

## DIE KONSERVIERUNG DER GEWÖLBEMALEREIEN IN DER KRYPTA DER STIFTSKIRCHE ST. SERVATIUS IN QUEDLINBURG IM RAHMEN EINES FORSCHUNGSPROJEKTES DER HFBK DRESDEN 2001–2006

*In Gedenken an Prof. Heinz Leitner (1953–2007)*

Über den Dächern der Stadt Quedlinburg erheben sich die weithin sichtbaren Türme der romanischen Stiftskirche St. Servatius. Ihre alles überragende Lage auf dem Burgberg verweist auf die einstige Bedeutung des Quedlinburger Damenstifts,<sup>1</sup> das sich unter den Ottonen als ein Hort der Kultur und der Kirchenpolitik etablierte. Seit 1994 gehört die Stiftskirche zusammen mit dem Schloss und der Quedlinburger Altstadt zum Weltkulturerbe der UNESCO.

Die Krypta der Stiftskirche ist als dreischiffige weitläufige Hallenkrypta ausgebildet und beeindruckt durch die Vielgestalt ihrer Kapitelle. In ihr befinden sich unter



[2] Gewölbefeld X-2, Szene aus dem Susannenzklus

[1] Gewölbemalereien in der Krypta der Stiftskirche St. Servatius in Quedlinburg



anderem die Gräber von König Heinrich I. und seiner Gemahlin Mathilde sowie die Grabplatten mehrerer Äbtissinnen. Die im östlichen Bereich erhaltenen Gewölbemalereien sind von herausragender kulturhistorischer Bedeutung (Abb. 1). Als ein Zeugnis der ursprünglich reichen malerischen Ausgestaltung der romanischen Basilika spiegeln ihre Bildinhalte das geistig-religiöse Gedankengut der Ordensgemeinschaft wider. Das umfangreiche Bildprogramm entstand vermutlich Ende des 12. Jahrhunderts und ist damit jünger als der aus dem späten 11. und frühen 12. Jahrhundert stammende Kirchenbau. Neben Szenen aus dem Alten und Neuen Testament werden unter anderem die Wundertaten Jesu sowie die Susannengeschichte dargestellt. Besonders augenfällig ist die Darstellung des thronenden Kaisers Otto des Großen, den ein Titulus als »Otto Rex« ausweist. Der Susannenzklus ist durch die besondere Bildfindung und seine narrative Qualität als einzigartig anzusehen und erstreckt sich über ganze zehn Gewölbefelder (Abb. 2, 3)! Dabei verkörpert Susanna in der biblischen Erzählung die Werte und Tugenden der Stiftsdamen, die ihnen als Vorbild für ein sittliches und gottesfürchtiges Leben dienten. Die ehemals hohe malerische Qualität der Darstellungen lässt sich heute nur noch anhand der erhalte-



[3] Gewölbefeld VI-1, Szene aus dem Susannenzklus: Susanna im Bade

nen Unterzeichnung erahnen, die mit bemerkenswerter Sicherheit und ohne erkenntliche Übertragungshilfen ausgeführt wurde. Trotz der beklagenswerten Verluste ursprünglicher malerischer Qualitäten, ist dieser bedeutende Zyklus dennoch in einem verhältnismäßig unverfälschten Zustand überkommen. Seit seiner Aufdeckung zu Beginn des 20. Jahrhunderts beschränkten sich die Restaurierungen darauf, das Vorgefundene zu erhalten und auf malerische Ergänzungen weitgehend zu verzichten.

Der besorgniserregende Erhaltungszustand der Gewölbemalereien erforderte schließlich im Jahr 2000 eine Schließung der Krypta für den Besucherverkehr. Im Bewusstsein der großen konservatorischen Verantwortung wurde im Jahr 2001 durch das Landesamt für Denkmalpflege Sachsen-Anhalt in Zusammenarbeit mit der Hochschule für Bildende Künste Dresden ein umfangreiches Forschungsprojekt initiiert,<sup>2</sup> das – großzügig durch das Land Sachsen-Anhalt gefördert – ein beispielhaftes Konzept für die Konservierung der Malereien entwickeln sollte, um den langfristigen Erhalt der Malereien sicherzustellen. Hierfür war zunächst eine umfassende Bestands- und Schadenserfassung als notwendige Bewertungsgrundlage zu erstellen. In Zusammenarbeit mit Naturwissenschaftlern verschiedener Labore und Insti-

tutionen<sup>3</sup> erfolgten zeitgleich Untersuchungen zur Schadensdynamik, zur Maltechnik und zum Raumklima. Eine besondere Herausforderung lag in der Vermessung der gewölbten Bildfelder<sup>4</sup> deren entzerrte Fotografien als Grundlage für die zu erfolgende detaillierte Bestands- und Zustandskartierung benötigt wurden. Ein kunstwissenschaftliches Dissertationsvorhaben<sup>5</sup> sowie zwei restauratorische Studienarbeiten begleiteten und ergänzten diese Vorarbeiten mit unterschiedlichen Schwerpunkten. Eine Studie zur Werktechnik lieferte wesentliche Erkenntnisse zum materiellen Aufbau wie zur werktechnischen Ausführung der Malereien.<sup>6</sup> Eine weitere Arbeit untersuchte und bewertete die konservatorischen Auswirkungen der in den sechziger Jahren zur Festigung der Malschicht eingebrachten Kunststoffe und die damit verbundenen Schadensmechanismen, um auf die besonderen konservatorischen Erfordernisse des Kunstwerkes in geeigneter Weise reagieren zu können.<sup>7</sup>

Im Rahmen einer Diplomarbeit konnte schließlich im Jahr 2004 ein Konservierungskonzept erarbeitet werden,<sup>8</sup> das aus einer Bewertung verschiedener Behandlungsmethoden hervorging und schließlich in einer Probeachse exemplarisch umgesetzt wurde. Auf der Grundlage dieses Konzeptes erfolgte die Konservierung und Restaurierung der Malereien in drei Teilabschnitten in den Jahren 2004–2006. Ihr heterogener Erhaltungszustand machte eine kontinuierliche Kontrolle des Restaurierungserfolges und eine stete Anpassung an neue Problemstellungen notwendig. Diese von der HfBK Dresden durchgeführten Maßnahmen wurden durch ein internationales Team spezialisierter freiberuflicher Restauratoren begleitet. Darüber hinaus ermöglichte der modellhafte Charakter des Projekts die Vermittlung neuester Methoden der Konservierungswissenschaften. So waren die Mitarbeit von Studierenden und das Angebot von Sommerpraktika feste Bestandteile des dreijährigen Hochschulprojektes.

Mit Beendigung der Arbeiten Ende des Jahres 2006 war schließlich auch eine konservatorische Behandlung der angrenzenden Gewölbeputze der westlichen Joche des Mittelschiffs und der Seitenschiffe erfolgt. Im Mittelpunkt stand dabei die Konsolidierung der mittelalterlichen Putze. Zudem wurden die Fenstern und Türen repariert und abgedichtet, was zu einer erheblichen Verbesserung des Raumklimas führte.

Seit 2006 wird im zweijährigen Rhythmus eine Kontrolluntersuchung durchgeführt, die den langfristigen Erhalt der Malereien sicherstellen soll. Durch eine datenblattgestützte Zustandskontrolle, dem »Monitoring« an Referenzflächen und der Auswertung von Klimadaten können Veränderungen registriert und Missstände zeit-



[4] Postkarte mit Ansicht der Krypta von Osten, 1891



[5] Malereitragender Gewölbeverputz, Dünnschliff, linear pol., Bildhöhe 9 mm

nah behoben werden. Am 14. März 2009 wurde die Krypta mit einem Festgottesdienst nach sechs Jahren Schließung wieder der Öffentlichkeit übergeben.

#### BESTANDS- UND RESTAURIERUNGSGESCHICHTE

Der heutige fragmentarische Erhaltungszustand der Malereien geht auf tiefgreifende bauliche Veränderungen im Laufe der Jahrhunderte zurück. Der 1320 erfolgte Umbau des hohen Chores unter Äbtissin Jutta von Kranichfeld sah auch für die Krypta neue Raumöffnungen und Eingriffe an den Wänden vor. Großflächige gotische Putzergänzungen an den Gewölben bezeugen den erheblichen Substanzverlust, der mit großer Wahrscheinlichkeit auch mit einer Übertünchung der Malereien einherging. So abgedeckt und den Blicken entzogen, geriet das Bildprogramm für Jahrhunderte in Vergessenheit und wurde erst Anfang des 19. Jahrhunderts wiederentdeckt.<sup>9</sup>

Die genauen Umstände der Freilegung der Malereien sind nicht bekannt. Die erste fotografische Abbildung der freigelegten Malereien stammt aus dem Jahr 1891 (Abb. 4). Hack- und Kratzspuren zeugen von einer schnellen und unsachgemäßen Ausführung, die sicher zu einer weiteren Reduzierung des vorgeschädigten Malereibestandes führte. Da man um den dauerhaften Erhalt der Malereien fürchtete, wurde 1906 der Kirchenmaler Reinhard Ebeling mit der Anfertigung von Pausen und Aquarellen beauftragt. Während dieser Maßnahme wurden weitere Bereiche aufgedeckt. Es entstanden 31 kolorierte Pausen und 16 Aquarelle, die uns heute einen Eindruck des damaligen Zustands vermitteln.<sup>10</sup>

