

**Studiengang**  
**Restaurierung und**  
**Konservierung**  
**von Graphik,**  
**Archiv- und**  
**Bibliotheksgut**

Gerhard Banik (Hrsg.)

Projekte  
Diplomarbeiten  
Semesterarbeiten

---

Die Deutsche Bibliothek – CIP Kurztitelaufnahme

Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart  
Studiengang Restaurierung und Konservierung von  
Graphik, Archiv- und Bibliotheksgut  
Projekte – Diplomarbeiten – Semesterarbeiten  
Herausgegeben von Gerhard Banik  
ISBN 3-931485-27-7

Selbstverlag, Stuttgart, 1998

Abbildungen:

Monika Fürst, Stiftung Weimarer Klassik, Weimar,  
S. 5, Abb. 6

Jan Wouters, Koninklijk Instituut voor het Kunstpa-  
trimonium (KIK), Brüssel, S. 8, Abb. 1

Moya Tönnies, Kiel, S. 12, Abb. 2

Johanna Zürcher-Vogt, DITF, Institut für Textilfa-  
sern, Denkendorf, S. 16, Abb. 2–4

Birgit Reißland, Instituut Collectie Nederland,  
Amsterdam, S. 17, Abb. 1–6

Alle anderen Abbildungen:

Autoren, Staatliche Akademie der Bildenden Künste,  
Stuttgart

Die Reproduktionsrechte für die in den Abbildungen  
dargestellten Objekte liegen bei den verwahrenden  
Institutionen

Herausgeber:

Gerhard Banik, Staatliche Akademie  
der Bildenden Künste Stuttgart

© 1998 by Gerhard Banik

Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart

Die Reproduktionsrechte für die Bilder  
liegen bei den verwahrenden Institutionen

Graphische Gestaltung:

Hellmut G. Bomm, Backnang

Texterfassung:

Vesselina Duffner

Druck:

Stroh. Druck und Medien, Backnang

© Gedruckt auf alterungsbeständigem,  
säurefreiem Papier (Gardapat 13)

Schutzgebühr: 20,- DM

Der Studiengang Restaurierung und Konservierung von Graphik, Archiv- und Bibliotheksgut an der Staatlichen Akademie der Bildenden Künste Stuttgart wurde im Jahr 1990 gegründet und konnte im Sommersemester 1992 nach erheblichen Investitionen des Landes Baden-Württemberg in neue Werkstätten und Laboratorien den Studienbetrieb aufnehmen. Seither begannen insgesamt 26 StudentInnen mit dem Studium. 17 RestauratorInnen legten bisher erfolgreich ihre Diplomprüfung ab. Da die Kunstakademien in der Bundesrepublik Deutschland den Universitäten gleichgestellt sind, kommt das Diplom nach Abschluß des 8-semesterigen Studiums einem Universitätsabschluß gleich.

Diese Broschüre entstand in Zusammenhang mit einer Ausstellung der Staatsbibliothek zu Berlin, Stiftung Preußischer Kulturbesitz, an der Staatlichen Akademie der Bildenden Künste in Stuttgart im Juni 1998, in der auch die Aktivitäten des Studiengangs in Lehre und Forschung präsentiert wurden. Dargestellt ist ein repräsentativer Querschnitt der in den letzten Jahren im Rahmen der Ausbildung in Semester- und Diplomarbeiten durchgeführten Projekte, deren Realisierung zum Teil durch Drittmittel ermöglicht wurde. Die Vielfalt der Aufgabenstellungen im Fachgebiet der Restaurierung von Graphik, Archiv- und Bibliotheksgut wurde von den Studierenden und Mitarbeitern des Studiengangs in enger Kooperation mit externen Partnern bewältigt.

Objektuntersuchung, Reinigung, Konsolidierung, strukturelle Reparaturen, ästhetische Reintegration und Dokumentation der restauratorischen Eingriffe sind die klassischen Aufgabenstellungen im Fachgebiet der Papierrestaurierung. In dieser Broschüre werden darüber hinaus auch noch Beispiele aus der Grundlagen- und Materialforschung beschrieben.

Der Studiengang befindet sich seit seiner Gründung in enger Zusammenarbeit mit dem Landesrestaurierungsprogramm Baden-Württemberg und dem Institut für Erhaltung von Archiv- und Bibliotheksgut in Ludwigsburg, darüber hinaus mit zahlreichen nationalen und internationalen Institutionen und Sammlungen, mit Großunternehmen und mit mittelständischen Unternehmen im Großraum Stuttgart. Ziel dieser Zusammenarbeit ist einerseits, die technischen Ressourcen zu erweitern und den Studierenden zu ermöglichen, an der Weiterentwicklung und Optimierung von Arbeitsmethoden und Verfahren in der Papier- und Buchrestaurierung mitzuwirken. Andererseits können sie so ihre Projekt- und Diplomarbeiten praxisorientiert durchführen, d.h. an Objekten aus Sammlungen des Landes Baden-Württemberg oder aus Sammlungen, die bisher keine papierrestauratorische Betreuung erfahren haben.

Der Studiengang dankt den nachfolgend angeführten Sammlungen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen für die fachliche und finanzielle Unterstützung, die kontinuierliche Bereitschaft zur Zusammenarbeit und die Überlassung der Publikationsrechte für die in dieser Broschüre wiedergegebenen Abbildungen: Landesarchivdirektion Baden-Württemberg, Stuttgart – Institut für Erhaltung von Archiv- und Bibliotheksgut, Ludwigsburg – Hauptstaatsarchiv Stuttgart – Württembergische Landesbibliothek, Stuttgart – Württembergisches Landesmuseum, Stuttgart – Staatliche Schlösser und Gärten, Oberfinanzdirektion Stuttgart – Institut für Textil und Faserchemie und Institut für Technische Biochemie, Universität Stuttgart – C. F. Müller Verlag, Karlsruhe – Hamburger Kunsthalle – Staatsbibliothek zu Berlin, Stiftung Preußischer Kulturbesitz – Staatliche Kunstsammlungen, Kupferstichkabinett, Dresden – Stiftung Weimarer Klassik, Weimar – Richard-Strauss-Archiv, Garmisch-Partenkirchen – Atelier Moya Tönnies, Kiel – Graphische Sammlung Albertina, Wien – Norwegisches Nationalarchiv, Oslo – Instituut Collectie Nederland (ICN), Amsterdam – Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium (KIK), Brüssel – Institut für Silikatchemie und Archäometrie (ISCA), Hochschule für angewandte Kunst in Wien – Becker Preservotec, Winnenden – Henkel KGaA, Düsseldorf – Klug & Co., Immenstadt – Henkel Austria Gruppe, Wien.

Gerhard Banik  
Leiter des Studiengangs

Barbara Hassel  
Werkstattleiterin

## Ständige Mitarbeiter

Prof. Univ. Doz. Dr. Gerhard Banik  
Leiter des Studiengangs

Barbara Hassel  
Dipl. Rest. Andrea Pataki  
(ab WS 1998)  
Werkstattleitung

Dr. Agnes Blüher  
Wissenschaftliche Mitarbeiterin

Vesselina Duffner  
Sekretariat

Prof. K.-W. Bachmann  
Staatliche Akademie, Stuttgart

Prof. Dr. Hermann Kühn  
Staatliche Akademie, Stuttgart

Prof. Dr. Ernst-Ludwig Richter  
Staatliche Akademie, Stuttgart

## Lehrbeauftragte

Ernst Bartelt  
Staatsbibliothek zu Berlin,  
Stiftung Preußischer Kulturbesitz

Dipl.- Ing. Ernst Becker  
ZFB Zentrum für Bucherhaltung GmbH,  
Leipzig

Dr. Ute Esbach  
Universität Stuttgart

Dr. Felix Heinzer  
Württembergische Landesbibliothek,  
Stuttgart

Dr. Ulrike Gauss  
Graphische Sammlung an der Staatsgalerie  
Stuttgart

Günter Müller  
Thüringische Universitäts- und Landesbibliothek,  
Jena

Joachim Siener  
Württembergische Landesbibliothek,  
Stuttgart

Dr. Wolfgang Schmierer †  
Hauptstaatsarchiv, Stuttgart

Ing. Chem. Maria Schramm  
Hochschule für Bildende Künste, Dresden

Dr. Vera Trost  
Württembergische Landesbibliothek,  
Stuttgart

Dr. Wolfgang Wächter  
ZFB Zentrum für Bucherhaltung GmbH,  
Leipzig

Prof. Dr. Hartmut Weber  
Landesarchivdirektion Baden-Württemberg

## Gastvortragende

Irene Brückle MA  
Buffalo State University College,  
Buffalo, NY

Kate Colleran  
Camberwell College of Arts, London

Dr. Jürgen Eberspächer  
Universität Hohenheim

Univ. Prof. Dr. Guido Dessauer  
Tutzing

Mag. Andrea Donau  
österreichische Nationalbibliothek  
Papyrussammlung, Wien

Dr. Klaus B. Hendriks †  
Canadian Conservation Institute, Ottawa

Hildegard Homburger  
Berlin

Dipl. Rest. Barbara Keimer  
Sächsisches Staatsarchiv, Leipzig

Mogens Koch  
Det Danske Kunstakademi, Kopenhagen

Dr. Johann Koller  
Doerner Institut, München

Manfred Kühner  
Stuttgart

Per Laursen  
Humblebæk, DK

Elizabeth Martin  
Victoria & Albert Museum, London

Dipl.-Ing. Klaus Pollmaier  
Bauhaus, Dessau

Christine Rottmeier,  
Fotomuseum im Münchner Stadtmuseum,  
München

Dipl. Rest. Barbara Saur-Aull  
Graphische Sammlung an der Staatsgalerie, Stuttgart

Mag. Elisabeth Thobois  
Graphische Sammlung Albertina,  
Wien

Lieve Watteeuw  
Gent

Dr. Jan Wouters  
Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium  
(KIK), Brüssel

# Albertina-Kompresse – eine gebrauchsfertige Enzymkompresse zur Ablösung von Stärkekleisterverklebungen

Seit Jahrhunderten ist Stärkekleister ein wichtiges Klebemittel für Papier. In den Beständen von Graphischen Sammlungen, Archiven und Bibliotheken befinden sich enorme Mengen von Objekten, die mit Stärkekleister verklebt oder montiert sind.

Stärkekleister, insbesondere Weizenstärkekleister, zeichnet sich aus durch dauerhafte Klebekraft und anhaltende Elastizität. Dazu kommt als weitere wichtige Eigenschaft seine unproblematische Lösbarkeit durch Quellung mittels wässriger Systeme, die auch nach Zeiträumen von Jahrhunderten möglich ist. Dies kann erforderlich sein, um Sammlungsobjekte aus Büchern oder von Trägerkartons abzunehmen.

Im Verlauf des 19. Jahrhunderts begann man in manchen Sammlungen, den bewährten Stärkeklebstoff mit Zusätzen wie Alaun (Kaliumaluminiumsulfat) zu modifizieren, um dem verderblichen Kleister eine längere Haltbarkeit zu geben. Diese Zusätze verändern den Kleister derart, daß er im Verlaufe seiner Alterung verhärtet und seine Quellungsfähigkeit in Wasser verliert.

Mit modifiziertem Stärkekleister verklebte Sammlungsobjekte weisen heute in den meisten Fällen schwere Schadensbilder auf. Durch die Unflexibilität des Klebstoffes entstehen Schäden, die von Verwellungen bis hin zum Ausreißen der Klebestellen reichen.

In der Graphischen Sammlung Albertina in Wien wird traditionell die Druckgraphik in Alben verwahrt. Über 200 Alben mit Druckgraphiken des 19. Jahrhunderts sind von den in Abb. 1–4 zu sehenden Schäden betroffen.

Eine andere beliebte Montierungsform ist das Einkleben in Passepartouts mit Hilfe von Montierungsstreifen an den Seiten der graphischen Blätter. Bei Japanpapieren verursacht die Verwendung eines modifizierten Stärkekleisters die in Abb. 5 gezeigten Schäden.

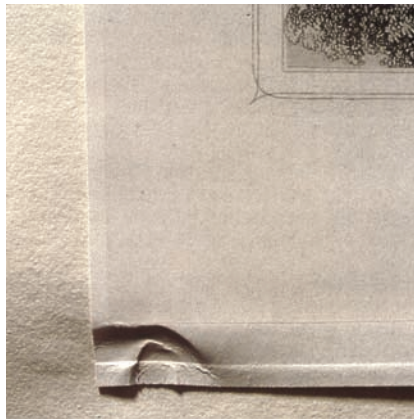
Auch zusammengeklebtes Archivgut kann einen Problemfall darstellen (Abb. 6). Um die Schäden an diesen Sammlungsobjekten restauratorisch zu behandeln, sollte ein Verfahren gefunden werden, die es erlaubte, die Verklebungen schonend und – angesichts des Mengenproblems – zugleich in zeitsparender Weise zu lösen.



1



2



3



4

Abb. 1–4: Schadensbilder in der Graphischen Sammlung Albertina in Wien: (1, 2) Verwellungen, (3) Brüche und (4) Ausrisse durch die unflexiblen Verklebungen.



Abb. 5: Spannungen und Wellenbildung bei Graphiken, die an allen Seiten mit Montierungsstreifen in Passepartouts montiert sind. Arthur Illies, Drei Tulpenblüten, 1927, mehrfarbige Zinkätzung auf Japanpapier



Abb. 6: Autographen, die durch Aufeinanderkleben und Fadenheftung in Buchform gebracht wurden, weisen im Bereich der Verklebungen Spannungen auf. Stiftung Weimarer Klassik, Goethe- und Schillerarchiv, Briefe an Karl Benedikt Hase, GSA 108/3, Brief 54.

# Albertina-Kompresse – eine gebrauchsfertige Enzymkompresse zur Ablösung von Stärkekleisterverklebungen

Eine Entwicklung der Staatlichen Akademie der Bildenden Künste Stuttgart im Rahmen eines Drittmittelprojektes in Zusammenarbeit mit:

- Henkel Austria Gruppe, Wien
- Henkel KGaA, Düsseldorf
- Henkel KGaA Biomaterialien/Biotechnologie, Düsseldorf
- Klug & Co, Immenstadt
- Universität Stuttgart, Institut für Textil- und Faserchemie

Nachdem in der Anfangsphase des Projektes traditionelle sowie mechanische Techniken zur Erweichung oder Entfernung des Klebstoffes ohne den gewünschten Erfolg blieben, konzentrierten sich die weiteren Arbeiten auf den Einsatz von Enzymen.

Enzyme können als hochkomplexe Moleküle nur von lebenden Zellen erzeugt werden und haben im Organismus die Aufgabe, jeweils ganz spezifische biochemische Reaktionen zu beschleunigen. Das hier eingesetzte Enzym Amylase bewirkt einen Abbau des Stärkeklebstoffes, der dadurch seine Klebekraft verliert und die verlustfreie Trennung verklebter Papiere erlaubt.

Das Enzym lagert sich dabei nach dem Schlüssel-Schloß-Prinzip an eine passende chemische Bindung, in diesem Fall eine  $\alpha$ -glucosidische Bindung an (Abb. 7a) und bildet einen Enzym-Stärke-Komplex (Abb. 7b). Die Bindungen im Stärkemolekül werden gespalten (Abb. 7c) und liegen nach der Spaltung als wasserlösliche Spaltprodukte vor (Abb. 7d). Danach steht das Enzymmolekül für weitere Spaltungsreaktionen zur Verfügung.

Zum Lösen von Kleisterverklebungen in der Graphik- und Buchrestaurierung wurde ein Enzymgel entwickelt, das eine verlustfreie, lokal begrenzte und feuchtigkeitsarme Behandlung erlaubt. Für die Bedürfnisse in Restaurierungswerkstätten sollte das Enzymgel in einer gebrauchsfertigen und haltbaren Form verfügbar sein.

Die Lösung des Problems wurde in Form eines synthetischen, inerten Vliesstoffes gefunden, der mit einem speziell entwickelten Enzymgel getränkt wird und anschließend trocknet. Die Enzyme liegen in dieser Enzymkompresse in stabilem Zustand vor und werden vor Gebrauch durch Zugabe von Wasser aktiviert.

Die optimale Anwendung wurde experimentell an künstlich gealterten Probeverklebungen ausgearbeitet.

