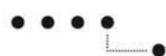
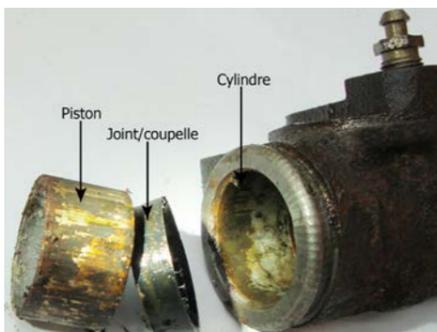
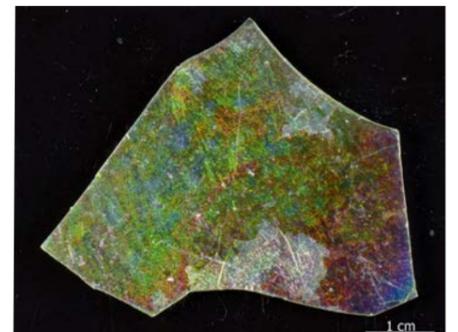
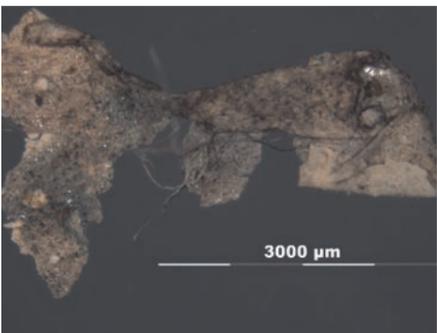




SWISS  
CONSERVATION-RESTORATION  
CAMPUS

Master of Arts in Conservation-Restoration

# MA Theses 2012



## **Master Theses 2012 of the Swiss Conservation-Restoration Campus (Swiss CRC)**

For the third consecutive year, students of the Swiss CRC have achieved their MA programme in Conservation-Restoration with a public presentation of their MA theses. The large variety of themes treated are presented in this brochure, containing the posters realised by the students. Full versions of the theses can be obtained at the partner schools of the Swiss CRC.

The Swiss CRC Academic Board

Bern, November 2012

The partners of the **Swiss Conservation-Restoration Campus**:

**Berner Fachhochschule (BFH),  
Abegg-Stiftung, Riggisberg**

[www.abegg-stiftung.ch](http://www.abegg-stiftung.ch)

**Berner Fachhochschule (BFH),  
Hochschule der Künste Bern (HKB)**

[www.hkb.bfh.ch](http://www.hkb.bfh.ch)

**Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO),  
Haute Ecole Arc Conservation-restauration (HE-Arc CR), Neuchâtel**

[www.he-arc.ch](http://www.he-arc.ch)

**Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana (SUPSI),  
Dipartimento Ambiente Costruzioni e Design (DACD), Lugano**

[www.supsi.ch/dacd](http://www.supsi.ch/dacd)

### **Contact:**

Swiss CRC Central Office  
Hochschule der Künste Bern  
Fellerstrasse 11  
CH-3027 Bern

[info@swiss-crc.ch](mailto:info@swiss-crc.ch)  
[www.swiss-crc.ch](http://www.swiss-crc.ch)

# MA Theses 2012

## BFH, Hochschule der Künste Bern (HKB):

- Sara Allemann:  
**Die nicht-wässrige Entsäuerung von Transparentpapier**  
Mit Hauptuntersuchungen zur Applikation alkalischer Substanz/Reserve
- Liesa Berens:  
**Der Friesboden – Charakteristika eines besonderen Dielenbodens**  
Betrachtung der Farb- und Strukturwirkung, der Verlegemuster sowie der Oberflächenbehandlung im Kontext der Fussbodenentwicklung
- Lea Dauwalder:  
**Das Herbarium des Felix Platter**  
Die Erhaltung eines historischen Buch-Herbariums
- Nadja Ernsthausen:  
**Fehlstellenergänzung an Pergament**  
Untersuchungen von Ergänzungsmethoden mit Japanpapier im Vergleich zu anderen Methoden
- Angela Eysler:  
**Restaurierung und Konservierung chinesischer Ölmalerei**  
Eine Auseinandersetzung mit chinesischen Ansätzen – Malmaterial, historischer Aspekt, aktuelle Situation und internationaler Kontext – anhand von kunsttechnologischen Untersuchungen aus der Sammlung Sigg
- Léa Guillaume-Gentil:  
**Bonifacio Bembo (1420-1477) et les closoirs du monastère de La Colombe**  
Etude stylistique et matérielle d'un cycle de peintures décoratives
- Stella Hausmann:  
**Materialtransfer**  
Nachbildungen des Leders
- Alexandra Humphreys:  
**Die Laserstrahlreinigung von Wachsoberflächen**
- Anna Jurt:  
**Proteinische Leimung im Papier**  
Eine Untersuchung zum Löseverhalten der Leimung beim Wässern von Papier
- Antonia Kosseva-Göldi  
**Sound verpackt**  
Schallplattenhüllen und ihre spezielle Konservierungs- und Restaurierungsproblematik - unter besonderer Berücksichtigung laminiertes Hüllen
- Myriam Krieg:  
**Bis ans Ende der Patina**  
Vergleichende Untersuchungen von Grundmetall und Patina archäologischer Kupferlegierungs-Objekte aus Avenches (VD)
- Sabine Maurer:  
**Kunststoffe in der Restaurierung**  
Ihr möglicher Einfluss auf die Verschmutzung von Wandmalerei
- Cornelius Palmbach:  
**Lock-In-Thermographie**  
Anwendungsmöglichkeiten eines berührungslosen bildgebenden Untersuchungsverfahrens in der Gemälde Konservierung
- Natalie Prader:  
**Reliquiengebeine – Nur Überreste eines Toten?**  
Dekomposition, Schadensursachen und Konsolidierung am Beispiel des Katakombenheiligen Placide
- Dorothea Spitz:   
**Verwendung von mikronisierten Kieselgelen und Gelatine zum partiellen Mattglanzausgleich auf Silbergelatineentwicklungspapieren**

- Ruben Trauffer:  
**3D-Dokumentation von Kunst- und Kulturgut mittels Streifenprojektionsverfahren**  
Grundlagen und Fallstudien
- Philippe von Niederhäusern:  
**Probleme früher Keim-Malereien in der Schweiz (1880-1900)**  
Verfärbungen von wasserglasgebundenen Malereien und Retuschen
- Sandra Winkelmann:  
**Lagerung von vegetabil gegerbtem Leder in gepufferten Archivmaterialien?**  
Untersuchungen zur Migration von Calciumcarbonat ins Leder
- Flavia Zumbrunn:  
**Das Südportal des Berner Münsters**  
Ursprüngliche Erscheinung und spätere Veränderungen

## **HES-SO, Haute Ecole Arc Conservation-Restauration (HE-Arc CR):**

- Emilie Cornet:  
**Vers une lubrification sèche pour le patrimoine horloger**  
Sa mise en oeuvre, ses limites et sa réversibilité
- Marion Daval:  
**La problématique de la radioactivité dans les objets patrimoniaux**  
Identification, évaluation et gestion
- Valérie Gapany:  
**L'arrachement des feuillets d'altération sur les verres archéologiques durant l'étape de remontage**  
Comment diminuer la perte de matière ?
- Aline Michel:  
**Les circuits hydrauliques des systèmes de freinage des véhicules automobiles historiques avant l'ABS**  
Etude du remplacement des liquides de frein à base de glycol DOT 3 et DOT 4 par le liquide de frein à base de silicone DOT 5

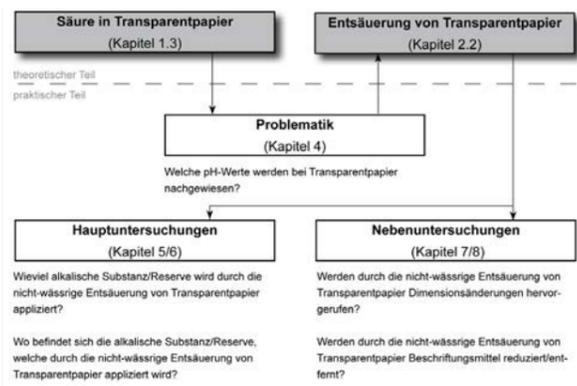
## **SUPSI, Dipartimento Ambiente Costruzioni e Design (DACD):**

- Benedetta Cantini:  
**Ethyl silicate for consolidation of decorated plasters**  
The example of green earth
- Corinna L. Koch Dandolo:  
**Surface coatings in wall painting**  
Non invasive characterization, removal and control
- Régine Saucy:  
**The cleaning of gilding on stucco decoration**  
Advantages and limits of the use of the Nd:YAG laser compared to chemical cleaning. – The Chapel of Sant'Antonio Abate in the Church of San Rocco in Soazza (GR)
- Anjo Weichbrodt:  
**An Assessment of Readhesion of Lime-Based Wall Painting Flakes with Catalyzed Ethyl(poly)silicates**

Master-Thesis in Conservation-Restoration:

# Die nicht-wässrige Entsäuerung von Transparentpapier

## Mit Hauptuntersuchungen zur Applikation alkalischer Substanz/Reserve



Schema zur Gliederung der vorliegenden MA-Thesis

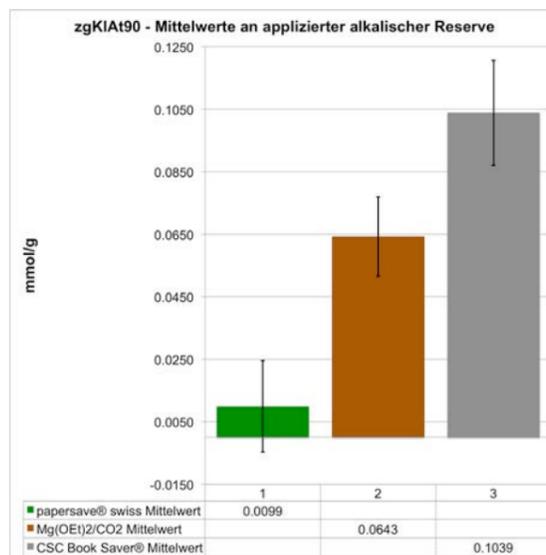
vorgelegt von **Sara Allemann**

Fachbereich Konservierung und Restaurierung  
 Master of Arts in Conservation-Restoration  
 Vertiefung: Graphik, Schriftgut und Fotografie  
 Referentin: Prof. Dipl.-Rest. Elke Mentzel  
 Korreferent: Prof. Dr. Walter Remo Caseri  
 Abschluss: Frühlingsemester 2012

### Abstract

Gegenstand vorliegender MA-Thesis ist die nicht-wässrige Entsäuerung von Transparentpapier. Beim Prozess der Entsäuerung ist die Applikation alkalischer Substanz von entscheidender Bedeutung. Durch diese werden im Papier bestehende Säuren und beim Vorhandensein eines Überschusses (= Reserve) auch zukünftig entstehende Säuren neutralisiert. Dadurch dient die Entsäuerung der Langzeitstabilisierung von Papier.

Die dazu theoretisch relevanten Themen „Säure in Papier“ sowie „Entsäuerung von Papier“ werden in Bezug auf das Spezialpapier Transparentpapier ausgearbeitet. In praktischen Untersuchungen wird der Säuregehalt von historischen Transparentpapieren durch Extrakt-pH-Messungen bestimmt. Zur Beurteilung der Wirksamkeit der nicht-wässrigen Entsäuerungsverfahren *carbonisiertes Magnesiummethylat in Ethanol*, *CSC Book Saver® Entsäuerungsspray* sowie *papersave® swiss* wird durch zwei Titrationsverfahren an historischen sowie zeitgenössischen Transparentpapieren ein quantitativer Nachweis alkalischer Reserve/Magnesium erbracht. Des Weiteren wird die Verteilung der applizierten alkalischen Substanz/Reserve durch Raster-Elektronenmikroskopie (REM) ermittelt. Zudem wird in weiteren Untersuchungen der Einfluss dieser nicht-wässrigen Entsäuerungsverfahren auf Dimensionsänderungen sowie Reduzierungen/Entfernungen von Beschriftungsmitteln beurteilt.



Die Mittelwerte an applizierter alkalischer Reserve weisen signifikante Unterschiede auf. Durch den *CSC Book Saver® Entsäuerungsspray* wurde die grösste Menge an alkalischer Reserve in den Probekörper eingebracht. Im Verhältnis dazu wurden mit *carbonisiertem Magnesiummethylat in Ethanol* 38% und mit dem Verfahren von *papersave® swiss* gar 93% weniger alkalische Reserve appliziert. (Probekörper zgKIAt90; Konfidenzintervall 95%)

### Einleitung

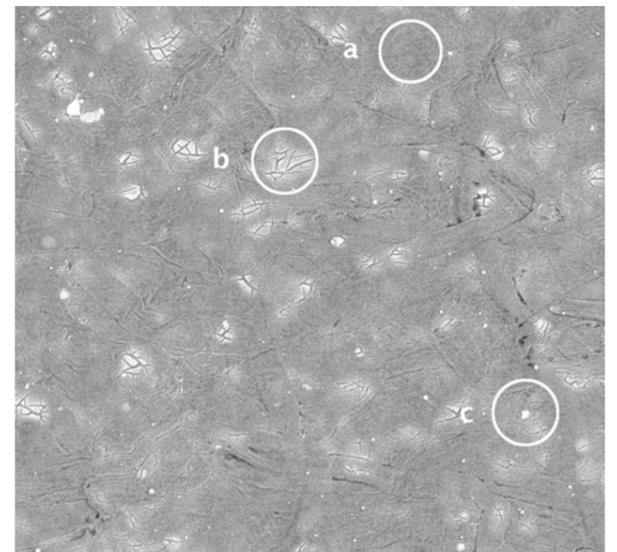
Der Zerfall von Papier wird chemisch durch die säurekatalysierte Spaltung von Cellulose verursacht. In Bezug auf das Spezialpapier Transparentpapier ist bekannt, dass dieses mehrheitlich herstellungsbedingt zusätzlichen Faktoren ausgesetzt ist, welche diesen Mechanismus begünstigen. Möglicherweise dadurch bedingt, dass Transparentpapier empfindlich auf Feuchtigkeitseinfluss reagiert, wird bis 1997 vermehrt über nicht-wässrige Entsäuerungen dieses Spezialpapiers berichtet.

### Methoden

Die Entsäuerung von Transparentpapier steht im Zusammenhang mit dessen Säuregehalt. Aus diesem Grund wurde die Problematik von säurehaltigem Transparentpapier vorab durch eigene pH-Messungen im Kaltextrakt<sup>1</sup> aufgezeigt. In Anlehnung an Kritikpunkte, welche in Bezug auf die Entsäuerung von Transparentpapier geäussert werden, kam der Applikation alkalischer Substanz/Reserve besondere Bedeutung zu. So wurden schliesslich zwei Hauptuntersuchungen zur applizierten Quantität<sup>2</sup> sowie zur Verteilung alkalischer Substanz/Reserve<sup>3</sup> durch die nicht-wässrige Entsäuerung von Transparentpapier durchgeführt. Da diese möglicherweise durch die Entsäuerung hervorgerufen werden, erfolgten letztlich zwei Nebenuntersuchungen, durch welche mit einfach umsetzbaren Methoden Dimensionsänderungen<sup>4</sup> sowie Reduzierungen/Entfernungen von Beschriftungsmitteln<sup>5</sup> untersucht wurden.

Für die beschriebenen Untersuchungen wurden historische sowie zeitgenössische Transparentpapierprobekörper eingesetzt. Ein

- 1 nach TAPPI T509 om-06
- 2 durch Titrationen nach ISO 10716:1994 sowie MERKBLATT IV/45/67
- 3 durch Raster-Elektronenmikroskopie (REM)
- 4 durch Messungen per Stahlmassstab sowie Mikrometer
- 5 Untersuchungen von Auge sowie durch Auflichtmikroskopie



REM-BSE-Aufnahme der Papieroberfläche des durch das Verfahren *CSC Book Saver® Entsäuerungsspray* behandelten Probekörpers zgKIAt90 (150x)  
 a) Bereich ohne flächige Ablagerungen (minimale Magnesiumkonzentration)  
 b) Bereich mit flächigen Ablagerungen (erhöhte Magnesiumkonzentration)  
 c) Partikel (erhöhte Magnesiumkonzentration)

Teil der Probekörper wurde für Haupt- sowie Nebenuntersuchungen durch die ausgewählten Sprühverfahren *carbonisiertes Magnesiummethylat in Ethanol* sowie *CSC Book Saver® Entsäuerungsspray* und das Massenentsäuerungsverfahren *papersave® swiss* in einen entsäuerten Zustand überführt.

### Gesamtfazit

Bezüglich der applizierten Quantität sowie zur Verteilung alkalischer Substanz/Reserve resultierte im Gesamtfazit der Hauptuntersuchungen, dass die nicht-wässrige Entsäuerung von Transparentpapier nur bedingt wirksam ist.

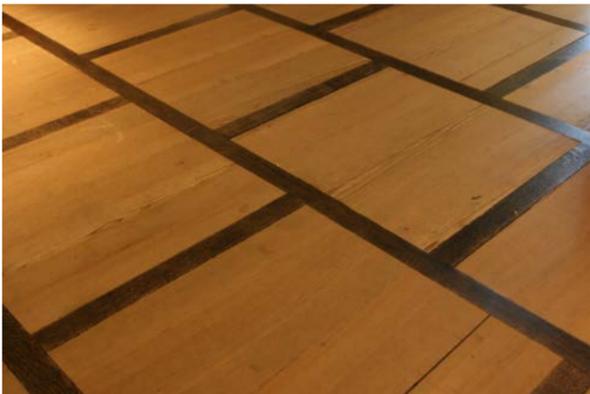
In Anlehnung an aktuelle Empfehlungen (DIN 6738:2007-03) wurde bei allen Probekörpern ein ausreichend applizierter Gehalt an alkalischer Reserve durch die Entsäuerung mit dem Verfahren *CSC Book Saver® Entsäuerungsspray* nachgewiesen. Durch die Verfahren *carbonisiertes Magnesiummethylat in Ethanol* sowie *papersave® swiss* wurde in Bezug auf die Probekörper selten genügend alkalische Reserve appliziert. Ergebnissen nachfolgender Untersuchungen zur Verteilung der alkalischen Substanz/Reserve zufolge – diese wurden an Probekörpern, welche durch das quantitativ erfolgreichste Verfahren *CSC Book Saver® Entsäuerungsspray* entsäuert wurden, durchgeführt – wurden die magnesiumhaltigen, alkalischen Bestandteile der Trägerflüssigkeiten auf der Papieroberfläche abgelagert. Deren Neutralisierungswirkung wird in Bezug auf im Faserverbund vorliegende, säurehaltige Bestandteile kritisch hinterfragt.

Neben diesen Erkenntnissen müssen beim jeweiligen Entsäuerungsverfahren die Ergebnisse aus durchgeführten Nebenuntersuchungen zu Dimensionsänderungen sowie Reduzierungen/Entfernungen von Beschriftungsmitteln berücksichtigt werden.

Master-Thesis in Conservation-Restoration:

# Der Friesboden – Charakteristika eines besonderen Dielenbodens

Betrachtung der Farb- und Strukturwirkung, der Verlegemuster sowie der Oberflächenbehandlung im Kontext der Fußbodenentwicklung



Berner Boden mit einem braunen Überzug auf den Friesen



Detailbild eines Friesbodens mit schwarzen Friesen



Fluoreszenzerscheinungen verschiedener Überzüge an einem Friesboden im UV-Licht

vorgelegt von **Liesa Berens**

Fachbereich Konservierung und Restaurierung  
Master of Arts in Conservation-Restoration  
Vertiefung: Architektur, Ausstattung und Möbel  
Referent: Prof. Dipl. Rest. Ueli Fritz  
Coreferent: Dipl. Rest. Henning Schulze  
Abschluss: Frühlingsemester 2012

## Abstract

Die charakteristischen Merkmale eines durch Friesen gegliederten Dielenbodens werden hier unter dem Begriff *Friesboden* zum Untersuchungsgegenstand. Es werden sowohl die Entstehung dieses besonderen Holzfußbodens im Kontext der Fußbodengeschichte als auch seine Ausführung betrachtet. Die Wirkung der Verlegemuster und die Oberflächenerscheinungen der verschiedenen Friesböden sind ebenfalls Gegenstand der Betrachtung. Die Resultate führten zum einen zu einer erstmaligen umfassenden Definition dieses Fußbodentypus und zum anderen zu neuen Erkenntnissen bezüglich der historischen Gestaltungskonzepte. Gerade in Bezug auf die stark veränderte Oberflächengestaltung durch Entfernung und Überarbeitung historischer Überzüge, sollen die Ergebnisse dieser Master-Thesis einen Versuch darstellen, zur Lösung denkmalpflegerischer Fragestellungen beizutragen.

## Definition des Fußbodentypus

Bei dem *Friesboden* handelt es sich um einen Fußbodentypus, der in der Spätgotik entstand, im 17. und 18. Jahrhundert seine Blütezeit hatte und selbst im 19. Jahrhundert und darüber hinaus noch Verwendung fand. Dieser Holzfußboden, der sich über die Kombination von Flächen aus massiven Nadelholz in Brett- oder Plattenform mit einrahmenden und gliedernden Laubholzfriesen definiert, zeichnet sich besonders durch seine Wandelbarkeit aus. So spiegelt er zum einen mit seinen verschiedenen Verlegemustern die gesamte Entwicklung vom schlichten Dielenboden bis hin zum Tafelparkett wider. Zum anderen konnte sich die Erscheinung eines Fußbodens im Laufe der Zeit durch die vielfältigen Möglichkeiten der Oberflächenbehandlung immer wieder verändern. Diese Vielseitigkeit zeigt sich auch in der Vielzahl der Benennungen, die für diesen Typus in der Literatur gefunden werden konnten. So sind u.a. regional gebräuchliche Begriffe wie „Kreuzboden“, „Berner Parkett“ (Abb.1) und „Fränkischer Hochzeitsboden“ oder Umschreibungen wie „Gegliedertes Dielenboden“ und „durch Friesen eingefasste Dielenung“ anzutreffen. Der hier verwendete Begriff *Friesboden* ist folglich nur einer von vielen, der jedoch über die regionalen Grenzen hinaus vertreten ist und in kompakter Form das dominante Gestaltungselement im Namen wieder aufgreift.

## Konstruktion und Verlegemuster

Als Weiterentwicklung des Dielenbodens wurden zu Beginn die Friesen an den Stoßfugen zwischen den Dielenenden eingesetzt, um einen großen Raum gleichmäßig aufzuteilen und den als unschön emp-

fundenen Hirnholzstoß zu beseitigen. Später erst erfolgte die Gliederung der Bodenfläche nach architektonischen Gesichtspunkten, bei der auch die Einteilung der Wände und Decken berücksichtigt werden konnte. Hierbei ließen sich durch die Laufrichtung und Anordnung sowie durch Breite und Länge der Friesen sehr viele Muster kreieren, die zusätzlich durch die Fugenausbildung noch weiter unterschieden werden konnten.

## Oberflächenbehandlung

Zusätzlich zu der Verwendung von zwei Holzarten, die mit ihrer jeweiligen spezifischen Holzfarbe im Kontrast zueinander stehen, konnte gleichzeitig die Oberfläche, je nach Raumkontext und Stil, in Glanz und Farbe weitermodifiziert werden. Bemerkenswert ist hierbei, dass der Fußboden in den meisten Fällen je nach Holzart eine spezifische Behandlung erfuhr. Diese konnte sowohl durch die Art des Auftrages als auch durch die Wahl des Bindemittels und der Farbe in verschiedenen Varianten und Kombinationen ausgeführt werden (Abb.3). Innerhalb dieser Vielfalt sind dennoch, je nach Zeit und Friesbodenart, gewisse Vorlieben bezüglich der Oberflächengestaltung ablesbar. So ergaben Untersuchungen, dass die Friesböden wahrscheinlich zunächst weder auf der gesamten Fläche noch auf den Friesen einen schichtbildenden Schutzüberzug erhielten und höchstens durch das Auftragen von Ölen oder Beizen eine Farbvertiefung erzielt wurde. Jüngere Überzüge ergaben brauntonige Friesen, während z.B. eine rote oder schwarze Farbgebung (Abb.2) nur dem späten 19. und 20. Jahrhundert zugewiesen werden konnte.