Die nachfolgenden Restaurierungsmaßnahmen unter Albert Leusch 1934 und unter Konrad Riemann 1967/68 ermöglichten zwar eine zeitweilige Stabilisierung des stark entfestigten Malereigefüges, es wurden dabei aber auch verschiedene, aus heutiger Sicht problembehaftete

Materialien eingebracht. So wurden beispielsweise 1934 gips- und kaseinhaltige harte Injektions- und Ergänzungsmörtel verwendet.<sup>11</sup>

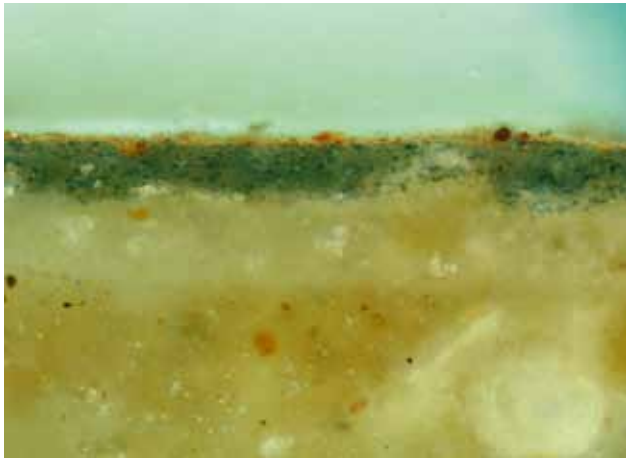
Weiterführende Kenntnisse über die unter Konrad Riemann verwendeten Materialien ergaben sich insbesondere aus seinem gemeinsam mit Helmut Materna veröffentlichten Referat *Beiträge zur Anwendung von Kunststoffen in der Restaurierungs- und Konservierungspraxis*<sup>12</sup> und aus der handschriftlichen Dokumentation der Konservierungskampagne von 1967/68. Demnach wurden zur Konsolidierung verschiedene Kunstharzdispersionen bzw. -lösungen in unterschiedlichen Verfahren angewandt:

Eine Dispersion auf Basis von Polyvinylacetat<sup>13</sup> wurde mit Kalk vermischt als Hinterfüllkleber zur punktuellen Konsolidierung des Putzes, aber auch zur flächigen Behandlung bindungsarmer, sandender Putze verwendet. Zudem wurde sie dem Ergänzungsmörtel und den Retuschierfarben als zusätzliches Bindemittel beigegeben. Polyvinylalkohol<sup>14</sup> wurde zur Verfestigung gelockerter und pudernder Malschichten flächig aufgesprüht. Polymethylmethacrylat wurde als eine Art Abschlussfirnis aufgetragen. Die tschechische Acrylat-Dispersion Disapol M1 wurde zu diesen Zwecken von den ausländischen Kollegen bezogen.<sup>15</sup>

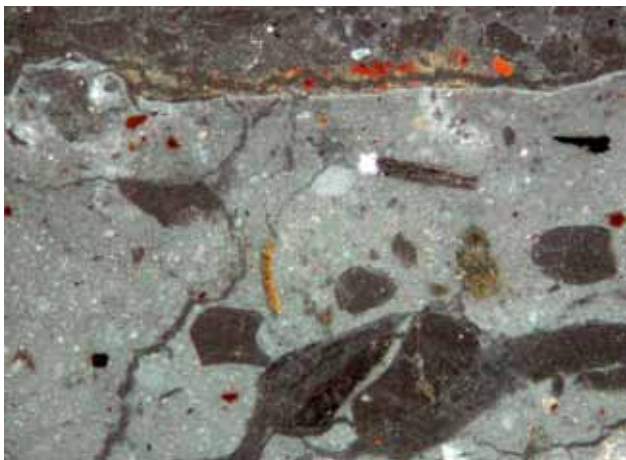
Dieser Überzug sollte die Malerei vor allem vor hygrischen Einflüssen schützen und im Bereich aufliegender Weißschleier durch mehr Brillanz und Tiefenlicht die ästhetische Erscheinung aufwerten.

#### KUNSTTECHNOLOGISCHE AUSFÜHRUNG

Der malereitragende Putz der Gewölbe ist als typischer Kellenglättputz zu bezeichnen. Die Putzportionen wurden angeworfen und dann mit einer Zungenkelle geglä-



[6] In einer Kalkschicht eingebettetes rotes Pigment (Mennige), von Kalktünche überdeckt, Querschliff, Bildbreite ca. 2,5 mm



[7] Farbschicht oberhalb der Sinterhaut des Kalkputzes belegt Seccotechnik, Dünnschliff, Auflicht, Bildbreite ca. 4,5 mm

tet. Die Putzfläche weist unterschiedliche Glättungsgrade auf. Stark verdichtete Partien und relativ »raue« Bereiche mit Putznestern wechseln sich ab, was für eine zügige Arbeitsweise spricht. Anhand kleinerer Putzüberlappungen lässt sich sogar die Arbeitsrichtung beim Glätten des Putzes erkennen, die vorwiegend von oben nach unten erfolgte. Es handelt sich um einen bindemittelreichen Kalkmörtel mit einem Gemisch aus verschiedensten Gesteinsbruchstücken<sup>16</sup>. Der Mörtel ist reich an Bindemittelpartikeln und besitzt eine homogene Matrix mittlerer Porosität (Abb. 5).

Die technische Ausführung der Malerei erfolgte auf zwei auch räumlich eindeutig unterscheidbare Arten. Im westlichen Teil der Krypta lässt sich eine flächig aufgetragene Kalktünche als Malschichtträger nachweisen. In den so behandelten Gewölbefeldern ist die Malerei auch am vollständigsten erhalten. Die mikroskopische Untersuchung ergab eine eindeutige Kalkbindung der Pigmente; der Malprozess erfolgte also direkt auf der frisch aufgetragenen Kalkschicht (Abb. 6). Im östlichen Teil der

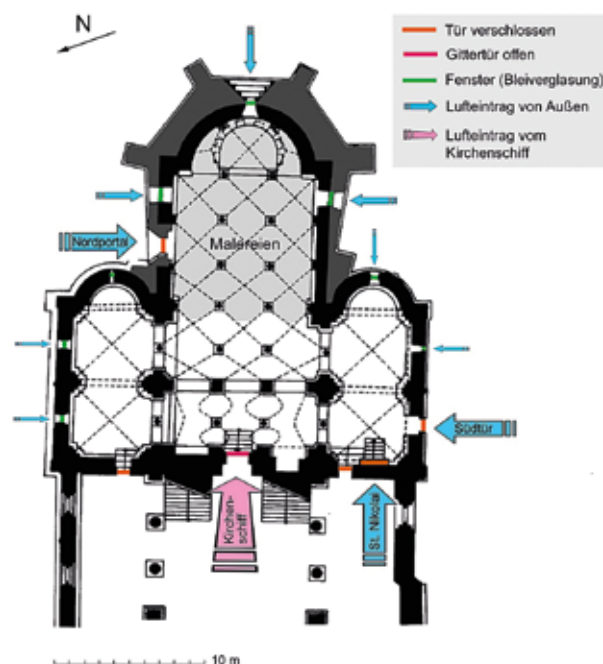
Krypta hingegen liegt die Malerei größtenteils direkt auf dem Putz. Die mikroskopische Auswertung konnte eine Sinterhaut unter der Malschicht nachweisen, welche die Ausführung der Malerei auf einem bereits trockenen Putz belegt (Abb. 7). Obwohl kein organisches Bindemittel nachgewiesen werden konnte, ist wohl von einer Seccotechnik auszugehen.

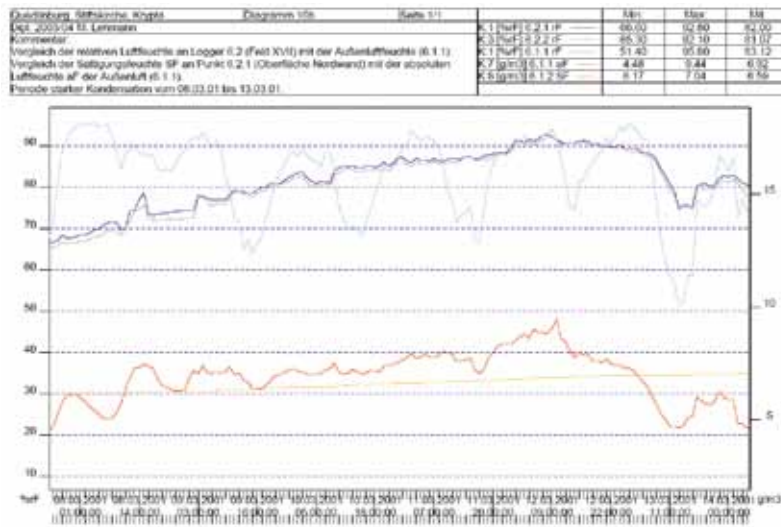
Es konnten keine Übertragungshilfen wie z. B. Ritzungen, Pauspunkte oder andere Konstruktionslinien gefunden werden. Bemerkenswert ist die sichere Ausführung der Unterzeichnung ohne sichtbare Korrekturen. Auf die Unterzeichnung folgte die flächige Anlage der Lokaltöne von Gewändern, Hintergrund und Architektur. Inkarnate haben sich nur vereinzelt erhalten. Schließlich wurde über den Lokaltönen eine Binnenzeichnung aufgetragen, die vor allem in den Gewandpartien als Faltenwürfe unterschiedliche Farben aufweisen kann. Als verwendete Pigmente konnten roter und gelber Ocker, grüne Erde, Mennige, Zinnober, Vivianit und Malachit nachgewiesen werden.<sup>17</sup>

