

# Neu Methoden in der Papierrestaurierung: Fixierung loser Partikel

Robert Fuchs

Historisches Schriftgut ist manchmal nur noch fragmentarisch erhalten. Die konservatorisch richtige Aufbewahrung von diesen oft sehr brüchigen Materialien stellt ein besonderes Problem dar. Zwei neu entwickelte Geräte: Buchsaugtisch und automatisches Folien-schweißgerät werden kurz vorgestellt.

Ein viel größeres Problem stellen brüchige farbige Malschichten in Büchern, auf Wand, Skulptur, Möbel und Textil dar. Die Farbschichten zeigen oft durch unterschiedliche Schadensmechanismen Risse und Verwerfungen auf. Die Farbschichten stehen in Schollen ab, pulvern regelrecht ab und sind auf immer verloren.

Die Buchmalerei ist durch die reichhaltigsten Verwendung verschiedenster Farbmittel (Pigmente, Farbstoffe) und die Anbringung der Malschichten auf einem flexiblen Träger wie Pergament, Papyrus und Papier, der beim Blättern immer verformt wird, besonders gefährdet.

Eine einmal mechanisch verletzte Oberfläche kann durch das Bewegen der Blätter immer stärker geschädigt werden. Manchmal ist der mechanische Schaden durch einen Unfall ausgelöst worden, bspw. bei einem prominenten Beispiel durch eine beim Faksimilieren auf die Handschrift gefallene Kamera. Der Schaden kann auch durch harte Kanten gegenüberliegender Seiten oder durch hervorstehende Nägel des Holzdeckels, nachdem der Spiegel aus Neugierde entfernt wurde, hervorgerufen werden. Aber auch innere Schäden der Farbschichten, bspw. durch eine vom Buchmaler falsch aufgebaute Malschicht, kann der Auslöser für das Aufbrechen und Abplatzen von Farbmittel sein.

Weitere Beschädigungen können durch chemischen Zerfall der Farbmaterialien oder durch Fraß der Farb- und Bindemittel erzeugt werden. Durch falsche Behandlung oder falsche Lagerung können die in Farbschichten eingeschlossene Luftblasen aufplatzen.

Viele byzantinische Buchmalereien zeigen starke Schädigungen, da durch das flächige Einstreichen des Pergaments vor der Bemalung Spannungen zwischen Malschicht und Untergrund entstehen lassen. Bei zu großen Klimaschwankungen arbeitet die Malschicht gegen den Maluntergrund und die Farbschichten platzen ab. Durch die Verwendung falscher Bindemittel mit verringerter Elastizität können ebenfalls Risse und Krazüturen entstehen. Nicht völlig eingetrocknete Schichten mit noch klebriger Oberfläche können mit der gegenüberliegenden Seite oder mit dem Schutzblatt verkleben und aus der Oberfläche gerissen werden.

## Farbpartikelfixierung

Daher war schon in vergangener Zeit immer wieder versucht worden, die losen Farbschichten wieder verzukleben. Bisher wurde dies folgendermaßen durchgeführt:

Flächige Behandlung der Oberfläche:

Flächiges Übersprühen mit Fixiermitteln  
(Airbrush, Fixierspritze)  
Flächiges Einpinseln

Partielle Festigung nur am Rand und unter den losen Farbpartikeln:

Mit dem Pinsel  
Mit der Kanüle einer Einmalspritze

Als Festigungsmittel wurden die unterschiedlichsten Chemikalien verwendet, die durch ihre negativen Eigenschaften heute keinesfalls mehr verwendet werden sollten:

Kunstharze  
Epoxiharze  
Firnislack  
Wachs  
saurer Pergamentleim  
gehärtete Gelatine

Diese Festigungsmittel zeigen Veränderungen an den originalen Farbschichten. Sie sind zum einen nicht reversibel und zum anderen zeigen sie durch Alterung oder schon beim Auftragen eine Verfälschung des originalen Eindrucks und rufen häufig auf Daür weitere Schäden hervor.

