



Internationale Arbeitsgemeinschaft  
der Archiv-, Bibliotheks- und Graphikrestauratoren

8

FRANCOISE FLIEDER

FORSCHUNGSDIREKTORIN AM C.N.R.S.

DIE IN FRANKREICH ANGEWANDTE MASSENBEHANDLUNG ZUR  
KONSERVIERUNG UND RESTAURIERUNG VON BÜCHERN

Centre de Recherches sur la Conservation  
des Documents Graphiques  
Museum National d' Histoire Naturelle  
36, rue Geoffroy-St.-Hilaire  
75005 Paris

France

DIE IN FRANKREICH ANGEWANDTE MASSENBEHANDLUNG ZUR  
KONSERVIERUNG UND RESTAURIERUNG VON BÜCHERN

Francoise FLIEDER

Forschungsdirektorin am C.N.R.S.

(Centre National des Recherches Supérieures)

Angesichts der beträchtlichen Anzahl von Dokumenten, die behandelt werden müssen, ist die Verfügbarkeit einer Massenbehandlung auf dem Gebiet der Konservierung und Restaurierung von Büchern äußerst wichtig. Folglich sind die handwerklichen Methoden überall dort, wo es möglich ist, durch mechanische Verfahren ersetzt worden, die oftmals auf Technologien zurückgreifen, die aus der Welt der Industrie entliehen und den Bedürfnissen der Konservierung und Restaurierung angepaßt worden sind. Bemerkenswerte Fortschritte konnten auf mehreren Ebenen der Behandlung erzielt werden.

Die Gefriergetrocknung, die zur Trocknung von wassergeschädigten Büchern angewandt wird, ebenso wie die Desinfektion in einem Vakuumdruckkessel, sind entscheidende Faktoren zur Rettung von Sammlungen, da sie ein effektives und schnelles Einwirken auf einen beträchtlichen Umfang von Dokumenten ermöglichen.

Ein wichtiger Punkt bei der Konservierung ist die Wiederherstellung der Neutralität des Papiers. Die Konzipierung und Realisierung einer Massenentsäuerungsstation bietet künftig die Antwort auf ein Problem, das bislang in seiner Unermeßlichkeit völlig unüberwindbar zu sein schien.

Schließlich erhält der Fachmann auf dem eigentlichen Gebiet der Restaurierung dank der Herstellung von Techniken wie dem mechanischen Ergänzen von Fehlstellen in schadhafte Dokumenten

und dem Kaschieren von Dokumenten mittels Thermokollage eine unvergleichliche Hilfe. Im Vergleich zu handwerklichen Methoden bedeutet dies einen beachtlichen Zeitgewinn und ist ein vorbildhaftes Beispiel kluger Anwendung maschineller wie menschlicher Arbeit.

Gegenstand dieses Vortrages ist es, das Prinzip der verschiedenen Massenbehandlungen und ihrer Anwendungsmöglichkeiten darzustellen, sowie ihre große Bedeutung für das geschriebene Kulturgut aufzuzeigen.

## DIE RETTUNG DER DOKUMENTE

### Die Behandlung von Wasserschäden bei Büchern

Wasser hat erhebliche und verhängnisvolle Folgen für graphische Dokumente. Die Ursprünge solcher Katastrophen können entweder natürlicher Art sein: Hochwasser von Strömen und Flüssen, Gewitterstürme, Unwetter ... oder sie sind zufälliger Art: Wasserrohrbrüche, Dachspalten, rissige Mauern, Löschwasser als Folge eines Brandes ... In einigen Minuten können so zehntausende von Büchern, Manuskripten oder Archivakten überschwemmt werden. Das Problem ihrer Rettung ist die größte Sorge aller für die Sammlung Verantwortlichen. Es handelt sich dabei um eine schwierige Aufgabe, da sehr schnell auf eine erhebliche Menge von Dokumenten eingewirkt werden muß.

Da rasche Mittel der Entwässerung noch nicht bekannt waren, wurden klassische Methoden angewandt: Einschießen (zwischen jede Buchseite ein oder zwei Blätter Löschpapier legen), Bestäubung mit Talkum, Infrarotbestrahlung, Warmluftzufuhr u.s.w. ... All diese Techniken waren sehr umstritten und langwierig. Der Zustand der auf diese Weise über Wochen und gar Monate vom Wasser durchtränkten Dokumente verschlechterte sich rapide. Die häufig wasserlösliche Tinte der Manuskripte verschwand, und die Farbschicht der Miniaturen zerrann auf dem Pergament. Die Folge war

eine Vermischung von Bindemitteln und Pigmenten. Darüber hinaus begünstigte ein solches Übermaß an Feuchtigkeit das Wachstum von Mikroorganismen, und zahlreiche Farbflecke traten innerhalb einiger Tage auf den Trägern zum Vorschein.