Master-Thesis in Conservation-Restoration:

# Das Herbarium des Felix Platter

## Die Erhaltung eines historischen Buch-Herbariums



Die acht Herbarien mit getrockneten, gepressten Pflanzen und Pflanzenabbildungen (Holzschnitte, Zeichnungen, Aquarelle), oben rechts der Abbildungsband mit Holzschnitten von Pflanzen.  
Fotografie Jürg Bernhardt, ©Burgerbibliothek Bern



Sonnenblume (lat. *Helianthus annuus*) (Signatur ES70.6, S. 154, 155). Links eine Tintenzeichnung, vermutlich von Pierandrea Mattioli, die im Rahmen dieser Arbeit neu entdeckt wurde. Die Blütenblätter der getrockneten Pflanze wurden einzeln gepresst und anschließend zusammengesetzt. Dass einzelne Teile der Pflanze fehlen, war offenbar weniger wichtig als das Erreichen eines naturnahen Gesamteindrucks.  
Fotografie Jürg Bernhardt, ©Burgerbibliothek Bern



Zwei Darstellungen und zwei gepresste Pflanzen „Grosses Zweiblatt“ (lat. *Listera ovata*) (Signatur ES70.2, S. 354, 355). Links die kolorierte Zeichnung von Hans Weiditz d.J. als Vorlage für einen Holzschnitt im Kräuterbuch „Herbarum vivae eicones“, 1530, Otto Brunfels. Der Holzschnitt rechts der Zeichnung aus einem Kräuterbuch von Leonhard Fuchs (1542 oder 1543). Brunfels und Fuchs werden als zwei der „Väter der Botanik“ bezeichnet.  
Fotografie Jürg Bernhardt, ©Burgerbibliothek Bern

vorgelegt von **Lea Dauwalder**

Fachbereich Konservierung und Restaurierung

Master of Arts in Conservation-Restoration

Vertiefung: Graphik, Schriftgut und Photographie

Referentin: Prof. Elke Mentzel

Coreferentin: Dipl.-Rest. Petra Hanschke

Abschluss: Frühlingsemester 2012

### Abstract

Diese Masterthesis befasst sich mit der Erhaltung von Objekten aus der Sammlung des Basler Arztes Felix Platter (1536-1614). Im Zentrum der Untersuchungen stehen acht Bücher mit getrockneten, gepressten Pflanzen sowie Pflanzenabbildungen.

Im 16. Jahrhundert entwickelte sich die Botanik als eigenständiges Forschungsgebiet, während die Pflanzenkunde zuvor ausschliesslich als Hilfswissenschaft für die Medizin diente. Die Herbarien von Felix Platter entstammen dieser Zeit des Umbruchs. Sie gehören zu den ältesten der Welt und sind die ältesten der Schweiz.

Die Herbarien wurden kodikologisch beschrieben. Weiter wurde auf den Zustand der Herbarien eingegangen, während hier die Frage nach möglichen Bioziden eine wichtige Rolle einnahm.

Die gewonnenen Erkenntnisse führten schliesslich zur Erstellung eines Konservierungs- und Restaurierungskonzepts für die Herbarien.

Ziel der Burgerbibliothek Bern (Eigentümerin der Herbarsammlung) ist, die Herbarien öffentlich zugänglich zu machen und fachgerecht zu erhalten. Mit dieser Thesis wird die Grundlage für die Konservierung und Restaurierung gelegt. Die Herbarien wurden 2011 digitalisiert und werden voraussichtlich ab 2013, verknüpft mit ihren Metadaten, online zugänglich sein.

### Einleitung

Es war wie die Erweckung aus dem Dornröschenschlaf – 1930 wurde auf dem Dachboden des Botanischen Instituts der Universität Bern ein wahrer Schatz geborgen: neun Bücher. Es handelte sich um einen Teil der berühmten Herbarien- und Pflanzenabbildungssammlung vom Basler Arzt Felix Platter (1536-1614).

### Kulturhistorischer Hintergrund

Bei der Betrachtung des historischen Kontextes wurde deutlich, dass die Herbarien von Felix Platter zu den ältesten der Welt gehören. In der Zeit, als Felix Platter Medizin studierte, entwickelte sich die Botanik zu einer eigenständigen Forschungsrichtung als Teilgebiet der Medizin. In seiner Ausbildung zum Arzt in Montpellier erlernte Platter die Herstellung von Herbarien, eine damals relativ neue Technik. Seine ursprünglich sehr umfangreiche Herbarsammlung zeugt von Platters umfassendem Interesse an der Pflanzenwelt.

Felix Platter war eine interessante und vielseitige Persönlichkeit. Seine medizinischen Leistungen und sein Naturalien- und Raritätenkabinett, dessen Zentrum die Herbarien bildeten, waren weitherum berühmt.

### Kodikologische Betrachtung

Die kodikologische Betrachtung des Inhalts und der Einbände der Herbarien führten zu einem umfassenden Bild über die vorliegenden Objekte. Es wurde deutlich, dass in dieser frühen Zeit der Botanik die Herbarien einen anderen Zweck hatten als heute: Anhand der Herbarien sollten Pflanzen erkannt werden, sie dienten als Nachschlagewerk. Platter hat den gepressten Pflanzen meist eine entsprechende Abbildung gegenübergestellt. Neben Holzschnitten

aus zeitgenössischen Kräuterbüchern hat Platter kolorierte Zeichnungen von Hans Weiditz d.J. (um 1495-1536) als Vorlagen für Druckwerke und eine bis anhin unentdeckte Tintenzeichnung, vermutlich von Pierandrea Mattioli (1500-1577), in seine Herbarien integriert.

### Zustandserfassung

Verschiedene Schäden der Herbarien und deren Ursachen wurden untersucht. Es wurde festgestellt, dass die Herbarien, gemessen an ihrem Alter und ihrer Fragilität, in gutem Zustand sind. Ein Schwerpunkt der Untersuchungen lag in der Frage, ob Biozide zur Schädlingsbekämpfung in den Platter-Herbarien eingesetzt wurden. Recherchen machten deutlich, dass dies zwar nicht zwingend vermutet, aber auch nicht ausgeschlossen werden kann. Die darauffolgenden Analysen (FT-IR, GC/MS) konzentrierten sich vor allem auf ein DDT-haltiges Biozid. DDT oder andere chlorhaltige Biozide konnten jedoch nicht nachgewiesen werden.

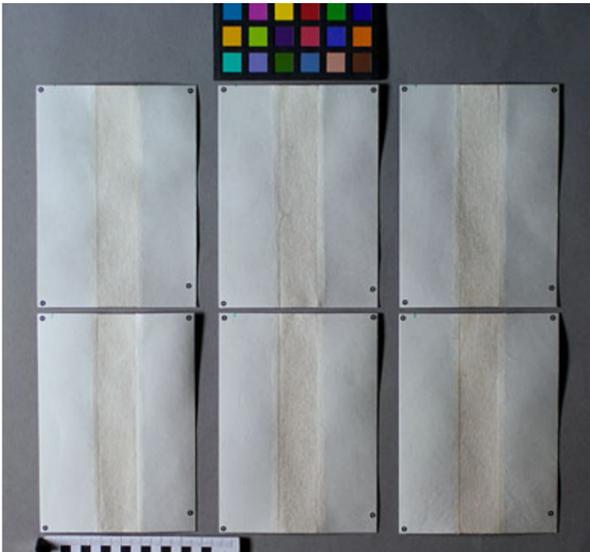
### Konservierungs- und Restaurierungskonzept

Ein wichtiger Schritt zur Erhaltung der Herbarien wurde bereits gemacht: Die Digitalisierung ermöglicht die Untersuchung der Herbarien ohne deren physische Benützung. Unter Einbezug praktischer und ethischer Überlegungen wurde eine Erhaltungsstrategie ermittelt, welche die in der Folge dargelegten konkreten Vorschläge zur Konservierung und Restaurierung der Herbarien prägte. Diese Vorschläge wurden neben der Literaturrecherche auch durch die Befragung verschiedener Fachpersonen erarbeitet. Die Konservierungs- und Restaurierungsvorschläge sind ein Resultat internationaler und interdisziplinärer Zusammenarbeit.

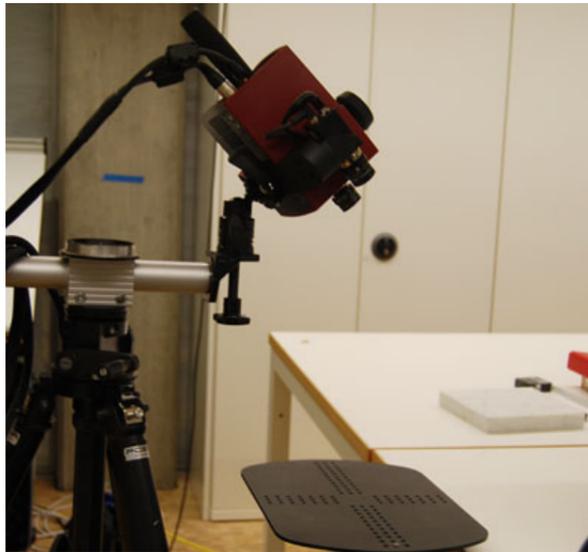
Master-Thesis in Conservation-Restoration:

# Fehlstellenergänzung an Pergament

## Untersuchungen von Ergänzungsmethoden mit Japanpapier im Vergleich zu anderen Methoden



Beispiel einer Versuchsreihe: Japanpapierergänzungen mit RK 29 am dicken Pergament



ATOS 3D-Scanner



Beispiel einer Probe während der Biegesteifigkeitsmessung

vorgelegt von **Nadja Ernsthäuser**

Fachbereich Konservierung und Restaurierung

Master of Arts in Conservation-Restoration

Vertiefung: Graphik, Schriftgut und Photographie

Referentin: Dipl. Rest. Elke Mentzel

Coreferentin: Rest. Andrea Giovannini

Abschluss: Frühlingsemester 2012

### Abstract

Fehlstellenergänzung an Pergamentdokumenten ist eine zur Stabilisierung häufig angewendete Restaurierungsmethode. Die dafür meist verwendeten Materialien sind Pergament und Hautfasersuspension. Japanpapier wurde bisher als Ergänzungsmaterial eher selten eingesetzt.

Eine vorangehende Literaturrecherche wird die unterschiedlichen Techniken zur Fehlstellenergänzungen an Pergament zusammenfassen und deren Vor- und Nachteile aufzählen. Der Hauptteil dieser Arbeit befasst sich mit dem Testen praktischer Versuchsreihen mit unterschiedlichen Materialien zur Fehlstellenergänzung. Die Ergänzungsarten werden durch ausgewählte Untersuchungsmethoden auf ihr Materialverhalten getestet. Anhand der Ergebnisse können die ausgewählten Methoden miteinander verglichen werden, um mögliche Unterschiede aufzuzeigen.

### Literaturübersicht

In der Literatur wird vorwiegend von Pergament oder Anfasern als Ergänzungsmethoden von Fehlstellen bei Pergament berichtet. Nur in wenigen Artikeln findet man den Einsatz von Japanpapier als Ergänzungsmethode.

Es werden Bedenken geäußert, dass Japanpapier zu Spannungen führt. Diese werden einerseits auf die unterschiedliche Hygroskopizität der Materialien und andererseits auf den hohen Feuchtigkeitseinfluss des für Japanpapierverklebungen oft verwendeten Weizenstärkekleisters zurückgeführt.

Basierend auf diesem Hintergrund, wurden Versuchsreihen durchgeführt, welche diese Bedenken gegenüber Japanpapier bestätigen oder widerlegen sollen.

### Versuchsreihen

Für die Versuche wurden Pergamentergänzungen, -anfasern (hier: getrennt angefaserte Stücke) und Ergänzungen mit Japanpapier (mit maschinell hergestelltem RK 29 und handgeschöpftem K 63, K 65) an drei verschiedenen Versuchspergamenten ausgeführt. Als Klebstoff diente für die Japanpapiere Weizenstärkekleister und für die anderen beiden Methoden Proteinleim.

Die angefertigten Probenkörper, bestehend aus Ergänzungsmaterial und „Originalpergament“, sollten auf ihr Materialverhalten untersucht werden. Es wurde eine Materialbeanspruchung in Form von Klimaschwankungen erzeugt. Diese provozieren, dass die Probenkörper eine häufige Aufnahme und Abgabe von Feuchtigkeit erfahren.

Als Messmethoden dienten 3D-Messungen zur Berechnung optischer Veränderungen und Biegesteifigkeitstests zur Aufzeichnung von Veränderungen im

Materialinneren. Die 3D-Messung (hier: ATOS-Messsystem) ermöglichten es, durch Datensätze von Vorher- und Nachher-Messungen jeder Probe die durch die Klimaschwankungen entstandenen Differenzen zu berechnen. Mit der Biegesteifigkeit kann die Flexibilität und der innere Widerstand eines Materials gemessen werden.

### Resultate

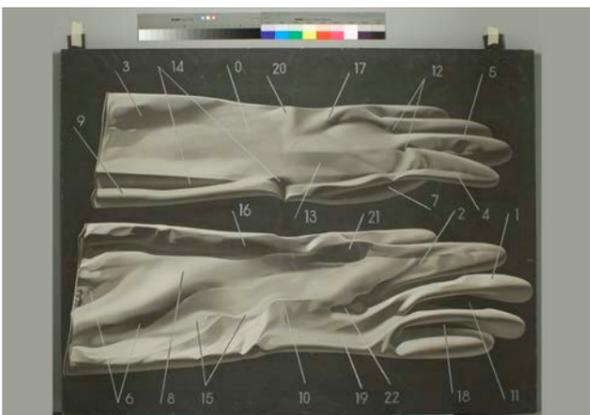
Die in der Literatur geäußerte Kritik von zu hohem Feuchtigkeitseinfluss bei der Verwendung von Weizenstärkekleister konnte zum Teil bestätigt werden. Anhand von Vorzustandsaufnahmen konnte festgestellt werden, dass der verwendete Weizenstärkekleister zu stärkerer Wellenbildung an dünnem Pergament führt als Proteinleim. Dieses Phänomen wurde lediglich an dünnem Pergament festgestellt.

Ein für jeden untersuchten Parameter individuell erstelltes Bewertungssystem ermöglichte die Einstufung und den Vergleich der Testergebnisse der Versuchsreihen untereinander. Dadurch konnte aufgezeigt werden, dass bei den hier gewählten Methoden die Ergänzungen mit Japanpapier positive Ergebnisse erzielten. Die Anpassungsfähigkeit an das „Originalpergament“ durch Mitbewegen bei Klimaschwankungen und das Beibehalten der Flexibilität konnte in vielen Fällen bestätigt werden. Das handgeschöpfte Japanpapier K 63 weist an einem Pergament von allen Ergänzungsmethoden die besten Testergebnisse auf. Die in der Literatur geäußerte Kritik, Japanpapier sorge für Spannungen aufgrund der stark unterschiedlichen Hygroskopizität im Gegensatz zu Pergament konnte anhand der durchgeführten Untersuchungen teilweise widerlegt werden.

Master-Thesis in Conservation-Restoration:

# Restaurierung und Konservierung chinesischer Ölmalerei

Eine Auseinandersetzung mit chinesischen Ansätzen – Malmaterial, historischer Aspekt, aktuelle Situation und internationaler Kontext – anhand von kunsttechnologischen Untersuchungen aus der Sammlung Sigg



Zhang Peili (untitulierte), 1988



Zhang Peili (untitulierte), 1988



Geng Jianyi „The Second Situation“ (2 von 4), 1987

vorgelegt von **Angela Eysler**

Fachbereich Konservierung und Restaurierung

Master of Arts in Conservation-Restoration

Vertiefung: Gemälde und Skulptur

Referentin: Dipl. Rest. Nathalie Bäschlin

Coreferent: Dipl. Rest. Willy Stebler

Abschluss: Frühlingsemester 2012

## Abstract

Die vorliegende Masterthesis beinhaltet eine Auseinandersetzung mit Unterschieden und Übereinstimmungen in der Ölgemälderestaurierung und -konservierung zwischen westlich geprägten Ansätzen und denen auf dem Festland Chinas. Hierfür werden die nach dem heutigen Stand der Forschung zu erwartenden Materialien der chinesischen Ölmalerei genannt und ihr jeweiliger Bezug zum Zeitkontext hergestellt. Weiter wird auf den historisch gewachsenen Umgang mit Kulturgut in China Bezug genommen und die heutige Situation der Ölgemälderestaurierung und -konservierung vorgestellt. Anhand der Ergebnisse werden Vergleiche zwischen chinesischen und westlichen Ansätzen gezogen und die Bedeutung der Ergebnisse im internationalen Kontext diskutiert.

## Ölmalerei in China

Die Ölmalerei wurde in breitem Umfang am Anfang des 20. Jh. in China eingeführt. Anfangs wurden meist westliche Malmaterialien verwendet. Bei Werken ab 1950 kann von chinesischen Malutensilien ausgegangen werden. Bedingt durch die wirtschaftliche Situation und einer gleichzeitig vermehrten Anwendung der Maltechnik können von 1950 bis ca. 1990 Malmaterialien durch Zusatzstoffe gestreckt oder substituiert sein. Wie auch für die Fallbeispiele der Sigg-Collection (Abb. 1-3) ermittelt werden konnte, war zusätzlich die Zugänglichkeit zu Material eingeschränkt. Individuallösungen zur Herstellung von Malmaterial waren gängig. Im Rückschluss ist bei konservatorischen/restauratorischen Massnahmen an Werken aus dieser Zeit besondere Vorsicht geboten.

## Historischer Aspekt

Historisch gewachsene soziokulturelle Strukturen beeinflussen Fragen zur kulturellen Signifikanz von Objekten und ihrer Erhaltung. Der historische, chinesische Umgang mit Kulturgut zeigt, dass das Material der Kunst gegenüber der spirituellen Botschaft eine untergeordnete Bedeutung hatte.

Anfang des 20. Jh. begannen in der chinesischen Kulturguterhaltung Auseinandersetzungen, welche Vergleiche mit westlichen Ansätzen aufweisen. In den 1950er Jahren wurden russische Methoden adaptiert. Der erst jungen Ölmalerei wurde historisch bedingt nicht viel Aufmerksamkeit geschenkt. Die politisch bedingte Isolation Chinas Ende der 1950er Jahre und die 1966 einsetzende Kulturrevolution hat den Prozess der Kulturguterhaltung bis ca. 1978 unterbunden und darüber hinaus grosse Teile des Kulturgutes zerstört.

## Situation der Ölgemälderestaurierung/-konservierung

Der Beginn der Vertiefungsrichtung kann ca. auf 1999 festgelegt werden. Bis 2011 wurden in China 7 professionelle Institutionen für den Bereich der Ölgemälderestaurierung und -konservierung gegründet und ca. 20 Fachpublikationen veröffentlicht. Aufgrund der noch jungen Fachdisziplin orientiert sich die chinesische Ölgemälderestaurierung und -konservierung derzeit stark an westlichem Fachwissen. Gleichzeitig kann bei Massnahmen eine historisch geprägte Entscheidungsfindung beobachtet werden. Eine genaue chinesische Richtung ist derzeit nicht benennbar.

## Ergebnis

Will man im Sinne der Ausgangsfrage der Thesis Unterschiede und Gemeinsamkeiten zusammenfassend bestimmen, ist als Gemeinsamkeit im internationalen Kontext eine gleiche Ausgangsbasis in Fragen der physischen Erhaltung von technologisch ähnlichen Kunstwerken deutlich. Unterschiede sind in abweichenden Interpretationen bezüglich der Authentizität eines Kunstwerkes sichtbar. Chinesische Ansätze verweisen auf die Wichtigkeit des Objektes in seinem originalen Erscheinungsbild. Hier sind Parallelen zur historisch gewachsenen Situation in China sichtbar. Die junge chinesische Fachdisziplin befindet sich heute in einer Interimssituation zwischen westlichen und traditionell chinesischen Ansätzen. Mit Fortschreiten der Forschung kann zukünftig eine genauere Nennung der kulturellen Signifikanz von chinesischen Ölmalereien erfolgen und ein verstärkter internationaler Fachaustausch erwartet werden.

Master-Thesis in Conservation-Restoration:

# Bonifacio Bembo (1420-1477) et les closoirs du monastère de La Colombe

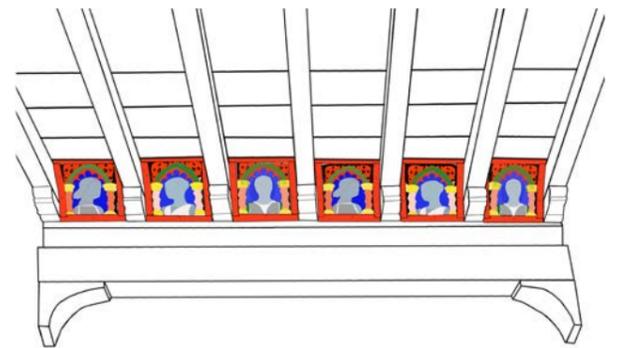
## Etude stylistique et matérielle d'un cycle de peintures décoratives



Photogrammétrie par corrélation d'images . Superposition des panneaux G780 et G781. Les zones claires indiquent les parties où le cintrage est identique.



Portraits d'homme et portrait de femme dans une arcature, dans le cadre (G781/ G780). Musée d'art et d'histoire, Genève.



Dessin hypothétique de l'encadrement original des closoirs au plafond.

Présentée par **Léa Guillaume-Gentil**

Filière Conservation et Restauration

Master of Arts in Conservation-Restoration

Spécialisation: Peinture et sculpture

Supervision: Dipl. Rest. (HES) Karolina Soppa

Coréférence: Victor Lopes, conservateur-restaurateur de peinture

Réalisation: semestre de printemps 2012

### Abstract

Attribués à l'atelier de Bonifacio Bembo (v. 1420-1477), un portrait de femme et un portrait d'homme, nichés dans une décoration architecturale, sont aujourd'hui conservés au Musée d'art et d'histoire de Genève. Ces peintures destinées à être insérées dans une charpente en bois, faisaient partie d'un ensemble de panneaux décoratifs (closoirs), aujourd'hui démembré.

L'étude met à jour l'inventaire de 176 panneaux similaires à ceux de Genève, dont l'origine remonte peut-être au monastère de La Colombe à Crémone. Leur appartenance à un même cycle restant énigmatique, une étude technique et scientifique des peintures de Genève, du Musée des arts décoratifs à Paris (75), de la Bibliothèque Hertziana à Rome (19), du Musée Pogliaghi à Varese (7) et du Musée Berenziano à Crémone (3) a permis de mettre en exergue les particularités du cycle: un support cintré, une couche de préparation composée de silicates et de carbonate de calcium et une riche palette de couleurs. Une peinture appliquée aux pochoirs témoigne d'une production sérielle tandis que le raffinement des brocarts appliqués s'approche de la peinture de chevalet. Enfin, des états de conservation similaires donnent des indications quant à un même lieu d'origine, cela a pu être vérifié sur la série de Genève, de Paris et de Varèse.

### L'art du plafond peint

Les plafonds datant du 15e siècle se constituaient d'une charpente apparente en bois, qui pouvait être décorée entre le raccord des poutres et des solives avec de petits panneaux carrés ou rectangulaires, nommés les closoirs. Selon la surface du plafond, leur nombre pouvait atteindre plusieurs centaines de panneaux. Crémone, Pavie et Crema sont à cette époque des centres réputés pour ce type de décors, à connotation profane et naturaliste. Cet art populaire, qualifié de *pittura artigiana*, répondait à une production sérielle et se distingue par des techniques picturales particulières. Pour diverses raisons, les closoirs ont une existence courte, limitée au 15e siècle.

### Les particularités matérielles du cycle de la Colombe

Les particularités des supports présumés du monastère sont premièrement le cintrage concave, produit par contrainte. Leur format, modifié par de nombreuses interventions, oscille entre H 38,5± 3,5 et L 31,8± 6,6 cm et E 0,8 ± 1,1 cm. Les marques d'outillages, comme la scie à refendre, le rabot ou le ciseau à bois dont les fers ont laissé des marques caractéristiques, permettent de reconnaître une même production. Les couches préparatoires ocres se composent de différents types de silicates et de carbonate de calcium mélangés à de la colle et de l'huile siccative, qui s'éloignent des pratiques usuelles des peintres italiens de l'époque.

Des couleurs vives, comme l'azurite, l'orpiment, le vermillon, la malachite, le jaune d'étain plomb, le noir d'os et des terres, accentuaient la valeur décorative du cycle. Appliqués aux pochoirs, les éléments principaux (arcatures, colonnettes, fleurs) se composent d'un liant peu riche en huile (tempera maigre) tandis que les visages, peints à main levée, révèlent un liant huileux (tempera grasse). Enfin, les brocarts appliqués sur les vêtements et les coiffes consistent en une feuille d'étain et une masse huileuse.

### L'état de conservation

Des bords endommagés et des altérations de couleurs sur les bords témoignent de l'encadrement d'origine. Une couche picturale lacunaire sur des zones identiques présume un même lieu d'origine. Par ailleurs, des restes de gypse en surface indiquent la présence d'un ancien revêtement alors que les peintures étaient encore au plafond.

### Conclusion

Par la comparaison matérielle, les deux portraits conservés au MAH de Genève ont pu être rattachés aux portraits de Paris ainsi qu'à ceux de Varese. Par ailleurs, les dissemblances minimales notées sur la série de Rome et du Musée Berenziano ne permettent pas d'affirmer avec certitude que les closoirs proviennent du même plafond, bien qu'ils soient issus d'une même production.

### Poursuite du travail

La Pinacothèque Ambrosienne de Milan envisage de réunir prochainement une partie des panneaux étudiés ici dans le cadre d'une exposition, mais elle semble confrontée à diverses problématiques, en particulier sur le mode de présentation d'une série démembrée. Il serait aujourd'hui intéressant de poursuivre la recherche afin de discuter de la manière dont doit être considéré ce cycle afin de clarifier sa place dans l'histoire de l'art. Sont-ils de simples éléments décoratifs? De quelle manière doit-on les exposer?