Die Kompressenmaterialien (Abb.8) und das enthaltene Enzymgel erfüllen folgende Funktionen:

- Ungehinderte Wanderung der Enzyme durch das Papier zur Klebeschicht
- Kontrollierte Dosierung der Feuchtigkeit zur Gewährleistung der Enzymaktivität einerseits und der Vermeidung von Wasserrändern andererseits
- Gewicht zur homogenen Auflage der Komresse auch auf unebenen Objektflächen
- Minimale Kontamination der zu behandelnden Objekte mit dem Enzymgel

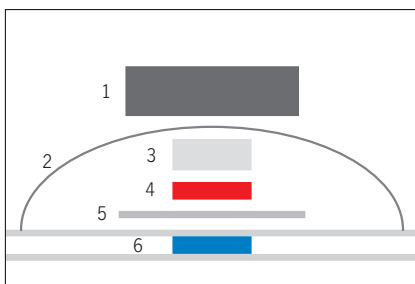


Abb. 8: Anwendungstechnik der Enzymkompresse

- 1 Gewicht
- 2 Wasserdichte Folie
- 3 Befeuchtungsvliesstoff
- 4 Enzymgetränkter Vliesstoff
- 5 Zwischenlagepapier
- 6 Papiere mit Kleisterverklebung

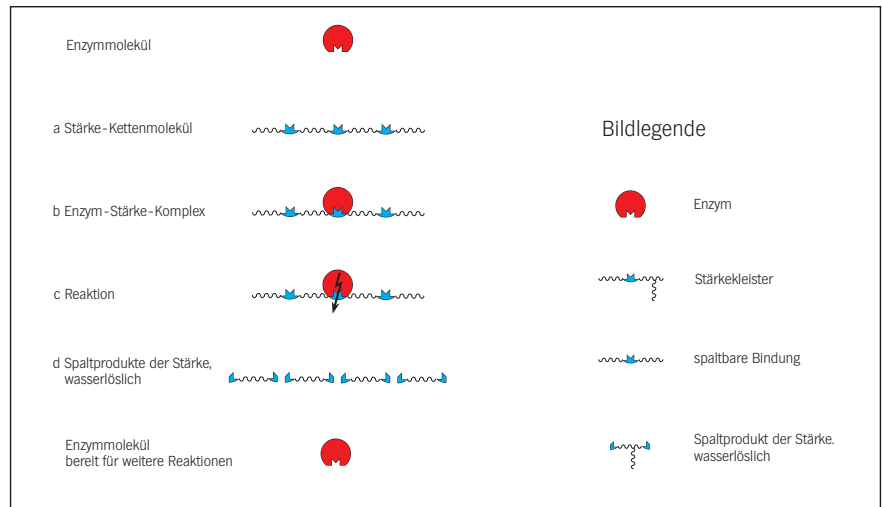


Abb. 7: Enzymatischer Abbau von Stärke



Arbeitsablauf bei der Anwendung der Enzymkompresse zur Abnahme eines Montierungstreifens von einer Graphik.

Abb. 9 a:  
Befeuchten der Kompressenmaterialien  
Oben: Zwischenlagepapier  
Mitte: Enzymgetränkter Vliesstoff  
Unten: Befeuchtungsvliesstoff



Abb. 9 b:  
Auflegen der Kompressenmaterialien



Abb. 9 c:  
Einwirken der Enzymkompresse unter Gewicht



Abb. 9 d:  
Ablösung und Entfernung der Klebstoffreste

Der Einsatz der Enzymkompressen zur Ablösung verhärteter Stärkekleisterverklebungen hat sich an verschiedenen Objekten der Graphischen Sammlung Albertina in Wien, des Kupferstichkabinettes der Hamburger Kunsthalle, des Kupferstichkabinettes der Staatlichen Kunstsammlungen Dresden und des Goethe- und Schiller-Archives der Stiftung Weimarer Klassik bewährt.

Das neuentwickelte Verfahren erlaubt eine verlustfreie, schnelle und feuchtigkeitsarme Entklebung gefährdeten und beschädigten Sammlungsgutes in Graphischen Sammlungen, Bibliotheken und Archiven.

Die Enzymkompressen sind ab Herbst 1998 kommerziell erhältlich.

Die Abb. 10–15 dokumentieren die Anwendung der Enzymkompressen bei verschiedenen Objekten.



Abb. 10: In ein Album eingeklebte Zeichnung aus dem Kupferstichkabinet Dresden mit Schäden im Bereich der Klebepunkte. Staatliche Kunstsammlungen Dresden, Kupferstichkabinet, Klebeband CA 11, Deutsch, Ende des 17. Jb. C7615)



Abb. 11: Die Zeichnung nach der Ablösung mit Hilfe von Enzymkompressen.



Abb. 12: Auf Passepartoutkarton montierte Graphik mit starken Verwellungen. Wilhelm Lage, Sonnenuntergang in der Heide, 1912, Holzschnitt auf Japanpapier.

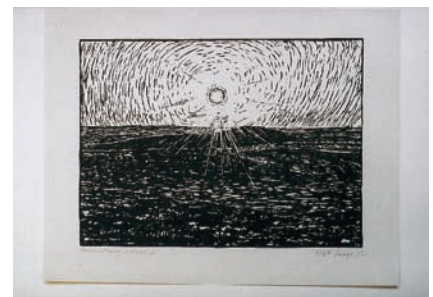
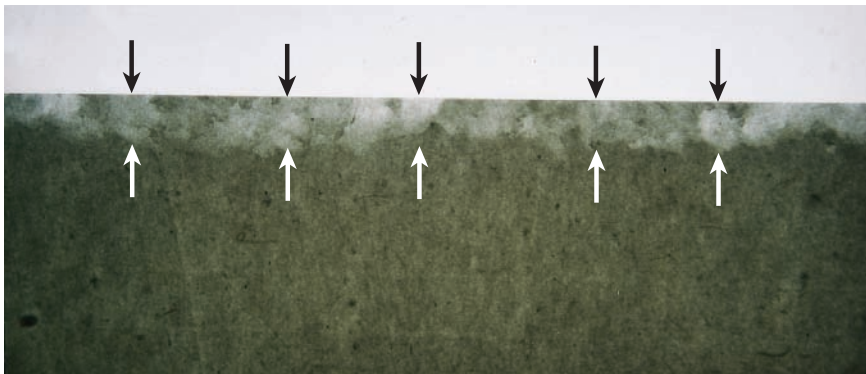


Abb. 13: Nach der Ablösung mit Hilfe der Enzymkompressen kann die Graphik plan gelegt werden.

Abb. 14: Entfernung eines Montierungstreifens von einem Japanpapier ohne die Hilfe von Enzymen: Faserverlust ist unvermeidbar und wird im Durchlicht sichtbar. (Pfeile)



#### Literatur

Blüher, A., Banik, G., Maurer K.-H., Thobois, E. The Application of Enzyme Containing Methylcellulose Gels for Removal of Starch Based Adhesives in Albums, ICOM Committee for Conservation 11th Triennial Meeting, Edinburgh, Preprints, James & James, London, (1996): 494–499.

Fürst, M. Amylasegele zur lokalen Lösung von Stärkeverklebungen. Diplomarbeit, Staatlichen Akademie der Bildenden Künste Stuttgart, (1996).

Schwarz, I. Gebrauchsfertige Amylasegelkompressen zur lokalen Lösung von Stärkekleisterverklebungen. Diplomarbeit, Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart, (1998).

Hatton, M. Enzymes in a Viscous Medium, The Paper Conservator 2 (1977): 9.

Deutsche Patentschrift 197 46 021.6-16 vom 17. Oktober 1997: Kompressen und deren Verwendung in einem Verfahren zum Entkleben.

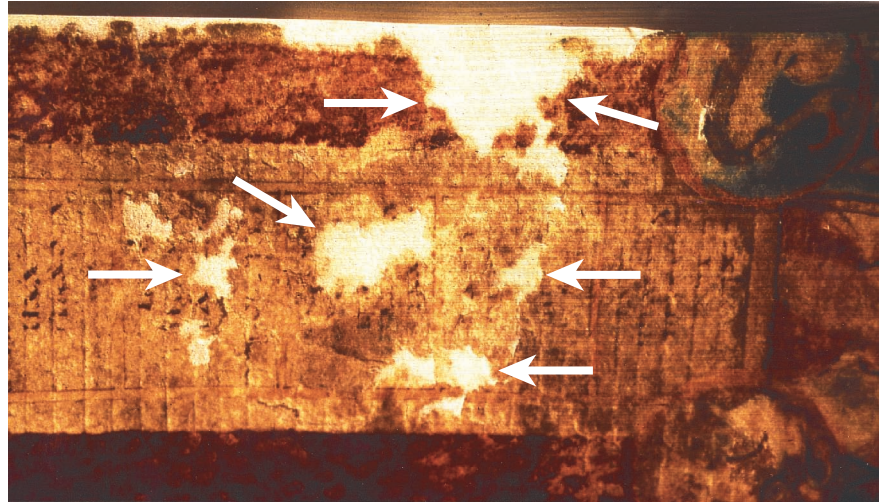
Abb. 15: Wird die Entfernung von Montierungstreifen mit Hilfe von Enzymkompressen durchgeführt, ist im Durchlicht keinerlei Faserverlust erkennbar. Detail aus Abb. 5 nach der Behandlung.

# Färbung der Ausgangsmaterialien von „rekonstituiertem Pergament“

Die Fehlstellen im Pergament des Codex Eyckensis, einer illuminierten Handschrift aus dem 8. Jh., wurden im Jahr 1993 von einem belgischen Restauratoren-team mit sogenanntem rekonstituiertem Pergament ergänzt (Abb. 1).

Ästhetisch störend ist der Kontrast zwischen der weißen, ungefärbten Ergänzung und der natürlichen Tönung des gealterten Pergamentes. Es stellte sich die Frage nach einer reproduzierbaren Färbemethode für die Fasersuspension des rekonstituierten Pergamentes.

Abb. 1:  
Detail einer Seite aus dem Codex Eyckensis aus dem 8. Jh. nach der Ergänzung von Fehlstellen mit weißem, rekonstituiertem Pergament (Pfeile)



Rekonstituiertes Pergament entsteht, wenn einer wässrigen Suspension aus feingeschliffenen und nach einer speziellen Methode aufbereiteten kollagenen Fasern auf einem Stützmaterial durch Sog Wasser entzogen wird, so daß sich die Fasern zu einem Vlies verdichten (Abb. 2). Dieses Vlies ist reißfest und Pergament optisch und haptisch sehr ähnlich.

Abb. 2:  
Die Fasersuspension aus kollagenen Fasern wird in eine Schablone in Form der zu ergänzenden Fehlstelle getropft. Die Schablone liegt auf einem Stützmaterial aus Polyester. Durch Sog wird das Wasser entzogen, ein dichtes Faservlies bildet sich.



Ein geeigneter Farbstoff sollte vollständig auf die Fasern aufziehen, nicht ausbluten, eine hohe Lichtechtheit aufweisen und reproduzierbar in den für Pergament üblichen Farbtönen mischbar sein. Die 1:2-Azometallkomplexfarbstoffe der Firma Ciba Geigy (Trivialname: Irgaderm) erfüllen diese Anforderungen.

Gemäß nebenstehendem Mischungs-dreieck wurden die Farben miteinander gemischt. Die drei Grundfarben gelb, braun und schwarz stellen die Eckpunkte des Dreiecks dar, dazwischen befinden sich die Farbmischungen in den entsprechenden Prozentanteilen der Grundfarben (Abb. 3).

Durch Einfärben der Fasersuspension mit den gemischten Farben entstand eine Referenzsammlung gefärbter Proben aus rekonstituiertem Pergament.

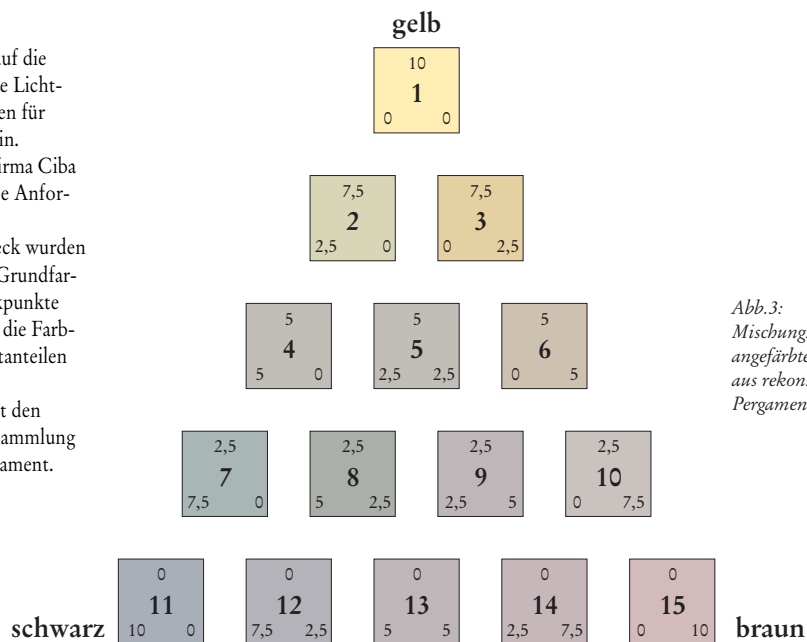
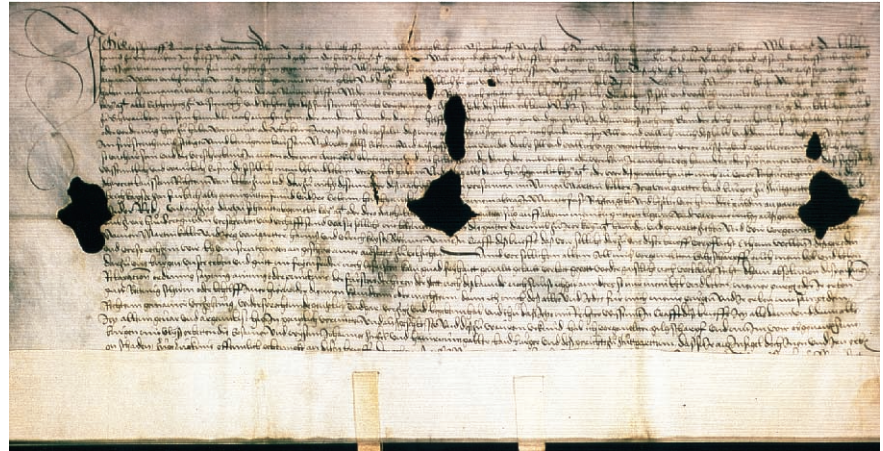


Abb. 3:  
Mischungs-dreieck mit angefärbten Proben aus rekonstituiertem Pergament.



Die Pergamenturkunde aus dem Bestand des Hauptstaatsarchives Stuttgart von 1522 mit der Signatur U 4296 weist vier große Fehlstellen und mehrere kleine Löcher auf, die an den Rändern Fraßspuren von Tieren und leichte Verbräunungen aufweisen. Das Ergänzen der Fehlstellen und die Festigung ihrer Ränder mindert die Gefahr weiterer Schädigung bei der Benutzung (Abb. 4, 6).

Abb. 4:  
Pergamenturkunde U 4296  
des Hauptstaatsarchives Stuttgart  
mit vier großen und mehreren  
kleinen Fehlstellen  
vor der Restaurierung



Die Anfasering mit rekonstituiertem Pergament wurde mit traditionellen Methoden der Fehlstellenergänzung wie Aufnähen oder Aufkleben von neuem Pergament verglichen.

Der Vorteil des rekonstituierten Pergamentes bei der Fehlstellenergänzung liegt darin, daß es sich exakt in die Form der Fehlstelle gießen läßt und an den Rändern nur minimal auf das Original überlappt. Dieser Bereich kann aus transparent aufbereiteten Fasern gegossen werden, so daß kein Text überdeckt wird. Es entsteht weder eine Klebestelle, die aufplatzen oder zu Spannungen führen könnte, noch eine zusätzliche Beschädigung des Pergamentes durch die Stiche beim Nähen (Abb. 6–9).

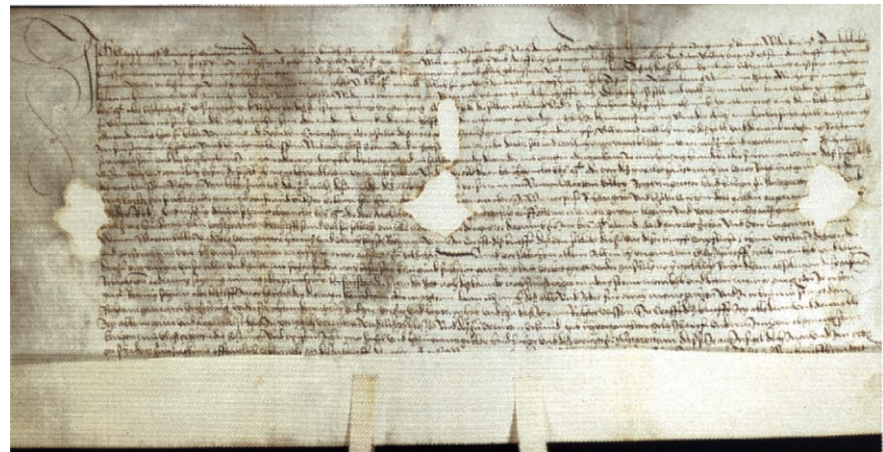


Abb. 5: Dieselbe Urkunde nach der Restaurierung.  
Die Ergänzungen der kleinen Löcher wurden direkt in die Fehlstellen gegossen. Die Fehlstellenergänzung in der Mitte wurde separat in einer Schablone gegossen

und in noch feuchtem Zustand aufgegautscht, die Ergänzungen der Fehlstellen links und rechts wurden separat gegossen und nach dem Trocknen aufgeklebt.

Rekonstituiertes Pergament kann auf verschiedene Art und Weise mit dem originalen Pergament verbunden werden.

Entweder wird es auf einem Saugtisch direkt in die Fehlstelle des Originals eingegossen oder separat in eine Schablone mit den exakten Umrissen der Fehlstelle und dann, leicht vorgetrocknet, aufgegautscht, das heißt aufgedrückt. Es kann aber auch nach dem Trocknen aufgeklebt werden.

Besonders kleine Fehlstellen lassen sich mit rekonstituiertem Pergament sehr gut durch direktes Angießen ergänzen.

