

JACQUES AMOIGNON und PHILIPPE LARRAT

## Die Anwendung der Gefriertrocknung zur Behandlung von durchnässten Dokumenten

### *1 Einleitung*

In den Bibliotheken ist Wasser häufig der Grund für die Beschädigung von graphischen Werken, entweder infolge außergewöhnlicher Naturereignisse (Überschwemmungen, Wirbelstürme etc.) oder technischer Gebrechen (Rohrbrüche der Zentralheizung, Schäden an Dächern etc.).

Wenn man derartig durchnässte Dokumente nicht behandelt, so sind sie äußerst rasch dem Verfall preisgegeben. Unter diesen Bedingungen werden die Trägermaterialien von graphischen Werken wie Papier, Pergament, Karton oder Leder durch chemisch-physikalische und biochemische Reaktionen angegriffen. Zu diesen Reaktionen zählen das Verrinnen von Tinten und Farbstoffen, der Schimmelbefall etc.

Man weiß, daß jede biologische oder chemisch-physikalische Reaktion sich bei tiefen Temperaturen verlangsamt oder total gehemmt wird. Aus diesem Grund ist es schon seit einigen Jahren üblich, Dokumente, die naß geworden sind, so rasch wie möglich einzufrieren.

Selbstverständlich ist es danach notwendig, die Dokumente so zu behandeln, daß sie wieder ihre ursprünglichen Eigenschaften erlangen.

### *2 Die Behandlung mittels Gefriertrocknung*

Die Gefriertrocknung erscheint als ausgezeichnete Lösung des Problems.

Dieses Verfahren wurde schon in Dänemark und in den USA in Sonderfällen verwendet. In Frankreich haben die Arbeiten von F. Flieder und Mitarbeitern des „Centre de Recherches sur la Conservation des Documents Graphiques“ und von G. Meurgues vom „Museum National d'Histoire Naturelle“ uns gestattet, mehrere Hundert Kilogramm von Dokumenten und Büchern, die mit Wasser durchnässt waren und der öffentlichen Hand oder privaten Institutionen gehören, zu behandeln.

Bekanntlich ist die Gefriertrocknung ein Verfahren, das sich dadurch auszeichnet, daß man bei geringem Druck ein bereits eingefrorenes Produkt

trocknet, indem man die Sublimation des Eises (oder eines Lösungsmittels, falls es sich um eine nicht-wässrige Lösung handelt) vorstatten gehen läßt.

Die Gefriertrocknung ist ein einfaches Verfahren, das immer stärkere Anwendung auf den verschiedensten Gebieten findet, wie Pharmazie, Veterinärmedizin, Lebensmittelindustrie, Kulturgüterschutz etc.

In unserem Fall erleichtert die Gefriertrocknung beträchtlich die Restaurierungsarbeiten von durchnässten Dokumenten. Normalerweise sind diese Verfahren sehr langwierig und umständlich, da es notwendig ist, jede einzelne Seite mit geeigneten Mitteln zu trocknen und das Ganze mit Heißluft zu behandeln.

### *3 Apparative Ausrüstung*

Der Gefriertrockner besteht aus einer Trockenkammer, enthaltend einen Eiskondensator, an dem die Dämpfe kondensieren, und Stellflächen, die das zu behandelnde Gut aufnehmen – im vorliegenden Fall die graphischen Werke. Diese Stellflächen sind hohl und im Innern zirkuliert eine Wärmeübertragungsflüssigkeit, womit sich die Temperatur zwischen  $-50^{\circ}\text{C}$  und  $+50^{\circ}\text{C}$  einstellen läßt.

Der Druck im Innern der Sublimationskammer kann bis auf Werte von  $10^{-3}$  Torr abgesenkt werden.

Das Gerät kann vollautomatisch gesteuert werden: die Temperatureinstellung wird in Abhängigkeit von der Zeit programmiert.