Master-Thesis in Conservation-Restoration:

# Materialtransfer – Nachbildungen des Leders



Die Ästhetik der gepressten Narbung:  
Zigarrenetui aus Pappe mit Struktur eines Alligatorleders (um 1857).



Die Funktion der elastischen Haut:  
Die Brüder Montgolfier stellten aus Lederabfällen elastisches Papier für ihren Ballon her (um 1786).



Die Technik des thermoplastischen Reliefs:  
Sperrholzsitz von Thonet mit Reliefpressung, die an gepresste Lederarbeiten erinnert (um 1909).

vorgelegt von **Stella Hausmann**  
 Fachbereich Konservierung und Restaurierung  
 Master of Arts in Conservation-Restoration  
 Vertiefung: Architektur, Ausstattung und Möbel  
 Referent: Prof. Dipl. Rest. Ueli Fritz  
 Korreferent: Prof. Dr. Thomas Strässle  
 Abschluss: Frühlingsemester 2012

## Abstract

Die vorliegende Untersuchung entstand im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojektes „Intermaterialität“<sup>1</sup> und behandelt das Thema des Materialtransfers. Darunter wird verstanden, dass ein Material erscheint, *als ob* es ein anderes Material wäre. Das Phänomen wird bisher häufig als *Nachahmung* oder *Imitation* bezeichnet und hier unter den Begriffen *Materialtransfer* und *Nachbildung* abgehandelt. Die Arbeit schliesst an die laufende Materialitätsdebatte an, die das Material Leder und das Phänomen des Materialtransfers noch nicht umfassend behandelte. Die Master-Thesis ist kunsthistorisch und -technologisch ausgerichtet und versucht, aus konservatorischer Sicht Fragen auf materialtechnologischer und -semantischer Ebene zu beantworten. Dabei werden ästhetische, funktionale und technische Aspekte berücksichtigt. Ein Schwerpunkt liegt im Bereich der Wandverkleidungen: Die Ledertapeten der Renaissance und des Barock, die sogenannten *Goldleder*, werden aufgrund ihrer stilistischen Nähe zu Textilien und ihres „Goldes“ untersucht, das aus lackiertem Silber besteht. Die Gruppe der Lederersatzstoffe des 19. Jahrhunderts, die *Ledersurrogate* genannt werden, wird durch Quellenrecherche aufgearbeitet und anhand verschiedener Tapeten vorgestellt.

## Die drei Aspekte des Transfers

Zum Zweck der Analyse wird eine Unterteilung des Materialtransfers in drei Aspekte vorgenommen: einen ästhetischen, einen funktionalen und einen technischen. Diese Aspekte werden an zahlreichen Objekten aus verschiedenen Kunstgattungen und Epochen untersucht. Dabei wird das Leder häufiger als nachgebildetes und seltener als nachbildendes Material gezeigt.

### Der ästhetische Aspekt

Der ästhetische Aspekt des Materialtransfers spricht all die Eigenschaften des Nachgebildeten an, die mit einem Sinnesorgan wahrgenommen werden können: die optische Erscheinung, die haptischen Eigenschaften, der Geruch, der Klang. Sämtliche Eigenschaften können für den Materialtransfer relevant sein. Entscheidend ist oft das optische Erscheinungsbild eines Materials, da es als erste oder einzige ästhetische Qualität wahrgenommen wird, das verrät oder zweifeln lässt. Eine häufig nachgebildete Ästhetik des Leders ist das Narbenbild, das durch die Oberflächenbeschaffenheit der Haut mit Falten, Furchen, Poren und Schuppen bestimmt ist.

### Der funktionale Aspekt

Bei der Nachbildung eines Materials sind neben den ästhetischen auch die funktionalen Eigenschaften relevant. Zu diesen Eigenschaften gehören physikalische und chemische Eigenschaften genauso wie haptische, die schon beim ästhetischen Aspekt eine Rolle spielen. Die funktionalen Eigenschaften bestimmen massgeblich, für welche Anwendungen ein Material geeignet ist. Ein Material kann in einer charakteristischen Verwendung derart etabliert sein, dass es zu einem vorbildhaften Material wird und durch ein anderes in seiner Funktionalität nachgebildet wird. Das Leder eignet sich in seiner Eigenschaft als haltbar gemachte Haut in den verschiedensten Verwendungen als umhüllendes, elastisches und

dauerhaftes Material. Die Arbeit analysiert, wie diese funktionalen Eigenschaften auf andere Materialien transferiert werden können.

### Der technische Aspekt

Ein Material zeigt hinsichtlich seiner Herstellung und Bearbeitung ein Repertoire an Techniken, die es prägen, wie seine ästhetischen und funktionalen Eigenschaften. Aus technischer Sicht wird der Materialtransfer dahingehend befragt, wie auch Herstellung, Bearbeitung und/oder technisch bedingte Aspekte der Gestaltung eines Materials auf ein anderes übertragen werden können. Dieses Phänomen ist mit den beiden vorigen Aspekten eng verbunden: Technische Bearbeitungen können die Ästhetik massgeblich bestimmen. Funktionale Eigenschaften können die technischen Möglichkeiten festlegen. Technische Herstellungsweisen beeinflussen die funktionalen Eigenschaften. Der technische Aspekt liefert jedoch häufig nicht eindeutige Hinweise, da mehrere Materialien als Vorbild für die transferierte Technik in Frage kommen.

### Materialtransfer zweiter Ordnung

Der Ausgangspunkt der Arbeit und die Ursache für die Wahl des Materials Leder war die Ausstattung des Ständeratsaals im Bundeshaus in Bern, bei der echtes Leder mit künstlicher Narbung versehen wird. Dieser Fall wird abschliessend als Materialtransfer zweiter Ordnung gezeigt und stellt somit Anfangs- und Endpunkt der Arbeit dar.

<sup>1</sup> SNF-Forschungsprojekt im Y, dem Institut für Transdisziplinarität an der Hochschule der Künste Bern, unter Leitung von Prof. Dr. Thomas Strässle ([www.intermaterialtaet.ch](http://www.intermaterialtaet.ch)).

Master-Thesis in Conservation-Restoration:

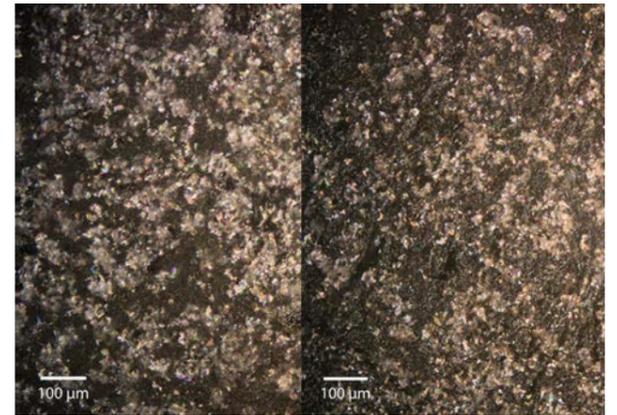
# Die Laserstrahlreinigung von Wachsoberflächen



Wachsgesicht aus Bienenwachs: Detailaufnahme: Die feinen Risse im Wachs konnten mittels Laserstrahl (Neodym:YAG-Laser) optimal gereinigt werden



Bienenwachs Probe 1: Gereinigte Probe (Neodym:YAG-Laser); am rechten Rand wurde die Verschmutzung zum Vergleich stehen gelassen



Bienenwachs Probe 1: Mikroskopaufnahmen (10x): Links unbehandelte Referenzoberfläche / Rechts gereinigte Oberfläche (Neodym:YAG-Laser): Rechte Oberfläche ist im Vergleich zur linken weniger kristallin und sie ist etwas rauer als vorher

vorgelegt von **Alexandra Humphreys**

Fachbereich Konservierung und Restaurierung

Master of Arts in Conservation-Restoration

Vertiefung: Gemälde und Skulptur

Referentin: Katja Friese

Coreferent: Dr. Udo Klotzbach

Abschluss: Frühlingsemester 2012

## Abstract

Obwohl Wachs in der Kunst ein klassisches Material und der Laser mittlerweile ein etabliertes Reinigungswerkzeug darstellt, ist die Laserreinigung von Wachsoberflächen bislang weitgehend unerforscht. Diese Masterarbeit greift das Thema auf und klärt folgende Fragen:

- Kann mit Laser eine effektive und visuell überzeugende Reinigungswirkung auf Wachsoberflächen erzielt werden?
- Welche Veränderungen stellen sich ein hinsichtlich Verfärbungen, Glanzcharakter und Beschaffenheit der Oberflächen?
- Welche laserinduzierten Schäden können auftreten und mit welcher Intensität?
- Wie unterscheiden sich die Ergebnisse hinsichtlich der verwendeten Lasersysteme?
- Was sind günstige gerätespezifische Parameter?

Zur Bearbeitung dieser Fragen wurden Reinigungsversuche an Probekörpern und Wachspuppen des Spielzeugmuseums Nürnberg durchgeführt.

An den Probekörpern wurden NIR-Spektroskopieanalysen durchgeführt, um die Reflexionsspektren der einzelnen Materialmischungen zu bestimmen. Die Reinigungswirkung der Lasersysteme an den Proben wurde mittels Kolorimetrie und Reflektometrie qualitativ erfasst. Auf Basis mikroskopischer Untersuchungen konnten eventuelle strukturelle Veränderungen der Oberfläche durch die Reinigungsmethode an Probekörpern und Objekten dokumentiert werden.

## Thematik

Die Reinigung von Wachsoberflächen stellt schon länger ein Problem dar. Dies ist durch die Materialeigenschaft des Wachses bedingt. Es ist ein leicht formbarer Werkstoff und lässt ihn ideal erscheinen für dreidimensionale Objekte, jedoch reagiert Wachs empfindlich auf klimatische und mechanische Einwirkungen. Durch die Empfindlichkeit bedingt, kommt es bei diesen Objekten zu Verformungen, Dellen, und Rissen in der Oberfläche. Zusätzlich kommt hinzu, dass das Wachs durch seine Oberflächenbeschaffenheit Schmutz sehr leicht annimmt. Dieser ist schwer zu beseitigen, vor allem in den Rissen. Wachse können mit vielen herkömmlichen Reinigungsverfahren nicht gereinigt werden, da entweder die mechanische Beanspruchung zu gross ist oder das Reinigungsmittel selber das Wachs schädigt.

## Vorteile der Laserstrahlreinigung

- Die berührungslose und lösemittelfreie Arbeitsweise
- Im Idealfall die Selbstbegrenzung des Reinigungsprozesses
- Die fein justierbare Intensität der einwirkenden Laserstrahlen
- Die in der Regel geringe „Tiefenwirkung“

## Experimentelle Durchführung

Für die Reinigungstests wurden Probeplatten aus sechs verschiedenen Wachsmischungen hergestellt. Diese Platten wurden hiernach künstlich verschmutzt, um an ihnen die Lasersysteme testen zu können. Zur Anwendung kamen ein Neodym:YAG-Laser, ein Faserlaser und ein CO<sub>2</sub>-Laser.

In Vorversuchen wurden materialgeeignete Laserparameter eruiert und eine Vorauswahl an zu testenden Einstellungen getroffen, indem versucht wurde für die Wachsmischungen spezifische Schwellenwerte festzustellen. Dieser Schwellenwert ist materialspezifisch

und markiert den Punkt an dem eine nicht gewünschte Materialveränderung eintritt. In den anschließenden Versuchen wurden diese Parameter an 65 Proben sowie an den Wachspuppen durchgeführt.

## Resultate

Der CO<sub>2</sub>-Laser schied aus der Testreihe wegen zu hoher thermischer Belastung der Materialien aus. Der Neodym:YAG-Laser sowie der Faserlaser hingegen konnten individuell und aufgabenspezifisch konfiguriert werden, so dass sie an verschiedenen Materialzusammensetzungen einsetzbar waren. Dadurch war es möglich, je nach Beschaffenheit des Untergrundes die Energie zu regulieren und somit eine schonende und effektive Reinigung zu erzielen. Besonders gut konnten die feinen Risse und Sprünge in der Wachsoberfläche gesäubert werden, da man mit dem Laserstrahl besser in den schmalen Zwischenräumen reinigen kann als mit bisherigen Reinigungsmethoden. Die gemessenen L\*a\*b\*-Werte belegen die intensive Reinigungswirkung der Lasersysteme. Nach der Reinigung wurde eine leichte Glanzveränderung der Oberflächen gemessen.

Es muss immer von einer gewissen thermischen und mechanischen (ablationsbedingten) Einwirkung auf das Substrat ausgegangen werden. Wie empfindlich dieses auf derartige Belastungen reagiert, ist von der Zusammensetzung und der Degradation des Materials abhängig. Daher sind für eine adäquate Anwendung der Lasertechnologie analytische sowie mikroskopische Untersuchungen sowie Voruntersuchungen bei denen der materialspezifische Schwellenwert bestimmt wird unbedingt notwendig.

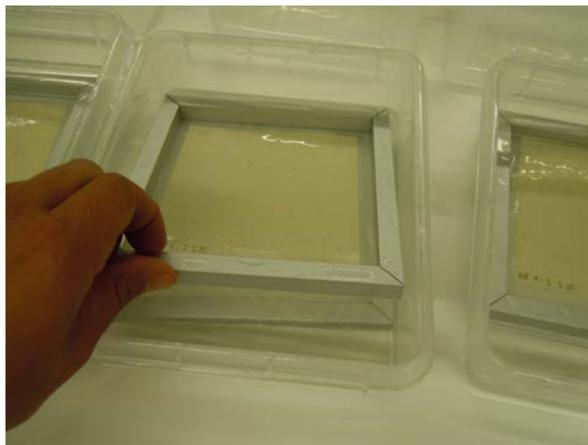
Master-Thesis in Conservation-Restoration:

# Proteinische Leimung im Papier

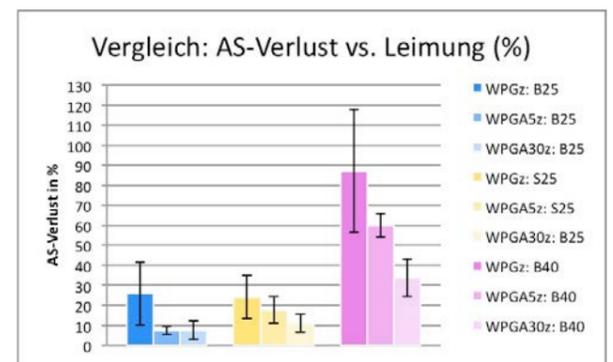
## Eine Untersuchung zum Löseverhalten der Leimung beim Wässern von Papier



Historische Papiere als Probematerial



Wässerung der Probepapiere



Aminosäureverlust der Whatmanpapiere im Vergleich

vorgelegt von **Anna Jurt**

Fachbereich Konservierung und Restaurierung

Master of Arts in Conservation-Restoration

Vertiefung: Graphik, Schriftgut und Photographie

Referentin: Prof. Elke Mentzel

Coreferentin: Dipl. Rest. HFG Barbara Spalinger Zumbühl

Abschluss: Frühlingssemester 2012

### Abstract

Es wurde die Löslichkeit der proteinischen Leimung im Papier, insbesondere der Gelatineleimung, im Zusammenhang mit einer wässrigen Behandlung untersucht. Dabei wurden drei verschiedene Wässerungstechniken miteinander verglichen. Es waren dies das Tauchbad bei 25°C, das Tauchbad bei 40°C und das schwimmende Wässern im Pumpverfahren bei 25°C. Als Probepapiere wurden Whatman-Filterpapiere mit Gelatine geleimt, je eine Reihe davon wurde zusätzlich mit 5% und mit 30% Aluminiumsulfat versehen. Die Papiere wurden vor dem Wässern einer simulierten Alterung in Form einer zyklischen Befeuchtung unterzogen. Weitere drei Probepapierreihen bestanden aus historischen Papieren, welche mit einer proteinischen Substanz geleimt waren. Durch die Gewichtsmessung vor und nach dem Wässern und durch die quantitative Aminosäureanalyse des Wässerungswassers konnte der herausgelöste Aminosäuregehalt der Papiere bestimmt und verglichen werden. Mit dem Tauchbad bei 40°C lösten sich am meisten Aminosäuren, die Höchstwerte lagen bei knapp 90% verglichen mit der Anfangsleimung. Das Herauslösen der proteinischen Leimung fällt mit dem Warmwasserbad sehr hoch aus, ein solches Bad ist in Bezug auf die Leimung nicht zu empfehlen. Die Kaltwasserbäder sind mit durchschnittlich 25% Aminosäureverlust weitaus sanfter.

### Einführung

Mögliche Gründe für das Wässern von Papier sind ein gewisser Abbaugrad und die damit verbundenen sauren Abbauprodukte im Papier, Stockflecken, Vergilbung und Mikroorganismenbefall. Das Ziel der wässrigen Behandlung ist in erster Linie das Entfernen schädlicher Stoffe aus dem Papier. Das Papier erlangt dank der wässrigen Behandlung wieder an mehr Flexibilität, ist heller in seiner Erscheinung und erhält durch das Herauslösen und das Eliminieren von sauren Produkten eine höhere Beständigkeit. Negative Effekte, welche durch das Wässern von Papier hervorgerufen werden, sind eine mögliche Dimensionsveränderung, die Oberflächenveränderung und das Herauslösen von Leimung.

Die Leimung ist ein wichtiger Bestandteil von Papier und sollte unbedingt im Papier verbleiben. Über das Phänomen des Leimungsverlustes im Zusammenhang mit einer wässrigen Behandlung wird zwar in der Fachliteratur berichtet, die tatsächliche Menge an herausgelöster Leimung wurde bisher jedoch nicht untersucht.

### Methoden

Die Whatman-Papiere wurden alle mit einem mittleren Gelatinegrad versehen. Eine Reihe wurde zusätzlich mit 5% und eine mit 30% Aluminiumsulfat bestückt. Um eine Alterung der Leimung, hier Gelatine, im Papier zu simulieren, wurden die Whatman-Papiere vor dem Wässern einer zyklischen Befeuchtung (rF zwischen 30 und 80%) unterzogen. Die Gelatine sollte so wasserresistenter werden und einer historischen proteinischen Leimung entsprechen.

Um die Menge an herausgelöster Leimung beim Wässern von Papier zu messen, kamen zwei verschiedenen quantitative Methoden zur Anwendung. Zum ei-

nen wurde das Gewicht der Papiere jeweils vor und nach dem Wässern gemessen, um so Rückschlüsse über das Ausmass des Leimungsverlustes zu machen. Diese Methode konnte aber lediglich bei den Papieren eingesetzt werden, deren Leimungsgehalt vor dem Wässern genau bekannt war. Zum anderen wurde das Wässerungswasser der Papiere auf ihren Aminosäuregehalt untersucht und so die Gesamtmenge an Verlust der proteinischen Leimung hochgerechnet. Diese Methode war geeignet für die definiert geleimten Whatman-Papiere, wie auch für die historischen Papiere, deren Leimungsart zwar bekannt war aber nicht deren Leimungsmenge.

### Resultate

Es hat sich bei den neu geleimten Whatman-Papieren wie auch bei den historischen Papieren durchgehend gezeigt, dass mit dem Tauchbad bei 40°C signifikant mehr an löslichem Material aus dem Papier gezogen wird als mit den beiden Kaltwassermethoden bei 25°C.

Die zyklisch befeuchteten Papiere zeigten im Aminosäureverlust, verglichen mit den nicht - zyklisch befeuchteten Papieren, keine signifikanten Unterschiede. Dies konnte bei allen der untersuchten Wässerungsmethoden beobachtet werden. Die Methode, die Alterung der Gelatineleimung durch ein zyklisches Befeuchten zu simulieren, hat sich als nicht wirkungsvoll gezeigt.

Die unterschiedliche Gelatinelöslichkeit im Zusammenhang mit der zugesetzten Aluminiumsulfatmenge hat sich lediglich im Tauchbad bei 40°C gezeigt. Dabei fiel auf, dass die Menge an herausgelöster Gelatine mit einem Zusatz von 30% Aluminiumsulfat signifikant tiefer ist als diejenige mit einem Zusatz von 5%.

Master-Thesis in Conservation-Restoration:

## Sound verpackt

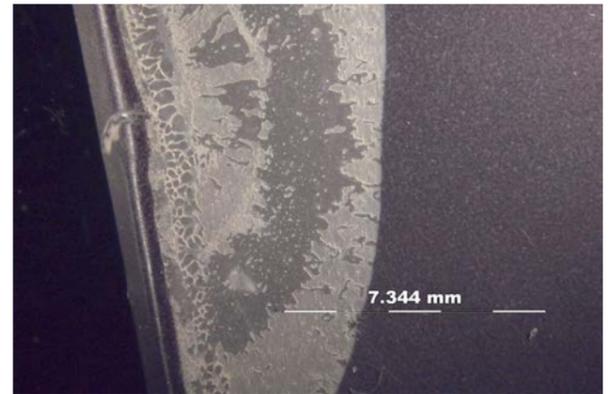
# Schallplattenhüllen und ihre spezielle Konservierungs- und Restaurierungsproblematik - unter besonderer Berücksichtigung laminiertes Hüllen



Abgelöste Folie an einer Schallplattenhülle (Detail aus dem Cover *Edward Vasala*, 1976, recto).



Abgelöste Folie, entstanden durch Reibung beim Herausziehen des Covers (Detail aus dem Tonarchiv von SR DRS Bern).



Schäden aufgrund der Herstellung: Luftblasen, Ablösen der Kaschierfolie im Falzbereich. Materialalterung: Der Klebstoff ist brüchig. (Detail aus dem Cover *Ralf Townner*, 1975, recto)

vorgelegt von **Antonia Kosseva-Göldi**

Fachbereich Konservierung und Restaurierung

Master of Arts in Conservation-Restoration

Vertiefung: Graphik, Schriftgut und Fotografie

Referent: Prof. Mag. art. akad. Rest. Sebastian Dobrusskin

Korreferent: Lic. Phil. I. Kurt Deggeller

Abschluss: Frühlingsemester 2012

### Abstract

Gegenstand dieser Master-These ist die Analyse von Schallplattenhüllen aus konservatorisch-restauratorischer Sicht. Der Schwerpunkt der Arbeit war die Materialuntersuchung der laminierten Plattenhüllen und ihre Konservierungs- und Restaurierungsproblematik.

Um diese Aufgabenstellungen besser zu verstehen, wurde die Herstellung der Hüllen recherchiert. Zusätzlich wurden Vergleiche im Umgang mit den Schallplattenhüllen und Bewertungen der Konservierungs- und Nutzungsproblematik bei Sammlungen mit kommerzieller Bestimmung (Radioarchive, Schallplattenhandel) und solchen mit Kulturgutstatus (Nationalphonothek, Privatsammler) durchgeführt. In Bezug auf die Aufbewahrung von Schallplattenhüllen wurden Empfehlungen abgegeben, mit welchen professionelle und private Sammlungen eine ideale Lagerung erreichen können. Ausgewählte Plattenhüllen wurden mikroskopisch und mittels Fouriertransform- Infrarotspektrometrie und Rasterelektronenmikroskop untersucht. Anschliessend wurden die Schadensursachen der Folienablösung anhand einer optischen Beurteilung und der materialanalytischen Untersuchungen analysiert.

Es wurden verschiedene Klebe- und Restaurierungsversuche an beschädigten Plattenhüllen durchgeführt. Die daraus folgenden Resultate wurden aufgelistet und beurteilt.

### Einführung

Bis Ende der 30er Jahre des 20. Jahrhunderts wurden die Schallplatten in langweiligen Verpackungen verkauft. Ab 1940 erhielten die Platten-Verpackungen ein individuelles Gesicht. Kaum eine andere Verpackung hat die Fantasie der Künstler so beflügelt. Einige Schallplatten erreichten wegen ihrer Covergestaltung sogar Kultstatus bei den Sammlern. Unikate und kommerzielle Schallplatten werden in Archiven als wichtige Musik- und Tondokumente, als Zeitzeugen aufbewahrt.

### Laminierte Schallplattenhüllen

Das Schallplattencover wurde vor allem aus Karton hergestellt. Dieser konnte bedruckt werden oder wurde mit bedrucktem weissem Papier kaschiert. Um der Hülle ein edleres Aussehen zu verleihen und die Druckfarbe vor mechanischem Abrieb zu schützen, wurde der Karton oft mit einer durchsichtigen Kunststoffolie laminiert. Die spätere Ablösung dieser Folie von der Oberfläche ist ein bekanntes Problem. Dies erschwert den Umgang mit den Hüllen und kann zu Materialverlust der Laminierung führen. Bis anhin wurde diese Problematik noch nicht erforscht.

Die durchgeführten mikroskopischen Untersuchungen an ausgewählten Objekten zeigen, dass die Covers nach dem Autotypie- und Offsetdruckverfahren bedruckt wurden.