#### Literatur

Pataki, A.  
Färbung der Ausgangsmaterialien von „rekonstituiertem Pergament“ mit lichtechten synthetischen Farbstoffen, *Diplomarbeit, Staatliche Akademie der Bildenden Künste, Stuttgart* (1997).

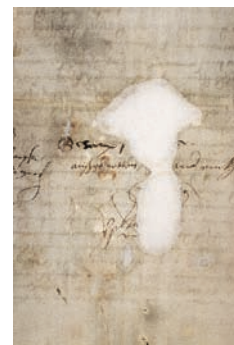
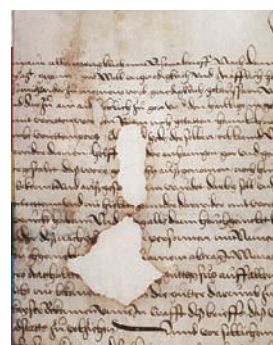
Wouters, J., Gancedo, G., Peckstadt, A., Watteeuw, L.  
Parchment Leafcasting with Dermal Tissue Preparations, in: *ICOM Committee for Conservation, 10th Triennial Meeting in Washington D.C., Preprints, James & James, London* (1993): 524–528.

Wouters, J., Peckstadt, A., Watteeuw, L.  
Leafcasting with Dermal Tissue Preparations: a New Method for Repairing Fragile Parchment, and its Application to the Codex Eyckensis, *The Paper Conservator* 19 (1995): 5–22.



Abb. 6-9:  
Detailaufnahmen obiger Urkunde

oben: recto und verso vor der Restaurierung



unten: recto und verso nach der Restaurierung. Im Schriftbereich wurde transparente Fasersuspension verwendet.

# Eine maschinenunterstützte Restaurierungsmethode für Bucheinbände des 19. Jahrhunderts

Die am häufigsten auftretenden Schadensbilder an Bucheinbänden sind aufgebrochene Gelenke, lose oder abgefallene Buchdeckel und Einbandrücken. Die genannten Einbandschäden treten besonders oft an Büchern aus dem 19. Jahrhundert auf, da im Zuge der Industrialisierung alles auf eine schnelle und ökonomische Produktion ausgerichtet war. Materialien von geringer Qualität und eine auf ein Funktionsminimum reduzierte Technik prägen diese Bücher (Abb. 1 und 2). Die Benutzung durch den Leser trug weiter zu einer Beschädigung bei. Die Einband- und Binde-technik und das damit verbundene Aufschlagevermögen des Buches haben sich extrem verschlechtert.



Abb. 1 und 2: Das typische Schadensbild an Büchern des 19. Jahrhunderts (Württembergische Landesbibliothek)

Viele der historisch bedeutsamen Verlegerbände aus dem 19. Jahrhundert findet man in den Sammlungsbeständen großer Bibliotheken. Als „Nicht-Rara“-Sammlungen unterliegen sie einer starken Benutzung. Eine Restaurierung dieser Bücher ist aus Kostengründen und aufgrund anderer Prioritäten in der Bestandserhaltung häufig nicht möglich. Daher werden die Einbände nur repariert oder die Bücher bekommen einen neuen Einband. Das äußere Erscheinungsbild wird erheblich durch schlecht durchgeführte Reparaturen beeinträchtigt oder durch neue Einbände gänzlich zerstört.

Verlegereinbände aus dem 19. Jahrhundert dokumentieren den Wandel der Zeit. So ist an ihnen der Einfluß der industriellen Revolution auf die Herstellung von Material und Fertigwaren, die Geschichte der Buchherstellung und der Verlagsanstalten, die Entwicklung des Produktdesigns und der Werbung zu studieren. Zusätzlich sind viele Bucheinbände historisch von größerer Bedeutung als der Text, den sie umgeben. Der Verfall dieser Einbände stellt daher einen großen Verlust dar.

## Die Methode des Board Slotting

Die Erhaltung originaler Einbände von Büchern des 19. Jahrhunderts wird durch eine Restaurierungsmethode gewährleistet, bei der abgefallene Buchdeckel wieder mit dem Buchblock verbunden werden. Es

handelt sich hierbei um die in Deutschland nur wenig bekannte und höchst selten angewendete Methode des Board Slotting (Deckel fräsen). Diese Methode wurde von Christopher Clarkson in Amerika entwickelt und kam erstmals 1993 in der Bodleian Library in Oxford zum Einsatz (Abb. 3 und 4).



Abb. 3 und 4:  
Vol. 1 (links) und Vol. 2 (rechts).  
Vol. 1 ist mit der Board Slotting Methode restauriert worden, eine Veränderung des Erscheinungsbildes ist kaum zu erkennen. Vol. 2 zeigt das typische Schadensbild der gebrochenen Gelenke (Signatur A 17 149, Württembergische Landesbibliothek)

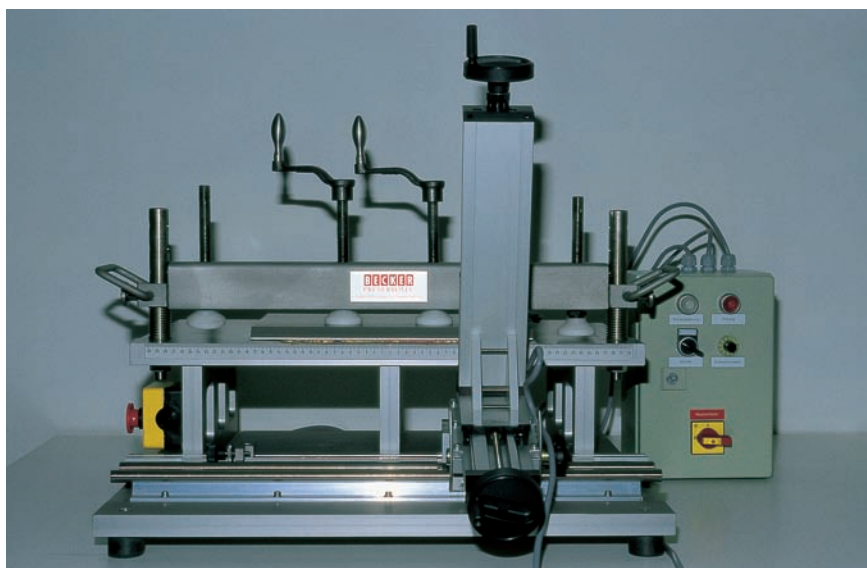


Abb. 5: Die Buchdeckelfräsmaschine der Firma Becker Preservotec

## Die Entwicklung einer Buchdeckelfräsmaschine

Die Methode des Board Slotting erfordert den Einsatz einer Maschine. In Zusammenarbeit mit der Firma Becker Preservotec wurde eine Buchdeckelfräsmaschine konstruiert und gebaut (Abb. 5). Diese neu entwickelte Maschine ist genau auf die Anforderungen der Methode ausgerichtet worden. Ihre Stärken und Vorteile liegen in folgenden Punkten:

- Schnelles Auflegen des Buchdeckels auf den Maschinentisch
- Gleichmäßiges Ausrichten des Preßdrucks
- Genaue Winkeleinstellung, die ein Fräsen von oben oder unten ermöglicht
- Horizontale Beweglichkeit des Fräskopfes
- Mit wenig Aufwand einzurichtende Stoppereinstellungen
- Flexibles Einrichten der Buchdeckel und Bücher auf dem Maschinentisch

Die Bearbeitung der Bücher erfolgt in drei Schritten:

## Buchblockbearbeitung

- Der originale Einbandrücken wird abgenommen
- Ein Baumwollgewebe, passend in der Höhe und an den Seiten überstehend, wird auf den Buchblockrücken aufgeklebt und nachgeheftet (Abb. 6 und 7)
- Ein zweites Gewebe wird an den überstehenden Seiten mit dem ersten verklebt

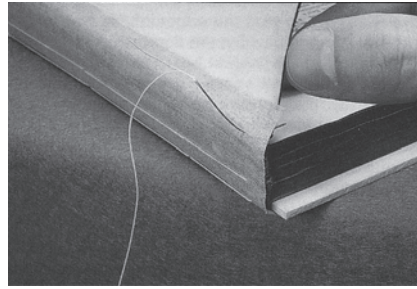


Abb. 6:  
Das Nachheften des Gewebes durch die originalen Hefelöcher

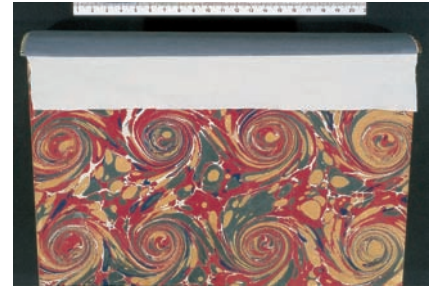


Abb. 7:  
Das aufgeklebte erste Gewebe mit einer zusätzlichen Hinterklebung

## Deckelbearbeitung

- In die Falzkante des Deckels wird ein Schlitz eingefräst, je nach Stärke der Pappen und Größe des Buches zwischen 5 und 8 mm tief. Die Fräsung setzt fast direkt unter dem Einbandleiter an und reicht bis zur Mitte der Deckelstärke, das heißt, es wird schräg in die Pappe gefräst, um die Funktionsweise des Deckels nicht zu verändern und ein gutes Aufschlagen zu erreichen (Abb. 8 und 9)



Abb. 8:  
Das Einfräsen des Buchdeckels

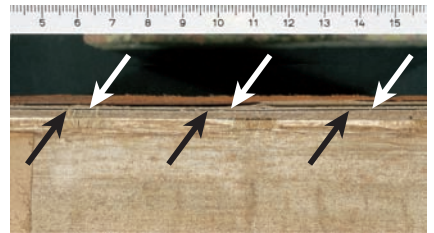


Abb. 9:  
Der eingefräste Deckel, noch mit dem Buchblock verbunden (Fräsung siehe Pfeile)

## Verbindung zwischen Buchblock und Deckel

- Die zusammengeklebten „Gewebeflügel“ werden auf die jeweilige Tiefe des Schlitzes zugeschnitten und in den Frässlitz verklebt (Abb. 10 und 11)
- Die Deckel werden positioniert und das Buch eingepreßt
- Nach dem Trocknen kann der alte Originalrücken wieder aufgeklebt werden.

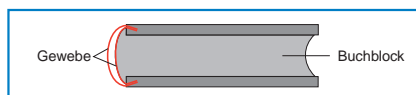


Abb. 10:  
Der zusammengeklebte und verkürzte Flügel



Abb. 11:  
Das Einbringen des Flügels in den Frässlitz

## Vorteile der Board Slotting Methode gegenüber anderen Restaurierungsmethoden

- Leder und Goldprägungen auf den Deckeln, Steh- und Innenkanten werden nicht beeinträchtigt
- Originale Lederteile und Spiegel werden nicht angehoben, dadurch entsteht keine Markierung auf dem Deckel oder am Spiegel
- Methode auch bei brüchigem und degradiertem Leder anwendbar
- Bessere Haltbarkeit des Gewebes bei Dauerbiegung des Gelenkes im Vergleich zu dünn ausgeschärftem Leder
- Das Einfräsen mit der Maschine ist sehr genau und gleichmäßig



Abb. 12 und 13:  
Vor- und Nachzustand von Signatur A 18a 5 3.4 der Württembergischen Landesbibliothek



### Literatur:

Clarkson, Ch.  
Board Slotting – A new Technique für Re-attaching Bookboards, Conference Papers Manchester, Sheila Fairbrass ed., The Institute of Paper Conservation, Leigh (1992): 158–164.

Zimmern, F.  
Die Anwendung der Methode des Board Slotting im Vergleich zu anderen restauratorischen Maßnahmen bei losen und abgefallenen Deckeln und Rücken an Büchern des 19. Jahrhunderts, Diplomarbeit, Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart (1998).

Die Restaurierungsergebnisse zeigen, daß sich die Methode des Board Slotting für diese Art von Schäden ausgesprochen gut eignet, da sie nur wenig in die Substanz der Bücher eingreift und ihr ursprüngliches Aussehen kaum verändert (Abb. 12 und 13).

# Wässriges Lichtbleichen von Papier

Papierobjekte können partielle oder ganzflächige Verfärbungen aufweisen. Für den Restaurator stellt sich häufig die Aufgabe, die Verfärbungsprodukte zu lösen und zu entfernen. Dies kann durch eine Naßbehandlung oder chemisches Bleichen erreicht werden. Die Methode des Bleichens sollte nur dann eingesetzt werden, wenn schonende Naßbehandlungen nicht zum gewünschten Ergebnis geführt haben, denn jeder Bleichprozeß schädigt die Cellulose des Papiers chemisch und physikalisch.

Papier in der Sonne zu trocknen und damit zu bleichen, besitzt eine lange Tradition. Man nimmt an, daß das erste Papier, das im 2. Jh. n. Chr. in China hergestellt wurde, in Schöpfrahmen geschöpft und dann ins Freie gestellt wurde. Bei einer anderen Methode, die auch heute noch in Korea und Japan angewendet wird, werden die geschöpften Blätter noch feucht auf Holzbretter gestrichen und ins Freie gestellt (Abb.1).



Abb. 1:  
Die geschöpften Blätter werden noch feucht auf Holzbretter gestrichen und in der Sonne getrocknet.

In Europa war Lichtbleichen vor allem in der Zeit vom 16. bis 19. Jh. für das Bleichen von Textilien und Papier verbreitet (Abb. 2).

Auch Johann Wolfgang von Goethe kannte die Methode des Lichtbleichens aus eigener Erfahrung. In „Dichtung und Wahrheit“ beschreibt er, wie seine Schwester und er große vergilbte Kupferstiche des Va-

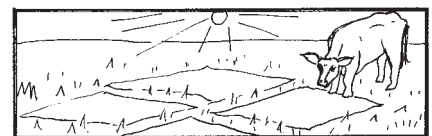
ters auf Brettern in die Dachrinne stellen und ständig feucht halten mußten. Dabei waren die Blätter „manchen Unfällen ausgesetzt“ und der Buchbinder „der jedes Blatt auf starkes Papier aufzog, tat sein Bestes, die hier und da durch unsere Fahrlässigkeit zerrissenen Ränder auszugleichen und wiederherzustellen.“

Seit ca. 15 Jahren wird die Lichtbleiche vor allem in den USA mit Erfolg angewendet. Sie bewirkt einen angenehmen Farbton sowie eine Verbesserung der Festigkeit des Papiers. Das Blatt wird dabei für mehrere Stunden in eine leicht alkalische Lösung gelegt und mit natürlichem oder künstlichem Licht bestrahlt, wobei die schädigenden UV-Strahlen ausgefiltert werden. Der Bleichprozeß geht langsam vonstatten, somit ist die Methode leicht zu kontrollieren. Die Lichtbleiche ist eine Modifizierung der oxidativen Bleiche; den notwendigen Sauerstoff liefern das Wasser, in dem sich das Objekt befindet und die umgebende Luft.

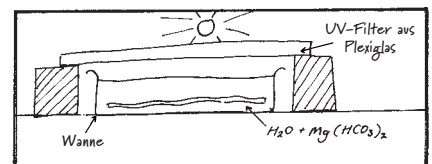
Da nicht jeder Restaurator das ganze Jahr über ausreichend Sonnenlicht für eine natürliche Lichtbleiche zur Verfügung hat, bauten sich die Restauratoren die Anlagen für eine künstliche Lichtbleiche bisher selbst, bestehend aus einer Wanne, in die das Objekt in eine alkalische Lösung gelegt wurde, einem UV-filternden Plexiglas sowie Tageslichtlampen, die auf einen Rahmen montiert und über die Wanne gestellt wurden (Abb. 3).



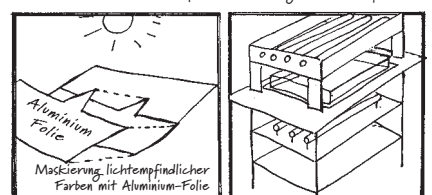
Abb. 2: Bei der sogenannten „Grasbleiche“ wurden Stoffe aus Baumwolle und Leinen für mehrere Monate auf Bleichwiesen ausgebreitet und immer wieder befeuchtet.



Bis ca. 1774 Lichtbleichen in Holland auf Bleichwiesen



Sonnenlicht-Bleiche in der Papier-Restaurierung – Keiko Keyes 1980



Keiko Keyes 1980

Doppelseitige Lichtbleichbank Cathleen Baker 1986

Abb. 3:  
Geschichte der Lichtbleiche (nach M. Tönnies 1993)

Bei der im Rahmen einer Diplomarbeit entstandenen Anlage (Abb. 4) ist es möglich, ein Objekt gleichzeitig von beiden Seiten zu bleichen, um die Behandlungsdauer zu verkürzen. Pro Lichtbank ergibt sich eine Beleuchtungsstärke von ca. 25.000 Lux.

Mit der Lichtbleichanlage wurden einige Blätter aus Hadernpapier gebleicht, die Stockflecke sowie Verfärbungen des Textblockbereichs aufwiesen (Abb. 5). Die Ergebnisse zeigten, daß die Verfärbungen umso mehr reduziert wurden, je länger die Behandlung andauerte. Nach zwei- und vierstündigem Lichtbleichen waren die Flecken schon deutlich reduziert.

