

## Erhaltung historischer Wandmalereien. Ergebnisse eines Forschungsprojekts an der Fachhochschule Köln.

Das vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie unterstützte und 1991 begonnene Forschungsprojekt der Fachhochschule Köln widmet sich einem Teilaspekt der umfangreichen Problematik bei der Konservierung historischer Wandmalereien. Ein besonderes Anliegen war die Einbindung der Studentinnen und Studenten des Fachbereichs Restaurierung und Konservierung von Kunst- und Kulturgut in das Projekt, um die gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen in der Ausbildung weitergeben zu können.<sup>1</sup> Das im Sommer 1996 beendete Forschungsvorhaben hatte vier Schwerpunkte:

1. Erfassung von gebräuchlichen und neuen Untersuchungsmethoden und Überprüfung der Relevanz ihrer Aussagen für die wissenschaftlich qualifizierte Beantwortung von Fragestellungen für die Konservierung und Restaurierung in der Denkmalpflege.
2. Übernahme, Anwendung und Weiterentwicklung von relevanten Feld- und Laboruntersuchungsmethoden.
3. Informationstransfer zwischen Naturwissenschaft und denkmalpflegerischer Praxis als Basis für die gemeinsame Erarbeitung von Konservierungs- und Restaurierungskonzepten.
4. Untersuchung der Auswirkung ausgewählter Mittel und Methoden zur Reinigung und Konservierung von Wandmalereien.

In folgenden Objekten konnten Wandmalereien für das Vorhaben untersucht werden: Gemünden (Westerwald), Ev. Pfarrkirche; Knechtsteden, ehem. Prämonstratenser-Stiftskirche; Köln: Dom, St. Maria im Kapitol, St. Gereon; Lübeck, Heiligen-Geist-Hospital; Mußbach (Neustadt), Simultankirche St. Johannes; Remagen, Kath. Pfarrkirche St. Apollinaris.<sup>2</sup> Dem Thema der Tagung entsprechend wurden hier drei Objekte mit mittelalterlichen Wandmalereien und unterschiedlichen Problemstellungen ausgewählt: in Köln die Krypta von St. Maria im Kapitol und die Taufkapelle in St. Gereon sowie die ehem. Prämonstratenser-Abteikirche Knechtsteden.

### Die Krypta von St. Maria im Kapitol

Unter der Ostkonche der salischen Dreikonchenanlage befindet sich die um 1040 begonnene Hallenkrypta, die von Kapellen umgeben ist und aufgrund der Hanglage Außenfenster hat. In den Kapellen haben sich Reste mittelalterlicher Gewölbemalereien erhalten, die nach Paul Clemen ins 12. – 14. Jahrhundert zu datieren sind. Die schweren Luftangriffe von 1942 und 1945 zerstörten die Kirche weitgehend. Der Mittelteil der Krypta war eingestürzt und die noch aufrechtstehende Ostkonche brach 1948 infolge von Brückensprengungen zusammen. Im Herbst 1989 habe ich mit einer Studentengruppe in der Apsidiolen der nördöstlichen Seitenkapelle mit der Untersuchung und Dokumentation der Wandmalereien begonnen. Aufgrund des katastrophalen Zustandes und der schwierigen Problematik einer Konservierung wurde das Objekt in das Forschungsvorhaben aufgenommen. Heute ist die Darstellung nur noch schwer erkennbar. Ob die Malereien einmal übertüncht waren, ist nicht bekannt. In einer Aquarelldokumentation von Schoofs um 1900 sind zwei übereinanderliegende Malereien zu erkennen. Die ältere, wohl noch aus dem 12. Jahrhundert, zeigt Christus mit den Aposteln beim Abendmahl. Darauf weist auch die erst jetzt ganz entzifferte Inschrift auf dem Schriftband hin: „Beati qui ad coenam agni vocati sunt“.<sup>3</sup> Darunter befinden sich Architekturdarstel-

lungen mit nicht näher identifizierbaren Heiligenfiguren. Von der Krönung Mariens, dem 14. Jahrhundert zugeordnet, sind nur noch Reste sichtbar: In der Bildmitte, über der linken Hand von Christus, der Kopf Mariens, rechts oben ein Teil der Mandorla, und rechts am Bildrand eine Rankenmalerei. Davon ist heute nichts mehr erhalten.