Die FTIR-Untersuchungen belegen, dass die Mehrheit der Folien aus Celluloseacetat hergestellt wurden. Nur bei zwei Covers wurde Polypropylen analysiert. Es wurden verschiedene Laminier-Klebstoffe nachgewiesen. Häufig wurden PVAc-Acrylcopolymer-, oder Polyvinyläthyläther-haltige Materialien festgestellt. Andere Klebstoffe enthalten vermutlich Alkyde, Naturharze, Öle oder Wachse und acetathaltige Komponenten.

### Konservierungsproblematik der Schallplattenhüllen

Um die Konservierungs- und Nutzungsproblematik der Schallplattenhüllen nachvollziehen zu können, wurden Sammlungen mit kommerzieller Bestimmung und solche mit Kulturgutstatus besucht. Es wurden deutliche Unterschiede in der Sammlungspraxis festgestellt. Dies wirkt sich dementsprechend auf den Zustand der Schallplattenhüllen aus.

### Restaurierung von laminierten Schallplattenhüllen

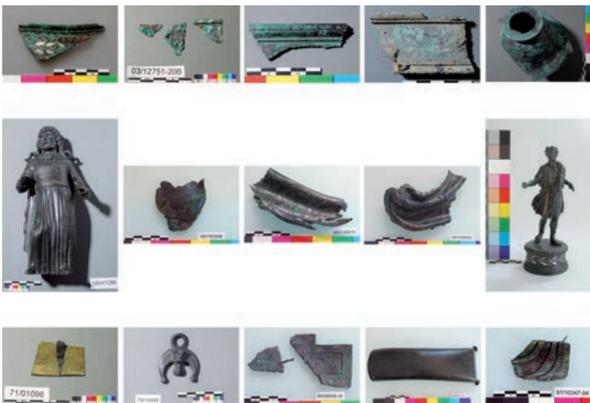
Die durchgeführten Versuche mit Lösungsmittel und Klebstoffen zeigen, dass die Wiederverklebung von abgelösten Folien sehr heikel ist. Innerhalb der Versuchsreihe konnte kein Klebstoff gefunden werden, welcher bei allen Covers verwendet werden konnte, ohne einzelne Materialien zu beschädigen. Der Einsatz von Klebstoffen auf Wasser-Basis wäre möglich, jedes Objekt sollte aber als ein Einzelfall eingeschätzt werden, das je nach Materialzusammensetzung und Schadensbild anders reagieren würde. Die Behandlung solcher laminierten Objekte sollte bei einer Restaurierung nicht unterschätzt werden. Die Folien sind sehr kratz-, riss- und druckempfindlich.

Alle diese Feststellungen zeigen, dass jeder restauratorische Eingriff gut begründet werden muss, da er mit Risiken und hohen Kosten verbunden ist. Einer präventiven Konservierungspolitik ist deswegen vor jeder Restaurierung Priorität einzuräumen.

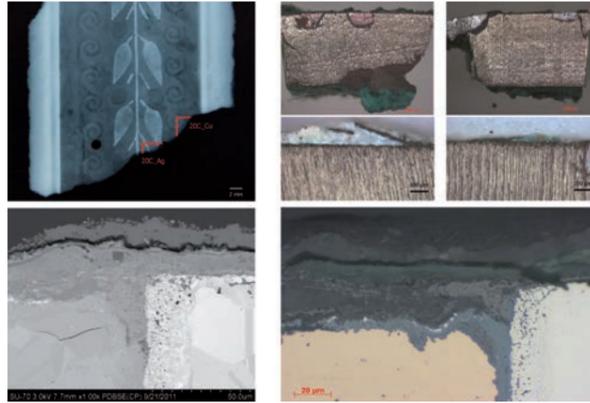
Master-Thesis in Conservation-Restoration:

## Bis ans Ende der Patina

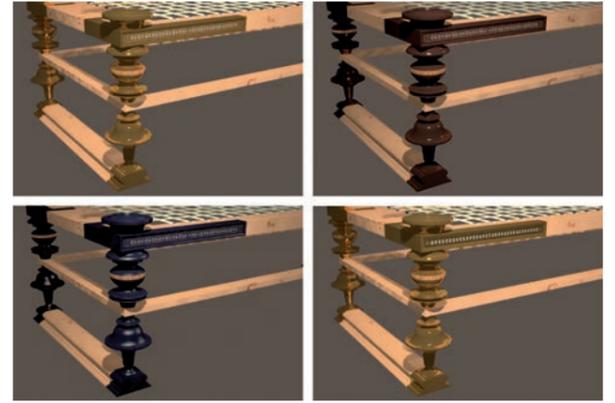
# Vergleichende Untersuchungen von Grundmetall und Patina archäologischer Kupferlegierungs-Objekte aus Avenches (VD)



Die untersuchten Objekte: Betrahmenfragmente (obere Reihe) und die zehn weiteren Objekte aus der Sammlung des Musée Romain Avenches (MRA) (untere Reihen)



Betrahmenfragment, Anschliffe. Oben: Lokalisation der Probenentnahme (Röntgenaufnahme T. Becker, HKB) und Übersicht der Anschliffe (Hellfeld). Unten: Übergangsbereich Grundmetall Bronze ~ Silbertauschierung (REM-BSE (R. Steffen) und VIS-Mikroskopie, Hellfeld)



Vier mögliche Farbvarianten des tauschierten Bronzebetrahmens: metallische Rekonstruktion (oben links), natürlich nachgedunkelte Bronze (oben rechts), künstlich erzeugte Schwarzpatina über der Bronze (unten links), künstlich erzeugte Schwarzpatina über den Kupfereinlagen (unten rechts) (Rekonstruktion: L. Francey, MRA)

vorgelegt von **Myriam Krieg**

Fachbereich Konservierung und Restaurierung  
Master of Arts in Conservation-Restoration  
Vertiefung: Architektur, Ausstattung und Möbel  
Referent: Prof. Dipl. Rest. Ueli Fritz  
Coreferent: Prof. Valentin Boissonnas  
Abschluss: Frühlingssemester 2012

### Abstract

Den Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit bildet die Untersuchung antiker tauschiertes Betrahmenfragmente aus Bronze. Sie stammen aus einer römischen Palastvilla in Avenches (VD). Die heutige Erscheinung der Objekte ist das Resultat unterschiedlicher Ereignisse (Herstellung, Gebrauch, Brand). Während der anschliessenden Bodenlagerung führten Korrosionsvorgänge zu weiteren Veränderungen. Neben Fragmenten des Betrahmens wurden zehn weitere Objekte aus der Sammlung des Musée Romain Avenches untersucht. Sie zeichnen sich alle durch Metalleinlagen und/oder dunklen Oberflächen aus. Seit Längerem wird angenommen, dass der Kontrast durch eine Patinierung künstlich gesteigert wurde. Vor allem im mediterranen Raum sind künstlich erzeugte Korrosionsschichten auf Kupferlegierungen gesichert. Dem kupfernen Grundmetall tauschiertes Objekte wurde geringe Mengen Gold oder Silber zugefügt. Eine spezielle Behandlung führte zur Ausbildung einer schwarzen Cuprit-Oberfläche. Das Studium der Quellen zeigt, dass in der Antike weitere Methoden zur Oberflächenfärbung zur Verfügung standen. Es ist jedoch äusserst schwierig, Patinierungen an archäologischen Objekten zu belegen, da künstlich korrodierte Oberflächen kaum Merkmale aufweisen, die sie eindeutig von den natürlich entstandenen Korrosionsprodukten unterscheiden lassen.

Es wurde untersucht, ob mittels naturwissenschaftlicher Methoden Hinweise auf künstliche Oberflächenfärbungen zu ergründen sind. Elementaranalysen ermöglichten die Ermittlung sämtlicher verwendeter Metalle und ihrer Legierungen. Auch die Oberflächen wurden mit strukturellen und elementaren Analysen erforscht und dokumentiert. Abgesehen von einem Objekt wurden keine klaren Hinweise auf künstliche Färbungen gefunden. Einzig die Kupfertauschierung eines Bronzeobjekts enthält entsprechende Edelmetalle. Neben einem bereits bekannten Artefakt aus Augst (BL) ist dies somit der zweite Nachweis dieser Art von antiker Patinierung in der Schweiz. Hinweise auf eine mögliche Färbung mit Schwefel fanden sich auf einem Amulett. Rund die Hälfte der untersuchten Objekte enthalten auf ihrer Oberfläche das Kupferoxid Tenorit, das bei hohen Temperaturen entsteht. Obwohl eine Patina mit künstlich erzeugtem Tenorit erst zweimal belegt ist, können solche bei einigen Objekten aus Avenches nicht ausgeschlossen werden.

### Lokalisation der „originalen Oberfläche“

Um zusätzliche Informationen über die Abfolge und Zusammensetzung der Schichten zu erhalten, wurden von einem Rahmenfragment zwei Proben entnommen, eingebettet und angeschliffen. Rasterelektronenmikroskopische Analysen erbrachten weitere elementare und strukturelle Erkenntnisse und ermöglichten so die Lokalisation der ehemaligen „originalen Oberfläche“ der Bronze des tauschiertes Betrahmens. Erst die Kenntnis der Lage der „originalen Oberfläche“ ermöglicht allfällige Aussagen zum Oberflächenaspekt. Diverse Marker hinsichtlich der Lage dieser Grenze wurden in den Anschliffen ermittelt; wobei diejenige der Bronze trotz der Überlagerung verschiedener Ereignisse nachgewiesen werden

konnte. Sie befindet sich – bedingt durch den Brand – nicht mehr am ursprünglichen Ort, konnte aber durch spezifische Merkmale sicher festgelegt werden. Das Ziel einer möglichst wissenschaftlich gesicherten Grundlage für die weitere Bearbeitung und Freilegung der Objekte konnte so erreicht werden. Dabei geht es aber nicht um die Aufdeckung der metallenen Farbigekeit, sondern um den Erhalt der „originalen Oberfläche“.

### Ursprüngliches Aussehen

Über das ursprüngliche Erscheinungsbild der Betrahmen – ob metallisch oder dunkel gefärbt – kann trotz der intensiven Abklärungen leider nur spekuliert werden. Die Erzeugung einer dunklen Cupritpatina ohne Edelmetallzusätze kann bei den vorliegenden Befunden zwar nicht bewiesen, darf aber auch nicht ausgeschlossen werden. Aufgrund der reichen Quellenlage ist mit solchen durchaus zu rechnen. Für die Umsetzung allfällig gewonnener Erkenntnisse oder Thesen bieten die virtuellen Medien eine Vielfalt von Möglichkeiten.

Es konnte aufgezeigt werden, dass mit den heutigen Analysen noch nicht die Möglichkeit gegeben ist, jede Art von künstlicher Patina nachzuweisen. Deshalb bleiben wohl gewisse beabsichtigte Färbungen auch weiterhin unerkannt. Die Wichtigkeit der Bewahrung potentieller Informationen durch entsprechend vorsichtige, minimale Freilegungen am Original wird dadurch umso deutlicher.

Master-Thesis in Conservation-Restoration:

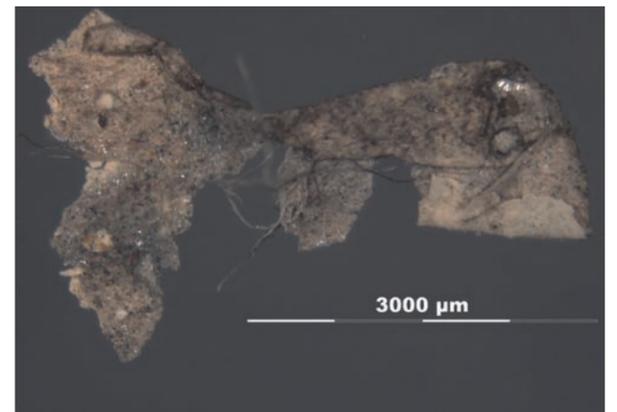
# Kunststoffe in der Restaurierung - Ihr möglicher Einfluss auf die Verschmutzung von Wandmalerei



Unterschiedliche Arten von Schmutz an Kunst- und Kulturgut



Schematische Darstellung zum Einsatz von Kunststoffen in der Konservierung und Restaurierung (nach Aussagen von LAUE 2012)



Mikroskop-Aufnahme einer Probe der Kirche Bischofszell | Auf der oberflächlichen Acrylschicht haften viele Fasern und Verunreinigungen

vorgelegt von **Sabine Maurer**

Fachbereich Konservierung und Restaurierung  
Master of Arts in Conservation-Restoration  
Vertiefung: Architektur, Ausstattung und Möbel  
Referent: Prof. Dipl. Rest. Ueli Fritz  
Korreferentin: Dipl. Rest. FH Floria Segieth-Wülfert  
Abschluss: Frühlingssemester 2012

## Abstract

Kunststoffe wurden vor allem seit den 1960er und 70er Jahren in der Konservierung und Restaurierung von Wandmalereien eingesetzt. Führen die eingesetzten Kunststoffe jedoch zu einer verstärkten Verschmutzung von Wandmalereien?

Um diese Frage zu beantworten, wurden die Grundlagen der zwei Themenschwerpunkte *Schmutz* einerseits und *synthetisch organische Polymere* andererseits aufgezeigt. Aufbauend auf das Quellenstudium erfolgte eine theoretische Gegenüberstellung der jeweiligen Auswirkungen und Einflüsse der beiden Themenschwerpunkte.

Schmutz sowie synthetisch organische Polymere besitzen Eigenschaften, welche in ihrer Kombination eine verstärkte Verschmutzung eines ursprünglich porösen anorganischen Systems zur Folge haben. Die erarbeiteten Zusammenhänge der Auswirkungen und Effekte wurden anhand dreier ausgewählter Objektbeispiele – allesamt Kirchen in der Schweiz – aufgezeigt und erklärt.

Die Ursachen verschieden auftretender Verschmutzungsphänomene sind vor allem auf die unterschiedlichen spezifischen Eigenschaften der eingesetzten Kunststoffe und die Art ihrer Verwendung zurückzuführen. Die Anwendung von Kunstharzen, bedeutet nicht zwingendermassen eine substanzielle Schädigung des Malereibestands, jedoch führt dies immer zu einer partiellen Beeinträchtigung des Erscheinungsbilds.

## Schmutz

Schmutz ist ein sehr breites Themengebiet und kann aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden. In der Thesis wird Schmutz als negative Substanz aufgefasst. Neben der optischen Beeinträchtigung die Schmutz, respektive Staub auf ein Objekt ausübt, ist seit den 1970er Jahren die schädigende Wirkung auf die Substanz von Wandmalereien und Architekturoberflächen bekannt. Die schädigende Wirkung entsteht aufgrund der unterschiedlichen Eigenschaften und Zusammensetzungen von Schmutz, wie beispielsweise die hohe Affinität zu Wasserdampf sowie zu weiteren Schmutzpartikeln.

## Synthetisch organische Polymere im Bereich der Wandmalerei

Die synthetisch organischen Polymere werden heute grundsätzlich nicht mehr grossflächig zur Konsolidierung, als Fixiermittel, Überzüge oder als Bindemittel für Retuschen in der Konservierung und Restaurierung von Wandmalereien eingesetzt (Abb. 2). Jedoch sind oft Folgeschäden durch den Einsatz der thermoplastischen Kunstharze anzutreffen. Die Tatsache, dass bei der Konservierung und Restaurierung von Wandmalereien mit Kunststoffen zwei grundsätzlich unterschiedliche Systeme ineinander gebracht werden, ist als ein wichtiger negativer Faktor anzusehen. Die Kunstharze beeinflussen das ursprünglich poröse System einer Wandmalerei so, dass sich durch veränderte feuchtphysikalische Vorgänge und den Eigenschaften von Kunstharzen strukturelle Schäden ausbilden. Neben Schadensphänomenen, wie sich abrollende Malschichten und Blasenbildungen, beeinflussen die Kunstharze ebenfalls das optische Erscheinungsbild von Wandmalereien. Dies vor allem durch Glanzbildung und veränderte Farbwirkung.

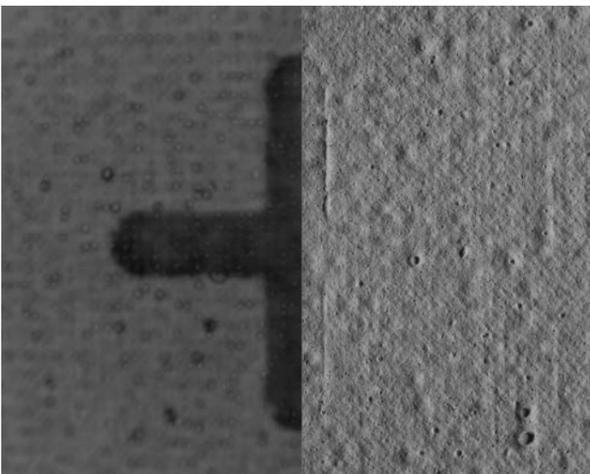
## Korrelation von synthetisch organischen Polymeren und Verschmutzung

Die Gegenüberstellung der Themenschwerpunkte verdeutlicht, dass sich die jeweiligen Auswirkungen auf einer Wandmalerei in ihrer Summe verstärken. Je nach vorherrschenden klimatischen Bedingungen in einem Raum und je nach Beschaffenheit und Material der Objektoberfläche, werden Schmutzpartikel irreversibel an die Oberfläche gebunden. Anhand der Objektbeispiele ist ersichtlich, dass Kunststoffe weniger die vorliegende Substanz schädigen, vielmehr sind unterschiedlich starke Verschmutzungsgrade auszumachen. Diese Beobachtung betreffend der Verschmutzung, gilt vor allem für die zwei Objektbeispiele Mutterz und Bischofszell. Die unterschiedlichen Verschmutzungserscheinungen der Objekte können anhand der spezifischen Eigenschaften der zwischen 1968-1974 verwendeten synthetisch organischen Polymeren erklärt werden. Je nach Zusammensetzung und resultierender Glasübergangstemperatur (T<sub>g</sub>) wurde festgestellt, dass Polymere mit niedriger T<sub>g</sub> und sich somit ergebender Oberflächenklebrigkeit verstärkt Schmutz anziehen. Dies aufgrund ihrer Eigenschaften, wie der elektrostatischen Aufladung, in Kombination mit den klimatischen Bedingungen und Feuchtigkeit. Anhand der Objektbeispiele wurde zudem beobachtet, dass Kunststoffe mit einem Vinylanteil erhöhte Verschmutzung aufweisen und vermehrter Schmutzpartikel in das vorliegende Material einbinden, als beispielsweise Reinacrylsysteme.

Master-Thesis in Conservation-Restoration:

# Lock-In-Thermographie

## Anwendungsmöglichkeiten eines berührungslosen, bildgebenden Untersuchungsverfahrens in der Gemälde Konservierung



Detail eines Testgemäldes mit einer kreuzförmigen, luftgefüllten Delamination zwischen Leinwand und Kreidegründung.  
Rechts: Streiflichtaufnahme, Links: Darstellung im Phasenbild bei Anregung mit VIS-LEDs und einer Frequenz von 0.1 Hz. (untere Bildkante = 9 cm)



Detail eines Wandgemäldes mit Malschichtlockerungen und bis auf den textilen Bildträger reichenden Fehlstellen. (untere Bildkante = 20 cm)



Darstellung des Details eines Wandgemäldes im Phasenbild bei Anregung mit einem Halogenscheinwerfer und einer Frequenz von 1.0 Hz. Die Malschichtlockerungen heben sich hell von der unbeschädigten Umgebung ab.

vorgelegt von **Cornelius Palmbach**

Fachbereich Konservierung und Restaurierung

Master of Arts in Conservation-Restoration

Vertiefung: Gemälde und Skulptur

Referentin: Dipl. Rest. Nathalie Bäschlin

Coreferent: Dipl. Math. ETH / Dipl. El. Ing. FH/HTL Andor Bariska

Abschluss: Frühlingsemester 2012

### Abstract

Die Lock-In-Thermographie ist ein berührungsloses und zerstörungsfreies Verfahren zur Visualisierung von unter einer Oberfläche verborgenen Strukturen. Während der periodischen Anregung mittels Lichtblitzen wird mit einer IR-Kamera das thermische Verhalten der Objekt Oberfläche hinsichtlich solcher Strukturen untersucht. Über eine spezielle Auswertungsmethode werden die Messdaten einer Frequenzanalyse unterzogen. Dadurch kann die untersuchte Oberfläche in Form von Amplituden- und Phasenbildern abgebildet werden. Anhand von Testgemälden, die den technischen Aufbau eines Gemäldes und typische Schäden simulieren, aber auch an realen Gemälden werden die Anwendungsgebiete in der Gemälde Konservierung untersucht. Es wird sowohl auf die verschiedenen technischen Komponenten und Messparameter des Verfahrens, als auch auf materielle Faktoren und deren Einfluss auf die Messergebnisse eingegangen. Am Ende werden noch bestehende technische und methodische Herausforderungen, weiterführende Fragestellungen sowie ein Prototyp eines für den praktischen Einsatz geeigneten Messgeräts vorgestellt, das in Zusammenarbeit mit der Firma Winterthur Instruments und dem OLAB des ICP Institute of Computational Physics der ZHAW School of Engineering in Winterthur entwickelt wird.

### Messverfahren

Die Lock-In-Thermographie ist ein Verfahren aus dem Bereich der aktiven Thermographie. Dabei wird nicht die natürliche Wärmestrahlung (passive Thermographie), sondern die Strahlung als Resultat einer forcierten Erwärmung gemessen. Bei der Lock-In-Thermographie erfolgt die Erwärmung periodisch mit einer festen Frequenz, z.B. mit Lichtblitzen. Unter der Oberfläche verborgene Strukturen, die sich in ihren thermischen Eigenschaften von ihrer Umgebung unterscheiden, stören den hierbei erzeugten Wärmefluss. Die daraus resultierende, sich ebenfalls periodisch ändernde Oberflächentemperatur wird mit einer IR-Kamera aufgenommen.

Der sich an der Oberfläche einstellende Wärmestrom kann als Überlagerung von thermischen Wellen mit unterschiedlichen Frequenzen angesehen werden. Mittels einer Fouriertransformation werden die zeitabhängigen Temperatursignale in den Frequenzbereich transformiert und als Amplituden- und Phasenbilder dargestellt. Diese zeigen den durch verborgene Strukturen veränderten Amplitudenverlauf und die Verschiebung der Phase der Wärmewellen, wobei die Phasenbilder die Propagationszeit der Wärmewellen und die Amplitudenbilder die Stärke der Erwärmung zeigen.

### Anwendung

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass die Lock-In-Thermographie z.B. als Hilfsmittel bei der Visualisierung von Malschichtabhebungen, Blasen und Craquelé-Sprüngen, der Überprüfung von Festigungsmassnahmen und Leinwanddoublierungen oder der Dokumentation und Beurteilung des Erhaltungszustandes eingesetzt werden kann.

Die Messauflösung reicht aus, um selbst Strukturen

kleiner als ein Millimeter abbilden zu können. Gemälde mit klar voneinander getrennten Farbflächen sind dabei besser geeignet als solche mit kleinteiliger Farbverteilung. Der Oberflächenglanz, das Bindemittel sowie der Bildträger haben nur einen sehr geringen Einfluss.

Im Amplitudenbild sind Haftungslücken zwar besser zu erkennen als im Phasenbild, es wird jedoch von Oberflächeneffekten beeinflusst und ist gegenüber einer ungleichmässigen Erwärmung empfindlich. Das Phasenbild zeigt die Haftungslücken zwar nicht so gut aufgelöst, es erlaubt aber anhand der Anregungsfrequenz Aussagen über deren Lage: Je niedriger die Frequenz (1.0 - 0.05 Hz), desto tiefer liegen sie. Aufgrund der hohen thermischen Empfindlichkeit der Kamera und durch die geeignete Wahl der Messparameter und der Art der Anregung (LED, Halogen) kann die thermische / optische Belastung auf ein unbedenkliches Mass reduziert werden.

### Ausblick

Für die Anwendung an Gemälden sind noch einige technische und methodische Verbesserungen nötig, die es im Rahmen eines geplanten Forschungsprojektes zu realisieren gilt. Insbesondere das Problem der Überlagerung oberflächlicher Effekte und der tiefer liegenden Haftungslücken ist noch nicht abschliessend geklärt. Desweiteren sollen die Anwendungsmöglichkeiten an Architekturoberflächen und Objekten aus dem Bereich der modernen Materialien untersucht und der Prototyp eines Messgerätes weiterentwickelt werden, welches ein grosses Mass an Flexibilität, Mobilität und Benutzerfreundlichkeit beim praktischen Einsatz bieten wird.

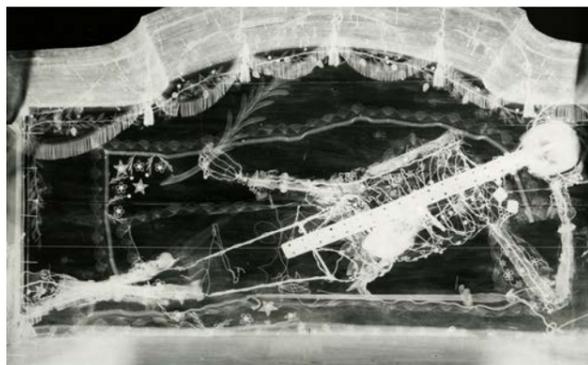
Master-Thesis in Conservation-Restoration:

# Reliquiengebeine – Nur Überreste eines Toten?

## Dekomposition, Schadensursachen und Konsolidierung am Beispiel des Katakombenheiligen Placide



Katakombenheiliger Hl. Placide, 1826/1886, ehemals St-Matin FR, Musée d'art et d'histoire Fribourg.