Auch wenn man Lichtbleichen mit künstlichem Licht nicht bei allen Papiersorten und Schadenskategorien anwenden kann, stellt es doch eine einfache, gut zu kontrollierende Methode dar, mit der sich Verfärbungen aus Papier schonend entfernen lassen.



Abb. 4:  
Die im Rahmen einer  
Diplomarbeit entstandene  
Lichtbleichanlage

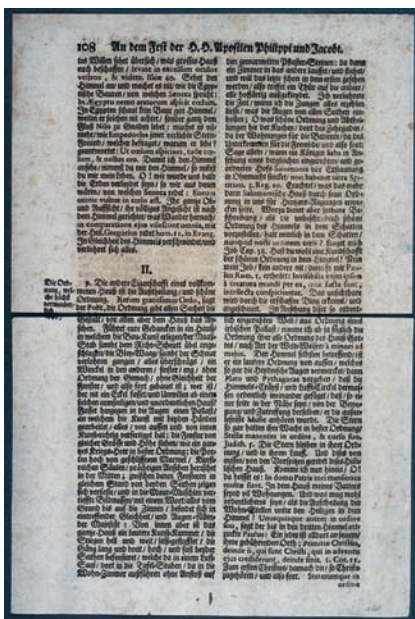


Abb. 5:  
Hadernpapier, oben zwei, unten vier Stunden  
lichtgebleicht



Abb. 6:  
Hadernpapier, oben vier Stunden lichtgebleicht,  
unten ungebleichte Referenz



Abb. 7:  
Hadernpapier, oben sechs Stunden lichtgebleicht,  
unten ungebleichte Referenz

Literatur

Saur-Aull, B.  
Konstruktion und Einsatz einer Lichtbleichanlage,  
Diplomarbeit, Staatliche Akademie der Bildenden  
Künste, Stuttgart (1996).

Baker, C.  
The Double-Sided Light Bleaching Bank,  
Book and Paper Group Annual 4 (1986): 88–91.

Schaeffer, T.T., Baker, M.T., Blyth-Hill, V.,  
van der Reyden, D.  
Effects of Aqueous Light Bleaching on the Subsequent  
Ageing of Paper, Journal of the American Institute for  
Conservation (JAIC) 31 (1992): 289–311.

# Aerosole für die Konsolidierung pudriger Malschichten auf Papier

Farbschichten mit einem geringen Bindemittelanteil, wie z.B. Gouachen, haben in der Regel eine matte Erscheinung und sind oft in einem pudrigen, fragilen und abblättrenden Zustand.

Die Konsolidierung von solchen schwachgebundenen Malschichten führt zu Farbtonveränderungen, Oberflächenglanz oder der Bildung von Rändern. Um solche optischen Veränderungen zu vermeiden, ergeben sich besondere Anforderungen an die Applikationsmethode, die traditionelle Konsolidierungstechniken nicht erfüllen. Neue Perspektiven bietet die Möglichkeit, das Konsolidierungsmittel mit Hilfe von Ultraschall zu Aerosolen zu zerstäuben. Die Methode wurde 1990 von Michalsky vorgeschlagen und konnte an der Staatlichen Akademie der Bildenden Künste erfolgreich zur Konsolidierung von Entwürfen für Architekturfassungen auf Papier eingesetzt werden. Die in Gouachetechnik ausgeführten Entwürfe werden Giuseppe Abbate (1836-1868) zugeschrieben. Sie sind ca. 1850 entstanden (Abb. 1).

Risse und Knicke im Darstellungsbereich sowie eindringende Feuchtigkeit während der Lagerung führten zum Abblättern und zum Verlust von Teilen



Abb. 1: Giuseppe Abbate (1836-1868) Wandentwurf im pompejanischen Stil (DN 181.4), Gouache auf Papier (45,1 x 48,7), ca. 1850, Staatliche Schlösser und Gärten - Oberfinanzdirektion Stuttgart, Inventar Nr. NN 409

der Malerei. Die auf monochromen Farbschichten aufsitzenden Ornamente und figürlichen Darstellungen neigen besonders stark zum Abblättern (Abb. 2).



Abb. 2: Detail aus Abb. 1, DN 181.4 vor der Restaurierung. Abkreibende Malschicht im Bereich mechanischer Beschädigungen des Papierträgers.

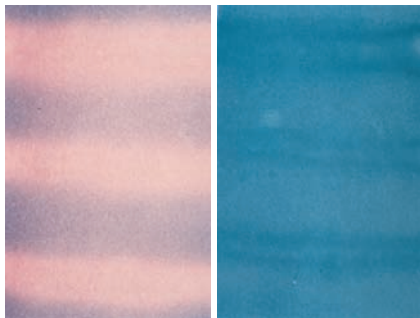


Abb. 3, 4: Ungleichmäßiger Aerosolauftrag auf Kobalt(II)-chlorid-haltigem Papier, befeuchtete Bereiche erscheinen rosa. Durch den ungleichmäßigen Auftrag sind Farbveränderungen und Ränder entstanden.

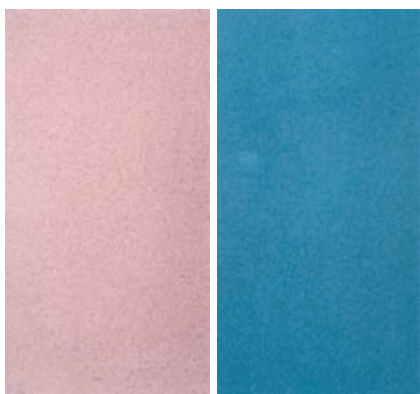


Abb. 5, 6: Gleichmäßiger Aerosolauftrag auf Kobalt(II)-chlorid-haltigem Papier. Die rosa Verfärbung zeigt die befeuchtete Zone an. Die blaue Farbe gibt das einheitliche Erscheinungsbild nach dem Trocknen wieder.

Durch die Wasserempfindlichkeit der Malerei ließen sich traditionelle Konsolidierungsmaßnahmen nicht durchführen, so etwa das Aufbringen von wässrigen Bindemittellösungen mit dem Pinsel. Daher wurde ein Ultraschallzerstäuber entwickelt, der es erlaubt, stark verdünnte Bindemittellösungen als Aerosol so aufzubringen, daß keine negativen Begleiterscheinungen eintreten.

Die optimalen Arbeitsbedingungen für den Einsatz von Aerosolen zur Konsolidierung abkreibender Malschichten wurden an Testmaterialien ermittelt.

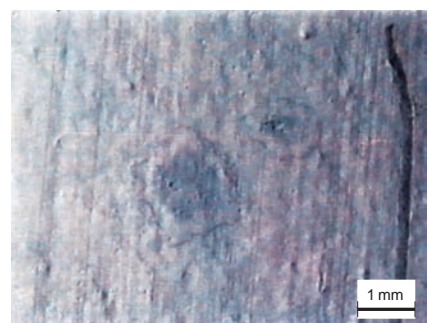
Die Testmaterialien waren zum einen Papiere, die Kobalt(II)-chlorid enthielten. Mit diesen Papieren läßt sich die Feuchtigkeitsverteilung bei der Applikation von Aerosolen durch einen Farbumschlag von blau nach rosa darstellen (Abb. 3, 4).

Bei feiner Dosierung und gleichmäßigem Auftrag des Konsolidierungsmittels mit der Aerosoltechnik lassen sich Farbveränderungen und Randbildungen vermeiden. Die Gefahr von Randbildungen läßt sich weiter reduzieren, wenn die Behandlung bei einer hohen Umgebungsfeuchte von ca. 90 % relativer Luftfeuchte (rF) durchgeführt wird. Dadurch wird das Eindringvermögen des Aerosols in die gefährdete Malschicht verbessert (Abb. 5, 6) .

Abb. 7, 8: Auftrag einer wässrigen Bindemittellösung mit dem Pinsel auf eine matte, schwachgebundene Malschicht (Bleiweiß/ Preußischblau).

Oben: Unmittelbar nach Applikation

Unten: Nach Trocknung



Weitere Testobjekte bestanden aus einem Papierträger, auf den eine Malschicht aus Bleiweiß und Preußischblau mit geringem Bindemittelanteil (Gummi Arabicum) aufgetragen war. An diesen Proben konnte die Konsolidierung mit aerosolzerstäubten Bindemitteln und traditionellem Pinselauftrag hinsichtlich der erreichbaren Resultate verglichen werden.

Der Auftrag einer wässrigen Bindemittellösung mit einem Pinsel führt zu einer starken lokalen Durchfeuchtung. Unmittelbar nach dem Auftrag entsteht ein Wasserrand (Abb. 7, 8).

Mit der Aerosoltechnik kann die Bildung von Wasserrändern vermieden werden. Das Aerosol verursacht kurzfristig eine Verdunkelung der Malschicht. Nach dem Abtrocknen ist keine optische Veränderung der Malschicht wahrnehmbar (Abb. 9–11).

Die Konsolidierung der Gouachen von Giuseppe Abbate wurde in einem Raum mit erhöhter relativer Luftfeuchtigkeit (70 % rF) durchgeführt. Die erhöhte relative Feuchte verringert Aerosolverluste durch spontanes Verdampfen des vernebelten Wassers und das zu rasche Abtrocknen der Objekte im behandelten Bereich und auf diese Weise Verwerfungen des Papierträgers. Als Konsolidierungsmittel wurde eine wässrige Lösung von 0,25% Methylcellulose (Culminal MC 400) eingesetzt, die zusätzlich 10% Isopropylalkohol enthielt.

Die Abb. 12–14 zeigen den gleichen Detailausschnitt der Malerei vor, während und nach der Applikation des Aerosols. Es läßt sich eine vorübergehende Verdunkelung des Farbtons und das Glitzern der Aerosoltröpfchen erkennen, die bei natürlich gealterten Malschichten nicht immer sofort in diese eindringen können. Eine ausreichende Konsolidierung der pudernden und schollenden Malschicht erforderte einen 5–10maligen Aerosolauftrag.

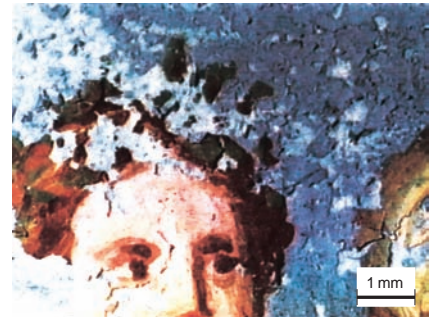
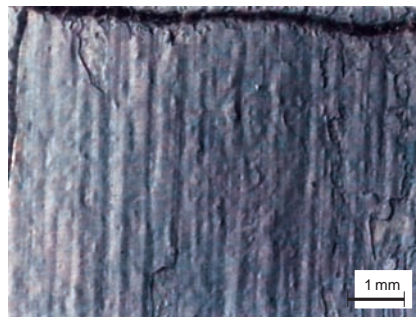
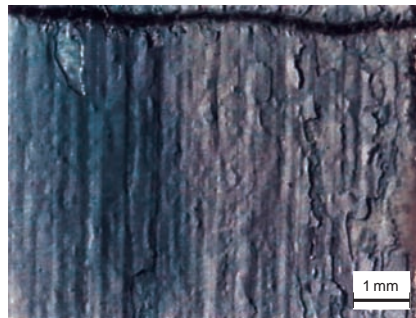
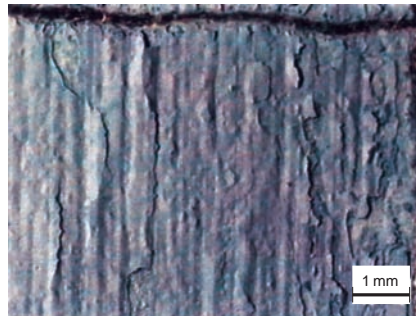


Abb. 9–11: Auftrag eines aerosolszerstäubten Bindemittelsystems (0,25% Methylcellulose in Wasser) auf eine matte, schwachgebundene Malschicht (Bleiweiß/Preußischblau) Oben vor Behandlung – Mitte während der Behandlung – Unten nach Behandlung

Abb. 12–14: Detail aus Abb. 1, DN 181.4, vor, während und nach Auftrag einer 0,25 % wässrigen Methylcellulose-Lösung als Aerosol zur Konsolidierung der gefährdeten Malschicht.

Das Ergebnis der erzielten Malschichtfixierung und das optische Erscheinungsbild der behandelten Gouachemalerei ist ausgezeichnet (Abb. 15).

Die Grenzen einer Konsolidierung von Malschichten mit Aerosolen werden dann erreicht, wenn größere Schollen, vor allem aber schwer quellbare Malschichten behandelt werden müssen.



Abb. 15:  
Detail aus Abb. 1, DN 181.4,  
Zustand nach der Restaurierung

#### Literatur

Michalsky, S., Dignard, C.  
Consolidation of Powdery Paint Using the Ultrasonic Mister, ICOM Committee for Conservation, 10th Triennial Meeting, Washington, D.C., Preprints, James & James, London (1993): 900.

Hansen, E. F., Walston, S., Bishop, M. H. (eds.)  
Matte Paint, The Getty Conservation Institute, Marina del Rey (1993).

Dierks-Staiger, R.  
Anwendung von Aerosolen zur Konsolidierung von Gouachemalerei auf Papier,  
Diplomarbeit, Schriftenreihe des Instituts für Museumskunde an der Staatlichen Akademie der Bildenden Künste Stuttgart,  
Vol. 14, K.-W. Bachmann Hrsg., Stuttgart (1997).

Maheux, A. F.  
The Use of Ultrasonic Mister for the Consolidation of Flaking Pigment on Works of Art on Paper,  
Book and Paper Group Annual 14, AIC, Washington, D.C. (1995): 19-25.

Von entscheidender Bedeutung für das Ergebnis einer Konsolidierungsmaßnahme an matten, pudrigen Malschichten ist das Eindringvermögen des Festigungsmittels. Es handelt sich dabei um stark verdünnte, zumeist wässrige Lösungen von filmbildenden oder klebenden Substanzen wie z. B. Methylcellulose oder Gelatine. Diese ermöglichen eine Verfestigung der lockeren Teilchen und Materialien durch Ausbildung von kleinen Brücken oder Stegen.

In mechanischer wie auch in optischer Hinsicht kann ein gutes Ergebnis nur dann erzielt werden, wenn die Festigungssubstanz möglichst gleichmäßig in geringer Konzentration in der Malschicht vorliegt.

Bei der Festigung können folgende Probleme auftreten:

- Konzentrationsunterschiede können Spannungen und mechanische Schäden verursachen
- Zu hohe Konzentrationen verdichten die Malschicht und verursachen Farbveränderungen

Mikroskopische Untersuchungsverfahren erlauben Einblicke in Wirksamkeit und Verteilung von Konsolidierungsmitteln in der Malschicht:

- Im Rasterelektronenmikroskop läßt sich erkennen, daß das als Aerosol eingebrachte Bindemittel die Pigmentkörner durch Stege verbindet, wodurch eine Verfestigung eintritt (Abb. 1). Morphologie und Porosität des Pigmentauftrags bleiben erhalten. Eine Farbveränderung ist daher nicht zu erwarten.
- Fluoreszenzmikroskopische Verfahren ermöglichen Einblicke in die Verteilung des eingebrachten Bindemittels in der Malschicht. Hierfür muß das Konsolidierungsmittel – in diesem Fall Gelatine – so modifiziert werden, daß es bei der mikroskopischen Untersuchung eine charakteristische Fluoreszenz zeigt.

Bei dem Auftrag der Gelatine mit dem Pinsel zeigt sich im Fluoreszenzmikroskop die Unregelmäßigkeit des Auftrags (Abb. 2). Die unterschiedliche Intensität der Fluoreszenz weist auf Konzentrationsunterschiede innerhalb des gefestigten Bereiches hin. Farbveränderungen und Bildung von Rändern sind zu erwarten.

Völlig anders stellt sich die Verteilung der Gelatine dar, wenn sie als Aerosol in die Malschicht eingebracht wurde (Abb. 3 und 4). Die gleichmäßige Farbintensität der Fluoreszenz an den Malschichtoberflächen und Dünnschnitten zeigt die gleichmäßige Verteilung der Gelatine im gefestigten Bereich.

\* Fluoreszenzmikroskopische Aufnahmen:  
Johanna Zürcher-Vogt, DITF, Denkendorf,  
Institut für Textilfasern, Denkendorf.

## Literatur

Kessler, A.  
*Anwendung von Aerosolen zur Konsolidierung matter Farbschichten unter Berücksichtigung des Eindringverhaltens des Konsolidierungsmittels,*  
Diplomarbeit, Staatliche Akademie der Bildenden Künste, Stuttgart, (1997).