So erzeugen die Fixiermittel mit einem höheren Brechungsindex eine Farbvertiefung, die häufig die Malerei "schöner" erscheinen läßt. Doch dadurch ist die Farbwirkung gegenüber der Intention des Malers völlig verschoben. Eine völlige Farbveränderung kann auch durch die Reaktion eines sauren oder basischen Fixiermittels (saurer Pergamentleim) mit säure- oder laugenempfindlichen Farbstoffen entstehen. Planzliche Farbstoffe reagieren meist wie Indikatorfarbstoffe und können von rot nach grün oder blau etc. umschlagen.

Zudem wird beim flächigen Auftrag die Oberfläche des Maluntergrundes bspw. das Pergament mit einer Schicht überzogen, die zusätzliche Spannungen in das System bringt. Solcherart behandelten Seiten können sich im Laufe der Zeit verwerfen und sich nach einer Seite zusammenrollen, wobei nicht selten die Farbschichten abplatzen bzw. zumindest reißen.

Ein weiteres Problem ist das mechanische Einbringen von Fixiermitteln an losen Farbpartikeln. Beim Berühren einer völlig losen Farbscholle mit einem mit der Festigungslösung getränkten Pinsel haftet sie häufig am Pinsel und nicht mehr auf dem Malgrund. Es ist ein großes Problem, diese Farbscholle wieder in das originale Gefüge einzubringen. Sie saugt sich am Pinsel mit der Flüssigkeit voll und bleibt eher dort kleben, als sich an einen anderen Ort transferieren zu lassen. So kann man in manchen derart behandelten Handschriften bemerken, daß Teile der gemalten Flächen verschoben sind, besonders auffällig ist dies an einem verschobenen Gesicht.

Beim Eintrocknen von zu dick verwendeter Gelatine können Bläschen zurückbleiben, die wie Seifenbläschen farbig schillern und die Wirkung der Malerei beeinträchtigen.

## Neuentwicklung

Um diese vielfältigen Probleme zu lösen, wurde zuerst ein Fixiermittel gesucht, das auf Daür weder Schäden noch Farbveränderungen hervorruft. Durch viele Versuche an originalgetreu rekonstruierten Farbmustern und durch das Studium der mittelalterlichen Farbrezepte fand sich ein Bindemittelgemisch, das sich hervorragend für die Fixierung eignet und sich für fast alle Buchmal-farbmittel eignet.

Wie schon erwähnt, sind Buchmalereifarbmittel auf einem biegsamen Maluntergrund wie Papier, Papyrus oder Pergament gebunden. Beim Blättern der Bücher werden die einzelnen Seiten immer verformt. Daher müssen die Farbmittel in äußerst dünnen Schichten vermalt und mit einem sehr elastischen Bindemittel gebunden werden. Die Untersuchung der Malmaterialien, Bindemittel und deren Schädigungen ist schon des längeren Thema unserer Forschung.

Die Untersuchung der Klebeeigenschaften von verschiedenen Klebemitteln für Möbel wurde im Studienbereich Holzrestaurierung an der Fachhochschule Köln in einer Diplomarbeit genau untersucht (Andrea Habel-Schablitzky: Fischblasenleim - Geschichte und Eigenschaften sowie Anwendung in der Holzrestaurierung). Es stellte sich dabei heraus, daß bei richtiger Verarbeitung Hausenblase die ideale Klebeverbindung für Holz ist, da sie überaus elastisch ist. Die Schwimmblase der Störfisches besteht überwiegend aus Proteinen. Daher muss beachtet werden, daß beim "Kochen" des Hausenblasenleimes die Temperatur nie über 45-50 C steigt. Oberhalb dieser Temperatur werden die Proteinketten denaturiert und die Klebkraft wird um ein Vielfaches reduziert. Die beste Klebkraft hat die heute allerdings kaum mehr erhältliche Saljansky-Hausenblase.