Röntgenaufnahme, Hl. Placide. Der Körper des Heiligen besteht mehrheitlich aus einem Drahtgerüst.



Detailaufnahme, Hl. Placide, rechter Unterschenkel. In diesem Bereich ist der schlechte Erhaltungszustand der Gebeine ersichtlich.

vorgelegt von **Natalie Prader**

Fachbereich Konservierung und Restaurierung

Master of Arts in Conservation-Restoration

Vertiefung: Gemälde und Skulptur

Referent: Dipl. Rest. / Dipl. Chem. (NDS) Andreas Buder

Korreferent: Martin Troxler, Leiter Präparatorium, Naturhistorisches Museum Burggemeinde Bern

Abschluss: Frühlingsemester 2012

### Abstract

Ganzkörperreliquien stellen eine noch weitgehend unerforschte Objektgattung dar. Konservatorische und restauratorische Massnahmen finden sich nur vereinzelt. Besonders die heiligen Gebeine werden selten in eine Restaurierung mit einbezogen.

Am Beispiel des Katakombenheiligen Placide befasst sich die MA-Thesis mit der Thematik der Erhaltung der Gebeine bei Reliquien. Die Knochen des Heiligen weisen starke Zerfallsspuren auf und sind aufgrund der Fassung mit Textilien nur schwer zugänglich.

Anhand materialanalytischer Untersuchungen und einer fachübergreifenden Recherche werden mögliche Schadensursachen dargelegt. Restauratorische Massnahmen aus der Praxis zur Festigung von Knochen und Holz sowie ein interdisziplinärer Austausch zwischen Restauratoren, Präparatoren und Archäologen dienen als Grundlage für die Erstellung eines Behandlungskonzeptes zur Stabilisierung der Reliquiengebeine. Dieses bedarf neben einem eruierten Konsolidierungsmittel einer geeigneten Applikationsmethodik. Die Arbeit versucht sich dadurch erhaltenden Massnahmen von Reliquiengebeinen anzunähern und erste Ansätze zum konservatorischen und restauratorischen Umgang zu liefern.

### Katakombenheilige

Als Katakombenheilige werden Reliquiare bezeichnet, deren Gebeine aus den Katakomben Roms entnommen wurden und meist als Ganzkörperfiguren kunstvoll mit Textilien und Klosterarbeiten geschmückt, in gläserne Schreine gebettet, im sakralen Raum Verehrung fanden. Die Anfänge dieser Präsentationsart liegen in der Barockzeit und sie hielt bis zum Ende des 19. Jh. an. Heute sind nur wenige der einst so zahlreich vorhandenen Katakombenheiligen erhalten.

### Der Katakombenheilige Hl. Placide

Der Leib des Hl. Placides wurde zweimal gefasst. Die erste Fassung des Heiligen konnte auf das Jahr 1826 datiert werden. Aufgrund eines Neubaus der Kirche St. Martin ist der Leib 1886 erneut gefasst worden. Seit 1972 befindet sich der Katakombenheilige in Aussendepots des Musée d'art et d'histoire Fribourg.

Die Gebeine des Hl. Placide sind stark abgebaut und liegen partiell in Fragmenten vor. Teilweise finden sich kleinste Knochenpartikel, was auf einen fortschreitenden Verlust der originalen Substanz hindeutet. Das vorhandene Schadensausmass ist jedoch wegen der textilen Fassung nur bedingt ersichtlich.

### Methodik

Das Objekt wurde strahlendiagnostisch untersucht, um Auskunft über den Aufbau und die Konstruktion des Heiligen zu erhalten. Vorhandene Überzüge sind mittels FTIR analysiert worden. In Kombination mit den gewonnenen technologischen Erkenntnissen und einer Befassung mit schädigenden Einflüssen auf Knochen konnten mögliche Schadensursachen zur Dekomposition der Gebeine ermittelt werden.

Die Komplexität des Objektes erfordert eine fächerübergreifende Literaturrecherche zur Festigung von Knochen und Holz und einen interdisziplinären

Austausch für mögliche stabilisierende Massnahmen von Gebeinen. In eigenen, einfachen Versuchen sowie am Original sind die eruierten Festigungsmittel und Applikationstechniken geprüft worden.

### Ergebnisse

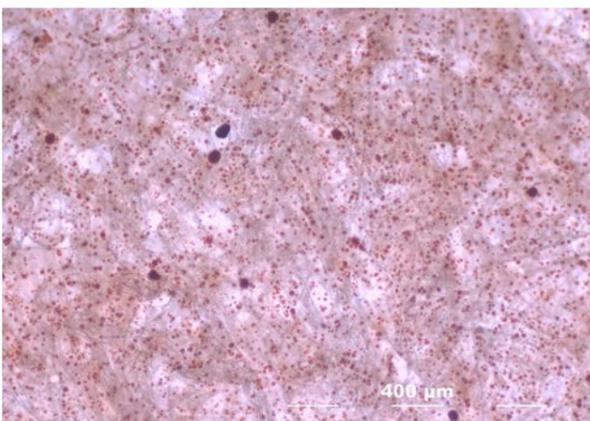
Durch die materialanalytischen Untersuchungen des Heiligen konnten wertvolle Erkenntnisse zur Herstellungstechnik gewonnen werden. Konstruiert wurde der Körper aus einem Drahtgerüst, welches nur wenige Knochen beinhaltet. Die Gebeine sind mit einem Seidengewebe beklebt und mit Gaze und Tüll umhüllt worden. Der Schädel hingegen weist einen Überzug aus Wachs auf.

Der schlechte Erhaltungszustand der Gebeine wurde vermutlich durch zahlreiche Faktoren beeinflusst. Es wird angenommen, dass die Fassung des Heiligen aufgrund eines sauren Milieus sich einerseits schädigend auf die Gebeine ausgewirkt hat. Andererseits förderten wahrscheinlich ungünstige Lagerungsverhältnisse den Abbau der Knochensubstanz.

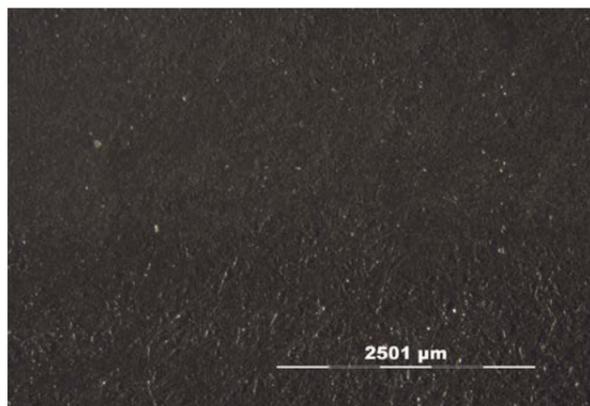
Anhand des Behandlungskonzeptes für die Gebeine des Hl. Placide konnten mögliche Ansätze zur Erhaltung von Reliquiengebeinen gefunden werden. Als Festigungsmittel für die Knochen erwies sich das in der Präparation gebräuchliche Acrylharz Osteofix (Degelan 4792 L) als geeignet, welches mittels der Kapillarwirkung des Knochens appliziert werden kann.

Master-Thesis in Conservation-Restoration:

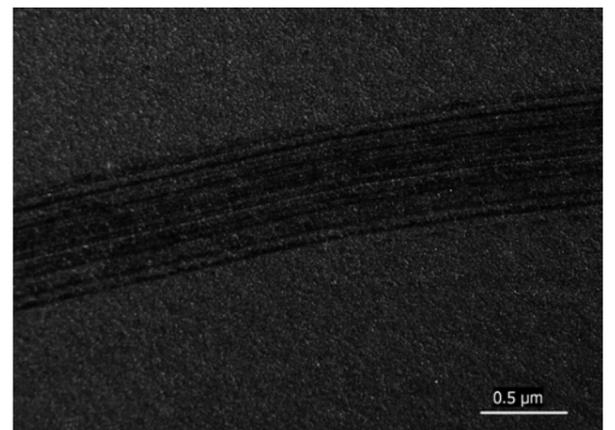
# Verwendung von mikronisierten Kieselgelen und Gelatine zum partiellen Mattglanzausgleich auf Silbergelatineentwicklungspapieren



Mikroskopische Aufnahme, Nachweis von Stärke als Mattierungsmittel



Mikroskopische Aufnahme eines Barytpapiers. Oben durch Druckeinwirkung beschädigte Oberfläche, unten intakte Bildoberfläche



Mikroskopische Aufnahme eines Barytpapiers, Kratzer in der Gelatineschicht

vorgelegt von **Dorothea Spitz**

Fachbereich Konservierung und Restaurierung  
Master of Arts in Conservation-Restoration  
Vertiefung: Graphik, Schriftgut und Photographie  
Referent: Prof. Mag. art. akad. Sebastian Dobruskin  
Coreferentin: Dipl. Ing. Marjen Schmidt  
Abschluss: Frühlingsemester 2012

## Abstract

Matte Silbergelatineentwicklungspapiere sind aufgrund ihres technologischen Aufbaus gegenüber mechanischer Beeinträchtigung besonders anfällig. Reibung oder Druckeinwirkung auf die Oberfläche der Photopapiere verändern ihre Struktur und führen zu einem verstärkten Glanz. In dieser Arbeit wurde ein Konzept zur Mattierung und damit zur Angleichung der glänzenden Stellen an das Original mit Kieselgelen und Gelatine überprüft. Nach einem Überblick über die verwendeten Mattierungsmittel in der Photopapierherstellung wurden Mattierungsmittel auf Basis von mikronisierten Kieselgelen genauer betrachtet.

Der praktische Teil dokumentiert Versuche mit zwei unterschiedlichen Kieselgel-Typen. Anhand von Aufstrichen auf mechanisch beschädigte Stellen der Mattpapiere wurden die Mattierungswirkung unterschiedlicher Konzentrationen von Gelatinelösungen und von mikronisierten Kieselgelen sowie ihre Applikationsmethoden untersucht. Die Mattierungseffizienz und die optische Wirkung der beiden Kieselgele wurden mit jener von Reisstärkekörnern verglichen.

Die Auswertung erfolgte visuell und mithilfe der Glanzmessung. Ein Abriebtest diente zudem für Hinweise auf die Haftungsfestigkeit der applizierten Mattierungsmittelformulierung.

## Zielsetzung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, Mattierungsmittel für den Mattglanzausgleich auf matten Silbergelatineentwicklungspapieren zu prüfen. Dabei liegt das Augenmerk auf der Beibehaltung des originalen Stoffsystems, das heisst auf der Verwendung traditioneller Stoffe aus der Photopapierherstellung. Diese Voraussetzung erfüllen mikronisierte Kieselgele auf der Basis von synthetischem Siliciumdioxid als Mattierungsmittel und Gelatine als Bindemittel.

## Materialien und Methoden

Gestützt auf Hinweise aus der Fachliteratur und Angaben aus der Photobranche sowie auf Resultaten von eigenen Voruntersuchungen zu Mattierungsmitteln wurden zwei auf dem Markt erhältliche Kieselgel-Typen (Syloid® ED 2 und Syloid® 74, Fa. Grace Davison GmbH & CO. KG) als Mattierungsmittel und photographische Gelatine als Bindemittel ausgewählt. Für Syloid® ED 2 wird eine durchschnittliche Partikelgrösse von 3,9 bis 4,7 µm angegeben. Das Produkt Syloid® 74 weist grössere durchschnittliche Partikelgrössen von 5,9 bis 7,5 µm auf. Als Testpapiere für die Mattierungsmittelaufstriche dienten vier unterschiedliche Silbergelatineentwicklungspapiere mit matter Oberflächenbeschaffenheit. Der Auftrag des Mattierungsgemisches erfolgte mit dem Streichverfahren, der Rollmethode oder der Sprühtechnik.

## Ergebnisse

Aus den Versuchen lässt sich folgern, dass für die Bearbeitung von Mattglanzunterschieden die als Bindemittel verwendeten Gelatinelösungen vorzugsweise 0,5 %ig und keinesfalls über 1 %ig sein sollten. Sowohl die kleinen Partikel des Syloid® ED 2, wie auch die grösseren Partikel des Syloid® 74, konnten in der Gelatinelösung ausreichend dispergiert und als Mat-

tierungsmittel benutzt werden. Für die Anwendung zum Mattglanzausgleich dürfte Syloid® ED 2 vorzuziehen sein, weil mit dem Produkt flexibler umgegangen werden kann, da der maximale Mattierungseffekt nicht bereits bei sehr geringen Konzentrationen erreicht wird. Dennoch sollte die Konzentration nicht höher als 1,5 % sein, da bei höheren Konzentrationen ein Abfall der Mattierungswirkung zu beobachten ist.

Die Wahl der Applikationsmethode sollte grundsätzlich in Abhängigkeit von der Papierstruktur und der Größe der Schadenstelle gewählt werden. In Bezug auf die mechanische Stabilität ergeben sich keine Unterschiede zwischen den drei getesteten Applikationsmethoden. Es müssen daher vornehmlich ästhetische Beurteilungskriterien und subjektive Erfahrungswerte als Entscheidungsgrundlage dienen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass das entwickelte Konzept zum Mattglanzausgleich für die Restaurierung von Mattglanzschäden auf „stumpfmatten“ und matten Silbergelatineentwicklungspapieren, jedoch nicht auf halbmatten Oberflächen verwendet werden kann. Das aufgetragene Mattierungsmittelgemisch weist auf den matten Testpapieren eine ähnliche Struktur wie das Original auf, wodurch eine harmonische Gesamtwirkung wiederhergestellt werden kann.

Master-Thesis in Conservation-Restoration:

# 3D-Dokumentation von Kunst- und Kulturgut mittels Streifenprojektionsverfahren

## Grundlagen und Fallstudien



Das mobile 3D-Messsystem: ATOS COMPACTSCAN 5M



Auswertung der messtechnischen Untersuchungen mit einem Soll/Ist-Vergleich mittels der Software GOM Inspect V 7.5



3D-Dokumentation einer Marmorskulptur mittels berührungsfreiem Messsystem im Freien

vorgelegt von **Ruben Trauffer**

Fachbereich Konservierung und Restaurierung  
Master of Arts in Conservation-Restoration  
Vertiefung: Architektur, Ausstattung und Möbel  
Referent: Prof. Dipl. Rest. Ueli Fritz  
Korreferent: Prof. Dr. Reinhard Gottwald  
Abschluss: Frühlingsemester 2012

### Abstract

Im Zentrum der MA-Thesis steht die Digitalisierung von dreidimensionalen Objekten mittels optischer 3D-Messtechnik auf der Basis der Streifenprojektion. Beim Streifenprojektionsverfahren werden mit Hilfe projizierter Streifenmuster gleichzeitig oder kurz nacheinander mehrere Lichtschnitte über das Messobjekt gelegt. Dabei werden die Lichtschnitte mit mindestens einer Kamera flächenhaft aufgenommen und zur Bestimmung der 3D-Koordinaten mathematisch ausgewertet.

Da dieses Verfahren auch für die Dokumentation von Kunst- und Kulturgütern im Bereich der Konservierung und Restaurierung eine immer grössere Rolle spielt, wird es in der vorgelegten Arbeit auf seine Anwendbarkeit hin überprüft. Am Beispiel des Messsystems ATOS Compactscan 5M der Firma GOM GmbH wurde untersucht, inwiefern dieses auch ohne spezifische messtechnische Vorkenntnisse eingesetzt werden kann. Zudem wurden die Einstellungen des Messsystems, die Ergebnisse der Datenbearbeitung, die Reproduzierbarkeit der Messergebnisse und der zeitliche Aufwand einer Digitalisierung anhand von diversen Objekten aus dem Kunst- und Kulturgutbereich überprüft und in Hinblick auf die langfristige Erhaltung der Daten untersucht.

### Materialien und Methodik

Zu Beginn der Arbeit wird zunächst das Wesen der 3D-Computergrafik und ihre Einbettung im Kunst- und Kulturgutbereich erörtert. Daraufhin werden spezifische Anwendungsmöglichkeiten der 3D-Messtechnik betrachtet. Weiter wird der Stand der Technik am Beispiel eines aktuellen Messsystems auf der Basis der Streifenprojektion präsentiert. Hierzu wurde das Messsystem ATOS COMPACTSCAN 5M hinzugezogen. Das ATOS-Digitalisierungssystem besteht aus Sensor, Stativ, einem leistungsfähigen Laptop und ist mobil einsetzbar (Abb. 1). Die Grösse des Messbereichs wird je nach Messaufgabe und Objektgrösse durch einen Wechsel der Objektive skaliert. Dabei stehen drei verschiedene Objektive zur Verfügung. Der Vorgang einer Digitalisierung wird anhand eines Testobjekts vorgestellt. Darauf werden die Probleme der digitalen Langzeitarchivierung anhand bestehender Lösungsansätze und Strategien diskutiert und erläutert. Die Empfehlungen für ein Modell eines digitalen Archivs lehnen sich hierin an das ISO-zertifizierte Referenzmodell OAIS an.

Im praktischen Teil der Arbeit werden die Messungen mit ATOS Compactscan 5M anhand von messtechnischen Untersuchungen und Fallbeispielen präsentiert. Mit den messtechnischen Untersuchungen soll abgeklärt werden, was bei einer Messung mit ATOS für Ergebnisse zu erwarten sind. Hierzu diente eine Gipsfigur als Testobjekt (Abb. 2).

Zur Prüfung der Wirtschaftlichkeit wurden drei weitere Objekte ausgewählt. Anhand der Fallbeispiele soll abgeklärt werden, mit welchem Zeitaufwand bei einer Digitalisierung gerechnet werden muss. Um möglichst viele Fragen aus der Konservierung und Restaurierung abzudecken, wurden dafür unterschiedlichste Objekte ausgewählt. Es handelt sich um ein römisches Gefäss (Terra Sigillata), einen Drachen (Modell für einen Kinderspielplatz von Niki de Saint Phalle) und eine lebensgrosse Marmorskulptur (Abb. 3).

### Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass sich das Streifenprojektionsverfahren für die Anwendung von Dokumentationen generell eignet, allerdings sollte die Digitalisierung komplexer Objekte in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit Fachkräften erfolgen. Ferner haben die Einstellungen vom Messsystem sowie die Datenbearbeitung der digitalisierten Objekte einen wesentlichen Einfluss auf Datenvolumen und Qualität der 3D-Modelle. Weiter zeigte sich, dass die Messungen unter Wiederholbedingungen reproduzierbar sind. Zudem existieren für die Langzeitarchivierung von digitalen Daten noch keine definitiven Lösungen sondern nur Lösungsansätze. Abschliessend kann festgehalten werden, dass je nach Grösse, Form und Oberfläche des Messobjekts sowie den gestellten Anforderungen der Zeitaufwand einer Digitalisierung variieren kann.

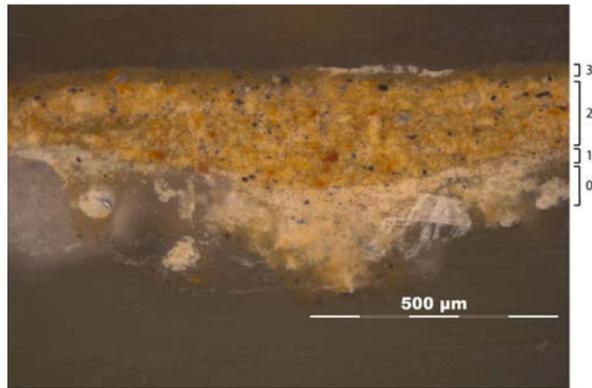
Master-Thesis in Conservation-Restoration:

# Probleme früher Keim-Malereien in der Schweiz (1880-1900)

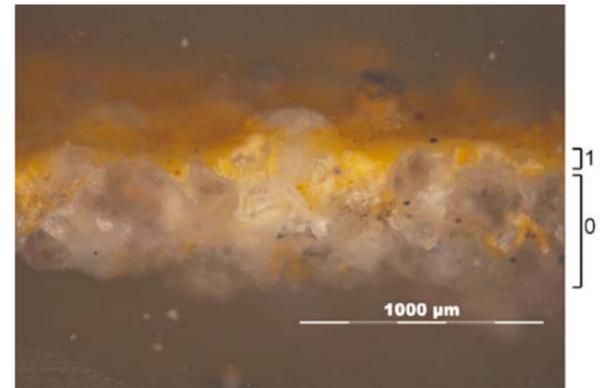
## Verfärbungen von wasserglasgebundenen Malereien und Retuschen



(Abb.1) Villa Patumbah: Gelbverfärbte Retusche in grün hinterlegtem Dekorationsfeld



(Abb.2) Villa Patumbah: Stratigraphie von der Malschichtprobe einer verwitterten Retusche an der Südfassade



(Abb.3) Villa Patumbah: Stratigraphie von der Malschichtprobe einer unverwitterten Retusche an der Nordfassade

vorgelegt von **Philippe von Niederhäusern**  
Fachbereich Konservierung und Restaurierung  
Master of Arts in Conservation-Restoration  
Vertiefung: Architektur, Ausstattung und Möbel  
Referent: Prof. Dipl. Rest. Ueli Fritz  
Korreferentin: Dipl. Rest. Petra Dariz  
Abschluss: Frühlingsemester 2012

### Abstract

Die Keim'sche Mineralmalerei ist eine wasserglasgebundene Maltechnik, welche im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts ihren Durchbruch erfuhr. Das neue Malverfahren für Wandmalerei führte anfänglich aufgrund der anspruchsvollen Anwendung und fehlenden Erfahrung zu unterschiedlichen Schwierigkeiten. Ein wesentliches Problem waren die Unbeständigkeit der Farben und speziell die bei frühen Ausbesserungen mit dem Bindemittel Wasserglas entstandenen Verfärbungen.

Ziel dieser Masterarbeit ist es, vertiefter auf dieses Phänomen einzugehen, das bei Ausbesserungen mit Wasserglas im Zeitraum zwischen 1880 und 1900 an verschiedenen Objekten in der Schweiz (wie etwa der Zürcher Villa Patumbah) zu beobachten ist. Um die möglichen Ursachen der Verfärbungen zu bestimmen, wird das damalige Wissen über die Maltechnik und die Schadensentwicklung anhand historischer Literatur und Quellen aufgearbeitet. Die dadurch gewonnenen Erkenntnisse, die schliesslich zu unterschiedlichen möglichen Schlussfolgerungen führen, werden durch Befunde aus mikroskopischen und materialanalytischen Untersuchungen (FTIR, REM-EDS) ergänzt.

### Farbveränderungen von Keim'schen Mineralmalereien

Das Phänomen der Verfärbung von Mineralmalereien ist an verschiedenen Objekten in der Schweiz festgestellt worden. Dabei muss zwischen Verfärbungen, die an den originalen Malereien entstanden sind, und solchen die an wasserglasgebundenen Ausbesserungen und Retuschen aufgetreten sind, unterschieden werden. Im Rahmen dieser Arbeit konnten zwei Objekte eingehender untersucht werden, die Verfärbungen an wasserglasgebundenen Retuschen aufweisen. An den Retuschen in der Schlosskapelle Kyburg (ZH) konnte die Gelbverfärbung auf eine Zersetzung des Zinkweiss zurückgeführt werden. Am Beispiel der Villa Patumbah (ZH) konnten ebenfalls Verfärbungen an Retuschen (Abb. 1) festgestellt werden, ohne dass das Phänomen aber einer bestimmten Schadensquelle zuzuordnen war.

### Wasserglas in der Restaurierungspraxis von 1880-1900

Die Technik der Keim'schen Mineralmalerei war in ihrer Entwicklungszeit zwischen 1880 und 1900 auf das Restaurierungsverständnis der damaligen Zeit ausgerichtet. Sie trug letztlich dazu bei, dass eine stark beschädigte Malerei eher abgeschlagen und in Keim'scher Mineralmalerei neu ausgeführt wurde. So konnte die farbliche Anpassung an eine originale Wandmalerei umgangen werden. Schwierigkeiten entstanden erst, als sich das Verständnis der Konservierung von Kunstdenkmälern änderte und versucht wurde, die Wandmalereien zu erhalten und gezielt zu ergänzen. Einerseits konnten durch das nur oberflächennahe Fixieren der Malschicht mit Wasserglas ungünstige Festigkeitsprofile entstehen, die sich durch Glanzstellen bemerkbar machten. Andererseits fehlte den damaligen Dekorationsmalern und Restauratoren die Erfahrung mit der neuen, anspruchsvollen Maltechnik, wodurch eine farbliche Anpassung zusätzlich erschwert wurde. Dass

Probleme in der Anwendung von Wasserglas als Retuschiermittel bestanden haben, zeigen die unterschiedlichen, sich zwar an die Keim'sche Mineralmalerei anlehnenden, aber teilweise individuell ausgelegten Vorgehensweisen in der Restaurierung von Wandmalerei mit Wasserglas.