Ream, J. D.  
*Observation on the Penetration of Two Consolidants Applied to Insecure Gouache on Paper,* *The Book and Paper Group Annual 14, AIC, Washington, D.C. (1995): 27-40.*

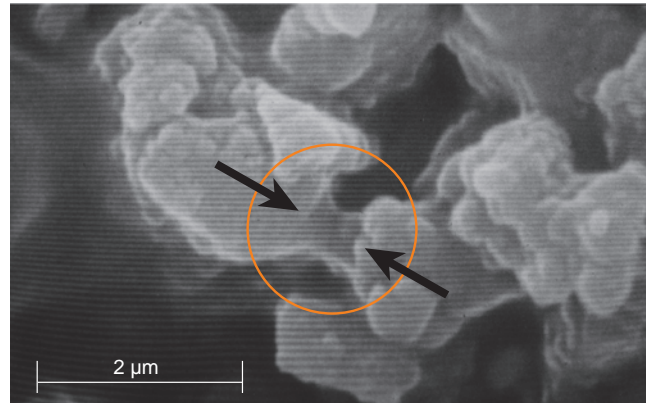


Abb. 1:  
Vom Bindemittel gebildete Stege zwischen den einzelnen Pigmentkörnern nach viermaligem Aerosolauftrag von Funori 0,5%. Rasterelektronenmikroskopische (REM-)Aufnahme

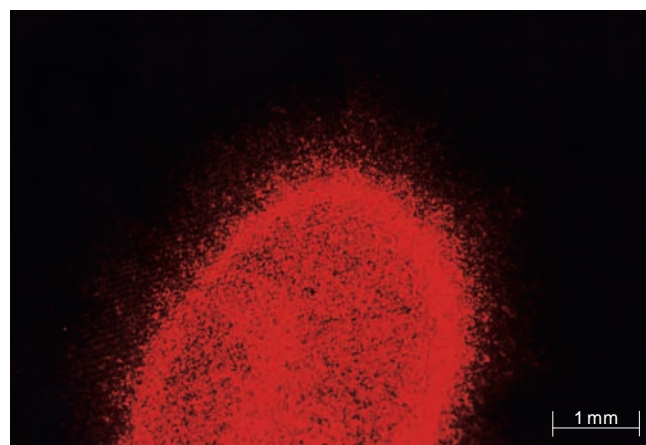


Abb. 2:  
Malschicht auf Papier nach Auftrag von Gelatine (0,8%) mit dem Pinsel im Fluoreszenzmikroskop\* (Aufsicht). Die Gelatine ist gefärbt und fluoresziert rot.

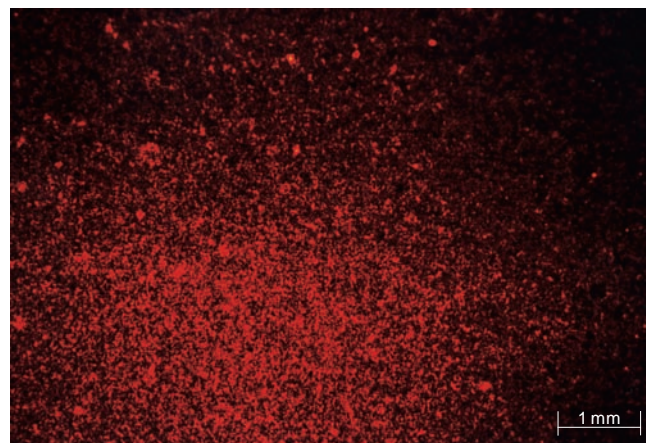


Abb. 3:  
Malschicht auf Papier nach zehnmaligem Aerosolauftrag von Gelatine (0,8%) im Fluoreszenzmikroskop\* (Aufsicht). Rot: Verteilung der Gelatine im Pigmentaufstrich.



Abb. 4:  
Malschicht auf Papier nach zehnmaligem Aerosolauftrag von Gelatine (0,8%) im Fluoreszenzmikroskop\* (Dünnschnitt). Die gestrichelte Linie zeigt die Grenze der Konsolidierung.

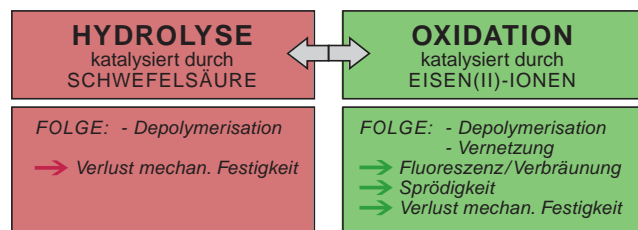


Eisengallustinten repräsentieren die am häufigsten verwendete Schreibinte für Manuskripte von der Spätantike bis zum Beginn unseres Jahrhunderts. Da sich auch Künstler dieser Tinte gern zum Zeichnen bedienten, findet man Eisengallustinten nicht nur in Archiven und Bibliotheken, sondern auch in den Graphischen Sammlungen der ganzen Welt.

Eisengallustinten können eine Degradation des Materiales hervorrufen, auf welches sie aufgetragen wurden. Hierbei handelt es sich meist um Papier oder Pergament. Dieser komplizierte Abbaumechanismus ist landläufig unter dem Namen „Tintenfraß“ bekannt (Abb. 1).

## Tintenfraß-Ursachen

Dank der nunmehr seit über 150 Jahren andauernden internationalen Forschung sind die Ursachen des Tintenfraßes heute weitestgehend bekannt. Der Abbau des Papieres erfolgt durch Komponenten der Eisengallustinte, die im Verlaufe der natürlichen Alterung den Abbauprozess stark beschleunigen.



## Tintenfraß-Schadensverlauf

Um den Schadensverlauf zu simulieren, wurden vier

- Referenzpapiere
- Hadernpapier 1856
  - holzschliffhaltiges Papier
  - modernes Kopierpapier
  - sulfitegebleichte Nadelholz-Cellulose

mit einem Eisengallustintenauftrag (50 % Überschuss an Eisensulfat) versehen und künstlich gealtert (90°C, 3 stündig wechselnde relat. Feuchte 35/80%). Da der sichtbare Schadensverlauf bei allen Papieren übereinstimmte, wurde zur besseren Veranschaulichung ein Modell entwickelt. Dieses zeigt den Querschnitt eines Papieres mit Eisengallustintenauftrag im Verlaufe seiner Alterung (Abb. 2).



Abb. 2: Schematisches Modell zum Schadensverlauf von Tintenfraß

### Literatur:

Reißland, B.  
Neue Restaurierungsmethoden für Tintenfraß auf Papier mit wässrigen Phytatlösungen – Möglichkeiten und Grenzen,  
Diplomarbeit, Staatliche Akademie der Bildenden Künste, Stuttgart, (1997).

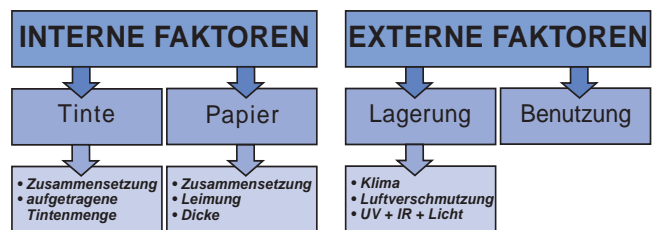


Abb. 1:  
Typischer  
Tintenfraßschaden  
(verso)

## Faktoren, die das Schadensausmaß beeinflussen

Die Tintenzusammensetzung sowie das Papier, welches verwendet wurde, bestimmen primär den Erhaltungszustand der Originale.

Falsche Lagerung sowie intensive Benutzung können ihren Zustand erheblich verschlechtern.



## Zustandsklassifizierung

Jede effektive Planung sowohl präventiver als auch aktiver Maßnahmen zur Schadensbegrenzung erfordert zunächst einen klaren Überblick über das Schadensausmaß.

Hierfür wurde – auf Basis des vorgeschlagenen Modells – ein System entwickelt, welches tintenfraßgeschädigte Objekte in vier Zustandsklassen einteilt. Um eine schnelle und präzise Klassifizierung zu erlauben, umfaßt dieses System nur charakteristische Alterungsphänomene, die bei allen untersuchten Originalen auftraten. (Abb. 3–6)

### Zustandsklasse 1

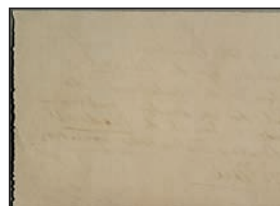


Abb. 3: verso: Keine oder hellbraune Verfärbung unter den Tintenbereichen.

### Zustandsklasse 2

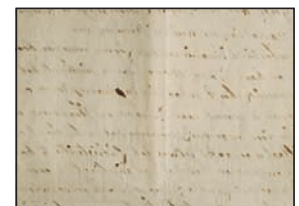


Abb. 4: verso: Dunkelbraune Verfärbung unter den Tintenbereichen, kein mechanischer Schaden.

### Zustandsklasse 3



Abb. 5: verso: Mechanischer Schaden (Haar-Risse in den Tintenbereichen).

### Zustandsklasse 4

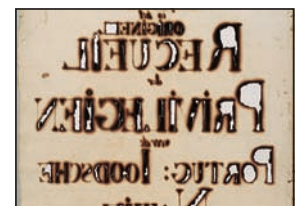


Abb. 6: verso: Ernsthafter Substanzverlust.

Reißland, B., Neevel, J., Hofenk de Graaff, J.  
Condition Rating of Iron Gall Ink Paper, Instituut Collectie Nederland,  
in Druck

# Tintenfraßbehandlung mit wäßrigen Phytatlösungen

## Tintenfraß

bezeichnet Abbauerscheinungen an Papier bedingt durch Eisengallustinten.

Ursache sind zwei chemische Prozesse:

**Hydrolyse** der Cellulosefasern des Papiers durch saure Verbindungen in der Tinte

**Oxidation** der Cellulosefasern des Papiers durch katalytisch wirkende Eisen(II)-ionen in der Tinte

## Ziele von Restaurierungsmaßnahmen

- **Stoppen des chemischen Abbaus**
  - ▶ Neutralisation bzw. Entfernung saurer Verbindungen
  - ▶ Inhibierung bzw. Entfernung ungebundener Eisenionen
- **Verbesserung der mechanischen Eigenschaften**
  - ▶ mechanische Stabilisierung der häufig fragilen Papiere

## Aktive Restaurierung durch wäßrige Behandlung

### Stoppen des chemischen Abbaus

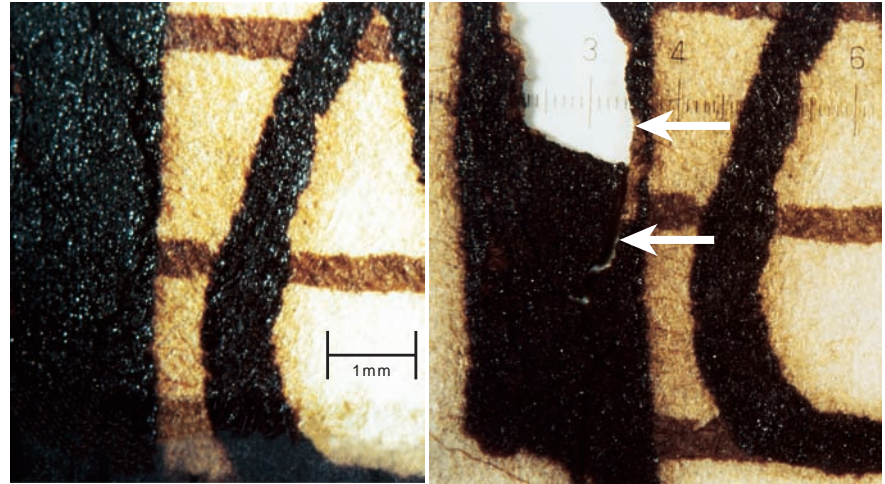
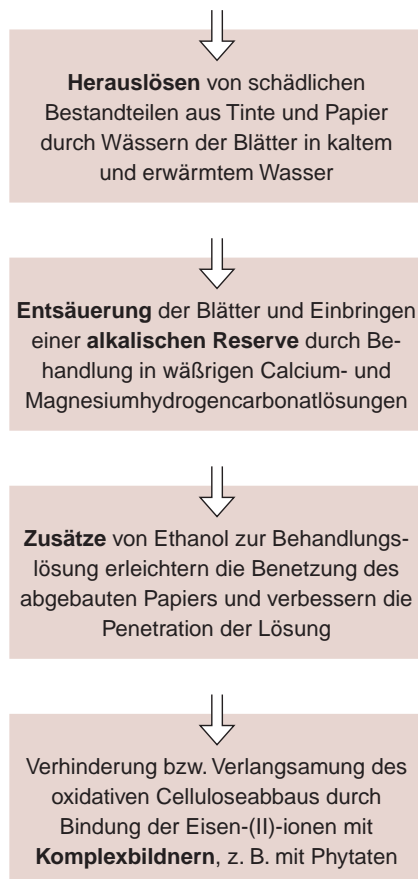


Abb. 1a: Tintenfraßgeschädigte Notenhandschrift vor der wäßrigen Behandlung

Abb. 1b: Verstärkte Rißbildung und Ausbrüche nach einer wäßrigen Behandlung durch unterschiedliches Quellverhalten innerhalb der Tintenlinien

## Zwei Behandlungsmethoden im Vergleich

Für den Vergleich einer wäßrigen Entsäuerungsbehandlung und einer kombinierten Entsäuerung mit Komplexbildnern wurden Tests durchgeführt.

Während der Wässerung und der Trocknung wurde zwischen die Papiere kein Vliesmaterial eingelegt, wodurch die im Folgenden beschriebenen Erscheinungen und Unterschiede verstärkt hervortraten.

### Nachteile

Eine wäßrige Behandlung bringt jedoch auch Gefahren mit sich.

Die Bereiche um die Tintenlinien, die immer verschieden stark degradiert sind und sich damit in ihrem chemisch-physikalischen Verhalten unterscheiden, quellen bei der Benetzung mit Wasser ungleichmäßig. Dadurch kommt es zu mechanischen Schäden.

- Rißbildung und Ausbrüche innerhalb der Tintenlinien bis hin zu starken Schriftverlusten (Abb. 1b)

Neben dem erwünschten Effekt, schädigende Stoffe auszuwaschen, kann es durch die Naßbehandlung zu optischen Veränderungen des Tintenauftrages kommen.

- die Tintenlinien bluten aus (Abb. 2b)
- die Tintenlinien werden ausgelaugt, wirken weniger satt
- Farbveränderung der Tinte (Abb. 2b)

Schädigende oder farbige Komponenten aus Tinte und Papier werden unter Umständen nicht vollständig ausgewaschen, sondern an eine andere Stelle im Papiervlies transportiert und dort abgelagert.

- ungebundene und schädigende Eisenionen verteilen sich unter Umständen über das ganze Blatt.

## Die wäßrige Entsäuerung im Bad

### Vorteile

Für die erwünschte Entfernung aller schädigenden Tintenbestandteile ist der Einsatz von Wasser als Transportmedium ideal. Die wäßrige Entsäuerung bzw. Neutralisation ist eine seit langem in verschiedenen Variationen bekannte und häufig angewandte Methode.

Eine Anreicherung des Waschwassers mit Calcium- oder Magnesiumhydrogencarbonat ermöglicht den Einbau einer alkalischen Reserve in die Cellulosefasern und eine Langzeitstabilisierung des Papiers.

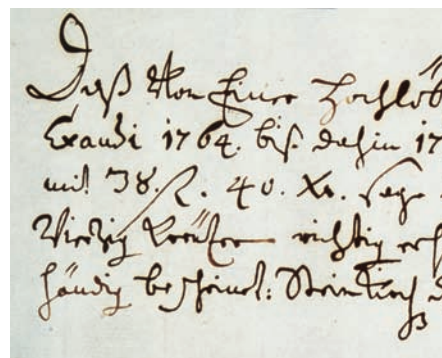


Abb. 2a: Autograph mit Eisengallustinte beschrieben

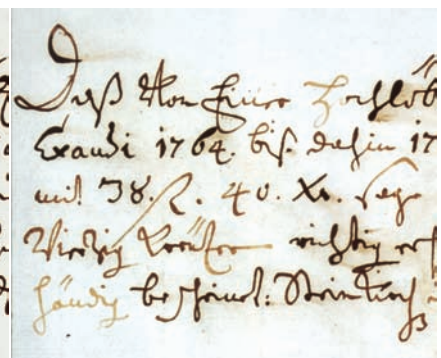


Abb. 2b: Farbige Bestandteile aus dem Tintenbereich sind infolge einer wäßrigen Entsäuerungsbehandlung ausgelaufen

## Kombination von wässriger Entsäuerung und Oxidations- hemmung durch Komplexbildner

### Phytatbehandlung

Phytate sind aus der Lebensmittelindustrie bekannte Antioxidantien. Sie wirken als Komplexbildner für Eisenionen, die damit den schädigenden Abbaureaktionen entzogen werden. Die Kombination von Entsäuerung und Oxidationshemmung erwies sich bei Testbehandlungen als erfolgversprechend. Diese „kombinierte Behandlung“ für tintenfraßgeschädigte Papiere ist derzeit noch im Teststadium, der Einsatz in Restaurierungswerkstätten noch weiter zu erproben.

#### Vorteile

- beide Schadensmechanismen, Hydrolyse und Oxidation, werden gestoppt bzw. verlangsamt
- die Tinten bluten weniger stark aus (Abb.3)
- eine Farbveränderung, d.h. Verbräunung, findet in geringerem Ausmaß statt (Abb. 3 u.4)

#### Nachteile

- es lagern sich fallweise weiße Kristalle auf der Tintenoberfläche ab (Abb. 4 u. 5)
- es bestehen alle Risiken einer wässrigen Behandlung

#### Ergebnisse – Grenzen der Methode

Die durch Phytate erzielte höhere Stabilität von Eisengallustinten läßt diese Methode als wässriges Restaurierungsverfahren von tintenfraßgeschädigten Objekten vielversprechend erscheinen.