SCHADENSURSACHEN

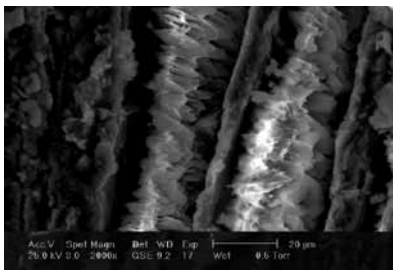
Die Schadensursachen lassen sich hauptsächlich mit mangelnder Baupflege und einer langjährigen Verwahrlosung des Baukörpers begründen. So konnte ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Feuchtebelastung im Innern und der unzureichenden Wasserableitung im Außenbereich hergestellt werden. Die erheblichen Klimaschwankungen des Raumes und die wiederkehrend hohen Luftfeuchten ließen sich auf den intensiven Luftaus-

[8] Der Lufteintrag in die Krypta durch Raumöffnungen

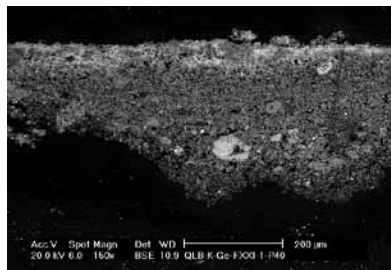




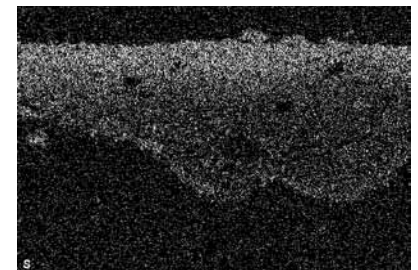
[9] Eine Periode mit starker Kondensation im März 2001 führte zu einer kontinuierlichen Erhöhung der Raumluftfeuchte.



[10] Anreicherung von Gips in schichtsilikatischen Zuschlägen, REM-Untersuchung



[11] REM-Untersuchung am Querschliff, Prof. Dr. Weber



[12] EDX-Scan für Schwefel, Verteilung von Gips

tausch infolge undichter Fenster und Türen zurückführen (Abb. 8). Zusätzliche Gründe für starke klimatische Schwankungen lagen in der unsachgemäßen Nutzung des Raumes begründet. Während der Führungen wurde die Tür des Nordportals regelmäßig über mehrere Minuten geöffnet, um die fehlende Beleuchtung auszugleichen. In den Frühjahrsmonaten kam es zudem zu Kondensationsereignissen. In den kritischen Phasen konnten Spitzenwerte von bis zu 93% r. F. erfasst werden (Abb. 9). Die extremen Schwankungen der relativen Luftfeuchte beschleunigten zudem die Dynamik von Schadensprozessen an den Gewölbemalereien, die durch bauschädliche Salze, eingebrachte Kunststoffe und das Wachstum von Mikroorganismen bestimmt wurden.

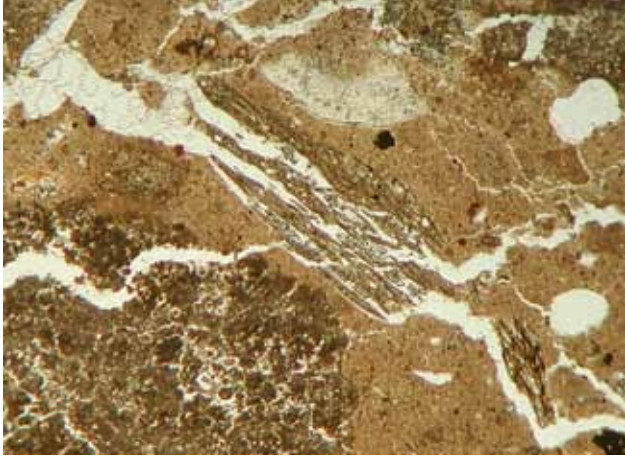
Hygrische Quell- und Schrumpfungsprozesse wirkten auf Träger- und Oberflächenmaterialien und verminderten deren strukturelle Festigkeit. Vor allem die schichtsilikatischen Bestandteile im Zuschlag des Putzmörtels sind bei Feuchtigkeitseinwirkung erheblichen Volumenänderungen unterworfen und üben mechanischen Stress aus. Die eingebrachten synthetischen Polymere reagieren ihrerseits bereits bei leicht erhöhter Luftfeuchte mit einer im Verhältnis zum mineralischen Gefüge um ein Vielfaches größeren Quelldehnung. Die unterschiedlichen Dehnungskoeffizienten der Substanzen bewirkten

das Auftreten von Spannungen und führten schließlich zur Ausbildung blasenförmiger Abhebungen.<sup>18</sup>

Des Weiteren waren die starken Feuchteschwankungen für zyklische Lösungs- und Kristallisationsprozesse von Salzen verantwortlich. Die Kristallisation leichtlöslicher Salze<sup>19</sup> führte zur Ausbildung struktureller Gefügeschäden, die sich durch sandende Oberflächen bemerkbar machen. Durch vermehrten Feuchteeintrag, insbesondere durch Kondensation, erhöhte sich die Mobilität schwerlöslicher Salze (v. a. Gips). Durch den Transport gelöster Gipsionen bis an die Oberfläche kam es zur Anreicherung und Verdichtung des porösen Gefüges und zur Ausbildung von Sinterkrusten und weißen Auflagerungen. All diese Phänomene belegen die Aktivität schadensdynamischer Prozesse unter Feuchtigkeitseinwirkung.

Der massive Eintrag von Feuchtigkeit förderte letztlich auch die Aktivität von Mikroorganismen. Die mikrobielle Besiedlung durch Schimmelpilzkulturen wurde durch das reichhaltige Angebot organischer Substanzen (Kunststoffe), die als Nahrungsquelle dienten, und durch den Eintrag ausreichender Feuchtigkeit befördert.

Die exponierte Lage des Kirchenbaus begünstigte in der Vergangenheit zugleich die Schadstoffimmission. Die damit verbundene Vergipsung der Putzoberfläche



[13] Schichtsilikatischer Zuschlagspartikel führt zur Schädigung des Gefüges, Dünnschliff, linear pol., Bildbreite ca. 2,1 mm



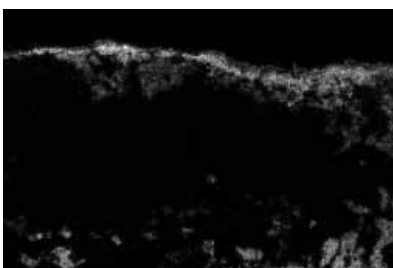
[17] Blasenförmige Deformationen der oberen Putzhaut, Bildbreite ca. 8 cm



[14] Kleinteilige Abhebungen und Ausbrüche über Zuschlagspartikel



[15] Weißer Gipsbelag über rotem Pigment (Mennige), lichtmikroskopische Untersuchung am Querschliff, Bildbreite ca. 1,5 mm

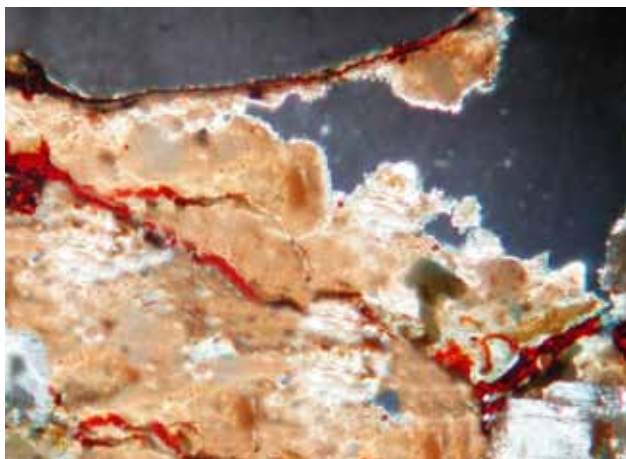


[16] Weißer Gipsbelag auf der Oberfläche, Querschliff, EDX für Schwefel, Prof. Dr. Weber, Bildbreite ca. 1,5 mm

führte durch die Anreicherung von Gipskristallen in den Glimmerschieferpartikeln des Putzes zur Ausprägung kleinteiliger Abhebungen und Ausbrüche (Abb. 10–14). Des Weiteren konnte auf der Malschichtoberfläche eine Gipsanreicherung in Form dünner geschlossener Krusten beobachtet werden (Abb. 15, 16). Die gesamte Malerei war in den oberflächennahen Bereichen bis in circa 300 µm Tiefe mehr oder weniger vergipst. Die Anreicherung kleinster Gipskristalle in den Poren hatte das Gefüge verdichtet, wodurch der Feuchteaustausch behindert und eine weitere Anreicherung von Salzen begünstigt wurde.