## Fixiermittel

Die im Handel erhältliche trockene Hausenblase wird über Nacht oder mindestens zwei Stunden in Wasser vorgequollen und dann bei 40-45°C unter Rühren zu einem Leim "geschmolzen". Es entsteht ein weißlicher Leim, der im Unterschied zu Fischleim, der aus Fischabfällen gewonnen wird, nur leicht nach Fisch riecht. Häufig wird behauptet, daß dieser Leim nur warm weiterverarbeitet werden kann. Dies ist jedoch nicht der Fall, da man ihn zumeist stark verdünnt anwenden kann. Die Klebefähigkeit des Leimes ist außerordentlich stark, er hat jedoch eine höhere Standzeit, d.h. er benötigt eine gewisse Zeit um abzubinden. Daher erscheint ein bspw. 10%iger Leim beim Klebetest zwischen zwei Finger schwächer im Vergleich zu Gelatine, Pergamentleim oder anderen Klebemitteln. Aber nach mehr als einer halben Minute bindet die Hausenblase jedoch sehr gut ab. Diese Standzeit kann bei Verklebungen durchaus positiv genutzt werden.

Die Verarbeitung als Bindemittel mit Farbmitteln wird häufig gescheut, da der warme Leim in einer zu hohen Konzentration beim Anreiben auf der Glasplatte stockt. Als Bindemittel reicht jedoch meist die geringe Konzentration von ca. 1-3% völlig aus. In dieser Konzentration kann auch der kalte Hausenblasenleim ohne Schwierigkeiten verarbeitet werden. Nach dem Trocknen sind die Pigmente sehr gut und vor allem elastisch gebunden. Zudem fällt auf, daß in Hausenblase gebundene Farbmittel in ihrem Farbwert fast dem ungebundenen Farbpulver gleichen. Der niedrigere Brechungsindex der Hausenblase verursacht also keine optische Farbvertiefung und erscheint deshalb als Fixiermittel geeignet zu sein. Tests mit rekonstruierten Mustern von vielen im der Buchmalerei Farbmitteln, die nachträglich mit Hausenblase behandelt wurden, bestätigten diese Annahme. Dieses Bindemittel ist seit dem Mittelalter verwendet worden und ist demnach in seiner Langzeitwirkung bestens bekannt, was man von modernen Fixiermitteln wie bspw. den Kunstharzen nicht behaupten kann.

Beim Studium vieler originaler Farbrezepte des Mittelalters fällt immer wieder auf, daß Hausenblase oftmals zusammen mit Tragant gemischt wurde. Bei der Rekonstruktion und Analyse der Mischungen ergab sich, daß Tragant zwar keine besondere Bindekraft hat, aber auf die Mischung emulgierend wirkt. So konnte nach verschiedenen Versuchen ermittelt werden, daß ein Gemisch von 3%iger Hausenblase mit 0.3% Tragant sogar im Kühlschrank über Tage gelagert werden kann und immer noch flüssig bleibt.

Wird diese Mischung weiter verdünnt (2:1 oder 1:1 mit Wasser), ist die Klebekraft immer noch hervorragend und vor allem sehr elastisch. Selbst völlig locker aufliegende Schollen lassen sich so dauerhaft und farblich unverändert festigen. Der pH-Wert von Hausenblase liegt bei 6 und verursacht daher für die meisten Anwendungen keine Säure/Base-Reaktionen und somit chemische Farbveränderungen. Nur einige wenige Farbmittel wie mit Kreide gebundener Indigo oder stark saure Farbmittel auf Papier können leichte Veränderungen zeigen. Die auf gekalktem Pergament vermaltten Farbmittel zeigen sonst keine Farbveränderung, da sie im Verlauf der Zeit sowieso mit dem alkalischen Pergament zu relativ neutralen oder schwach basischen Farbmitteln reagiert haben.

Vor einer Anwendung sollten im Normalfall dennoch immer zuerst die in der Handschrift verwendeten Farbmittel untersucht werden, um eine mögliche negative Reaktion auszuschließen.

## Technische Verfahren

Als nächstes mußte ein Verfahren gefunden werden, bei dem bei der Fixierung die bröcklige Oberfläche nicht mehr berührt werden muss. Nur dann ist gewährleistet, daß man beim Festigen die lockeren Farbpartikel nicht mehr verschiebt.

Eine erste Entwicklung war die Verwendung eines Glasfadens. Zu äußerst dünnen Glasfäden ausgezogene Glasstäbe wurden in einen Halter montiert. Diese äußerst elastischen Glasfäden können die Oberfläche nicht verkratzen, da sie bei zu großem Druck eher zerbrechen.