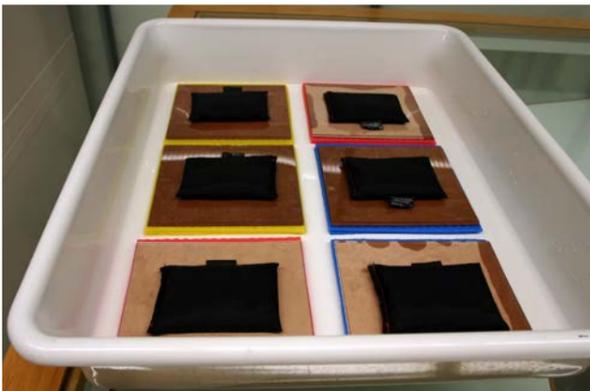
### Ergebnis

Schon Keim hatte an den ersten grossen, in Keim'scher Mineralmalerei ausgeführten Wandbildern Verfärbungen festgestellt. Die Ursachen dieser Verfärbungen erklären sich mit der Entfärbung des künstlichen Ultramarins sowie der Verwendung des alkaliunbeständigen Chromgelbs. Die Entfärbung des Ultramarins dürfte auch für die Farbveränderung der Retuschen an der Villa Patumbah verantwortlich sein. Ausgeschlossen werden kann die Zersetzung des Zinkweiss und ein dadurch stärkeres Hervortreten der eisenhaltigen Gelb-Pigmente oder des Untergrunds. Ein weiterer Grund für die Verfärbung dürfte auch in der Auftragsweise der Retuschen zu suchen sein. Die Untersuchung des Anschliffs der unverwitterten Retusche (Abb. 2) ergab, dass diese vermutlich in mehreren Aufträgen aufgemalt wurde. Die im Vergleich dazu viel dünneren und stärker abgewitterten Malschichtproben (Abb. 3) der restlichen untersuchten Retuschen weisen darauf hin, dass bei diesen nur die beständigsten, farbgebenden Pigmente stehengeblieben sind.

Master-Thesis in Conservation-Restoration:

# Lagerung von vegetabil gegerbtem Leder in gepufferten Archivmaterialien?

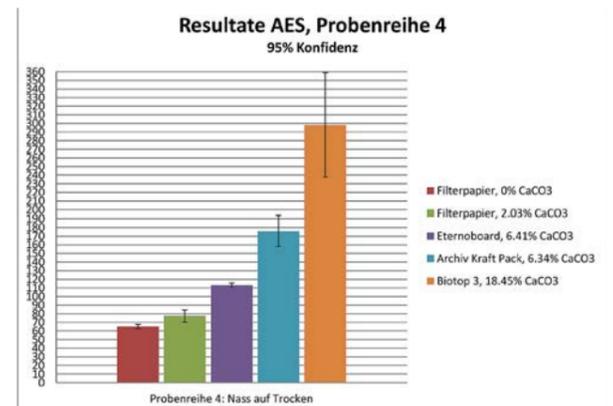
## Untersuchungen zur Migration von Calciumcarbonat ins Leder



Versuchsreihe 4: Trockenes Leder wird für 149 Stunden auf mit Wasser durchtränktes Kontaktpapier gelegt



Optische Veränderung Versuchsreihe 4: Lederprobe, die mit dem am stärksten gepufferten Papier in Kontakt war (KB\_N) im Vergleich zur Referenzprobe (KR\_N)



AES Resultate der Probenreihe 4: Steigung des Calciumgehalts im Vergleich zur Referenzprobe

vorgelegt von **Sandra Winkelmann**

Fachbereich Konservierung und Restaurierung  
Master of Arts in Conservation-Restoration  
Vertiefung: Graphik, Schriftgut und Fotografie  
Referentin: Prof. Dipl. Rest. Elke Mentzel  
Korreferentin: Dipl. Rest. MA Kristina Blaschke  
Abschluss: Frühlingsemester 2012

### Abstract

Die vorliegende Master-Thesis beschäftigt sich mit der Lagerung von vegetabil gegerbten Lederobjekten in mit Calciumcarbonat gepuffertem Verpackungsmaterial und dessen mögliche Übertragung ins Leder. Den Anstoss zu diesem Thema gaben Studien über die Migration der Alkalien in alkaliempfindliche Cyanotypien. Der theoretische Teil beinhaltet Thesen zu den chemischen Vorgängen bei der Übertragung des Calciumcarbonats und der Reaktion im Leder. Im praktischen Teil wurde versucht, den Transfer des Calciumcarbonats in Leder zu erreichen und nachzuweisen. Lederproben wurden mit gepufferten Verpackungsmaterialien in direkten Kontakt gebracht und verschiedenen Umgebungsbedingungen ausgesetzt. Mit Hilfe der komplexometrischen Titration, der Atomemissionsspektrometrie und des Rasterelektronenmikroskops sollten Aussagen über die Quantität der Übertragung und über deren Eindringtiefe gemacht werden. Messungen zeigten Änderungen des pH-Werts im Leder. Eindeutig konnte die Übertragung nur bei der Probenreihe nachgewiesen werden, bei der die Materialien komplett mit Wasser durchtränkt waren. Dies zeigt, dass ein Transfer zwar möglich, bei optimalen klimatischen Bedingungen jedoch eher unwahrscheinlich ist.

### Einleitung

Immer wieder wird in der Konservierung über die Eignung von gepufferten Hüllmaterialien für alkaliempfindliche Objekte diskutiert. Längst wird für Photographien und Graphiken mit alkaliempfindlichen Farbstoffen ein säurefreies Papier ohne alkalische Reserve hergestellt und verwendet, da eine Schädigung der Objekte durch direkten Kontakt mit gepuffertem Material befürchtet wird. Der Tatsache, dass vegetabil gegerbtes Leder als saures Material auch zu den alkaliempfindlichen Objekten gehört, wurde bisher wenig Beachtung geschenkt. In dieser Arbeit soll festgestellt werden, ob und bei welchen klimatischen Bedingungen eine Migration des Calciumcarbonats aus dem Hüllmaterial in Leder stattfinden kann.

### Methode

Lederproben wurden mit Papieren und Kartons unterschiedlichen Pufferstoffgehalts in direkten Kontakt gebracht und für die Dauer von 149 Stunden verschiedenen Umgebungsbedingungen ausgesetzt. Mittels Auflichtmikroskopie wurde daraufhin das Leder auf optische Veränderungen untersucht. pH-Wert-Messungen sollten darüber Aufschluss geben, ob durch das migrierte Calciumcarbonat Gerbsäuren im Leder neutralisiert werden können. Atomemissionsspektroskopische Untersuchungen machten eine Aussage über die Quantität des übertragenen Pufferstoffs und REM-EDS Elementkartierungen des Lederquerschnitts sollten ein Bild davon geben, wie tief das Calcium in das Leder eingedrungen ist.

### Resultate

Die Probenreihe, bei der das Leder mit den mit Wasser durchtränkten Materialien in Kontakt war, ergab klare Resultate. Die Lederproben zeigten von Auge sichtbare Verdunklungen, wiesen erhöhte pH-Werte bis zu 6.5 auf und der mit AES gemessene Calciumgehalt stieg bis ums Vierfache im Vergleich

zur Referenzprobe.

Etwas erschwert ist die Aussage bei den restlichen Probenreihen, die der erhöhten Luftfeuchtigkeit, Feuchtigkeitsschwankungen und Reibungsversuchen ausgesetzt waren. Aufgrund der herstellungsbedingten Anwesenheit und ungleichmässigen Verteilung von Calcium im Leder, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, ob der erhöhte Calciumgehalt aus dem Kontaktmaterial stammt. Vermutet wird eine leichte Übertragung bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 90% und 23 °C und durch die Reibung.

Die Resultate der Probenreihen zeigten, dass die Auswirkungen bei normalen Archivbedingungen und leichten Klimaschwankungen bei dieser kurzen Dauer sehr gering sind.

Bei einem Wasserschaden, bei dem das Objekt direkt mit Wasser in Berührung kommt oder die Luftfeuchtigkeit drastisch steigt, ist es durchaus möglich, dass eine Übertragung stattfindet und der pH-Wert weit über dem optimalen Wert des Leders (pH < 5) zu liegen kommt. Besondere Vorsicht ist bei Kopierpapieren angebracht, da diese meist einen sehr hohen Anteil an CaCO<sub>3</sub> haben. Ein dauerhafter, direkter Kontakt mit Leder sollte sicherheitshalber vermieden werden.

In dieser Arbeit konnte herausgefunden werden, dass unter ungünstigen klimatischen Bedingungen ein Transfer von CaCO<sub>3</sub> ins Leder möglich ist. Inwiefern und in welchen Mengen dieser jedoch schädlich ist fürs Leder, ist ein Thema, das weitere Untersuchungen erfordert.

Master-Thesis in Conservation-Restoration:

# Das Südportal des Berner Münsters

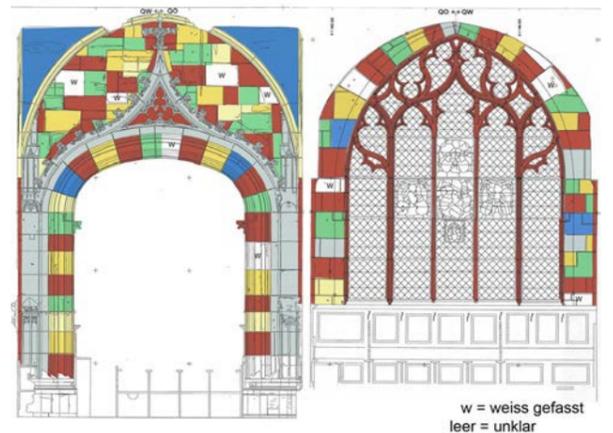
## Ursprüngliche Erscheinung und spätere Veränderungen



Das ehemalige Südportal des Berner Münsters vorne im Bild, dahinter das Seitenschiffgewölbe von 1454



Links: Westlicher Baldachin mit Zinnen auf den Eckpfilerchen am Südportal des Berner Münsters  
 Rechts: Baldachin mit kleinen Fialen in den Ecken im Altarraum des Berner Münsters, ca. 1435/40 unter Matthäus Ensinger entstanden



Rekonstruktion der Quadermalerei in der heutigen Lombach-Kapelle. Links: Das ehemalige Südportal (heute die Kapellen-Nordwand). Rechts: Die Süd-wand mit dem Fenstermasswerk von 1473  
 w = weiss gefasst  
 leer = unklar

vorgelegt von **Flavia Zumbrunn**  
 Fachbereich Konservierung und Restaurierung  
 Master of Arts in Conservation-Restoration  
 Vertiefung: Architektur, Ausstattung und Möbel  
 Referent: Prof. Dipl. Rest. Ueli Fritz  
 Coreferent: Dr. Jürg Schweizer  
 Abschluss: Frühlingsemester 2012

### Abstract

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist das ehemalige, spätgotische Südportal am Berner Münster, dessen Vorhalle bereits kurze Zeit nach seiner Fertigstellung zugemauert und mit einem Fenstermasswerk versehen wurde. Durch diese Umbaumaassnahmen entstand, anstelle der Portalvorhalle, die heutige Lombach-Kapelle. Anlässlich der Konservierung/Restaurierung im Winter 2010/11 konnte dieser komplexe Gebäudeteil des Berner Münsters eingehend untersucht werden. Die Untersuchungen zeigten, dass, aufgrund eines Stilbruchs im Bereich der Baldachine, das spätgotische Portal nicht die Schöpfung eines einzelnen Baumeisters darstellen konnte. Durch den Vergleich des Zierwerks mit Beispielen am und ausserhalb des Berner Münsters liess sich diese These bestätigen. Zudem klärte sich, unter Zuhilfenahme der Steinmetzzeichen und anhand von Stilvergleichen, die Datierung und Zuschreibung des Gewölbes. Die Polychromiereste, die an sämtlichen Wandflächen auftraten, in der Literatur bisher jedoch keine Beachtung fanden, liessen sich in einem weiteren Schritt ebenfalls datieren und gaben, durch Freilegungsmuster und Vergleiche der Malereitypen, zumindest teilweise ihr ursprüngliches Erscheinungsbild preis.

### Der Baumeisterwechsel am Südportal

Anhand stilistischer Vergleiche des Zierwerks konnte aufgezeigt werden, dass das Südportal bis auf die Höhe der Baldachine nach dem Entwurf des ersten Münsterbaumeisters, Matthäus Ensinger (1420-1446), entstanden ist. Die von Luc Mojon vorgenommene Datierung auf die Jahre 1435-1440 bestätigte die Bauuntersuchung. Der obere Teil des Südportals trägt hingegen nicht die Handschrift des ersten Münsterbaumeisters. Da Niklaus Birenvogt (1469-1481) wegen dem angrenzenden Seitenschiffgewölbe von 1454 und den Steinmetzzeichen auszuschliessen ist, kamen lediglich Vinzenz Ensinger und Stefan Hurder als zuständige Bauleiter in Frage. Vinzenz Ensinger war in der Zeit von 1448-1453 jedoch längere Zeit abwesend. Zudem ist unwahrscheinlich, dass er eine von seinem Vater vollkommen unabhängige Formensprache entwickelte. Folglich ist der Stilwechsel im oberen Bereich des Südportals wohl mit dem zunehmenden Einfluss Hurders auf den Münsterbau ab 1448 bis 1453 zu erklären.

### Die Zuschreibung und Datierung des Gewölbes

Für das Gewölbe konnte die bisherige Datierung und Zuschreibung anhand der Gewölbekonfiguration und der vorliegenden Steinmetzzeichen bestätigt werden. Es wurde gleichzeitig wie das Fenstermasswerk um 1473 unter Werkmeister Niklaus Birenvogt erstellt. Eine Erklärung für die schon zur Portalzeit eingebauten „Tas de charges“ ist die Übernahme des geplanten Gewölberippenprofils durch Birenvogt.

### Die Polychromie in der Kapelle

Bei sämtlichen Wandmalereiesten handelt es sich um Teile von Kapellengestaltungen. Der Nachweis,

dass das ehemalige Südportal vor seinem Umbau gefasst war, konnte nicht erbracht werden. Die erste Ausschmückung erfolgte, nachdem die Portalvorhalle 1473 auf Wunsch der Bruderschaft „Unser Frauen Empfängnis“ in eine Kapelle umgestaltet war. Zu ihr gehörten sowohl die Quadermalerei, das blaue Gewölbe mit den hellgelben Rippen als auch die grüne Rankenmalerei.

Die zweite Ausstattung der Kapelle erfolgte wohl kurz nach 1500, als sie an die Familie Lombach überging. In dieser Zeit entstanden die zweite, jüngere Wandmalerei an der Ostwand sowie die erste an der Westwand. Die Quadermalerei und die Gewölbefassung wurden vom neuen Besitzer sehr wahrscheinlich übernommen und blieben auch in der nachfolgenden Zeit, in der 1528 die Reformation stattfand, vermutlich weiterhin sichtbar. Die wahrscheinlich figürlichen Malereien an der Ost- und Westwand wurden hingegen mit einer ersten grauen Steinmalerei und weissen Fugenstrichen übermalt.

In der Zeit von 1673 bis 1678, als sämtliche Seitenschiff- und Kapellengewölbe des Berner Münsters unter Hans Conrad Heinrich Friedrich bemalt wurden, erhielt wohl auch die Lombach-Kapelle ihre erste Grisaillemalerei. Gleichzeitig wurde vermutlich die jüngere, bräunlichere Steinmalerei mit weissen Fugenstrichen, deren Entstehungsdatum vor 1689 festgelegt werden konnte, ausgeführt. Die letzte grossflächige Veränderung an der Polychromie erfolgte ca. Ende 19., anfangs 20. Jhs., als die Gewölbekappen mit einer zweiten, jüngeren Grisaillemalerei überfasst wurden.

Master-Thesis in Conservation-Restoration:

# Vers une lubrification sèche pour le patrimoine horloger

Sa mise en oeuvre, ses limites et sa réversibilité

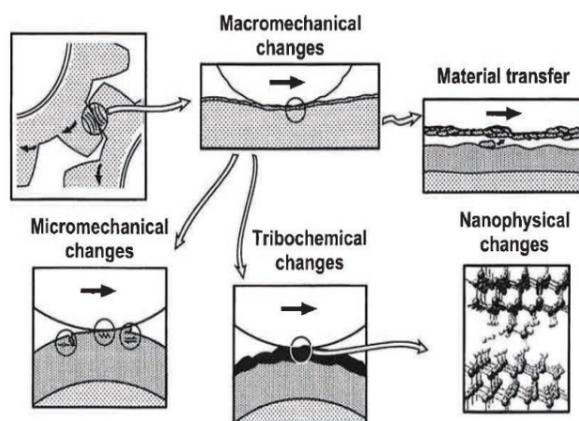


Fig.1 La tribologie est la science des frottements. Le frottement intervient lorsque deux surfaces en contact sont mises en mouvement l'une par rapport à l'autre. Le contact tribologique provoque des changements à l'échelle macroscopique, microscopique, chimique, moléculaire et des transferts de matériaux. ©Holmberg 2000

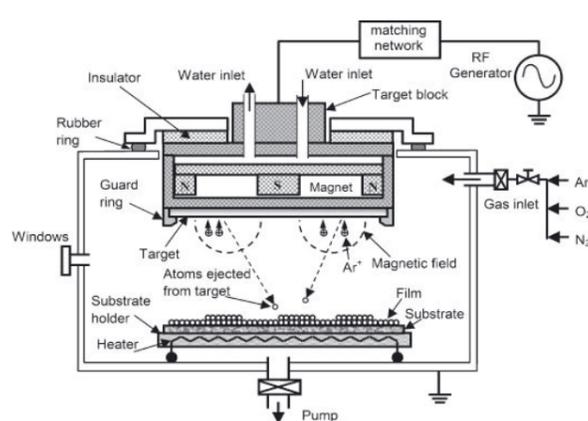


Fig.2 Schéma explicatif sur le phénomène du dépôt PVD. Lors de la pulvérisation cathodique les atomes du matériau cible sont arrachés pour être déposés sur un substrat. ©www.science-direct.com

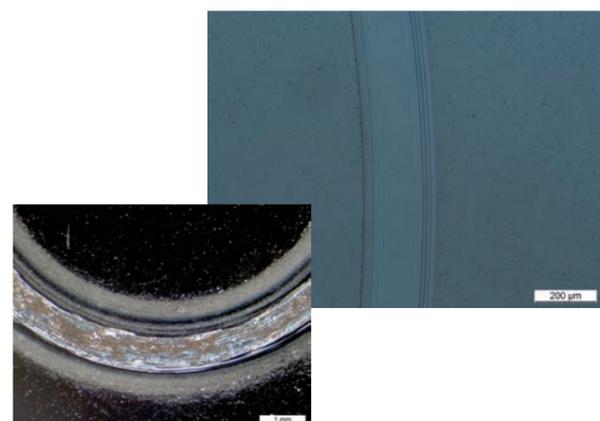


Fig.3 A gauche, sillon d'usure après un test au tribomètre bille-disque pour un contact acier-acier sans lubrifiant. A droite, sillon d'usure après un test au tribomètre bille-disque pour un contact acier-acier avec revêtement de TiSiC. ©HE Arc 2012

Présenté par : **Émilie Cornet**

Master of Arts HES-SO en Conservation-restauration

Orientation : Objets scientifiques, techniques et horlogers

Mentor : Fabienne Marquis, directrice de l'ASRH

Resp.de stage à l'IMA Arc : Oksana Banakh, responsable institut

Réalisation : semestre de printemps 2012

## Introduction

Le rôle du conservateur-restauteur est de conserver le patrimoine pour que celui-ci puisse être transmis aux générations futures. Inhérent à cette volonté de préserver les témoignages du passé, notre profession a aussi le désir de montrer et partager ce passé. Le patrimoine scientifique, technique et horloger n'est pas seulement conservé pour son aspect visuel, mais également comme témoignage de sa fonction, produisant des sons, odeurs, mouvements du passé. La remise en fonction de tels objets est une question qui s'est posée et se pose toujours dans le milieu de la conservation-restauration.

## Le mécanisme horloger

Un système mécanique horloger a besoin pour son fonctionnement d'une lubrification. Or, la lubrification traditionnelle à l'huile nécessite un entretien régulier. En effet, les huiles horlogères sont instables et vont perdre leur pouvoir lubrifiant au cours du temps, notamment en réagissant avec le substrat ou encore avec les conditions atmosphériques. Il faut donc nettoyer l'ancienne lubrification et lubrifier à nouveau le mécanisme. Ces interventions doivent être menées par une personne ayant des connaissances horlogères car une lubrification trop importante ou au contraire trop minime aura des conséquences sur la marche des pièces et pourra conduire à une usure prématurée du mécanisme. De plus, tout traitement de nettoyage nécessitera le démontage de l'objet, où le risque de détérioration et de pertes d'éléments

n'est pas à négliger. Pour un objet muséal, ces étapes – nettoyage d'une ancienne lubrification et lubrification – se reproduiront autant de fois que l'objet sera sorti de réserve pour une exposition où il fonctionnera.

## Les lubrifiants solides : développement et tests

Un revêtement lubrifiant solide apporterait comme avantage une plus grande stabilité dans le temps, ne nécessiterait pas d'entretien et pourrait permettre une mise en fonctionnement occasionnelle sans souffrir des périodes de mise en réserve. De plus, ce revêtement jouerait le rôle de protection de la surface, en se consommant à la place de la surface d'origine.

Durant notre travail de mémoire, nous avons testé deux revêtements lubrifiants solides, réalisés par dépôt en phase vapeur par pulvérisation cathodique (PVD-Physical Vapor Deposition). C'est une technique de dépôt sous vide permettant de réaliser des couches minces. Le premier revêtement est une céramique à trois composants, le silico-carbure de titane (TiSiC). Le second est un revêtement de carbone amorphe. Ces deux lubrifiants solides, issus de l'industrie, ont été testés et optimisés pour notre application. Le revêtement mesure en épaisseur moins de 2 microns (5x plus fin qu'un cheveu). Nous avons en premier lieu revêtu des échantillons tests et procédé à des tests tribologiques, tests permettant de définir le coefficient de frottement entre deux surfaces avec une vitesse et une charge définies. Un cahier des charges a été établi afin de définir les critères auxquels le revêtement doit répondre : être lubrifiant, protéger la surface, être stable chimiquement, avoir une mise en œuvre non invasive, être réversible, ne pas modifier l'apparence de l'objet.

Les deux matériaux principaux composant un mécanisme horloger sont l'acier et le laiton. Le contact tribologique se fait entre ces deux métaux. Les premiers résultats de notre étude montrent que le revêtement de TiSiC sur de l'acier est lubrifiant et protège la surface de l'usure. Une sous-couche d'aluminium, réalisée également par PVD, nous permet de retirer le revêtement. La réversibilité est possible dans une solution de NaOH sans endommager la surface de la pièce traitée.

Le revêtement de carbone amorphe sur du laiton est lubrifiant et protège la surface de l'usure. Avec une sous-couche d'aluminium, ce revêtement est réversible dans une solution de NaOH pour le laiton nickelé et le laiton doré.

Enfin, des mouvements de montre moderne ont été revêtus avec ces lubrifiants solides et soumis à un test horloger de vieillissement accéléré d'une durée de 5 ans. Nous obtenons de bons résultats au test de vieillissement horloger pour un mécanisme revêtu de TiSiC sur les parties en acier et revêtu de carbone amorphe sur celles en laiton. Cette association de lubrifiants solides présente de bonnes propriétés lubrifiantes et protège la surface lors du fonctionnement du mécanisme.

## Conclusion

Les premiers tests de vieillissement horloger ont donné des résultats intéressants, toutefois c'est une application sur un mécanisme ancien et après plusieurs années de fonctionnement qui pourra rendre compte de l'effet réel du revêtement. Nous espérons avoir pu montrer à travers notre étude que les revêtements lubrifiants solides ont un réel potentiel pour les objets techniques remis en fonction.

Master-Thesis in Conservation-Restoration:

# La problématique de la radioactivité dans les objets patrimoniaux :

## Identification, évaluation et gestion



Fig. 1: Petite fontaine à radium des années 1920 permettant de "purifier" l'eau de consommation.



Fig. 2: Utilisation d'un radiamètre pour la mesure des coups par seconde (désintégration par seconde) d'un anémomètre (appareil mesurant la force du vent) dont l'affichage est rendu lumineux par une peinture au radium.



Fig. 3: Retrait d'un manchon incandescent aux oxydes de thorium qui se désagrège. Le thorium étant particulièrement un émetteur alpha (susceptible d'être ingéré), il est nécessaire de respecter les règles de radioprotection.