Neben einer feststellbaren visuellen Beeinträchtigung durch Oberflächenglanz, Vergilbung und Verbräunung durch die eingebrachten Kunststoffe ließ sich durch diese auch eine Verschärfung der Schadensdynamik nachweisen. Der Kunststofffilm fungierte als Diffusionssperre gegenüber wässrigen Lösungen und begünstigte eine weitere Anreicherung bauschädlicher Salze im Putzgefüge sowie die Bildung blasenartiger Deformationen in der oberen Putzhaut (Abb. 17). Die in den Poren befindlichen Salzionen beförderten durch ihre zyklische Kristallisation zunächst eine Schwächung des Gefüges, die schließlich zu einer allmählichen Ablösung von Teilen der oberen Putzhaut führte. Hygrische Quell- und Schrumpfungsprozesse verursachten dann die Ausbildung von Deformationen.<sup>20</sup> Das Phänomen der aufrollenden Malschicht war hingegen auf die Versprödung und die Volumenkontraktion alternder Polymerfilme zurückzuführen. Durch die Scherspannung der kompakten aufliegenden Polymerfilme und die dabei gute Haftung am Untergrund kam es zum Abreißen der Malschicht bzw. zu ihrer konkaven Verwölbung (Abb. 18).

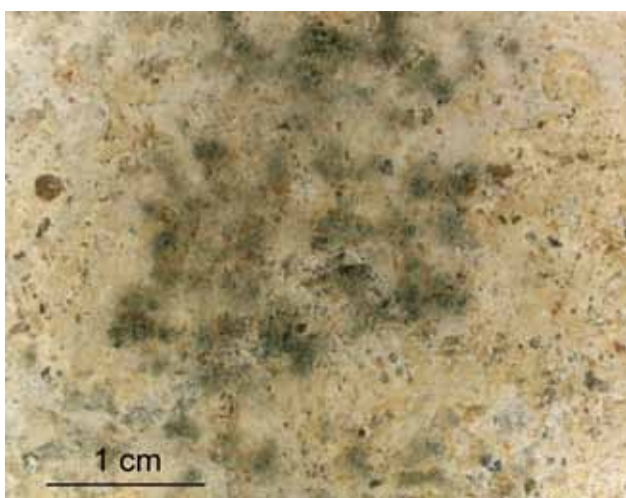
Darüber hinaus waren die eingebrachten organischen Konservierungsmittel neben der hohen Feuchtebelastung für das starke Wachstum der zum Teil gesundheitsgefährdenden Schimmelpilzkulturen verantwortlich. Brau-



[18] Aufrollende Malschicht, Bildbreite ca. 1 cm



[20] Durch die Abnahme von Kittungen aufgedeckte Malerei



[19] Ansammlung von Schimmelpilzen auf der Wandmaleroberfläche



[21] Konsolidierung von Schollen und Blasen, vorsichtiges Anlegen

ne und schwarze fleckenförmige Beläge auf der Wandmaleroberfläche wurden als Kolonien mikrobiologischer Besiedlung identifiziert (Abb. 19). Durch die Prozesse der Biodegradation ergab sich eine weitere Belastung der Maleroberflächen durch organische Säuren, die durchaus eine Gefährdung für Pigmente und Bindemittel darstellen können.<sup>21</sup> Die Umwandlung von Calciumcarbonat in schwerlösliches Calciumcarboxylat kann als ein Hinweis auf ehemals aktive mikrobielle Abbauprozesse angeführt werden. Zusätzlich ist durch den natürlichen Abbau synthetischer Polymere die Entstehung organischer Säuren möglich.<sup>22</sup>

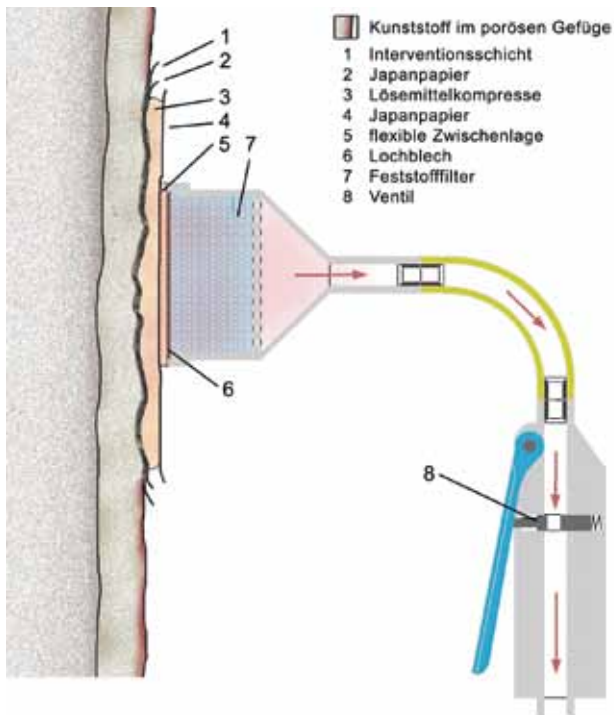
#### KONSERVIERUNGSKONZEPT

Die außerordentlich komplexe Schadensproblematik wie der fortschreitende Substanzverlust forderten die Entwicklung eines Gesamtkonzeptes für die Konservierung unter Einbeziehung präventiver Maßnahmen zur Verbesserung exogener Einflüsse ein. So waren die Instandsetzung der äußeren Bauhülle sowie die Reparatur und

Abdichtung der Raumöffnungen, um eine nachhaltige Stabilisierung der klimatischen Verhältnisse zu ermöglichen, wesentliche Voraussetzungen des Vorhabens. Die konservatorische Zielstellung forderte neben der Sicherung und Konsolidierung gefährdeter Malereibereiche aber gleichzeitig eine Wiederherstellung der porösen Eigenschaften des mineralischen Gefüges sowie dessen thermischen und hygrischen Gleichgewichts. Dies erforderte zwingend eine Reduzierung der eingebrachten Kunststoffe sowie der bauschädlichen Salze mit dem Schwerpunkt auf eine Umwandlung und Verminderung der starken Vergipfung der Putzoberfläche. Des Weiteren waren die Abnahme kunststoffhaltiger Retuschen und gipshaltiger Putzergänzungen sowie die Behandlung der mikrobiellen Beläge weitere unabdingbare Maßnahmen.

#### KONSERVATORISCHE BEHANDLUNGEN

Zur Wiederherstellung der porösen Eigenschaften der Putzoberflächen war eine Abnahme der kunststoffhaltigen Retuschen unumgänglich. Diese befanden sich haupt-



[22] Schematische Darstellung des Niederdruckverfahrens und seiner Anwendung



[23] Anwendung des Niederdruckverfahrens

sächlich auf der Oberfläche von Putzergänzungen, waren aber teilweise über die Begrenzung hinaus auf dem Original ausgeführt worden. Die Entfernung harter gipshaltiger Putzergänzungen muss aus konservatorischer und ästhetischer Sicht ebenfalls als ein Gewinn für die Malereien angesehen werden. Nach einer Kompressenaufgabe mit gesättigter Ammoniumcarbonatlösung konnten kunststoffhaltige Retuschen und gipshaltige Putzergänzungen ausreichend erweicht und vorsichtig abgenommen werden. Bei der Anwendung wurde akribisch auf einen ausreichenden Abstand der Komresse zum malereitragenden Putz geachtet. In einigen Bereichen konnten zudem einige im Zuge der Putzergänzung abgedeckte Maleroberflächen wieder freigelegt werden (Abb. 20).

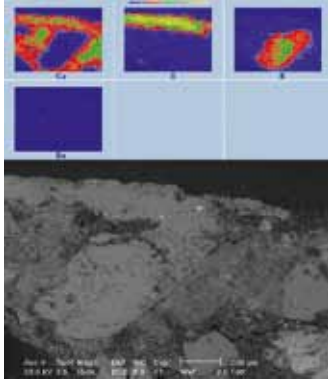
Ein weiterer Behandlungsschwerpunkt war die Verklebung und das Anlegen blasenförmiger Deformationen und kleinteiliger Schollen. Zu deren Konsolidierung wurde eine wässrige Kieselsäuredispersion<sup>23</sup> in geringer Konzentration mittels Pinsel punktuell appliziert. Der Eintrag des Dispergiermittels Wasser bewirkte eine zusätzliche Flexibilisierung der Blasen und ermöglichte schließlich ein vorsichtiges Anlegen (Abb. 21). Um der Bildung weißer oder glänzender Beläge durch Auflage von Kieselgel auf der Oberfläche entgegenzuwirken, wurde eine Benetzung der Maleroberfläche so weit wie möglich vermieden. Durch eine vorsichtige Reinigung mit destilliertem Wasser direkt nach der Behand-

lung konnten Rückstände von der Oberfläche abgenommen und damit die oben erwähnten unerwünschten Nebeneffekte vermieden werden.

