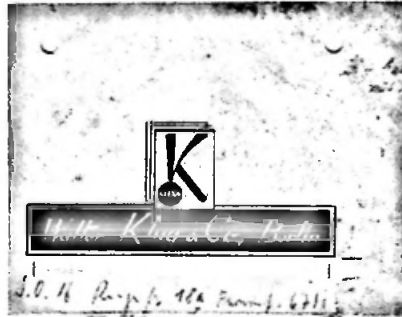


Alterung von Papier

Zur Alterung von Papier und daraus abzuleitende Materialanforderungen an Schutzumhüllungen



Beschreibung:

Die wesentlichen Gründe für den vorzeitigen Zerfall von historischem Sammlungsgut aus Papier und Karton sind bekannt. Eine entscheidende Ursache ist die hydrolytische Spaltung der Grundsubstanz dieser Werkstoffe - der Cellulose - durch katalytische Einwirkung saurer Verbindungen, die durch Produktionsprozesse in die Materialien eingebracht wurden. Die Cellulosemoleküle werden depolymerisiert, wodurch in einem fortgeschrittenen Stadium die aus Cellulose aufgebauten Fasern an Festigkeit verlieren. Massenhaft betroffen von dieser Abbaureaktion sind nach 1850 gefertigte Papiere durch die Einführung der sauren Harzleimung für die Aluminiumsulfat $(Al_2(SO_4)_3)$ eingesetzt wurde.

Man spricht in diesem Fall nach G. Dessauer (1980) von endogenen Schadensursachen. Neben der säurekatalysierten Spaltung der Cellulose unterliegt das Material in seiner Gesamtheit Oxidationsprozessen, die durch geringe Konzentrationen produktionsbedingt eingetragener katalytisch wirksamer Übergangsmetallionen, z.B. Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} erheblich beschleunigt werden können. Kritisch in diesem Zusammenhang sind eingegengte oder geschlossene Wasserkreisläufe in der Zellstoff- und Papierproduktion, durch die anorganische und organische Verbindungen im Wasser angereichert und verstärkt in Zellstoffe oder Papiere eingetragen werden.

Reaktionsfähige Schadstoffe können auch als atmosphärische Pollutanten auftreten. Sie werden von Papier oder Karton absorbiert und leiten - je nach Zusammensetzung der aufgenommenen Substanzen - hydrolytische und/oder oxidative Abbauprozesse ein. Diese durch die äußeren Bedingungen gesteuerten sogenannten exogenen Abbauprozesse werden überwiegend durch Schwefeldioxid (SO_2) und Stickoxide (NO_x) aber auch durch Stäube verursacht.

Die technologische Entwicklung der Papierindustrie hat es möglich gemacht, sehr alterungsbeständige Papier- und Kartonqualitäten im Sinne chemischer und physikalischer Dauerhaftigkeit zu erzeugen. Für ungestrichene Papiere wurden Normen geschaffen (ANSI Z 39.48, 1984, DIN ISO 9706, 1995), in denen neben Grundanforderungen an die mechanische Festigkeit die Stoffzusammensetzung alterungsbeständiger Druck- und Schreibpapiere festgelegt ist. Demnach müssen alterungsbeständige Papiere folgende Kriterien erfüllen:

- Das Papier muss frei von ungebleichtem Zellstoff bzw. von verholzten Fasern sein. Holzschliff oder Halbzellstoffe sind daher als Faserrohstoffe ausgeschlossen.
- Das Papier darf nur einen geringen Gehalt an leicht oxidierbaren Materialien enthalten, der durch die Kappa Zahl bestimmt wird.
- Das Papier muss einen alkalischen Füllstoff - eine alkalische Reserve - von mindestens 2 % Kalziumkarbonat enthalten.
- Der pH im Kaltwasserextrakt muss zwischen 7,5 und 10 liegen.

Diese Stoffnormen machen es dem Verbraucher zumindest in begrenzter Weise möglich, die Alterungsbeständigkeit eines Papiers zu überprüfen. Im Sinne einer Kostenreduzierung zukünftiger Bestandserhaltungsmaßnahmen sind Sammlungen heute angehalten, die Materialauswahl für präventive Schutzmaßnahmen durch Umhüllungen entsprechend den geltenden Normen durchzuführen und darauf hinzuwirken, dass nicht alterungsbeständige Papiere, wie z.B. Recyclingpapiere, nach Möglichkeit nicht in die Bestände gelangen. Interessanterweise nicht durch diese Normen festgelegt sind Grenzkonzentrationen für im Papier vorhandene Übergangsmetallionen, obwohl diese als hochwirksame Oxidationskatalysatoren den oxidativen Abbau von Cellulose stark beschleunigen und zur Alterung von Papier und Karton erheblich beitragen. Damit ist zur Zeit ein wichtiger Aspekt zur Gesamtbeurteilung der Alterungsbeständigkeit ungestrichener Druck- und Schreibpapiere einer Überprüfung entzogen.

Ebenfalls nicht erfasst durch nationale und internationale Normen zur Alterungsbeständigkeit sind gestrichene Papiere. Zwar sind bei den gestrichenen Papieren die Rohpapiere überwiegend entsprechend den Normen für alterungsbeständige Papiere gefertigt, der eigentliche Informationsträger bei Dokumenten auf gestrichenem Papier ist aber eine auf diesem Rohpapier befindliche Schicht aus Pigmenten und Bindemittelsystemen. Zur Alterungsbeständigkeit dieser Schicht, insbesondere der verwendeten Bindemittel, gibt es keine gesicherten Daten. Einschlägige Forschungsarbeiten in diese Richtung sind kaum bekannt. Nachdem heute ein zunehmender Anteil von Dokumenten auf gestrichenen Papieren in Archive gelangt, wäre es im Sinne der Kostenreduzierung für zukünftige Bestandserhaltungsmaßnahmen an der Zeit, dass sich die Forschung diesem völlig brach liegenden Thema zuwendet und Kriterien für alterungsbeständige, gestrichene Papiere festlegt.

Neben der Stoffzusammensetzung ist die Konstanz der Klimabedingungen, denen Papiere oder Karton während ihrer Lagerung in Magazinräumen ausgesetzt sind, entscheidend für deren Alterungsverhalten. Die technologische Forschung konnte einerseits zeigen, dass sogar holzhaltige, sauer gefertigte Papiere dann eine durchaus beachtliche Beständigkeit haben, wenn die Klimabedingungen - Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit - unter denen sie gelagert sind, den Normbedingungen entsprechen und weitestgehend konstant gehalten werden können.

Andererseits wies J. Hofenk de Graaff (1994) nach, dass Papier- und Kartonqualitäten, die bezüglich ihrer Stoffzusammensetzung den Normen für alterungsbeständiges Papier voll entsprechen, nicht die erwartete Alterungsbeständigkeit aufweisen, wenn sie zyklischen Klimaveränderungen ausgesetzt sind.

Demnach ist festzuhalten, dass für die Haltbarkeit von Papier und Karton die Konstanz der Klimabedingungen eine entscheidende Voraussetzung darstellt.

Die Frage, ob Umhüllungen einen aktiven Schutz für Sammlungsgut bieten können, kann grundsätzlich bejaht werden. Voraussetzung dafür ist, dass das Hüllmaterial in chemischer Hinsicht inert und mit den Materialien kompatibel ist, die es umhüllt oder mit dem es in direktem Kontakt steht.

A. Haberditzl (1992) hat die wesentlichen Gesichtspunkte für die Schutzverpackung von Archiv- und Bibliotheksgut folgendermaßen zusammengefasst:

- Jegliches Archiv- oder Bibliotheksgut ohne Einband benötigt eine das Objekt vollständig umschließende Schutzverpackung.
- Sachgerechte Verpackung von Archiv- und Bibliotheksgut bildet einen hervorragenden Schutz und kann dessen Lebensdauer vervielfachen.
- Nicht sachgerechte Verpackung kann, selbst bei sonst idealen Aufbewahrungsbedingungen, zum Zerfall von Archiv- und Bibliotheksgut erheblich beitragen.

Umhüllungen schützen das Sammlungsgut gegenüber atmosphärischen Schadstoffen und sollen auch Schwankungen des Raumklimas in Bezug auf das umhüllte Gut dämpfen. Beim Umhüllen von Archivmaterial kommt es nicht primär darauf an, dass die Umhüllung selbst alterungsbeständig ist, sondern vielmehr darauf, dass sie die über Luft und Wasserdampf transportierbaren Schadstoffe aufnimmt und reaktionsunfähig macht. Schadstoffe, wie z.B. Schwefeldioxid (SO₂), Stickoxide (NO_x), Chlorverbindungen, Kohlenwasserstoffe, aber auch feinste Stäube unterschiedlichster Zusammensetzung können über die Umgebungsatmosphäre an das zu schützende Sammlungsgut herangetragen werden. Sie können dieses aber nur dann erreichen, wenn sie das Hüllmaterial durchdringen.

Eine Umhüllung muss so gestaltet sein, dass sie zunächst den notwendigen mechanischen Schutz des Sammlungsguts gewährleistet und den Eintrag von feinsten und zum Teil katalytisch wirksamen Staubteilchen verhindert. Zusätzlich soll sie auch durch ihre Stoffzusammensetzung zumindest für einen bestimmten Zeitraum sicherstellen, dass eindringende gasförmige Schadstoffe von ihr absorbiert werden.

Zur Zeit finden kaum Diskussionen über die Möglichkeiten der Weiterentwicklung von Schutzumhüllungen statt. Entwicklungsbedarf besteht insbesondere in der Bereitstellung kostengünstigerer Umhüllungen, die gute Schutzwirkung für das Sammlungsgut bieten. Entwicklungsmöglichkeiten liegen auch in zusätzlichen, in die Papiermasse einzubringenden Substanzen, die Schadstoffe effektiver binden können. Veredelung von Papier mit dem Ziel zusätzlicher Schutzfunktionen, beispielsweise gegen Schimmelbefall, ist technisch möglich.

Literatur:

Auszug aus: „Bestandserhaltung - Werkstoffe - Technologie“ Prof. Dr. Gerhard Banik (Herausgeber) Staatliche Akademie der Bildenden Künste Studiengang Restaurierung u. Konservierung von Graphik, Archiv- u. Bibliotheksgut 70736 Fellbach.

Dessauer, G. „Die endogenen und exogenen Alterungsursachen beim Papier und Möglichkeiten des Papiermachers, alterungsbeständige Papiere zu erzeugen“, Das Papier 34 (1980): 249-255.

Haberditzl, A. „Kleine Mühen - Große Wirkung - Maßnahmen der passiven Konservierung bei der Lagerung, Verpackung und Nutzung von Archiv- und Bibliotheksgut“, in: Bestandserhaltung in Archiven und Bibliotheken, H. Weber (Hrsg.), Verlag W Kohlhammer, Stuttgart (1992): 71-89.

Hofenk de Graaff J. H. „Browning: Research into the Cause of Browning of Paper Mounted in Mats“, in: Contributions of the Central Research Laboratory to the field of conservation and restoration, Amsterdam (1994): 21-42.

Farbstoffe und optische Aufheller

Ihr Einfluss auf die Alterungsbeständigkeit von Papier

Beschreibung:

Farbstoffe reflektieren aus einem Lichteinfall die zu einer bestimmten Farbe gehörende Wellenlänge. Die Reflexion aller sichtbaren Wellen des Lichts ergibt weiß. Sie werden dem Papierfaserstoff als Lösung oder Pigmentsuspension für die Weissfärbung und zur Herstellung farbiger Naturpapiere zugegeben. „Das Bild oben zeigt ein typisches Beispiel eines vergilbten Passepartout“.