Die Durchführung wässriger Behandlungen im Bad, so auch der Kombination von Phytatlösung und wässriger Entsäuerung, ist auf die Zustandsklassen 1 und 2 nach Reißland begrenzt. Das heißt, Dokumente mit bereits bestehenden mechanischen Schäden können nicht auf diese Weise behandelt werden. Andere Applikationsmethoden, z. B. auf dem Unterdrucktisch, sind in solchen Fällen erforderlich.

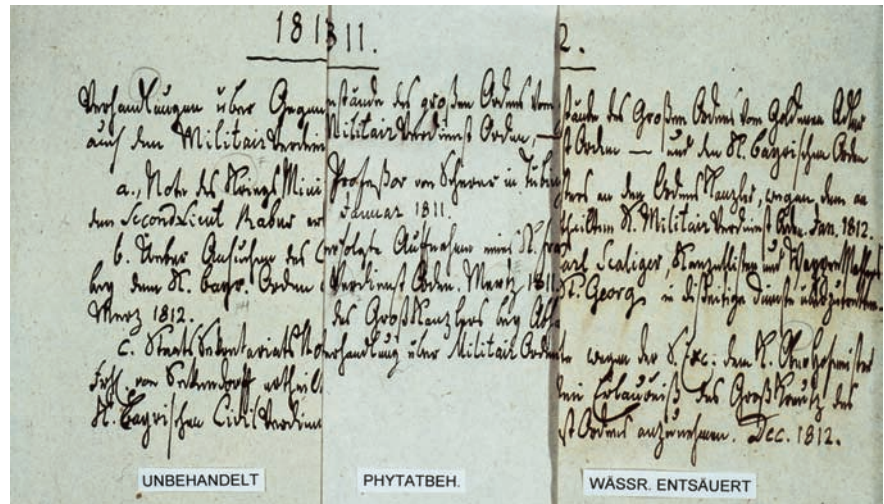


Abb. 3: Manuskripte des 19. Jh; optischer Vergleich der behandelten Papiere

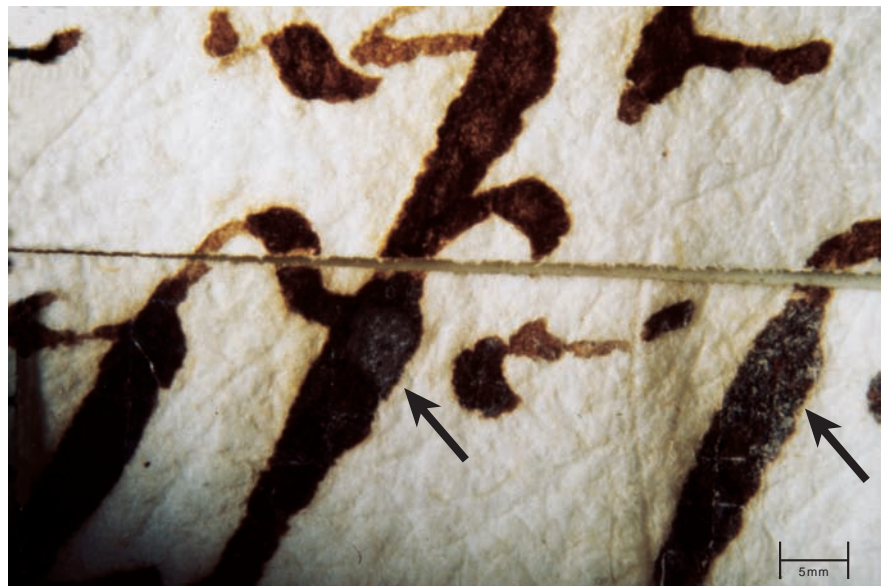


Abb. 4: Vergleich von wässriger Entsäuerung oben und kombinierter Behandlung mit Phytaten unten: die Phytatbehandlung bewirkte weniger Farbveränderung der Tinte, diese weist jedoch weiße kristalline Ablagerungen auf (Pfeile)

Abb. 5:  
Ablagerung von weißen Kristallen  
auf der Tintenoberfläche  
nach einer Phytatbehandlung



#### Literatur

Neevel, J. G.  
Phytate als chemische Inhibitoren von Tintenfraß auf Papier. Postprint Internationale Expertentagung „Tintenfraßschäden und ihre Behandlung“, Ludwigsburg 14./15. April 1997. In Druck.

Reißland, B.  
Neue Restaurierungsmethoden für Tintenfraß auf Papier mit wässrigen Phytatlösungen – Möglichkeiten und Grenzen. Diplomarbeit, Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart, (1997). In Druck.

# Behandlung historischer Tintenfraßrestaurierungen

Tintenfraßschäden wurden in der Vergangenheit häufig unter Verwendung von Kaschiermaterialien restauriert, die über die geschädigten Blätter geklebt wurden. Ein weit verbreitetes Kaschiermaterial war Chiffonseide, die mit Stärkekleister aufgeklebt wurde (Abb. 1). Der Wassergehalt im Kleister führte bei der Kaschierung zum Transport von Tintenbestandteilen und damit zur Ausbreitung des Tintenfraßschadens im Papier. Im Laufe der Alterung entstanden starke Verbräunungen und Risse in diesen Bereichen (Abb. 2 und 3).

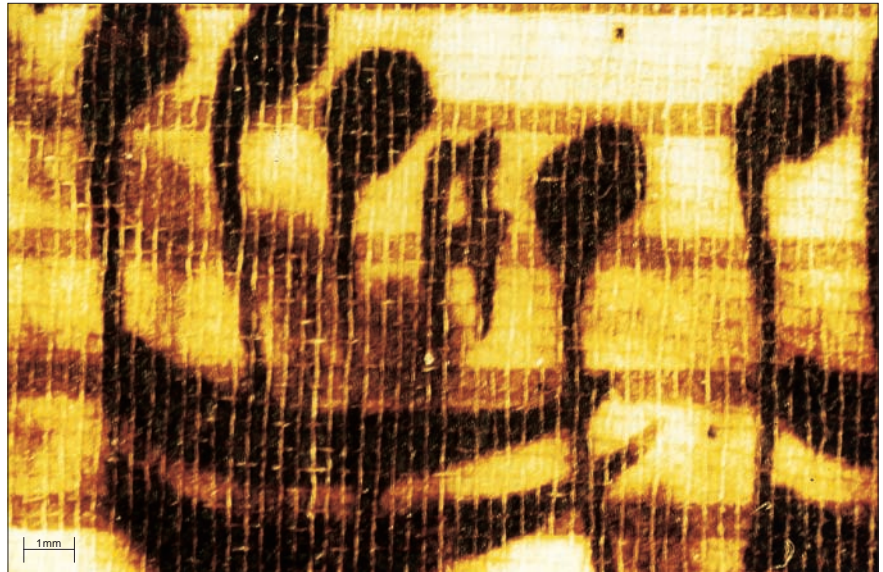


Abb. 1: Detailaufnahme einer mit Chiffonseide kaschierten Notenhandschrift.

Die Kaschierungen müssen in vielen Fällen entfernt werden, da vor allem die Lesbarkeit solcher Papiere stark eingeschränkt ist. Ebenso verhindert die historische Kaschierung die Restaurierung des Tintenfraßes nach heutigem Forschungsstand, nämlich mit Hilfe einer kombinierten Behandlung unter Einsatz von Phytaten und Entsäuerungsmitteln.

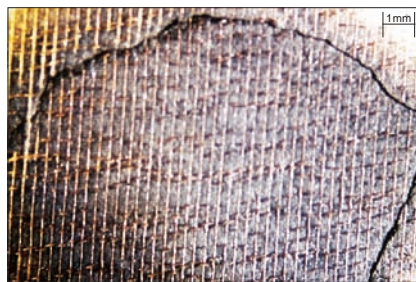


Abb. 2: Detailaufnahme eines mit Chiffonseide kaschierten Probeblattes mit Riß im Papier durch fortgeschrittenen Tintenfraß.

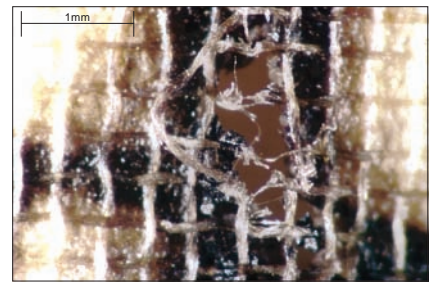


Abb. 3: Detailaufnahme: Mit Chiffonseide kaschiertes Blatt aus dem Taufverzeichnis der Osloer Domkirche (1787); Riß im Papier und in der Chiffonseide durch fortgeschrittenen Tintenfraß.

Um Verklebungen von tintenfraßgeschädigten Papieren abzunehmen, sind rein wäßrige Restaurierungsmethoden ungeeignet, da sie zu einer Ausbreitung des Tintenfraßes beitragen würden. Die Auswirkungen einer restauratorischen Feucht- oder Naßbehandlung sind in nebenstehenden Abbildungen 4–6 an Probenmaterial dokumentiert. Es ist eine gealterte Probentinte vor und nach der Na- bzw. Feuchtbehandlung mit Ausblutungserscheinungen zu sehen.

Um eine schadensfreie Abnahme der Kaschierung zu erzielen, müssen daher weitestgehend wasserfreie Restaurierungsmethoden angewendet werden.

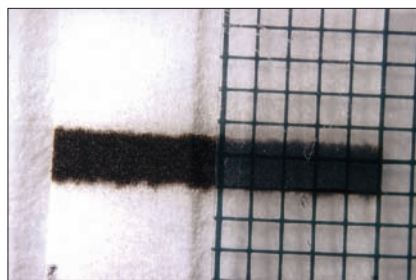


Abb. 4: Künstlich gealterte Linie einer Tintenprobe auf Whatmanpapier (No.1) vor der Behandlung. Das Ausmaß der Migration von Tintenbestandteilen in das Papier läßt sich mit der Millimeterskala messen.

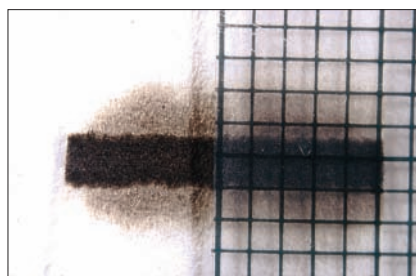


Abb. 5: Linie einer Tintenprobe auf Whatmanpapier (No.1). Ausbluterscheinungen nach der Naßbehandlung; direkter Auftrag eines Enzymgels.

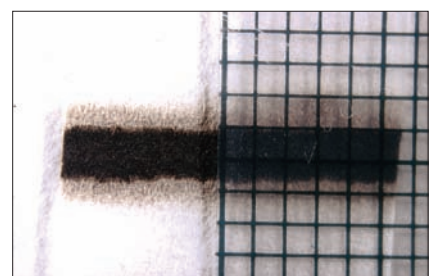


Abb. 6: Linie einer Tintenprobe nach 6 Stunden Feuchtbehandlung in der Klimakammer bei 85% relativer Feuchte.

Es wurde eine wasserarme Restaurierungsmethode entwickelt, die eine schadensfreie Abnahme ermöglicht.

Abb. 7a zeigt schematisch den Aufbau eines Enzym-Gel-Kissens. Das stärkeabbauende Enzym  $\alpha$ -Amylase ist in einem Gel eingebunden, welches auf eine Folie gestrichen wird. Ein dünnes Zwischenträgerpapier verhindert einen direkten Kontakt des Enzymgels mit dem zu behandelnden Objekt. Der Folienrahmen schützt vor dem Ausfließen des Gelmaterials aus dem Aufbau.

(Abb. 7b) Die vier Schichten des Enzym-Gel-Kissens werden mit dem Ausschnitt des Folienrahmens nach unten auf das zu behandelnde Papier gelegt. Das Papier (Abb. 7c) ist mit einer Mischung aus Methylcellosolve (Ethylenglykolmonomethylether, Siedepunkt 125°C, MAK 5 ppm) und Wasser im Verhältnis 70:30 vorgetränkt worden. Ein Ausbluten der Tintenlinien kann durch diese Maßnahme verhindert werden. Die Ablösezeit beträgt zwischen 20 und 40 Minuten.

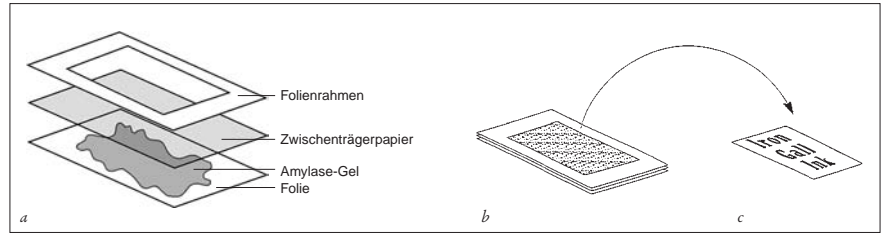


Abb. 7: Schema der Anwendung eines Amylase-Gel-Kissens

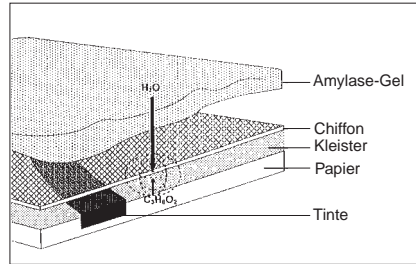


Abb. 8: Mischungsbereich zwischen Wasser ( $H_2O$ ) und Methylcellosolve ( $C_3H_8O_2$ ) in der Chiffonseide-Kleister-Schicht.

Die Amylase entfaltet ihre stärkeabbauende Wirkung in einer Methylcellosolve/Wasser Grenzfläche, in der sich das Wasser ( $H_2O$ ) aus dem Gel mit dem Methylcellosolve ( $C_3H_8O_2$ ) mischt. Der Wasseranteil reicht aus, um den Abbau des Kleisters durch  $\alpha$ -Amylase zu ermöglichen, der Methylcellosolveanteil schützt die Tinte vor dem Ausbluten.



Abb. 9: Ein schwer geschädigtes, chiffonseidenkaschirtes Blatt aus dem Taufverzeichnis der Osloer Domkirche (Norwegisches Nationalarchiv, Oslo) wurde mit der oben beschriebenen Technik restauriert. Das Blatt weist unterschiedliche Tinten auf und ist beidseitig beschrieben. Es hat in den Tintenlinienbereichen Fehlstellen und Risse. Durch die Kaschierung liegt das Blatt stark versprödet vor und ist allgemein sehr fragil.



Abb. 10: Nach der Abnahme zeigt sich die Eisengallustintenbeschriftung kontrastreich und gut lesbar. Ein Großteil der Verbräunungen wurde vom Gel absorbiert. Die Flexibilität des Papiers ist deutlich verbessert.

**Literatur**

Schönbohm, D. Kaschierungen mit Stärkeklebstoffen auf tintenfraßgeschädigten Papierautographen und Möglichkeiten zu ihrer Entfernung, Diplomararbeit, Staatliche Akademie der Bildenden Künste, Stuttgart, (1998).

# Die Entfernung von Ölflecken aus Papier

Fett- und Ölflecken auf Papier stellen oftmals restauratorische Problemfälle dar. Aufgrund ihres wasserabstoßenden Charakters kann ihre Entfernung den extensiven Einsatz von gesundheitsschädlichen Lösungsmitteln erfordern.

Von einer restauratorischen Behandlung ist abzusehen, wenn derartige Flecken mit der Geschichte des betreffenden Objektes verbunden sind. In den meisten Fällen erfahren die Objekte jedoch durch Öl- oder Fettflecken eine störende ästhetische Beeinträchtigung, wozu vielfach eine Versprödung des Papiers hinzukommt. In diesen Fällen ist eine restauratorische Behandlung erforderlich, so bei acht Karten aus einem Homann-Atlas des 18. Jahrhunderts (Abb. 1). Die großflächige Kontamination mit einem Öllack (Öl-Harz-Lack auf Leinölbasis) bedeckt fast die Hälfte des handkolorierten Blattes (30 x 40cm), so daß die Karte in dem betroffenen Bereich unlesbar und extrem brüchig ist.



Abb. 1: Detailaufnahme einer Karte von Rußland von T. C. Lotter mit großflächigem Ölfleck. (Homann-Atlas, Württembergisches Landesmuseum, Stuttgart Bücherinventar 4003)



Abb. 2: Makroskopische Aufnahmen behandelter Papierproben:

a: unbehandelte Probe

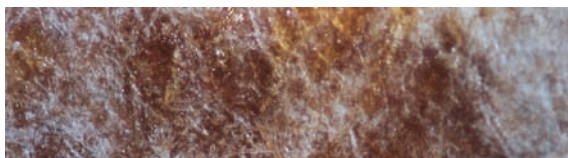


Abb. 2b: nach der Behandlung mit Lipase



Abb. 2c: nach der Verseifung in 5% Ammoniaklösung



Abb. 2d: nach der Lösungsmittelbehandlung mit Butylcellosolve



Abb. 2e: nach der Lösungsmittelbehandlung mit Aceton

## Möglichkeiten zur Entfernung von Ölflecken

Die bestehenden Möglichkeiten der Entfernung von Ölflecken aus Papier wurden im Hinblick auf den Einsatz von Enzymen als Alternative zur Anwendung von Lösungsmitteln und verseifenden Agenzien näher untersucht. Testreihen an Probepapieren mit aufgetropften Leinölflecken gaben Aufschluß über die Erfolgsaussichten der verschiedenen Behandlungsmethoden (Abb. 2). Das Verdauungsenzym Lipase ist im menschlichen und tierischen Organismus für den Abbau von Ölen und Fetten zuständig. Verschiedene Lipasen wurden auf ihre Eignung zum Abbau von getrockneten Ölflecken auf Papier untersucht. Das Ergebnis zeigte, daß Lipasen verhärtete Ölfilme nicht ausreichend abbauen können, so daß der Einsatz dieser Enzyme keine Alternative zum Einsatz von Verseifungsmedien oder Lösungsmitteln darstellt.