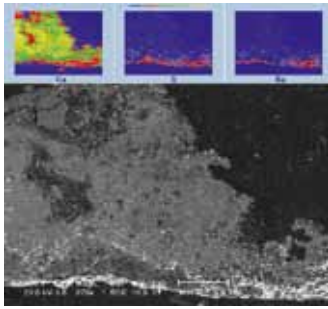
Die Applikation einer Interventionsschicht in Form eines einlagig aufgetragenen Japanpapiers hoher Festigkeit verfolgte das Ziel, die Maleroberfläche während der nachfolgenden wechselnden Behandlungen in ausreichendem Maße zu sichern. Durch die Wahl eines geeigneten Klebemittels mit genügender Durchlässigkeit wurde der Austausch von wässrigen Lösungen gewährleistet. Zur Applikation wurde Carbopol EZ-2 als niedrig dosiertes neutrales wässriges Gel angewandt.<sup>24</sup>

Das Ziel einer schonenden und effektiven Reduzierung eingebrachter Kunststoffe stand im Mittelpunkt der Entwicklung des sogenannten Niederdruckverfahrens.<sup>25</sup> Über ein Kompressensystem<sup>26</sup> erfolgte zunächst der Lösemittleintrag. Die Komresse wurde dabei über einige Minuten auf der Oberfläche gehalten, um durch die Penetration des Lösemittels eine Lösung der im Gefüge befindlichen Kunststoffe zu erreichen. Durch die Wahl geeigneter Trägermaterialien wurden Penetration, Retention und Transportverhalten der verwendeten Lösemittel modifiziert und den praktischen Erfordernissen angepasst. Der gleichmäßige Kontakt der Komresse zum Untergrund gestattete schließlich ein relativ einheitliches Ergebnis bei der Kunststoffreduzierung sogar auf unebenen Flächen. Die Mobilisierung langkettiger synthetischer Polymere wurde mit Hilfe einer Niederdruck-





[24] Gipsverteilung im Gefüge, REM/EDX am Querschliff



[25] Bariumsulfat im Gefüge, REM/EDX am Querschliff

vorrichtung umgesetzt. Dabei wurde ein Saugtrichter auf die feuchte Komresse gedrückt und so ein Vakuum über der Maleroberfläche erzeugt, das letztlich zur Entleerung der Poren und zum Abtransport der Lösung führte. Die Saugvorrichtung war durch einen Schlauch mit einer Vakuumpumpe verbunden. Über ein Ventil konnte die Stärke des erzeugten Unterdrucks geregelt werden. Ein Partikelfilter im Inneren des Saugtrichters verhinderte das Eindringen feinsten Kompressenbestandteile in die Vakuumpumpe. Zusätzlich war zwischen Pumpe und Saugtrichter ein Abscheider erforderlich, der die flüssigen Bestandteile zurückhielt (Abb. 22, 23). Mit dieser berührungsarmen Methode konnte der Schutz der sensiblen Wandmaleroberflächen sichergestellt werden. Durch den Verzicht auf jegliche mechanische Oberflächenreinigung wurde die Gefahr eines Abriebs sich lösender Partikel vermieden.

Zur Umwandlung der aufliegenden Gipskrusten und Reinigung der Maleroberfläche wurde Anionenaustauschharz<sup>27</sup> angewandt. Das Gel wurde in streichfähiger Konsistenz auf das Japanpapier der Interventionsschicht appliziert und mit mehreren Lagen Zellstoffpapier überdeckt. Während der Anwendung wurde die Oberfläche immer wieder mit deionisiertem Wasser befeuchtet und das Austauschharz mehrere Male erneuert. Nach fünf Stunden Einwirkungsdauer konnte die Komresse samt Japanpapier entfernt und die Oberfläche einer behutsamen wässrigen Reinigung unterzogen werden. Dazu wurde mit einem Handspray deionisiertes Wasser eingetragen und mittels Schwamm vorsichtig abgetupft.

Bekanntlich sind Anionenaustauschharze in ihrer Wirkung hauptsächlich auf die Kontaktzone begrenzt. Deshalb sind sie für eine Reduzierung bzw. Umwandlung oberflächennaher Vergipsungen und Krusten geradezu prädestiniert. Dieser Effekt war auch im vorliegenden Fall bei der Anwendung des Harzes recht deutlich zu erkennen. Nach der Behandlung war eine Reduzierung des Sulfatgehaltes in den oberflächennahen Bereichen eingetreten (Abb. 24). Hatte die Sulfatkonzentration vor der Behandlung zur Oberfläche hin zugenommen, so war sie danach deutlich rückläufig. Aufliegende gipshaltige Krusten und Beläge konnten vollständig entfernt werden. In Anbetracht der oben vorgestellten restauratorischen Zielstellung war dieses Ergebnis jedoch noch nicht zufriedenstellend, denn in den obersten 200–300 µm der Malschicht war nach wie vor eine hohe Gipskonzentration nachweisbar und somit ein zweiter Behandlungsschritt unumgänglich, der die Anwendung von Bariumhydroxid<sup>28</sup> vorsah.

Dazu wurde das Salz in gesättigter Lösung mittels Arbocelkomresse direkt auf die Oberfläche appliziert. An der Begrenzung der Komresse wurde ein schmaler Streifen einer wässrigen Komresse angetragen, um im Randbereich die Entstehung von Weißschleiern zu verhindern. Die Abnahme der noch latent feuchten Komresse erfolgte nach spätestens fünf Stunden, um eine mineralische Verklammerung des Kompressenmaterials zu vermeiden. An der Oberfläche haftende Zellstofffasern der Komresse wurden anschließend trocken mit Hilfe eines weichen Pinsels entfernt. Die an Querschliffen mittels Rasterelektronenmikroskop durchgeführten Analysen konnten schließlich für diesen Teil der Behandlung eine effektive Umwandlung des Gipses belegen (Abb. 25). Dies wurde im Vergleich der Verteilungsbilder für Sulfat und Barium deutlich. Bei den im Gefüge sichtbaren hellen Punkten handelte es sich um neugebildetes Bariumsulfat. Als visuell nachvollziehbares Ergebnis der Behandlung konnte eine leichte Farbvertiefung und Farbsättigung beobachtet werden. Die aus anderen Projekten bekannten und in der Literatur erwähnten Probleme mit Weißschleierbildung traten bei der Anwendung an den Gewölbemalereien nicht auf. Diese Phänomene lassen sich wohl in der Regel auf Anwendungsfehler zurück führen. Da sich im Kontakt mit dem CO<sub>2</sub> der Luft sehr schnell Bariumcarbonat bildet, sind ein zügiges Arbeiten und die Verwendung frischer Gebinde Voraussetzungen für den Erfolg des Verfahrens. Zudem ist an den Begrenzungen der Komresse eine Diffusion in angrenzende Bereiche zu verhindern.

Durch die kombinierte Anwendung von Anionenaustauschharz und Bariumhydroxid ergab sich schließlich

eine effiziente Möglichkeit einer Reduzierung bzw. Umwandlung des vorhandenen Gipses. Mit der Entfernung der aufliegenden Gipskrusten konnte in einem ersten Schritt das Risiko der Ausbildung opaker weißer Beläge minimiert werden. Gleichzeitig bewirkte die Anwendung des Austauschharzes scheinbar eine erhöhte Reaktivität der nachfolgend aufgetragenen Bariumhydroxidlösung. Diese führte zu einer fast vollständigen Umwandlung des Gipses in Bariumsulfat. Die Anwendung von Bariumhydroxid ohne Vorbehandlung mit Ionenaustauschharz eignet sich hingegen nur bedingt zur Umwandlung starker Vergipsungen, da hierbei nur ein geringer Anteil des im Gefüge befindlichen Gipses umgewandelt wird.<sup>29</sup>

Beide angewandten Verfahren führten zudem durch den Eintrag und die Ausbildung stabiler schwerlöslicher Salze (Calciumcarbonat, Bariumcarbonat, Bariumsulfat) zu einer mineralischen Stabilisierung und Verfestigung des Putzgefüges. Somit ist in Zukunft mit einer erheblichen Verringerung des Schadenspotenzials durch Lösungs- und Kristallisationsprozesse des Gipses zu rechnen.

Der nach der Behandlung mit wässrigen Kompressen zum Teil auftretende Schimmelpilzbefall konnte durch den Einsatz von UV-C-Licht wirksam behandelt werden. Die positiven Ergebnisse der Vortests führten zu der Entscheidung, UV-C-Licht zur präventiven Behandlung nach einer jeden Anwendung feuchter Kompressen einzusetzen, um damit das Wachstum von Schimmelpilzen zu unterbinden. Zur Anwendung kamen sechs Lichtrohre,<sup>30</sup> die in einem Leuchtkasten installiert im Abstand von zwei bis drei Metern zur Oberfläche aufgestellt wurden. Das kurzwellige Spektrum des Lichts bewirkt eine Schädigung der zellulären Strukturen von Bakterien, Algen und einer Vielzahl von Schimmelpilzkulturen.<sup>31</sup> Die durchfeuchteten Oberflächen wurden über Nacht bis zu 12 Stunden dem UV-C-Licht ausgesetzt. Diese Maßnahme verhinderte das Auftreten jeglichen Bewuchses auch während der Durchfeuchtung der Oberflächen. Die durchgeführten ATP-Messungen konnten belegen, dass die mikrobielle Aktivität der beprobten Bereiche nicht höher war als vor der Anwendung wässriger Verfahren.<sup>32</sup>

Bezüglich des Einsatzes von UV-C-Licht zur Bekämpfung von Mikroorganismen gibt es nach wie vor offene Fragen und somit erheblichen Forschungsbedarf. Nicht zuletzt müssen die Risiken der Behandlung insbesondere für organische Substanzen am Kulturgut untersucht werden. Hingegen als positiv erwies sich der Umstand, dass durch die Verwendung des UV-C-Lichts auf den Einsatz risikobehafteter Biozide verzichtet werden konnte.