Um derartige Katastrophen zu vermeiden, mußte eine Methode sehr schneller Trocknung gefunden werden. Die Gefriergetrocknung, die in der pharmazeutischen und in der Lebensmittelindustrie zur Dehydrierung verschiedener Produkte angewendet wird, stellte sich als eine sehr interessante Lösung zur Trocknung von Büchern mit Wasserschäden heraus. War auf diese Weise die erste Massenbehandlungsmethode gefunden, so stand jedoch noch die nähere Bestimmung ihrer optimalen Eigenschaften und ihrer Unschädlichkeit hinsichtlich der verschiedenen zu behandelnden Materialien aus: Papier, Leder und Pergament.

Arbeiten in diesem Sinne wurden im Centre de Recherches sur la Conservation des Documents Graphiques durchgeführt. Wir wollen nun die verschiedenen Stadien der Behandlung nachvollziehen, nämlich das Gefrieren und die eigentliche Trocknung.

#### 1 - Das Gefrieren

Dies ist ein sehr wichtiger Behandlungsschritt. Er ist mit höchster Dringlichkeit durchzuführen, wobei im Idealfalle nicht mehr als 24 bis 48 Stunden verstreichen sollten, um jegliche Wucherung von Mikroorganismen und ein Verwischen der Zeichen zu verhindern. Aufgrund zahlreicher Experimente haben wir festgestellt, daß die Gefriertemperatur eine wesentliche Rolle spielte. Damit das Wasser, das sich im Inneren der Archivakten und der Bücher befindet, in Massen entzogen werden kann, bedarf es, abhängig von dem Umfang der zu behandelnden Dokumente, einer Gefriertemperatur zwischen  $-40^{\circ}\text{C}$  und  $-30^{\circ}\text{C}$  über eine Dauer von 24 bis 72 Stunden; die Temperatur sollte dann auf  $-18^{\circ}\text{C}$  angehoben werden. Die auf diese Weise stabilisierten Materialien können jahrelang in den Gefriertruhen ruhen, ohne daß dies den geringsten Nachteil für die künftige Konservierung der ver-

schiedenen Bestandteile des Buches mit sich bringen würde. Dennoch blockiert dieses Lagergut gewaltige und kostspielige Gefriereinrichtungen und immobilisiert die derart gefrorenen Dokumente.

Daher sollte man möglichst rasch zum zweiten Schritt übergehen, der eigentlichen Trocknung.

## 2 - Die Trocknung

Die Gefriergetrocknung erlaubt durch das gemeinsame Wirken von Kälte und Vakuum die Aussonderung des Wassers. Der Arbeitsgang vollzieht sich in drei Phasen (2) (10) (16):

Phase 1: Gefrieren bzw. Umwandlung des freien Wassers in Eis. Chemisch "gebundenes" Wasser und Wasser, das sich in der Struktur des Gewebes "immobilisiert" anfindet, ist nicht gefrierbar.

Phase 2: erste Austrocknung oder eigentliche Sublimation. Die Umwandlung von Eis in Dampf setzt ein Vorgehen im Vakuum und bei Niedertemperatur voraus; sie kommt an der freien Oberfläche der Kanten zustande und läßt dort eine trockene Oberflächenschicht zurück, wobei sich die Front der Sublimation anschließend in die Tiefe verlagert. Die Sublimation ist ein endothermisches Phänomen, das ungefähr 700 Kalorien/Gramm erfordert.

Phase 3: zweite Austrocknung oder Desorption: die Verdunstung des "immobilisierten" Wassers und eine Desorption des chemisch "gebundenen" Wassers tritt ein.

Um einen allzu erheblichen Verlust an gebundenem Wasser zu vermeiden, muß die zweite Austrocknung auf ein Minimum beschränkt bleiben. Zu diesem Zweck wird das Verfahren abgebrochen, sobald die Temperatur des umfangreichsten Dokuments positive Temperaturen erreicht hat.

Wenn die Dokumente die Gefriertruhe verlassen, um sofort in den Gefriergetrockner gelegt zu werden, geht man unmittelbar zur ersten Trocknung über. Manchmal ist es jedoch notwendig, die Bücher teilweise aufzutauen, um sie grob zu sortieren und Thermosonden einzuführen; in diesem Fall gefriert man sie erneut für einige Stunden.

Der Gefriergetrockner enthält eine Wanne, die mit Radiationsplatten zur Niedergefrierung und Erwärmung ausgerüstet ist, einen Kondensator, der die Wassermoleküle abzieht und eine Vakuumpumpe, mit der der Druck verringert werden kann.

Unsere Experimente haben wir mit unterschiedlichsten Papierqualitäten wie mit verschiedenen Leder- und Pergamentsorten durchgeführt.

Ausgezeichnete Ergebnisse wurden mit den Papiersorten erzielt. Sie behielten sowohl ihre Geschmeidigkeit als auch ihre Form. Die Seiten klebten niemals zusammen, selbst, was ganz ungewöhnlich ist, nicht einmal im Fall von Kunstdruckpapier. An der Luft getrocknet, wären diese Seiten zu einem unlöslichen Block zusammengeklebt. Darüber hinaus hat sich die physikalisch-chemische Beständigkeit des gefriergetrockneten Papiers selbst nach künstlich herbeigeführten Alterungsstufen nicht verändert und keinerlei Vergilbung ist aufgetreten.(8).