Die verschiedenen Farbstoffe verlieren mit der Zeit unterschiedlich stark diese gezielte Reflexions-Eigenschaft. Abhängig von der Farbstoffart sowie der Intensität und Dauer der Lichteinwirkung führt dies zu einer Farbveränderung oder Verlust an ursprünglicher Farbdichte. Die Lichtechtheit eines Farbstoffs bezeichnet den Umfang der Farbveränderung, ausgedrückt mit einem Faktor zwischen 1 (schlecht) und 8 (sehr gut) nach der Wollskala.

Da also jeder Farbstoff durch Energieeinwirkung sich mehr oder weniger stark verändert, gibt es zwar eine gute oder schlechte Lichtechtheit aber keine absolute.

Optische Aufheller sind Substanzen (Farbstoffe), die unsichtbare UV-Strahlen in sichtbares Licht reflektieren und dadurch die optische Weiße des Papiers also den Helligkeitseindruck verbessern. Auch diese Eigenschaft nimmt mit der Zeit und unter Energieeinwirkung ab. Optische Aufheller sind instabil und darum nicht lichtecht.

Aus vielen Gründen werden nahezu alle Papier- und Kartonqualitäten gefärbt. Auch Weiß ist eine Farbe, die von bläulich bis rötlich nuanciert (gefärbt) sein kann. Damit neigen alle reinweißen und gefärbten Papiere mehr oder weniger zum Vergilben, d.h. zur Farbverschiebung nach gelb. Es gibt also kein farbstabiles oder lichtechtes Papier, sondern Qualitäten, die weniger oder mehr vergilben. Die Bezeichnung „lichtecht“ hat nur zusammen mit dem Lichtechtheitsfaktor eine Bedeutung.

Die Lichtechtheit eines hochwertigen Passepartoutkartons liegt zwischen 3 und 6 nach der Wollskala.

Die Ursache der Vergilbung ist also zunächst eine Veränderung der Farbstoffwirkung. Eine Schädigung der Faser findet dabei nicht statt.

Wenn jedoch das Papier oder der Karton innere Schadstoffe enthält wie ligninhaltige Faserstoffe, Säuren (z.B. Alaun), oder keinen Schutz (Alkalipuffer) gegen die von außen kommenden Säuren wird die Papierfaser angegriffen. Auch dies führt zunächst zu einer Farbverschiebung in Richtung gelb und wird Vergilbung genannt. Diese Farbveränderung ist gleichzeitig eine wesentliche Beeinträchtigung der Alterungsbeständigkeit von Papier und Karton, da hierbei die Festigkeit des Materials zunehmend Schaden leidet.

Fazit:

- Vergilbungen, die auf Veränderungen der Farbstoffe zurückzuführen sind, haben alleine keinen Einfluss auf die Alterungsbeständigkeit von Papier und Karton. Dies gilt auch für hochweiße Papiere und Kartons die durch optische Aufheller aufgehellt wurden.
- Bei der Zerstörung der Papierfaser durch Schadstoffe von innen oder außen ist eine Alterungsbeständigkeit nicht gegeben. Die Vergilbung ist eine Nebenerscheinung.
- Ein Passepartout- und Montagekarton schadstofffrei hergestellt und gepuffert, mit entsprechenden Farbstoffen leicht gefärbt (Pastell) ist ohne Einschränkung alterungsbeständig und hat eine Lichtechtheit von 3-4 nach der Wollskala.
- Naturweiße Papier- und Kartonqualitäten ohne optische Aufheller sind in der Regel wesentlich farbstabiler als gefärbte bzw. optisch aufgehellte.

Weitere Informationen wie rechtsverbindliche Qualitätsgarantie, Zertifikate unabhängiger Prüfeinrichtungen und Hinweise zur Verarbeitung stehen im Internet unter klug-conservation.de bereit.

© KLUG-CONSERVATION, 2010; Die Angaben in diesem technischen Datenblatt basieren auf unseren Kenntnissen und Erfahrungen in der Praxis. Wegen der Fülle möglicher Einflüsse bei der Verarbeitung und Anwendung sind eigene Tests unerlässlich. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung bestimmter Verarbeitungseigenschaften kann aus unseren Angaben nicht abgeleitet werden. Irrtümer und Änderungen sind vorbehalten.

1. Einführung

Im Jahr 1839 wurde die Daguerreotypie, das erste kommerziell erfolgreiche fotografische Verfahren, in Paris vorgestellt. Seither hat sich die Fotografie, nicht nur was technologische Aspekte angeht, ständig weiterentwickelt. Die richtige Identifizierung der fotografischen Verfahren ist sehr wichtig für durchzuführende konservatorische und restauratorische Behandlungen, für die Archivierung/Inventarisierung und Datierung der Objekte. Bei Unsicherheiten sollte man daher eine/n qualifizierte/n Fotorestaurator/in zu Rate ziehen. Die Vielfalt an Materialien, der man bei der Erhaltung dieser Archivgüter gegenübersteht ist groß. Im folgenden werden zunächst die wichtigsten fotografischen Verfahren vorgestellt.

1.1 Aufbau von Fotografien

Der technische Grundaufbau ist bei fast allen fotografischen Verfahren (Positiv, Negativ, Diapositiv) identisch: es gibt einen Träger (Papier, Glas, Kunststoff wie Zellulosenitrat und Polyester) auf dem sich die Emulsion befindet – der Träger der Bildinformation. Diese setzt sich aus dem Bindemittel (z.B. Albumin – Hühnereiweiß beim Albuminpapier, Gelatine) und der lichtempfindlichen bildzeugenden Substanz (Silberhalogenide, Farbstoffe) zusammen. Je nach Verfahren kommen noch weitere Schichten dazu: z.B. die Barytschicht zwischen Emulsion und Träger, aus Bariumsulfat beim Barytpapier (DOP-Gelatinesilberpapier, s/w), mehrere Kunststoffschichten beim PE-Papier, Schutzschichten bei Filmmaterialien.

1.2 Fotografische Positivverfahren

Technik/Zeitraum	Träger	Farbton	Oberfläche	Zusatz
Albuminpapier 1850 – ca. 1920	Papier	gelbbraun, helle Partien oft gelblich	glänzend, häufig mit feinen Haarrissen überzogen	häufig verblasst/vergilbt, starke Neigung zum Einrollen, Papierfasern des Trägers unter dem Bindemittel sichtbar
POP-Gelatinesilberpapier 1885 – ca. 1920	Papier	schokoladenbraun, mit Goldtonung purpur	glänzend, matt oder strukturiert, Aussilbern möglich	Aristopapier oder Printing-Out-Papier/Auskopierpapier, keine Papierfasern sichtbar
DOP-Gelatinesilberpapier (Barytpapier) 1890 - heute	Papier	warmschwarz bis blauschwarz, mit Schwefeltonung braun	glänzend, matt oder strukturiert, Aussilbern häufig sichtbar	von 1890 – 1950 auch als Gaslicht- oder Veloxpapier bezeichnet, Entwicklungspapier, keine Papierfasern sichtbar
Barytpapier, Farbe 1942 – 1970	Papier			chromogenes (farbstoffbildendes) Verfahren, Entstehung von Magenta-, Gelb-, und Cyanfarbstoffen durch den Entwicklungsprozess
DOP-Gelatinesilberpapier (PE-Papier) 1970 - heute	Papierträger, beidseitig mit Kunststoff beschichtet	warmschwarz bis blauschwarz, mit Schwefeltonung braun	glänzend, matt oder strukturiert	Papierträger beidseitig mit Kunststoff beschichtet, keine Papierfasern sichtbar
PE-Papier, Farbe 1970 - heute	Papierträger, beidseitig mit Kunststoff beschichtet			chromogenes (farbstoffbildendes) Verfahren, Entstehung von Magenta-, Gelb-, und Cyanfarbstoffen durch den Entwicklungsprozess
Cibachrome- bzw. Ilfochromeverfahren 1964 - heute	Polyester			Trägermaterial Polyester, Silberfarbstoffbleichverfahren

1.3 Fotografische Negativverfahren

Technik/Zeitraum	Träger	Farbton	Oberfläche	Zusatz
Gelatintrockenplatte ca. 1878 bis heute	Glas	neutralgrau	Oberfläche halbmatt	verwendet als Negativ und Diapositiv
Zellulosenitratfilm 1889 – ca. 1955	Zellulosenitrat	Silberbild schwarz, Träger neutralgrau/gelblichbraun/bernsteinfarben	halbmatt, Rückseite glänzend	leicht entflammbar, evtl. Geruch von Salpetersäure, evtl. Bezeichnung „Nitrate“ am Rand, verwendet als Negativ, Diapositiv und Kinofilm (35 mm)
Azetatfilm 1920 - heute	Zellulosedi- und triazetat	Silberbild schwarz, Träger hellgrau/farblos	halbmatt, Rückseite glänzend	evtl. Bezeichnung „Safety Film“ („Sicherheitsfilm“), evtl. Geruch von Essigsäure bei älteren Filmen, verwendet als Negativ, Diapositiv und Kinofilm
Farbnegativprozess 1938 - heute	Zellulosedi- und triazetat			chromogenes (farbstoffbildendes) Verfahren, Entstehung von Magenta-, Gelb-, und Cyanfarbstoffen durch den Entwicklungsprozess
Farbdiapositivprozess 1936 - heute	Zellulosedi- und triazetat			chromogenes (farbstoffbildendes) Verfahren, Entstehung von Magenta-, Gelb-, und Cyanfarbstoffen durch den Entwicklungsprozess
Polyesterfilm	Polyethylente-	Silberbild schwarz, Träger	halbmatt, Rückseite	schwer entflammbar, als Negativ und Diapo-

1950 - heute	rephthalat	hellgrau/farblos	glänzend	sitiv
--------------	------------	------------------	----------	-------

2. Schadensbilder

2.1 Positivverfahren

So komplex wie der Aufbau von Fotografien ist, so vielfältig sind auch die Schadensbilder. Ursachen können endogene und exogene Faktoren sein. Zu den endogenen Faktoren zählen die physikalischen und chemischen Eigenschaften der verwendeten Materialien, die einen starken Einfluss auf die Stabilität besitzen. Als exogene Schadensursachen sind ungünstige klimatische Aufbewahrungsbedingungen, ungeeignete Verpackungsmaterialien, unsachgemäße Handhabung und zu helle Beleuchtung zu nennen. Generell ist zu sagen, dass bei hoher Luftfeuchte und hoher Temperatur Abbauprozesse der bilderzeugenden Materialien und der übrigen Komponenten wesentlich beschleunigt werden.

Bei Positiven sind Schäden wie Risse, Knicke, Fehlstellen hervorgerufen durch unsachgemäße Handhabung und/oder Aufbewahrung zu nennen. Fehlstellen können aber auch durch unsachgemäßes Ablösen einer Fotografie von einem Karton entstehen, vor allem dann wenn ein nicht wasserlöslicher Klebstoff verwendet wurde. Auch Beschriftungsmaterialien können zu Schäden an Fotografien führen: Stempel und ein zu harter Bleistift können sich auf die Vorderseite durchdrücken.

Klimaschwankungen können zur Schichtablösung führen, d.h. die Emulsion löst sich vom Träger ab. Verlust der Bildinformation ist die Folge, da die abgelöste Emulsion sehr fragil ist. Bei der Rahmung von Positiven ohne Passepartout oder Abstandshalter kann durch Kondensationsfeuchte im Rahmen zum Ankleben der Emulsion an das Rahmenglas kommen und in Folge zum Verlust der Bildinformation durch den Abbau der Schicht. Bei zu hoher Luftfeuchte (ab 60%) ist die Gefahr eines Schimmelbefalls stark erhöht.