Dies kann bspw. bei Metallstiften (Kanülen) oder Pipetten geschehen. Die Glasfäden werden in die Fixiermittellösungen getaucht und der daran hängenbleibende Tropfen an die Kante der losen Partikel gebracht, ohne daß der Glasfaden die Oberfläche berührt. Durch Kapillarkraft zieht das Bindemittel unter den Partikel und klebt ihn wieder fest. Diese Manipulation muss unter der Stereolupe oder der Stirnlupe gemacht werden. Nachteilig erwies sich jedoch, daß das Fixiermittel nicht nur an der Spitze des Glasfadens hängen blieb, sondern auch an anderen Stellen des Fadens. Wenn der Tropfen nicht an der Spitze hängen bleibt, muss er wieder vom Glasfaden abgeschüttelt werden und ein neuer Tropfen aufgenommen werden. Dies ist bei der Manipulation unter der Stereolupe äußerst hinderlich, da man den Faden außerhalb des Blickfeldes der Lupe in die Festigungslösung tauchen muss und erst kurz über dem Objekt, d.h. kurz vor der Anwendung sieht, wo der Tropfen hängt.

### Technische Neuentwicklung

Für die Verklebung von Mikrochips in elektronischen Schaltungen wird von der Industrie ein Druckluftregelungsgerät mit Nachtropfautomatik verwendet, das mit dem Fuß gesteuert, immer gleichmäßige Klebetropfen erzeugt (Vertrieb: Fa. BELO).

Das Gerät regelt über ein elektrisch steuerbares Ventil die angeschlossene Druckluft und gibt sie dosiert an eine Kunststoffspritze weiter. Die Einmalspritzen sind aus mehreren Teilen zusammengesetzt. Der Gummikolben wird nicht wie bei den üblichen Einmalspritzen per Hand bewegt, sondern durch die Druckluft gleichmäßig nach vorne gepreßt. Hierbei fließt eine gleichmäßig dosierte Flüssigkeitsmenge aus der an der Spitze aufgeschraubte Kanüle.

Durch Regelung des elektrischen Impulses, der das Druckluftventil steuert, lassen sich so an der Kanüle gleichmäßig größere oder kleinere Tropfen erzeugen. Durch einen Fußschalter werden diese Impulse ausgelöst, so daß man beide Hände zur Manipulation frei hat. Durch Regelung des Luftdruckes kann man hoch und nieder viskose Flüssigkeiten aus der Spritze drücken. Der Druckimpuls selbst läßt sich so steuern, daß er entweder unterschiedlich getaktet oder auf Dauer eingestellt ist.

Der Dauerimpuls läßt eine stete Flüssigkeitsmenge aus der Kanüle fließen. Wird die Kanüle gleichmäßig über eine Oberfläche geführt, entsteht so ein gleichmäßiger Klebstoffstrang. Wird der getaktete Impuls gewählt, entsteht dabei eine Reihe von regelmäßigen Tropfen. Die Größe der Tropfen wird über die Länge des Impulses und den Druck reguliert. Die elektronische Nachtropfautomatik steuert den Druck zusätzlich derart, daß der Gummikolben sehr gleichmäßig bewegt wird und nach dem Druckabbau nicht zurückweichen kann. Dadurch werden die an der Kanüle gebildeten Tropfen nach dem Impulsende, d.h. nach dem Druckabfall nicht wieder kleiner.

Mithilfe der Fußsteuerung lassen sich mit diesem Gerät an der Kanüle auch immer gleichgroße Einzeltropfen bilden. Das ermöglicht eine bequeme Manipulation unter dem Stereomikroskop, da die Kanüle immer im Blick-

feld bleibt. Beide Hände stehen für die Restaurierung zur Verfügung, da die Impulse zur Erzeugung von immer neuen Klebetropfen mit dem Fuß ausgelöst werden.