Leider hat Leder weniger gut reagiert. Obgleich seine mechanische wie chemische Resistenz keiner Veränderung unterlag (2) (3), kann dieses Material je nach dem Grad seiner Beschädigung mehr oder weniger einlaufen; so wurden Schrumpfungen von mehr als 10% bei den Einbanddeckeln beobachtet. Dieser Nachteil ist auf einen zu hohen Trocknungsgrad zurückzuführen, der in der Methode selbst liegt. In der Tat ist Wasser ein wichtiges Element, das in ausreichendem Maße im Leder vorhanden sein muß, um seine Geschmeidigkeit zu bewahren. Unter Einsatz verschiedener Energiestufen wird das Wasser durch die Mechanismen zu-

rückgehalten, und sein Anteil, dessen Optimum auf 14% geschätzt wird, variiert in Abhängigkeit von der Feuchtigkeit der Umgebung. Während der Trocknung soll eine bestimmte Menge im Inneren des Leders zurückbleiben. Im Idealfall sollte nur das Wasser entzogen werden, mit dem es sich vollgesogen hat - mit anderen Worten der Überschuß. Nachdem am Ende der Gefriergetrocknung das gesamte gefrorene Wasser sublimiert worden ist, kann es zu einer Desorption des materialeigenen Wassers kommen, die in diesem Fall die Schrumpfung hervorruft.

Um diesem größten Mißstand abzuhelpfen, hat das Labor eine Technik entwickelt, die eine kontrollierte Trocknung durch Einleitung von hygroskopischen Substanzen in das Leder erlaubt, und die die Eigenschaft besitzen, einen bestimmten Prozentsatz an Feuchtigkeit während der Behandlung zu bewahren. Wenn das Buch nicht aufgebrochen werden kann, müssen diese Substanzen durch Bepinselung verabreicht werden. Bemerkenswert ist PEG 400 und 200, das, wenn es in zwei Schichten und einer ausreichend konzentrierten Lösung (60%) verabreicht wird, gute Ergebnisse zeigt. Trotzdem bereitet gefärbtes Leder noch immer Probleme, da sich seine Farbe verändert. Die Versuche werden daher fortgesetzt.

Da andererseits die Trocknung des Papiers in Relation zu dem beträchtlichen Umfang der zu behandelnden Materialien sehr lange dauert, trocknen der Ledereinband und insbesondere die Buchrücken und der obere Buchdeckel sehr schnell aus und können somit eine beträchtliche Desorption erfahren. Um dieses Phänomen zu unterbinden, werden die Bücher in einen Film aus Polyäthylen gehüllt, wobei der Schnitt für die Sublimation des Eises frei bleiben muß.

Auch wenn die Gefrierung von Pergament problemlos angewendet werden kann, so bewirkt doch die Gefriergetrocknung eine ziemlich beträchtliche Verdickung des Materials und modifiziert so seine mechanischen Eigenschaften.

Selbst wenn die Rettungsmaßnahmen schnell und sorgfältig durchgeführt werden, kann man doch niemals sicher sein, daß sich nicht irgendwelche Pilzsporen im Inneren der Dokumente gebildet haben. Aus diesem Grunde müssen wir als Vorsichtsmaßnahme unbedingt auch noch die trockenen Dokumente sowie die geschädigten Örtlichkeiten für den Fall desinfizieren, daß sie dort wieder aufgestellt werden sollten.

Angesichts dieser Resultate können wir die Gefriergetrocknung als ein Verfahren betrachten, daß sich sehr gut zur Trocknung großer Mengen von Archivakten, Broschürebinden, Leineneinbänden und Kartonagen eignet. Gleichwohl wird es unsere Aufgabe sein, all die Bücher gesondert zu behandeln, die in Leder oder Pergament gebunden sind.

Diese Methode hat sich in Frankreich bereits bei verschiedenen Anlässen bewährt, besonders im April 1983, als das Hochwasser der Mosel 60.000 Bücher der Bibliothek der Faculté des Lettres in Metz überflutet hatte. Sie wurden sofort eingefroren und einige Monate später gefriergetrocknet. So konnte die Gesamtheit der Dokumente gerettet werden.

Eine andere, völlig außergewöhnliche Erfahrung konnten wir mit Materialien machen, die im Meerwasser versunken waren (13). Denn anlässlich der Bergung der Ölbohrinsel Alexander Kielland im Jahre 1984, die 1981 in der Nordsee untergegangen war, konnten zahlreiche Dokumente dank der Gefriergetrocknung getrocknet und später zu Rate gezogen werden.

#### DIE DESINFIZIERUNG

Bei der Desinfizierung handelt es sich nicht nur um eine Zusatzbehandlung zum gesamten Entwässerungsverfahren, sondern um eine dringend notwendige Behandlung, die bereits dann einsetzen muß, wenn man den befallenen Dokumenten gegenübersteht.