Obwohl durch Verseifung der Ölflecken mit Ammoniaklösungen (Abb. 2c) gute Resultate erzielt werden, ist eine solche Behandlung aufgrund der Empfindlichkeit der Farben nicht praktikabel. Aus diesem Grund wurden verschiedene organische Lösungsmittel auf ihre Wirksamkeit zur Anlösung der Ölflecken getestet, wie beispielsweise Testbenzin, Isooctan, Aceton, ein Aceton-Chloroform-Gemisch, Dimethylformamid und Butylcellosolve (Abb. 2d, e)

Das beste Quellverhalten zeigte der Ölfilm in Butylcellosolve. Die Druckfarben und die Kolorierungen waren in dem Lösungsmittel stabil. Butylcellosolve (Ethylenglykolmonobutylether) ist ein Lösungsmittel mittlerer Polarität mit einem Siedepunkt von 171 °C und einem MAK-Wert von 50 ppm (Abb. 3).

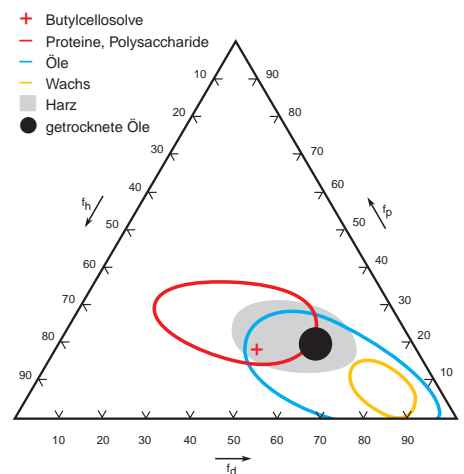


Abb. 3: Butylcellosolve im Lösungsmitteldreieck

## Behandlung der Karte

Durch ein 100minütiges Bad in Butylcellosolve konnte der Öllack weitestgehend aus dem Papier entfernt werden. Das Bad wurde dreimal erneuert, um die Verunreinigungen möglichst vollständig aus dem Papier zu entfernen (Abb. 4).

Um verbliebenes Butylcellosolve aus der Karte auszuwaschen, wurde die Karte anschließend in einem Aceton-Bad gespült.

Wie in Abb. 5b zu sehen ist, hat das Butylcellosolve-Bad die ölhaltigen Flecken entfernt, ohne die Druckfarben und Kolorierungen anzugreifen.

Abschließend wurden die Wasserränder auf dem Saugtisch mit warmem Wasser reduziert und die Karte ganzflächig auf ein dünnes Japanpapier kaschiert (Abb. 7).

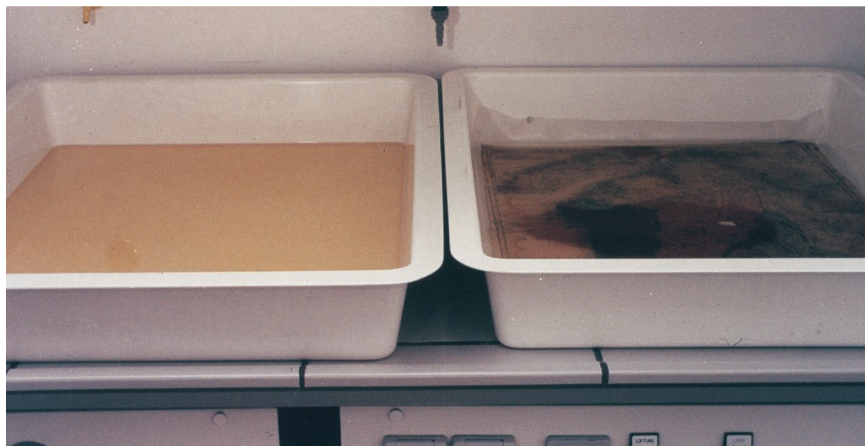


Abb. 4: Butylcellosolvebad der Norwegenkarte;  
links: 1. Bad nach der Behandlung, sichtbar die Verfärbung nach der Herausnahme der Karte;  
rechts: 2. Bad mit eingelegter Karte.

Mit Hilfe des Lösungsmittels Butylcellosolve konnte die stark geschädigte Karte soweit restauriert werden, daß sie wieder uneingeschränkt lesbar und benutzbar ist. Da der Verbrauch an Butylcellosolve mit mehr als 10 Litern für eine Karte sehr hoch ist, empfiehlt es sich, das verunreinigte Lösungsmittel zu destillieren und wieder zu verwenden. Zur Zeit ist keine Restaurierungsmethode verfügbar, mit der trocknende Öle in Gegenwart wasserempfindlicher Farben ohne den Einsatz organischer Lösungsmittel entfernt werden können. Butylcellosolve hat sich als sehr nützliches und zudem wenig giftiges Lösungsmittel für die Entfernung ölhaltiger Flecken herausgestellt.

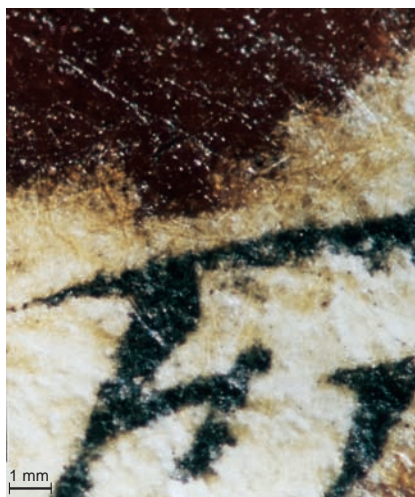


Abb. 5a

Vergrößertes Detail des Ölflecks, Druckfarbe und Kolorierungen vor (5a) und nach (5b) der Lösungsmittelbehandlung.



Abb. 5b

## Literatur

Grube, A.

Die Entfernung von Leinölflecken auf Papier unter besonderer Berücksichtigung von Lipasebehandlungen, Diplomarbeit, Staatliche Akademie der Bildenden Künste, Stuttgart, (1996).

Blüher, A., Grube, A., Bornscheuer, U., Banik, G.

A Reappraisal of the Enzyme Lipase for Removing Drying Oil Stains from Paper  
*The Paper Conservator* 21 (1997): 37–47.

Grube, A., Blüher, A., Hassel, B., Banik, G.

Hochsiedende Lösungsmittel und Enzyme zur Entfernung leinöhlhaltiger Flecken auf Papier. Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes am Beispiel einer mit Öllack kontaminierten Karte aus dem 18. Jahrhundert.  
In: *Zeitschrift für Konservierung und Kunsttechnologie* 11 (1997): 317–324.

Banik, G., Krist, G.

Lösungsmittel in der Restaurierung,  
Verlag der Apfel, Wien, (1984).



Abb. 6: Norwegenkarte (Homann ca. 1730) vor der Restaurierung. (Homann-Atlas, Württembergisches Landesmuseum, Stuttgart, Bücherinventar 4003)



Abb. 7

Norwegenkarte nach der Restaurierung

# Die Restaurierung von Handschriften des 19. Jahrhunderts

## Objektbeschreibung, Problemstellung

Es handelt sich um zwei Objekte einer Sammlung von Handschriften des C. F. Müller Verlages in Karlsruhe.

**Objekt I** liegt in Form loser Blätter oder gefalzter Bögen vor (Abb. 1). Es enthält Schriftstücke verschiedener Art, unterschiedlich in Format, Papierqualität und Schreibstoff.

**Objekt II** ist ein gebundenes Buch (Abb. 2). Der Pappband ist mit einem schwarzen, gestrichenen Papier überzogen. Der Buchblock besteht aus bläulichem Büttenpapier.

Beide Objekte wurden durch einen Wasserschaden in Mitleidenschaft gezogen, der im Zuge von Brandlöscharbeiten verursacht wurde.

Die Folgen der Wassereinwirkung sind:

- starke Oberflächenverschmutzung
- Flecken, Verfärbungen und abgebaute Papiercellulose, bedingt durch Mikroorganismen (Abb. 4)
- Fehlstellen und Risse im Papier als Folge der abgebauten Papierfaser
- stellenweise „Verbacken“ mehrerer Seiten (Abb. 3)



Abb. 1: Eingangsaufnahme gesamt, Objekt I



Abb. 2: Eingangsaufnahme gesamt, Objekt II

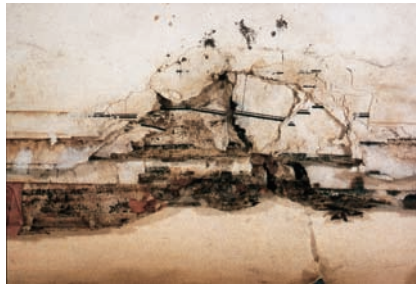


Abb. 3: Objekt I, Detail („verbackene“ Blätter an der äußeren Längskante)



Abb. 4: Objekt I, Detail – Schimmelbefall (Mikroskopaufnahme, 32fache Vergrößerung)

## Bearbeitung

### Auseinanderlösen der „verbackenen“ Seiten und Oberflächenreinigung an beiden Objekten

Aufgrund des Schimmelbefalls werden die „verbackenen“ Seiten unter der Absauganlage mit einem flachen Bambusspatel so weit wie möglich trocken auseinander gelöst. Blätter, die sich so nicht lösen lassen, werden im Wasserbad voneinander getrennt.

Die Oberfläche der Papierbögen wird trocken, mechanisch gereinigt.

Bucheinband und Buchblock von Objekt II werden zerlegt.

Beide Objekte ergeben ein Konvolut von insgesamt 70 Papierbögen.

### Desinfizieren, wässern und entsäuern

Durch Besprühen der einzelnen Blätter mit 70%igem Alkohol-Wasser-Gemisch werden eventuell noch lebende Mikroorganismen abgetötet.

Wässern und entsäuern erfolgen in einer Tauchbeckenanlage, die es ermöglicht, alle 70 Papierbögen auf einmal zu behandeln.

Die in einen Siebtaschenblock eingelegten Blätter werden zuerst in drei mit Leitungswasser gefüllte Becken getaucht, wobei sich Verschmutzungen und Verfärbungen aus dem Papier lösen.

Anschließend entsäuert man in mit Calcium- und Magnesiumbicarbonat angereichertem Wasser. Es wird dadurch gleichzeitig eine alkalische Reserve in das Papier eingebracht.

### Einfärben der Zellulosefasern zur Ergänzung der Fehlstellen im Papier

Die Fehlstellen werden durch Papieranfaserung ergänzt. Da die Blätter sehr unterschiedliche Farbtöne aufweisen, wird gefärbter Eukalyptuszellstoff als Anfasermaterial verwendet. Mit Hilfe der Farbpypamide (Abb. 5) werden die Farbtöne ermittelt. Die Farbpypamide zeigt, wie aus drei Grundfarben, **Gelb** (Sirius Papiergelb\*) **Braun** (Solophenylbronze\*\*) und **Schwarz** (Sirius Papierschwartz\*) verschiedene Farbmischungen erzielt werden.

Vier geeignete Farbmischungen werden ausgewählt:  
Farbe „66“ ... 0 Teile Gelb, 0 Teile Braun, 10 Teile Schwarz  
Farbe „22“ ... 4 Teile Gelb, 6 Teile Braun, 0 Teile Schwarz  
Farbe „11“ ... 6 Teile Gelb, 4 Teile Braun, 0 Teile Schwarz  
Farbe „7“ ... 7 Teile Gelb, 3 Teile Braun, 0 Teile Schwarz

In einem zweiten Arbeitsschritt werden durch Mischen der unterschiedlich gefärbten Zellstofffasern mit weißen, nicht gefärbten Fasern die vier Farbtöne „A“, „B“, „C“ und „D“ (Abb. 6) erzeugt, mit denen alle 70 zu bearbeitenden Papierbögen ästhetisch zufriedenstellend angefasert werden können.

\* Bayer, Leverkusen; beide Farbstoffe werden in wässriger Lösung angesetzt: Gelb 0,1%, Schwarz 0,05%.  
\*\* Ciba-Geigy, Basel; Braun 0,1% in Wasser.

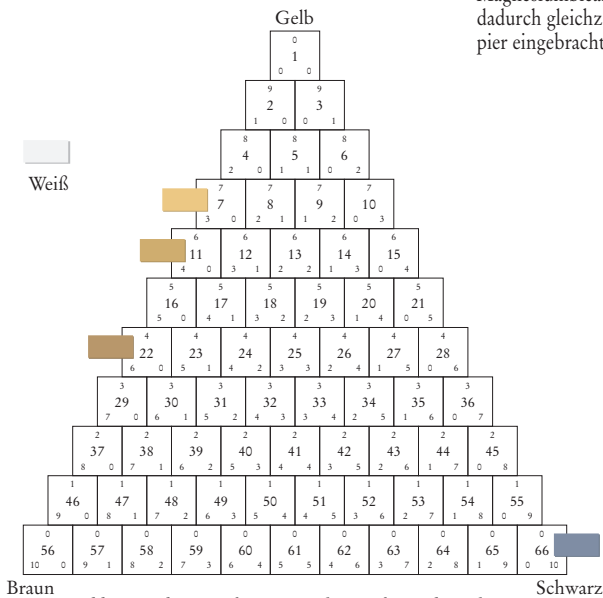


Abb. 5: Farbpypamide zur Berechnung der Farbmischung

Farbton „A“  
6 Teile „7“  
4 Teile „Weiß“

A

Farbton „B“  
1 Teil „22“  
1 Teil „11“  
12 Teile „Weiß“

B

Farbton „C“  
1 Teil „66“  
1 Teil „22“  
0,5 Teile „11“  
6 Teile „Weiß“

C

Farbton „B“  
1 Teil „22“  
1 Teil „11“  
4 Teile „Weiß“

D

Abb. 6: Die vier Farbtöne A, B, C und D



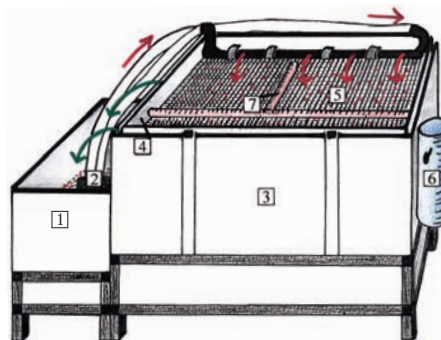
## Das Anfasergerät

Das Arbeiten mit dem Anfasergerät ist sehr effizient, es können bei geringem Zeitaufwand große Mengen an Papierbögen angefasert werden. In diesem Gerät wird Papier erzeugt, wie es im Prinzip auch mit Schöpfsieben von Hand hergestellt werden kann. Es entstehen spannungsfreie, sehr regelmäßige Papiere, die von sehr unterschiedlicher Dicke sein können.

Ein Papier, das an eine Fehlstelle eines Blattes angefasert wird, überlappt das Original nur geringfügig, weist jedoch eine sehr gute mechanische Verbindung mit diesem auf.

Voraussetzung für Fehlstellenergänzung durch Anfasern ist die Widerstandsfähigkeit des Originals gegenüber der dabei nötigen Naßbehandlung.

Abb. 7: Das Anfasergerät von Per M. Laursen



→ Wasser mit  
Papierfasern

••• Fasersuspension in  
der Mischwanne

→ Wasser ohne  
Papierfasern

••• Fasern, die sich am  
Nylonsieb ablagern

- 1 **Mischwanne**; die gewünschte Menge Fasersuspension wird hier eingegossen und von da in die Hauptwanne gepumpt
- 2 **Pumpen mit Schlauchsystem**, welches in die Hauptwanne führt
- 3 **Hauptwanne**; hier findet der Anfaservorgang statt;
- 4 **Sogkasten**, der sich in der Hauptwanne befindet;
- 5 **Tragegitter und Stützgitter**, beim Anfaservorgang liegt das Objekt auf einem feinmaschigen Nylonsieb zwischen Tragegitter und Stützgitter
- 6 **Drucklufthebesystem**; Der Sogkasten kann damit stufenlos auf und ab bewegt werden
- 7 **Hebevorrichtung** zum Hochklappen des Stützgitters, wenn ein Blatt eingelegt und nach dem Anfaservorgang wieder entfernt wird

## Das Anfasern

Die **Haupt- und Mischwanne** werden mit Wasser gefüllt. Die benötigte Faserstoffmenge wird nach der Größe der Fehlstellen und der Papierdicke des anzufasernden Papiers ermittelt. Die in Wasser aufgeschlagenen Cellulosefasern gießt man in die **Mischwanne**. Ein feinmaschiges Nylonsieb wird auf das **Tragegitter** gelegt, darauf werden die zu behandelnden Blätter gegeben. Durch das Papier nicht abgedeckte Bereiche des Nylonsiebes, worauf sich keine Fasern ablagern sollen, werden mit Kunststoffolie abgedeckt. Das **Stützgitter** wird herabgesenkt.