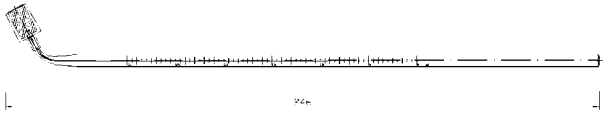
## RESTAURATORISCHE BEHANDLUNGEN

Die erforderlichen restauratorischen Maßnahmen beinhalteten die Ergänzung von Putzfehlstellen sowie eine äußerst zurückhaltende Aquarellretusche. Wesentliche Ziele bei der Ergänzung von Fehlstellen waren die Wiederherstellung architektonischer Beziehungen (z. B. der Gewölbegrate) sowie die Beruhigung der teilweise optisch stark zerrissenen Oberfläche. Mit den eingetragenen Putzergänzungen sollte eine neue Ebene geschaffen werden, die als Fehlstelle sichtbar in den Hintergrund tritt und den fragmentarisch erhaltenen Malereibestand hervorhebt. Die Maßnahme erforderte die Integration unterschiedlich dimensionierter Fehlstellen und die Beruhigung einer durch den Verlust zum Teil als »Flickenteppich« erscheinenden Oberfläche. Die Wahl der Zuschläge orientierte sich am malereitragenden Putzmörtel, wobei sich die Nachstellung der darin enthaltenen charakteristischen schwarzen Sandpartikel als entscheidend für die Wirkung erwies. Verwendung fanden Sande aus Gruben der näheren Umgebung Quedlinburgs<sup>33</sup> und Sumpfkalk. Zur Herstellung ausgewogener Siebkurven wurden Sande unterschiedlicher Körnung im Vorfeld gesiebt und anschließend miteinander kombiniert. Bei einem mehrschichtigen Aufbau kamen unterschiedlich grobe Fraktionen zur Anwendung; dünnere Ergänzungen erforderten die Verwendung besonders feiner Körnungen.

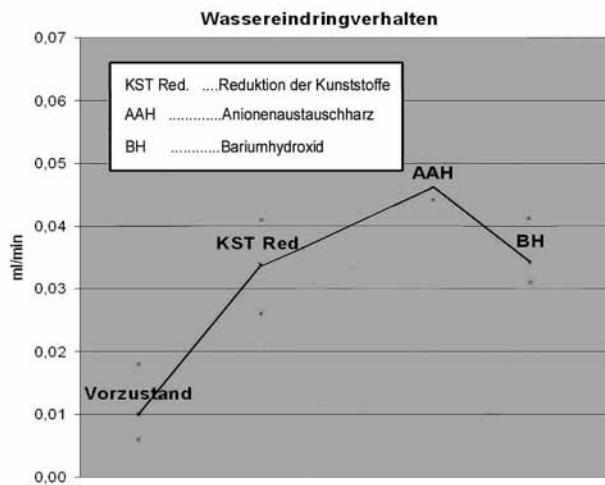
Die Retusche beschränkte sich auf das Zurückdrängen zumeist heller Störfaktoren. Diese wurden durch optische Beeinträchtigungen der Maleroberfläche hervorgerufen, die beispielsweise als Ausbrüche der Malschicht, aufliegende Tünchereste, kleinteilige Putzausbrüche, Putzergänzungen oder punktuell aufliegende weiße Beläge auftreten konnten. Mit dem sogenannten *abassamento ottico* mittels einer grauwertigen Lasur (vulgo *aqua sporca* oder *Schmutzwasserlasur*) gelang es, diese Störungen mittels subtraktiver Integration abzumildern und die Malerei in ihrer verbliebenen Aussagekraft wieder zum Sprechen zu bringen. Diese Art der Retusche konnte somit erheblich zu einer gesteigerten Lesbarkeit und Beruhigung der Bildfelder beitragen.

## BEWERTUNG DER ERGEBNISSE

Das kapillare Porensystem der Wandmalerei und ihres dazugehörigen Putzträgers ist mit seiner Fähigkeit, Flüssigkeiten zu transportieren bei der Beurteilung von Schadensprozessen von übergeordneter Bedeutung. Beim Eintrag von Konservierungsmaterialien verändert sich der Porenraum und damit das Saugverhalten des porö-



[26] Prüfröhrchen zur Ermittlung des Wassereindringverhaltens an sensiblen Wandmaleroberflächen

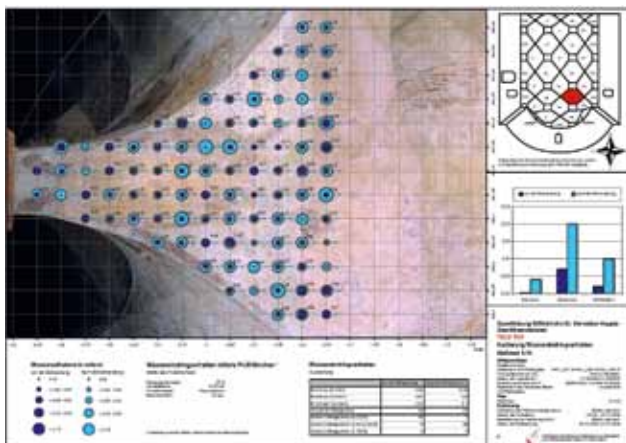


[27] Wiederholte Messung des Wassereindringverhaltens an ausgewählten Punkten, Vorzustand und nach durchgeführter Behandlung

sen Gefüges. Mit der Erfassung des Wasseraufnahmeverhaltens ergab sich die Möglichkeit einer Bewertung der bisher durchgeführten Reduzierungs- und Umwandlungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Wirkung auf den Porenraum.

Das hier beschriebene Verfahren wurde speziell für die Ermittlung der kapillaren Eigenschaften an sensiblen Wandmaleroberflächen entwickelt.<sup>34</sup> Mit einem speziell dafür hergestellten Glasröhrchen konnte das in einer bestimmten Zeit vom Untergrund aufgenommene Wasservolumen erfasst werden (Abb. 26). Aufgrund der damit möglichen kurzen Messzeiten erübrigte sich die Notwendigkeit einer festen Anbringung des Röhrchens.

[28] Kartierung der Wasseraufnahme in Gewölbefeld XVII



Durch die wiederholte Messung an mehreren Messpunkten vor und nach den Anwendungen konnten Informationen über die Veränderung des Wassereindringverhaltens ermittelt werden, die eine verlässliche Beurteilung des Restaurierungserfolges ermöglichten.

Vor der Behandlung musste die Oberfläche durch den Einfluss der eingebrachten synthetischen Polymere als völlig undurchlässig gegenüber Wasser bezeichnet werden (Abb. 27). Die erfolgte Reduktion der Kunststoffe erbrachte eine erhebliche Steigerung des Wassereindringverhaltens durch eine Öffnung des Porenraums und die Verminderung hydrophober Eigenschaften. Sie erwies sich als notwendige Vorbedingung, die den Erfolg nachfolgender Behandlungen erst ermöglichte. So garantierte der frei gewordene Porenraum eine ausreichende Penetration wässriger Substanzen. Mit der Anwendung von Anionenaustauschharz war eine weitere Steigerung der Wasseraufnahme durch die Entfernung von Gipskrusten und die Verminderung der Verdichtung der Oberfläche verbunden. Der Einsatz von Bariumhydroxid wurde mit einer damit verbundenen leichten Verringerung des Wassereindringverhaltens dokumentiert: dieser Effekt ergab sich wohl insbesondere durch die Bildung von Bariumcarbonat im Gefüge.

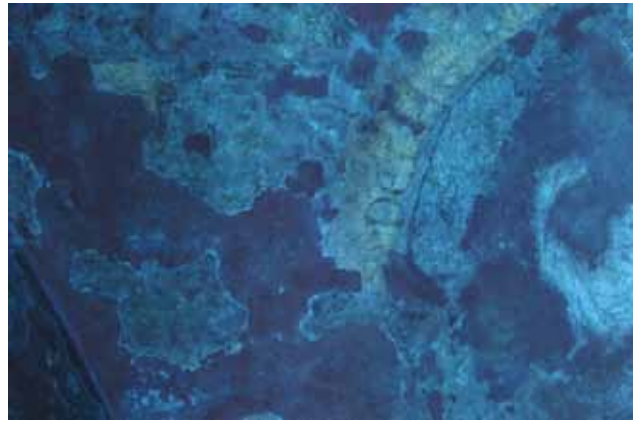
Im Allgemeinen ließ sich dennoch eine deutliche Zunahme der Wasseraufnahme nach Durchführung aller Behandlungsschritte erkennen. Dies bestätigten auch die in mehreren Gewölbefeldern exemplarisch durchgeführten und mit Hilfe der Kartierung erfassten Messungen (Abb. 28). In einem gleichmäßigen Raster erfolgte im Abstand von 15 cm die Erfassung des Wassereindringverhaltens vor und nach den Behandlungen. Im Vorzustand zeigten große Bereiche durch ihr hydrophobes Verhalten keinerlei Wasseraufnahme. Andere Partien hingegen zeichneten sich aufgrund einer Beschädigung ihrer Oberflächen, etwa in Form von Rissen und Spalten, durch ein erhöhtes Saugvermögen aus.