Die erste zu ergreifende Maßnahme besteht selbstverständlich darin, die Dokumente so schnell wie möglich aus den Magazinen, in denen sie sich befinden, zu entfernen, um Ansteckungen weitestgehend einzugrenzen. Erst in diesem Moment lassen sich das genaue Ausmaß des zu bekämpfenden Schadens und die Gegenmittel untersuchen (Proben und Analysen), um Abhilfe zu schaffen.

Unter Desinfizierung versteht man die Gesamtheit der Verfahren, durch die die Infektionselemente beseitigt werden: für Pilze gilt, daß die Desinfizierung erst abgeschlossen ist, wenn die Sporen zerstört sind, und im Falle von Insekten müssen Larven und Eier abgetötet werden.

Macht man sich schließlich an die Desinfizierung der beschädigten Dokumente, so ist die Behandlung der benachbarten Dokumente wie der Örtlichkeiten, an denen sie eingelagert waren, gleichermaßen unerlässlich.

#### 1 - Die Dokumente

Bei der Wahl einer Desinfektionstechnik muß man sich zuvor nicht nur von der Wirksamkeit der Produkte überzeugen, sondern auch von ihrer Unschädlichkeit für Papier, Tinte, Leder, Pergament u.s.w. Eine der großen Schwierigkeiten, die die Desinfizierung von Archivakten mit sich bringt (eine Schwierigkeit, die in den Werbungen der Desinfektionsmittelhersteller verkannt wird), ergibt sich aus dem Eindringen von Pilzen in das Innere der Akten und Register. Dies erklärt, warum jede Oberflächenbehandlung in diesem besonderen Fall unzureichend ist und rechtfertigt, daß man den Desinfektionsverfahren im Vakuumdruckkessel den Vorzug gibt. Dank dieser Verfahren dringen die Desinfektionsgase in alle Hohlräume der infizierten Dokumente.

Unter den zahlreichen Behandlungsmethoden, mit denen wir ex-

perimentiert haben, entspricht lediglich Äthylenoxyd allen Anforderungen. Es handelt sich um ein farbloses Gas,  $H_2COCH_2$ , mit aromatischem Duft, das schon lange als Insektizid und Bakterizid verabreicht wird. Bereits vor etwa 20 Jahren haben wir auf seine fungiziden Eigenschaften aufmerksam gemacht. Dieses Gas bietet alle Sicherheiten, die zur Desinfizierung graphischer Dokumente benötigt werden. Da es außerdem im Vakuum angewendet werden kann, wird ihm die Fähigkeit einer ausgezeichneten Durchdringung verliehen. Dem Konservator erlaubt es, die Archive in ihrem eigentlichen Zustand oder in geschlossenen Truhen im Inneren des Druckkessels aufzustapeln. Aus diesem Grund wurde Äthylenoxyd in zahlreichen Fällen zur Massenbehandlung verwendet, insbesondere bei den Überschwemmungen von Florenz und Lissabon. Äthylenoxyd muß mit Stickstoff oder mit Freon 12 in bestimmten Verhältnissen gemischt werden (27,5% Äthylenoxyd und 72% Stickstoff oder Freon). Im Inneren des Druckkessels stellt man ein Vakuum her, das ausreicht, um einen Kompressionsdruck zwischen 10 und 60 mm zu erhalten. Man führt das Gasgemisch ein, um eine Äthylenoxydkonzentration von  $500g/m^3$  zu erreichen. Der Vorgang, der 6 Stunden dauert, wird bei mindestens  $24^{\circ}C$  und 50% relativer Feuchte ausgeführt. Nach Beendigung der Desinfizierung werden 3 bis 6 Spülungen durchgeführt, indem man die eingeleitete Mischung mit Hilfe einer Vakuumpumpe entzieht und durch Luft ersetzt.

Um die Desorption zu Ende zu führen, sollten die derart behandelten Dokumente für 24 bis 48 Stunden in einem gut belüfteten Raum aufgestellt werden.

## 2 - Die Örtlichkeiten

Nachdem man die Aufbewahrungsorte bzw. die Buchmagazine wieder instand gesetzt und sich von ihrer Trockenlegung überzeugt hat, werden sie desinfiziert. Falls die Dokumente mit Mikroorganismen infiziert waren, zerstäubt man mit einem Druckluftkom-

pressor Caequartyl CTH25, ein Gemisch aus Chlorid und Akyl-dimethylbenzylammoniumbromid. Man verwendet es als 20 prozentige Lösung in 70 prozentigem Alkohol (um die Luft durch die Zerstäubung einer wässrigen Lösung nicht erneut zu befeuchten) in einem Verhältnis von 5ml/m<sup>3</sup>. Da dieses Produkt die Schleimhäute reizt, muß während des gesamten Vorgangs eine Maske getragen werden.

Die Regale werden mit einem Schwamm abgewaschen, der mit derselben Caequartyl CTH25-Lösung getränkt wurde.