Als originales Baumaterial für die Krypta wurden Drachenfels-Trachyt, Kordeler Sandstein aus der Trierer Gegend und Kalkstein verwendet. Da die Gewölbe verputzt sind, läßt sich hier der vorherrschende Stein nicht feststellen. In der untersuchten Kalotte liegt die romanische Malerei auf einer einlagigen, 1–1,5 cm dicken Putzschicht, die mit einer Kalkschlämme überdeckt ist. Der rötlichbraune Putz enthält Quarzsand, Calciumcarbonat und tonige vulkanische Partikel als Zuschlag. Putzgrenzen konnten nicht gefunden werden. An der Architektur und den Nibben sind Ritzungen zu erkennen, deren Form, es sind keine Grate und Ausbrüche festzustellen, auf eine noch feuchte Schlämme hinweisen. Inwieweit der Putz bereits abgebunden hatte, ist nicht mehr feststellbar. An einigen Stellen sind noch Reste der Unterzeichnung in rotem und gelbem Ocker vorhanden. Als Pigmente sind die üblichen Erdfarben, sowie Azurit, Malachit und Paratacamit (basisches Kupferchlorid) nachgewiesen. Der derzeitige Zustand von Putz, Schlämme und Malschicht ist äußerst desolat. Der Putz ist mürbe, sandet, bildet Schollen und hat teilweise die Haftung zum Untergrund verloren. Die Kalkschlämme und die Malschicht sind insgesamt in ihrem Bestand gefährdet. Sie haben ihre Bindung verloren und pudern, oder lösen sich in kleinen Partikeln von unterschiedlicher Größe ab. Schäden entstanden auch durch konservatorische Maßnahmen nach dem Krieg. In den sechziger Jahren wurde eine Festigung mit Kaliwasserglas und 1978 mit Mowilith DM 55 vorgenommen. Vergrauungen und stellenweise Abplatzungen der Malschicht waren die Folge. Parallel zu den Untersuchungen an der Wandmalerei wurden die übrigen Bereiche der Krypta systematisch erfaßt und ein Untersuchungs- und Beobachtungsprogramm zum Verhalten des Stein- und Putzmaterials durchgeführt, begleitet von regelmäßigen Klimamessungen. Hier sind ebenfalls gravierende Schäden, besonders am Drachenfels-Trachyt zu beobachten. Durch das Abplatzen von Gesteinstücken bis zu 10 cm Länge, vor allem auch an den Säulen, ist langfristig sogar mit statischen Problemen zu rechnen. Die Wände und die Gewölbe ohne Malereien tragen einen 1976 aufgebrauchten Sanierputz, der teilweise mit Salzrasen übersät ist und in weiten Bereichen keine Haftung mehr zum Stein hat oder bereits abgefallen ist. Quantitative Salzanalysen ergaben eine Versalzung des Mauerwerks bis zu 2 Gew. %, sogar bis in eine Tiefe von 20 cm, während an den Steinoberflächen bis zu 6 Gew. % Salzionen ermittelt wurden. Es handelt sich hauptsächlich um die hygroskopischen Salze Halit (NaCl) und Nitronatrit (NaNO<sub>2</sub>), was nicht verwundert, da nach der Säkularisation die Krypta zunächst als Lagerraum und dann bis 1851 als Salzdepot gedient hat. Die weiter festgestellten Salze Thenardit (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), Mirabilit (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·10H<sub>2</sub>O), Trona (Na<sub>3</sub>H(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O), Epsomit (MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) und Gips (CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O) spielen eine untergeordnete Rolle. Anfang der siebziger Jahre wurde in die Krypta eine Fußbodenheizung eingebaut, die 1987 stillgelegt wurde. Seitdem besteht eine instationäre Luftheizung, die von Oktober bis April mit ca. 3–6 Stunden pro Tag betrieben wird. Die Temperaturen in der Krypta schwanken in der Regel zwischen 13 °C und 20 °C. Wird das Kli-