Présenté par : **Marion Daval**

Master of Arts HES-SO en Conservation-restauration

Orientation : Objets scientifiques, techniques et horlogers

Mentor : Antonin Tarchini, restaurateur à la fondation HAM

Resp.de stage (Fond. du matériel historique de l'armée suisse) :

M. Stefan Shaerer, directeur

Réalisation : Semestre de printemps 2012

### Introduction

Les substances radioactives sont utilisées depuis plus d'un siècle et peuvent se retrouver dans bon nombre d'objets de collection. Ce patrimoine particulier n'est pas toujours facile à gérer. Sans odeur, sans bruit ni forme physique perceptible particulière, la présence de substances radioactives dans les objets patrimoniaux n'est pas forcément soupçonnée et ne peut être formellement détectée sans instrument de mesures. De plus, lorsqu'elle est décelée, le personnel de musée n'a pas forcément les connaissances et l'expérience nécessaires pour entreprendre des actions en évitant tout incident.

Le travail réalisé s'interroge sur l'implication de ce patrimoine dans les musées et s'articule autour de quatre questions :

- Quels sont les objets radioactifs susceptibles d'être trouvés dans un musée et comment les identifier ?
- Que dit la loi sur la possession et la gestion de ces objets ? Comment se situe le musée par rapport aux textes de réglementation ?
- Comment évaluer la dangerosité de ces objets et comment les gérer ?
- Y a-t-il des traitements possibles pour réduire le danger ?

Cette étude a pu se réaliser au sein de la Fondation du matériel historique de l'armée suisse (Fondation HAM).

### Identification

Du fait que la radioactivité est invisible, l'utilisation d'appareils de mesures adéquats est nécessaire pour déterminer sa présence. Cependant, le personnel de musée ne dispose pas forcément de tels instruments. La radioactivité peut toutefois être soupçonnée par une observation visuelle des objets. Certains indices matériels peuvent ainsi alerter le responsable de collection qui peut par la suite faire appel à un expert en radioprotection pour certifier la présence de radioactivité dans l'institution.

Des substances radioactives peuvent par exemple se retrouver dans des appareils scientifiques, des lampes à manchons incandescents, de l'outillage médical de 1900 à 1960, des lentilles photographiques de 1930 à 1970, des montres radioluminescentes jusqu'en 1990, des paratonnerres, des objets quotidiens des années 1920-1930 (Fig.1), des céramiques et des verres.

### Évaluation

Les deux unités les plus utiles au milieu muséal sont les coups par seconde (CPS) et les sieverts (Sv) qui permettent d'évaluer les doses reçues par les personnes en contact avec ces objets. Trois types de rayonnements peuvent être pris en compte dans le milieu muséal : l'alpha, le bêta et le gamma. Ce dernier pose un problème lorsqu'il est en grand nombre comme c'est le cas dans le milieu médical. Dans une institution muséale, le nombre d'objets et leur faible quantité de substances radioactives (en général) n'est pas suffisant pour générer une telle concentration de rayonnement gamma.

Les personnes les plus concernées par le problème de la radioactivité sont les conservateurs-restaurateurs ou toute personne responsable de la manipulation de ces objets. En effet, les deux autres rayonnements, alpha et bêta, composés de particules chargées, présentent un plus grand risque lors du démontage ou du transport car elles sont susceptibles d'être ingérées si les règles

de radioprotection ne sont pas respectées.

Une évaluation du danger à l'interne (Fig.2) est nécessaire afin de permettre une manipulation des objets adéquate. Cependant, l'intervention d'un expert en radioprotection est nécessaire pour certifier les mesures effectuées et les actions entreprises.

### Gestion

Des mesures préventives peuvent être mise en place facilement par le personnel de musée afin d'éviter tout incident. L'exposition, le stockage et le transport de ces objets sont possibles en respectant les normes législatives spécifiques à chacune de ces actions.

La radioprotection s'appuie sur trois facteurs : le temps, la distance et le blindage. Par exemple, l'utilisation d'une vitrine en verre pour l'exposition d'une boussole radioluminescente augmente la distance, diminuant la dose reçue, et empêche des particules d'être ingérées par le public.

Il existe également des traitements permettant à retirer les substances radioactives (Fig.3) ou de les fixer mais ils sont très invasifs et leur impact sur des objets patrimoniaux est encore mal évalué.

### Conclusion

Au terme de ce travail, plusieurs protocoles de comportement ont pu être établis dans le respect des textes de lois suisses. Il permet l'élaboration de stratégies adéquates à chaque institution muséale dans les limites autorisées pour un personnel de musée. Il met également en lien les différents organismes de référence qu'il est nécessaire de contacter. Les traitements visant à retirer les substances radioactives soulèvent en revanche plusieurs questions éthiques et pratiques. Il en ressort que chaque objet constitue un cas particulier qu'il est nécessaire d'étudier afin d'évaluer au mieux sa réelle dangerosité et les résultats pouvant être obtenus.

Master-Thesis in Conservation-Restoration:

# L'arrachement des feuillets d'altération sur les verres archéologiques durant l'étape de remontage :

## Comment diminuer la perte de matière ?

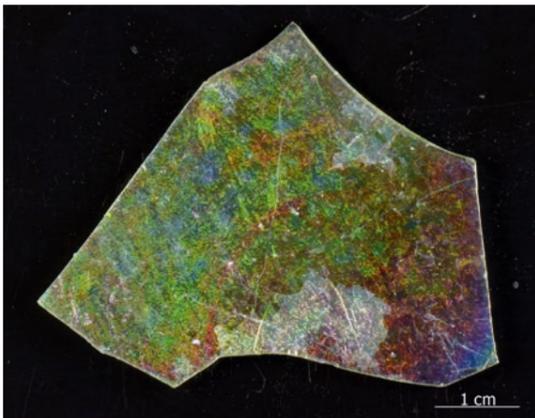


Figure 1: Irisations présentes sur un fragment de verre archéologique calco-potassique.  
©ADB 2012

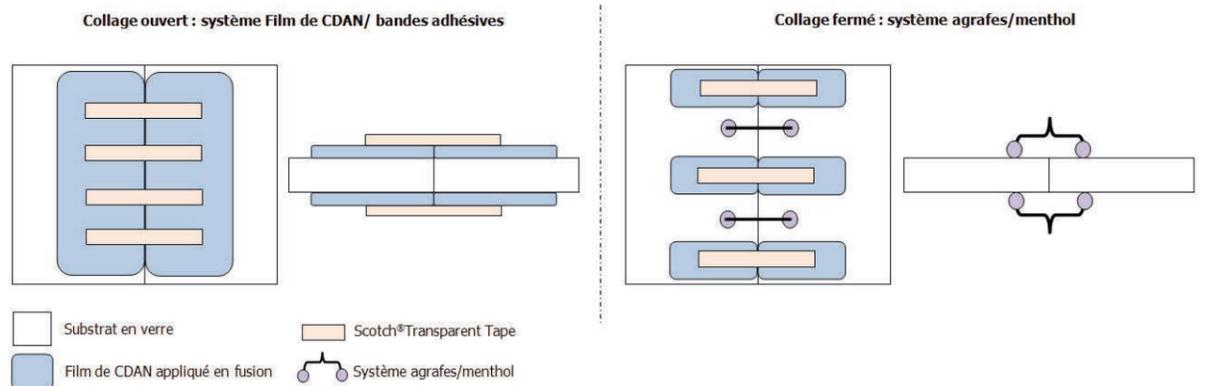


Figure 2 : Schéma explicatif des deux types de systèmes de remontage à base de liants volatils.  
©HECR 2012

Présenté par : **Valérie Gapany**  
Master of Arts HES-SO en Conservation-restauration  
Orientation : Objets archéologiques et ethnographiques  
Mentor : Célestine Ousset, conservatrice-restauratrice d'objets d'art et d'archéologie.  
Resp.de stage (Service archéologique du canton de Berne) :  
Frédérique - Sophie Tissier, conservatrice-restauratrice.  
Réalisation : semestre de printemps 2012

### Introduction

Lorsque le verre enfoui est extrait de son environnement, nous observons à sa surface des irisations (voir figure 1) qui sont le résultat de la réflexion de la lumière à travers les différentes couches de verre qui se sont altérées en feuillets suite à la lixiviation des éléments constitutifs du verre. Ces couches font partie de la surface d'origine et peuvent contenir des décors et sont donc à conserver. Cependant, leur faible adhérence est problématique lors des étapes de remontage. Que cela soit sur des surfaces consolidées ou non, l'élimination des systèmes de remontage usuels, qui permettent de maintenir les fragments durant le séchage ou la prise de l'adhésif, va engendrer une perte de matière non négligeable. A travers cette étude, nous avons exploré les différents systèmes de remontage afin d'en sélectionner un ou plusieurs qui permettraient de limiter au mieux cette perte de matière et d'éviter la consolidation pour des verres dont le niveau d'altération en feuillets est faible.

### Le collage ouvert

Les bandes adhésives sont utilisées pour maintenir les fragments durant le séchage de l'adhésif dans le cas d'un collage ouvert et pour tendre l'assemblage dans le cas d'un collage fermé (infiltration de résine). L'enlèvement de ces bandes adhésives engendre une perte de matière importante, c'est pourquoi il est nécessaire de protéger la surface du verre altéré en feuillets à l'aide d'un film de protection pour éviter ces pertes mais également d'éviter une consolidation de la surface. Le cyclododécane ou CDAN ( $C_{12}H_{24}$ ) est un liant volatil qui a la propriété de se sublimer à température ambiante grâce à sa haute pression de vapeur (0.1 hPa à 20°C). Ce produit a déjà fait l'objet de nombreuses études en conservation-restauration, car il permet de protéger la surface de manière temporaire en évitant les

étapes de nettoyage et donc de frottement à la surface du substrat. Le film de protection est appliqué sur la surface du verre à l'aide d'une spatule métallique (voir figure 2) trempée dans le CDAN en fusion (58-61°C) et permet d'obtenir une couche fine et homogène de manière localisée tout en protégeant la surface feuilletée de l'arrachement des bandes adhésives. Une fois le film de protection posé, les bandes adhésives (Scotch® Transparent Tape) peuvent être appliquées afin de tendre l'assemblage et être retirées sans perte de matière (voir figure 2). Cependant, une interaction chimique se produit entre le CDAN qui se sublime et la masse adhésive du Scotch® Transparent Tape, qui a pour conséquence un transfert de l'adhésif sur le film de protection. Après sublimation de ce dernier, des traces d'adhésif du Scotch® se retrouvent alors sur la surface du verre. Il est donc nécessaire de passer un coton-badigeon sur le film de protection après enlèvement des bandes adhésives, afin d'en éliminer les résidus. Suite à la sublimation du CDAN, une faible perte de matière est observée et peut s'expliquer par plusieurs phénomènes:

- Une déshydratation des feuillets d'altération due à la température du CDAN en fusion (58-61°C).
- Une rétraction du film de CDAN durant la solidification qui peut provoquer des tensions à la surface du verre et donc une perte des feuillets d'altération.
- Un déplacement des feuillets, suite à l'application d'un fluide dans les espaces inter-feuillets.

### Le collage fermé

Le remontage est tout d'abord réalisé à l'aide de bandes adhésives afin de tendre l'assemblage. Puis, pour maintenir solidement les différents fragments et libérer la zone de joint, des agrafes en laiton sont collées au cyanoacrylate perpendiculairement à la cassure. Les bandes adhésives sont ensuite retirées et l'infiltration de résine peut être réalisée. Après prise de l'adhésif de collage, l'élimination des agrafes/cyanoacrylate engendre une perte de matière importante car l'usage d'un solvant et d'un coton-badigeon est nécessaire. C'est pourquoi, nous proposons d'utiliser le système film de CDAN/ bandes adhésives mis au point pour le collage ouvert afin de protéger la surface altérée en feuillets de manière

localisée et de remplacer le cyanoacrylate par un adhésif plus réversible. Le menthol ( $C_{10}H_{20}O$ ) qui est également un liant volatil, peut s'appliquer en fusion (entre 41-44°C) et lorsqu'il se solidifie offre une bonne adhérence au substrat de verre. Le groupement -OH présent sur la molécule du menthol lui permet de se lier chimiquement au substrat. Ainsi le menthol peut remplacer le cyanoacrylate utilisé habituellement pour le maintien des agrafes en laiton (voir figure 2). L'avantage d'utiliser ce liant volatil est d'éviter les opérations de nettoyage ou d'apport de solvant pour aider à l'élimination du système de remontage car sa sublimation à température ambiante permet à l'agrafe de se détacher après 2 à 3 jours. Suite à des tests de collage, nous avons remarqué que des interactions chimiques se produisent entre la résine d'infiltration de type epoxy (Araldite® 2020) et le menthol lorsque ceux-ci entrent en contact. Dans ce cas, le menthol ne se sublime plus et devient collant et pâteux. Il est alors nécessaire pour retirer le menthol d'utiliser un solvant avec un coton-badigeon, ce qui a pour conséquence un frottement à la surface et donc un risque de perte de matière. C'est pourquoi le contact entre ces deux produits doit être évité impérativement.

### Conclusion

Grâce à cette étude pratique, nous avons sélectionné des systèmes de remontage pour le collage ouvert et le collage fermé qui engendrent peu de perte de matière sur les surfaces altérées (entre 0 et 5% pour le film de CDAN et entre 0 et 3% pour le système agrafes/menthol), ce qui est très faible par rapport aux pourcentages de perte obtenus suite à l'enlèvement des systèmes de remontage usuels (entre 30 et 95% pour les bandes adhésives et entre 15 à 59% pour le système agrafes/cyanoacrylate). Ces systèmes de remontage à base de liants volatils permettent de limiter la perte de matière de façon significative et pourraient être appliqués à d'autres types de surface en verre, tels que des décors peints à froid ou toute autre surface fragile dont l'adhérence au substrat est faible. Il serait intéressant d'approfondir les recherches dans ce domaine afin d'appliquer ces systèmes de remontage à d'autres substrats.

Master-Thesis in Conservation-Restoration :

# Les circuits hydrauliques des systèmes de freinage des véhicules automobiles historiques avant l'ABS :

## Etude du remplacement des liquides de frein à base de glycol DOT 3 et DOT 4 par le liquide de frein à base de silicone DOT 5

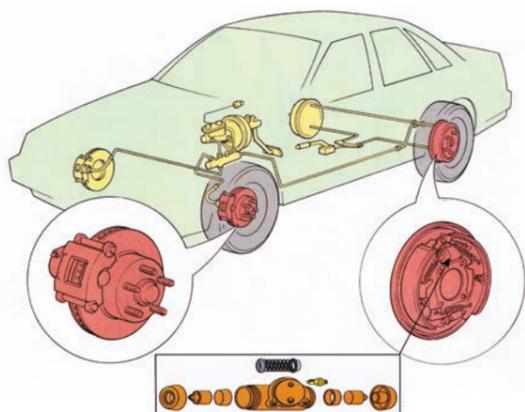


Fig. 1. Schéma d'un système de freinage avec détail éclaté du cylindre de roue du frein à tambour.  
©Halderman, 2010



Fig. 2. Aperçu d'un cylindre de roue corrodé au niveau du piston et de l'intérieur du cylindre par le liquide de frein DOT 4  
©Fondation HAM, 2012

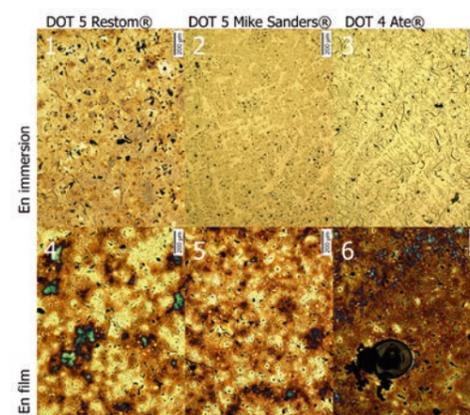


Fig. 3. Aperçus sous microscope optique des coupons de fonte après corrosion accélérée avec contact métallique : 1. Très peu de produits de corrosion. 2. Légère couche d'oxydation. 3. Etat presque inaltéré. 4-5. Peu de produits de corrosion. 6 Produits de corrosion importants, surface très altérée.  
©Empa, 2012

Présenté par : **Aline Michel**

Master of Arts HES-SO en Conservation-restauration

Orientation : Objets techniques, scientifiques et horlogers

Mentor : Patrik Hoffmann, Docteur en chimie, Professeur adjoint à l'EPFL et directeur de laboratoire à l'Empa de Thoune

Resp. de stage à la Fondation HAM: Markus Habegger, Chef du domaine de Berthoud et directeur suppléant

Realisation : semestre de printemps 2012

### Introduction

Les véhicules historiques des collections muséales demeurent immobilisés durant de longues périodes, dont l'une des conséquences est l'altération des systèmes de freinage (voir fig.1), principalement au niveau des cylindres de roues qui se corrodent (voir fig. 2). Cette altération provient du liquide de frein à base de glycol DOT 3 ou DOT 4 (DOT = Department of Transportation) qui suinte par les joints et se retrouve au niveau des pistons. Le liquide est alors en contact avec l'air ambiant et va provoquer une corrosion agressive des pistons et du cylindre car il est hygroscopique. Ce phénomène est problématique non seulement pour la conservation des matériaux mais aussi pour la conservation de la fonctionnalité car il engendre un blocage du système hydraulique. Les pistons ne pouvant plus effectuer de déplacement, le freinage devient inefficace.

### Contexte de l'étude

A la Fondation HAM (Matériel Historique de l'Armée) de Berthoud, et comme dans de nombreuses collections de véhicules, ces derniers sont en partie conservés en état de fonctionnement. Ainsi, la question de la sécurité est primordiale et le bon fonctionnement des freins est nécessaire.

L'objectif de l'étude ici présentée est de ralentir le développement de la corrosion des cylindres et ainsi éviter des traitements invasifs réguliers. Pour cela, il existe un liquide de frein à base de silicone DOT 5 qui fut développé pour l'armée américaine dont les véhicules sont souvent stockés durant de

longues périodes. Ce produit est hydrophobe et peut remplacer un liquide de frein DOT 3 ou DOT 4 dans la mesure où le système de freinage n'est pas équipé de l'ABS (système d'antiblocage des roues).

La demande de la Fondation HAM fut alors une étude de ce produit à des fins de conservation-restauration, ce qui déboucherait sur un protocole d'utilisation adapté et le traitement éventuel d'un ou plusieurs véhicules en fonction des résultats de l'étude.

### Recherches préalables

L'étude de ce liquide a débuté par une recherche documentaire :

- auprès des fabricants non seulement de DOT 5 mais aussi de silicone en général pour obtenir des informations sur sa composition, ses propriétés et son utilisation.
- auprès des utilisateurs de ce liquide de freins pour obtenir des retours sur leurs expériences.
- sur les matériaux des systèmes de freinage et leurs altérations et sur les liquides de freins à base glycol et de silicone et les tests qui ont déjà été effectués sur ces produits.

### Vieillesse accéléré

Divers tests de vieillissement accéléré ont été mis en place à l'Empa de Thoune sur les métaux et caoutchoucs que l'on retrouve dans les circuits hydrauliques de freinage. Mais le test principal qui a guidé nos conclusions fut la corrosion accélérée de cinq métaux (cuivre, laiton, fonte, acier et aluminium). Ils ont été éprouvés selon deux montages (avec et sans contact métallique entre les coupes) et selon deux situations :

1. En immersion dans le liquide de frein, renvoyant à une corrosion interne du circuit hydraulique
2. Recouverts d'un film de liquide de frein, en référence à la corrosion au niveau des pistons des cylindres de roues, où il n'y a qu'une faible quantité de liquide exposé à l'air.

Trois liquides de freins ont été testés dans les configurations précitées :

- DOT 5 Restom®
- DOT 5 Mike Sanders®
- DOT 4 Ate®

L'accélération artificielle du vieillissement a été induite thermiquement dans un four à 90°C ± 5°C, avec une humidité relative proche des 100% et pendant une durée de deux semaines, ce qui représente un vieillissement d'environ 10 ans dans les conditions réelles de conservation de la Fondation HAM.

### Résultats-conclusion

Le vieillissement artificiel des métaux a permis de mettre en évidence les qualités du DOT 4 en immersion et celles du DOT 5 en film (voir fig.3). Ainsi, pour répondre à la problématique de la corrosion des pistons des cylindres de roue, c'est-à-dire la simulation en film, c'est donc avec le DOT 5 que des produits de corrosion moindres furent observés et plus particulièrement avec le DOT 5 Mike Sanders®. De plus, pour la simulation en immersion, la différence entre DOT 4 et DOT 5 est moins importante que pour la situation en film, c'est pourquoi l'utilisation du DOT 5 semble adaptée pour une application à des fins de conservation-restauration.

Suite à ces tests, un protocole de remplacement du liquide de frein DOT 4 par un DOT 5 fut établi, cependant nous n'avons pas encore effectué le traitement d'un véhicule de la collection.

Au vu de ces résultats, les conclusions sont favorables au DOT 5, cependant un vieillissement artificiel n'est pas complètement représentatif de la dégradation réelle des matériaux dans les conditions de conservation des collections muséales. C'est pourquoi l'utilisation de ce produit dans des véhicules tests et leur suivi à long terme sera nécessaire afin de permettre de valider ou non les résultats de cette étude.

## Master-Thesis in Conservation-Restoration

# Ethyl silicate for consolidation of decorated plasters: the example of green earth

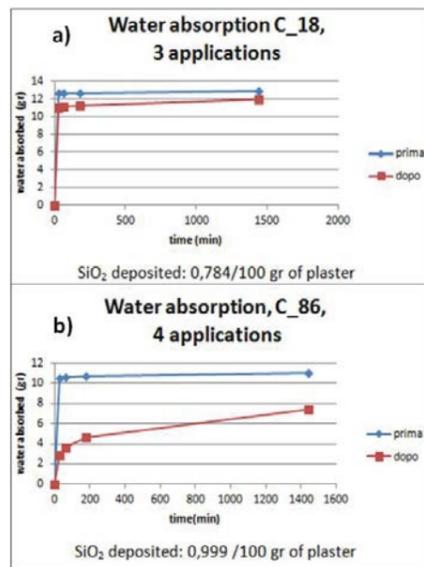


Fig. 1: Water absorption of C\_18 (a) and C\_86 (b) samples.

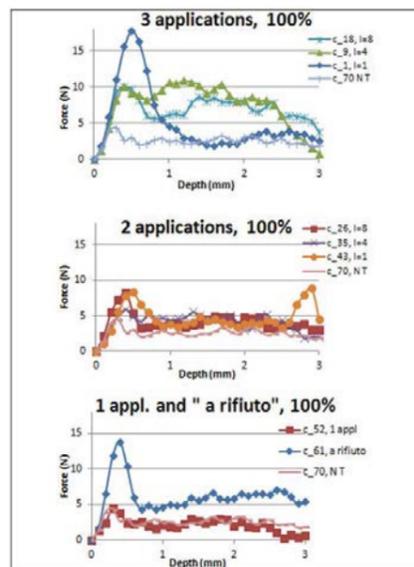


Fig. 2: Graphs relative to drilling test.

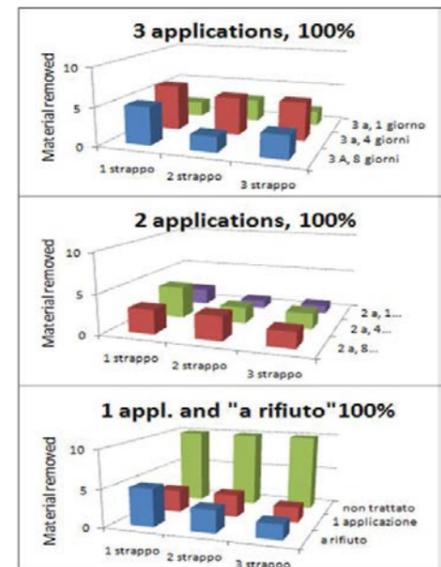


Fig. 3: Graphs relative to peeling test.

Studente: **Benedetta Cantini**  
 Relatore: Dott.ssa Mariarosa Lanfranchi  
 Correlatore: Dott.ssa Mara Camaiti  
 Anno accademico: 2010 - 2011

### Introduction

This research aims at evaluating the effects of ethyl silicate on wall paintings deteriorated both in depth and in the pictorial layer because of the lack of the binder. The function of the binder is to hold together the aggregates, however the executive technique, the presence of water and soluble salts inside the wall, previous conservation/restoration intervention may cause decohesion of the system with the effect of powdering. In this work plasters made of slaked lime and silicate sands with very few binder has been considered. The presence of silicate particles makes the use of ethyl silicate suitable to consolidate the plaster. Silicate products are used as consolidation agents for carbonate and silicate rocks because they are able to form silica and insoluble silicates inside the porous structure of the plaster which create new bonds among the disaggregated particles. Silicate products, in particular ethyl silicate, have good consolidation power; are able to penetrate in depth (2-3 cm) thanks to their low molecular weight and low viscosity; they produce by-products not dangerous for the substrate (alcohols). On the contrary they can cause colorimetric changes of the surface and they do not work on substrate with very large pores. In this study, in particular, the influence of the applicative protocol is investigated: application techniques, number of applications, time elapsed from an application to the following, the dilution of the consolidation agent. Moreover, the influence of the kind of pigments on the final effect has been also studied.