### *4 Behandlungsverfahren*

Obwohl die Dokumente im allgemeinen schon gefroren sind, bevor sie in die Anlage eingebracht werden, so besteht auch die Möglichkeit, sie erst in der Sublimationskammer einzufrieren.

Wenn die Dokumente also noch nicht eingefroren sind, werden sie einige Stunden lang einer Temperatur von  $\leq -40^{\circ}\text{C}$  ausgesetzt.

Danach wird die Temperatur der Stellflächen auf  $-201^{\circ}\text{C}$  gebracht, während der Druck in der Sublimationskammer zwischen 1 und  $10^{-1}$  Torr gehalten wird, um einen günstigen Wärmeaustausch zu gestatten. Während dieses Zeitabschnittes sublimiert das Eis und der entstandene Wasserdampf schlägt sich im Eiskondensator nieder, der auf einer Temperatur von  $-50^{\circ}\text{C}$  gehalten wird.

Die Sublimation oder Primärtrocknung wird unter diesen Bedingungen zwischen 24 und 72 Stunden durchgeführt. Die Abgabe des Dampfes ist ständig

unter Kontrolle. Eine Zusatztrocknung kann eventuell durchgeführt werden, indem man das Vakuum unterbricht und die Temperatur der Stellflächen während einiger Stunden auf 30°C bringt.

Die Zeitdauer der Sublimation und der Nachtrocknung bestimmen die Restfeuchtigkeit in dem behandelten Dokument. Die Höhe des Druckes während der Sublimation hat ebenfalls Einfluß auf die Behandlungsdauer.

Am Ende der Behandlung ist es möglich, um das Vakuum zu brechen, in die Sublimationskammer ein neutrales Gas (wie z. B. Stickstoff) oder ein bakterizides Gas einzuleiten.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Ergebnisse von Laborversuchen

Systematische Forschungsarbeiten wurden von G. Flieder, F. Leclerc und C. Chahine durchgeführt. Sie bilden die Grundlage für ein Referat, das beim Ausschuß für Konservierung der ICOM<sup>1</sup> gehalten wurde.

Mit freundlicher Genehmigung der Autorinnen, denen wir dafür danken, bringen wir nachstehend eine Zusammenfassung:

Die Methode ist für das Trocknen von Papier völlig zufriedenstellend. Die mit Papieren AFNOR VII/5 (100 % Baumwoll-Linters) und AFNOR VII/1 (100 % gebleichter Zellstoff) durchgeführten Versuche zeigen, daß die mechanische Festigkeit und chemische Beständigkeit des Papiers durch die Gefriertrocknung wenig beeinflußt wird. Man stellt jedoch fest, daß die Oberfläche des Papiers AFNOR VII/1 nach der Behandlung teilweise mit einem weißen Pulver bedeckt ist. Wie die Analyse mit Infrarotspektrometer und Mikroskop gezeigt hat, handelt es sich um Stärke, die aus dem Bindemittel stammt, das bei verschiedenen Druckpapieren verwendet wird. Dieses Pulver kann leicht durch einfaches Bürsten entfernt werden.

Bei Leder verursacht die Behandlung ein Schrumpfen von 4%, während Proben, die an der Luft getrocknet werden, nur 1% schrumpfen. Die Farben verblassen leicht. Trotz allem scheint es, daß die Gefriertrocknung ohne großes Risiko angewendet werden kann. Gegenwärtig sind Forschungsarbeiten im Gange, um die optimalen Arbeitsbedingungen festzustellen.

Was das Pergament betrifft, so erleidet es eine beträchtliche Veränderung, die aber reversibel ist. Das Einfrieren ruft keine Beschädigung hervor, falls das Pergament in eine Presse kommt, sobald die Temperatur 0°C übersteigt.