ma in der Krypta im Sommer vom Außenklima bestimmt, so wird es im Winter von der Luftheizung geprägt, d.h. die relative Luftfeuchtigkeit liegt von Juni bis Anfang Oktober zwischen 60 % und 75 %, während im Winter die Werte zwischen 35 % und 65 % betragen. In dieser Zeit kommt es zur Salzkristallisation und damit zu den starken Schäden. Die Beobachtungen haben auch gezeigt, daß es zu keiner Kondensationsfeuchte kommt. Eine wenn auch untergeordnete Rolle spielt die Grundfeuchte, die den Sockelbereich des Mauerwerks und auch den Feuchtegehalt des Raumklimas beeinflusst. Zunächst war überraschend, daß in dem noch erhaltenen originalen Wandmalereibestand keine sichtbaren Salzausblühungen festzustellen waren, obwohl die Untersuchungen von Putzproben eine starke Versalzung bis zu 5 Gew. % durch Halit und Nitronatrit wie in den übrigen Bereichen der Krypta ergaben. Um die extremen Malereiverluste sowohl quantitativ wie auch jahreszeitlich besser beurteilen zu können, wurde auf dem Gerüst eine in Feldern eingeteilte Plastikfolie ausgebreitet und periodisch die abgefallenen Malerei- und Putzpartikel gesammelt und auf ihren Salzgehalt hin untersucht. Das Ergebnis steht in Korrelation zu den übrigen Beobachtungen in der Krypta. In denselben Wintermonaten, in denen geheizt wird und am Stein und am Putz die extremen Salzschaäden auftauchen, sind die Malereiverluste festzustellen. Die stark poröse Struktur des mürben Originalputzes und die die Oberfläche abdichtende Wasserglasfixierung der sechziger Jahre verlegen den Kristallisationsprozeß der Salze in das Putzgefüge. Deshalb sind hier an der Oberfläche der Malereien keine Salzausblühungen direkt sichtbar. Bei derart fragilen Wandmalereien ist sowohl eine Festigung wie auch eine Entsalzung höchst problematisch. Nach einer Reihe von Testversuchen im Labor ist vor Ort der Versuch einer strukturellen Festigung mit Kieselsäureester Fungosil 300 nach der Methode Mirowski/Domasowski erfolgversprechend verlaufen. Bei dieser Methode wird durch eine bestimmte Geräteanordnung über ein Kontaktschwämmchen zum Original nur soviel Festigungsmaterial ins Objekt gebracht wie es der zu festigende Bereich erfordert. Jetzt konnten auch lose Malschichtschollen im Schnellhydrolyse-Verfahren gesichert werden. Verwendet wurde Kieselsäureester Motema 28 und zur Reaktionsbeschleunigung 25 %iger Ammoniak. Aufgrund der weißen Schlämme wurde etwas Marmorfehl zugegeben. Eine anschließende Entsalzung durch die übliche Kompressenmethode (Arbocel BC 1000 und deionisiertes Wasser) – hier wurden wegen guter Erfahrungen dauerhafte Kompressen gewählt – brachte im Versuchsfeld ebenfalls, soweit dies bisher beurteilt werden kann, gute Ergebnisse. Ein besonderes Problem ist die Reinigung. Die Oberfläche ist durch die Fixierung mit Wasserglas weitgehend vergraut. Ein Versuch mit dem Laserschockverfahren, der im Zusammenhang mit einem Seminar für Studenten durchgeführt wurde, brachte ein überraschendes Ergebnis. Allerdings müssen mögliche Gefahren, wie z.B. Pigmentveränderungen, noch überprüft werden. Bevor jedoch mit Maßnahmen, die über das Versuchsstadium hinausgehen, begonnen werden kann, das haben die bisherigen Untersuchungen und Beobachtungen gezeigt, muß mit dem Eigentümer und der Denkmalpflege eine Lösung der klimatischen Verhältnisse gefunden werden, um die Salzkristallisation als Hauptschadensursache zu verhindern.<sup>4</sup>

Die beiden folgenden Objekte, Knechtsteden und die Taufkapelle in St. Gereon, wurden aufgrund dringender konservatorischer Fragestellungen ins Projekt aufgenommen.<sup>5</sup> Die seit Jahren laufenden umfangreichen Sanierungsmaßnahmen am Tuffsteinmauerwerk und die Behebung statischer Schäden in Knechtsteden erforderte vorab dringend eine Untersuchung der Wandmalereien in der Westapsis, wo ein ausgedehntes Ribbild auf lose Putzbereiche schließen ließ. In St. Gereon schien der Zustand der Malereien aufgrund der bisher verwendeten Restaurierungsmaterialien von Wasserglas, Paraloid und Mowilith äußerst bedenklich.