Fingerabdrücke auf der Emulsion können irreversibel oxidieren. Erkennbar ist dies an einer orangefarbenen Verfärbung in diesem Bereich (*Abb. 1*).

Durch oxidierende Schadstoffe wie Peroxide oder Schwefelverbindungen werden, in der Regel irreversible, Veränderungen der bilderzeugenden Materialien hervorgerufen. Es kommt zu einer Oxidation der Bildsilberteilchen. Dieser Vorgang wird durch Wärme und Feuchtigkeit beschleunigt. Es entstehen frei bewegliche Silberionen, die in der Folge wieder zu metallischem Silber reduziert werden können. Geschieht dies an der Emulsionsoberfläche, so entsteht ein metallisch/silbrig glänzender Belag, besonders in den dichten/dunklen Bereichen sichtbar, der als Silberspiegel oder Aussilberung bezeichnet wird. Bei PE-Papier ist nach Einwirkung von Peroxiden eine Vergilbung zu beobachten (*Abb. 2*), ebenso können rötlich Punkte entstehen, die sogenannten Redox-Flecken.



Abb. 1: Aussilberung und Oxidation durch einen Fingerabdruck auf einer Gelatinetrockenplatte (K.B. Hendriks, Fundamentals of Photograph Conservation)



Abb. 2: Verfärbung eines PE-Papiers nach Einwirkung von Peroxiden, aus: www.iaq.dk/image/rc_photos.htm, Morten Ryhl-Svendsen, 2001, Original Photo by John Lee, National Museum of Denmark

Die oben erwähnten Schadstoffe können von Verpackungsmaterial, Archivmöbeln, Bodenbelägen und Wandfarben abgegeben werden. Aber auch durch lignin- bzw. holzhaltige Materialien, wie z.B. Passepartouts kann es zu gelblich/bräunlichen Verfärbungen der Fotografien kommen.

Bei chromogen entwickelten Farbabzügen treten sowohl bei Lichteinwirkung als auch bei der Aufbewahrung im Dunkeln Farbveränderungen auf, verursacht durch die chemische Instabilität des Materials, d.h. der verwendeten Farbstoffe und ungünstige Klimabedingungen. Bei zu viel Lichteinwirkung ist ein Blaustich zu beobachten, da Magenta und Gelb im Licht schneller ausbleichen als Cyan. Bei dunkler Lagerung entsteht häufig ein Rotstich, da die blauen und gelben Farbstoffe im Dunklen instabiler sind als der Magentafarbstoff. Beschleunigt wird dieser Prozess vor allem durch hohe Temperaturen und hohe Luftfeuchte.

2.2 Negativverfahren

Hier sind ähnliche Schadensbilder zu beobachten. Durch unsachgemäße Aufbewahrung und Handhabung können Glasbruch und Fehlstellen bei Glasplattennegativen verursacht werden. Schichtablösung, verursacht durch Klimaschwankungen, kann ebenfalls auftreten.

Bei Pergamintüten besteht die Gefahr, dass bei zu hoher Luftfeuchte das Pergamin wellig wird und einen Abdruck in der Emulsion hinterlässt. Der Kontakt der Emulsion mit dem Boden einer ligninhaltigen Box bzw. eines ligninhaltigen Umschlags oder eines schwefelhaltigen Klebstoffes kann durch die darin enthaltenen Schadstoffe zu Aussilberungen führen (*Abb. 4*). Falsche Beschriftungsmaterialien (Fineliner, Filzstift etc.) können sogar durch einen Umschlag bzw. eine Hülle hindurch diese Veränderung hervorrufen (*Abb. 3*).

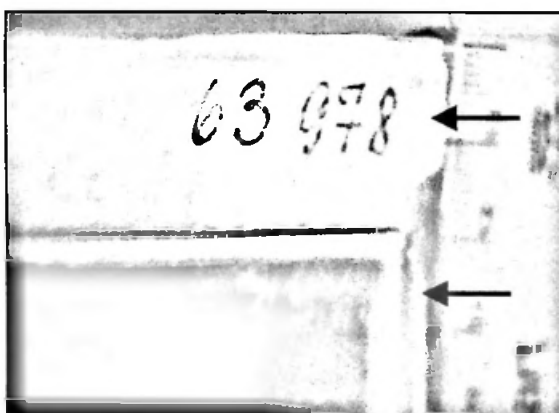


Abb. 3: Aussilberung im Bereich der Beschriftung (Pfeile), verursacht durch die Migration der im Beschriftungsmaterial enthaltenen Schadstoffe durch das Hüllmaterial

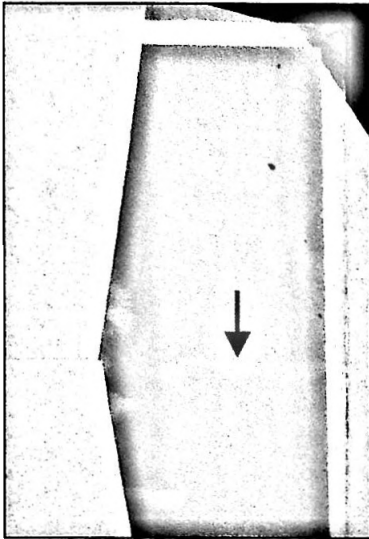


Abb. 4: Aussilberung im Bereich der Klebekante (Pfeil), verursacht durch den Kontakt der Emulsion mit einem ligninhaltigen Umschlag, aus: www.iaq.dk/silvermirror/Gallery, Giovanna Di Pietro, April 2002

Bei chromogen entwickelten Diapositiven lassen sich dieselben Schadensphänomene wie bei chromogen entwickelten Farbpositivmaterialien feststellen.

Zellulosenitratfilme sind aufgrund der chemischen Instabilität des Materials vom Zerfall betroffen (Abb. 5). Das Trägermaterial besteht aus nitrierter Baumwolle, die mit Kampfer als Weichmacher versetzt wurde. Beim Zersetzungsprozess entstehen Stickstoffdioxide, welche sich mit Feuchtigkeit zu Salpetersäure verbinden. Beschleunigt wird dieser Prozess durch zu warme und feuchte Klimabedingungen. Bei der Verpackung dieser Filme in Kunststoffhüllen, können die entstehenden Abbauprodukte nicht entweichen, wodurch die Zerstörung wesentlich verstärkt wird. Bei fortschreitendem Abbaugrad weist der Träger eine gelbliche oder bernsteinfarbene Verfärbung auf. Der Träger verformt sich und wird sehr brüchig. Die Gelatineemulsion und das Bildsilber werden ebenfalls angegriffen. Die Emulsion wird erweicht und klebrig, das Bildsilber bleicht aus. Die entstehenden Schadstoffe wirken sich auch zerstörend auf benachbarte Materialien aus.

Das Trägermaterial von Azetatfilmen besteht aus Zellulosedi-, Triacetat. Der Zersetzungsprozess wird als "Vinegar Syndrom" (Essigsäure Syndrom) bezeichnet, da beim Abbau Essigsäure entsteht. Die Zersetzung von Azetatfilm erkennt man an der Schrumpfung, Verwerfung und dem Brüchigwerden des Trägers. Die Emulsion kann sich vom schrumpfenden Träger abheben (Abb. 6). Bezeichnend ist auch der Essiggeruch. Die Abbauprodukte können auch zum Ausbleichen von Farbmaterialien beitragen.



Abb. 5: Zersetzung eines Nitratfilmes, Deformierung des Trägers, Verfärbung der Emulsion



Abb. 6: Zersetzung eines Azetatfilmes, Schrumpfung des Trägers, Ablösung der Emulsion

3. Archivierung – Konservierung

3.1 Inventarisierung, Beschriftung

Die Inventarnummer sollte am Rand des Objektes platziert werden: Einen gegebenenfalls aufzubringenden Stempel möglichst kleinformatig wählen und ebenfalls am Rand bzw. außerhalb des Bildfeldes anbringen. Zum Beschriften von Fotografien sollten keine Kugelschreiber, Filzstifte, Fineliner o.ä. verwendet werden, da diese auf die Vorderseite durchschlagen können und auch nicht mehr entfernbar sind. Um ein Durchdrücken der Beschriftung auf die Vorderseite zu verhindern, sollte kein starker Druck beim Beschriften ausgeübt werden. Auf Fotografien keine Selbstklebeetiketten, Selbstklebestreifen (Tesa®, Filmoplast® etc.), Post-it-Zettel verwenden, da die dort enthaltenen Klebstoffe Substanzen enthalten, die zu Veränderungen, z.B. Vergilben, Verbräunen, führen können.

Positive werden auf der Rückseite, Negative und Diapositive auf Glas- und Filmträgern auf der Schichtseite mit einem weichen Bleistift beschriftet.

- **Materialempfehlung:** weicher Bleistift: z.B. Mars Lumograph 100 6B, Staedtler®, Schwan All Stabilo 8008
Stempelfarbe: ehemalige Stempelfarbe der Deutschen Bundespost Nr. 218, Bezugsquelle: Noris Color GmbH, Postfach 1223, 95302 Kulmbach, www.noris-color.de

3.2 Handhabung, Benutzung

Bei der Handhabung und Benutzung von fotografischen Objekten muss immer auf das Tragen von Baumwollhandschuhen geachtet werden. Fingerabdrücke lassen sich gar nicht oder nur schwer wieder entfernen (siehe Abb. 1).

Beim Umgang mit Fotografien sollte auf empfindliche Oberflächen (Hochglanzoberfläche, instabile Bindemittelschicht, Haarrisse in der Schicht, Schichtablösung) und lose Teile/Glasbruch geachtet werden, da diese Bereiche sehr empfindlich sind und ansonsten mit Bildverlust gerechnet werden muss. Dazu gehört, dass man Lupen nicht direkt auf Fotografien aufsetzt, sondern eine Polyethylen-/Polyesterfolie dazwischenlegt. Das in den Archivräumen Essen und Trinken nicht erlaubt ist, sollte selbstverständlich sein. Der Transport von Objekten auf einem Transportwagen (auch bei kleinen Mengen) oder in einer Transportbox ist dem Tragen in der Hand vorzuziehen, da so Schäden wie Glasbruch etc. vermieden werden.

3.3 Lagerung, Verpackung

Ein separater Archivraum für die Fotosammlung ist zu empfehlen, da Fotografien spezielle Anforderungen an das Klima stellen. Hindurchführende Wasserleitungen oder Sprinkleranlagen stellen potentielle Schadensquellen dar. Gegen mögliche Wasserschäden sollten entsprechende Vorkehrungen getroffen werden. Für Brandfälle ist die Ausstattung des Archivraumes mit Feuerlöschgeräten auf Pulverbasis zu empfehlen oder eine Löschanlage mit Gas.

An die Ausarbeitung eines Notfallplanes zur schnellen und sicheren Bergung der Objekte sollte ebenfalls gedacht werden.

Im Raum sollten keine Kopiergeräte, Laserdrucker etc. stehen, da die austretenden Dämpfe (Ozon) die Fotografien schädigen. Die Schadstoff-Prüffolien der Firma Monochrom bieten die Möglichkeit Schadstoffe im Archivraum festzustellen. Allerdings muss man die Folien zu Auswertung wieder an die Firma zurückschicken.