Nach Durchführung aller konservatorischer Verfahren war eine Homogenisierung des Wassereindringverhaltens in allen Bereichen zu erkennen. In den zuvor dichten und hydrophoben Bereichen war ein deutlicher Anstieg des aufgenommenen Wasservolumens zu verzeichnen. Die kapillaren Eigenschaften der Oberfläche hatten sich somit durch die Behandlungen gemäß der eingangs formulierten Zielstellung verbessert. Damit werden in Zukunft wässrige Austauschprozesse begünstigt und demzufolge die durch den Verschluss der Oberfläche wirkenden Schadensprozesse der Vergangenheit minimiert.

Als visuelles Ergebnis der Behandlung war eine klare Beruhigung und Homogenisierung der Maleroberflä-



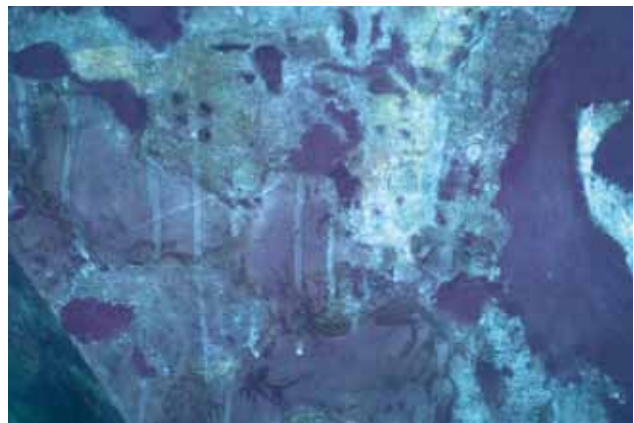
[29] Gewölbefeld III, Vorzustand



[31] Gewölbefeld III, UV-Licht, Vorzustand



[30] Gewölbefeld III, Endzustand



[32] Gewölbefeld III, UV-Licht, Endzustand

che eingetreten, die einerseits durch die Abnahme störender Kittungen, Retuschen und Tünchereste und die Reinigung aufliegender weißer und dunkler Beläge erreicht wurde (Abb. 29, 30). Andererseits konnte durch das Zurückdrängen von Störfaktoren während der Retusche eine Verminderung von Beeinträchtigungen der Wahrnehmung bewirkt werden. Zusätzlich verbesserte sich durch die Abnahme der aufliegenden Kunststofffilme die allgemeine Erscheinung der Maleroberfläche, die zuvor durch Glanz und Vergilbung beeinträchtigt war. Auch UV-Fotografien belegten eine deutliche Beruhigung und Homogenisierung im Vergleich der Vor- und Endzustände (Abb. 31, 32). War die Maleroberfläche vor der Behandlung durch Kunststoffläufer, unterschiedliche Ergänzungsputze und Retuschen verunklart worden, so zeigte sich nach der Behandlung eine deutliche Vereinheitlichung.

Die Verbesserung der Lesbarkeit lässt sich konkret am Zugewinn des Informationsgehalts des Bildprogramms belegen. So traten einige bildwichtige Details deutlicher zutage, andere, die zuvor nicht sichtbar waren oder nur mit Mühe gedeutet werden konnten, ergänzen nun die Bildaussage, wie im Falle der zuvor unleserlichen Inschrift über der weiblichen Figur in Gewölbefeld III, die

nun eindeutig als »ADELHEIT REGINA« entziffert werden kann (Abb. 30). Weiterhin war im Gewölbefeld XIII ein Löwenkopf zum Vorschein gekommen, der als Evangelistensymbol gedeutet werden muss (Abb. 33). Die verbesserte Lesbarkeit begünstigte ohne Zweifel besonders die ikonografische Interpretation der dargestellten Bildinhalte. Der vormals durch seinen fragmentarischen Zustand in seiner Bildaussage stark beeinträchtigte Maleirebestand konnte durch die beschriebenen Konservierungsschritte erheblich in seiner Wirkung aufgewertet werden. Einen weiteren nicht unwesentlichen Beitrag dazu leistete auch die seit 2008 unter restauratorischen und denkmalpflegerischen Vorgaben installierte zurückhaltende Beleuchtung des Raumes.<sup>35</sup>

Die interdisziplinäre Zusammenarbeit und die Entwicklung neuer Konservierungstechniken unterstreichen den modellhaften und letztlich innovativen Charakter des Projektes. Die große kulturhistorische Bedeutung der Malereien rechtfertigte ohne Zweifel die intensiven Forschungen und den erheblichen Kosten- und Arbeitsaufwand, der letztlich einen wesentlichen Beitrag zur Rettung und zum langfristigen Erhalt der Malereien leisten konnte.



[33] Gewölbefeld XIII, Aufdeckung eines Löwenkopfes als Evangelisten-symbol

## KONTROLLE, WARTUNG UND PFLEGE

Um den Erhalt der Gewölbemalereien auch in Zukunft sicherzustellen, ist nach Beendigung der Maßnahmen eine kontinuierliche Weiterführung von Wartung und Pflege erforderlich. Diese beinhalten eine regelmäßige Zustandskontrolle und die kontinuierliche Überwachung des Raumklimas, was nach der Wiedereröffnung für den Besucherverkehr von besonderer Bedeutung war und allen Beteiligten eine gesteigerte Sensibilität und Wachsamkeit abverlangte. Jahreszeitlich bedingte Bauwerksbewegungen führten in der Vergangenheit immer wieder zur Ablösung von Putzschollen in den Scheitelbereichen der Gewölbe. Ein alle zwei Jahre durchgeführtes Pflegeprogramm soll nun Hinweise auf neue Schäden rechtzeitig erkennen und diese gegebenenfalls sofort beheben. Mit Hilfe einer datenblattgestützten Zustandskontrolle, dem »Monitoring« an Referenzflächen und der Auswertung von Klimadaten können Veränderungen registriert und Missstände zeitnah behoben werden.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Gewölbemalereien in der Krypta der Stiftskirche St. Servatius gehören als Teil des mittelalterlichen Kirchenbaus zum Weltkulturerbe der Stadt Quedlinburg. Sie sind aufgrund ihres weitestgehend unverfälschten Erhaltungszustandes von außerordentlicher kulturhistorischer Bedeutung und geben uns eine Vorstellung von der einstigen polychromen Ausgestaltung spätromanischer Kirchenräume.

Seit 2001 erfolgten durch die Hochschule für Bildende Künste Dresden in enger Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt intensive Untersuchungen mit dem Ziel, die Erhaltung der Gewölbemalereien langfristig sicherzustellen. Die vorangegangenen Forschungen dienten der sorgfältigen Vorbereitung von Konservierungsmaßnahmen. Neben der detaillierten Bestands- und Zustandserfassung lagen die Schwerpunkte in der kunsthistorischen und werktechnischen Untersuchung sowie einer umfassenden Schadensanalyse. Eine Gefährdung der Malereien ergab sich demnach aus dem komplexen Zusammenwirken raumklimatischer Faktoren, der in den sechziger Jahren zur Festigung eingebrachten Kunststoffe und der starken Vergipsung der Maleroberfläche.

Das im Jahr 2004 im Rahmen einer Diplomarbeit erarbeitete Konservierungskonzept bildete die Grundlage für die in den Jahren 2004–2006 durchgeführten umfangreichen Konservierungsarbeiten. Die in Teilbereichen desolate Oberfläche erforderte zunächst eine Konsolidierung von Putz- und Malschicht. Im Mittelpunkt der anschließenden Behandlung stand die Reduzierung der eingebrachten Kunststoffe. Der Einsatz von Lösemittelkompressen und einer eigens entwickelten Niederdruckvorrichtung ermöglichte eine schonende Reduktion auf der Oberfläche und im Putzgefüge. Durch die anschließende kombinierte Behandlung mit Ionenaustauschharz und Bariumhydroxid gelang eine Reduzierung der Gipskrusten und eine Umwandlung des Gipses in Bariumsulfat. Beide Verfahren bewirkten eine strukturelle Verfestigung der Oberfläche und eine nachweisliche Öffnung des Porenraums. Mit der Erhöhung der Porosität konnte ein wesentliches Ziel der konservatorischen Bearbeitung erreicht werden. Durch die Behebung baulicher Missstände und die Regelung des Besucherverkehrs gelang zudem eine Verminderung des Feuchteintrags und der klimatischen Schwankungen. Die durchgeführten konservatorischen und präventiven Maßnahmen führten insgesamt zu einer Minimierung schädigender Faktoren, wodurch ein Zustand langfristiger Stabilität geschaffen werden konnte.

## DANKSAGUNG

Leiter des Forschungsprojekts war in seiner damaligen Funktion als Professor der Fachklasse für Konservierung und Restaurierung von Wandmalerei und Architekturfarbigkeit an der Hochschule für Bildende Künste Dresden Professor Heinz Leitner, der 2007 nach langer Krankheit verstorben ist. Nicht zuletzt aus Respekt vor seinen Leistungen möchte ich ihm diese Arbeit widmen. Ihm

ist es zu verdanken, das dieses Projekt durchgeführt und zu einem Erfolg werden konnte; er vermochte es, Kollegen aus unterschiedlichen Disziplinen und Ländern zusammenzuführen, um gemeinsam in Quedlinburg zu arbeiten.