Bei einem Insektenbefall wird Lindan (Isomer  $\gamma$  des Hexachlorocyclohexams) in einem Verhältnis von 1,5g/m<sup>3</sup> sublimiert.

## DIE KONSERVIERUNG DER DOKUMENTE

### Die Entsäuerung

Mehr als jedes andere Material wird Papier stark durch Säuren beschädigt. Sein Hauptbestandteil, die Zellulose, ist ein Polymer, das aus einer großen Anzahl von Kettengliedern der Anhydroglucose gebildet wird, von denen die einen mit den anderen durch "oxygene Brücken" verbunden sind. Beim Kontakt mit einer Säure werden diese Brücken einer Hydrolyse ausgesetzt, es kommt zum Bruch zwischen zwei Kettengliedern, wodurch die Länge der Zelluloseketten und somit der mechanische Widerstand des Papiers reduziert wird. Dieses Phänomen macht sich besonders bei Papieren bemerkbar, die seit der Mitte des 19. Jahrhunderts hergestellt wurden, die häufig ausgesprochen brüchig geworden sind und sich oft sogar verfärbt haben.

Analysen haben gezeigt, daß ihr ph-Wert zwischen 3 und 5 lag. Da man weiß, daß ein ph-Wert von 7 für eine optimale Konservierung des Papiers wünschenswert ist, ist das Problem der Entsäuerung zu einer Frage ersten Ranges geworden. Die Produkte, die hier angewendet werden können, sind sehr zahlreich.

Es muß daher eine vernünftige Auswahl getroffen werden, und nur die Produkte sind von Interesse, die bei aller Wirksamkeit nicht das Risiko in sich bergen, das Dokument zu beschädigen.

Es ist bekannt, daß zur Neutralisierung der im Papier enthaltenen Säuren Basen eingesetzt werden, die ein neutrales Salz bilden. Zahlreiche Verbindungen entsprechen diesen Erfordernissen; eine gründliche Studie, die vor einigen Jahren in unserem Labor gemacht wurde, gestattete es, mehrere davon auszuwählen. Sie werden, abhängig von der Löslichkeit der Zeichen, als wässrige oder alkoholische Lösung verwendet (6).

Leider ist es bei diesen Behandlungsmethoden notwendig, die Bücher vorher aufzubrechen; dies ist jedoch unmöglich, wenn man eine sehr große Anzahl von Dokumenten entsäuern muß.

Demzufolge sehen sich die für die Konservierung Verantwortlichen einer ausgesprochen besorgniserregenden Situation gegenüber, die einzig durch die Anwendung einer Technik gerettet werden kann, die die Behandlung einer beträchtlichen Anzahl von Büchern in einem einzigen Verfahrensgang erlaubt. (5). Das C.R.C.D.G. ist bestrebt, dies durch die Entwicklung einer Methode zu verwirklichen, bei der es eine Flüssigkeit unter Druck benutzt, nämlich Methylmagnesiumkarbonat als Lösung in Methanol und Freon 12, in der Konzentration von 1,6% (4)(9).

Die erste Anlage der Welt, die auf dieser Verfahrensart beruht, ist von der Société Mallet im Restaurierungszentrum Sablé der Bibliothèque Nationale eingeführt worden. Sie wird ihren Betrieb im Herbst 1987 aufnehmen.

Das Verfahren muß in zwei Abschnitten durchgeführt werden:

- Die Vorbehandlung ist eine Eingangsphase zur Vorbereitung der Bücher, um ihnen ausreichende Trockenheit zu geben. Etwa 600 Bücher werden getrocknet, indem man sie zunächst für 24 Stunden in einer Trockenkammer bei 50°C und anschlie-

Send für 48 Stunden in einem Druckkessel beläßt, in dem man ein Vakuum hergestellt hat.

- Die Hauptbehandlung findet in einem Druckkessel statt, der etwa 200 Bände aufnehmen kann. Die Bücher werden mit der entsäuernden Lösung imprägniert. Der Kontakt dauert 10 Minuten, die überschüssige Lösung wird mit einer Vakuumpumpe abgesaugt und in eine Destillationseinheit geschickt, um die Lösungsmittel wieder aufzufangen. Durch Abpumpen und Erwärmung werden die Bücher im Druckkessel getrocknet. Diese Behandlung kann täglich zwei- bis dreimal wiederholt werden.

## DIE RESTAURIERUNG DER DOKUMENTE

### Das Verschließen von Fehlstellen in schadhaftem Papier

Zahlreiche alte Dokumente weisen Risse, Lücken und Insektenlöcher auf, die geschlossen werden müssen, um ihnen ihre Festigkeit wiederzugeben. Das herkömmliche Ausbesserungsverfahren besteht darin, Einsätze aus alten Papieren oder Japanpapier von der Größe der Fehlstellen zurechtzuschneiden und sie entweder mit Klebstoff oder mit Zellulosedeviraten aufzukleben.