Im Jahre 1138 war die Grundsteinlegung der Prämonstratenser-Abteikirche in Knechtsteden, einer dreischiffigen Gewölbebasilika mit östlichem Vierungsturm und einem Turmpaar am Chorjoch. Das zweischalige Mauerwerk besteht aus Tuffstein, Gliederungen und der Sockelbereich sind in Trachyt ausgeführt. In der Westapsis hat sich teilweise die romanische Ausmalung um 1160 erhalten. Dargestellt ist in der Kalotte die Majestas Domini mit den Evangelistensymbolen und Petrus und Paulus sowie zu Füßen die Stifterfigur Propst Albert von Sponheim. Zwischen den Apsisfenstern befinden sich elf Apostelfiguren. 1975 entstand der neue Sockelvorhang nach mittelalterlichen Vorbildern. Die Westapsis besteht aus zweischaligem Tuffmauerwerk. Ob der Putz mehrschichtig aufgebaut ist, konnte bisher nicht eindeutig geklärt werden, da bei der jetzigen Untersuchung keine Proben entnommen wurden. Die Putzoberfläche ist buckelig, verdichtet und glatt abgekeilt. In Anlehnung an untersuchte rheinische Beispiele dürfte es sich um einen ausgleichenden Unterputz und einen einlagigen Malputz handeln. Eine Tünchschiicht fehlt. Die Malerei liegt direkt auf dem Putz, der in Pontate und Giornate aufgetragen wurde, und ist freskale ausgeführt, was eine Fertigstellung von Teilbereichen in secco nicht ausschließt. An einigen Stellen sind rote und ockergelbe Unterzeichnungen sichtbar, Ritzungen sind selten. Am Kopf des Christus ist ein Schnurschlag als senkrechte Achse gut erkennbar. Die Malereien wurden 1882 entdeckt und in den folgenden fünf Jahren von der barocken Übertünchung befreit und restauriert. Eine weitere umfassende Restaurierung wurde 1950 bis 1952 von Franz Stiewi aus Aachen durchgeführt. Trotz vieler und weitgehender Übermalungen und Retuschen ist vom originalen Bestand wesentlich mehr als bisher angenommen erhalten, bzw. ließe sich durch Restfreilegung und Abnahme von Retuschen wieder sichtbar machen.

Die Westapsis zeigt mehrere senkrecht und schräg verlaufende Risse im Mauerwerk, die sich zum Teil auch am Außenbau deutlich abzeichnen. Zugleich ist die Kalotte von einem feingliedrigen Ribnetz überzogen. Die Haftung des Putzes wurde durch die übliche Perkussionsmethode überprüft. In der Kalotte zeigen sich erschreckend große hohlklingende Bereiche, die wohl nur noch durch die Kompaktheit der gesamten Putzschale und der Spannung aufgrund der Gewölbeform vor dem Abfallen gesichert sind. Um neue Möglichkeiten als Ersatz für die Klopfmethode und der damit verbundenen direkten Berührung der Maloberfläche zu erproben, wurden die neuen Untersuchungsmethoden der Thermographie und der Mikrowellenmessung eingesetzt.<sup>6</sup> Die Infrarotthermographie ging von folgender Überlegung aus: Bei guter Putzhaftung wandert die Wärme schneller nach außen ab als an losen Stellen mit sog. Luftpolstern. So werden sich Hohlstellen im Bild heller abzeichnen. Ein erster Vergleich mit der Perkussionsskizze zeigt eine grobe Übereinstimmung, in einigen wenigen Bereichen allerdings sogar gegensätzliche Aussagen. Dies kann auf unterschiedliche Wandstärken oder Materialeigenschaften, oder auf andere Ursachen, wie z.B. unterschiedliche Oberflächentemperaturen (Randbereiche, Gewölbezonen) zurückzuführen sein. Jedenfalls kann die Thermographie ohne Gerüst bereits eine gute Orientierungshilfe leisten. Eine in die Zukunft weisende Methode scheint die Mikrowellenmessung zu sein, die von Herrn Dr. Rainer Blum und Herrn Dipl. Phys. Uwe Rahm, Laboratorium für Dynamik und Optik in Leonberg, durchgeführt wurde. In drei ausgewählten Malereibereichen wurden über ein Rastersystem punktuell die Meßwerte bestimmt. Mit Hilfe von Methoden der Frequenzanalyse wird ein Impuls-Echo-Signal erstellt, aus dem die Angaben für den Verbund zwischen der Trägerschicht des Freskos und dem Untergrund zu ermitteln sind. Die Ergebnisse entsprechen nach ersten Vergleichen der durchgeführten Perkussion. Die Untersuchungen sollen nach Blum in folgenden Punkten weitergeführt werden:

1. Kalibrierung der Ausbreitungseigenschaften der Mikrowellen in unterschiedlichen Putzen mit unterschiedlicher Feuchte mit Variation der Porenverteilung.
2. Genauere Signalverarbeitung bei Luftspalten zur Erhärtung der mit der reflektierten Energie gekoppelten Aussagen.
3. Sammeln weiterer Erfahrungen an realen Fresken zur Beurteilung der Variationsbreite der zu detektierenden Phänomene.