Zur Fixierung von losen Farbpartikeln muss die Farbfläche zuerst hydrophilisiert werden, damit der angesetzte Tropfen Klebstoff aufgesaugt wird und unter die Scholle fließt. Dies kann mit dem Pinsel und einem Tropfen Alkohol erfolgen oder indem man von vorne herein zur Klebstoffmischung etwas Ethanol mischt.

### Vorteile dieser Methode

Ein großer Vorteil dieser Klebemethode liegt neben der praktischen Applikation und Manipulation in der Aufbewahrung der Fixiermittel im Kühlschrank. Die Kunststoffspritzen werden am hinteren Ende mit dem beweglichen Gummikolben und vorne durch eine aufschraubbare Spitze verschlossen. Dadurch sind sie ziemlich luftdicht abgeschlossen und es bildet sich auch über Wochen hinweg kein Schimmel. Selbst die sehr schimmelfälligen Methylcellulose-Derivat-Lösungen sind so leicht aufzubewahren. So kann man für Verklebungen immer ein Vorrat verschiedener Klebemittel anlegen. Das ist für eine Werkstatt von großem Vorteil, wenn nicht ständig Festigungen oder andere Verklebungen durchgeführt werden.

Die dünnen Kanülen müssen jedoch nach der Benutzung immer gereinigt und trocken aufbewahrt werden, damit sie nicht verkleben. Es können jedoch auch aufgrund der geringen Kosten immer wieder neue verwendet werden.

### Anwendungsbeispiele

Die Festigung von stark abstehenden Farbschollen an einem altägyptischen Mumienpektoral der Kölner Papyrussammlung stellte eine besondere Herausforderung dar. Im Rahmen einer Diplomarbeit (Katrin Janis: Lösen von Papyrusschichten eines Ägyptischen Mumienpektorals bei Erhaltung und Konservierung der Malschicht) wurde die Kartonage des Pektorals unter der Erhaltung der Malschicht gelöst. Die Malschicht war auf einen sehr wenig gebundenen Stuckgrund aus Gips und Kalk gemalt. Durch Alterung waren die Malschichten stark geschrumpft und die Malschicht aufgeplatzt und die Ränder klafften wie bei einer Wunde stark auseinander und waren in sich zusammengerollt.

Zur Fixierung wurden die Ränder der Schollen nur mit einem Tropfen der genannten Fixierlösung berührt. Das Fixiermittel schlüpfte sofort unter die Malschicht, welche innerhalb weniger Sekunden die Flüssigkeit aufnahm und durch Quellung die ursprüngliche Größe wieder annahm. Dadurch legten sich die hochstehenden Schollenränder wieder in ihre horizontale Lage zurück und der aufgeplatzte Riß schloß sich wie von Zauberkraft völlig. Noch feucht überlappten sich die Kanten geringfügig. Beim Eintrocknen des Fixiermittels war jedoch nur noch unter dem Mikroskop zu erkennen, daß einst ein Riß in der Oberfläche klaffte. Selbst locker aufliegende Farbpartikel wurden ohne eine Verschiebung wieder befestigt. Nie haftete ein Partikel an der Kanüle und wurde somit verschoben, da nur der Klebetropfen mit den Schollen in Berührung gebracht

wurde. Um schon verschobene Partikel wieder in die richtige Lage zu bringen, konnten sie mit der feinen Kanüle nachmodelliert werden. Die gequollenen Schollen schwimmen anfangs im Fixiermittel und können dann leicht verschoben werden. Zu einem späteren Zeitpunkt ist es dann nicht mehr möglich. Diese Technik erfordert daher etwas Erfahrung, die jedoch leicht zu erwerben ist.

Häufig ist die Fixierung von völlig gesplitterten Oberflächen so gut, daß man nach dem Verkleben mit dem bloßem Auge nicht sehen kann, daß die Partikel schon fest sitzen. Selbst mit einem harten Pinsel kann man sie jedoch nicht mehr abbürsten. Da die Oberfläche hinterher genauso aussieht, wie zuvor, ist diese Festigungsmethode sicherlich die bisher konservatorisch am besten geeignete.