Für Schränke bzw. Regale ist einbrennlackierter Stahl als Material anderen Sorten, z.B. lackierten Metall etc. vorzuziehen. Auch Faserplatten oder schichtverleimte Platten sollten für Regal- und Schrankkonstruktionen vermieden werden, da diese Materialien bei der Alterung für Fotografien schädliche Gase abgeben können. Die Anlage sollte erschütterungsfrei arbeiten.

Bei der Verpackung ist für jedes einzelne Objekt eine eigene Hülle/Umschlag/ Vierklappumschlag zu verwenden, um Reibung aufeinander zu vermeiden. Pro Box/Schachtel sollte auf geringe Füllmengen geachtet werden. Bei Positiven ca. 20 Abzüge gleicher Größe übereinander, dadurch werden Abdrücke vermieden. Bei Glasplatten nicht mehr als 15 Objekte pro Box, um das Gewicht der Box zu minimieren. Glasplattennegative bis 18 x 24 cm sollten stehend gelagert werden, Formate darüber in geringen Mengen, bis max. 10 Stück übereinander, liegend.

Als Verpackungsmaterialien sollen speziell für die Fotoarchivierung ausgewiesene Materialien, die nach dem Photographic Activity Test (P.A.T.) gemäß ISO 18916:2000 geprüft wurden und ihn auch bestanden haben, verwendet werden. Der Test sagt aus, ob ein Material chemische Reaktionen bei Fotografien hervorgerufen hat, z.B. ob es zu Verfärbungen oder zum Ausbleichen geführt hat.

Papier, die in direkten Kontakt mit Fotografien kommen, sollen aus Hadern oder Zellstoff hergestellt sein. Sie besitzen einen hohen Anteil an Alpha-Zellulose (die besonders rein ist), sind frei von Lignin, Metallpartikeln, Wachsen und Weichmachern. Auf holzschliffhaltiges Papier und Karton, Fotoschachteln, Briefumschläge, Pergamintüten etc. sollte verzichtet werden (*Abb. 7*). Bei der Verwendung von Kunststoffhüllen ist darauf zu achten, dass diese frei von Weichmachern und Lösemitteln sind (also kein PVC-Material) und keine Oberflächenstruktur besitzen. Verpackungsmaterial, welches in direktem Kontakt mit Fotografien kommt, sollte keine Metallteile aufweisen. Eine leicht raue und matte Oberfläche des Verpackungsmaterials ist einer glatten, glänzenden Oberfläche vorzuziehen, da diese zum Ankleben oder zur Ausbildung von Glanzflecken führen kann.

Die Hüllen sollten möglichst keine oder nur wenig Klebestellen aufweisen. Wenn die Produkte geklebt sind, sollte sich die Klebekanten immer am Rand befinden und nicht mit der Emulsion in Berührung kommen. Als Klebstoffe können fotografische Gelatine, Stärkkleister, Methylcellulose und manche Acryl- und PVA - Kleber verwendet werden.

In geschlossenen Boxen sind die Objekte besser gegen Staub geschützt, für Hefter mit Ringmechanik ist ein Schubler zum Schutz vor Staub zu empfehlen.

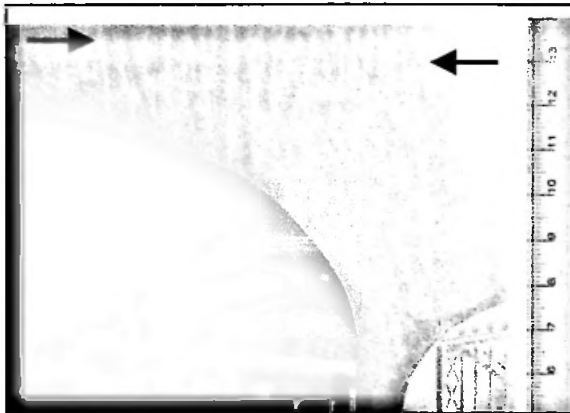


Abb. 7: Abdruck einer Pergaminhülle (Pfeile) in die Emulsion eines Gelatineglasplattennegativs

Ungepufferte Papiere (pH-Wert zwischen 7,0 und 7,5) sind gepuffertem Material vorzuziehen, vor allem bei frühen Verfahren (Cyanotypie, Albuminpapiere) und Farbfotografien. Das Schachtelmaterial Papier/Karton, welches nicht in direktem Kontakt mit der fotografischen Emulsion kommt, sollte dagegen aber mit mindestens mit 2 % Calciumcarbonat gepuffert sein, um vor sauren Schadstoffen von außen Schutz zu bieten. Der pH-Wert sollte zwischen 7,2 und 9,5 liegen.

Papier und Kunststoff als Verpackungsmaterial haben jeweils ihre Vor- und Nachteile. Papier ist opak und bietet daher einen Lichtschutz, zum Betrachten ist aber ein Herausnehmen des Objektes nötig. Papier bietet bessere Beschriftungsmöglichkeiten als Kunststoff. Es ist atmungsaktiv und kann Klimaschwankungen leichter ausgleichen.

Kunststoffhüllen sind transparent, die Objekte müssen zum Betrachten nicht herausgenommen werden. Bei häufig benutzten Objekte kann dies ein Vorteil sein. Kunststoff bietet aber keinen Lichtschutz. Die Beschriftungsmöglichkeiten sind schwieriger. Außerdem ist Kunststoff nicht atmungsaktiv, bietet also keine Klimapuffer bei Schwankungen im Raumklima. Ein weiterer Nachteil ist die Gefahr des Anklebens der Emulsion an die Folie bei zu hohem Druck, Temperatur oder Luftfeuchte. Außerdem können Glanzflecken entstehen. Kunststoffe wie Polyester weisen eine hohe Elektrostatik auf und ziehen Staub an. Für Zellulosenitrat- und Azetatmaterialien sind Kunststoffhüllen zu vermeiden, da die gasförmigen Abbauprodukte der Objekte nur unzureichend entweichen können, wodurch der Zerfall beschleunigt wird.

Die folgenden Verpackungsformen haben sich für die unterschiedlichen fotografischen Objekte bewährt:

- für Glasplattenegative und -diapositive: Vierklappumschläge, Archivboxen
- für Filme: Ablageblätter aus Kunststoff (außer bei Zellulosenitrat), Papiertaschen, Klappkassetten mit Abheftmechanik
- für Diapositive (Kleinbild): glaslose Diarahmen, Ablageblätter aus Kunststoff, Klappkassetten mit Abheftmechanik, Diaboxen aus Karton
- für Fotoabzüge: Papierumschläge, Klappkassetten, Grafikmappen, Montierung wie Grafik
- für Fotoalben: Schubler, Stülpfachschachteln mit klappbarem Seitenteil

Bei der Archivierung von Zellulosenitratmaterial ist noch einem auf folgende Punkte zu achten: Die Objekte vom restlichen Bestand separieren, um eine Gefährdung des umliegenden Materials durch gasförmige Abbauprodukte des Nitratmaterials auszuschließen. Für die Aufbewahrung Papierhüllen verwenden und keine Kunststoffhüllen. Die Archivschränke in denen das Nitratmaterial gelagert wird, sollten gut belüftet sein. Die Objekte sollten so kühl wie möglich gelagert werden, um den Abbauprozess zu verlangsamen. Zu Sicherung der Information sollten Duplikate angefertigt werden. Außerdem sind die gesetzlichen Bestimmungen zur Lagerung dieser Materialien zu beachten.

3.4 Klima, Licht

Für die langfristige Archivierung von fotografischen Objekten ist die Schaffung eines stabilen Klimas sehr wichtig. Dabei sollten keine abrupten Schwankungen von Temperatur und Luftfeuchte auftreten, auch kurzfristige Schwankungen innerhalb von 24 Stunden sind zu vermeiden. Als Richtwerte gelten Schwankungswerte von max. +/- 2°C und max. +/- 5% relative Luftfeuchte. Temperaturen über 25°C und Luftfeuchtwerte über 60% beschleunigen chemische Zerfallsprozesse. Zur Beobachtung des Klimas sollten regelmäßig Klimakontrollen (Temperatur und Luftfeuchte) durchgeführt werden. Die folgende Tabelle gibt die empfohlenen Werte für Temperatur und Luftfeuchte für verschiedene fotografische Materialien wieder:

Schwarzweißmaterial	hist. fotografische Glasplatten	18°C, 30-40% RH
	Zellulosenitratfilm	2°C, 20-30% RH max. 10°C, 30-40% RH
	Azetatfilm	7°C, 20-30% RH
		2°C, 20-50% RH
	Polyesterfilm	15°C, 20-40% RH

	Silbergelatineabzüge (Positive)	18°C, 30-50% RH
Farbmaterial	Azetatfilm, Polyesterfilm (chromogen)	2°C, 20-30% RH -3°C, 20-40% RH
	Farbfotopapier (Silberfarbstoffbleichverfahren)	18°C, 30-50% RH
	Farbfotopapier (chromogen)	2°C, 30-40% RH -3°C, 20-50% RH

Als Argumentationshilfe lassen sich die folgenden Programme bzw. Informationsmaterialien verwenden: der „Preservation Calculator“, der „Storage Guide for Acetate Films“ und der „Storage Guide for Color Photographic Materials“. Alle drei Veröffentlichungen werden vom Image Permanence Institute, Rochester Institute of Technology herausgegeben. Der „Preservation Calculator“ ist ein freies Programm, das man über die Internetseite des IPI (www.imagepermanenceminstitute.org) herunter laden kann. Eine weitere Argumentationshilfe sind Normen für Verpackungsmaterialien und Aufbewahrung verschiedener fotografischer Materialien (siehe 6. Literatur). Bei Klimaanlage sollte darauf geachtet werden, dass kein Wasserstoffperoxid H₂O₂ als Zusatz in der Anlage verwendet wird.

Die ungehinderte Lichtzufuhr auf Fotografien sollte vermieden werden. Hier ist vor allem die energiereiche UV-Strahlung (Sonnenlicht, Leuchtstoff-, Halogenlampen) zu nennen. Für Lampen, Fenster, Rahmen- und Vitrinenglas können UV-Schutzfolien bzw. UV-Filter verwendet werden. Es gibt auch spezielle Lampen für Leuchtstoffröhren und Halogenlampen, bei denen bereits ein UV-Schutzfilter eingearbeitet ist. Wenn Fotografien präsentiert werden ist nicht nur die Beleuchtungsstärke entscheidend, auch die Beleuchtungsdauer spielt eine Rolle. Als Richtwert gilt hier die jährlich maximale Beleuchtungsmenge: lx.h = Beleuchtungsstärke (lux) x Beleuchtungsdauer (h). Die nachfolgende Tabelle gibt die Werte für einige fotografische Verfahren an:

	Beleuchtungsstärke: (lux)	jährlich maximale Belichtung: lx.h
Fotografien 19.Jh., chromogen entwickelte Farbfotografien, kolorierte Fotografien	50 Lux	12 000 lx.h
s/w Fotografien auf PE-Papier, Fotografien des Silberfarbstoffbleichverfahrens	75 Lux	42 000 lx.h
s/w Fotografien mit Barytschicht	100 Lux	84 000 lx.h

4. Zusammenfassung

Nachfolgend sind noch einmal die wichtigsten Punkte zusammengefasst:

- klären von Zielen und Konsequenzen, ggf. Bestandsbegutachtung
- Rat von Fachleuten/Fotorestauratoren und entsprechende Literatur nutzen
- Pläne für den Katastrophenfall (Wasserschaden, Brand) erstellen
- verwenden von speziell für die Fotoarchivierung ausgewiesenen Materialien, die nach dem Photographic Activity Test (P.A.T.) geprüft wurden
- vermeiden aller Faktoren (chemisch, biologisch, physikalisch) die Fotografien schädigen können
- Klimaschwankungen vermeiden
- nutzen geeigneter Erschließungsmethoden, verwenden von Fachbegriffen
- Zellulosenitratfilme separieren