Für die endgültige Auswertung beider Untersuchungen sind noch weitere Messungen erforderlich. Erst dann kann eine Graphik erstellt werden, in der die Perkussionsskizze mit den Thermogrammen und den Mikrowellenmeßbildern überlagert wird. Jedenfalls sollten beide Methoden im Blickfeld einer Weiterentwicklung bleiben. Einen ersten Versuch zur graphischen Darstellung der Überlagerung der Ergebnisse der Perkussion und der Mikrowellenmessung hat Herr Autenrieth unternommen. Bis auf kleinere Abweichungen stimmen die beiden Verfahren überein. Neben den von Blum geforderten weiteren Untersuchungen wäre vor allem die Justierung der Mikrowellenmeßwerte nach unten zu korrigieren. Nach der jetzigen Tabelle ist ein Peakverhältnis von unter 0,2 wohl als fest zu definieren. Um die Ergebnisse zu verbessern und zu modifizieren, sollten in enger Zusammenarbeit von Naturwissenschaftlern und Restauratoren weitere Objekte untersucht werden.<sup>7</sup>

### Die Taufkapelle von St. Gereon

Die Wandmalereien in der Taufkapelle, einem Anbau an der Südseite des Dekagons von St. Gereon, sind um 1240 entstanden. In den Wandnischen sind unter gemalten Arkaden die Standfiguren von Heiligen dargestellt. Die jetzige Untersuchung hat sich eingehend mit der Maltechnik befaßt. Wegen fehlender Öffnungen gibt es keine Aussagen zum Putz. Nach 1962 angefertigten Aufnahmen von einigen Schadstellen ist auf einen einlagigen Putz zu schließen, der auf einer Ausgleichsschicht des Tuffsteinmauerwerks liegt. Aufgetragen wurde er in großen horizontalen Teilflächen als Pontate. Die Malerei liegt auf einer Kalktünche. Die roten Unterzeichnungen, freskal eingebunden, bestimmen wegen verlorenegegangener Malschichten weitgehend das Bild. Ritzungen sind an Architekturteilen und an den Nimbren zu finden. Bei der Betrachtung unter UV-Licht konnte eine ehemals reiche Vergoldung besonders der Nimbren, von Schmuckteilen und an Gewandborten festgestellt werden. Die übertünchten Wandmalereien wurden in den zwanziger Jahren des 19. Jahrhunderts entdeckt, in den folgenden Jahren teilweise und von 1855 bis 1859 vollständig freigelegt. Große Schäden entstanden durch Feuchtigkeitseinwirkung infolge der Kriegszerstörungen: das Dach war abgebrannt und die Fenster waren lange ohne Verglasung. Für die Sicherung von Putz- und Malschicht wurde bei der Restaurierung 1962/63 das damals im Rheinland übliche Kaliwasserglas verwendet, was in der Folgezeit zu einer zunehmenden Vergrauung der Malereien führte. Erneut auftretende Schäden in fast allen Malereibereichen, vor allem wiederum aufstehende und abplatzende Putz- und Malschichten haben zu den Maßnahmen von 1983 geführt. Neben Hinterfüllen und Hinterspritzen von Blasen und Beulen mit Mowilith DM 771 und Marmormehl erfolgte eine Fixierung der Malereien mit einer 5 %igen Paraloidlösung (Paraloid B 72 in Ethanol), was zu den unansehnlichen Glanzstellen und teilweisen Farbveränderungen im Blau führte. Die jetzt durchgeführte mikroskopische Untersuchung der Schadstellen und ein Vergleich mit den Dokumentationsfotos der letzten Restaurierungen schließt eine derzeit akute Gefährdung aus. Die Beruhigung der früher eklatanten Schadensvorgänge ist auch auf einen allmählichen Rückgang der Mauerfeuchte und ein stabileres Raumklima zurückzuführen. Salzkristallisation ist derzeit nur noch im unteren Sockelbereich feststellbar. Der sich aus ästhetischen Gründen stellenden Frage einer Reduzierung des glänzenden Paraloidüberzugs ohne die sichernde Wirkung

aufzugeben wurde in einer Diplomarbeit zu dem ähnlich gelagerten Fall im Kapitelsaal in Brauweiler nachgegangen. Gelkompressen (4 %iges Klucel H) mit einem Lösemittelgemisch aus Aceton und Ethanol (1:1) führten zum Erfolg.<sup>8</sup>