Man hat nach und nach versucht, diese Restaurierungsmethode durch ein Schließen der Fehlstellen mit Papierbrei zu verfeinern.

Rufen wir uns das Prinzip dieser Technik in Erinnerung: in Wasser aufgeschwemmter Papierbrei wird in einen Behälter gegossen, dessen Grundfläche aus einem Gitter besteht, das die schadhaften Dokumente trägt. Unter dem Gitter ist eine Absaugvorrichtung angebracht; das Wasser wird abgesondert und der Brei lagert sich vorzugsweise in den Fehlstellen ab (11) (14).

Die großen französischen Restaurierungswerkstätten verwenden derzeit diese Maschinen. Die Staatsarchive sind mit zwei Apparaturen ausgestattet, dem aus Israel importierten Recurator (1)

und der Jeset, die in den Niederlanden gebaut wurde. Die Bibliothèque Nationale ist mit einer spanischen Maschine ausgerüstet, die unter dem Namen Vinyector (17) bekannt ist.

Zuallererst berechnet man die Menge des Papierbreis, die dem Wasser beigemischt werden muß, um so einen Pfropfen zu erhalten, dessen Feingewicht mit dem des zu restaurierenden Papiers übereinstimmt. Zu diesem Zweck vermißt der Restaurator die fehlende Oberfläche mit Hilfe von Millimeterpapier. Kennt man das Feingewicht des Dokumentes, so leitet man daraus das Gewicht des zu verwendenden Breis ab. Dieses Vorgehen ist ganz offensichtlich sehr langwierig und sehr mühselig. Auch um diesem Mißstand abzuhelpen, haben sich die Werkstätten der Staatsarchive an die Informatik gewandt. Das entwickelte System beruht auf der Anwendung einer an einen Mikroprozessor angeschlossenen Linearkamera, die die fehlende Oberfläche im Verhältnis zur Gesamtoberfläche des Dokumentes ausmißt. Eine elektronische Waage vermittelt Kenntnisse über das Gewicht des Blattes. Dank all dieser Informationen bestimmt ein Rechner die angemessene Menge von Papierbrei, die für die Ergänzung des Blattes notwendig ist. Der gesamte Vorgang dauert nicht mehr als 4 Minuten; dies bedeutet einen erheblichen Zeitgewinn und trägt zu einer weiteren Leistungssteigerung dieser Restaurierungstätigkeit bei.

Im Labor haben wir die Widerstandsfähigkeit derart restaurierten Papiers untersucht. Die ersten Erfahrungen haben gezeigt, wie wichtig eine Verfeinerung des Breis ist. Es handelt sich um ein komplexes Verfahren, das die Herstellung von Papierbreisorten mit bestimmten Eigenschaften zuläßt. Sein Einsatz bewirkt gleichzeitig ein Fibrilieren und einen Faserschnitt und begünstigt auf diese Weise eine bessere Bindung zwischen dem Pfropfen und dem Dokument. Dieser Vorgang vollzieht sich in einem Laborholländer; die Staatsarchive haben den Holländer Allimand gekauft. Die Aufbereitungskontrolle findet anhand der Bestimmung der Richtzahl der Entwässerung statt, die in

Schöpfer Riegler - Graden (<sup>0</sup>SR) gemessen wird. Wir haben festgelegt, daß der beste Aufbereitungsgrad für einen bestimmten Brei aus Baumwollinters, der in den Staatsarchiven benutzt wird, 53<sup>0</sup>SR betrug.

Außerdem wurde nachgewiesen, daß die Untermischung eines Klebstoffes unter den Brei dem Pfropfen eine bessere Widerstandsfähigkeit verliehen hat; kationische Stärken, Solvitose N und die Fasern des Polyvinylalkohols, nämlich Kuralon, haben, allein oder als Gemisch verwendet, gute Resultate erbracht (12).

#### DAS KASCHIEREN DER DOKUMENTE DURCH SCHICHTUNG

Wenn die Entsäuerung dem Papier auch eine bestimmte Geschmeidigkeit verleiht, so erhält es seinen ursprünglichen mechanischen Widerstand dennoch nicht zurück. Um das Papier verwendbarer zu machen, muß es mit einem verstärkenden Gewebe kaschiert werden, das mit einem Klebstoff planiert ist. Es bleibt anzumerken, daß dieses Verfahren auf nichtentsäuerten Materialien nicht erfolgreich durchgeführt werden kann, da das verstärkende Gewebe über kurz oder lang ebenfalls von der Säure zerstört werden würde.

Die Materialien sollen dem Papier einen guten Schutz verleihen und seinen physikalisch-chemischen Widerstand verbessern, ohne jedoch das Aussehen des Dokumentes, das biegsam bleiben soll, zu verändern; sie dürfen keinen Glanz annehmen und sollen die Lesbarkeit des Dokumentes insgesamt bewahren. Um keine Beschädigung des Dokumentes zu riskieren, sollte der Auftrag der Materialien leicht sein (zu starke Hitze und starker Druck sind auszuschließen). Obgleich die Haftung gut sein muß, ist die Möglichkeit zur Aufhebung des Verfahrens gleichermaßen unerlässlich. Gefordert ist eine langfristige Stabilisierung des verstärkenden Gewebes und des Klebstoffes, denn es dürfen keine zu Abbau bzw. Verfall führenden Produkte erzeugt werden, die den behandelten Papieren schaden könnten.