5. Bezugsquellen

- Monochrom, Mono-C GmbH, Königstor 14 A, 34117 Kassel, Tel. 0561-93 519-0, Fax 0561-93 519-19, www.monochrom.de
- Klug Conservation, Badeweg 9, 87503 Immenstadt, Tel. 08323-96 53 30, Fax 08323-72 87, www.klug-conservation.com
- Anton Glaser, Theodor-Heuss-Str. 34a, 70174 Stuttgart, Tel. 0711-29 78 83, Fax 0711-22 61 875
- Karthäuser-Breuer, Postfach 30 07 11, 50777 Köln, Tel. 0221-95 42 330, Fax 0221-95 42 339, www.karthauser-breuer.de
- GSA-Produkte, Gisela Sand, Bahnhofstr. 53, 48291 Telgte, Tel. 02504-66 29, Fax 01504-66 80, www.gsa-produkte.de

6. Literatur

- Faustregeln für die Fotoarchivierung, Rundbrief Fotografie Sonderheft 1, 4. Aufl., Museumsverband Baden-Württemberg e.V., Esslingen (2001), 5. Auflage erscheint demnächst
- Rundbrief Fotografie, Fachzeitschrift, Sonderhefte, zu beziehen über W. Jaworek, Liststr. 7B, 70180 Stuttgart, Tel. 0711-60 90 21, www.rundbrief-fotografie.de
- Liste von Restauratoren unter www.rundbrief-fotografie.de
- Brühl, Roland: Spiel mit dem Feuer – Nitrozellulosenegative in Fotosammlungen, aus: Rundbrief Fotografie Vol.12 (2005), No. 3 [N.F.47]
- Hendriks, Klaus B.: Fundamentals in Photograph Conservation, Lugus Publication (1993)

Archivierung, Konservierung, Restaurierung - Zum Umgang mit Fotografien
Dresden, 10.11.2005

Ulrike Müller

8

- Schmidt, Marjen: Fotografien in Museen, Archiven und Sammlungen. Konservieren, Archivieren, Präsentieren. Weltkunstverlag, München (1994)
- Reilly, James; Care and Identification of 19th Century Photographic Prints, Kodak Publication G-2S, Rochester (1986)
- ISO 18902:2001: Imaging materials – Processed photographic films, plates and papers – Filling enclosures and storage containers
- ISO 18911:2000: Imaging materials – Processed safety photographic film – Storage practices
- ISO 18918:2000: Imaging materials – Processed photographic plates – Storage practices
- ISO 18920:2000: Imaging materials – Processed reflection prints – Storage practices
- ISO 18916:2000: Photography – Processed photographic materials – Photographic activity test for enclosure materials

Autorin: Ulrike Müller, Hauptstr. 6, 01454 Radeberg, Tel.: 03528/414967, Mobil: 0175/8954823, e-Mail: phorestaurierung@gmx.de

Einfluss von Hüllpapieren

Einfluß von Hüllpapieren mit alkalischer Reserve auf pH-sensitive Grafik/Fotografie



Beschreibung:

Im Rahmen einer Diplomarbeit an der Staatlichen Akademie der Bildenden Künste Stuttgart im Studiengang Restaurierung und Konservierung von Grafik, Archiv- und Bibliotheksgut beschäftigte sich Roland Damm mit dem „Einfluß von Hüllpapieren mit alkalischer Reserve auf pH-sensitive Grafik/Fotografie.“

Die Diplomarbeit wurde jetzt von PAL Leipzig in der Schriftenreihe „Konservierung, Forschung und Praxis, Bd. 1“ veröffentlicht. (2005. 76 S. 40 teils farbige Abb., 9 Tabellen. Kartoniert. Preis 19,00 € zu beziehen über www.siegl.de)

Aus dem Vorwort der Herausgeber:

„Die intensive Zusammenarbeit des Studiengangs Restaurierung und Konservierung von Grafik, Archiv- und Bibliotheksgut der Staatlichen Akademie der Bildenden Künste Stuttgart mit Anbietern von Dienstleistungen auf dem Gebiet der Bestandserhaltung, wie KLUG-CONSERVATION, Immenstadt und PAL „Preservation Academy Leipzig“, ermöglichte die Durchführung einiger wichtiger Untersuchungen zur Problematik der Papieralterung und vorbeugender Bestandserhaltungsmaßnahmen, von denen eine Auswahl nun im Rahmen einer Veröffentlichungsreihe einem interessierten Publikum zugänglich gemacht werden soll.“

Der erste Band ist einer Arbeit gewidmet, die auf Anregung von Herrn Dipl.-Ing. Günther Wegele von der Firma KLUG-CONSERVATION als Diplomarbeit im Studienjahr 1999/2000 entstand. Ausgangspunkt für die vorgestellte Untersuchung waren immer noch bestehende Unsicherheiten bezüglich der Eignung von Hüllmaterialien für alkaliempfindliche Objekte.“

Und nachfolgend eine Kurzzusammenfassung:

„In der Grafik- und Fotokonservierung werden zur materialgerechten Verpackung der Objekte meist neutralgeleimte Hüllpapiere mit einem hohen Anteil an α -Cellulose und einer alkalischen Mindestreserve entsprechend 2% CaCO_3 verwendet. Diese Papiere entsprechen der DIN ISO Norm 9706 und gelten als dauerhaft und archivtauglich. In der Vergangenheit wurden immer wieder Beobachtungen gemacht, die auf eine mögliche Wechselwirkung zwischen gepufferten Hüllpapieren und alkaliempfindlichen Objekten hinweisen. Schadensbilder, wie das Vergilben von Albuminpapieren, das Verblässen von Cyanotypen oder Farbveränderungen bei Aquarellen werden auf schädliche Einflüsse des gepufferten Verpackungsmaterials zurückgeführt. Die Vermutung liegt nahe, dass der eingebrachte Füllstoff auf die Objekte übertragen wird und dort lokale Veränderungen des pH hervorruft. Diese These wurde bislang jedoch noch nicht hinreichend untersucht.

In dieser Untersuchung werden die prinzipiellen Mechanismen vorgestellt, von denen angenommen wird, dass sie bei der Übertragung alkalischer Komponenten von einem Hüllpapier auf ein Original eine Rolle spielen können. Insbesondere werden die Leimungstechniken und die Füllstoffe vorgestellt, die in der Produktion moderner Restaurierungspapiere eingesetzt werden. Darüber hinaus werden die möglichen Transportmechanismen von Wasser zwischen Hüllpapier und Original diskutiert. Es kann angenommen werden, dass bei einem direkten Kontakt beider Papiere chemische oder physikalische Veränderungen im Wesentlichen durch den Einfluß der Migration von Wasser geschehen und daher insbesondere ein fluktuierendes Klima von Bedeutung ist.

Um diese Transportphänomene zu untersuchen, wurden Cyanotypen zwischen Hüllpapieren eingelegt, die mit einem alkalischen Füllstoff ausgerüstet waren. Diese Materialkombination wurde einer zyklischen Alterung unterzogen, wobei durch Temperaturschwankungen Änderungen der relativen Feuchte zwischen 45 % und 65 % induziert wurden. Mit Hilfe dieser dynamischen Alterungstechnik konnte gezeigt werden, dass durch wechselnde relative Feuchten deutlich unterhalb des Taupunktes alkalische Komponenten - in diesem Fall Calciumcarbonat - vom Hüllpapier auf die Cyanotypie übertragen werden kann. In dieser Versuchsreihe hatten sich nur solche Cyanotypen farblich verändert, die mit dem calciumcarbonat gefüllten Hüllpapier direkt in Kontakt waren. Referenzproben in Papierstapeln ohne alkalische Füllstoffe zeigten keine nachweisbaren Veränderungen. Die an den Cyanotypen nachweisbaren Effekte der Übertragung von Calciumcarbonat durch Feuchtigkeitsschwankungen sind allerdings sehr geringfügig und entstehen in der Simulation unter relativ extremen Feuchteschwankungen.“

Technische Verfahren zur Papierentsäuerung

Gerhard Banik, Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart



Beschreibung:

Für die Entsäuerung großer Bestände von Archiv- und Bibliotheksgut unter Einsatz technischer Verfahren gibt es derzeit in Europa acht kommerzielle Anbieter, die in der Tabelle 1 angeführt sind. ArchivarInnen und BibliothekarInnen stehen damit vor der Aufgabe, die angebotenen Dienstleistungen zu beurteilen bzw. deren Anwendbarkeit in mehrfacher Hinsicht für die eigenen Bestände zu überprüfen. Dabei gilt es zunächst zu klären, welche Sammlungsbestände überhaupt einer präventiven Entsäuerungsbehandlung bedürfen, und welche Verfahren sich dafür am besten eignen.

Die Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Papierentsäuerungstechnologien war bis vor Kurzem problematisch. Die hierfür herangezogenen Standard- Prüfverfahren: pH im Kaltextrakt, Oberflächen-pH, Bestimmung der Alkalische Reserve, Bruchkraft nach Falzung und Nullspannkraft sind nur bedingt aussagekräftig und nur materialzerstörend unter Einsatz erheblicher Probenmengen durchführbar. Bereits 1994 hat K. B. Hendriks eindrucksvoll dargestellt, dass mit diesen Prüfverfahren eine Einschätzung der chemischen Stabilität von Papier oder gar seines Alterungsverhaltens nicht möglich ist.

Erst mit einer neu entwickelten, zerstörungsfreien Analysentechnik gelingt es, die Entsäuerungsleistung marktgängiger Massenentsäuerungsverfahren zu überprüfen und vergleichend abzuschätzen (Doering et. al. 2001). Die Methodik wurde im Rahmen eines durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) in den Jahren 1999 und 2002 finanzierten Projekts zur Evaluierung von Massenentsäuerungsverfahren entwickelt. Sie beruht auf der Bestimmung charakteristischer Leitsubstanzen des Abbaus von Papier, die geeignet sind, Einschätzungen der Gefährdung von Papieren durch Alterungsprozesse zuverlässig zu ermöglichen.

Furfural und Essigsäure wurden als aussagekräftigste Leitsubstanzen identifiziert, wobei das Auftreten von Furfural einen sauren Abbau von Cellulose anzeigt, Essigsäure hingegen ein Indikator für den oxidativen Abbau von Cellulose ist. In die Untersuchungen wurden insgesamt fünf verschiedene marktgängige Verfahren einbezogen, die in Tab. 1 fett markiert sind (Bericht Dr. Banik, ab Seite 4)

Nur bei den durch Flüssigphasen-Verfahren wie das PAPERSAVE® (Battelle, ZFB) und das Bückeburger-Verfahren (Neschen AG) entsäuerten Papieren werden die im Papier vor der Behandlung vorliegenden sauren Komponenten durch die jeweilige Entsäuerungchemikalie in ausreichendem Maße neutralisiert.

Den geringsten Anstieg in der Signalintensität der für den sauren Abbau der Cellulose charakteristischen Leitsubstanz Furfural bei einer sich an die Entsäuerung anschließenden künstlichen Alterung weisen Papierproben auf, die entweder mit dem wässrigen Bückeburger-Verfahren (Neschen AG) oder mit dem nichtwässrigen PAPERSAVE® - Verfahren bei Battelle in Eschborn behandelt worden sind. Hingegen wurde bei den am ZFB behandelten Papieren bereits nach deutlich kürzerer künstlicher Alterung eine ansteigende Signalintensität von Furfural festgestellt, was auf eine im Vergleich geringere Effektivität der Entsäuerung hinweist.