### Schlußbemerkung

Sind in St. Maria im Kapitol in erster Linie Verfahrensweisen und Konservierungsmaterialien zur Erhaltung schwer geschädigter mittelalterlicher Wandmalereien entwickelt und getestet worden, so stand in der Taufkapelle von St. Gereon und in Knechtsteden die Weiterentwicklung der Mikroskopie und der UV-Fluoreszenz-Untersuchung im Vordergrund. In Knechtsteden wurden mit Hilfe der Thermographie und der Mikrowellenmessung neue Untersuchungsmethoden zur Feststellung von Putzhohlräumen erprobt. Im Labor sind spezifische Analyseverfahren zur Salz-, Putz-, Pigment- und Bindemittelbestimmung weiterentwickelt worden. Eine Literaturdatenbank, eine Vergleichspräparatesammlung, eine Salz- und Pigmentdatei wurden angelegt.

### Anmerkungen

- 1 Besonderer Dank gilt hier Herrn Dr. Hartmut Schulze vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, der maßgeblich am Zustandekommen des Projekts beteiligt war und es mit großem persönlichen Engagement bis zum Abschluß gefördert und begleitet hat.
- 2 Projektleitung: *Prof. Dr. Karl Ludwig Dasser; Prof. Dr. Elisabeth Jägers.*  
Restauratoren: *Klaus Häfner, Jochen Seebach, Peter Turek*  
Naturwissenschaftler: *Dr. Christine Bläuer Böhm, Dr. Steffen Laue*  
Chemotechnische Assistentinnen: *Birgit Anheier, Margret Hirsch*  
Kunsthistoriker: *Beate Autenrieth, Hans Peter Autenrieth MA, Dr. Regine Dölling, Dr. Marion Feld*  
Objektbetreuung: *Gerd Bauer, Ltd. Restaurator, Rheinisches Amt für Denkmalpflege; Dr. Regine Dölling, Kunsthistorikerin, Landesamt für Denkmalpflege Rheinland-Pfalz; Reinhold Elenz, Ltd. Restaurator, Landesamt für Denkmalpflege Rheinland-Pfalz; Georg Maul, Restaurator.*
- 3 „Selig, die gerufen sind zum Mahl des Lammes“, APK 19,9. Vollständige Entzifferung der Inschrift durch Herrn Pater Eutenauer, Remagen.
- 4 Die kunsthistorischen und archivalischen Recherchen zur Krypta in St. Maria im Kapitol wurden von Frau Dr. Marion Feld geleistet. Die naturwissenschaftlichen Untersuchungen wurden von Frau Dr. Christine Bläuer Böhm und von Herrn Dr. Steffen Laue und die restauratorischen Maßnahmen von Herrn Klaus Häfner, Restaurator, durchgeführt.
- 5 Veranlaßt durch Dr. Gerd Bauer vom Rheinischen Amt für Denkmalpflege; beide Objekte wurden von Herrn Hans Peter Autenrieth MA und Herrn Peter Turek, Restaurator, bearbeitet. Die Sichtung der Literatur, der Archivalien und der Restaurierungsakten wurde von Frau Beate Autenrieth vorgenommen.
- 6 Die Infrarothermographie wurde von Herrn Dr. Jürgen Frick von der FMPA Stuttgart durchgeführt. Er hat die Apsis in 24 Felder eingeteilt und entsprechende Thermogramme erstellt.
- 7 Zu diesem Thema wird derzeit an der Universität Oldenburg unter Leitung von Herrn Prof. Dr. K. Hinsch ein Projekt „Entwicklung eines Verfahrens der optischen Sondierung der Wandhaftung historischer Putzmörtel zur speziellen Anwendung bei Wandmalereischäden“ durchgeführt, das bereits jetzt sehr gute Ergebnisse vorweisen kann.
- 8 Sigrun Heine, Untersuchungen zum Problem der Festigung wasserglaseschädigter Wandmalerei mit Acrylharz Paraloid B 72 am Beispiel der Gewölbmalereien im Kapitelsaal der Abtei Brauweiler. Diplomarbeit Fachhochschule Köln 1995.