### **Kiedricher Graduale Codex A**

Eine weitere Anwendung war die Festigung der stark beschädigten Miniaturen des Kiedricher Graduale von 1300. Das Graduale wurde in einer Diplomarbeit (Kerstin Forstmayer, Die Restaurierung des Kiedricher Graduales (Codex A) unter besonderer Berücksichtigung der Tesafilmverklebung und abpulvernden Malschichten) untersucht und restauriert. Die Farbmaterialien wurden mit naturwissenschaftlichen Methoden völlig zerstörungsfrei analysiert und danach Farbmuster gefertigt. An diesen Farbmustern wurde die Verträglichkeit des Festigungsmittels (Hausenblase mit Tragant) ermittelt und diese Erfahrungen auf die Festigung der gebrochenen Farbschichten übertragen. Es stellte sich heraus, daß leichte Farbveränderungen nur bei mattschwarzer Russtusche zu erwarten waren. Da in den Miniaturen vor allem die Goldgrundsichten gebrochen waren und gefestigt werden mußten, war die Festigung ohne Probleme möglich.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten der beschriebenen Technik ist im Verkleben von Papier zu suchen. Überall dort, wo kleine Mengen Klebstoff appliziert werden sollen ist der Dosierapparat gut einzusetzen. Als Beispiel sei hier nur die Montage von Graphiken erwähnt.

### **Montage von Grafiken**

Bei der Montage von Graphiken mithilfe von Japanpapier-Fälzchen werden Methylcellulose-Derivate verwendet. Die Alkylcelluloselösung muss bei jeder Montage neu angemischt werden, da sie üblicherweise selbst bei Aufbewahrung im Kühlschrank schnell schimmelt. Die Lagerung der Methylcellulose in der verschlossenen Kunststoffspritze ist über Monate hinweg im Kühlschrank möglich; durch die Verschußspitze und den Gummikolben ist die Klebemischung weitgehend luftdicht abgeschlossen und stabil. So liegt die für die Montage benötigte kleine Menge Klebstoff immer bereit. Bei der Montage hat sich auch bewährt, daß auch die Montage mit breiten Streifen sehr leicht möglich ist, da die Klebepunkte sehr dosiert gesetzt werden können.

Der Vortrag sollte auf drei neue Methoden der Papierrestaurierung aufmerksam machen. Er wird in

einer der nächsten Nummern der RESTAURO veröffentlicht werden.

### **Literatur zu diesem Thema:**

Robert Fuchs: Nolite manuscripta cruciare sed conservate potis. Überlegung zur Konservierung mittelalterlicher Buchmalerei, in: Maltechnik-Restaur 93.2, München 1987, S. 39 - 49.

Renate van Issem, Robert Fuchs: Probleme bei der Restaurierung mittelalterlicher Buchmalerei: Konservierung - ein Va-banqü-Spiel?, Preprint der IADA-Tagung vom 5.10.-9.10.1987, Berlin 1987, Nr. 17.

Renate van Issem, Robert Fuchs: Konservierung mittelalterlicher Buchmalerei. Schaden oder Nutzen?, Preprints des 3. Hessischen Restauratoren-treffens, 8.10. - 9.10.1988 in Schlitz, Bad Salzschlirf 1989, 9 S.

Robert Fuchs, Renate van Issem, Doris Oltrogge, Gertrud Schenk: Glas oder Kunststoff? Zur Konservierung der Italafragmente der Deutschen Staatsbibliothek in Berlin (DDR), in: RestauRO 96.4, München 1988, S. 285 - 291.

Robert Fuchs, Doris Oltrogge: L'utilisation d'un livre de modeles pour la reconstitution de la peinture de manuscrits - aspects historiqüs et chimiqüs. In: Actes du Colloqü de CNRS "Pigments et Colorants de l'Antiquite et du Moyen-Age", Orleans 1988, Paris 1990, S. 309-323.

Robert Fuchs, Ralf Mrusek, Doris Oltrogge, Die Entstehung der Handschrift - Materialien und Maltechnik. In: Petrus von Ebulo, Liber ad honorem Augusti sive de rebus Siculis, Eine Bilderchronik der Stauferzeit aus der Burgerbibliothek Bern. Hrg. Th. Kölzer und M. Stähli, Sigmaringen 1994, S. 275 - 285.