Die **Pumpen** fördern die Fasersuspension in den **Sogkasten** und ergießen diese auf die Blätter. Der Sogkasten befindet sich dabei am Boden der **Hauptwanne** und wird mittels **Drucklufthebesystem** langsam angehoben. Gleichzeitig wird das **Stützgitter** hochgehoben. Durch den entstehenden Sog wird die Fasersuspension an die Fehlstellen gesaugt, wo sich die Fasern ablagern und das Wasser entzogen wird. Dieses fließt zurück in die **Mischwanne**.

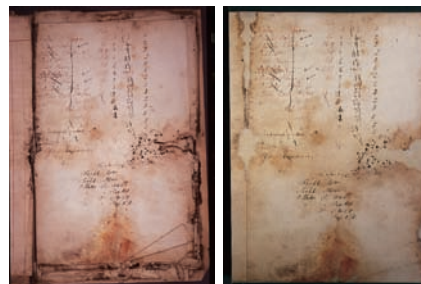


Abb. 8: Zwischenaufnahme Objekt I vor (links) und nach (rechts) dem Reinigen, Wässern und Ergänzen der Fehlstellen



Abb. 9: Objekt I nach dem Reinigen, Wässern und Ergänzen der Fehlstellen

Die angefaserten Blätter werden samt Nylonsieb vom **Stützgitter** genommen, auf einem Saugtisch auf Kunststoffvlies abgegautscht und mit Methylcellulose nachgeleimt.

Zwischen Kunststoffvlies, Löschkartons und Holzpappen werden die Blätter eingepreßt und getrocknet. Sämtliche Blätter werden wie ursprünglich gefalzt und geordnet (Abb. 8 u. 9).

## Arbeiten am Bucheinband von Objekt II

Sämtliche originalen Teile des Bucheinbandes werden wieder verwendet. Pappdeckel, Papp Rücken, Gegenkassierung und Einbandpapier werden gereinigt und mit Alkohol desinfiziert.

Das schwarze Einbandpapier (Abb. 11) wird zur Konsolidierung auf ein mit Acrylfarben schwarz eingefärbtes Japanpapier aufkaschiert.

Die Fehlstellen der Pappdeckel und des Rückens werden mit einer Zellstoffasersuspension auf einem Saugtisch in der originalen Stärke ergänzt. Mit Methylcellulose wird die Ergänzung nachgeleimt und dadurch gefestigt (Abb. 10).

Die Lagen des Buchblockes werden wieder geheftet und mit dem Bucheinband verbunden (Abb. 12 u. 13).



Abb. 10: Zwischenaufnahme Objekt II, Bucheinband, Deckelpappe und Rücken mit ergänzten Fehlstellen



Abb. 11: Bucheinband vor der Restaurierung

### Literatur

Hanington, D.  
*The Colouring of Pulp for Leaf-Casting, Conservation of Historic and Artistic Works on Paper, Proceedings of a Conference Ottawa Canada 3.-7. October 1988, H. Burgess ed., Canadian Conservation Institute, Ottawa (1994): 53-59.*

Laursen, P. M.  
*Beschreibung verschiedener Anfasengeräte, Humlebek, o. J.*



Abb. 12: Endaufnahme Objekt II



Abb. 13: Endaufnahme Objekt II Bucheinband nach der Restaurierung

# Verwendung von Kunststoff-Folien in der Papierrestaurierung

In der Papierrestaurierung wurden in Deutschland zur Festigung von mechanisch geschwächten Papieren bis ca. 1950 nur zwei Methoden angewendet: Einbetten in Ciffonseide oder Pergaminpapier oder einfaches Nachleimen. Die Papieranfaserung war in den 50er Jahren noch weitgehend unbekannt und das Papierspalt-Verfahren wurde nur im Osten Deutschlands eingesetzt. Mit den zu diesem Zeitpunkt aufkommenden und vielversprechenden neuen Kunststoffen ergaben sich neue Möglichkeiten, stark geschädigte Papiere durch Aufbringen von Kunststoffen in Form von dünnen transparenten Folien, schnell und praktisch zu festigen. Es entstand in den 50er/60ern ein regelrechter Kunststoffboom. Die ganzflächige Beschichtung mit einer Kunststoff-Folie bezeichnet man dabei als Lamination. Teilweise stellen diese laminierten Objekte heute Probleme für den Restaurator dar. Er benötigt daher Kenntnisse über die verwendeten Materialien und Verfahren, um die Notwendigkeit einer De-Laminierung und die Möglichkeiten ihrer Durchführung abschätzen zu können.

## Folienmaterialien

- Celluloseacetat
- Polyethylen
- Polyvinylchlorid
- Polyethylenterephthalat
- Polyacrylat

## Applikationsverfahren

### Warmlamination:

- Aufschmelzen der Folie
- Aufsiegeln der Folie mit einem Schmelzkleber

### Kaltlamination:

- Anlösen mit Lösungsmitteln (Aceton bei Celluloseacetat)
- „Trocken-Verkleben“ mit Selbstklebemassen
- Kaschieren mit flüssigen Kaschierklebstoffen

## Vorschäden an Objekten

- Fragmentierung
- Brüchige Substanz
- Wasser-/Schimmelschäden
- Brandschäden
- Tinten- und Farbfraß
- Chemischer Zerfall

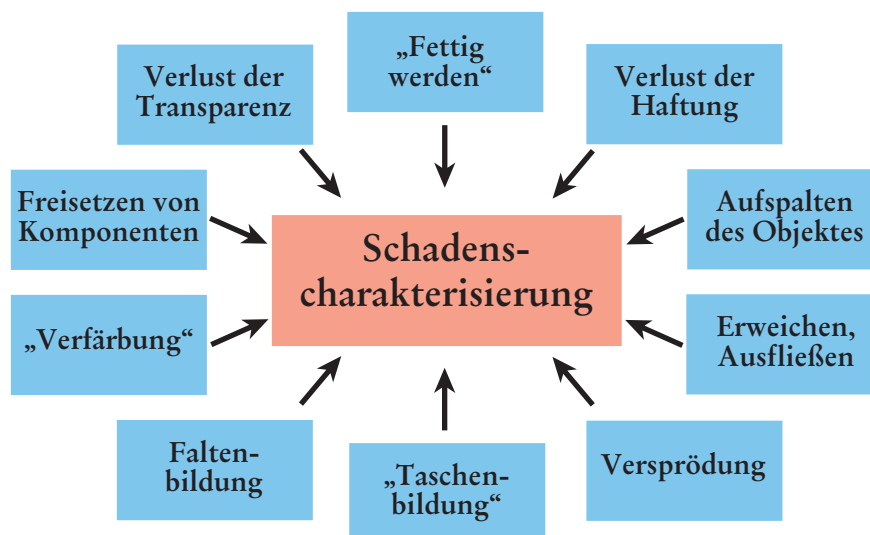


Abb. 1: Einzelne Schadensbilder, die bei der Charakterisierung von Schäden an einem laminierten Objekt zusammentreffen können.

## Schadensfeststellung:

Die Verwendung von Folien führt zu verschiedenen Schadensbildern, die in ihrem Auftreten und ihrer gegenseitigen Beeinflussung noch nicht ausreichend untersucht sind (Abb. 1). Weitere Erforschung ist deshalb noch nötig, um künftige Konservierungs- und Restaurierungsarbeit zu erleichtern.

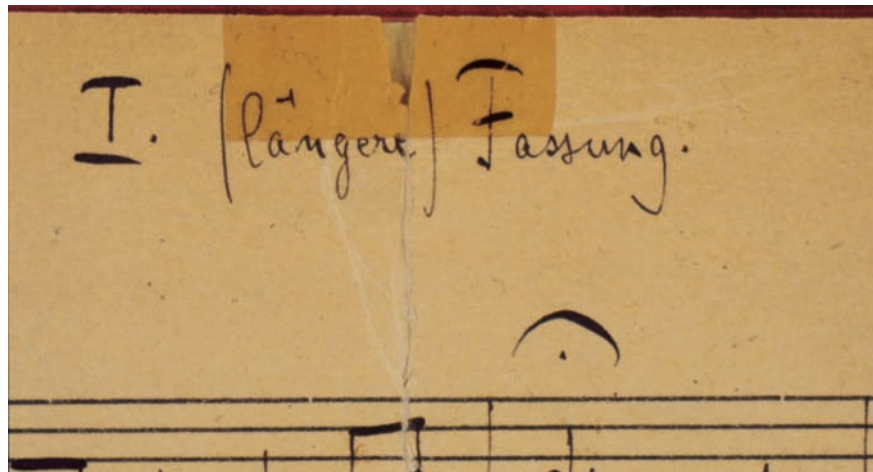


Abb. 2: Musikautograph von Richard Strauss „Der Graf von Rom“ Berlin, 1907. Detailaufnahme eines Folienstückes vor der Abnahme und Restaurierung, (Richard Strauss Archiv Garmisch-Partenkirchen, Inv.-Nr. 218)

## Ablösung von selbstklebenden Kunststoff-Folien in der Papierrestaurierung

In Unkenntnis des Materialrisikos von Kunststoff-Folien und aufgrund der leichten Handhabung und Verfügbarkeit, wurden Selbstklebefolien auch auf wertvollen und wenig vorgeschädigten Einzelstücken angebracht. Die Lamination diente dann lediglich der mechanischen Versteifung des Objekts und als ein oberflächlicher Schutz gegen Verschmutzung und Feuchtigkeit. Die Frage einer De-Laminierung stellt sich vor allem bei Folien aus Polyvinylchlorid, da dieser Kunststoff und die zugesetzten Weichmacher nicht alterungsbeständig sind und bei ihrer Alterung in Reaktion mit dem Objekt schädigend wirken. Die Selbstklebemasse ist ein zusätzliches Problem, da dieses Material als polare, zähe Flüssigkeit vorliegt und daher tief in die poröse Papierstruktur einsinken kann. Eine bereits erfolgte Reaktion mit den Beschreibstoffen ist nicht abschätzbar, und eine Vorprüfung ist aufgrund der vollflächigen, oft beidseitigen Beschichtungen nur begrenzt möglich.

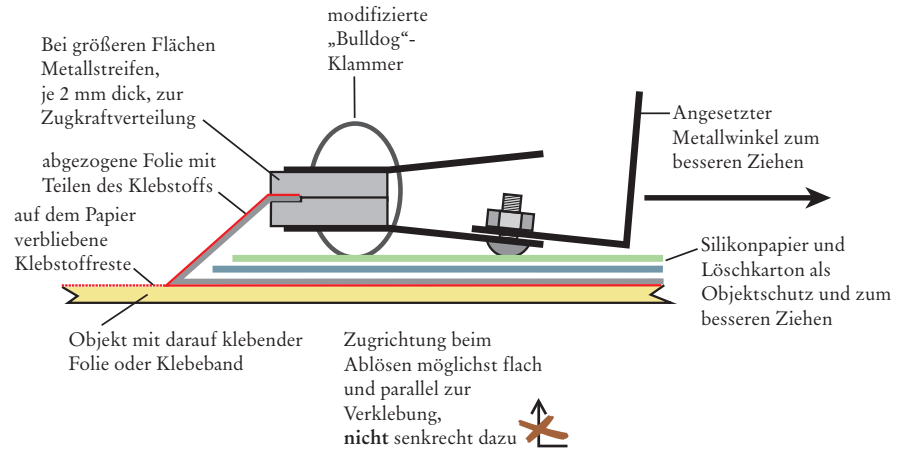


Abb. 3: Klemmkonstruktion zum flachen,  
kontrollierten Abziehen der Folie

## De-Lamination

Zwei teil- bzw. großflächig mit selbstklebenden PVC-Folien laminierte Musikautographen von Richard Strauss (\* 1864, † 1949) wurden erfolgreich abgelöst. Abb. 2 und 4 zeigen ein Detail eines Blattes vor und nach der Restaurierung.

## Arbeitsschritte

- lokaler Einsatz eines warmen Werkzeugs / Warmluft
- flächiges Abziehen der Folie
- Testung der darunterliegenden Beschreib-/Bedruckstoffe
- Reduzierung des Klebstoffs durch manuelles „Abribbeln“ oder durch Lösungsmittel + Sog oder Abnahme weiterer Folienstücke und Klebstoffreduzierung in bewegten Lösungsmittelbädern

## Hinweise

Die Temperaturkontrolle erfolgt mit Indikatorpapieren. Die Abnahme der Folie kann durch eine Klemmkonstruktion im flachen Abzugswinkel und bei konstanter Zugspannung erleichtert werden (Abb. 3).



Abb. 4: Musikautograph von Richard Strauss „Der Graf von Rom“, Berlin, 1907, Gleiches Detail wie in Abb. 2 nach Abnahme der Folie und Restaurierung, Richard-Strauss-Archiv, Garmisch-Partenkirchen Inv.-Nr. 218.

## Literatur

Galinsky, E.  
*Kunststoff-Folien in der Papierrestaurierung 1950–1970 – Schwerpunkt Deutschland, Diplomarbeit, Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart (1998).*

Wächter, O.  
*Die De-Laminierung des karolingischen Evangeliums aus dem Essener Domschatz, Maltechnik-Restaur 93, (1987):34–38.*

Wächter, O.  
*Die Verwendung von Kunststoffen bei der Instandsetzung von Bibliotheksobjekten, Bibliothek, Forschung und Praxis, 12 (1988):278–293.*

# Diplomarbeiten des Studiengangs Restaurierung und Konservierung von Grafik, Archiv- und Bibliotheksgut 1996 – 1998

---

## **Bünthe, Bettina**

*Farbig gestrichene Papiere  
des 14. bis 16. Jahrhunderts  
in der Verwendung als Zeichengrund*  
(1996)

## **Dierks-Staiger, Regine**

*Anwendung von Aerosolen  
zur Konsolidierung von Gouachemalerei  
auf Papier*  
(1996)  
Schriftenreihe des Instituts für  
Museumskunde an der Staatlichen Akademie  
der Bildenden Künste, Band 14,  
K.-W. Bachmann, Hsg., Stuttgart 1997

## **Fürst, Monika**

*Amylasegele zur lokalen Lösung  
von Stärkeverklebungen*  
(1996)

## **Galinsky, Eva**

*Kunststoff-Folien, eingesetzt auf Schriftgut in den  
Jahren 1950 – 1975, Schwerpunkt Deutschland*  
(1998)

## **Garborini, Marie-Yvonne**

*Erstellung eines Konzeptes  
zur konservatorischen Bearbeitung/restauratorischen  
Behandlung der Präsentationsmappen  
und Diapositive aus dem Nachlaß Otl Aicher,  
Archiv der Hochschule für Gestaltung Ulm*  
(1998)

## **Grube, Anika**

*Die Entfernung von Leinölflecken auf Papier  
unter besonderer Berücksichtigung von  
Lipasebehandlungen*  
(1996)

## **Keimer, Barbara**

*Mikroverfilmung von Büchern  
als bestandserhaltende Maßnahme*  
(1996)  
DBI Materialien 154, Deutsches Bibliotheks-  
institut, Berlin 1997

## **Kessler, Annette**

*Anwendung von Aerosolen  
zur Konsolidierung matter Farbschichten  
unterschiedlicher Schadensbilder  
unter Berücksichtigung des Eindringverhaltens  
des Konsolidierungsmittels*  
(1997)

## **Pataki, Andrea**

*Färbung der Ausgangsmaterialien  
von „rekonstituiertem Pergament“ mit  
lichtechten synthetischen Farbstoffen*  
(1997)

## **Reißland, Birgit**

*Neue Restaurierungsmethoden für Tintenfraß  
auf Papier mit wässrigen Phytatlösungen –  
Möglichkeiten und Grenzen*  
(1997),  
in: Tintenfraßschäden und ihre Behandlung,  
Gerhard Banik, Hartmut Weber Hrsg.,  
Werkhefte der Staatlichen Archivverwaltung  
Baden-Württemberg, Serie A, Landesarchiv-  
direktion, Kohlhammer, Stuttgart, in Druck

## **Saur-Aull, Barbara**

*Konstruktion und Einsatz  
einer Lichtbleichbank*  
(1996)

## **Schönbohm, Dirk**

*Kaschierungen mit Stärkeklebstoffen  
auf tintenfraßgeschädigten Papierautographen  
und Möglichkeiten zu ihrer Entfernung*  
(1998)

## **Schwarz, Ingrid**

*Vorgefertigte Amylasegelkompressen zur  
lokalen Lösung von Stärkekleisterverklebungen*  
(1998)

## **Weik, Cornelia**

*Einfluß des Luftvolumens auf das  
Mikroklima in Bilderrahmen  
bei Temperatur- und Feuchteschwankungen*  
(1997)

## **Westphal, Susanne**

*Die konservatorische Bestandsaufnahme der  
photographischen Sammlung Dr. Rolf H. Krauss  
in der Graphischen Sammlung  
der Staatsgalerie Stuttgart*  
(1997)

## **Zimmern, Friederike**

*Erarbeitung und Anwendung der Technik  
des Board Slotting im Vergleich zu anderen  
restauratorischen Maßnahmen bei abfallenden  
Deckeln und Rücken an Büchern des 19. Jahr-  
hunderts*  
(1998),  
DBI Materialien,  
Deutsches Bibliotheksinstitut, Berlin,  
in Druck

## **Zysk, Adelheid**

*Celluloseveränderungen  
an naß-trocken Grenzflächen*  
(1996)