### Materials and methods

Samples of plaster (5x5x2 cm) were realized with slaked

lime and sands (1:4 for the intonachino, 1:6 for the intonaco). Most of them are painted with green earth, others with nine different pigments commonly used on mural paintings. Pigments were applied on the partially dried plaster to obtain a degraded system. Then they have been submitted to accelerated carbonation for two months. Carbonated samples were treated with ethyl silicate SILRES BS OH 100®, Wacker (W-OH). The product was applied by brush, from one to four times with intervals of time of 1-4-8 days and until saturation (3 applications without intervals of time). The product is used pure or diluted in ethyl alcohol (75% of W-OH, v/v).

Chromatic changes, amount of silica produced, capacity of liquid water uptake, water vapour permeability, superficial cohesion and cohesion of the plaster were evaluated. The following instruments, tools and methodologies were used: colorimeter, water capillary absorption, vapor permeability test, Peeling (Scotch Tape Test) and DRMS (Drilling Resistance Measurement System). All the analyses were realized at ICVBC (CNR) in Sesto Fiorentino (Florence).

### Results

Conditions of carbonation have been demonstrated to play a relevant role in the final result. The samples were not homogeneous before the treatment: on the surface as well as in depth. Therefore they absorbed the product in different amounts and in different ways that influenced the porosity: in Figure 1a smaller amount of silica (0,784/100 g of plaster) does not change the water capillary absorption curve probably due to only a limited reduction of pores dimension. In the case of higher amount of silica applied (0,999/100 g of plaster) little pores may be blocked and, consequently, water uptake is slowed down in consequence of the prevalence of larger pores.

It has been demonstrated that different protocols cause different results:

1. Several applications of product deposit more SiO<sub>2</sub>: in accordance to this an increment of the drilling resistance occurs. The DRMS shows that more applications cause a

higher, more uniform and deeper cohesion (Fig.2).

2. Long intervals of time between two following applications increase the amount of product absorbed. During the reaction of ethyl silicate, alcohol and water evaporate, so the molecules volume decreases and the space available for the new product increases.

3. Since the cohesive effect is directly proportional to the quantity of active product, the 100% of W-OH gives a stronger consolidation than the diluted one. The solvent is useful to increase the penetration depth only for short intervals of time (1 day) or until saturation.

4. The treatment until saturation causes an excessive hardening of the pictorial layer; this effect can be avoided by diluting the product.

5. Only one application does not give any effect in terms of consolidation in depth, but greatly increases the riaggregation of the pictorial layer.

6. The Peeling test demonstrated that every protocol consolidates the pictorial layer. However the pure product guarantees a better consolidation than the diluted one. In accordance to DRMS, the peeling test revealed the same influence of intervals of time among the applications on the consolidation of the pictorial layer (Fig.3).

The kind of pigment does not influence the efficacy of the ethyl silicate.

### Conclusion

Though ethyl silicates are not widely used in the field of wall painting conservation and not many studies have been done, it has been demonstrated that it has good consolidation properties. However the application protocol influences the final result in terms of deposited silica, colour changes, drilling and adhesion resistance. The product modifies the porosity of the plaster influencing the water uptake but not reducing the permeability to water vapour. The consolidation efficacy of ethyl silicate depends on the pores size of the plaster. Finally the kind of pigment should not influence the efficacy of the product but more tests are needed.



## Master-Thesis in Conservation-Restoration

# Surface coatings in wall painting: non invasive characterization, removal and control

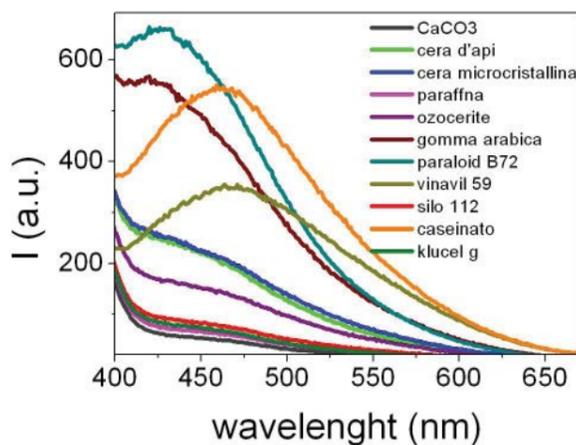


Fig. 1: Emission spectra of the organic coatings tested after 912 hours of photochemical ageing.

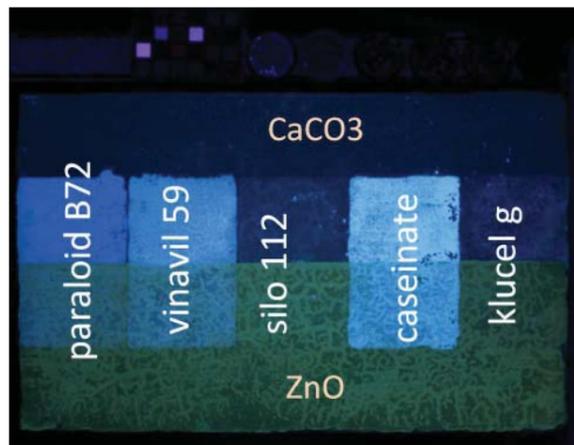


Fig. 2: Fluorescence image of one of the replica with five organic coatings, after 576 hours of photochemical ageing. Top: calcium carbonate (no UV-induced fluorescence); bottom: zinc white (yellow UV-induced fluorescence appearance); middle: surface coatings.

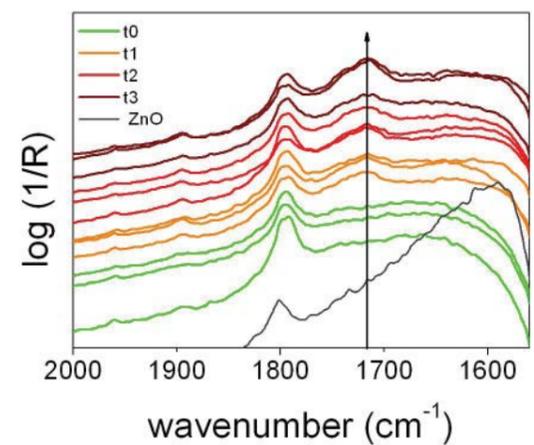


Fig. 3: FT-IR spectrum of microcrystalline wax on zinc white. Photochemical ageing is characterized by the appearance of the absorption band indicated in the figure and due to formation of carbonyl groups.

Studente: **Corinna L. Koch Dandolo**

Relatore: Prof.ssa Francesca Piqué

Correlatori: Dott.ssa Mariarosa Lanfranchi, Dott.ssa Costanza Miliani, Dott. Aldo Romani

Anno accademico: 2010 - 2011

### Introduction

Natural and synthetic organic polymers have been widely used on wall paintings as consolidants, adhesives and as surface fixatives or protective. The chemical and physical changes that take place in the polymers during ageing may cause the loss of their performance. In conservation intervention, particularly cleaning, it is often necessary to remove non-original surface coating materials not only for aesthetic reasons but often for conservative purposes.

The present research had the aim to assess the capacity of non-invasive techniques to characterize, before and after photochemical aging, a number of different surface coating commonly used on wall paintings and applied on replicas. The research then focused on the use of non-invasive techniques to assess the removal of mineral wax surface coatings both on replicas and on a real case study in the Church of Santa Maria degli Angioli in Lugano (TI, CH).

### Non invasive organic coating characterization

Ten types of natural and synthetic polymers used on wall paintings have been selected: beeswax, microcrystalline wax, paraffin, Arabic gum, acrylic copolymer (paraloid B72), poly(vinyl)acetate (vinavil 59), siloxane resin (silo 112), ammonium caseinate, hydroxypropylcellulose (klucel g). Wall painting replicas have been prepared with these coating applied both on calcium carbonate (a non fluorescent substratum) and on zinc white (a strongly fluorescing pigment). The replicas were subjected to photochemical artificial ageing (Xenon lamp 125 W containing  $\lambda < 290$  nm, maximum irradiation 912 hours, at RH = 60%, T = 40 ° C).

Non-invasive methods, before and after ageing, include technical photography (visible light, reflected UV light, UV-induced Vis fluorescence) and point analysis UV-Vis reflectance spectroscopy (emission mode), colorimetry, and FT-IR in reflectance spectroscopy. Contact sponge was also used to assess the variation of water absorbance.

### Mineral wax coatings: non invasive evaluation of different removal methods

Mineral waxes are materials often used for wall painting conservation in Ticino between XIX and XX Centuries, and their removal is difficult due to the porous nature of the wall painting substratum. To assess the removal efficacy a series of wall painting replicas were made both with paraffin and with ozokerite. After artificial ageing, various cleaning methods (chemical poultice, solvent-gel, heating method and QS Nd:Yag laser cleaning) were tested and evaluated by non-invasive techniques, such as microscopic observation, technical photography, FT-IR in reflectance spectroscopy and contact sponge. In addition to these techniques also NMR MOUSE profilometry (Mobile Universal Surface Explorer) was used for the first time for evaluation of cleaning methods.

Following the evaluation on the replicas, the most successful cleaning methods was tested for the reduction of paraffinic material used during 20C restoration work by Edoardo Berta restorer on the 16C mural paintings in Camuzio Chapel, located in the Church of Santa Maria degli Angioli in Lugano (TI - CH).

Assessment in situ was carried out visually and with microscopic observation, technical photography and with contact sponge.

### Conclusion

The research shows that non-invasive characterization of surface coatings is possible and can also detect the effect of aging on the polymers. During photochemical aging the thick Ammonium caseinate film showed tendency to

detach and flake from the support while Arabic gum would start flaking soon after application even before ageing. In addition, vinavil 59, ammonium caseinate and Arabic gum tend to yellow (in terms of Yellowing Index, YI) more than others. Optical properties of surface coatings were investigated by technical photography. It is interesting to report that reflected UV is helpful in visualizing the differences behavior of the various coatings tested. In fact, the amount of absorbed ultraviolet radiation can be seen in a gray scale. The gray scale color contrast has proved very useful to evaluate the extension of zinc white (dark in reflected UV) flaking from the support (white in reflected UV), due to peeling action of some protective applied.

Fluorescence properties of surface coatings have been evaluated by means of Vis fluorescence induced by UV light and spectrofluorimetry; results obtained by these two techniques were compared to identify the presence of fluorescence emissions and emissions changes and increments caused by photochemical aging.

Molecular changes in materials induced by photo ageing have been monitored by FT-IR in reflectance spectroscopy, and the results obtained by this technique have been compared to invasive FT-IR (ATR mode).

About the best cleaning methods to remove mineral waxes from lime-bases supports, the evaluating non-invasive techniques used showed that solvent poultice and laser method were the most effective. NMR-MOUSE seem to be a good tool for evaluating residual penetration depth after cleaning, but surely its real performance required more studies.

Testing the cleaning methods to remove the paraffin materials applied in past conservation work on Camuzio murals paintings was complex. It seems that wax is present at the same time with a pictorial function and a protective function. This suggests that the past restoration work was probably carried out with an "encaustic" technique.



Master-Thesis in Conservation-Restoration:

# The cleaning of gilding on stucco decoration

Advantages and limits of the use of the Nd:YAG laser compared to chemical cleaning. – The Chapel of *Sant'Antonio Abate* in the Church of *San Rocco* in Soazza (GR)

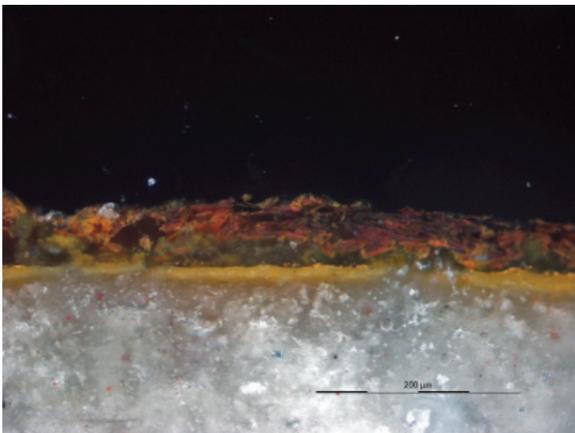


Fig. 1: Cross section showing the water gilding technique used in the Chapel.



Fig. 2: Laser cleaning tests on a test panel.

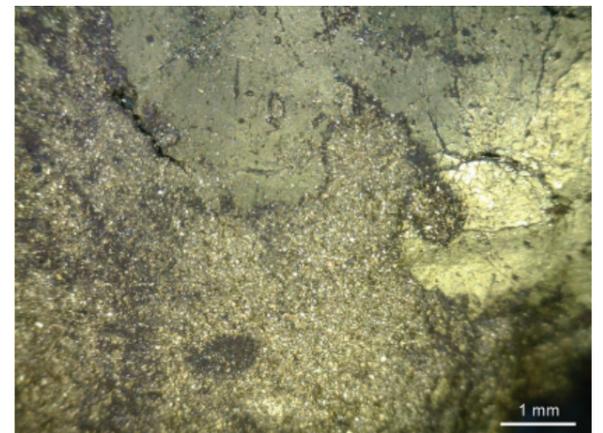


Fig. 3: Cleaning result with laser in LQS-emission mode. The laser allowed the removal of the purpurin oxidation products to reveal the unaltered purpurin.

Submitted by **Régine Saucy**  
Advisor: Alberto Felici  
Co-advisor: Paola Croveri  
Academic year: 2011 - 2012

## Introduction

Purpurin, a brass-based paint, is used for the reintegration of deteriorated gildings. It is a popular choice on account of its low cost and easy application. With time however, purpurin oxidizes, its colour changing from gold to dark brown or green.

Oxidised purpurin has often been removed using organic solvents and paint strippers, even if these materials can cause damage to the original gildings. The present research tested a new method for purpurin removal using different Nd:YAG laser systems which were compared to solvent only cleaning as well as a combination of laser and solvent-based removal.

The present research focuses on a case study of the Chapel of Sant'Antonio Abate in the Church of San Rocco in Soazza (GR). The chapel contains 17th century stuccowork which is embellished with gildings in water and oil technique. These gildings have been visually integrated with purpurin at the beginning of the 20th century. Purpurin was applied not only where loss was present, but also extended over the original gilding in order to merge the intervention with the appearance of the original. Today the purpurin reintegrations have oxidized and disrupt the perception of the decorative composition of the chapel.

Cleaning trials were conducted first on test panels before being applied to the stuccowork in the Sant'Antonio Abate Chapel.

## Specimen Preparation

Through laboratory analysis techniques (FTIR, cross sections, SEM-EDS) the original gilding materials and the purpurin-based reintegrations were characterized. On the basis of these results, test panels were created imitating water and oil gilding techniques on stuccowork as well as the purpurin reintegration. The test panels enabled testing of different cleaning methods using different laser and solvent systems, without damaging the original and to facilitate evaluation of the results through invasive and non-invasive analysis.

## Cleaning trials

Three different laser instruments of the Nd:YAG type were tested, with the same wavelength of 1064 nm, but with different operation regimes (Short Free Running, pulse duration: 30-110µs; Long Q-Switch, pulse duration: 60-120ns and Q-Switch, pulse duration: 13-16ns). Varying the fluence of the different systems, ablation threshold and working ranges for purpurin removal could be defined, as well as the damage threshold of the water and oil gilding. From the information collected for the different laser systems and gilding techniques, the most suitable parameters for purpurin removal could be determined for each laser prior to field trials.

In order to compare the laser cleaning trials, solvents, fatty emulsions and chelating agents were used alone to remove purpurin on the water and oil gilding, as well as in combination with the laser. Two levels of purpurin removal were evaluated, of the oxidated surface or of the entire stratum. The aim of thinning the purpurin was to obtain, through the removal of the superficial oxidation products, a color and gloss similar to the original appearance of the purpurin, thus improving the match with the original gold leaf, while the second level of cleaning aimed at the removal of the entire layer without damaging the gold leaf underneath. The cleaning results were evaluated through colorimetric measurements and under the optical microscope.

In addition, damage formation, homogeneity of the cleaning process and feasibility were evaluated.

For the field trials, some of the methods could be directly applied while others were adapted to the characteristics of the trial areas.

## Results

The use of the laser systems on their own for all the different operation regimes (QS, LQS or SFR) was little adapted for the removal of purpurin. The fluence which is necessary to remove the purpurin is higher than the damage threshold of the water and oil gildings: long impulses caused the fusion of the gold leaf, whereas short impulses caused its detachment.

It is probable that this damage is related to heat development caused by the laser and by the difference of absorbance and conductivity between the gold leaf and the underlying layer which limit the heat diffusion to deeper layers.

However, it was possible to thin the purpurin layer by removing the oxidised part of the layer. Best results regarding this approach have been obtained in the operation regime Long Q-Switch.

The combined trials of laser and chemical methods did not prove laser-systems to be a valid alternative to chemical cleaning.

# Master-Thesis in Conservation-Restoration: An Assessment of Readhesion of Lime-Based Wall Painting Flakes with Catalyzed Ethyl(poly)silicates

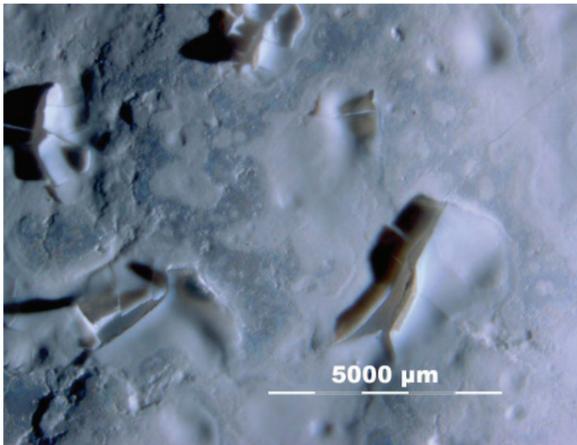


Fig. 1: Macro photographs of the surface of the developed adhesive were taken to evaluate the homogeneity of the bi-component mix and to determine the necessary quantity of the cosolvent ethanol.

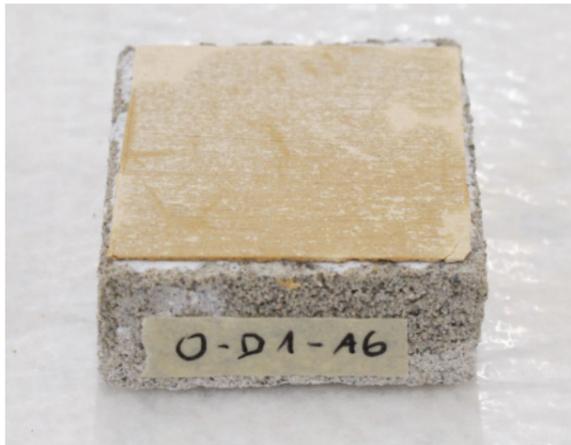


Fig. 2: The developed adhesive was tested on mockups of lime-based plaster by readhering simulated lime-based paint-layer flakes.

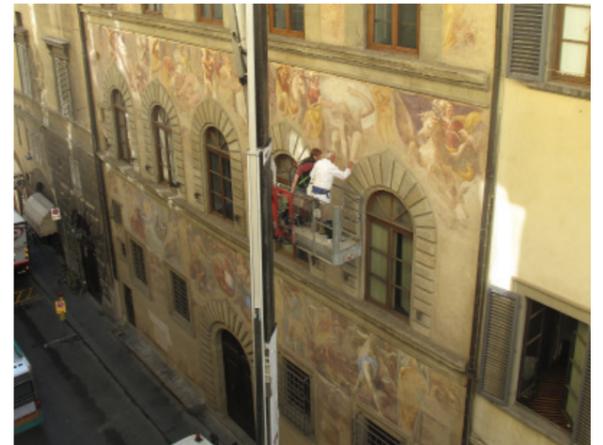


Fig. 3: Palazzo Mellini-Fossi (Florence, Italy): Examining readhered paint-layer flakes with Sabino Giovannoni who realized this ethyl(poly)silicate-based readhesion intervention on the façade in 1994 (Photo: Francesca Piqué).

Submitted by **Anjo Weichbrodt**  
Internal advisor: Francesca Piqué  
External advisor: Ivo Hammer  
Academic year: 2011 - 2012

## Abstract

Although lime-based wall paintings are inorganic in nature, readhesion interventions to address flaking phenomena are usually carried out with organic adhesives. The present research focused on the study and assessment of a mineral adhesive based on methyl- and ethyl(poly)silicate. These materials, typically used as consolidants, were empirically tested as adhesives with the addition of alkaline catalyst since the early 1970s.

The present research has the goal to re-examine these applications and to systematically investigate the readhesion of paint-layers on lime-based wall paintings with catalyzed ethyl(poly)silicates, with the objective of identifying an adhesive that does not alter the physical properties of wall paintings. The research focused on calcium-hydroxide dispersions in water, identified as highly compatible and effective catalysts to formulate an adhesive mixture to be tested on mockups of lime-based plaster by readhering simulated lime-based paint-layer flakes. Part of the research was the assessment of two wall paintings cycles in Italy and Austria, treated in the past with catalyzed methyl- and ethyl(poly)silicates for readhesion intervention. Evaluation was carried out both visually and by implementing Polynomial Texture Mapping as monitoring tool for the three-dimensional characterization of the painted surface.

## Introduction

The use of the ethyl(poly)silicates for the consolidation of wall paintings is first described in 1926. Later in the 1970s methyl(poly)silicate became widely available and was used on wall-paintings especially in Austria, Germany and Switzerland. In these geographical areas, methyl(poly)silicate became an important alternative to other consolidation methods.

During the same period, experiments were conducted to create a

mineral adhesive, by accelerating the hydrolysis of methyl- and ethyl(poly)silicates with the help of alkaline catalysts. The significant advantage of this method is its water permeable porosity and its compatibility with the silica fraction of the wall painting and of some pigments.

Precedent research looks at the influence of different catalyst to selected methyl- and ethyl(poly)silicates for readhering stone and lime-based plaster flakes, considering also different wetting modalities. Specific flaking phenomena and the implementation of a consistent application method were not targeted.

## Objectives

1. Gathering background information about methyl- and ethyl(poly)silicate-based readhesion treatments.
2. Defining intervention criteria of a mineral adhesive, based on catalyzed ethyl(poly)silicate, for the readhesion of paint-layer and plaster flakes on lime-bound wall paintings.
3. Identifying the most successful catalyst and developing the mineral adhesive based on the intervention criteria.
4. Testing and comparing performance characteristics of the developed adhesive and of other adhesives using mockups simulating lime-based paint-layer flakes.
5. Assessing the stability of readhesion interventions, realized with catalyzed methyl- and ethyl(poly)silicates, on wall paintings cycles.

## Conclusions

Based on previous experiences in this field this research developed a ethyl (poly)silicate-based adhesive which was tested in the laboratory on simulated lime-based paint-layer flakes. The adhesive system is bi-component and composed of ethyl(poly)silicate and a calcium-hydroxide dispersion bulked with glass microspheres and marble dust.

Laboratory tests demonstrated, that the compatible but low soluble catalyst calcium-hydroxide can be applied in the form of over-saturated solutions (dispersion) to improve the setting time. Further marble dust and micro glass spheres were successfully added as bulking material in order to limit shrinkage and to help connect the adhesion surfaces. Ethanol was identified as an

adequate cosolvent in the mix and the quantity necessary to mix the components homogeneously was determined in laboratory tests (Fig. 1). The bi-component system of a double-syringe was utilized for the application, allowing a consistent and timely mixing of the two components.

The properties of the developed adhesive and of a control mix not containing ethyl(poly)silicate were compared with adhesives commonly used on wall paintings (lime-water casein and acrylic dispersion) and previously tested silica-based adhesives (colloidal silica and ethyl(poly)silicates mixed with lime-water). Tests were also run reference intact lime-based paint-layer.

Using replica adhesive samples of lime-based plaster and of lime-based paint-layers (Fig. 2), surface color-changes, adhesive strength, water vapor transmission, capillary water absorption and wettability were determined. Colorimetric measurements showed that the developed adhesive induces only slight changes of the surface appearance. Compared to the other adhesives, highest adhesive strength was obtained. Considering that the adhesion strength of the replica with intact paint-layer was twice this value, one can infer that the bond developed is appropriate for lime-based paintings. The developed adhesive and the other silica-based interventions showed the lowest water vapor transmission and capillary water absorption. This behavior can be interpreted as result of reduced porosity and residual hydrophobicity.

In situ evaluation of readhesion interventions based on methyl- and ethyl(poly)silicates was carried out on two case studies. The visual evaluation on the façade of the Palazzo Mellini-Fossi (Florence, Italy) allowed to verify that the surfaces treated 1994-1996 to re-lay flakes were still well conserved and did not exhibit any tendencies of continuing flaking processes or of flaking processes related to failing adhesive (Fig. 3). In the Vergilius Chapel (Vienna, Austria), the evaluation of the intervention from 1978 was more complex because the flaking process continued after conservation intervention due to the presence of environmental causes of deterioration.

The conclusion from the laboratory tests and the in situ evaluations is that ethyl(poly)silicate-based adhesives are feasible on many fronts. The main issue of the developed adhesive is the hydrophobic behavior. Given that compatibility is one of the most important criteria for interventions, an increase of hydrophobicity can only be accepted if is temporary.