Technische Verfahren zur Papierentsäuerung ; Stand der Entwicklung und der Qualitätssicherung

- Die Befunde legen bei aller gebotenen Vorsicht den Schluss nahe, dass wässrige und nichtwässrige Flüssigphasenprozesse zu vergleichbaren Resultaten bei der technischen Papierentsäuerung führen aber auch, dass Entsäuerungsbehandlungen bei vergleichbarem technischen und chemischen Ablauf (PAPERSAVE® bei Battelle bzw. beim ZFB) nicht notwendigerweise zu qualitativ gleichen Resultaten führen. Eine einheitliche Qualitätssicherung für alle marktgängigen Verfahren erscheint daher dringend geboten.
- Die Untersuchungen der mit Trocken-Verfahren (Bookkeeper® bzw. Libertec®) behandelten Papiere lassen den Schluss zu, dass die Neutralisierung saurer Komponenten im Papier mit einem Trocken-Verfahren im Vergleich zu einem Flüssigphasenprozess signifikant weniger effizient gelingt.

Essigsäure - die Leitsubstanz für den oxidativen Abbau von Cellulose - wird aus Papieren durch das PAPERSAVE® - Verfahren (Battelle, ZFB) nahezu vollständig entfernt. Das Bückeburger-Verfahren (Neschen AG) ist diesbezüglich vergleichbar effektiv. Bei den mit dem Bookkeeper®- und Libertec® - Verfahren behandelten Papieren dagegen bleibt Essigsäure auch unmittelbar nach der Entsäuerung in signifikanter Menge nachweisbar.

Die im Zuge einer künstlichen Alterung nach der Entsäuerung erneut einsetzende Bildung von Essigsäure, d.h. die durch Oxidation sich langsam vollziehende „Wiedersäuerung“ von Papier vermag keines der überprüften Entsäuerungsverfahren wirksam zu unterdrücken.

© KLUG-CONSERVATION, 2010; Die Angaben in diesem technischen Datenblatt basieren auf unseren Kenntnissen und Erfahrungen in der Praxis. Wegen der Fülle möglicher Einflüsse bei der Verarbeitung und Anwendung sind eigene Tests unerlässlich. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung bestimmter Verarbeitungseigenschaften kann aus unseren Angaben nicht abgeleitet werden.

Irrtümer und Änderungen sind vorbehalten

Gerhard Banik

Studiengang Restaurierung und Konservierung von Graphik, Archiv- und Bibliotheksgut,
Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart

Für die Entsäuerung großer Bestände von Archiv- und Bibliotheksgut unter Einsatz technischer Verfahren gibt es derzeit in Europa acht kommerzielle Anbieter, die in der Tabelle 1 angeführt sind.

ArchivarInnen und BibliothekarInnen stehen damit vor der Aufgabe, die angebotenen Dienstleistungen zu beurteilen bzw. deren Anwendbarkeit in mehrfacher Hinsicht für die eigenen Bestände zu überprüfen. Dabei gilt es zunächst zu klären, welche Sammlungsbestände überhaupt einer präventiven Entsäuerungsbehandlung bedürfen, und welche Verfahren sich dafür am besten eignen.

Die Leistungsfähigkeit der Verfahren in physikalisch - chemischer Hinsicht

Die Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Papierentsäuerungstechnologien war bis vor Kurzem problematisch. Die hierfür herangezogenen Standard – Prüfverfahren: *pH im Kaltextrakt*, *Oberflächen-pH*, *Bestimmung der Alkalische Reserve*, *Bruchkraft nach Falzung* und *Nullspannkraft* sind nur bedingt aussagekräftig und nur materialzerstörend unter Einsatz erheblicher Probenmengen durchführbar. Bereits 1994 hat K. B. Hendriks eindrucksvoll dargestellt, dass mit diesen Prüfverfahren eine Einschätzung der chemischen Stabilität von Papier oder gar seines Alterungsverhaltens nicht möglich ist.

Erst mit einer neu entwickelten, zerstörungsfreien Analysentechnik gelingt es, die Entsäuerungsleistung marktgängiger Massenentsäuerungsverfahren zu überprüfen und vergleichend abzuschätzen (Doering et. al. 2001). Die Methodik wurde im Rahmen eines durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) in den Jahren 1999 und 2002 finanzierten Projekts zur Evaluierung von Massenentsäuerungsverfahren entwickelt. Sie beruht auf der Bestimmung charakteristischer Leitsubstanzen des Abbaus von Papier, die geeignet sind, Einschätzungen der Gefährdung von Papieren durch Alterungsprozesse zuverlässig zu ermöglichen. *Furfural* und *Essigsäure* wurden als aussagekräftigste Leitsubstanzen identifiziert, wobei das Auftreten von *Furfural* einen sauren Abbau von Cellulose anzeigt, *Essigsäure* hingegen ein Indikator für den oxidativen Abbau von Cellulose ist. In die Untersuchungen wurden insgesamt fünf verschiedene marktgängige Verfahren einbezogen, die in Tabelle 1 fett markiert sind.

Nur bei den durch Flüssigphasen-Verfahren wie das PAPERSAVE®- (*Battelle*, *ZFB*) und das Bückeburger-Verfahren (*Neschen AG*) entsäuerten Papieren werden die im Papier vor der Behandlung vorliegenden sauren Komponenten durch die jeweilige Entsäuerungschemikalie in ausreichendem Maße neutralisiert.

Den geringsten Anstieg in der Signalintensität der für den sauren Abbau der Cellulose charakteristischen Leitsubstanz *Furfural* bei einer sich an die Entsäuerung anschließenden künstlichen Alterung weisen Papierproben auf, die entweder mit dem wässrigen Bückeburger-Verfahren (*Neschen AG*) oder mit dem nichtwässrigen PAPERSAVE® - Verfahren bei Battelle in Eschborn behandelt worden sind. Hingegen wurde bei den am *ZFB* behandelten Papieren bereits nach deutlich kürzerer künstlicher Alterung eine ansteigende Signalintensität von *Furfural* festgestellt, was auf eine im Vergleich geringere Effektivität der Entsäuerung hinweist.

- Die Befunde legen bei aller gebotenen Vorsicht den Schluss nahe, dass wässrige und nichtwässrige Flüssigphasenprozesse zu vergleichbaren Resultaten bei der technischen Papierentsäuerung führen aber auch, dass Entsäuerungsbehandlungen bei vergleichbarem technischen und chemischen Ablauf (PAPERSAVE® bei *Battelle* bzw. beim *ZFB*) nicht notwendigerweise zu qualitativ gleichen Resultaten führen. Eine einheitliche Qualitätssicherung für alle marktgängigen Verfahren erscheint daher dringend geboten.
- Die Untersuchungen der mit Trocken-Verfahren (*Bookkeeper*® bzw. *Libertec*®) behandelten Papiere lassen den Schluss zu, dass die Neutralisierung saurer Komponenten im Papier mit einem Trocken- Verfahren im Vergleich zu einem Flüssigphasenprozess signifikant weniger effizient gelingt.

Essigsäure - die Leitsubstanz für den oxidativen Abbau von Cellulose - wird aus Papieren durch das PAPERSAVE® - Verfahren (*Battelle* , *ZFB*)nahezu vollständig entfernt. Das Bückeburger-Verfahren (*Neschen AG*) ist diesbezüglich vergleichbar effektiv. Bei den mit dem *Bookkeeper*®- und *Libertec*® - Verfahren behandelten Papieren dagegen bleibt Essigsäure auch unmittelbar nach der Entsäuerung in signifikanter Menge nachweisbar.

Die im Zuge einer künstlichen Alterung nach der Entsäuerung erneut einsetzende Bildung von Essigsäure, d.h. die durch Oxidation sich langsam vollziehende „Wiedersäuerung“ von Papier vermag keines der überprüften Entsäuerungsverfahren wirksam zu unterdrücken.

Tabelle 1: Zusammenstellung der derzeit in Europa kommerziell angebotenen technischen Verfahren zur Papierentsäuerung.
Fett: durch Bestimmung charakteristischer Leitsubstanzen (*Furfural und Essigsäure*) bezüglich ihrer Wirksamkeit untersuchte Verfahren
 (DFG Abschlußbericht, Teil 1 (2002): 14, modifiziert).

Flüssigphasenverfahren (organische Lösemittel)		
Papersave Battelle Ingenieurtechnik GmbH, Eschborn	Papersave ZFB Zentrum für Bucherhaltung GmbH Leipzig	papersave swiss*) Nitrochemie Wimmis AG (NCW) Wimmis (CH)
Vorgang: Magnesium - Titanalkoxid in Hexamethyldisiloxan (HMDO) (nichtwässriger Tränkprozess)		
CSC Book Saver® process Terrasa (Sp)		
Vorgang: Carbonatisiertes Magnesiumpropylat in 1,1,1,2,3,3,3-Heptafluorpentan (HFC 227) (nichtwässriger Tränkprozess)		

Trockenverfahren	
Bookkeeper, Archimascon Heerhugowaard (NL)	Libertec Bibliotheksdienst GmbH Nürnberg
Vorgang: Sub-mikrones Magnesiumoxid, dispergiert in Perfluor-Alkan (nichtwässriger Infiltrationsprozess)	Vorgang: Aufbringen von Calciumcarbonat und Magnesiumoxid submikron im Luftstrom
	SOBU Nürnberg
	Vorgang: Aufbringen von Calciumcarbonat und Magnesiumoxid submikron im Luftstrom

Wässrige Einzelblattverfahren
Neschen AG Bückerburg („manuell“) Berlin, Dahlwitz-Hoppegarten (vollmaschinell) Kleinkonservierungsanlage C 900 (Schempp Kornwestheim)
Vorgang: Farbstoff-Fixierung mit polyionischen Agenzien, Entsäuerung mit Magnesiumhydrogencarbonat (wässrig) anschließende Papierverfestigung mit Methylcellulose, in mehreren aufeinanderfolgenden Immersions- und Trocknungsschritten Bei den vollmaschinellen Verfahren sind Farbstoff-Fixierung, Entsäuerung und Papierverfestigung in einem Kombinationsbad zusammengefasst.

*) Das papersave swiss Verfahren konnte aus technischen Gründen nicht durch Bestimmung charakteristischer Leitsubstanzen (*Furfural und Essigsäure*) bezüglich seiner Wirksamkeit untersucht werden. Es kann aber angenommen werden, dass eine gleichwertige Entsäuerungsleistung wie bei den beiden untersuchten deutschen Papersave Anbietern erreicht wird.

Bestandsauswahl, Qualitätssicherung und Infrastruktur

Die heute eingesetzten Verfahren unterscheiden sich, abgesehen von Chemismus und Verfahrenstechnik (Blüher und Vogelsanger (2001) 981-989), dadurch voneinander, dass sie in unterschiedlicher Weise Veränderungen am Behandlungsgut verursachen können z. B.:

- Bei Flüssigphasen-Verfahren im organischen Medium neigten einige Farbstoffe zum Ausbluten. Besonders empfindlich sind rote Farbstoffe, die in den unterschiedlichsten Materialien u.a. textilen Einbänden, Druckfarben, Stempel, Tinten, auftreten.
- Papiere bzw. Bücher, die mittels Trockenverfahren entsäuert wurden, zeigten als größte Auffälligkeit puderige weiße Ablagerungen auf Einband- und Papieroberfläche, welche die Lesbarkeit und Benutzbarkeit beeinträchtigen können. Bei diesen Ablagerungen handelt es sich sehr wahrscheinlich um Magnesiumoxid.
- Mechanische Schäden oder Deformationen an Einband und Papier, Verwellungen oder Vergilbung der Papiere oder Verklebungen von Seiten wurden nach allen Behandlungen beobachtet.