Das Kaschieren mit äußerst feinem Japanpapier und einem Stärkemehl- oder Zellulosekleister ist die älteste Technik. Wenn es sich um die Restaurierung von Stücken mit unbestrittenem historischen oder künstlerischen Wert handelt, bleibt dieses handwerkliche Verfahren die einzige Lösung.

Bei einer Behandlung in großem Maßstab kann man mittels mechanischer Kaschierung sehr schnell eine große Anzahl von Blättern verstärken. Das Dokument wird zwischen zwei Plastikfolien und zwei Lagen Verstärkungsgewebe gelegt. Durch Verschmelzung oder Auflösung des Plastikfilms wird das Ganze zusammengeklebt. Bis heute ist Japanpapier das am meisten verwendete Verstärkungsmaterial. Verschiedene Stoffe wurden oder werden im Ausland noch immer als Klebstoff verwendet: Zelluloseacetat in Verbindung mit Japanpapier hat sich als hinlänglich zufriedenstellend erwiesen.

Gleichwohl haben uns die durchgeführten Forschungen dazu veranlaßt, zwei neue Produkte auszuwählen (15): ein Verstärkungsgewebe, das Cerex, das ein Polyamid 6-6 ist und einen Klebstoff, das Bifix ein Copolyamid 6, 6-6, 6-10, 6-12. Diese Behandlung, die unter einer Heizpresse durchgeführt wird (20 bis 25 Sekunden bei ca. 80°C) kann in Alkohol rückgängig gemacht werden. Die Restaurierungswerkstatt der Bibliothèque Nationale hat eine, in der Textilindustrie verwendete Thermoklebpresse (+) ihren Bedürfnissen angepaßt, die ständig in Betrieb ist. Zusätzlich zu der guten Lesbarkeit und der ausgezeichneten Stabilität, verleihen diese Polyamide den Dokumenten außergewöhnliche physikalisch-chemische Eigenschaften (Abbildung 2 und 3).

Jedoch scheint Bifix, das zur Zeit in einer anderen Zusammensetzung auf dem Markt ist, einem rascheren Abbau zu unterliegen als das Produkt, das bei der Entwicklung des Verfahrens benutzt wurde (10).

---

(+) M713 Union Special



Unter diesen Umständen erschien es uns unerläßlich und dringend notwendig, diesen Thermoklebstoff durch ein anderes Produkt zu ersetzen, dessen Eigenschaften der Anforderungen einer Langzeitkonservierung entsprechen. Die Arbeiten sind im Gange.

-----

Aus dieser Darstellung geht hervor, daß sich Frankreich für die Probleme der Massenkonservierung und Massenrestaurierung sehr aufgeschlossen zeigt; wie wir eben gesehen haben, konnte so eine Anzahl von Lösungsmöglichkeiten entwickelt werden. Auf zahlreichen Gebieten sind jedoch noch immer Fortschritte notwendig. Auch wenn die Gefriergetrocknung eine sehr wirksame Behandlungsmethode ist, bedarf es dennoch ausgesprochen kostspieliger Anlagen und einer relativ langen Trocknungszeit. Eine neue Methode, die auf Mikrowellen zurückgeht, befindet sich im Experimentierstadium und scheint sehr vielversprechend zu sein.

Die Desinfizierung im Vakuumkessel bleibt insgesamt eine leistungsstarke Technik, Jedoch strebt die internationale Rechtsprechung an, den Gebrauch von Äthylenoxyd zugunsten der Menschen zu untersagen. Nach einem Ersatzprodukt muß gesucht werden.

Auch wenn schließlich die Methode zur Ergänzung von Fehlstellen auf der Grundlage von Baumwolle und Leinwand bereits sehr weit fortgeschritten ist, so bleibt noch viel Arbeit für die Restaurierung von Papieren, die Zellstoff verschiedener Qualitäten enthalten.