<sup>1</sup> Ausschuß für Konservierung; 5. ICOM-Konferenz in Zagreb 1978

### 5.2 *Praktische Ergebnisse*

Wie oben erwähnt, haben wir mehrere hundert Kilogramm Dokumente und Werke in mehreren Arbeitsgängen behandelt. Es handelte sich dabei um Zeitungen, Zeitschriften, Broschüren und gebundene Bücher. Die Einbände waren entweder aus starkem Papier, Karton oder Leder. Die Papiere und die Druckfarben waren von verschiedenster Qualität. Einige Papiere hatten eine Hochglanzoberfläche.

Die einzelnen Konvolute wurden so zusammengestellt, daß nach Möglichkeit analoge Fälle behandelt wurden.

Unser Ziel war ausschließlich die Behandlung in sehr kurzer Frist von teilweise feuchten oder infolge unvorhersehbarer Katastrophenfälle total durchnäßten Dokumenten; wir waren aber nicht in der Lage, Messungen vorzunehmen (mit Ausnahme der Zeit und des Druckes, von denen bereits die Rede war). Es erscheint uns jedoch notwendig, über folgende Beobachtungen und praktische Feststellungen zu berichten:

- Um die Planlage von bestimmten Papieren zu erhalten, ist es notwendig, diese vor dem Einfrieren in eine Presse zu spannen. Die Pressung wird während der Gefriertrocknung beibehalten. Die erforderliche Sublimationsdauer des Eises ist dadurch etwas länger, doch bleibt sie innerhalb eines annehmbaren Bereiches.
- Die Flexibilität bestimmter Papiere kann durch eine zu starke oder zu lange Trocknung beeinträchtigt werden. Durch einfachen Kontakt mit der Umgebungsluft können jedoch die ursprünglichen Eigenschaften nach und nach wieder erreicht werden. Das konnte speziell bei einem Atlas, der auf Hochglanzpapier gedruckt war, festgestellt werden.
- Neben dem weißen Pulver, das vermutlich identisch ist mit dem von F. Flieder und Mitarbeitern analysierten, wurden auch grau gefärbte Pulver gefunden. Es handelt sich vermutlich um Mineralsalze oder suspendierte Teilchen, die im Wasser enthalten waren. Wie im Fall der Stärke, lassen sich diese Pulver leicht durch einfaches Bürsten entfernen.
- Die Gefriertrocknung scheint nicht die Eigenschaften der für das Binden der Bücher verwendeten Leime zu beeinflussen.

### 6 *Zusammenfassung*

Wie auf vielen anderen Anwendungsgebieten dürfte die Gefriertrocknung in den kommenden Jahren einen bedeutenden Platz unter den modernen Verfahren zur Behandlung von durchnäßten Dokumenten einnehmen. Es ist

dies eine besonders geeignete Methode für die Behandlung von Papier. Bücher, Broschüren, Zeitungen können ohne Beeinträchtigung in relativ kurzen Zeiten behandelt werden. Das Ausmaß der Schäden hängt vor allem davon ab, wie rasch das Einfrieren vorgenommen werden kann.

Obwohl die für dieses Problem speziell geeigneten Gefriertrockner nicht übermäßig teuer sind, ist die Aufstellung einer derartigen Anlage in jeder einzelnen Bibliothek nicht notwendig.

Dazu muß gesagt werden, daß die kleinen Anlagen mit niedrigem Anschaffungspreis sich in Anbetracht der Mengen, die bei Katastrophenfällen üblicherweise beschädigt werden, weniger eignen. Das bisher in Frankreich angewendete Verfahren ist daher wie folgt:

Bei Katastrophenfällen an irgendeinem Punkt Frankreichs werden die Dokumente im allgemeinen an Ort und Stelle in Gefrierschränken eingefroren – die normale Haushaltsgeräte ohne besondere Eigenschaften sein können. Sobald die Menge groß genug ist für eine Charge des Gefriertrockners, werden sie an die entsprechende Stelle zur Behandlung gesandt. Konvolute von verschiedenen Quellen können eventuell gleichzeitig behandelt werden.

Diese Vorkehrungen, derzeit noch völlig provisorisch, können als Grundlage für eine künftige Organisation auf nationaler oder regionaler Ebene dienen.