Trotzdem lässt sich feststellen, dass die zur Verfügung stehenden Verfahren zur Entsäuerung heterogener Bestände von Archiv- und Bibliotheksgut sich dann eignen, wenn sie *einerseits* in Kenntnis ihrer verfahrenstechnischen Besonderheiten ausgewählt werden und *andererseits* sammlungsintern Arbeitsabläufe und Kriterien für die Auswahl von Beständen festgelegt werden, wobei folgende Punkte Berücksichtigung finden sollten:

- Möglichst eindeutige Festlegung der Behandlungsziele.
- Definition von Qualitätskriterien unter Einbeziehung der Anbieter.
- Erstellung eines möglichst allgemein anwendbaren Kriterienkatalogs für die Auswahl zu behandelnder Bestände durch den Auftraggeber.
- Definition sammlungsspezifischer Wertigkeiten zur Beurteilung von Veränderungen am Behandlungsgut.
- Schaffung organisatorischer Voraussetzungen für hausinterne Vor- und Nacharbeiten.
- Intensive und kontinuierliche Zusammenarbeit der Auftraggeber mit den Anbietern.

Vielfach wird heute noch seitens der Sammlungen erwartet, dass Anbieter innerhalb relativ kurzer Zeiträume und ohne größeren hausinternen Aufwand ausgewählte Bestände von Archiv- und Bibliotheksgut behandeln können.

Zu dieser Erwartungshaltung ist festzustellen, dass in den Sammlungen zahlreiche Arbeiten vor und nach der Entsäuerung von Teilbeständen anfallen, die nur in begrenztem Ausmaß von externen Partnern übernommen werden können. Sie sind aber notwendiger Bestandteil eines jeden Massenentsäuerungsprogramms und entscheidend für die Qualität der Ergebnisse. Die jährliche Leistung bei der Entsäuerung von Sammlungsbeständen wird somit zu einem wesentlichen Teil von den vorhandenen Arbeitskapazitäten der jeweiligen Sammlung bestimmt. Insbesondere erforderlich ist es, interne und externe Arbeitsleistungen effizient aufeinander abzustimmen, damit das Bearbeitungsziel der Entsäuerung, d.h. der vorbeugenden chemischen Stabilisierung inhomogener Bestände auf einem hohen Qualitätsniveau erreicht werden kann.

Bei Schaffung der notwendigen organisatorischen Voraussetzungen für den Einsatz technischer Verfahren zur Papierentsäuerung lassen sich vor allem durch Definition von Behandlungszielen und Einführung eines Qualitätsmanagements mit der heute verfügbaren Technologie der Papierentsäuerung qualitativ sehr gute Resultate erzielen. Auf der Grundlage definierter Arbeitsabläufe wird das Risiko von Beschädigungen durch die Entsäuerungsmaßnahmen eingrenzbar und es sind Voraussetzungen für technische Weiterentwicklungen sowie die Optimierung der Verfahrensabläufe gegeben.

Leider lassen sich weder *ein allgemein* gültiger Kriterienkatalog zur Auswahl von Beständen noch *ein universell* anwendbares Modell für Arbeitsabläufe und Logistik erstellen, weil je nach Zusammensetzung und Materialqualität des Behandlungsguts unterschiedliche Ausgangsvoraussetzungen vorliegen für die keine generellen Lösungsansätze formulierbar sind. Es kann aber auf adaptierbare Basismodelle zurückgegriffen werden, wie sie in Abbildung 1 für die Erstellung von Auswahlkriterien bzw. in Tabelle 2 für die Strukturierung eines internen Arbeitsablaufs angeführt sind.

Ein großes Problem für die Nutzer der technischen Verfahren zur Papierentsäuerung stellt die zur Zeit (noch?) nicht standardisierte und zumeist unzureichende Dokumentation der Prozessabläufe dar. Daten zur Effektivität bzw. zur Qualität einer Entsäuerung - so diese dem Kunden überhaupt in Behandlungsprotokollen zur Kenntnis gebracht werden - sind für diese kaum interpretierbar. Das gilt vor allem bezüglich der Homogenität der Behandlung, d.h. der Verteilung und Konzentration der in das Papier eingebrachten alkalischen Reserve. Qualitative Vergleiche der verschiedenen Entsäuerungsprozesse sind infolge der nicht vergleichbaren Untersuchungs- und Auswertetechniken ebenfalls nicht möglich. Die mangelnde Transparenz macht es ArchivarInnen, Bibliothekarinnen und den eingebundenen RestauratorInnen nahezu unmöglich, ihrer Aufgabe nachzukommen und die am Markt angebotenen Leistungen zu beurteilen. Naturgemäß führt das zu erheblichen Unsicherheiten bei der Einschätzung der Möglichkeiten von Entsäuerungstechniken. Außerdem ist die Definition von Qualitätsstandards kaum möglich. Es wäre daher ein Desideratum, durch eine Prüfnorm die nachvollziehbare chemisch - physikalische Beschreibung des Behandlungserfolgs von Entsäuerungsverfahren für säurehaltige Druck- und Schreibpapiere zu ermöglichen.

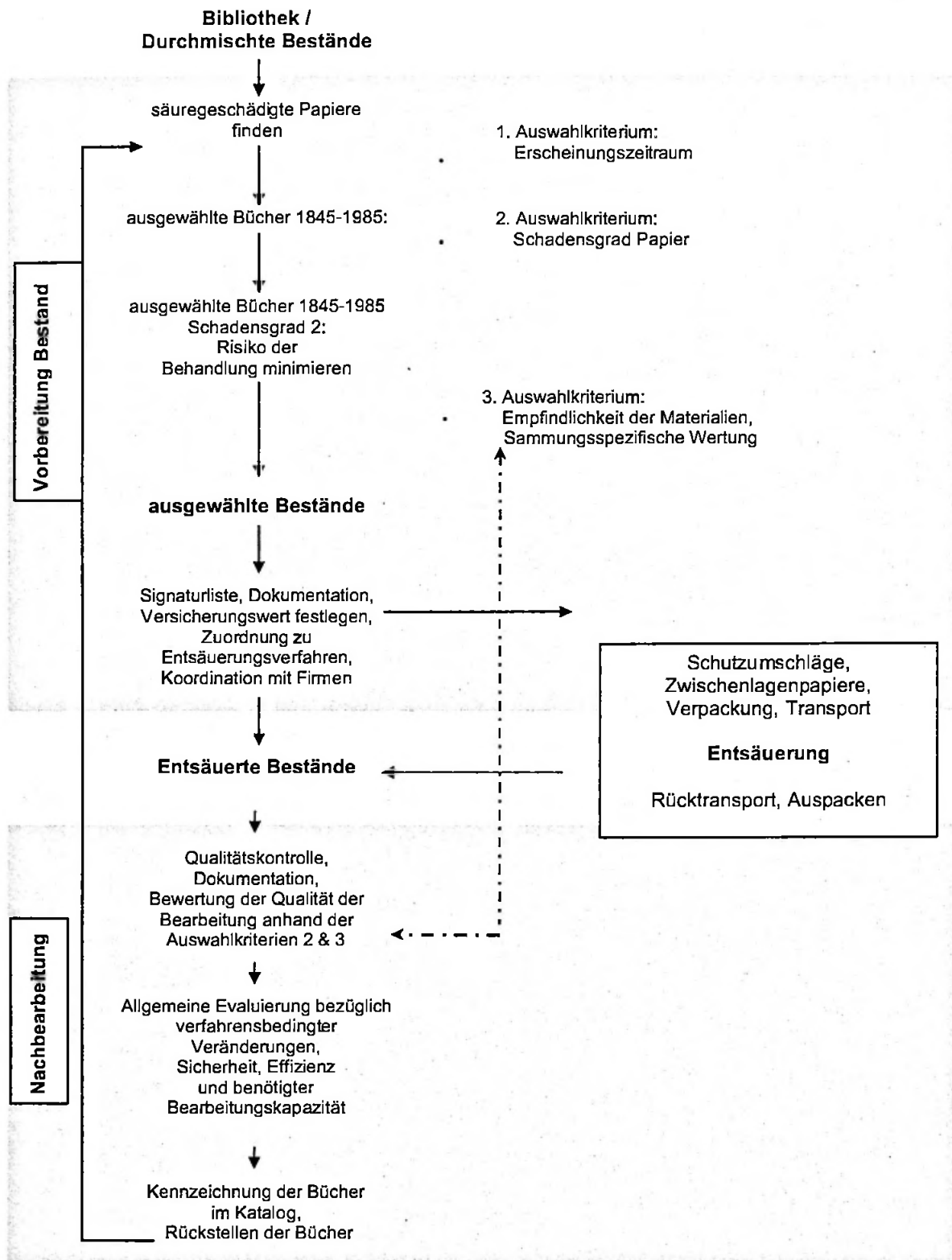
Die detailliertesten analytischen Untersuchungen zur Qualitätskontrolle an Testpapieren wird derzeit von der Nitrochemie Wimmis AG (NCW) (papersave swiss) routinemäßig durchgeführt. Neben Testpapieren werden auch Originale untersucht. Die Behandlungsziele sind in Form von Qualitätsstandards definiert, die in enger Zusammenarbeit mit den Kunden - der Schweizerischen Landesbibliothek und dem Schweizer Bundesarchiv - entwickelt wurden. Die Daten umfassen Angaben zu Konzentration der alkalischen Reserve, der Homogenität ihrer Verteilung, der Farbstabilität der behandelten Papiere sowie Angaben zum Oberflächen-pH. Die kontinuierliche Überprüfung der Behandlungsziele bei Kontrollquoten zwischen 2- 25% je nach Behandlungsgut ermöglicht die Optimierung des Verfahrens und verkleinert die Risiken der Behandlung deutlich.

Die Massensäuerung - als verantwortungsbewusst eingesetzte Maßnahme der Bestandserhaltung - stellt in jedem Fall hohe arbeitsorganisatorische Anforderungen an die Sammlungseinrichtungen. Gute Ergebnisse bei der Massensäuerung sind nur bei Etablierung einer intensiven Zusammenarbeit aller verantwortlichen Fachkräfte in den zuständigen Abteilungen in Archiven oder Bibliotheken und den Anbietern technischer Verfahren zur Papierentsäuerung erzielbar.

Tabelle 2: Modell für die Erstellung von Auswahlkriterien für ein qualitativvolles Entsäuerungsergebnis an Bibliotheksbeständen.
 Modifiziertes Beispiel aus einem Feldversuch an der Universitätsbibliothek Marburg,
 DFG Abschlußbericht, Teil 2 (2002): 14.