BIBLIOGRAPHIE

1. E.B. Alkalay, 1980, The history and development of leaf-casting, International Conference on the Conservation of Library and Archives Materials and the Graphic Arts, Institute of Paper Conservation, London, 187
2. C.Chahine, 1985, Analyse et conservation des cuirs anciens, Paris I, thèse de 3e cycle.
3. C. Chahine, L.B. Vilmont, 1987, L'assèchement des objets en cuir gorgés d'eau, Budapest, 6<sup>o</sup> cours International de Restauration. (im Druck).
4. R. Couch, 1981, Notes on pressurized system for producing magnesium bicarbonate solutions, Journal of the American Institute for Conservation, 21, 1, 43-48.
5. G.M. Cunha, 1986, Mass deacidification systems available to librarians, Institute of Paper Conservation 10th conference: New Directions in Paper Conservation, Oxford, D66-D67.
6. V. Daniels, 1980, Aqueous deacidification of paper, International Conference on the Conservation of Library and Archive Materials and the Graphic Arts, Institute of Paper Conservation, London, 121-123.
7. F. Flieder, M. Duchein, 1983, Livres et documents d'archives: sauvegarde et conservation, Paris, UNESCO.
8. F. Flieder, F. Leclerc, C. Chahine, 1978, Effet de la lyophilisation sur le comportement mécanique et chimique du papier, de cuir et du parchemin, Comité pour la Conservation de l'ICOM, Zagreb, 78/14/8.
9. F. Flieder, F. Leclerc, C. Garnier, 1981, La sauvegarde des documents imprimés conservés à la Bibliothèque Nationale, Les Documents Graphiques et Photographiques: Analyse et conservation, Travaux du Centre de Recherches sur la Conservation des Documents Graphiques, Paris, C.N.R.S., 11-30.

10. J. Flink, H. Hoyer, 1971, Conservation of water damaged written documents by freeze drying, *Nature*, 234, 420.
11. P.M. Laursan, 1986, Mass-scale leaf-casting, Institute of Paper Conservation, 10th conference: New Directions in Paper Conservation, Oxford, D78-D79.
12. F. Leclerc, F. Flieder, F. Bulle, 1987, Le colmatage mécanique des documents: effet de l'incorporation d'un adhésif dans la pâte à papier, Preprints de la 8e conférence de l'ICOM, Sydney. (im Druck).
13. M. Leroy, 1985, La lyophilisation des documents immergés dans l'eau de mer, *Nouvelles de l'ARSAG*, 0, 2-3.
14. L. Pourtales, F. Leclerc, F. Flieder, F. Bulle, B. Barbier, 1986, Le colmatage des papiers détériorés, *Les Documents Graphiques et Photographiques: Analyse et conservation: Travaux du Centre de Recherches sur la Conservation des Documents Graphiques*, Paris, Archives Nationales, 11-52.
15. P. Richardin, S. Bonnassies, F. Flieder, 1986, Etude de la dégradation des polyamides utilisés pour la lamination des documents anciens, *Les Documents Graphiques et Photographiques: Analyse et conservation, Travaux du Centre de Recherches sur la Conservation des Documents Graphiques*, Paris, Archives Nationales, 53-84.
16. D. Simatos, 1974, *La lyophilisation: principe et application*, Paris, Association Nationale de la Recherche Technique.
17. V. Vinas, 1973, Los Procedimientos mecanizados en la conservacion y restauracion, *Boletin de la Direccion General de Archivos y Bibliotecas*, XXII, 133-134, 187-194.
18. W.K. Wilson, 1980, The effect of magnesium bicarbonate solutions on various papers, preservation of paper and textiles of historic and artistic value, II, Washington, American Chemical Society, 87-107.

RESUME :

Cette communication met l'accent sur l'importance des traitements de masse pour le sauvetage, la conservation et la restauration des livres et présente les différentes techniques utilisées en France à cette fin.

Il est fait appel à la lyophilisation pour l'assèchement des documents inondés. En cas de contamination, la désinfection en autoclave sous vide à l'oxyde d'éthylène est la méthode retenue. En matière de conservation, la conception et la réalisation d'une station de désacidification de masse constitue un élément de première importance. Enfin, la restauration des documents est considérablement accélérée grâce aux opérations de colmatage mécanique des lacunes et de doublage par lamination.

ABSTRACT :

This paper emphasizes the importance of mass-scale treatments for the salvage, preservation and restoration of books and introduces the different processes France has developed for this purpose.

Freeze-drying is required when documents have been flooded. In case of infestation, they are fumigated with ethylene oxide in a vacuum chamber. The conception and realization of a mass-scale deacidification facility is a great concern for the preservation of paper. Lastly, restoration is greatly improved by the mechanical leaf-casting process and the use of lamination as a lining treatment.

Zusammenfassung :

Dieses Referat hebt die Bedeutung der Massenbehandlung zur Rettung, Konservierung und Restaurierung von Büchern hervor und stellt die verschiedenen Techniken vor, die in Frankreich

zu diesem Zweck angewendet werden.

Die Gefriergetrocknung ist für die Trocknung wassergeschädigter Dokumente erforderlich. Im Fall der Verseuchung wird die Methode der Desinfektion in einer Vakuumkammer mit Äthylenoxyd angewendet. Für die Konservierung ist die Konzipierung und Realisierung einer Massenentsäuerungseinrichtung von größter Bedeutung. Dank des mechanischen Verschließens von Fehlstellen und des Kachierens durch Schichtung ist die Restaurierung von Dokumenten erheblich schneller geworden.

Centre de Recherches sur la  
Conservation des Documents Graphiques  
36, rue Geoffroy Saint-Hilaire  
75005 PARIS