#### ANMERKUNGEN

- 1 Vgl. Leopold, Gerhard: Die erste Damenstiftskirche auf dem Quedlinburger Burgberg. Vorbericht über neue Forschungen, in: Gebaute Vergangenheit heute, Berichte aus der Denkmalpflege, Berlin 1993; Voigtländer, Klaus: Die Stiftskirche St. Servatii zu Quedlinburg. Geschichte ihrer Restaurierung und Ausstattung, Berlin 1989; Leopold, Gerhard: Die ottonischen Kirchen St. Servatii, St. Wiperti und St. Marien in Quedlinburg (= Arbeitsberichte 10, hrsg. vom Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt), Halle 2010.
- 2 Vertreten durch Prof. Dr. Thomas Danzl, ehem. Leiter der Abt. Restaurierung im Landesamt für Denkmalpflege Sachsen-Anhalt und Prof. Heinz Leitner M. A. (†), Hochschule für Bildende Künste Dresden, Leiter der Fachklasse für Konservierung und Restaurierung von Wandmalerei und Architekturfarbigkeit.
- 3 Prof. Dr. Johannes Weber, Institut für Konservierungswissenschaften und Restaurierung der Universität für Angewandte Kunst Wien; Prof. Dr. Karin Petersen, AG Geomikrobiologie, Institut für Chemie und Biologie des Meeres der Universität Oldenburg; Prof. Dr. Elisabeth Jägers, Mikroanalytisches Labor Bornheim; Prof. Dr. Heiner Siedel, Lehrstuhl für Geologie der TU Dresden; Prof. Dr. Christoph Herm und Dr. Sylvia Hoblyn, Labor für Archäometrie der HfBK Dresden; Dipl.-Ing. Uwe Kalisch, Institut für Diagnostik und Konservierung an Denkmälern in Sachsen und Sachsen-Anhalt e. V.
- 4 Durch Stefan Klotz, Christian Schirmer, Dipl.-Restaurator Arnulf Dähne, Dipl.-Kartographin Kerstin Risse u. a.
- 5 Unger, Gabriele: Die romanische Wandmalerei in der Krypta von St. Servatius in Quedlinburg, Diss. TU Berlin, in Bearbeitung.
- 6 Ewert, Henry: Untersuchungen zur Maltechnik der Gewölbmalereien in der Krypta der Stiftskirche St. Servatius zu Quedlinburg, Seminararbeit HfBK Dresden 2004.
- 7 Lehmann, Martin: Langfristige Schädigung von Wandmalerei durch die Wirkung eingebrachter Kunststoffe am Beispiel der Gewölbmalereien in der Krypta der Quedlinburger Stiftskirche St. Servatius, in: Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung, H. 1, Worms 2004, S. 95–116.
- 8 Lehmann, Martin: Die Gewölbmalereien in der Krypta der Stiftskirche St. Servatius in Quedlinburg, Erstellung eines Konservierungs- und Restaurierungskonzeptes, Diplomarbeit HfBK Dresden 2003/04.
- 9 Kugler, Franz/Ranke, Carl Ferdinand: Beschreibung und Geschichte der Schloßkirche zu Quedlinburg und der in ihr vorhandenen Altertümer nebst Nachrichten über die St. Wipertikirche bei Quedlinburg, die Kirche zu Kloster Grönigen, die Schloßkirche zu Gernrode, die Kirchen zu Frose, Drübeck, Huysenburg, Conradsburg etc., Berlin 1838.
- 10 Ebeling 1907; Pausen und Aquarelle: Stiftskirche Quedlinburg, Krypta, Archiv im LfD Sachsen-Anhalt, Halle.
- 11 Konrad Riemann, handschriftliche Notiz 1967/68; Eintrag von Albert Leusch, Stiftskirche Quedlinburg, Krypta, Archiv im LfD Sachsen-Anhalt, Halle.
- 12 Riemann, Konrad/Materna, Helmut: Beiträge zur Anwendung von Kunststoffen in der Restaurierungs- und Konservierungspraxis. Referate zur Tagung der Arbeitsgruppe Restauratoren im VBK DDR am 16. 10. 1969 in Görlitz, hrsg. vom Institut für Denkmalpflege in der DDR, Halle 1970, S. 8 f.
- 13 Vermutlich Polyvinylacetat Schkopau DJ 501.
- 14 Vermutlich Polyvinylalkohol Schkopau 55/02.
- 15 Vgl. Heidingsfeld, Viktor/Smejkalová, Zedek: Zepevnováti omítky disperzí a roztoky polymeru II. Merenti hloubky penetrance, in: Polymery – chemie, vlastnosti a zpracování, Praha 1983, S. 217.
- 16 Quarz, Granitpartikel, Feldspäte, schichtsilikatische Gesteinsbruchstücke.
- 17 Vgl. Ewert, wie Anm. 6, S. 33 ff.
- 18 Vgl. Lehmann, wie Anm. 7, S. 95–116.
- 19 Im Spektrum leichtlöslicher Salze wurden vor allem Nitrate und Chloride nachgewiesen. Vgl. Lehmann, wie Anm. 8, S. 52.
- 20 Der Prozess der Blasenbildung konnte anhand künstlicher Bewitterungstests an Dummis simuliert werden. Vgl. Lehmann, wie Anm. 7, S. 95–116.
- 21 Vgl. Heyn, Christian/Petersen, Karin/Krumbein, Wolfgang E.: Untersuchungen zum mikrobiellen Abbau in der Denkmalpflege eingesetzter Polymere, in: Kunsttechnologie und Konservierung, 2/1996, S. 87–105.
- 22 Vgl. McNeill, I. C.: Fundamental Aspects of Polymer Degradation, in: Polymers in Conservation, Cambridge 1992, S. 17–61.
- 23 Syton X 30.
- 24 Carbopol EZ-2 enthält Polyacrylsäure. Diese ermöglicht die Herstellung viskoser wässriger Gele, die bereits bei niedriger Dosierung (ab 0,25 %) eine gute Haftung des Japanpapiers garantieren. Um ein vollständiges Entfalten der Makromoleküle zu erreichen muss die Säure neutralisiert werden und bildet dann eine thixotrope Gelstruktur aus. Vgl. Haller, Ursula/Schießl, Ulrich: Reinigung ungefasster Gipsoberflächen – eine neue Methode, in: Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung, H. 2, Worms 1998, S. 274–282.
- 25 Lehmann, Martin: Möglichkeiten der Reduzierung schädigender Kunststoffe auf Wandmalereien, in: Kunststoffe als Konservierungsmaterial (= Potsdamer Beiträge zur Konservierung und Restaurierung, Bd. 3), Potsdam 2012, in Bearbeitung.
- 26 Sepiolith, Tixogel VZ, Arbocel 200, Arbocel BWW 40, Aceton.
- 27 Akeogel A 1500, Anionenaustauschharz, mit OH<sup>-</sup>-Ionen beladen.
- 28 Ba(OH)<sub>2</sub> \* 8H<sub>2</sub>O (Octahydrat), Löslichkeit [20 °C] 72 g/l.
- 29 Dieser Sachverhalt ist aus der einschlägigen Literatur bekannt und konnte durch Vortests bestätigt werden. Vgl. Matteini, Mauro/Nepoti, Maria Rosa: Analytische Kontrolle der Methoden zur Beseitigung von Gips in der Wandmalerei und bei Kunstobjekten aus Stein, in: Konservierung von Wandmalerei (= Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege, Bd. 104), München 2001, S. 67–76; Fritz, Ekkehard: Reinigungs- und Rekonversionsverfahren an Wandmalereien. Der Einsatz physikalisch-chemisch wirkender Nassreinigungsverfahren und ihre Problematik, in: Konservierung von Wandmalerei (= Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege, Bd. 104), München 2001, S. 77–89; Riedel, Jörg: Die Passionsfresken am Stephansdom in Wien. Zur Konservierung gipsbelasteter Außenwandmalerei, in: Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung, H. 2, Worms 2002, S. 256–290 u. a.
- 30 Philips TUV 75 HO, 254 nm.
- 31 Vgl. Tinzl, Christoph/Oldenbourg, Christoph/Petersen, Karin/Fricke-Tinzl, Heike/Hilge, Catja/Katkov, Madeleine: UV-C-Strahlung zur Entfernung und Kontrolle von Algenbelägen an wandgebundenen Kunstwerken und Steinskulpturen: Eine alternative zur Biozid-Anwendung?, in: Kunsttechnologie und Konservierung, Worms 1991.
- 32 Vgl. Untersuchungsbericht Prof. K. Petersen, 16.04.2007.
- 33 Dittfirter Sand, Neuwegerslebener Sand, Schinzelsand.
- 34 Die Veröffentlichung des Verfahrens steht noch aus.
- 35 Atelier de Luxe, Daniel Zerlang-Rösch.

#### ABBILDUNGSNACHWEIS

- 1–3, 5–33 Martin Lehmann
- 4 Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Archiv