Erscheinungszeit	Nur Bücher, die nach 1845 bzw. vor 1985 entstanden oder gedruckt worden sind, werden entsäuert.
Schadensgrad des Papierabbaus	Papiere mit Kategorie 1 (wenig geschädigte Papiere) werden mit erster Priorität entsäuert Papiere mit Kategorie 2 (<i>deutlich vergilbt, mechanische Stabilität bereits deutlich verringert</i>) werden mit zweiter Priorität entsäuert.
Objektspezifische Einschränkungen	<ul style="list-style-type: none"> • Informationsgehalt und Lesbarkeit der bibliothekarischen Eintragungen (Vorbesitzervermerke, Leihfriststempel, Signaturen u.a.) müssen erhalten bleiben. • Bezüglich eventuell auftretender Verfärbungen der Papiere, z.B. bei Auftreten von Vergilbungserscheinungen durch die Behandlung ist entsprechend sammlungsspezifischer Wertigkeitskriterien zu entscheiden.
Nicht entsäuert werden momentan	<ul style="list-style-type: none"> • Ganzleder- und Ganzpergamenteinbände • Fotografien • Originale Druckgraphik • Buchkünstlerische bedeutende Illustrationen und Karten • Handkolorierte Zeichnungen
Grenzfälle	<ul style="list-style-type: none"> • Bücher, die vereinzelt Fotos enthalten deren Bedeutung dem Text untergeordnet ist, können entsäuert werden.
Vorbeugende Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Bücher mit handschriftlichen Eintragungen von hohem bibliothekshistorischem Wert dürfen nicht in die Massenentsäuerung (betrifft Flüssigphasen-Prozesse) gegeben werden. • Farbige Einbände und Bücher mit farbigen Buchschnitten erhalten Schutzumschläge und Zwischenlagepapiere aus saugfähigem Material als Barriere gegen mögliche Ausblutungserscheinungen. • Bucheinbände mit hohem künstlerischen Wert sowie Erstausgaben müssen aufgrund eventuell spezieller Materialeigenschaften besonders begutachtet werden. • Die mechanische Stabilität der Einbände muss gegeben sein, das betrifft besonders Trockenverfahren aufgrund der Verfahrenstechnik und bei der Manipulation der Bücher.
Nicht tolerierbare Nebenwirkungen (technisch bedingt)	Ausblutungserscheinungen von Farbstoffen überwiegend vorhanden in Einbandgeweben (<i>Flüssigphasen-Prozesse mit organischen Lösemitteln</i>) werden nur in begrenztem Masse gemäss festzulegender Wertigkeitskriterien toleriert. Starke Ablagerungen von Rückständen der Behandlungschemikalien sollen vermieden werden.

Abbildung 1: Modell eines Arbeitsablaufs (Vor- und Nachbearbeitung eines Bestandes) bei Einsatz eines Massensäuerungsverfahrens an Bibliotheksgut. Beispiel aus einem Feldversuch an der Universitätsbibliothek Marburg, DFG Abschlußbericht, Teil 2 (2002): 41 (modifiziert).



Literatur

Hendriks, K. B.

Permanence of Paper in Light of Six Centuries of Papermaking in Europe.

Actes des deuxièmes journées internationales d'études de l'ARSAG, Paris (1994): 131-137.

Doering, T., Fischer, P., Binder, U., Liers, J., Banik, G.

An Approach to Evaluate the Condition of Paper by a Non-destructive Analytical Method.

Advances in Printing Science & Technology, Vol. 27,

Advances in Paper and Board Performance, Proceedings of the 27th Research Conference of IARIGAI, Graz, Austria, 10-13th September 2000, J. A. Bristow ed.,

Pira, Leatherhead (2001): 27-39.

Blüher, A., Vogelsanger, B.

Mass Deacidification of Paper.

Chimica 55 (2001): 981-989.

Kriterien zur Entscheidung über die Anwendbarkeit von Massenkonservierungsverfahren.

Durch die DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) finanziertes Projekt

III N2 – 55722/98, Projektleiter G. Banik.

Abschlussberichte:

Teil 1 *Analytische Untersuchungen.*

Teil 2 *Einsatz von Massenkonservierungsverfahren für Bibliotheksgut;*

Planung und Logistik erarbeitet an Beständen der Universitätsbibliothek Marburg.

Teil 3 *Vorauswahlkriterien von Massenentsäuerungsverfahren für Bibliotheksgut – am*

Beispiel einer BehandlungschARGE aus dem Deutschen Literaturarchiv in Marbach.

Stuttgart (2002).

Baumwolle

Verwendung von Baumwollzellstoffen für die Langzeitarchivierung?



Beschreibung:

KLUG-CONSERVATION beschäftigt sich seit vielen Jahren mit der Entwicklung und Herstellung alterungsbeständiger Passepartout- und Museumskartons auf Basis der technologischen Grundlage der DIN ISO 9706. Nur durch ständige Beobachtung der Veränderungen innerhalb der Papierindustrie ist es möglich, stets hochwertige, geeignete Papier- und Kartonqualitäten für eine dauerhafte, schadensfreie Lagerung herzustellen.

Änderungen und Weiterentwicklungen bei der Papierherstellung wie:

- die zunehmende Verwendung von synthetischen Kalziumkarbonaten (PCC) anstelle des natürlichen Karbonats (Kreide) (GCC)
 - der Einsatz von sortenrein gesammelten Recyclingfasern (DIP = Delinked Pulp)
 - Veränderungen bei der Abwasserklärung
 - Verwendung von Aluminiumsulfat ($Al_2(SO_4)_3$) auch bei der neutralen Leimung
- sind nur einige Entwicklungen, auf die KLUG-CONSERVATION reagieren musste, da deren Einfluss auf die Alterung der Papierfaser nicht ausreichend untersucht ist.

In Werbeprospekten und anderen Publikationen ist seit vielen Jahren immer wieder die Behauptung zu lesen, Papiere aus Baumwollzellulose gefertigt seien haltbarer als solche aus Holzzellstoff. Im Folgenden lesen Sie eine Stellungnahme zum Thema „Verwendung von Baumwollzellstoffen für die Langzeitarchivierung“.

Die Fine Art Trade Guild (Trade Association for the Art and Framing Industry) und einige Wettbewerber vertreten die Meinung, dass Passepartoutkarton für den Museumsbereich und gemeint ist damit für die Langzeitlagerung, aus Baumwollzellulose hergestellt werden sollte. So schreibt die Fine Art Trade Guild auf Ihrer Internetseite zum Thema Verwendung von Baumwolle „Cotton Museum Board is the only standard of mountboard suitable for Museum level framing.“ Nur die Verwendung von Materialien auf Basis von Baumwollfasern erfülle die Anforderungen für den höchsten Schutz empfindlicher Kulturgüter.

Die Meinung, dass es sich bei Baumwollfasern, welche für die Herstellung von Papier und Karton eingesetzt werden, um eine Zellulosefaser aus dem „textilen“ Teil der Baumwollpflanze handle, ist - einige Spezialpapiere wie Banknotenpapier ausgenommen - falsch. Die Ansicht, dass es sich bei Baumwollfasern um eine grundsätzlich andere Art von Faser, im Unterschied zu einer Zellulosefaser, hergestellt aus den Grundstoffen Holz bzw. anderer Pflanzenteile, wie Gräser oder Blätter handle, ist ebenso falsch.

Dazu zunächst einige technologische Klarstellungen:

Hadern, auch Lumpen genannt werden grundsätzlich aus Textilien, also schon verarbeiteten, pflanzlichen oder tierischen Fasern hergestellt. Früher waren dies überwiegend Flachs- und Hanffasern, später Baumwollfasern. Baumwollkarton, wird nicht aus Hadern hergestellt sondern aus Linterszellstoff. Die sichtbaren, langen Fasern der Baumwollpflanze (12 bis 50 mm) werden ausschließlich als Textilfaser verwendet. Baumwollzellstoff für Spezialpapiere - dazu zählt Passepartoutkarton nicht - wird aus Hadern, also vorverarbeiteten Baumwollfasern gewonnen.

Baumwoll-Linters, der Rohstoff für Papier und Karton sind kurze Baumwollfasern, die am Baumwollsamenskern anhaften nachdem das lange Samenhaar (Baumwolle) vom Kern entfernt worden ist. Diese stärker verunreinigten Haare werden ein- (first cut) oder mehrmals (second cut) abgeschnitten. Wegen der Verunreinigungen müssen sie gekocht und gebleicht werden. Sie sind in der Faserlänge (1 bis 6 mm) und im Reinheitsgrad stark verschieden, nicht spinnbar und da es sich um einen in der Textilindustrie nicht verwertbaren Reststoff handelt, sehr preiswert zu beschaffen. In der Papierindustrie werden sie insbesondere für weiche und saugfähige Qualitäten eingesetzt.

„Hadernhaltige Papiere“ haben meist aus werblichen Gründen einen Zusatz von 5 bis 10 % Baumwoll-Linters. Eine funktionale Bedeutung liegt nicht vor. Sie bestehen aus ca. 90 % Zelluloseanteil (Alphazellulose) Holzzellstofffaser (ECT) (Rest Hemizellulose) und aus 5-10 % Fasern aus Baumwoll-Linters.

KLUG-CONSERVATION hat von einem unabhängigen Forschungsinstitut, der Papier technischen Stiftung PTS Heidenau, den wissenschaftlichen Unterschied von Baumwoll-Zellulosefaser und Zellulosefaser aus Holz untersuchen und beschreiben lassen. Lesen Sie dazu den beiliegenden Bericht von Herrn Dr. Klaus Eberhard. Anzumerken bleibt, dass in der Untersuchung von Dr. Eberhard lediglich die „jungfräulichen“ Zellulosefasern beurteilt werden

Bei der Produktion von Papier oder Karton werden diese Fasern gekürzt und gequetscht (gemahlen), mit Füllstoffen, Leim, Farben und einer Reihe von Chemikalien befrachtet. Auf der Papiermaschine werden sie getrocknet, wiederbefeuchtet (Leim presse) und wieder getrocknet, schlussendlich nochmals gequetscht d.h. geglättet oder satiniert. Die marginalen Unterschiede der beiden Zellulosefasertypen werden durch diesen Fertigungsprozeß weitestgehend ausgeglichen. Deutlich wird dies bei der Untersuchung der Kappzahl (zeigt den jeweiligen Anteil an oxydierbaren Bestandteilen an) dreier verschiedener auf dem Markt verfügbarer Museumskartonsorten:

- Karton aus Baumwollfasern „Sorte 1“ - Kappwert 0,54
- Karton aus Baumwollfasern „Sorte 2“ - Kappwert 0,55
- Karton aus Holzzellstoff „Qualität 01705“ - Kappwert 0,56

Beide Fasertypen (Baumwollzellstoff und Holzzellstoff) haben zunächst ein ausreichendes Festigkeitspotential um den Anforderungen der Weiterverarbeitung zu genügen. Entscheidend ist, dass bei der Papier- und Kartonproduktion darauf geachtet wird, dass keine endogenen Schadstoffe wirksam werden und die exogenen Schadstoffe keine Abbaureaktionen verursachen können. Dafür ist es von Bedeutung, dass die technologischen Entwicklungen der Papierproduktion frühzeitig erkannt werden um ggf. gegensteuern zu können. Die Papierindustrie beachtet bei Weiterentwicklungen in keiner Weise die Belange der Haltbarkeit von Papier und Karton. Die konsequente Beachtung der DIN ISO 9706 ist immer noch eine gültige Richtschnur für die Herstellung haltbarer und konservierender Papier- und Kartonqualitäten für die Langzeitarchivierung

Weitere Informationen wie rechtsverbindliche Qualitätsgarantie, Zertifikate unabhängiger Prüfeinrichtungen und Hinweise zur Verarbeitung stehen im Internet unter klug-conservation.de bereit.

© KLUG-CONSERVATION, 2010; Die Angaben in diesem technischen Datenblatt basieren auf unseren Kenntnissen und Erfahrungen in der Praxis. Wegen der Fülle möglicher Einflüsse bei der Verarbeitung und Anwendung sind eigene Tests unerlässlich. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung bestimmter Verarbeitungseigenschaften kann aus unseren Angaben nicht abgeleitet werden. Irrtümer und Änderungen sind vorbehalten.