss der Restaurierungsmaßnahme. 24. und 25. Oktober 2018.

(https://www.schloesser.bayern.de/deutsch/ueberuns/rz/service/Publikation_Nibelungensaele2018.pdf) Letzter Zugriff 20.04.2020

Charta von Venedig (1964) https://www.icomos.org/charters/venice_e.pdf (Letzter Zugriff: 12.10.2020).

Faro- Scannerspezifikationen: https://de-knowledge.faro.com/Hardware/3D_Scanners/Focus/Quality_Setting_Function_on_the_Focus3D
(Letzter Zugriff 21.08.2020).

Moosburg Rekonstruktion: https://woodford-project.com/?page_id=44 (letzter Zugriff 20.08.2020).

Jetzt unter: <https://www.sybille-woodford.com/> (Letzter Zugriff 02.03.2021).

POP „La plateforme ouverte du patrimoine“ <https://www.pop.culture.gouv.fr/> (Letzter Zugriff 31.07.2020) .

The Nara document on authenticity (1994) <https://www.icomos.org/charters/nara-e.pdf> (Letzter Zugriff: 12.10.2020).

Trésor de la langue française informatisé, Onlineausgabe: <http://atilf.atilf.fr/> Schlagwort: Nankin.
(Letzter Zugriff: 19.03.2020).